

令和6年度 地域デジタル基盤活用推進事業 (実証事業)

# ローカル 5 Gを活用した港湾施設の強靱化・点検高度化 成果報告書

2025年3月14日  
国際航業株式会社

# 成果報告書 目次

|                         |      |                              |      |
|-------------------------|------|------------------------------|------|
| I. 地域の現状と課題認識           | …P2  | IV. 実施計画                     |      |
| 1. 地域の現状                | …P3  | 1. 計画概要                      | …P31 |
| 2. 地域の抱えている課題           | …P4  | 2. 検証項目・方法                   |      |
| 3. これまでの取組状況            |      | a. 効果検証                      | …P32 |
| II. 目指す姿                | …P5  | b. 技術検証                      | …P34 |
| 1. 将来的な目指す姿             | …P6  | c. 運用検証                      | …P36 |
| 2. 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ | …P7  | 3. スケジュール                    | …P37 |
| 3. 成果 (アウトカム) 指標        | …P9  | 4. リスクと対応策                   | …P38 |
| a. ロジックツリー              | …P9  | 5. PDCAの実施方法                 | …P39 |
| b. 成果 (アウトカム) 指標の設定     |      | 6. 実施体制                      | …P40 |
| III. ソリューション            | …P13 | V. 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備) |      |
| 1. ソリューションの概要           | …P19 | 1. スケジュール (実績)               | …P41 |
| 2. ネットワーク・システム構成        | …P20 | 2. 検証項目ごとの結果                 | …P42 |
| a. ネットワーク・システム構成図       | …P21 | 3. 実装・横展開に向けた準備状況            | …P48 |
| b. 設置場所・基地局等            | …P22 | 4. 実装・横展開に向けた課題および対応策        | …P69 |
| c. 設備・機器等の概要            | …P23 | 5. (参考) 実証視察会                |      |
| d. 許認可等の状況              | …P24 | a. 概要                        | …P70 |
| 3. ソリューション等の採用理由        | …P25 | b. 質問事項と対応方針                 | …P71 |
| a. 地域課題への有効性            | …P26 | VI. 実装・横展開の計画                |      |
| b. ソリューションの先進性・新規性      | …P27 | 1. 実装の計画                     |      |
| c. 実装横展開のしやすさ           | …P28 | a. 実装に向けた具体的計画               | …P74 |
| d. 無線通信技術の優位性           | …P29 | b. 実装の体制                     | …P76 |
| 4. 費用対効果                | …P30 | 2. 横展開の計画                    |      |
| a. ソリューションの費用対効果        |      | a. 横展開に向けた具体的計画              | …P77 |
| b. 導入・運用コスト引き下げの工夫      |      | b. 横展開の体制                    | …P78 |
|                         |      | c. ビジネスモデル                   | …P79 |
|                         |      | d. 投資の妥当性                    | …P80 |
|                         |      | 3. 資金計画                      | …P82 |
|                         |      | VII. 指摘事項に対する反映状況            |      |
|                         |      | 1. 実証過程での指摘事項に対する反映状況        | …P83 |
|                         |      | 2. 書面審査での指摘事項に対する反映状況        | …P84 |

1 地域の現状



静岡県静岡市（清水港）

特徴

日本三大美港のひとつである清水港は日本一深い駿河湾に面し、三保半島が防波堤のように港を守っているため、波がとても穏やかで美しい港である。

人口

静岡市

総数

675,506 (2024年6月)

構成

0～14歳 : 71,913人  
15～24歳 : 61,871人  
25～64歳 : 331,314人  
65歳～ : 210,408人  
(2024年6月30日)

主要産業

- ・パルプ・紙・紙加工品製造業
- ・自動車、自動二輪車、楽器などの輸出関連企業
- ・半導体などの先端技術企業

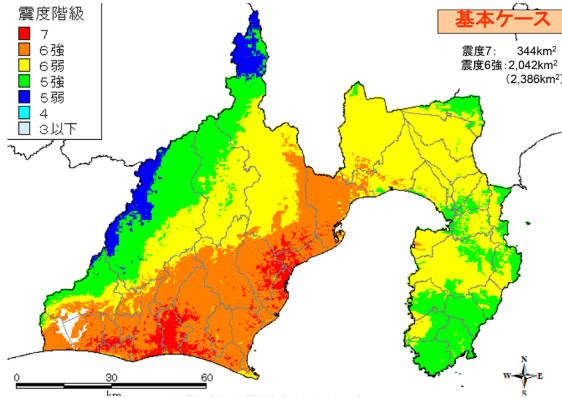
地域の現状の詳細

内容

A 南海トラフ地震等の大規模災害

- ・南海トラフでは100年から150年程度の周期でマグニチュード8クラスの海溝型地震が発生しており、前回地震から60年余りが経過していることから地震の発生について懸念されている。
- ・静岡県で南海トラフで発生する地震の確率は70～80%である。

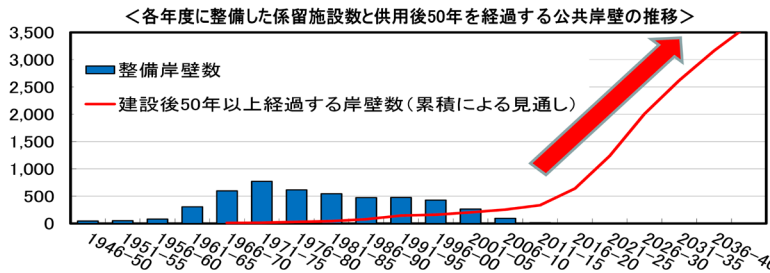
地域状況をイメージできるグラフ・図・表



出典：南海トラフ地震から命を守る静岡県の取組（気象庁）より

B 維持管理費用（点検コスト）

- ・港湾施設の老朽化が進行しているとともに供用開始後50年以上の施設が2015年3月の約10%から、2040年3月には約70%に急激に増加する。
- ・港湾施設維持管理計画にもとづき、施設管理者が日常点検（1回/月又は週）を実施するとともに、5年（又は3年）ごとに定期的な点検診断を行う必要がある。



出典：国土交通省における港湾施設の維持管理の取組について(R5年版)より

2 地域の抱えている課題

本事業の対象とする地域課題

| 対象者                                                      | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a 港湾施設管理者<br>(清水港管理局)<br>、国土交通省、<br>静岡市、荷役業者<br>などの港湾利用者 | <ul style="list-style-type: none"><li>・清水港では大規模発災後に、港湾管理施設内に容易に人が立ち入れないことや被災調査や復旧に資する機器を導入しても高精細映像や三次元点群等の大容量なデータを通信できない等制約条件がある。</li><li>・大規模災害発生時、港湾では緊急物資の受入やサプライチェーン等の港湾機能維持が必要となる一方、<b>清水港管理局職員では港湾全体の被災状況把握が困難</b>である。そのため、施設の利用可否判断、迅速な復旧活動や航路啓開等に支障が出る<b>ことが懸念される。</b></li><li>・災害時における情報把握・共有および復旧活動の迅速化を目指して清水港みなと機能継続計画（BCP）を策定し、緊急物資輸送に必要な機能回復目標を3日後、航路復旧を5日後と設定しているが現実的な効果については明確ではない。</li></ul> |
| b 港湾施設管理者<br>(清水港管理局)                                    | <ul style="list-style-type: none"><li>・港湾管理者の人材不足や技術継承ができていないことによる技術力低下、予算確保が厳しい中での高額な維持費、管理工数等が課題である。</li><li>・静岡港湾管理局では委託業務としての定期点検費用は年間2,000万円（外部委託）ほどであり、日常点検は清水港管理局職員が以下の頻度で実施している（年間200万円）。<ul style="list-style-type: none"><li>・陸上からの目視点検<br/>3名×0.5日／週<br/>金額：（税込み）</li><li>・船舶を使用した目視点検<br/>3名×0.5日／週</li></ul></li></ul>                                                                           |

イメージ

| 災害種別        | 被害想定                                                                                                                                                                       | 被害の影響<br>(強みと弱み)                                                                                        |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 風水害<br>(高潮) | 既往最高潮位 TP+1.37m<br>近隣の高潮対策 TP+7.26<br>(清水海岸 三保～蛇塚)                                                                                                                         | 台風：防波堤の遮蔽効果により、港内の静穏度は比較的高い。<br>高潮：天端が低い一部の物揚場等で浸水の可能性がある。                                              |
| 地震          | ・駿河・南海トラフ<br>《レベル1：東海・東南海・南海地震》地表震度 6強<br>《レベル2：南海トラフ巨大地震(東側)》地表震度 6強～7<br>・地盤変動量<br>レベル1 約1.5m隆起<br>レベル2 約3.0m隆起<br>・相模トラフ<br>《レベル1：大正型関東地震》<br>《レベル2：元禄型関東地震》<br>地表震度 5弱 | 南海トラフ陸側地盤の隆起により、岸壁水深が浅くなる可能性あり。<br>(公共岸壁最大水深-15m → -12m)<br><br>相模湾側の地震に対しては、首都圏のバックアップとしての機能を果たせる可能性大。 |
| 津波          | ・駿河・南海トラフ<br>《レベル1》最大浸水深：概ね1～2m<br>《レベル2》最大浸水深：概ね3～5m<br>浸水開始時間：約550秒<br>(新興津ふ頭)                                                                                           | 静岡県内の他港と比較して浸水被害が少ない。<br>港内や駿河湾内の航路等水域の啓開に時間を要する可能性がある。(漂流物が多い。駿河湾口から遠い。)                               |

災害別の駿河湾港（清水港）の被害想定と影響（強み・弱み）

出典：静岡県公式ホームページ\_第3章 防災・危険管理機能の施策の方向より加工



従来手法の作業員による目視点検

### 3 これまでの取組状況

平成23年～平成25年度

平成25年～平成27年

平成28年～令和3年

#### 取組概要

平成23年3月11日に発生した東日本大震災をきっかけに平成23年度から**南海トラフ巨大地震への対策の検討**に着手した。

平成25年7月に第1回協議会、平成26年5月に第2回協議会を開き「清水港BCP計画書策定」に向けて取り組み内容・工程等について協議し、「**清水港みなと機能継続計画**」を平成27年2月に策定し、危機対応力の強化に取り組んでいた。

近年の自然災害の激甚化、人口減少と高齢化、インフラ老朽化、過疎地域などにおける公共交通の縮小など社会問題は深刻化している。インフラ維持管理の効率化・高度化、自動運転の社会実装などによる地域公共交通の維持・発展など多分野で点群データの活用が期待される。静岡県では平成28年度からICT活用工事の試行を開始し、**点群データの収集・利活用に取り組みを実施**している。

#### 成果

静岡県は平成25年11月から第4次地震被害想定と地震・津波対策アクションプログラム2013により災害時の迅速かつ効率的な復旧活動を目指して**清水港BCP計画の取組を開始**した。

平成27年に策定した「清水港みなと機能継続計画」の構成（案）は主に津波避難誘導編、緊急物資輸送・港湾物流編、資材編で構成されている。

最大クラスのレベル2津波の発生後の被害時において、緊急物資輸送に必要な**機能回復目標を3日後、航路復旧を5日後と設定**した。

静岡県内の現実空間を、レーザスキャナ等でスキャンし高密度な3次元点群データを取得・蓄積し、仮想空間にデジタルツインとしての県土を構築する「**VIRTUAL SHIZUOKA 構想**」に取り組んでいる。取得したデータはオープンデータ化し、交通や防災などの行政目的だけでなく新たなサービスやビジネスの創出を目指す。

#### 見えてきた課題

静岡港の港湾機能は、多様な民間事業者と行政機関に支えられている。大規模災害時の円滑な避難や緊急物資輸送、港湾物流機能の復旧には**清水港の関係者が連携しながら各々の役割を果たすことが重要**となる。

緊急復旧時の対応で被災状況を把握できる**高精細映像や三次元点群等の大容量なデータを迅速に処理できる通信環境を構築**することが必要である。

点群データの収集・活用は、現在発展途上であり、**標準化に向けて多業種とのオープンイノベーションを促進**するとともに積極的に取り組む必要がある。

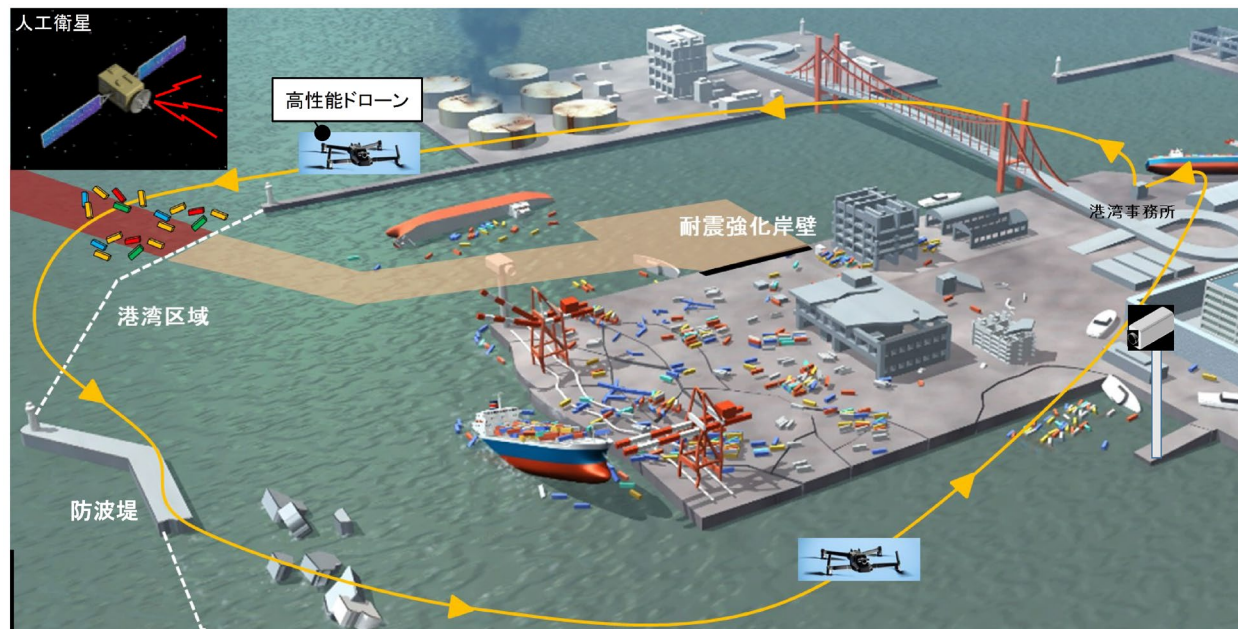
## Ⅱ 目指す姿

### ① 将来的に目指す姿

先端的技術である「三次元点群データ」と、リモートセンシング技術である高性能ドローンや衛星データ等を組み合わせて、静岡県の地域課題の解決を目指す。公共事業のデジタル化に踏み込み、**「VIRTUAL SHIZUOKA<sup>1</sup>」の取組を加速させるとともに、大容量データを迅速に処理できる通信環境を構築することで、被災状況の迅速な把握や適切な指示による災害復旧支援活動の強化、点検費用の低減、管理工数の削減を実現する。**

本ソリューションの実装により、以下の効果が期待できる。

- 高精細映像のデータ伝送により、管理者/関係機関が被災状況をいち早く把握・共有でき、災害直後の適切な指示を出すことに貢献する。
- 三次元地形データ等の大容量データ伝送により、迅速な災害復旧支援に貢献する。
- 平常時からローカル 5 Gを利用した点検手法を活用することで点検費用の低減を図るとともに災害時の円滑な活用を図る。



出典：リモートセンシング技術を活用した被災状況把握の高度化(イメージ)、国土交通省

1. : 「VIRTUAL SHIZUOKA (バーチャルしずおか)」は、静岡県を仮想空間に再現するプロジェクトである。レーザースキャナなどを使って広範囲に測量し、3次元点群データを取得・蓄積し、このデータをオープンデータとして公開して誰でも利用できるようにしている。まちづくりやインフラの維持管理、防災対策、観光、自動運転、エンターテインメントなど、さまざまな分野で活用されている

## Ⅱ 目指す姿

### ② 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ

2024

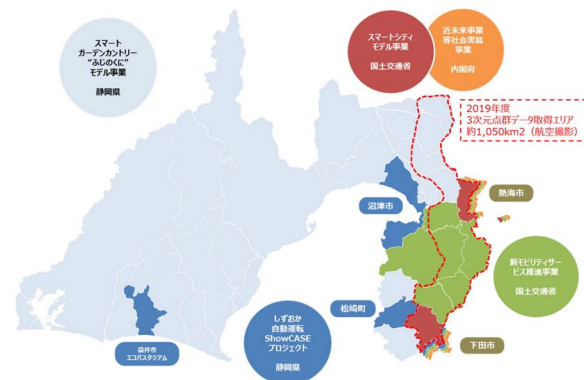
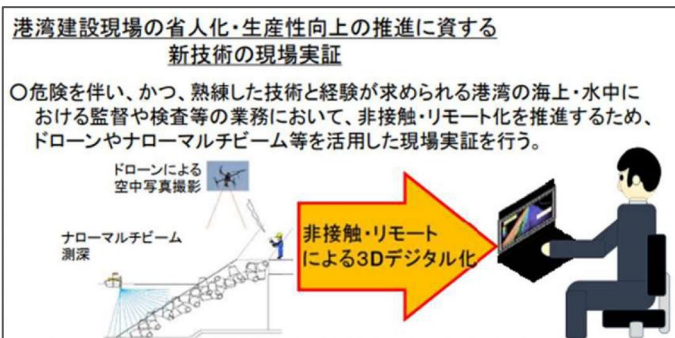
実証

2025~2026

実装・横展開

2027~2030

最終的なゴール



#### VIRTUAL SHIZUOKA 構想



清水港管理事務所管轄における緊急物資輸送の船舶が着岸する耐震強化岸壁等を対象に、ローカル 5 G通信エリアを構築し、ドローンによる映像・画像伝送、マルチビーム測深による三次元点群データ伝送、監視カメラ（サーマルカメラ）による映像伝送を実施する。平常時の点検の効率化や災害時の迅速な対応に向けた実装の可能性を検証し、実装化の要件を満たして、実装に進めるかを判断した。

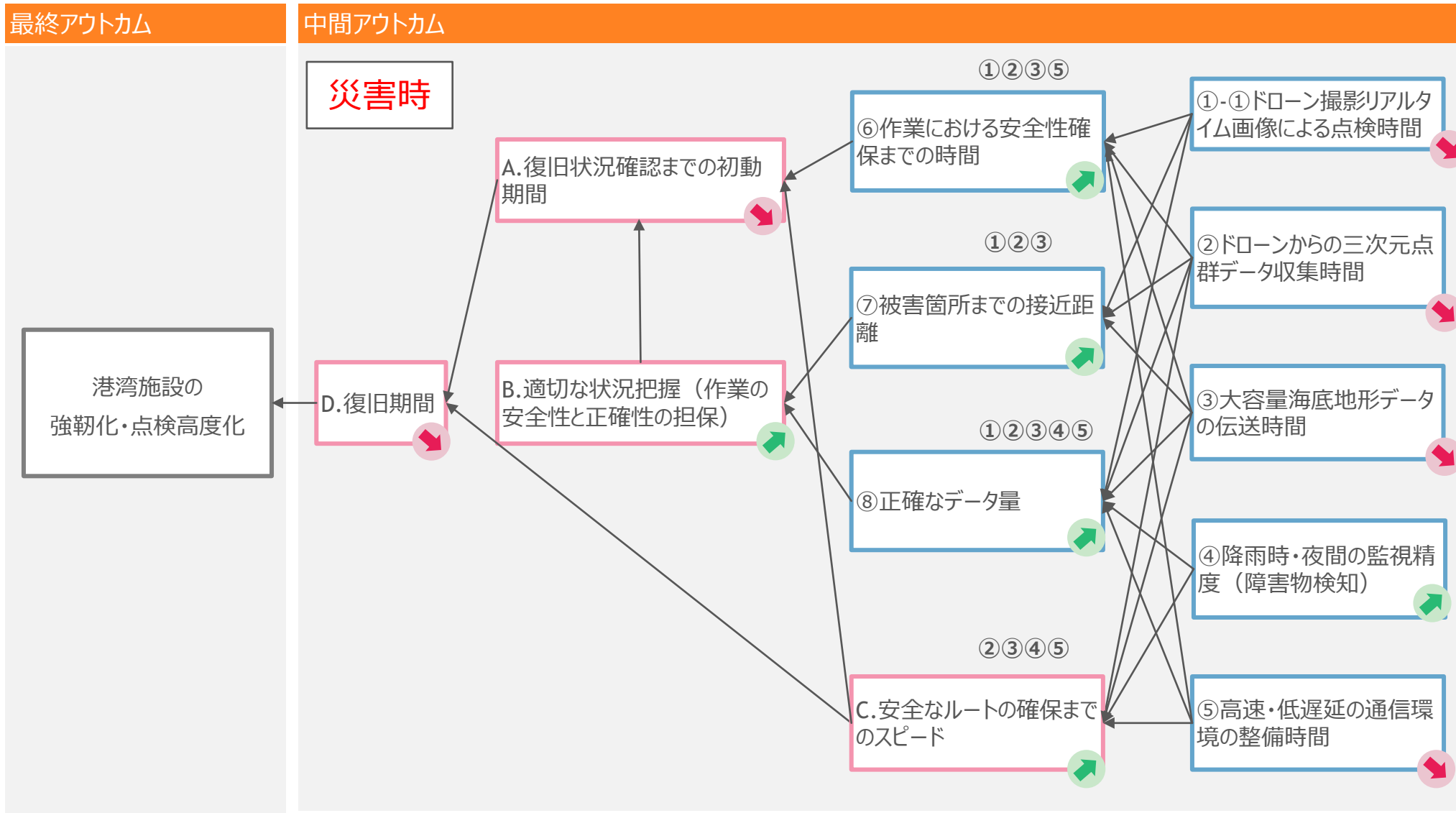
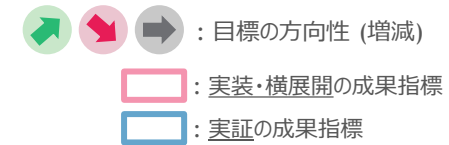
静岡県清水港において本ソリューションを実装。（機器保有を清水港管理事務所とする）国際航業をはじめとするサービサーが請負により、マネージドサービスを提供する。他港湾管理における展開余地を検証するための要件を具体化し、ソリューション提供側のリソースや展開の課題を具体化する。清水港での実装をモデルに県内港湾重要港湾である田子の浦港、御前崎港等、県内の主要港湾への横展開を想定する。

静岡県で展開している三次元点群でデジタルツインの環境を構築することによりインフラ管理、防災対策等を発展させる『VIRTUAL SHIZUOKA』の取り組みを加速させ、大容量の三次元データを迅速に共有できる通信環境を構築することにより、被災状況の迅速な把握や適切な指示による災害復旧支援活動の強化、点検費用の低減、管理工数の削減を実現する。

## Ⅱ 目指す姿

### ③ 成果 (アウトカム) 指標

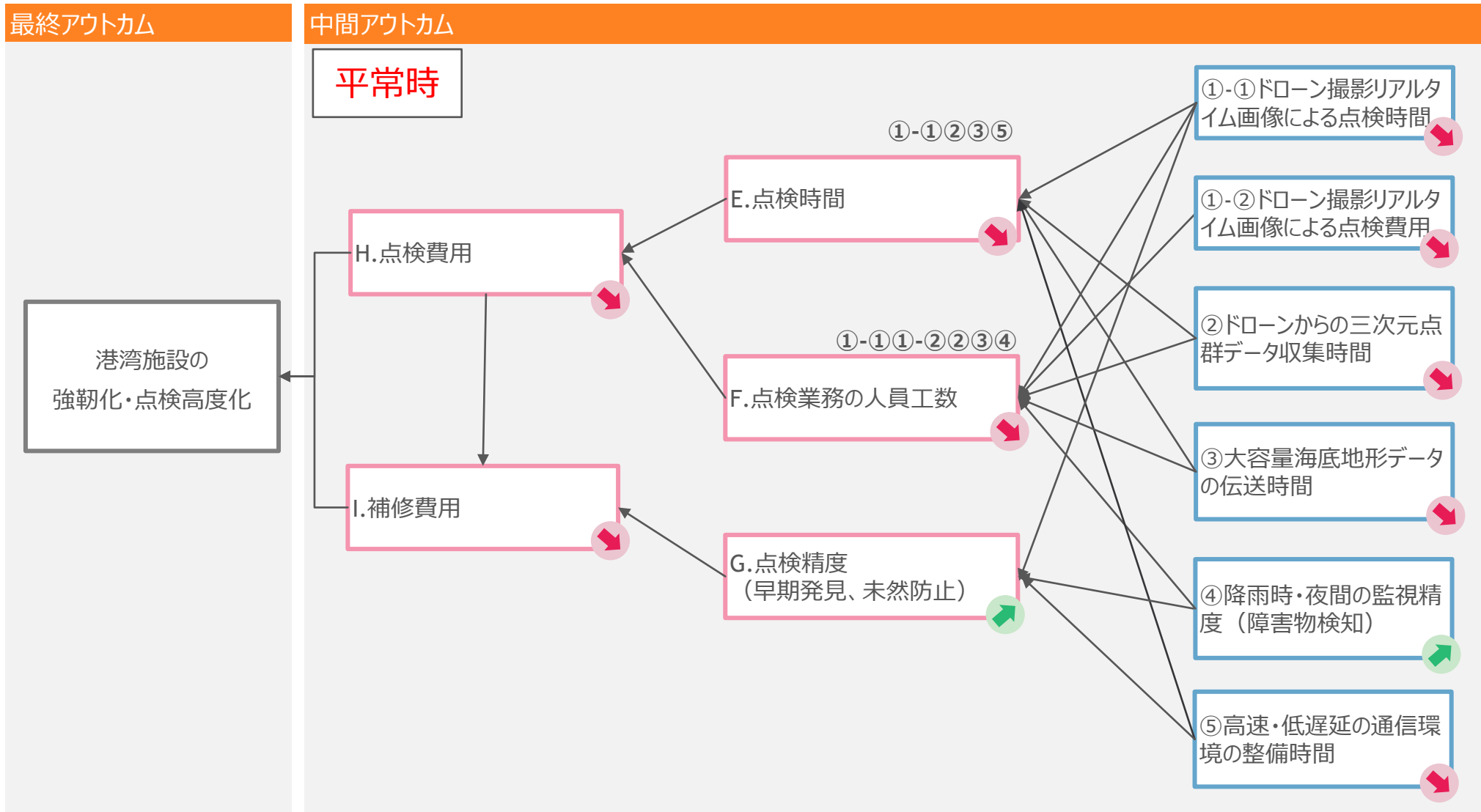
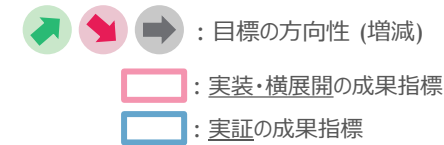
#### a. ロジックツリー



Ⅱ 目指す姿

### ③ 成果 (アウトカム) 指標

a. ロジックツリー



## II 目指す姿

### ③ 成果 (アウトカム) 指標

#### b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開【災害時】

| 成果 (アウトカム) 指標              | 現状値                               | 目標値                    | 目標値設定の考え方                                                                       | 測定方法                                             |
|----------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| A. 復旧状況確認までの初動期間           | 数日<br>(津波が予想される場合は津波警報解除まで)       | 被災後 1 日で被災状況を把握。       | ローカル5Gの高速通信を活用し、現場からリアルタイムデータを迅速に収集・分析することで、初動期間を最小限に抑える。                       | 発災直後からローカル5Gによるドローン撮影リアルタイム映像等を港湾管理者が確認できる時間を測定。 |
| B. 適切な状況把握 (作業の安全性と正確性の担保) | 港湾管理者員が被災現場を確認                    | 被災状況を目視によりリアルタイムで確認する。 | 遠隔操作によるドローンの映像等を用いることでリアルタイムに災害状況把握を実現し、データ収集・分析が自動化され、安全性と状況把握の正確性・客観性を担保する。   | 実証試験結果について港湾管理者から安全性・正確性についてのヒアリングを行う。           |
| C. 安全なルートの確保までのスピード        | 港湾管理者員が数日間かけて被災現場を確認              | 調査終了から1日でルート確保         | 船舶による緊急物資輸送のため、航路におけるコンテナ等の海底落下、漂流の有無等障害物や危険箇所をローカル5Gを利用し迅速に特定し、安全なルートを早期に確保する。 | マルチビームやサーマルカメラ映像で航路などの安全を把握するまでの時間を測定。           |
| D. 復旧期間                    | 発災後3日後でに主要な岸壁を使用可能とする<br>(清水港BCP) | 1 日間の短縮                | 被災状況把握の初動期間短縮、安全性・正確性の担保、復旧作業期間の短縮により復旧期間を短縮する。                                 | 上記の測定方法の総合的な検討。                                  |

## Ⅱ 目指す姿

### ③ 成果 (アウトカム) 指標

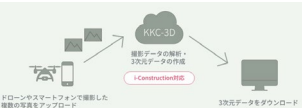
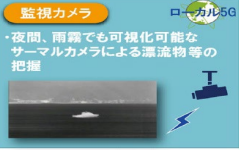
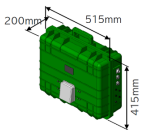
#### b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開【平常時】

| 成果 (アウトカム) 指標     | 現状値                                  | 目標値                            | 目標値設定の考え方                                                      | 測定方法                                         |
|-------------------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| E.点検時間            | 目視点検<br>1,510㎡／日<br>(国交省港湾<br>局積算基準) | 目視点検3,000<br>㎡／日<br>(50%削減)    | ローカル5G構築により、リアルタイムのデータ収集と分析が可能となり、従来の人員により点検方法と比較して時間短縮が可能となる。 | 撮影時間・点検結果整理時間の測定                             |
| F.点検業務            | 目視点検<br>3名(国交省<br>港湾局積算基準)           | 2名<br>(30%削減)                  | ローカル5Gを活用した遠隔操作により現場での点検人工を削減することができ、点検効率化を期待できる。              | 撮影実施人工の測定                                    |
| G.点検精度(早期発見、未然防止) | 港湾管理者職員による巡視                         | 遠隔操作機器による点検・監視<br>(精度:巡視と同等以上) | ローカル5Gを活用した点検・監視機器により広範囲にわたる施設全体の損傷を高精度に早期発見することで補修費用低減につながる。  | 撮影画像の解像度や監視カメラの精度の測定。<br>港湾全体の損傷把握にかかる時間を測定。 |
| H.点検費用            | 目視点検<br>20万円／日<br>(国交省港湾<br>局積算基準)   | 目視点検<br>16万円／日<br>(20%低減)      | ローカル5G活用により点検時間・人工を削減することで点検費用を低減につながる。                        | 撮影時間・点検結果整理時間の測定、撮影実施人工の測定                   |
| I.補修費用            | 岸壁補修費用<br>850万円／施設                   | 岸壁補修費用<br>500万円／施設<br>(40%低減)  | 施設老朽化について事後保全からローカル5Gを用いたドローン等の点検診断により予防保全に転換することで補修費低減を図る。    | — (成果指標E～Gを達成することで副次的に効果を得ることができる)           |

## Ⅱ 目指す姿

### ③ 成果 (アウトカム) 指標

#### b. 実証対象の成果 (アウトカム) 指標の設定

| 成果 (アウトカム) 指標                                                                                                         | 現状値                                                                   | 目標値                                                                       | 目標値設定の考え方                                                                                | 測定方法                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>① ドローン撮影リアルタイム画像による点検時間・点検費用</b>  | 災害時: 津波警報が解除されるまで<br>数日間立入禁止<br>平常時: 点検費用<br><b>2200万円/年</b><br>(税込み) | 災害時: 発災から <b>1日間で被災状況把握</b><br>平常時: 点検費用を <b>750万円/年(約35%)低減</b><br>(税込み) | 災害時: ドローン遠隔操作による災害直後の被災状況把握までの時間、被災状況把握のための解像度。<br>平常時: ドローンを活用した港湾点検に要する点検時間・作業にかかる人工数。 | ドローンからのリアルタイム映像配信の実証試験により、伝送速度・画像解像度、点検時間、作業体制を検証する。   |
| <b>② ドローンからの三次元点群データ収集時間</b>         | ドローン着陸後、LTEでのデータ伝送（データ伝送のみで <b>1時間</b> ）                              | 静止画像をクラウドサーバで受信まで所要時間を <b>30分(50%)に短縮</b>                                 | ドローンに搭載したカメラからクラウド上の三次元地形データ作成システムに画像データ（約6100万画素）を送信する時間。                               | ドローン画像の伝送・地形データの自動作成の実証試験により画像解像度・伝送速度等の伝送時間を検証する。     |
| <b>③ 大容量海底地形データの伝送時間</b>             | データ収録PCからダウンロード、LTEあるいは人力で事務所に搬送（ <b>1時間を想定</b> ）                     | 現地測量船・リモコンボートからの確実なデータ伝送、及び伝送の所要時間を <b>30分(50%)に短縮</b>                    | 測量現場からデータ解析事務所までの大容量の三次元海底地形データ（点群3点以上/1.0m）の伝送時間。                                       | 測量船・リモコンボート等で取得した大容量の三次元海底地形データの伝送実証試験によりデータ伝送時間を検証する。 |
| <b>④ 降雨時・夜間の監視精度（障害物検知）</b>        | 海上船舶・航空機から観測員による見逃しの可能性があり。                                           | サーマルカメラ映像を利用したAI解析による海上障害物の自動検知（検知精度 <b>95%以上</b> ）                       | 降雨時・夜間でも鮮明な映像が撮影可能であるサーマルカメラにより、発災時の天候や時間帯に関わらず、海上に漂流する障害物をAIで自動検知する。                    | AI検知結果の映像を確認し、検知精度を算出する。                               |
| <b>⑤ 高速・低遅延の通信環境の整備時間</b>          | 基地局が常設のため、移動が困難であり数日かかる。                                              | 基地局設置から電波発射まで <b>30分で運用</b>                                               | 可搬型ローカル5Gのため、発災場所や点検場所にあわせてローカル5G環境を構築するまでの時間。                                           | アンテナ、基地局を設置してから電波発射までの時間を測定する。                         |

## Ⅱ 目指す姿

### ③ 成果 (アウトカム) 指標

#### b. 実証対象の成果 (アウトカム) 指標の設定

| 成果 (アウトカム) 指標              | 現状値                      | 目標値                           | 目標値設定の考え方                                                  | 測定方法                                               |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| ⑥作業における安全性確保までの時間          | 被災後 2 日程度                | 1 日                           | BCP目標（被災後3日で岸壁を使用）の確実な実行に向け、被災状況を把握し、緊急復旧作業前の安全確認までに割ける日数。 | 実証範囲の被災状況把握に要する時間をモデル（原単位）とし、被災想定距離を乗じて合計時間を算定。    |
| ⑦被害箇所までの接近距離               | 津波浸水想定範囲：岸壁から約700mまで立入禁止 | 被害箇所直近（対地高度30m程度）まで接近し被災状況を把握 | 30m程度まで近接すれば地上解像度1cm程度の画像を取得でき、被災による大きな亀裂・ひび割れ等も判読可能。      | ドローンの対地高度と地上解像度の確認<br>画像から亀裂判読が可能か県職員へのヒアリングにより確認。 |
| ⑧正確なデータ量(ローカル5G環境下でのデータ通信) | LTEで数Mbps                | UL：55 Mbps<br>DL：10 Mbps      | 各種ソリューションが業務に支障なく利用できるスループットの数値。                           | iPerf等の通信速度測定ツールを用いて測定。                            |

### Ⅲソリューション

## ①ソリューションの概要

### ソリューションの概要

#### <①ドローン撮影リアルタイム映像による点検時間・作業費用>

港湾管理者職員が、被災直後に安全な場所から被災状況を確認でき、発災時の情報収集の効率化、復旧の迅速化および被害の軽減に寄与する映像を見る。また、平常時の利用により、災害時の円滑な活用及び点検コスト低減を図る。



ドローンからのリアルタイム映像配信イメージ（出典：国土交通省）

ドローン諸元

| 諸元・動作環境条件等    | 内容                          |
|---------------|-----------------------------|
| 製造元           | 株式会社 ACSL                   |
| 製品名           | ACSL-PF2                    |
| 全長（プロペラ範囲）    | 1,173 mm                    |
| 高さ（カバー上面まで）   | 526 mm                      |
| 高さ（アンテナ含む）    | 654 mm                      |
| 重量（バッテリー2本含む） | 7.07 kg（機体本体 3.8 kg）        |
| モーター          | ブラシレス DC モーター（シナノケンシ）       |
| プロペラ          | XAOR（静音）15 inch             |
| ESC           | 東芝 TPMD0001A                |
| フライト制御システム    | オートパイロット ACSL AP 3.0        |
| バッテリー容量       | 12,000 mAh × 2              |
| バッテリー公称電圧     | 22.2 V                      |
| バッテリータイプ      | LiPo 6S                     |
| 飛行速度          | 水平 10 m/s、上昇 3 m/s、下降 2 m/s |
| 最大対気速度        | 20 m/s                      |
| 最大ペイロード       | 2.75 kg                     |



### 中間アウトカム（実証）

#### 定量アウトカム

- 災害時はリアルタイム映像により**発災から1日間で被災状況を把握**する。
- 平常時の活用により点検費用を**35%低減**

|      |                        |
|------|------------------------|
| 点検費用 | 現状値→目標値                |
|      | 2200万円/年→1450万円/年      |
|      | （750万円/年、35%低減）        |
| 内訳   | 日常点検 200万円/年→50万円/年    |
|      | （点検人工数減による75%低減）       |
|      | 定期点検 2000万円/年→1400万円/年 |
|      | （ドローン活用により30%低減）       |

#### 定性アウトカム

- ドローンに搭載したカメラから高精細映像（フルHD）をリアルタイムに伝送する。
- 災害時に災害協定業者等に指示を行う港湾管理者が、**被災状況を目視によりリアルタイムで把握**できる。
- 津波警報・注意報による**立ち入り禁止時でも被災状況を把握**できる。

### 中間アウトカムの実現に繋がるソリューションの価値

- 発災時の情報収集の効率化、復旧の迅速化および被害の軽減に寄与する映像を見ることができる。 **災害時**
- 高精細映像のデータ伝送により、管理者及び関係機関が**被災状況をいち早く把握・共有**できる。 **災害時**
- ドローン・ローカル 5 G 利用講習会を実施し**平常時からローカル 5 G を利用することで災害時の円滑な活用**を図る。 **災害時 平常時**
- 港湾施設点検診断にリアルタイム映像を活用することで、点検時間と作業人工の削減ができ、**点検診断費用を縮減**することができる。 **平常時**
- 点検調査員が直接現場に行く必要がなく、海中転落などの**事故リスク低減**。 **平常時**

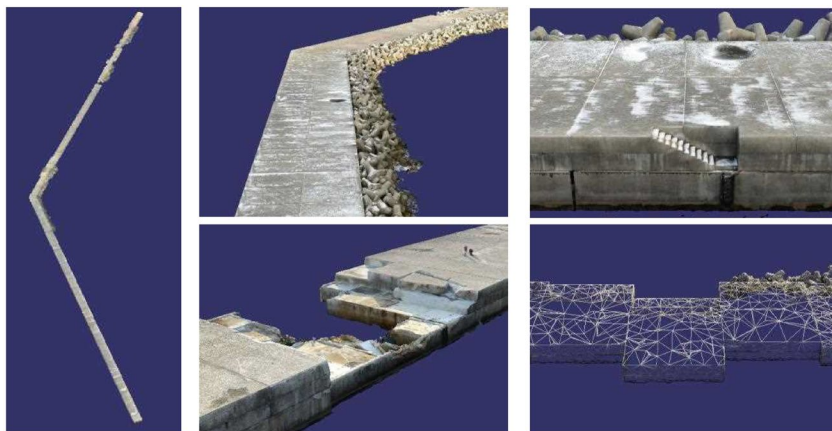
### Ⅲソリューション

## ①ソリューションの概要

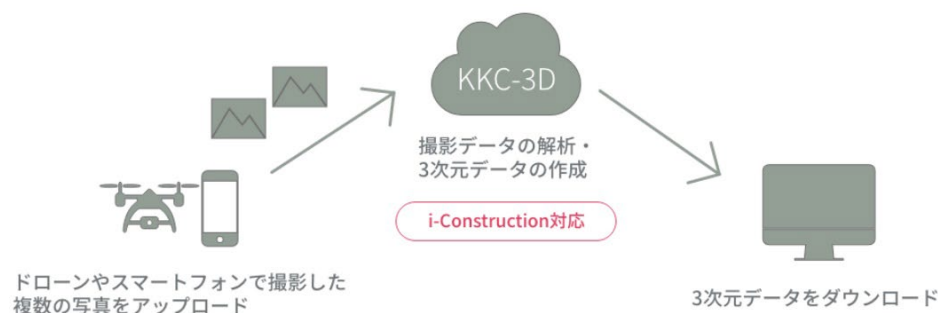
#### ソリューションの概要

##### <②ドローンからの三次元点群データ収集時間>

ドローンに搭載したカメラから画像データを伝送し、クラウド上の三次元地形データ作成システムにおいて自動的に三次元地形データを生成する環境を構築する。



ドローンによる三次元データ取得（出典：国土交通省）



三次元地形データ作成システム概要

#### 中間アウトカム（実証）

##### 定量アウトカム

- 静止画像のクラウドサーバでの受信にかかる**所要時間を従来手法から50%以上短縮**（概ね被災箇所1箇所あたり1時間を想定。30分以内に短縮する）

##### 定性アウトカム

- 撮影の都度、画像データ（10～15MB/枚）を伝送する。
- 刻一刻と変化する災害現場においては、復旧初動の1時間は、災害協定業者や関係機関に復旧の指揮伝達を行う上で重要な時間であり、そのロスの解消が**被害の軽減に大きく寄与**することが想定される。

#### 中間アウトカムの実現に繋がるソリューションの価値

- 平常時に取得した三次元地形データと災害後のデータを比較し、**被災箇所の特定・変位量を把握**することができる。 **災害時**
- 大容量の静止画像データ伝送により、管理者及び関係機関が定量的な被災状況を把握することが可能となる。 **災害時** **平常時**
- 平常時の使用により港湾施設点検診断の高度化・効率化に寄与することができる。 **平常時**

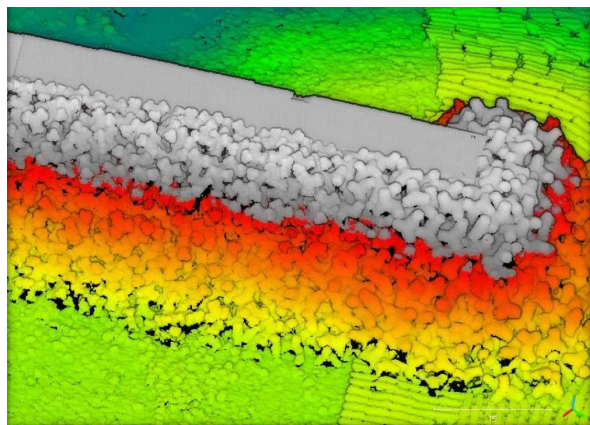
### Ⅲソリューション

## ①ソリューションの概要

### ソリューションの概要

#### ＜③大容量海底地形データの伝送時間＞

ローカル 5 Gを活用し、ナローマルチビームにより取得した三次元地形データを迅速に伝送する環境を構築する。



#### 【実証概要】

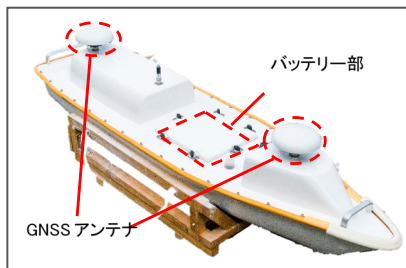
耐震強化岸壁延長  
480m×100mで三次元  
データを取得。

リモコンボートからPCに  
データ回収後、データ伝  
送を実施。

ドローンとマルチビーム測深による三次元データ統合例（出典：国土交通省）

リモコンボート諸元

| 諸元・動作環境条件等 | 内容                                  |
|------------|-------------------------------------|
| 製品名        | 可搬型マルチビーム測深機                        |
| 全長         | 1600mm                              |
| 全幅         | 425mm                               |
| 高さ         | 300mm(アンテナ高除く)                      |
| 質量         | 約 29kg<br>(ソナー部含む、バッテリー除く)          |
| モーター       | 直流ブラシレスモーター2 個搭載                    |
| 最大船速       | 4.5kt                               |
| バッテリー      | リチウムイオン充電電池 42Ah×2                  |
| 連続航行時間     | 120 分(清水、自律航行時)<br>バッテリー交換可能        |
| GNSS 精度    | D-GNSS:約 1m、PPK 約 1cm               |
| ソナー部       | 周波数 400kHz、600kHz                   |
| 分解能        | 1.0cm                               |
| ビーム幅       | 1.1°×1.1°(400kHz)、0.7°×0.7°(600kHz) |
| ビーム方式      | クロスファンビーム                           |



リモコンボート（マルチビーム測深）

### 中間アウトカム（実証）

#### 定量アウトカム

- 伝送に係わる**所要時間を従来手法から50%以上短縮**する。（概ね被災箇所1箇所あたり1時間を想定。30分以内に短縮する）

#### 定性アウトカム

- 水中部**三次元点群データの伝送の確実な実施**  
（被災現場ではLTEでさえも使用できない可能性があり、ローカル 5 Gの整備により冗長性を持たせることが可能となる）

### 中間アウトカムの実現に繋がるソリューションの価値

- 平常時に取得した**水中部の三次元地形データと災害後のデータを比較し、被災箇所の特定・変位量を把握**することができる。災害時
- 大容量の三次元地形データ伝送により、管理者及び関係機関が定量的な被災状況を把握することが可能となる。災害時
- 平常時の使用により港湾施設点検診断の高度化・効率化に寄与することができる。平常時

### Ⅲソリューション

## ①ソリューションの概要

### ソリューションの概要

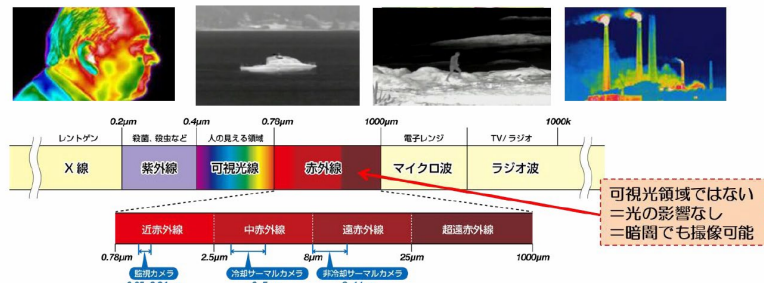
#### <④降雨時・夜間の監視精度>

サーマルカメラ映像を利用したAI解析による海上障害物の自動検知を行う。港湾管理者が、被災状況を確認でき、発災時の情報収集の効率化、復旧の迅速化および被害の軽減に寄与する映像を見ることが可能となる。

港湾では復旧物資輸送船の航行障害となるコンテナなどの浮遊物を夜間や降雨時においてもAIにより自動検知することができる。

目に見えない赤外線 8~14  $\mu\text{m}$  を捉える素子が物体の温度を検出し、温度差を映像化します。赤外線サーマルカメラは、災害時における夜間の沿岸部の監視や船舶の監視において非常に有効です。また、人が海で溺れた場合、鮮明に捉えることができ人命救助にも活用することが可能です。

- ◆あらゆる物体が発する「熱（赤外線）」を撮像するカメラ
- ◆「熱画像」撮像＝「光」の影響を全く受けないのが最大の特長



サーマルカメラの特徴

監視カメラ（サーマルカメラ）諸元

| 諸元等   | 内容                                                       |
|-------|----------------------------------------------------------|
| 製造元   | 電気興業株式会社                                                 |
| 機器名   | 望遠サーマルカメラ                                                |
| サーマル  | 映像出力 640×480<br>焦点距離 35mm~105mm                          |
| カラー   | 映像出力 1920×1080<br>焦点距離 4.3mm~129mm<br>素子 1/2.8 CMOS センサー |
| 駆動部   | 水平回転 エンドレス<br>垂直回転 +45°~90°                              |
| 参考サイズ | W245×H360×D582mm                                         |



### 中間アウトカム (実証)

#### 定量アウトカム

- AIによる海上障害物の自動検知（検知精度95%以上）

#### 定性アウトカム

- 陸上に設置したサーマルカメラから赤外線映像をリアルタイムに伝送する。
- 災害時に災害協定業者等に指示を行う港湾管理者職員が、**夜間や雨・霧の悪条件下でも被災状況をリアルタイムで把握**できる。

### 中間アウトカムの実現に繋がるソリューションの価値

- 発災時の情報収集の効率化、復旧の迅速化および被害の軽減に寄与する映像を見ることができる。 **災害時**
- PTZ（パンチルトズーム）ツアー機能によりプリセット拠点（最大128ポイント）ごとにカメラが自動で旋回し、航路のみならず、**臨港道路など背後地の被災状況を夜間でも迅速に把握**することができる。 **災害時**
- 赤外線映像のデータ伝送により、管理者及び関係機関が被災状況をいち早く把握・共有できる。 **災害時**
- 平常時では、撮影ポイント設定機能、パン・チルト・ズーム機能を活用して港湾施設全体を自動巡回にて監視させ、船舶航路や不審船等を広範囲にわたり監視することができる。 **平常時**
- 港湾施設点検診断にリアルタイム映像を活用し**点検診断費用を縮減**することができる。 **平常時**

## Ⅲソリューション

### ①ソリューションの概要

#### ソリューションの概要

##### <⑤可搬型ローカル 5 G 配置実証>

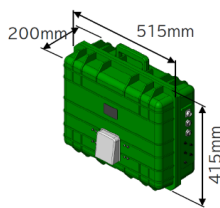
災害時における情報収集・共有および復旧活動の迅速化を目的とし、可搬型ローカル 5 Gを活用したソリューションを実装する。

また災害時に円滑に利用するため、平常時での港湾施設点検に活用するとともに点検高度化への適用を図る。

可搬型基地局は、災害時・平常時において広大な港湾施設のエリアのうち、任意の位置に設置することが可能である。

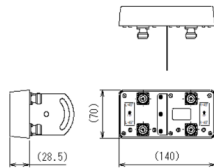
ローカル 5 G基地局諸元

| 諸元等         | 装置仕様                             |
|-------------|----------------------------------|
| 筐体サイズ※突起含まず | 515mm(W) x 415 mm(H) x 200 mm(D) |
| 重量          | 13.5kg                           |
| 消費電力        | 150w                             |
| 動作電圧        | AC100V                           |
| 動作環境        | 温度0~40°                          |
| インターフェース    | 2.5Gbps Ether (WAN)              |
| 通信モード       | SA                               |
| 対応周波数       | n79 (4.8~4.9GHz)                 |
| TDD同期方式     | 同期または準同期 (TDD1)                  |
| チャンネル帯域幅    | 100MHz                           |
| 最大送信電力      | アンテナあたり1W(30dBm)                 |
| 変調方式        | QPSK/16QAM/64QAM/256QAM(UL/DL)   |
| 準拠規格        | IEC623681、RoHS 指令準拠<br>防塵防水：IP45 |



ローカル 5 Gアンテナ諸元

| 諸元等        | 内容                                                                      |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 製造元        | 電気興業株式会社                                                                |
| 機器名        | X65-3545FTD-W                                                           |
| 周波数範囲 MHz  | 3400 ~ 3600<br>3600 ~ 3800<br>3800 ~ 3900<br>3900 ~ 4200<br>4400 ~ 5000 |
| 偏波面        | ±45° 偏波                                                                 |
| 利得 dBi     | 約 7.5                                                                   |
| 水平面内指向性    | 約 65°                                                                   |
| 垂直面内指向性    | 約 65°                                                                   |
| チルト角       | 固定チルト: 0°                                                               |
| 定在波比       | 2.0 以下                                                                  |
| 入出力インピーダンス | 50Ω                                                                     |
| 耐電力        | 1 端子あたり 20 W                                                            |
| 入出力端子      | NJ x 4                                                                  |
| 耐風速        | 75m/s                                                                   |
| 質量         | 約 0.5 kg (アンテナ本体)                                                       |
| 寸法         | 140mm x 70 mm x 28.5 mm                                                 |
| 取付金具       | 取付径: 25A 50A 機械チルト: 40                                                  |



#### 中間アウトカム (実証)

##### 定量アウトカム

- 基地局設置から電波発射まで**30分で環境を構築**。
- UL:55Mbps、DL:10Mbpsのスループットの確保。
- 最大スループット、遅延測定、RSRP（基準信号受信電力）を検証。

##### 定性アウトカム

- **低消費電力で可搬バッテリーやEV車両からの電源供給で動作可能な可搬型ローカル5Gの通信環境を整備することで、災害時の強靱化、平常時の点検高度化に寄与する。**
- 平常時にローカル 5 Gを利用するためにローカル 5 G利用講習会を実施し、災害時の円滑な活用を図る。



本実証試験位置図 (案)

## ①ソリューションの概要

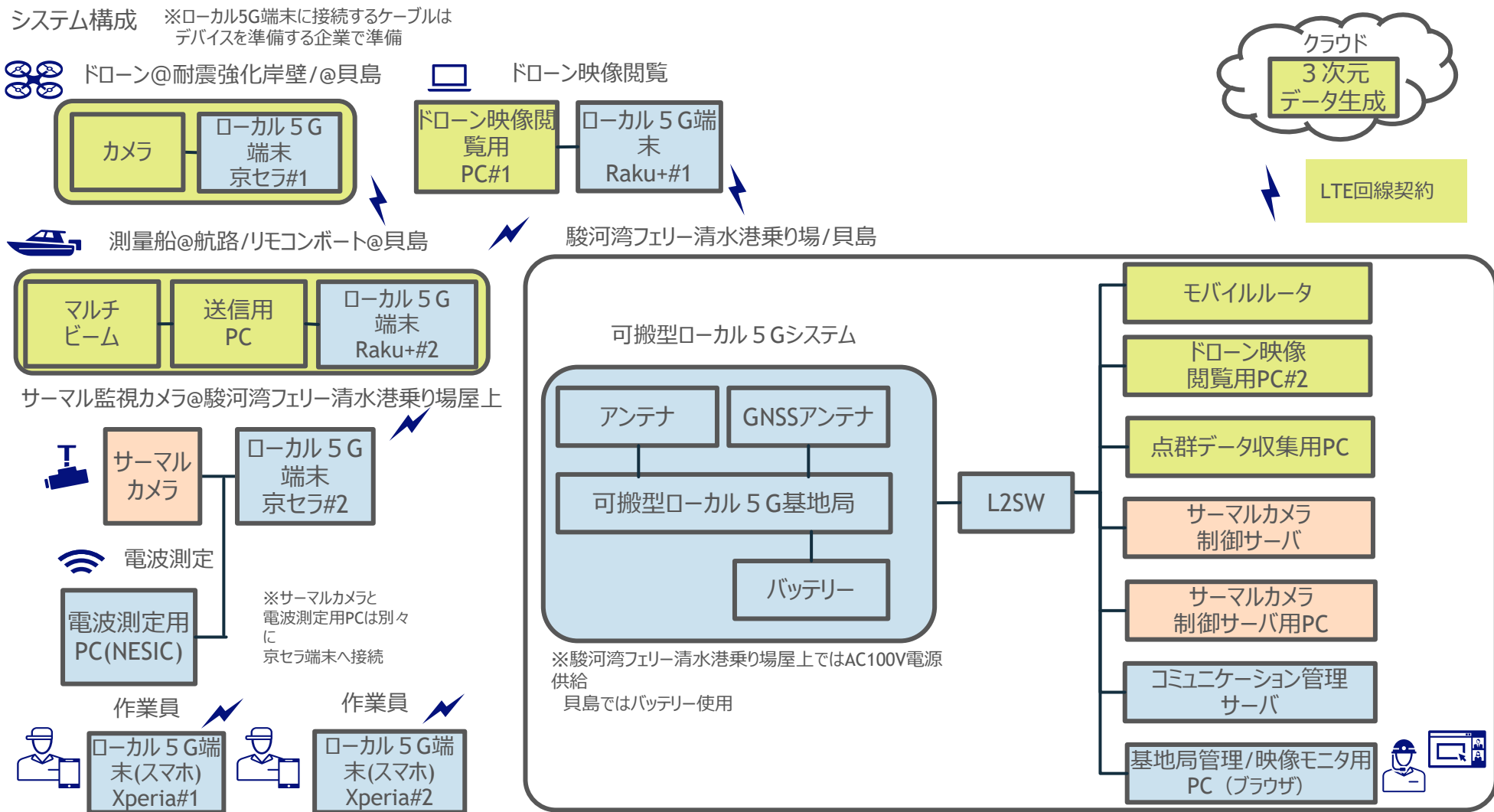
【参考】各ソリューションと最大通信容量の算出

| ソリューション              | 実証時の想定通信容量 |          |
|----------------------|------------|----------|
|                      | UL         | DL       |
| ドローンリアルタイム映像配信（フルHD） | 15Mbps×1台  | —        |
| 三次元点群データ収集           | 15Mbps×1台  | —        |
| 大容量海底地形データ（非リアルタイム）  | —          | —        |
| サーマルカメラによる船舶検知（フルHD） | 15Mbps×1台  | —        |
| リアルタイムコミュニケーション      | 5Mbps×2台   | 5Mbps×2台 |
| 合計                   | 55Mbps     | 10Mbps   |

## ② ネットワーク・システム構成

### a. ネットワーク・システム構成図

#### ネットワーク・システム構成図（全体システム構成図）



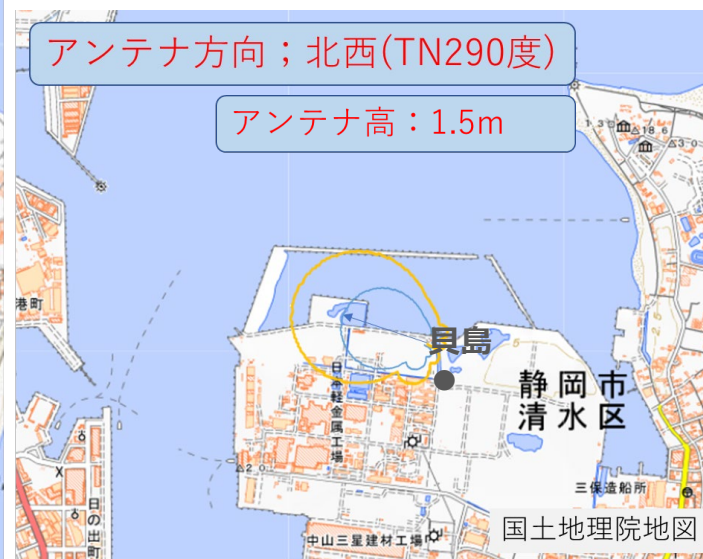
### Ⅲソリューション

## ② ネットワーク・システム構成

### b. 設置場所・基地局等

#### ローカル5Gのカバーエリア及び調整対象区域イメージ

可搬型ローカル5G基地局は清水港管理局の屋上及び貝島付近に設置を予定。



## ② ネットワーク・システム構成

### c. 設備・機器等の概要

#### 機器リスト

別添資料 調達機器リストを参照

## ② ネットワーク・システム構成

### d. 許認可等の状況

| 許認可の種類                                                           | 現在の状況                                                                 | スケジュール                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>ローカル 5 G実験局免許</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>ローカル 5 G免許取得に向けて調整中</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11月中の実験局免許の取得を目指し、採択後すぐに免許申請に着手予定。</li> <li>日本電気株式会社がローカル 5 Gの無線局免許人として、総務省関東総合通信局と調整のもと、実験試験局免許の申請を行う。申請するエリアは、静岡県清水港湾局と協議のうえで決定した。</li> <li>無線局免許の取得にあたっては、無線局の設置予定周辺の携帯電話事業者キャリア 5 G及びローカル 5 G等の無線局との干渉調整を行い、合意を取った上で、総務省東海総合通信局に無線局免許申請を行い、実証開始までに無線局免許を取得した（令和6年12月12日）。</li> <li>実証エリアの複数個所を移動先として申請し、実証内容に合わせて無線局の移設を行った。</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>ドローン飛行申請</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>包括申請</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>飛行経路、飛行日時の決定後に航空局への個別申請及び関係機関（警察、荷役業者等の港湾施設利用者）への作業周知を実施した。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>マルチビーム海上作業許可申請</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>航行経路、作業期間決定に向けて調整中</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>航行経路・作業期間の決定後に清水海上保安部へ海上作業許可申請した。</li> <li>港湾工事関係者、漁業協同組合への作業周知を実施した。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                            |

3ソリューション等の採用理由

a. 地域課題への有効性

| 対象の課題                                | 課題解決への有効性                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 課題a. 南海トラフ地震等の大規模災害後の状況把握・迅速な復旧対応が困難 | 清水港では大規模発災後に港湾施設内に容易に人が立ち入らないことや高精細映像や三次元点群等の大容量なデータを処理できる通信環境構築が整備されていない等により、被災状況把握や迅速な復旧活動に時間を要している。<br>三次元データや映像等による <b>大容量データを迅速に処理できる通信環境の構築</b> あるいはローカル5G活用に伴い、ドローンや監視カメラ等からリアルタイム映像配信により <b>被災状況把握の高度化・効率化が期待</b> される。また、収集したデータは設計データにも活用することで迅速な災害復旧支援にも貢献でき、無人化工事のため安全性向上も図れるとともに <b>BCP計画の復旧期間短縮も実現</b> される。 |
| 課題b. 平常時の港湾施設点検の職員不足、予算確保困難          | 平常時の点検診断にドローンからのリアルタイム映像配信を活用することにより効率化が期待され、 <b>点検診断費用の短縮</b> が期待される。災害時の円滑な運用を向上させる可能性がある。                                                                                                                                                                                                                             |

|         |                                                        |
|---------|--------------------------------------------------------|
| ソリューション | ドローン、監視カメラを用いた画像、映像のリアルタイム配信、測量船・リモコンボートからの点群データ伝送の迅速化 |
|---------|--------------------------------------------------------|

| 他ソリューションに対する優位性                                |                                                                                                  |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 名称                                             | 比較                                                                                               |
| 比較事例A<br>①i-Boat（無線LAN ボート）を用いた港湾構造物の点検・診断システム | 港湾施設の画像撮影、3Dモデル化などを実施するシステム<br>・港湾栈橋下部のみの効率的な調査・点検を目的とした技術であり、陸上部の点検が困難<br>・通信可能距離が短く、遠距離での調査が困難 |
| 比較事例B<br>②UAVヘリによる港湾施設の三次元形状測量システム             | 港湾施設の点群データを取得するシステム<br>・レーザ計測のため、リアルタイムでのデータ伝送などが困難<br>・事前にルート設定が必要で、任意の場所を確認することが困難             |

## ③ ソリューション等の採用理由

## b. ソリューションの先進性・新規性

先進性・  
新規性  
の概要

本実証のソリューションでは港湾におけるドローン/測量船・リモコンボート等からのリアルタイム・高精細な画像/映像伝送及び、伝送されたデータの3Dモデル化を行うもので、従来分かれていた陸上・海上双方の点検を同一ソリューションとして実現している点で先進性がある。また、可搬型ローカル5Gとの連携によって、発災時にもソリューション運用が可能で高い運用性・先進性がある。

## 今回の応募事業

## 比較事例A

## 比較事例B

基本  
情報実証・製品名  
(実施主体)

ローカル5Gを活用した港湾施設の  
強靱化・点検高度化

i-Boat（無線 LAN ボート）を用いた  
港湾構造物の点検・診断システム

UAVヘリによる港湾施設の三次元形  
状測量システム

## 概要

ドローン・ボートからのリアルタイムな画  
像・映像伝送・3Dモデル化を行う港  
湾施設の調査の効率化・高度化

栈橋の画像の撮影・3Dモデル化し、  
ひび割れ・劣化箇所の検知を行う。

UAVのレーザースキャナから点群デー  
タを取得し3Dモデルを構築、形状変化  
を測定。

## 領域

港湾災害情報収集/日常点検

港湾 栈橋点検

港湾陸上設備点検

## 通信技術

可搬型ローカル5G

無線（下記リンクでは内容不明）

不明

## 参考リンク等

オールインワン・コアー体型ローカル5Gシ  
ステム/HYPERNOVA | NECネットエスアイ  
([nesic.co.jp](https://www.nesic.co.jp))

[001396463.pdf \(mlit.go.jp\)](https://www.mlit.go.jp/001396463.pdf)

[001597159.pdf \(mlit.go.jp\)](https://www.mlit.go.jp/001597159.pdf)

先進  
性  
項目比較軸①  
業務効率化

同一ソリューションで**陸上・海上の双  
方**から、港湾施設の調査・点検が可  
能。

ボートを活用した海上施設の調査・点  
検が可能。撮影後、3Dモデル化を行  
うことで劣化等の検知を実施。

三次元の測量を実施。劣化などの診  
断は実施不可。

比較軸②  
安全性

立ち入り制限エリアや沖合の施設でも、  
**遠距離・地上から調査可能**。長時間  
の危険エリア滞在、海上作業がない。

通信可能距離が短く、沖合などの調  
査には使用ができない。

事前に設定した航行ルートがある場  
合、エリアを問わず飛行可能。

比較軸③  
運用性

可搬型ローカル5Gの活用で、災害  
時でも必要なエリアで安定した通信を  
実現可能。**平常時、災害時共に効  
果的に運用**できる。

免許制の無線か不明。混線等のリス  
ク可能性あり。

被害箇所の設定がない場合、効率的  
な航行・データ取得が困難な可能性  
あり。

### ③ソリューション等の採用理由

#### c. 実装横展開のしやすさ

| 対象の課題                                                                          | 実装・横展開のしやすさ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>課題a.南海トラフ地震等の大規模災害後の状況把握・迅速な復旧対応が困難</p> <p>課題b.平常時の港湾施設点検による職員不足、予算確保困難</p> | <ul style="list-style-type: none"><li>日本は島国であり、地震や高潮等による災害の発生頻度が高く、大規模災害後の状況把握や迅速な復旧対応が必要な類似の条件の港湾が多く存在している。また、港湾施設の老朽化が進行しているとともに、職員の不足や予算確保も今後の共通の課題である。</li><li>本実証は、国際拠点港湾である清水港でローカル 5 G通信エリアを構築し、ドローンによる映像・画像伝送、マルチビーム測深による三次元点群データ伝送、監視カメラ（サーマルカメラ）による映像伝送による平常時の点検の効率化や災害時の迅速な対応に向けた実装の可能性を検証し、<b>ニーズが重なる静岡県内の他の重要港湾へ横展開することが可能</b>である。</li><li>静岡県ではレーザスキャナ等で広範囲に測量することにより「三次元点群データ」を取得・蓄積し、オープンデータ化する「VIRTUAL SHIZUOKA 構想」の取組が実施中のため他の地域と比較して<b>本ソリューションの実証が現実的であり横展開は容易</b>である。</li></ul> |

### ③ソリューション等の採用理由

#### d. 無線通信技術の優位性

| 通信技術     | ソリューション実現の要件を満たす通信技術の特徴                                                                                                                                                                                                                                                            | 他無線通信技術との比較                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ローカル 5 G | <ul style="list-style-type: none"> <li>ローカル5Gの特性である高速通信による大容量・低遅延性</li> <li>高い出力を持ち広域なカバーエリアの構築が可能</li> <li>可搬性、運用性に優れた<b>可搬型基地局</b>を使用するため、<b>日常点検の進捗に合わせて必要な時・場所で通信環境を構築可能</b></li> <li>専用の端末のみ利用可能で高セキュリティ</li> <li>可搬型ローカル 5 G基地局のみで独自網を構築可能。<b>災害時の通信環境構築にも最適。</b></li> </ul> | 名称                                                                                                    | 比較結果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Wi-Fi Halow</li> <li>Wi-Fi 6E</li> <li>キャリア回線 (LTE)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>本ソリューションでは、リアルタイムに高精細な映像を伝送する必要があり、Wi-Fi Halow/6Eでは通信帯域の関係から実現が難しい。</li> <li>本ソリューションでは、数百m離れた沖合のドローンやボートとの通信を行うため、Wi-Fi Halow/6Eでは必要なカバーエリアの構築に中継機等が必要。しかし、港湾の航路上には、中継機等を置くことは現実的でないため、Wi-Fi Halow/6Eでは必要なカバーエリアの実現が難しい。</li> <li>公衆網のため、重要インフラのメンテナンスに当たってはセキュリティリスクあり。</li> <li>本ソリューションでは、リアルタイムに高精細な映像の伝送を必要とするため、LTEでは帯域が不足する可能性がある。</li> <li>災害時などには輻輳・途絶の可能性があり、災害時のソリューション利用に影響あり。</li> </ul> |

Ⅲソリューション

4 費用対効果

a. 費用対効果 (1/3)

|     |        |
|-----|--------|
| 導入先 | 清水港管理局 |
|-----|--------|

| 効果<br>(税込み) | 項目             | 年度別                                                |        |        | 合計      |
|-------------|----------------|----------------------------------------------------|--------|--------|---------|
|             |                | 2025年度                                             | 2026年度 | 2027年度 |         |
| 効果<br>(税込み) | 定量 (収益)        | ローカル 5 G活用による点検診断の高度化・効率化により点検診断費（2200万円/年）を約35%削減 |        |        |         |
|             |                | 750万円                                              | 750万円  | 750万円  | 2,250万円 |
|             | 計 (定量 収益)      | 750万円                                              | 750万円  | 750万円  | 2,250万円 |
| 効果<br>(税込み) | 定量 (収益以外) + 定性 | ローカル 5 Gを活用した点検による災害早期復旧                           |        |        |         |
|             |                | 1.2億円／ 災害復旧短縮1日あたり                                 |        |        |         |
|             |                | 点検高度化による損傷の早期発見による補修費等の軽減                          |        |        |         |
| 費用<br>(税込み) | イニシャル          | 可搬型ローカル 5 Gシステム一式                                  |        |        |         |
|             |                | 700万円                                              | —      | —      | 1,250万円 |
|             |                | 監視カメラ設備一式                                          |        |        |         |
| 費用<br>(税込み) |                | 250万円                                              |        |        |         |
|             |                | ドローン設備一式                                           |        |        |         |
|             |                | 300万円                                              |        |        |         |
| 費用<br>(税込み) |                | (無人ボートは災害協定業者所有の機器を使用)                             |        |        |         |
|             | ランニング          | 機器保守料一式                                            |        |        |         |
|             |                | 25万円                                               | 100万円  | 100万円  | 525万円   |
| 費用<br>(税込み) |                | 運用支援研修                                             |        |        |         |
|             |                | 150万                                               | 150万   |        |         |
|             | 計              | 1,425万円                                            | 250万円  | 100万円  | 1,775万円 |

4 費用対効果

a. 費用対効果 (2/3)

|    |                | 項目                                                                                                                                  | 算定の根拠                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 効果 | 定量 (収益)        | <ul style="list-style-type: none"><li>ローカル 5 G活用による点検診断の高度化・効率化により点検診断費を削減</li></ul>                                                | <ul style="list-style-type: none"><li>一般的な手法による点検効率（国土交通省港湾局 積算基準：目視調査1510㎡/日、約80円/㎡）とローカル 5 Gを活用したドローンなど点検診断機器の使用による点検効率を比較し、点検時間・点検人工の削減を約35%と想定した（点検診断費2200万円/年は清水港管理局からのヒアリングによる）。</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|    | 定量 (収益以外) + 定性 | <ul style="list-style-type: none"><li>ローカル 5 Gを活用した点検による災害早期復旧</li><li>点検高度化による損傷の早期発見による補修費等の軽減</li></ul>                          | <ul style="list-style-type: none"><li>従来の目視調査では、清水港周辺の耐震強化岸壁（延長2km）の調査に丸 2 日間を要するが、ドローン、監視カメラ、ナローマルチビーム等を活用し、ローカル 5 Gと連携したソリューションを適用することで、被災状況を定量的に把握かつ関係者で共有するスピードが格段に向上し、復旧準備を従来の半分（1 日間）に短縮することが可能と考えられる。清水港における貨物取扱に起因する経済効果は2兆円/年と試算されており、1 日間港湾機能がストップする損失は6億円（2兆円／365日、岸壁総延長10km）となる。よって、清水港の耐震強化岸壁延長2kmを24時間早期に復旧することで1.2億円の経済損失を減じる効果があると考えられる。</li><li>港湾施設維持管理を事後保全から予防保全に転換することで補修費を60%低減可能（国土交通省近畿地方整備局）。清水港の岸壁1施設あたり年間補修費は850万円＊であり、点検高度化による予防保全推進効果は500万円／施設（850万円×60%）と試算した。<br/>＊ 清水港 港湾事業費22.5億円（2024年度）。<br/>防波堤・護岸、岸壁、陸閘・水門、臨港道路など対象施設のうち岸壁補修費を40%と想定（岸壁補修費9億円）。<br/>岸壁 1 施設あたりの年間補修費＝850万円（岸壁補修費9億円／清水港の岸壁数106）</li></ul> |
| 費用 | イニシャル          | <ul style="list-style-type: none"><li>可搬型ローカル 5 Gシステム一式</li><li>監視カメラ設備一式</li><li>ドローン設備一式</li><li>（無人ボートは災害協定業者所有の機器を使用）</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>機器販売元による試算</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|    | ランニング          | <ul style="list-style-type: none"><li>機器保守料一式</li><li>運用支援研修</li></ul>                                                              | <ul style="list-style-type: none"><li>機器販売元による試算</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## ④ 費用対効果

## a. 費用対効果 (3/3)

|           |    | スケジュール                                                                                                        |         |         |
|-----------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
|           |    | 2025年度                                                                                                        | 2026年度  | 2027年度  |
| 効果 計 (定量) | —  | ・ 750万円                                                                                                       | ・ 750万円 | ・ 750万円 |
|           | 定性 | <ul style="list-style-type: none"> <li>ローカル 5 Gを活用した点検による災害早期復旧</li> <li>点検高度化による損傷の早期発見による補修費等の軽減</li> </ul> |         |         |
|           |    | ・ 1.2億円／災害復旧短縮1日あたり                                                                                           |         |         |
|           |    | ・ 500万円／1施設あたり                                                                                                |         |         |
| 費用計       | —  | ・ 1,425万円                                                                                                     | ・ 250万円 | ・ 100万円 |



## 合理性・妥当性

- ・ イニシャルコスト1,250万円のうち、補助金を活用し650万円で機器購入整備を見込んでいる。
- ・ ローカル 5 Gを活用した点検手法により、点検診断費750万円/年の低減を見込んでおり、ランニングコストを含めても実装による費用対効果は大きい。
- ・ 定量的に算定することは困難であるが、災害発生時には多大な効果を発揮することが期待できる。

4 費用対効果

b. 導入・運用コスト引き下げの工夫

|    |       | 項目            | 引下げの工夫内容                                                                                         | コスト削減効果<br>(見込み額) | 実行タイミング | 実行主体/担当者         |
|----|-------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------|------------------|
| 費用 | イニシャル | 基地局レンタル       | 基地局及び運用に必要な付帯品のレンタルプランを検討。平時の点検等で追加が必要な基地局については、レンタルを活用することでイニシャルコストの削減が可能。                      | 550万円             | 2025年   | NEC/相澤プロフェッショナル  |
|    |       | 可搬型による導入コスト低減 | 従来の常設型基地局では、必要な点検地点すべてをカバーするためには、点検地点ごとに基地局の設置が必要。可搬型基地局により、1台を複数の点検地点に移動して利用できるため、イニシャルコストを削減可能 | 750万円/点検地点        | 2024年8月 | NEC /相澤プロフェッショナル |
|    | ランニング | 導入先提携企業への運用教育 | 清水港及び清水港の提携企業に基地局の運用方法のレクチャ等を行うことで、導入した次年度以降の現地支援コストを低減                                          | 600万円/年           | 2025年   | NEC /相澤プロフェッショナル |

## 1 計画概要

## 実証実施の前提

## 目的

災害時における情報把握・共有の迅速化、および平常時における港湾施設点検（日常点検）の高度化・効率化の実現に向けて、清水港にローカル5G環境を構築し、ドローン、監視カメラ（サーマルカメラ）からのリアルタイム映像配信、ドローンデータから地形データ自動作成、測量船、リモコンボートなどで取得した三次元海底地形データの伝送を行う。

このことにより、災害時の迅速化、平常時の高度化・効率化に向けた費用対効果の確認、あるいは課題抽出とその解決策の検討を行い、本格的な「実装」に向けた検証を行う。

## アウトカム

災害時

- ドローン、サーマルカメラに搭載したカメラから**高精細映像をリアルタイムに伝送**することが可能か
- 港湾職員による目視確認
- 伝送時間の削減割合（所要時間を50%短縮）

平常時

- 港湾職員による日常点検費用の低減**
- ドローン・ローカル5G活用対応職員の増加

## 検証ポイント

## 効果

ドローン、サーマルカメラに搭載したカメラから高精細映像をリアルタイムに伝送することが可能か検証

- リアルタイム伝送の可否
- 港湾職員による日常点検費用の低減可能か検証
- 点検時間の短縮、点検費用の低減

## 技術

伝送時間の削減割合を検証

- 伝送時間50%削減
- 災害時/平常時の状況確認できる映像品質を検証
- 港湾職員による目視確認

## 運用

基地局設置の容易性を検証

- 基地局/アンテナ設置から30分で電波発射
- ドローン・ローカル5G活用対応職員の増加
- 実施体制にて各種機器の操作を実施し、実運用が可能か検証
- 対応できる職員がどれだけ使いやすいか検証

#### Ⅳ実施計画

## ② 検証項目・方法

### a. 効果検証（1 / 2）

| ソリューション                     | 検証ポイント                    |                                            | 検証方法                                                 | 実装化の要件                                  |                                                                                           |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             | 項目                        | 目標                                         |                                                      | 要件                                      | 要件の妥当性の根拠                                                                                 |
| ①ドローン撮影リアルタイム画像による点検時間・点検費用 | ・被災状況把握<br><br>・点検時間・点検費用 | ・災害時：発災から1日間で被災状況把握<br><br>・平常時：点検費用を35%低減 | ドローンからのリアルタイム映像配信の実証試験により伝送速度、点検時間、作業体制を検証する。        | ・災害時：災害時に1日間で被災状況把握<br>・平常時：点検費用を35%を削減 | ・災害復旧を1日間短縮することができる。<br>・実装した場合の費用対効果による。                                                 |
| ②ドローンからの三次元点群データ収集時間        | ・大容量画像データの伝送              | 静止画像のクラウドサーバで受信までの所要時間を50%短縮               | ドローン画像の伝送・地形データの自動作成の実証試験により伝送速度等を検証する。              | 静止画像サーバで受信まで所要時間を50%短縮（1時間→30分）         | BCP目標達成に向け、状況把握に要する時間を半減するための目標値、また、大規模被災時におけるリードタイム（30分）の確保の寄与に類する値                      |
| ③大容量海底地形データの伝送時間            | ・三次元海底地形データの伝送            | 現地測量船・リモコンボートからの三次元データ伝送の所要時間を50%以上短縮      | 測量船・リモコンボート等で取得した大容量の三次元海底地形データの伝送実証試験によりデータ伝送を検証する。 | 現地測量船・リモコンボートからの三次元データ伝送                | BCP目標達成に向け、状況把握に要する時間を半減するための目標値                                                          |
| ④降雨時・夜間の監視精度                | ・海上障害物の自動検知               | サーマルカメラ映像を利用したAI解析による海上障害物の自動検知（検知精度95%以上） | AI検知結果の映像を確認し、検知精度を検証する。                             | サーマルカメラ映像を利用したAI解析による海上障害物の自動検知         | 現状では海上船舶・航空機からの目視観測により海上障害物の検知に災害発生から数日要しており、高度化・効率化が求められている。                             |
| ⑤可搬型ローカル5 G配置実証             | ・通信環境の整備                  | 基地局設置から電波発射まで30分で運用                        | アンテナ、基地局を設置してから電波発射までの時間を測定する。                       | 基地局設置から電波発射まで30分で運用                     | 現状では基地局常設のため、移動が困難であり、可搬型ローカル5 Gの配置実証検証が必要。<br>ネットワーク環境構築を30分で構築できれば、1日間の災害状況把握に要する時間を確保。 |

#### Ⅳ実施計画

## ② 検証項目・方法

### a. 効果検証（2 / 2）

| ソリューション                                     | 検証ポイント                |                                                         | 検証方法                                            | 実装化の要件                       |                                                                |
|---------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                                             | 項目                    | 目標                                                      |                                                 | 要件                           | 要件の妥当性の根拠                                                      |
| ⑥作業における安全性確保までの時間                           | 被災状況把握の時間             | 被災状況の確認 1 日間                                            | 実証範囲の被災状況把握に要する時間をモデル（原単位）とし、被災想定距離を乗じて合計時間を算定。 | 被災状況把握の時間短縮                  | BCP目標（被災後3日で岸壁を使用）の確実な実行に向け、被災状況を把握し、緊急復旧作業前の安全確認までに割ける日数      |
| ⑦被害箇所までの接近距離                                | 被害箇所まで接近して被災状況を把握する時間 | 被災状況の確認 1 日間                                            | 被災状況把握を確認可能な地上解像度 1cmの映像・画像を1日間で取得可能か検証する。      | 被災状況把握の時間                    | 立入禁止期間に被災箇所に立ち入ることなく、適切な状況把握が必要                                |
| ⑧可搬型ローカル 5 G 配置による正確なデータ量(ローカル5G環境下でのデータ通信) | ・ローカル5G環境下でのデータ通信測定   | UL : 55 Mbps<br>DL : 10 Mbps<br>(カバーエリア内の最大スループットを測定予定) | iperfなどの通信速度測定ツールを用いて測定する                       | UL : 70 Mbps<br>DL : 25 Mbps | 各種ソリューションを安定して通信をするために必要なスループット<br>(実証時 2 台のスマートフォン端末を 5 台で算出) |

## IV実施計画

### ② 検証項目・方法

#### b. 技術検証（1／2）

| ソリューション                     | 検証ポイント                 |                                        | 検証方法                                                                                 | 実装化の要件                                          |                                                                                          |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             | 項目                     | 目標                                     |                                                                                      | 要件                                              | 要件の妥当性の根拠                                                                                |
| ①ドローン撮影リアルタイム画像による点検時間・点検費用 | ・被災状況把握、点検に必要な高精細映像の伝送 | ・リアルタイム映像（フルHD）による遠隔地（事務所等）での被災状況・変状把握 | ドローンからのリアルタイム映像配信の実証試験により・伝送速度・画像解像度を検証する。映像の鮮明さについては、被災状況把握・点検診断用途として十分な映像かどうか評価する。 | ・リアルタイム映像（フルHD）の良質状態での伝送                        | ・リアルタイム映像は被災状況把握・点検診断用途として利用可能である必要があり、港湾管理者が高解像度映像を取得することで実装の可能性が高まる。                   |
| ②ドローンからの三次元点群データ収集時間        | ・大容量画像データの伝送           | 撮影の都度、画像データ（10～15MB/枚）を伝送              | ドローン画像の伝送・地形データの自動作成の実証試験により伝送可否と画像容量・解像度を検証する。                                      | 撮影の都度、画像データ（10～5MB/枚）の良質状態での伝送                  | 三次元地形データ生成のため大容量画像データの伝送が必要であり、撮影の都度、画像データが伝送可能であれば実装の可能性が高まる。                           |
| ③大容量海底地形データの伝送時間            | ・三次元海底地形データの伝送         | 現地測量船・リモコンボートからの三次元データ一式を直接伝送          | 測量船・リモコンボート等で取得した大容量の三次元海底地形データの伝送実証試験により大容量データの伝送可否を検証する。また、データサイズと伝送時間を明確化する。      | 船上のローカル 5 G 端末PCから基地局に三次元データ（一括伝送500mB）の良質状態の伝送 | 現状ではデータ収録PCからダウンロード、LTEあるいは人力で事務所に搬送（数日又は数時間）しており、三次元地形データが伝送可能であれば実装の可能性が高まる。           |
| ④降雨時・夜間の監視精度                | ・海上障害物の自動検知情報の伝送       | サーマルカメラ映像を利用したAI解析による海上障害物の自動検知映像を伝送   | AI検知結果の映像の伝送を確認。検知映像の鮮明さ等については、被災状況把握・点検診断用途として十分な映像かどうか評価する。                        | サーマルカメラ映像を利用したAI解析による海上障害物の自動検知映像の良質状態の伝送       | 自動検知の実装に向けて検知映像の伝送状況を確認。                                                                 |
| ⑤高速・低遅延の通信環境の整備時間           | ・通信環境の整備               | 基地局設置から電波発射まで30分で運用                    | アンテナ、基地局を設置してから電波発射までの時間を測定する。                                                       | 基地局設置から電波発射まで30分で運用                             | 現状では基地局常設のため、移動が困難であり、可搬型ローカル 5 G の配置実証検証が必要。ネットワーク環境構築を30分で構築できれば、1日間での災害状況把握に要する時間を確保。 |

#### Ⅳ実施計画

## ② 検証項目・方法

### b. 技術検証（2 / 2）

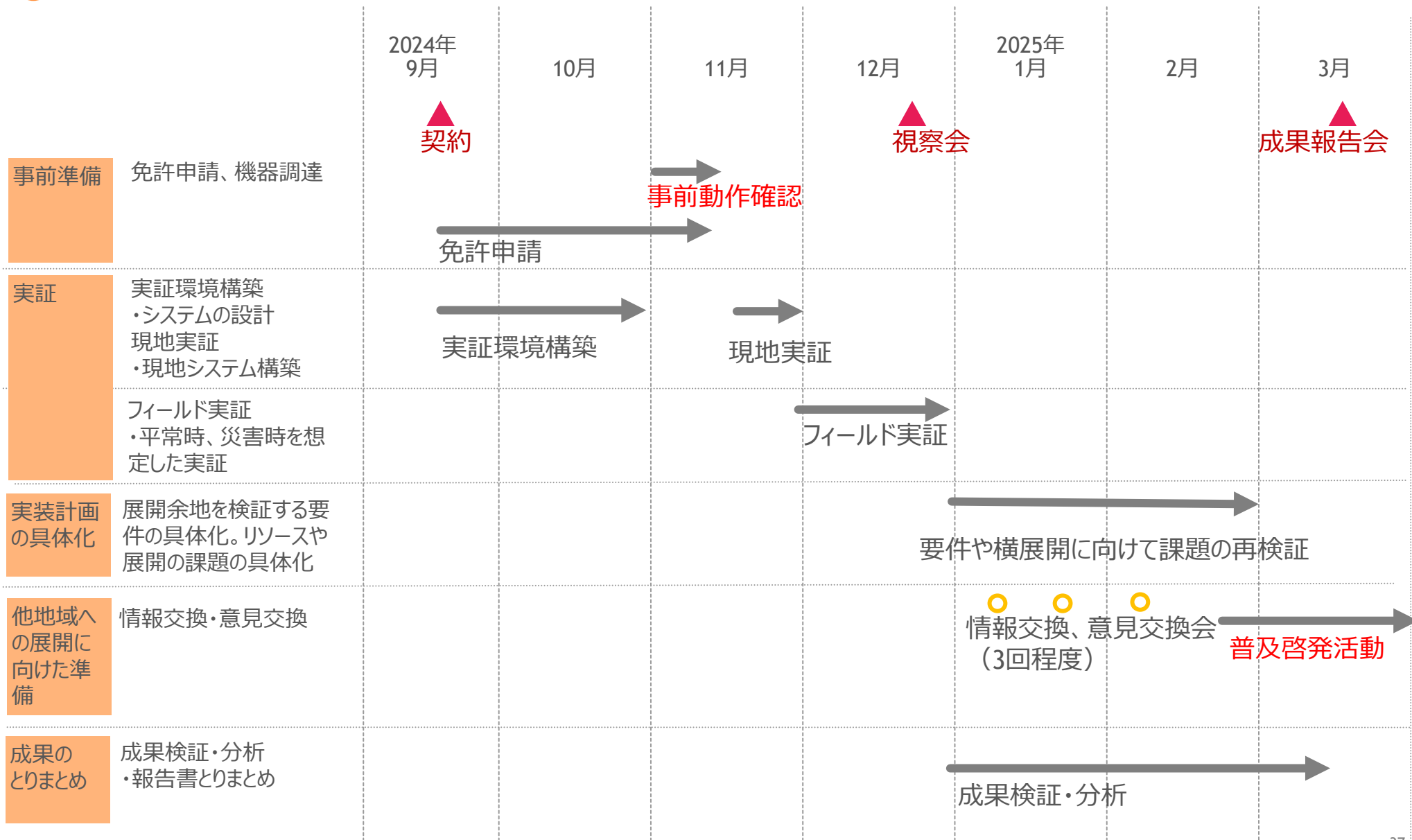
| ソリューション                                     | 検証ポイント              |                                                         | 検証方法                                              | 実装化の要件                       |                                                                |
|---------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                                             | 項目                  | 目標                                                      |                                                   | 要件                           | 要件の妥当性の根拠                                                      |
| ⑥作業における安全性確保までの時間                           | 被災状況把握              | 被災状況を把握可能な画像・映像取得                                       | リアルタイム映像で被災状況を把握可能か確認する。                          | 撮影画像の精度                      | 目標期間に被災状況を把握できる画像が必要                                           |
| ⑦被害箇所までの接近距離                                | 被災状況把握の精度           | 地上解像度1cm程度の画像を取得                                        | ドローンの対地高度と地上解像度の確認<br><br>画像から亀裂判読が可能か県職員とともに目視確認 | 撮影画像の精度                      | 災害時の立入禁止範囲に立ち入ることなく、適切な状況把握が可能                                 |
| ⑧可搬型ローカル 5 G 配置による正確なデータ量(ローカル5G環境下でのデータ通信) | ・ローカル5G環境下でのデータ通信測定 | UL : 55 Mbps<br>DL : 10 Mbps<br>(カバーエリア内の最大スループットを測定予定) | iperfなどの通信速度測定ツールを用いて測定する                         | UL : 70 Mbps<br>DL : 25 Mbps | 各種ソリューションを安定して通信をするために必要なスループット<br>(実証時 2 台のスマートフォン端末を 5 台で算出) |

## ② 検証項目・方法

## c. 運用検証

| ソリューション                  | 検証ポイント                                 |                               | 検証方法                                                                                           | 実装化の要件                                                                                                                                                                                                         |                                                                       |
|--------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                          | 項目                                     | 目標                            |                                                                                                | 要件                                                                                                                                                                                                             | 要件の妥当性の根拠                                                             |
| ドローン・ローカル5G活用<br>対応職員の増加 | I 地元測量会社などの実施体制にて各種機器の操作を実施し、実運用の可否の確認 | 実運用者による実機での各種機器の設定や立ち上げ/立ち下げ  | 機器操作について、港湾維持管理を担う管理者および地元測量企業（点検実施者、災害協定業者）が立ち会いのもと、レクチャーを実施、不明点等の聞き取り調査を実施し、定期的な運用試験計画を立案する。 | 本実証の各種ソリューションを実運用できること                                                                                                                                                                                         | 港湾局職員や地元測量企業（点検実施者、災害協定業者）自らの運用に向けて、機器操作習得が前端条件                       |
|                          | II 運用マニュアル案について職員が実際に運用可能かの検証          | 職員の理解のもと各ソリューションを平常時、災害時に運用可能 | 港湾維持管理を担う管理者および地元測量企業（点検実施者、災害協定業者）にソリューションやカメラ映像の画面や操作性を確認してもらい、聞き取り調査を実施する。                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・職員や地元測量企業（点検実施者、災害協定業者）が内容を理解し実運用できるマニュアルの作成。</li> <li>・実装・横展開の要件として、ソリューション導入前後の平常時点検手法の相違点、ソリューション導入に必要なスキルや具体的な利活用方法について記載し、利用者にとって分かりやすい包括的な導入マニュアルを作成。</li> </ul> | 多数の港湾局職員や地元測量企業（点検実施者、災害協定業者）従業員が理解でき、平常時、災害時の運用が浸透するマニュアルの内容であることが必要 |

### ③ スケジュール



## 4 リスクと対応策

| リスク           |                                                                                                           | 対応策                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 項目            | 概要                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 事前準備          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・免許取得の遅延</li> <li>・実証環境構築の不備又は機器調達の遅延</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・免許申請へ早く着手し、申請にあたって書類の不備・手戻りが生じないように留意する。又は実証体制に免許申請支援のメンバーを構築し、アドバイスや支援を要求する。</li> <li>・実証の進捗状況に関係機関内に情報共有・確認し、想定される課題への対応策を検討する。事前動作確認する。</li> </ul>                                                                                                                                                                                       |
| 実証            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・現地システム構築の不具合</li> <li>・人員不足</li> <li>・気象状況による検証の実施時に支障</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・現地システム構築時に機器の紛失、ドローン事故、運用機器の動作不慣れやネットワーク状況の支障が想定される。</li> <li>・時期的に繁忙期での実施であるため、支援する人員の不足が想定される。</li> <li>・港湾での実証であるため、気象状況悪化による作業停止になる可能性がある。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・運用機器の事前確認や事後確認、または整理・整頓の実施。</li> <li>・運用機器を事前に動作復習やネットワーク構築状況等の事前準備。</li> <li>・支援体制を事前に構築する。</li> <li>・気象状況の確認や状況に応じて候補日を設定する。</li> </ul> |
| 実装計画の具体化      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実証時課題への対策方針</li> <li>・機器操作・運用のノウハウ</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実証時の不具合や各機器品の操作性についての対応策検証。</li> <li>・本実証にむけて港湾管理者従業員や地元測量業者さんの機器操作やノウハウの提供が必要になる。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・各機関ごとに情報共有や意見交換などレビューを実施し、課題と改善に向け対応策を検討する。</li> <li>・港湾管理者や地元測量業者さんに機器動作、運用のノウハウを定期教育研修の実施。継続的な支援。</li> </ul>                                                                                        |
| 他地域への展開に向けた準備 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実装による費用対効果についての情報共有</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実装費用、実装による効果についての情報が共有を推進し他地域への横展開を図る必要がある。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・他港湾の管理者、県・国交省、関係機関への横展開に向けた情報交換、意見交換を、3回程度開催し、課題と対策を共有する。</li> </ul>                                                                                                                                                                         |
| 成果のとりまとめ      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・成果検証・分析</li> </ul>                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>・報告書のとりまとめに当たって成果品の品質管理や納期厳守を留意する。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・レビュー等を実施し、複数人で確認する。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                         |

## 5 PDCAの実施方法

### 課題把握を実施する体制

#### 通常時

- ◆実証スケジュールに基づく進捗管理会議
  - 10月から2月までの5ヶ月間、隔週で定例で実施（計10回を想定）し、本実証の進捗管理、課題と改善に向けた協議を行う。
  - ・方法: WEB会議（内容によって適宜対面会議を設定）
  - ・体制: 国際航業、日本電気、電気興業、清水港管理局
    - ※内容によって、適宜、地元測量企業（点検実施者）が参加し、実装に向けた議論も実施
  - ・アジェンダ
    - 実証の進捗状況の確認
    - 今後の実装に向けた課題の共有
    - 課題に対するアクション（対策）の検討

今後の横展開に向けた情報交換、意見交換を、3回程度開催し、課題と対策を共有する。

- ・方法: 対面会議
- ・体制: 国際航業、日本電気、電気興業、清水港管理局、静岡県港湾局、国土交通省清水港湾事務所、国土交通省港湾局（計画課・海岸防災課）等 参加予定
- ・アジェンダ
  - 実証の効果・成果（Before/After）の共有
  - 具体的な横展開に向けた工程、課題の把握
  - 課題に対するアクション（対策）に向けた協議

#### 緊急時

課題発生時の情報共有・対応方針について

- ・方法: メール、必要に応じてweb会議開催
- ・体制: 国際航業、日本電気、電気興業、清水港管理局、静岡県港湾局（必要に応じて国土交通省清水港湾事務所、国土交通省港湾局（計画課・海岸防災課）等も参加予定）
- ・アジェンダ
  - 発生問題の確認・把握
  - 原因の抽出及び把握、対策方針の決定、緊急対応メンバーの構成

### 対策を立案・実行する体制

対策方針の議論・決定

- ・実施条件: 実証スケジュールの工程よりも2週間以上遅れた場合
- ・頻度: 進捗管理会議を対面に切り替えて実施（緊急性が高い場合、発生から1週間以内）
- ・方法: 対面会議
- ・メンバー: 国際航業、日本電気、電気興業、清水港管理局

対策方針の議論・決定

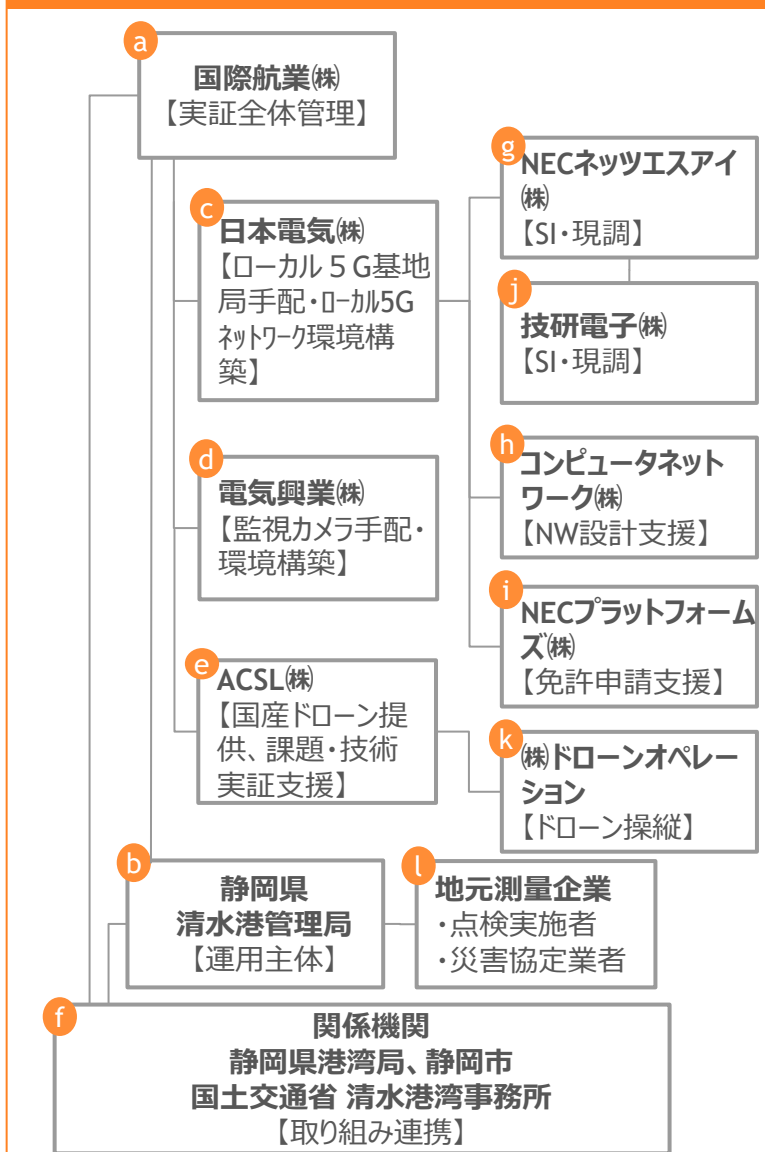
- ・実施条件: 横展開に向けた具体的な課題を共有する必要性が高いことから必須を想定
- ・頻度: 実装・横展開の会議後を想定（3回）
- ・方法: 対面会議
- ・メンバー: 国際航業、日本電気、電気興業（主要サービスである3社で協議）

対策方針の議論・決定

- ・実施条件: 全体進捗に影響を及ぼす問題が発生した場合
- ・頻度: 問題発生当日中
- ・方法: メール、必要に応じてweb会議開催
- ・メンバー: 国際航業、日本電気、電気興業（主要サービスである3社で実施）、必要状況に応じて関係機関や地元測量企業等も参加

## 6 実施体制

実施体制図

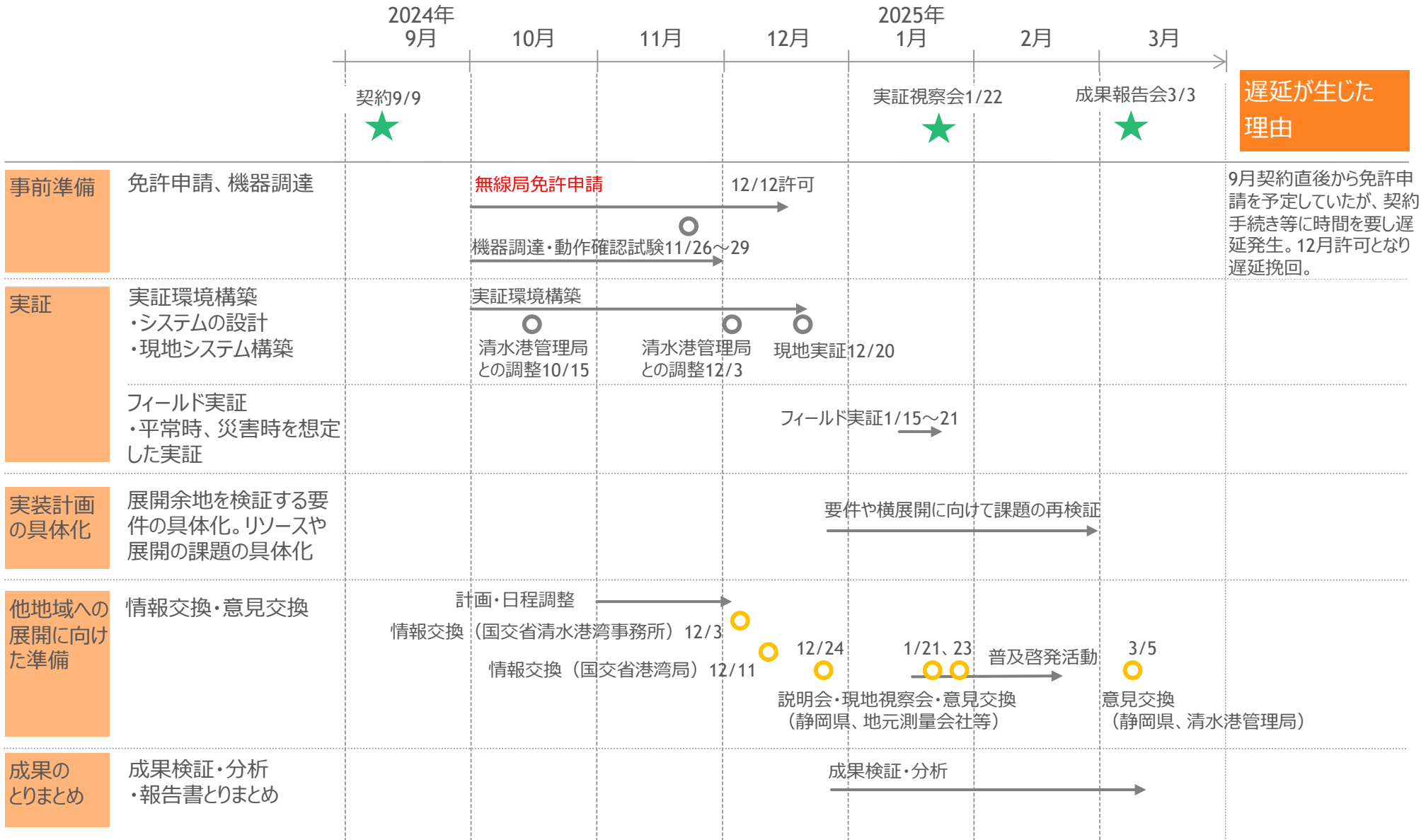


| 団体名               | 役割                                                   | リソース | 担当部局/担当者                                 |
|-------------------|------------------------------------------------------|------|------------------------------------------|
| a 国際航業(株)         | 本ソリューション実装の全体管理<br>計測機器手配、保守・管理<br>計測、データ解析等コンサルサービス | 12名  | 河川海洋部/大西明夫                               |
| b 清水港管理局          | 実装場所の提供（港湾部）、運用主体、関係機関との連携主体                         | 2名   | 港湾管理者                                    |
| c 日本電気(株)         | ローカル5G基地局手配<br>ローカル5Gネットワーク環境構築、<br>実証作業管理           | 4名   | 交通インフラDXサービス統括部/<br>渡邊菜摘<br>共通製品統括部/柘植友嘉 |
| d 電気興業(株)         | 監視カメラ手配<br>監視カメラの保守・管理                               | 3名   | ソリューション営業部/北條義勝                          |
| e ACSL(株)         | 国産ドローン提供、<br>課題・技術実証支援                               | 3名   | 事業開発ユニット/佐藤大介                            |
| f 関係機関            | 横展開の運用主体、及び関係団体・企業との交渉（静岡県港湾局、静岡市、国土交通省 清水港湾事務所）     | 3名   | —                                        |
| g NECネットエスアイ(株)   | ローカル5Gネットワーク環境構築<br>支援、実証作業                          | 3名   | 社会公共ソリューション事業部/柴崎裕                       |
| h コンピュータネットワーク(株) | ネットワーク設計支援                                           | 2名   | 第一システム部/藤井玲二                             |
| i NECプラットフォームズ(株) | 免許申請支援                                               | 1名   | パブリックワイヤレス統括部/<br>植田明美                   |
| j 技研電子(株)         | システム構築管理・実作業                                         | 2名   | インフラサービス部/佐藤天也                           |
| k (株)ドローンオペレーション  | ドローン操縦                                               | 2名   | 出口 弘汰                                    |
| l 地元測量企業          | 運用時の支援                                               | 3名   | —                                        |

## V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

### ① スケジュール(実績)

赤字: 当初の計画から変更になった箇所



## V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

### ② 検証項目ごとの結果

#### a. 効果検証 (1 / 3)

#### 凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

| ソリューション                     | 検証ポイント                |                                            | 検証結果                                                                                                                                  | 考察                                                                                                                                             |
|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             | 項目                    | 目標                                         |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                |
| ①ドローン撮影リアルタイム画像による点検時間・点検費用 | ・被災状況把握               | ・災害時：発災から1日間で被災状況把握                        | ・日の出岸壁 (L=240m) における撮影時間は約30分であった。緊急物資輸送拠点となる港湾施設のリアルタイム画像伝送により1日間で被災状況を詳細に把握することができる。                                                | ・耐震岸壁以外の他地区の被災状況画像を伝送するためにはローカル 5 G 基地局の移動・設置が必要となる。                                                                                           |
|                             | 【補足資料①】<br>・点検時間・点検費用 | ・平常時：点検費用を35%低減                            | ・ドローン撮影により日常点検・定期点検診断に必要な精度で画像を取得することが確認できた。従来の点検手法とドローン点検の人員体制はともに3名であるが作業効率(日あたり点検面積)が10倍以上効率化が図れるため、点検費用を35%以上削減可能である。             | ・点検診断で撮影画像を利用する場合は、A I 解析等、画像からひび割れ等変状を抽出・判定する必要があるが今後のA I 解析技術の普及が必要となる。また、ドローンを用いた点検方法及び評価方法が確立されていないことが課題である。                               |
| ②ドローンからの三次元点群データ収集時間        | ・大容量画像データの伝送          | 静止画像のクラウドサーバで受信までの所要時間を50%短縮               | ・手作業での計測→SfM処理→ビューア搭載の従来手法と比較し、静止画像のクラウドサーバへのアップロード～3Dモデル生成処理までの所用時間を61.7%短縮できたことを確認した。                                               | ・作業項目ごとの手作業による時間ロスがなくなったことが時間短縮に寄与した。<br>・通信断絶の可能性がある大規模災害時等においては、Starlinkなどの衛星通信を代替し、同等のネットワークを構築する必要がある。                                     |
|                             | 【補足資料②】               |                                            |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                |
| ③大容量海底地形データの伝送時間            | ・三次元海底地形データの伝送        | 現地測量船・リモコンボートからの三次元データ伝送の所要時間を50%以上短縮      | ・車両等でのデータ運搬による従来手法では約60分であるが、ローカル 5 G 活用により伝送時間は従来手法と比較し約75% (60分→15分) 短縮できることを確認した。                                                  | ・本実証でのデータ伝送距離は約500mであったが、使用するアンテナの利得・指向性の選定により伝送距離を更に拡大することができる。                                                                               |
|                             | 【補足資料③】               |                                            |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                |
| ④降雨時・夜間の監視精度                | ・海上障害物の自動検知           | サーマルカメラ映像を利用したAI解析による海上障害物の自動検知(検知精度95%以上) | ・サーマルカメラにより取得した映像から、AIにより船舶の自動検知を実施した。検知範囲を、検知条件である2km以内、最小10mの船を対象として、以下の検知精度が得られた。<br>昼間：約92% 夜間：約90%<br>昼間、夜間で同等の検知精度が得られることを確認した。 | ・当初掲げていた目標よりも検知率が低い結果となった。原因としては、学習データにないコンテナ船のような大型船舶が入港しており、それらが未検知、ないし一部分のみ検知していることが挙げられる。よって、追加学習・高度な物体検知アルゴリズムの導入により精度改善・海上障害物への応用が期待できる。 |
|                             | 【補足資料④】               |                                            |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                |
| ⑤可搬型ローカル 5 G 配置実証           | ・通信環境の整備              | 基地局設置から電波発射まで30分で運用                        | ・機材一式を用意後にアンテナ・基地局を設置し移動機にて電波を受信するまでの時間を測定した。測定値は24分～29分の範囲であった。                                                                      | ・従来の固定型では基地局が常設のため、移設には数日を要する事に比べ、可搬型ローカル 5 Gでは整備時間が短時間であり、災害状況把握に要する時間を大幅に短縮することができる。                                                         |
|                             | 【補足資料⑤】               |                                            |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                |

## V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

### ② 検証項目ごとの結果

#### a. 効果検証 (2 / 3)

#### 凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

| ソリューション                          | 検証ポイント                |              | 検証結果                                                                                 | 考察                                                                   |
|----------------------------------|-----------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                                  | 項目                    | 目標           |                                                                                      |                                                                      |
| ⑥作業における安全性確保までの時間<br><br>【補足資料①】 | 被災状況把握の時間             | 被災状況の確認 1 日間 | ・「①ドローン撮影リアルタイム画像による点検時間」で記載のとおり、BCP目標（被災後3日で岸壁を使用）の確実な実行に向け、1 日間で被災状況を把握することが可能である。 | ・耐震岸壁以外の他地区の被災状況画像を伝送するためにはローカル 5 G 基地局の移動・設置が必要となる。                 |
| ⑦被害箇所までの接近距離<br><br>【補足資料①】      | 被害箇所まで接近して被災状況を把握する時間 | 被災状況の確認 1 日間 | ・撮影高度25mで地上解像度数センチの画像を取得できる。また、津波警報が解除されるまで立ち入ることができない範囲についてドローンの遠隔操作で撮影可能である。       | ・ドローン遠隔操作は目視可能な数キロ先まで可能であるが、ローカル 5 G を活用するためには、アンテナの利得・指向性の選定が必要である。 |

## V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

### ② 検証項目ごとの結果

#### a. 効果検証 (3 / 3)

#### 凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

| ソリューション | 検証ポイント |  | 検証結果 | 考察 |
|---------|--------|--|------|----|
|---------|--------|--|------|----|

| 項目 | 目標 |
|----|----|
|----|----|

⑧可搬型ローカル5G  
配置による正確なデータ  
量(ローカル5G環境下で  
のデータ通信)

・ローカル5G環境下で  
のデータ通信測定

UL : 55 Mbps  
DL : 10 Mbps  
(カバーエリア内の最大  
スループットを測定)

・目標値を測定ツールに設定しスループット測定を実施した。  
DLはどの場所でも安定して10Mbps以上の値が得られた。  
ULは測量船での測定で、わずかながら目標値に達しなかつた。

・目標値に到達しなかった項目は測量船  
航路の目標値UL55Mbpsに対して測定値  
51.6Mbpsとなり、少し低い値であった。この  
理由として、測量船航路の測定では海上  
での電波伝搬環境が不安定である事が影  
響していると考察される。なお、この測定値  
は、測量船航路でのマルチビーム伝送には  
有用と考察される。

#### 【補足資料⑧】

最大通信容量(DL10MbpsとUL55Mbps)の測定項目と測定結果

| 基地局               | 測定場所                         | スループット      |             |
|-------------------|------------------------------|-------------|-------------|
|                   |                              | DL 目標10Mbps | UL 目標55Mbps |
| 清水マリンターミナル屋上(BS1) | (a) マリンターミナル周辺<br>(屋上と日の出岸壁) | 10.5Mbps    | 57.1Mbps    |
|                   | (b) 測量船航路                    | 10.3Mbps    | 51.6Mbps    |
| 貝島地区(BS2)         | (c) 貝島地区                     | 10.4Mbps    | 55.2Mbps    |

追加で検証した項目

最大スループット、  
遅延測定、RSRP（基  
準信号受信電力）を  
検証

最大値の測定  
遅延100mS  
RSRP-76.6dBm以上

・最大スループット等を測定ツールに設定しての測定結果を  
下表に示す。  
2か所の基地局の各測定場所において記録された最大ス  
ループットの値及び、遅延の平均値を記載した。  
また、UEのRSRP記録値として遠端で圏外となり通信切断  
時の受信電力をUE内部ログで取出し記録した。

・最大スループットは各測定場所で  
DL452MbpsやUL301Mbps等の大きな値  
が記録された。遅延も全て30mS台で目標  
値の100mSに比べ十分に小さい値である。  
これらローカル5Gの高速低遅延の特長を  
活かし、今後の多様なデータ通信に利用  
することが可能であると考察される。  
RSRPの遠端の測定値は、受信電力に換  
算し-76~-79dBm付近となった。この値は  
カバーエリアの受信電力諸元値-  
76.6dBm(人体損失無し)に近い値であり、  
これら圏外ボーダーラインの測定値として正  
常の範囲と考察される。

#### 【補足資料⑧】

ローカル5Gの性能に関する測定項目と測定結果

| 基地局               | 測定場所                         | 最大スループット |          | 伝送遅延   | 受信電力(RSRP換算)    |
|-------------------|------------------------------|----------|----------|--------|-----------------|
|                   |                              | DL       | UL       | 平均値    | 電力値[遠端距離]       |
| 清水マリンターミナル屋上(BS1) | (a) マリンターミナル周辺<br>(屋上と日の出岸壁) | 437Mbps  | 301Mbps  | 32.4mS | -79.8dBm[575m]  |
|                   | (b) 測量船航路                    | 271Mbps  | 54.9Mbps | 35.0mS | -78.8dBm[1264m] |
| 貝島地区(BS2)         | (c) 貝島地区                     | 452Mbps  | 213Mbps  | 37.1mS | -76.8dBm[499m]  |

## V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

### ② 検証項目ごとの結果

#### b. 技術検証 (1 / 2)

#### 凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

| ソリューション                     | 検証ポイント                 |                                        | 検証結果                                                                                                                                                         | 考察                                                                                                                               |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             | 項目                     | 目標                                     |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                  |
| ①ドローン撮影リアルタイム画像による点検時間・点検費用 | ・被災状況把握、点検に必要な高精細映像の伝送 | ・リアルタイム映像（フルHD）による遠隔地（事務所等）での被災状況・変状把握 | ・被災状況や点検に必要な解像度の映像・画像を高速・低遅延で伝送可能であった。                                                                                                                       | ・耐震岸壁以外の他地区の被災状況画像を伝送するためにはローカル5G基地局の移動・設置が必要となる。                                                                                |
| 【補足資料①】                     |                        |                                        |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                  |
| ②ドローンからの三次元点群データ収集時間        | ・大容量画像データの伝送           | 撮影の都度、画像データ（10～15MB/枚）を伝送              | ・撮影の都度、画像データ（約45MB）をクラウドへ伝送するプログラムを作成し飛行させ、撮影の都度クラウドへ画像データを伝送できることを確認した。                                                                                     | ・本検証で使用した画像のデータ容量は目標値の約3倍程度であり、容量が小さい画像を伝送する場合、クラウド処理にかかるリソースを削減したり処理時間等を短縮するなど、効率化を図ることができる。                                    |
| 【補足資料②】                     |                        |                                        |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                  |
| ③大容量海底地形データの伝送時間            | ・三次元海底地形データの伝送         | 現地測量船・リモコンボートからの三次元データを直接伝送            | ・基地局より約500m離れた海上から直接伝送した三次元データを用いて、海底の詳細な地形状況や岸壁の状況を面的に把握できることを確認した。                                                                                         | ・マルチビームはデータ密度が高く大容量データとなるが、ローカル5Gを活用することで高速データ伝送が可能となり、面的な海底地形を把握できた。これより、災害時の被災状況の把握や平常時の点検の高度化・効率化に寄与することが期待できる。               |
| 【補足資料③】                     |                        |                                        |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                  |
| ④降雨時・夜間の監視精度                | ・海上障害物の自動検知情報の伝送       | サーマルカメラ映像を利用したAI解析による海上障害物の自動検知映像を伝送   | ・ローカル5Gを用いて、サーマル映像の伝送、専用ソフトウェアによる、映像の閲覧、録画、AIによる自動検知が可能であることを確認した。映像の乱れも発生せず、高品質な映像伝送が確認できた。また、今回サーマル映像に加え、Full HDのカラーカメラ映像も伝送できたことから、回線容量にも十分余裕があることも確認できた。 | ・今回、Full HDの高画質映像を伝送できたことから、十分な回線容量が確保できていることが確認できた。このことから、ローカル5Gエリア内であれば、可搬カメラとして、持ち運びをおこない、任意のポイントでの映像監視、AIによる自動検知できることが期待できる。 |
| 【補足資料④】                     |                        |                                        |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                  |
| ⑤高速・低遅延の通信環境の整備時間           | ・通信環境の整備               | 基地局設置から電波発射まで30分で運用                    | ・機材一式を用意後にアンテナ・基地局を設置し移動機にて電波を受信するまでの時間を測定した。測定値は24分～29分の範囲であった。                                                                                             | ・従来の固定型では基地局が常設のため、移設には数日を要する事に比べ、可搬型ローカル5Gでは整備時間が短時間であり、災害状況把握に要する時間を大幅に短縮することができる。                                             |
| 【補足資料⑤】                     |                        |                                        |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                  |

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

## ② 検証項目ごとの結果

### b. 技術検証 (2 / 2)

#### 凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

| ソリューション                                  | 検証ポイント              |                                                       | 検証結果                                                                                   | 考察                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                          | 項目                  | 目標                                                    |                                                                                        |                                                                                                                                                    |
| ⑥作業における安全性確保までの時間                        | 被災状況把握              | 被災状況を把握可能な画像・映像取得                                     | ・BCP目標（被災後3日で岸壁を使用）の確実な実行に向け、1日間で被災状況を把握するための高解像度の映像・画像を高速・低遅延で伝送することが可能である。           | ・耐震岸壁以外の他地区の被災状況画像を伝送するためにはローカル5G基地局の移動・設置が必要となる。                                                                                                  |
| 【補足資料①】                                  |                     |                                                       |                                                                                        |                                                                                                                                                    |
| ⑦被害箇所までの接近距離                             | 被災状況把握の精度           | 地上解像度1cm程度の画像を取得                                      | ・撮影高度25mで地上解像度数センチの画像を取得できる。また、津波警報が解除されるまで立ち入ることができない範囲についてドローンの遠隔操作で撮影可能である。         | ・ドローン遠隔操作は目視可能な数キロ先まで可能であるが、ローカル5Gを活用するためには、アンテナの利得・指向性の選定が必要である。                                                                                  |
| 【補足資料①】                                  |                     |                                                       |                                                                                        |                                                                                                                                                    |
| ⑧可搬型ローカル5G配置による正確なデータ量(ローカル5G環境下でのデータ通信) | ・ローカル5G環境下でのデータ通信測定 | UL : 55 Mbps<br>DL : 10 Mbps<br>(カバーエリア内の最大スループットを測定) | ・目標値を測定ツールに設定しスループット測定を実施した。DLはどの場所でも安定して10Mbps以上の値が得られた。ULは測量船での測定で、わずかながら目標値に達しなかった。 | ・目標値に到達しなかった項目は測量船航路の目標値UL55Mbpsに対して測定値51.6Mbpsとなり、少し低い値であった。この理由として、測量船航路の測定では海上での電波伝搬環境が不安定である事が影響していると考察される。尚、この測定値は、測量船航路でのマルチビーム伝送には有用と考察される。 |
| 【補足資料⑧】                                  |                     |                                                       |                                                                                        |                                                                                                                                                    |

## V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

### ② 検証項目ごとの結果

#### c. 運用検証

#### 凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

| ソリューション                  | 検証ポイント                               |                               | 検証結果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 考察                                                                                                                                                                       |
|--------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          | 項目                                   | 目標                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                          |
| ドローン・ローカル5G活用<br>対応職員の増加 | 地元測量会社などの実施体制にて各種機器の操作を実施し、実運用の可否の確認 | 実運用者による実機での各種機器の設定や立ち上げ/立ち下げ  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・県職員及び地元測量企業等に対して、「説明会」、「現地視察会」、「意見交換会」を開催し、運用上の課題等について聞き取りを行った。</li> </ul> <p>(地元測量企業等の意見)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実運用に向けては、実用技術を習得できる技術サポートが必要</li> </ul>                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・マニュアルにより、運用全体の流れの理解は進む。しかし、機器の操作性の難しさから、災害時に確実にトラブルなく安全に使用できるようにするためには、マニュアル提供に加えて、実技研修のある講習会の場の提供は運用サポートとして必要と考えられる。</li> </ul> |
|                          | 運用マニュアル案について職員が実際に運用可能かの検証           | 職員の理解のもと各ソリューションを平常時、災害時に運用可能 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・港湾管理者がローカル5Gや機器を所有し、貸与を受ける立場であることが条件。</li> </ul> <p>(県職員の意見)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日常的に使うことをやらないと、災害時には使えない。</li> <li>・職員の異動があるため、年度初めに座学、機器を使った講習を年何回か行うことは欠かせない(防災訓練中での実施など)。</li> <li>・運用にあたっては、データの活用や分析、機器の保管など、役割分担の具体化が必要。</li> <li>・ドローンは自動飛行に設定するなど、効率化できる方法があるとよい。</li> <li>・機器導入後、実稼働されないまま倉庫に保管している事例がある、同様の結果にならないか。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・また、実運用にあたっては、具体的な役割分担とタスクの検討が求められる。そのほか、作業の自動化の仕組みの検討についても今後の課題となる。</li> </ul>                                                   |

## ② 検証項目ごとの結果

【補足資料】①ドローン撮影リアルタイム画像による点検時間・点検費用

### 検証結果

日の出岸壁（L=240m）における飛行高度25mでの撮影時間は約30分であった。緊急物資輸送拠点となる港湾施設のリアルタイム画像伝送により1日間で被災状況を詳細に把握することができる。

また、高精細なオルソ画像を半自動で生成することで、現地確認が机上で実施できるようになり、被災状況把握や点検業務などの効率化が可能となる。



| 項目    | フライト 2   |
|-------|----------|
| 高度    | 25m（高精細） |
| OL/SL | 60/80    |
| 地上分解能 | 0.27cm   |
| 撮影幅   | 17m×26m  |



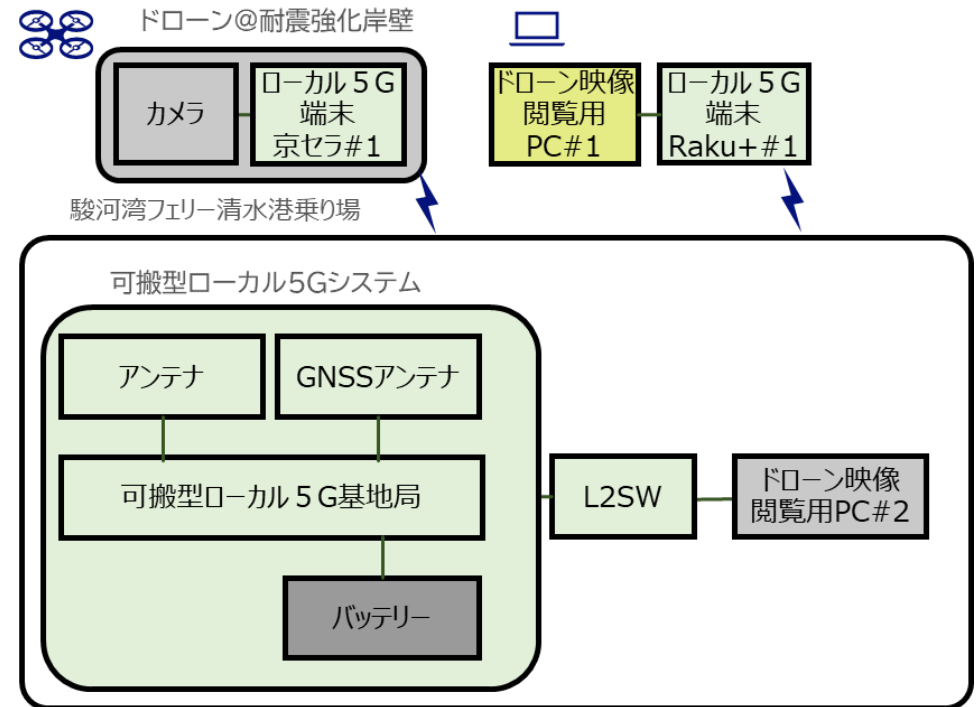
## ② 検証項目ごとの結果

【補足資料】①ドローン撮影リアルタイム画像による点検時間・点検費用

### 検証結果

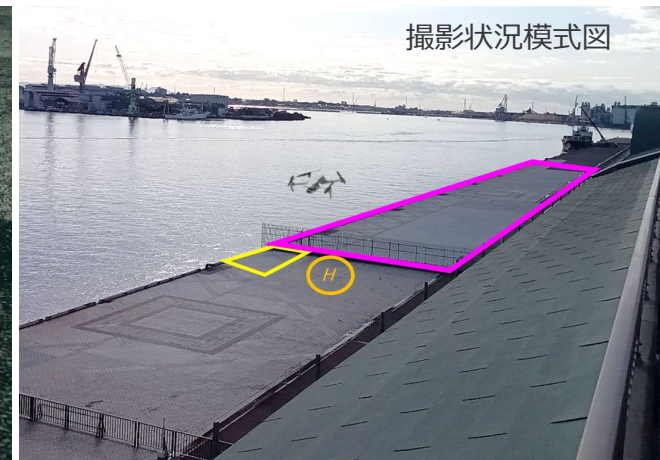
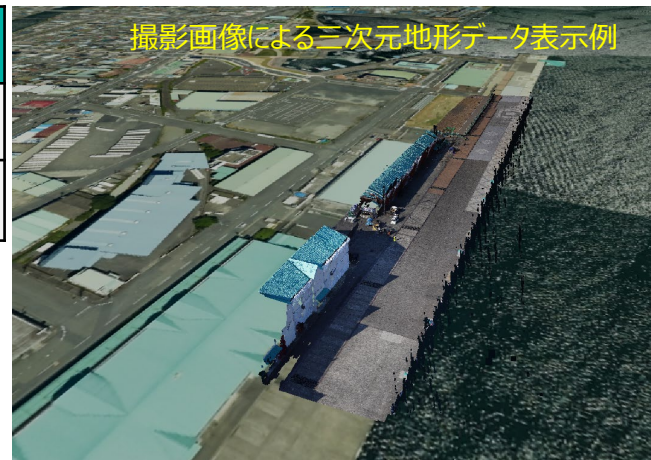
ドローンによるリアルタイム映像伝送の到達距離を日の出地区で検証した。検証の結果、高度25mで飛行させた場合、基地局から水平距離で約715m地点まで映像伝送が可能であることを確認した。なお、約715m地点では映像伝送の遅延や途切れは確認できなかったが、ドローンの飛行継続時間(バッテリー残量)の関係から安全を考慮し、約715m地点以上の飛行は難しいと判断した。

ドローンの飛行を継続できていた場合、映像伝送距離はまだ延びている可能性が高いと考えられる。また、この距離まで映像伝送が届いた理由としては、施設屋上に基地局が設置されており、円錐のように広がる電波を地上部よりも上空の方が受けやすかったためであると考えられる。



### 試行結果

|        |       |
|--------|-------|
| 遅延平均   | 34ms  |
| 映像伝送距離 | 約715m |



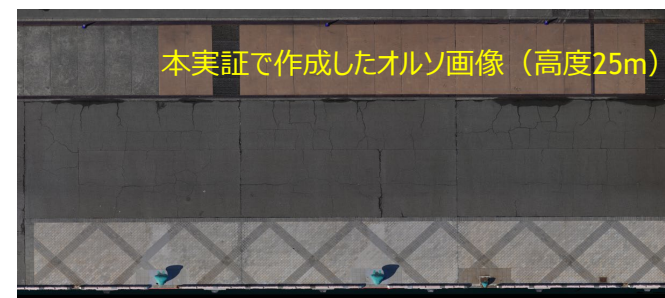
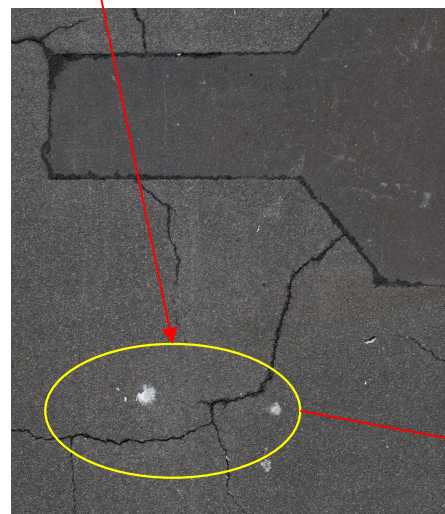
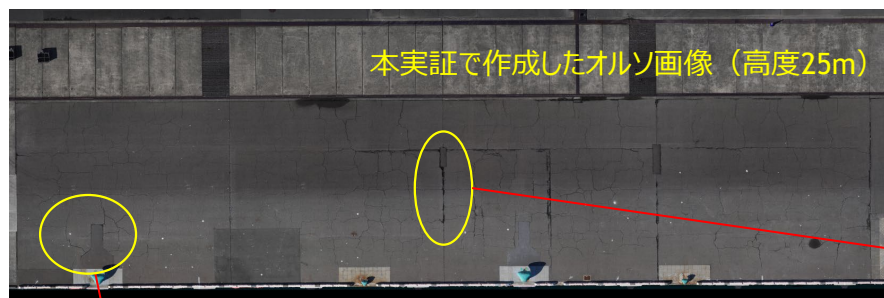
## ② 検証項目ごとの結果

【補足資料】①ドローン撮影リアルタイム画像による点検時間・点検費用

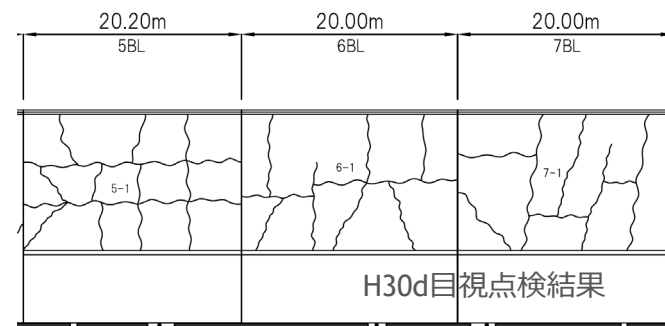
### 検証結果

ドローン画像による港湾施設点検

- ①港湾点検診断ガイドラインで「部材の性能が低下している状態」（劣化度 b）と判定される変状・損傷をドローン画像により判別することが可能。
- ②点検員の目視によるスケッチと比較し、ひび割れなどの損傷位置を高精度に記録することが可能。



A I 画像解析によりひび割れ自動抽出



5-1 網目状のひび割れ  
L=20200mm  
S=12600mm  
B=3.0mm

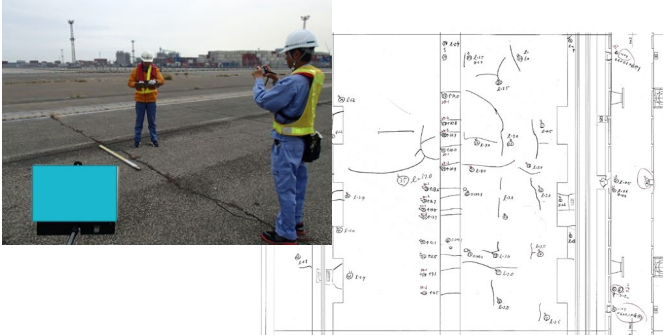
6-1 網目状のひび割れ  
L=20000mm  
S=12600mm  
B=2.0mm

7-1 網目状のひび割れ  
L=20000mm  
S=12600mm  
B=2.0mm

② 検証項目ごとの結果

【補足資料】①ドローン撮影リアルタイム画像による点検時間・点検費用

**検証結果** ドローン画像を用いた港湾施設点検により、1日あたりの作業効率は13倍となり、90%程度の点検費用低減効果を見込むことができる。ただし、撮影画像からの変状（ひび割れ等）抽出作業にAI解析技術を適応するなど効率化が必要である。

| 項目     | 従来手法<br>(点検技術者による目視点検)                                                                                             | ドローンによる港湾施設点検                                                                                                      |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 作業体制   | 3名<br>測量技師補 2名<br>助手 1名                                                                                            | 3名<br>操縦者 1名<br>操縦補助員 1名<br>見張り員 1名                                                                                |
| 点検効率   | 1,510㎡／日（6時間）<br>(国交省港湾局積算歩掛)                                                                                      | 10,000㎡／0.5時間<br>(日の出岸壁250m×40mでの撮影実績)<br>・画像からの変状（ひび割れ等）抽出作業を除く                                                   |
| 作業イメージ | <div></div> <p>スケッチによる変状整理例</p> | <div></div> <p>撮影画像による変状抽出</p> |

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

【補足資料】②ドローンからの三次元点群データ収集時間

検証結果

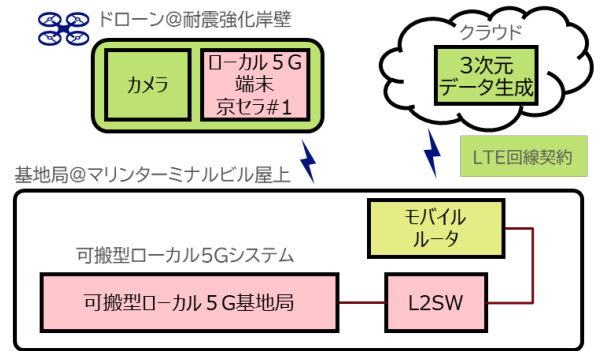
手作業によって、ドローンによる計測→SfM処理→ビューアへの搭載といった手順を踏む従来の手法よりも、今回検証したソリューション手法を用いたほうが、大幅な時間短縮ができることが確認できた。

時間短縮率は60%以上となり、目標とした50%以上の短縮を上回る結果となった。

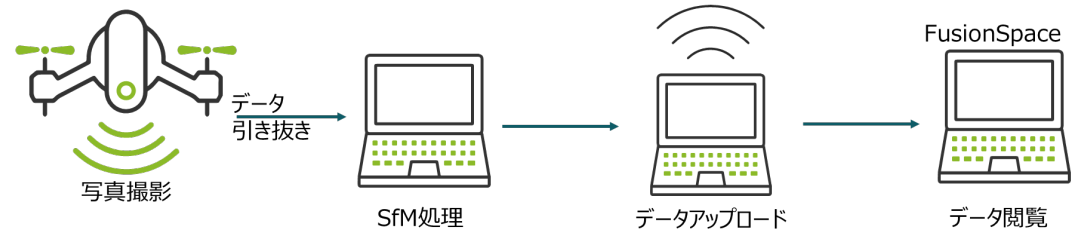
ドローンによる計測を行うと同時に、データ伝送、SfM処理、ビューアへの搭載を行うことで、作業間のラグもなくなり、効率的なデータ運用ができることが確認できた。

ドローンによる撮影後、SfM処理から3次元点群データビューアによるデータ閲覧までを自動化できることで、SfM技術者やその処理を管理する職員等も不要になるため、人員不足になりがちな災害対応時においても、有効に活用できると想定できる。

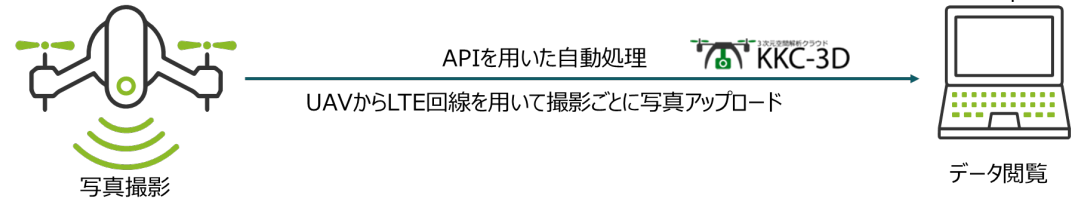
ただし、今回はクラウドへのデータ伝送時にLTE回線を用いたため、通信断絶が起きるような大規模災害時等においては、Starlinkなどの衛星通信を代替し、同等のネットワーク構成を構築する必要がある。



従来手法イメージ



今回検討した手法イメージ



| 検証項目          | L5Gソリューション活用 | 従来        | 備考                                    |
|---------------|--------------|-----------|---------------------------------------|
| 写真枚数          | 98枚          | 98枚       | 総写真容量：4.72GB（1枚あたり約45MB）              |
| リアルタイム映像伝送    | ○            | ×         |                                       |
| ドローンでのデータ取得   | 15 [min]     | 15 [min]  |                                       |
| ドローンからのデータ引抜き | 0 [min]      | 45 [min]  | L5Gソリューションの場合は自動伝送                    |
| データ伝送・アップロード  | 16 [min]     | 0 [min]   | 従来はローカル処理のため、アップロードなし                 |
| SfM処理（点群データ化） | 97 [min]     | 72 [min]  | L5G:クラウド上で処理<br>従来：ゲーミングPCでの処理        |
| 処理後データダウンロード  | 0 [min]      | 0 [min]   | L5Gソリューションでは、自動搭載<br>従来もローカル処理のためDLなし |
| ビューアへのデータ搭載   | 3 [min]      | 150 [min] | 点群:4.69GB                             |
| 各タスクの作業間ラグ    | 0 [min]      | 60 [min]  |                                       |
| 計             | 131 [min]    | 342 [min] | 時間短縮率61.7%                            |

## V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

### ② 検証項目ごとの結果

#### 【補足資料】③大容量海底地形データの伝送時間

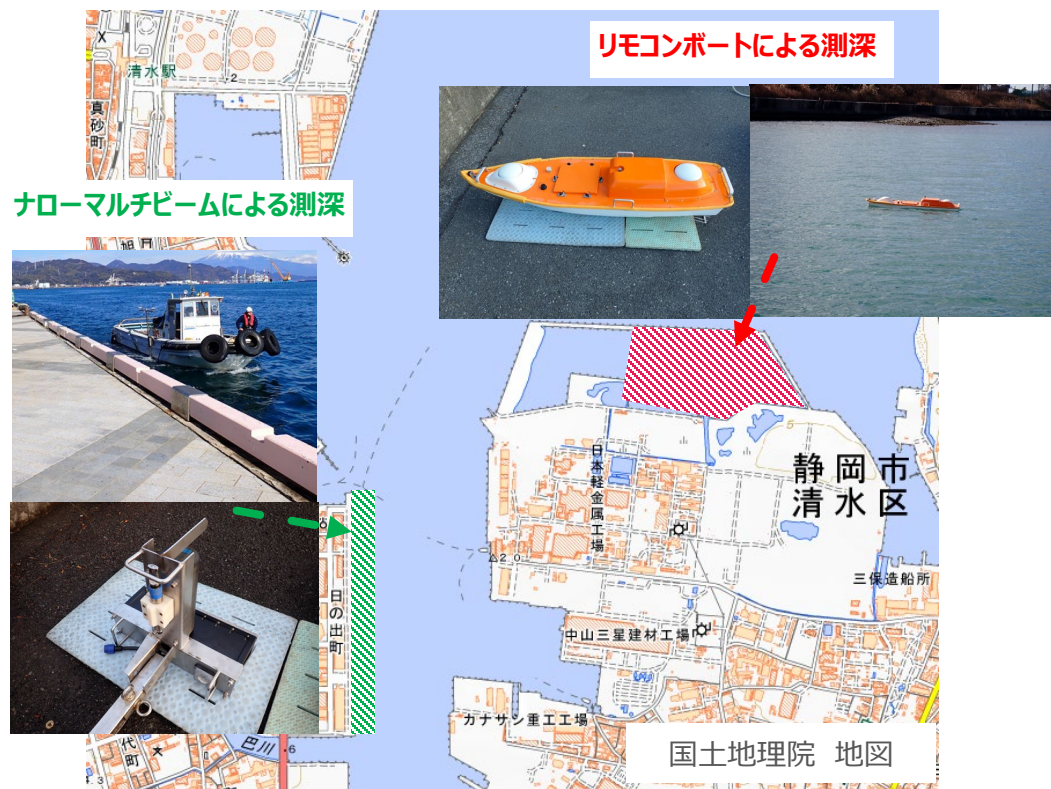
##### 検証結果

平時および災害時の岸壁状況のデータ取得を行うことを想定し、日の出岸壁前面をナローマルチビームによる測深を行った（左下図の緑斜線範囲）。

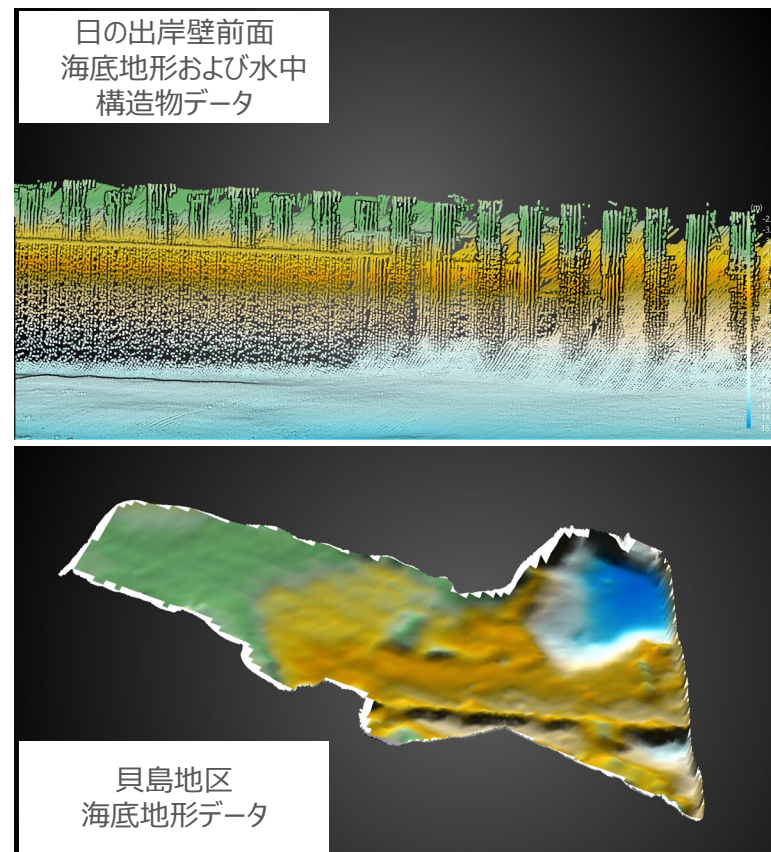
また、災害発生時の構造物散乱や海底地形変化により、ナローマルチビーム測深を行うことが難しい水深が2m以浅の浅所箇所のデータ取得を行うことを想定し、貝島地区についてリモコンボートによる測深を行った（左下図の赤斜線範囲）。

マルチビーム測深の結果、詳細な3次元海底地形データを取得した。岸壁前面の水中部や水深が2m以浅の浅所箇所の3次元海底地形データ取得にナローマルチビーム測深およびリモコンボート測深が有効であることが確認できた。特に災害時の浅所箇所の測深について、リモコンボート測深は有効な手法と考えられる。

これらのマルチビーム測深データは大容量であり、陸上作業基地への迅速なデータ伝送にローカル 5 G の高速データ伝送の利活用が望まれる。



現地測深作業範囲図



日の出岸壁前面および貝島地区取得データ

## ② 検証項目ごとの結果

## 検証結果

**伝送範囲：約0.5km**

**海上**      **陸上（貝島）**

**基地局可搬型ローカル5G**

**●・○ 測定点箇所**

**★ 基地局可搬型ローカル5G**

### ローカル5Gを用いたデータ伝送検証範囲図



## ② 検証項目ごとの結果

【補足資料】④降雨時・夜間の監視精度

### 検証結果

サーマルカメラで取得した映像を、ローカル5Gにて伝送し、海上障害物を船舶に見立て、専用ソフトウェアでのAI検知を実施した。

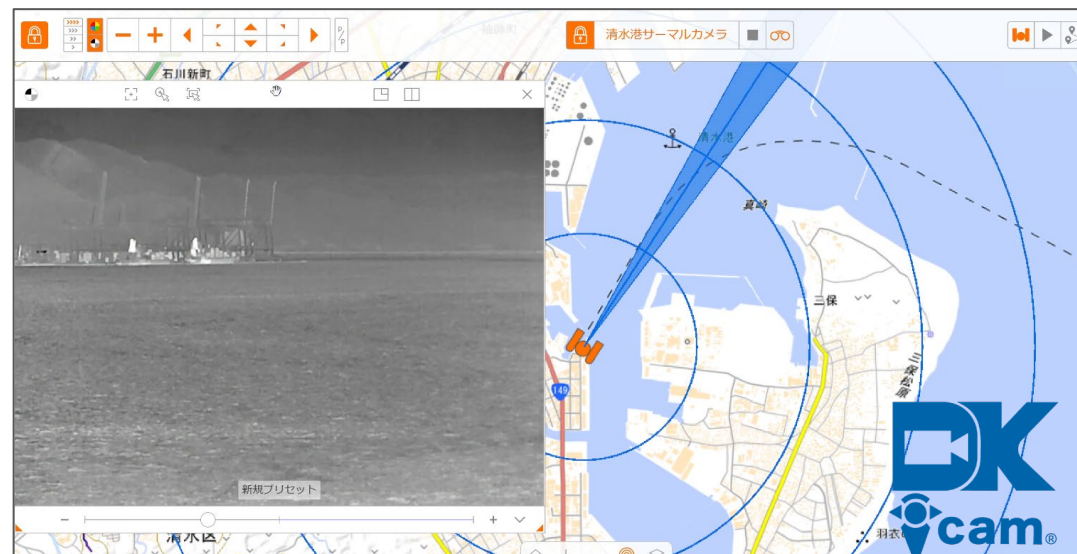
専用ソフトウェアでは以下の機能について実装されている。

- ・映像の閲覧
- ・サーバー上への映像録画
- ・カメラの操作・制御
- ・AIによる海上船舶検知

ローカル5G環境において、これらの機能・動作が遅延なく行えることを確認した。また、今回サーマルカメラに加え、Full HD画質のカラーカメラを有する2眼式カメラを用いて実証を行った。

サーマルカメラ映像に比べ、通信容量が大きいFull HD映像を伝送した際も、映像の遅延や、操作の遅延は見られず、十分な回線容量が確保されていたことが確認できた。

このことから、可搬にてサーマルカメラを活用し、エリア内の任意のポイントに設置して、AI監視も可能と考えられる。



専用監視ソフトウェアDK-iCam® 操作画面

サーマルカメラ@清水マリンターミナル屋上



2眼式サーマル  
カメラ

ローカル5G  
端末  
京セラ#2

基地局@清水マリンターミナル屋上

可搬型ローカル5Gシステム

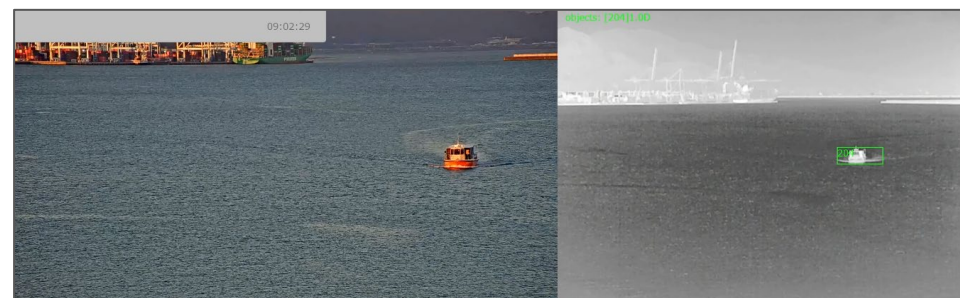
L2SW

サーマルカメラ  
制御サーバ

サーマルカメラ  
制御サーバ用PC



2眼式  
サーマルカメラ



Full HD カラーカメラ画面

サーマルカメラによるAI検知画面

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

【補足資料】④降雨時・夜間の監視精度

検証結果

サーマルカメラにより取得した映像から、昼間、夜間の映像それぞれについて船舶をAIにより自動検知を行った。

検知精度については、実証期間のある期間内に通過した、船舶を対象とした。また、カメラ、AIの検知条件である、2km範囲内の船舶のみを対象としている。

実証の結果、昼間・夜間で同等の検知精度（90%）が得られることを確認できた。当初目標（95%）に達しない原因として、①今回使用したAIモデルはコンテナ船などの大型船舶が学習データに含まれておらず、それらを検知しない、または検知できているものの、船体の一部のみを検知すること、②船舶通過後の波を検知していることが原因である。

大型船舶等の追加学習や、より高度な物体検知アルゴリズムの実装により精度の向上、および海上障害物検知への応用も期待できる。

※今回の実証期間中では雨天がなく、昼間、夜間のみでの検知精度検証とした。

検知精度（昼間）

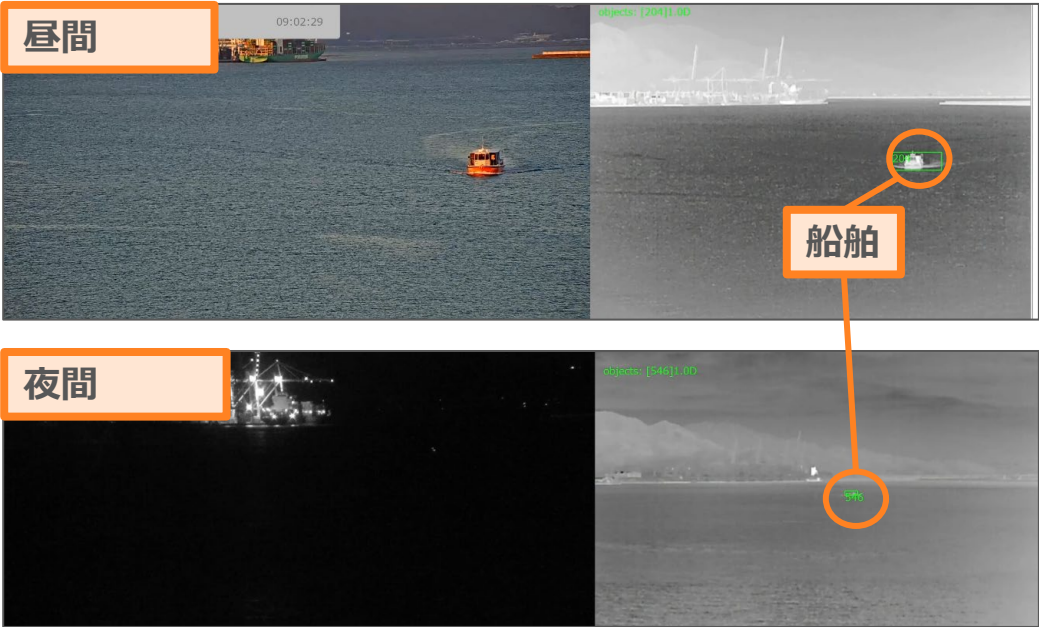
| 通過船舶数 | 正検知数 | 誤検知数 | 未検知数 |
|-------|------|------|------|
| 37    | 34   | 1    | 2    |

昼間の検知精度・・・  
正検知数 34 / 船舶通過数 37 = 91.9%

検知精度（夜間）

| 通過船舶数 | 正検知数 | 誤検知数 | 未検知数 |
|-------|------|------|------|
| 20    | 18   | 1    | 1    |

昼間の検知精度・・・  
正検知数 18 / 船舶通過数 20 = 90.0%



AIによる船舶検知\_サンプル画像



大型船舶の一部検知  
※一部検知は正検知と換算・まったく検知できない場合のみ未検知と換算



誤検知例  
船舶が通過した後の波しぶきを検知

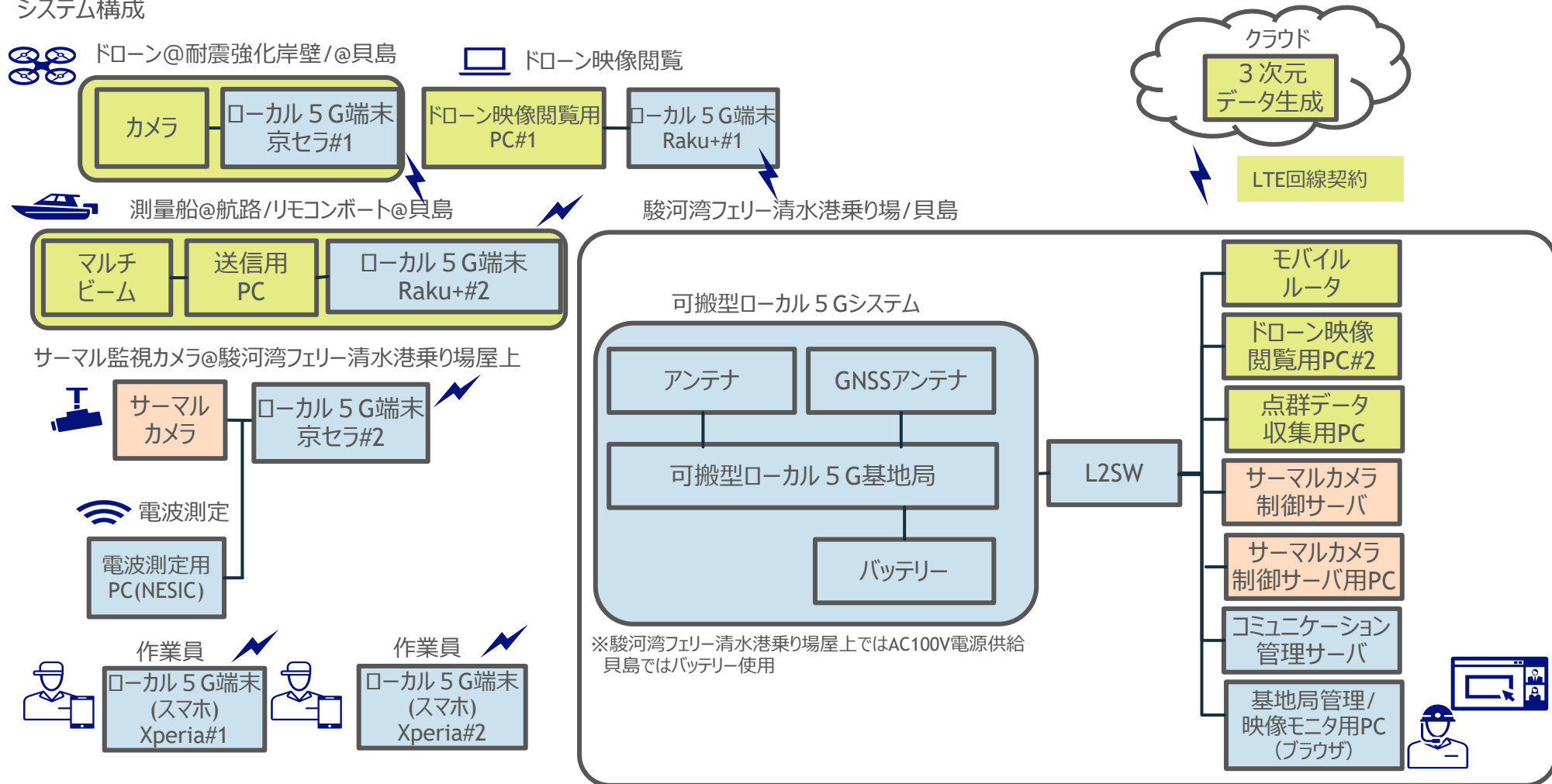
## ② 検証項目ごとの結果

【補足資料】⑤可搬型ローカル5G配置実証

検証結果 実証システムのネットワーク概要図は下図のとおりである。

### ソリューションの概要

#### システム構成



## ② 検証項目ごとの結果

### 【補足資料】⑤可搬型ローカル 5 G 配置実証

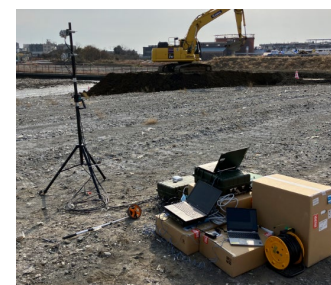
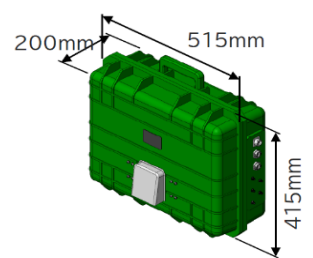
#### 検証結果

下記写真に固定型ローカル 5 Gの例を示す。多くは建物の壁面を利用したり、専用の鉄柱を立てアンテナや無線装置を取り付けており、この移設には多くの工数や日数がかかる。また、これらの無線機を制御するCUDUやL2SWの制御機器が通常近くの屋内に設置しており、またクラウド等に配備の 5 GCコア（5th Generation Core network）装置も必要でこれの接続先の変更も必要となる。

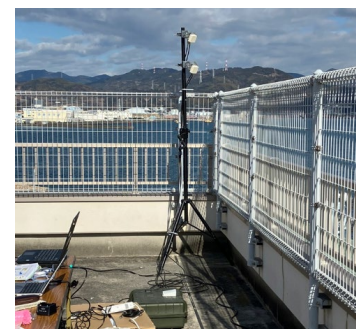
一方、可搬型ローカル 5 Gは、写真の様にアンテナは 3 脚に取付を基本とし、容易に移設する事が可能である。  
また、無線機及び制御機器のCUDUや更に 5 GC等のコア機能が一体化されており、小型軽量で、手軽に運搬し設置可能である。



固定型（従来型）ローカル 5 Gの設置例



貝島での実証状況  
(梱包材を含む機材一式)



マリターミナル屋上実証状況

可搬型ローカル 5 Gの設置例

## V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

### ② 検証項目ごとの結果

【補足資料】⑧可搬型ローカル 5 G 配置による正確なデータ量(ローカル5G環境下でのデータ通信)

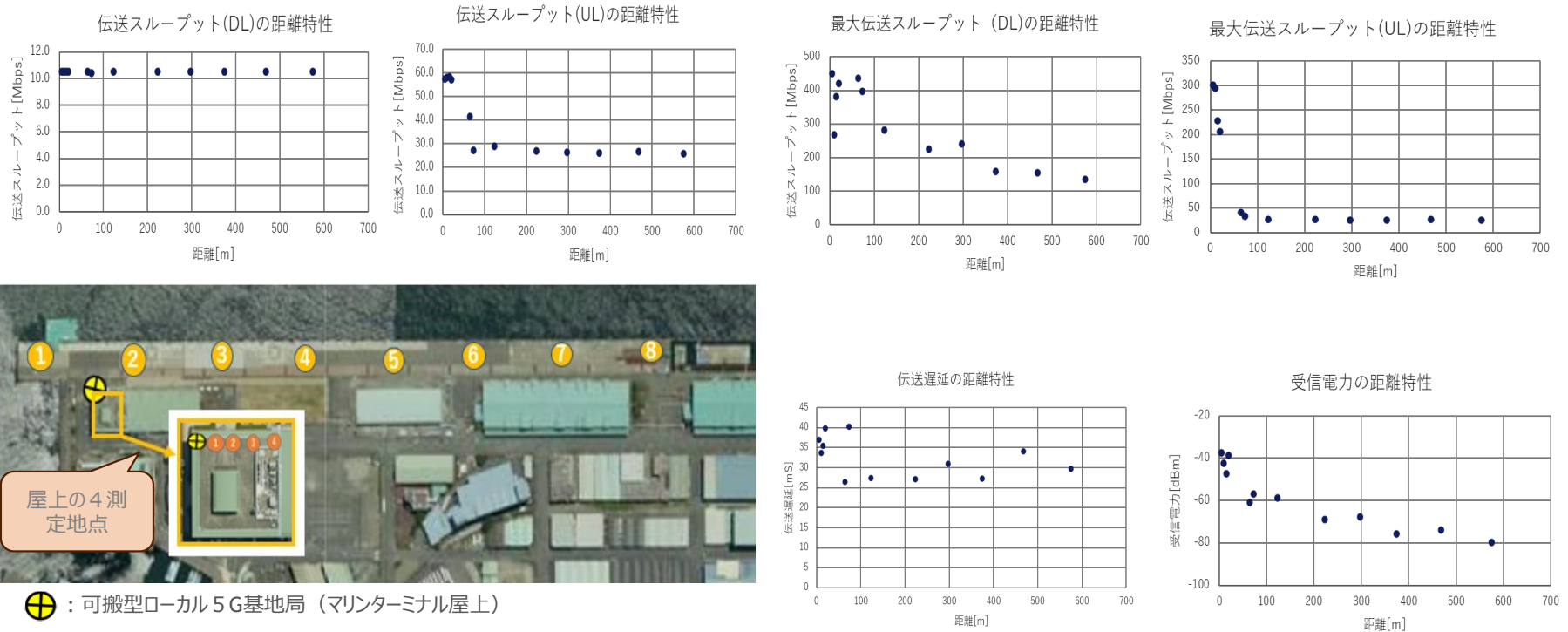
#### 検証結果

マリンターミナル屋上に基地局を設置し、測定場所として屋上 4 地点と日の出岸壁 8 地点での測定結果を合わせてグラフで示す。

測定項目：DL10MbpsとUL55Mbps設定のスループット、  
最大スループット、伝送遅延と受信電力（RSRP換算）



マリンターミナル周辺の定点測定状況



国土地理院ウェブサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>) のデータを使用

## ② 検証項目ごとの結果

【補足資料】⑧可搬型ローカル5G配置による正確なデータ量(ローカル5G環境下でのデータ通信)

### 検証結果

マリンターミナル屋上に基地局を設置し、測量船での海上移動の測定結果をグラフで示す。  
測定項目：DL10MbpsとUL55Mbps設定のスループット、  
最大スループット、伝送遅延と受信電力（RSRP換算）



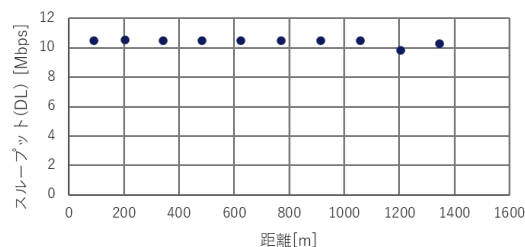
測量船での移動測定



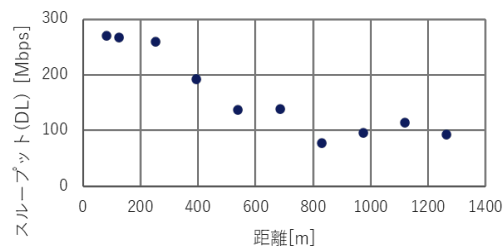
⊕ : 可搬型  
ローカル5G基地局

国土地理院ウェブサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>) のデータを使用

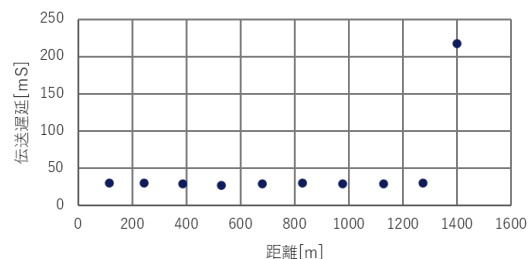
スループット(DL)の距離特性



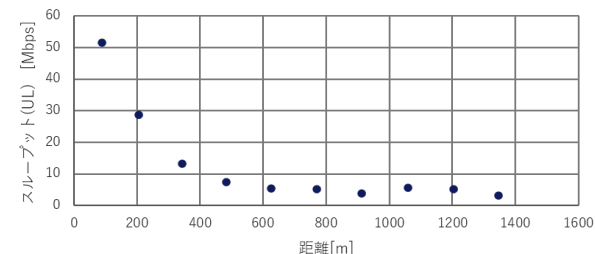
最大スループット(DL)の距離特性



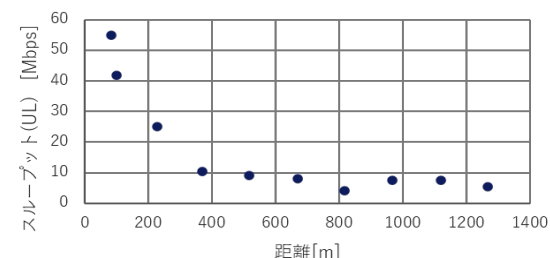
伝送遅延の距離特性



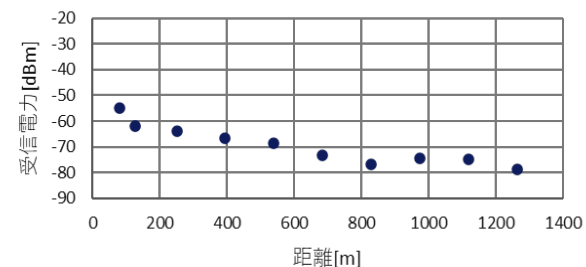
スループット(UL)の距離特性



最大スループット(UL)の距離特性



受信電力の距離特性



## V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

### ② 検証項目ごとの結果

【補足資料】⑧可搬型ローカル5G配置による正確なデータ量(ローカル5G環境下でのデータ通信)

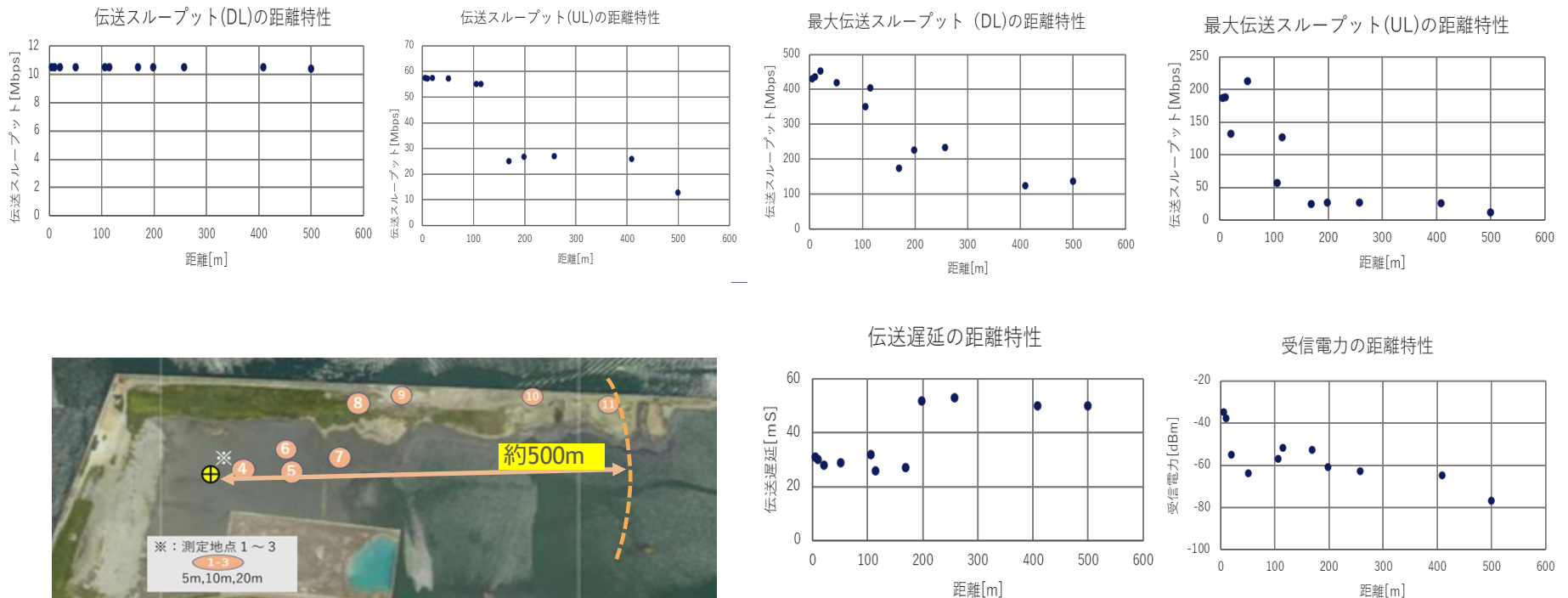
#### 検証結果

貝島に基地局を設置し、下記地点での測定結果をグラフで示す。

測定項目：DL10MbpsとUL55Mbps設定のスループット、  
最大スループット、伝送遅延と受信電力（RSRP換算）



貝島での定点測定の様子



⊕ : 可搬型ローカル5G基地局

国土地理院ウェブサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>) のデータを使用

## ② 検証項目ごとの結果

【補足資料】⑧可搬型ローカル5G配置による正確なデータ量(ローカル5G環境下でのデータ通信)

### 検証結果

【マリンターミナル屋上に基地局を設置した場合のフェンスの影響】

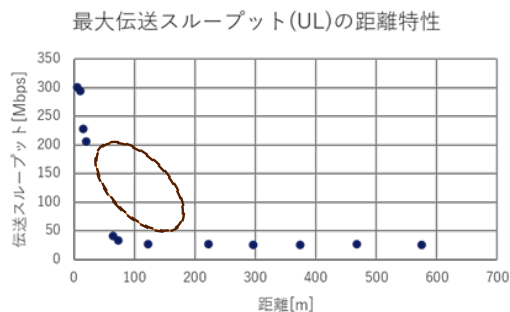
下記のマリンターミナル屋上基地局の測定データ（屋上及び日の出岸壁）に着目すると、点線の周辺が期待値より小さい値と推測される。この時のアンテナ周辺の写真は下の通りであり、アンテナ周辺の屋上金網フェンスの影響について、考察を行った。

マリンターミナル屋上に設置した基地局のアンテナと屋上フェンス及び日の出岸壁の基地局に近い測定地点（距離64m）の、それらの位置関係は下記の図のとおりである。

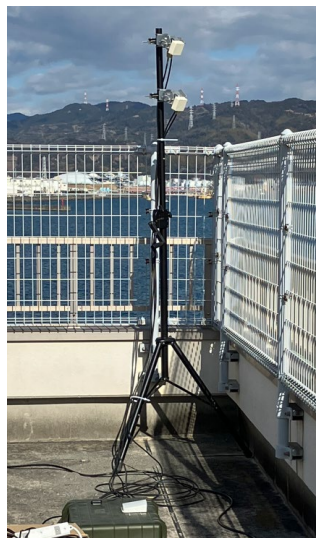
実証では、アンテナ設置に3脚を使用し、フェンスを超えて伝搬見通し（LOS）を確保したが、直下の測定地点ではLOSを確保する為の俯角所要値が大きい為余裕が無く、クリアランスが不十分であった可能性が考えられる。

このアンテナとフェンスの十分なクリアランス確保の為に配慮すべき事項として、アンテナ高とフェンス高との確保すべき差(距離)の検討を実施した。

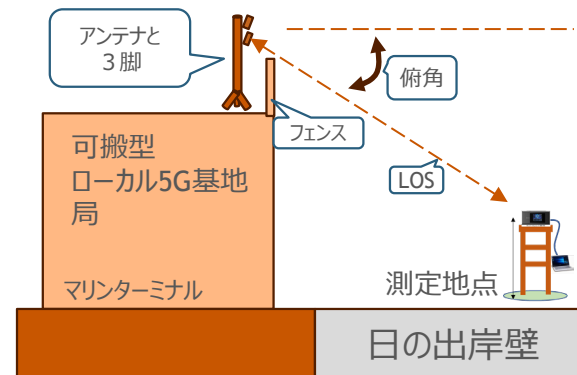
以下のページに考察を示す。



マリンターミナル屋上基地局の測定データ  
(屋上及び日の出岸壁/ULの最大スループット)



アンテナ周辺の写真



注記： LOS:Line of Sight 見通し

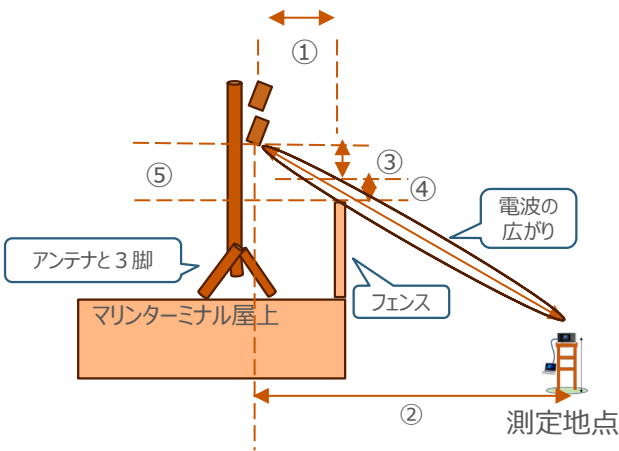
2 検証項目ごとの結果

【補足資料】⑧可搬型ローカル 5 G 配置による正確なデータ量(ローカル5G環境下でのデータ通信)

検証結果

【基地局アンテナを屋上設置時、フェンス高を考慮したアンテナ高の検討】  
基地局アンテナがフェンスを越えて十分にクリアランスを確保の為に必要なアンテナ高は、フェンス高より何m高くする必要があるかを計算する。

計算条件は前ページのとおりであり、計算ファクタは下記図となる。  
アンテナの所要の高さはフェンスとの水平距離①が大きいと大きくなる。  
・アンテナ見通し（LOSの確保）及び電波の広がり(フレネル半径)を計算し、合計すると目的の⑤が算出される。  
ここではアンテナとフェンスとの距離が1m(ケース 1 )と2m(ケース 2 )の例を計算した。  
＜計算の説明＞  
アンテナとフェンスの水平距離①が1mの場合、測定地点が64m②離れている場合、LOSの確保には約0.25m③の差が必要であり、更に電波の広がり0.25m④を確保し、合計0.5m⑤をアンテナ高とフェンス高の差とするのが奨励値となる。  
ケース 2 ではフェンスとアンテナが2m離れた場合は約0.9m近く高くする必要があり、極力フェンス寄りにアンテナを設置することが望ましい。



| 番号 | 項目                                 | 単位 | ケース 1 | ケース 2 |
|----|------------------------------------|----|-------|-------|
| ①  | アンテナとフェンスの水平距離                     | m  | 1     | 2     |
| ②  | 測定地点までの距離                          | m  | 64    | 64    |
| ③  | アンテナ見通し<br>(LOS線のフェンス通過点のアンテナ高との差) | m  | 0.25  | 0.52  |
| ④  | 電波の広がり<br>(フレネル半径)                 | m  | 0.25  | 0.35  |
| ⑤  | アンテナとフェンスの高さの差<br>(③ + ④)          | m  | 0.50  | 0.87  |

アンテナ高:地上18m、測定高地上1.5m、周波数4850Mhz

## ② 検証項目ごとの結果

【補足資料】⑧可搬型ローカル 5 G 配置による正確なデータ量(ローカル5G環境下でのデータ通信)

### 検証結果

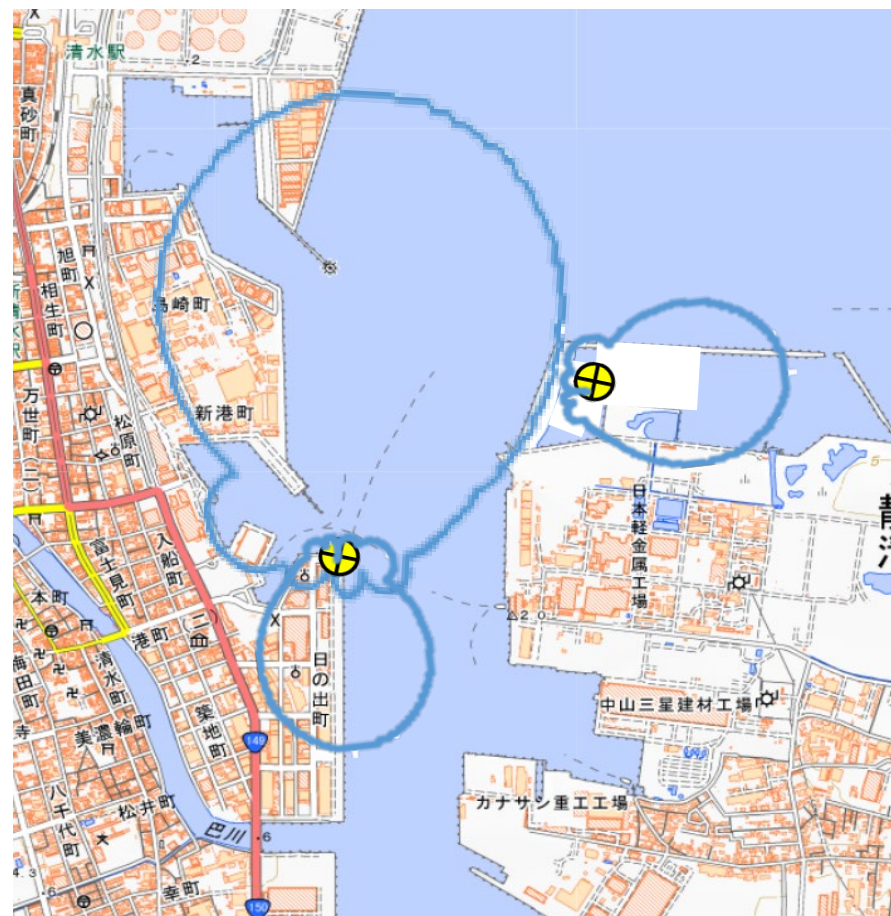
#### 通信エリアの図

基地局をマリンターミナル屋上に設置の場合と貝島に設置の場合で、それらの通信エリア（カバーエリア）は測定したUEとの通信距離を基としアンテナパターンを加味して右図のとおり推定される。

- 1) マリンターミナルの基地局
  - ①日の出岸壁方向へ575m
  - ②測量船航路の海上は約1.3Km
- 2) 貝島の埋立地は約500m

⊕ : 可搬型ローカル 5 G 基地局

⬡ : 通信エリア



国土地理院ウェブサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>) のデータを使用

② 検証項目ごとの結果

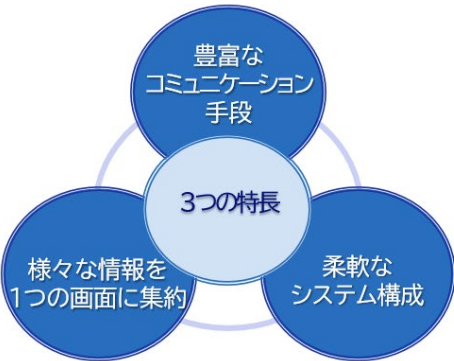
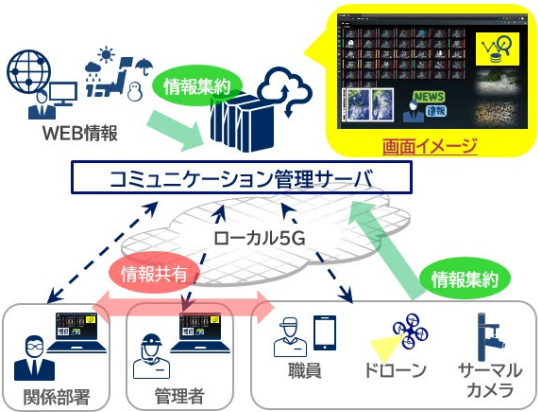
【補足資料】ローカル5Gネットワーク構築によるコミュニケーション例

ソリューション

ドローン映像・サーマルカメラ映像・地形データ情報・作業映像の一括表示が可能なコミュニケーション管理サーバを活用したコミュニケーションの円滑化により災害時の状況把握の迅速化・平常時の点検業務の効率化を図る。

コミュニケーション管理サーバは画面レイアウトを自由に構成してWeb情報やカメラ映像等の情報を1つの画面に集約し、現場にいる作業員や事務所にいる管理者等の遠隔地にいる関係者同士でもリアルタイムに情報共有しながらのコミュニケーションを可能とするソリューションである。

オンプレミスで利用可能のため災害時のキャリア通信網切断等の影響を受けずにローカル5Gネットワーク内で通話等のコミュニケーションが可能。



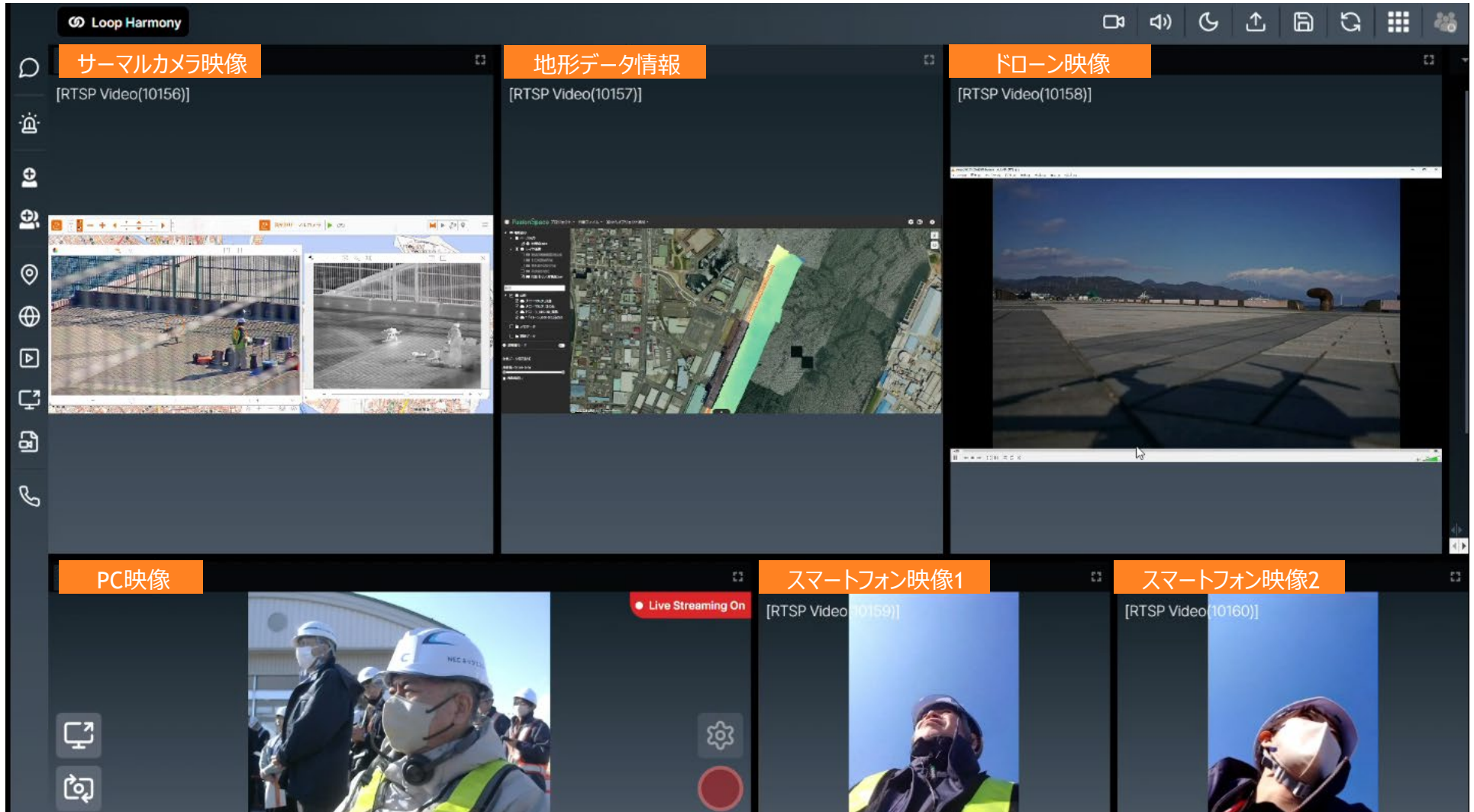
| 検証ポイント                                        |                                                                 | 検証結果                                                                                                                       | 考察                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 項目                                            | 目標                                                              |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                         |
| ドローン映像・サーマルカメラ映像・地形データ情報のリアルタイム収集と配信          | 各端末からドローン映像・サーマルカメラ映像・地形データ情報を支障なく確認できること(定性評価)                 | 全ての端末からドローン映像・サーマルカメラ映像・地形データ情報を同時に問題なく閲覧可能。<br>ドローン映像・サーマルカメラ映像のブロックノイズや映像の乱れ等はなく映像がリアルタイムで配信されていることを確認。                  | リアルタイム情報を画面に一括表示することで迅速な情報共有が可能になり、災害時の情報把握の迅速化・平常時の点検業務の効率化に有効であることが考えられる。                                                                                                             |
| コミュニケーション管理サーバで伝送する音声・映像にコミュニケーション上で支障がないかの確認 | PC端末1台、スマートフォン端末2台の3端末間で音声・映像によるコミュニケーションを行い、支障なく通話ができること(定性評価) | 全ての端末間で音声・映像をリアルタイムに確認。<br>音声のノイズ・映像のブロックノイズや映像の乱れ等はなく、3端末間で発着信による通話が可能。<br>3端末間での通話と同時にドローン映像・サーマルカメラ映像・地形データを閲覧できることを確認。 | 複数の端末間でリアルタイムに音声・映像を送受信した通話が可能であるため、現場作業員や事務所管理者等の遠隔地からのコミュニケーションの円滑化による業務の効率化に有効であることが考えられる。<br><br>平常時からコミュニケーション管理サーバを活用してもらうことにより端末操作等の習得が可能と考えられる。<br>実装に向けてはマニュアル整理、レクチャー等が必要となる。 |

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

## ② 検証項目ごとの結果

【補足資料】ローカル5Gネットワーク構築によるコミュニケーション例

コミュニケーション管理サーバ画面:各映像のブロックノイズ、乱れ等はなく鮮明な映像を閲覧可能



## V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

### ② 検証項目ごとの結果

【補足資料】ドローン・ローカル 5 G活用対応職員の増加

#### 検証結果

運用面の検証として、港湾維持管理を担う管理者（静岡県職員）及び地元測量企業等に対して、本実証のソリューションやローカル5Gについて情報提供する「説明会」、運用マニュアル案を提示し操作性について聞き取りを行う「現地視察会」、運用上の課題や必要な支援等について意見を伺う「意見交換会」を開催。

- ・「説明会」（令和6年12月24日） 参加者：静岡県職員、地元測量会社等 10名
- ・「現地視察会」（令和7年1月21日） 参加者：静岡県職員、地元測量会社等 9名
- ・「意見交換会」（令和7年1月23日） 参加者：静岡県職員、地元測量会社等 5名（うち2名は事前アンケートによる書面参加）



現地視察会（県職員、地元測量企業等への操作説明の状況）

#### ●参加者の主な意見 （地元測量会社等）

- ・ローカル5Gは、災害時の現場状況の把握や情報共有、災害箇所の三次元測量、平常時の巡視・点検などの場面で導入が期待される。
- ・運用にあたっては、技術的なサポート（講習会含む）を求める。
- ・港湾管理者がローカル5Gや機器を所有し、地元測量企業や災害協定業者は貸与を受ける立場であることが、運用上の条件となる。地元測量企業が導入費用を負担することは難しい。

#### （県職員）

- ・運用にあたっては、データの活用、分析を誰がやるのか。どこに機器を保管しておくのかといった、役割分担を具体的に決める必要がある。
- ・機器導入後、実稼働されないまま倉庫に保管している事例がある、同様の結果にならないか。日常的に使うことをやらないと、災害時には使えない。運用するのであれば、県職員は異動がるので、4月、5月頃に一度座学を行い、機器を使った講習を年何回か行う。特に台風前のタイミングでの講習は有効と思う。
- ・県全体で行う防災訓練は、夏季と1月の年2回実施している。現在は画像を送ることを行っているが、新しい機器を使用し、情報の取得方法が変われば、防災訓練の組み立ての中で映像も送ることも提案しながら、やり方を変えていくことも可能だろう。
- ・訓練は行うとして、ドローンは自動飛行に設定するなど、職員の手を介しなくてもやれる方法があれば、人為的な操作ミスによる事故リスクの軽減につながる。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

③ 実装・横展開に向けた準備状況

|         | アクション                                                                                                | 結果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 得られた示唆・考察                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 実装に向けて  | <p>展開余地を検証する要件の具体化。<br/>リソースや展開の課題の具体化</p> <p>清水港へ入港する船舶の追加学習<br/>高度な物体検知アルゴリズムの実装<br/>海上障害物への応用</p> | <p>県職員及び地元測量企業等に対して、「説明会」、「現地視察会」、「意見交換会」を開催し、運用上の課題等について聞き取りを行った。</p> <p>サーマルカメラ撮影映像を用いたAIによる船舶自動検知結果<br/>昼間：92% 夜間：90%</p>                                                                                                                                                                                                                          | <p>●実装に向けた問題点等</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・各種機器は現場環境にあわせた調整が必要であり、<u>実用技術を習得できる技術サポートが必要</u>。</li> <li>・実運用にあたっては、<u>具体的な役割分担の整理</u>が必要。</li> <li>・今回使用したAIモデルには、大型船舶が学習データに含まれておらず、大型船舶を完全に検知しないケースがあった。そこで、AIへの追加学習、物体検知アルゴリズムの高度化によりAI精度の向上、海上障害物への応用が期待できる。</li> </ul>                                                                                                    |
| 横展開に向けて | <p>情報交換・意見交換等</p>                                                                                    | <p>他の港湾への横展開に向けて、県・国や関係機関との「情報交換」、「意見交換」を行い、課題や対策等を共有した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「情報交換」<br/>令和6年12月11日、26日<br/>：国交省 港湾局</li> <li>令和6年12月3日<br/>：国交省 中部地方整備局 清水港湾事務所</li> <li>・「実証視察会・意見交換」<br/>令和7年1月22日<br/>：国交省 港湾局、国交省 中部地方整備局 清水港湾事務所、静岡県</li> <li>・「説明会・現地視察会・意見交換」<br/>令和6年12月24日、令和7年1月21日、23日<br/>：静岡県、地元測量会社等</li> </ul> | <p>●横展開に向けた問題点等</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・新しい<u>通信システム</u>に関する知識が不足している（スターリンクの利用方法との違いなど）</li> <li>・ローカル 5 Gをマスターした人がいない（災害時にすぐに使える人の育成が必要）</li> <li>・可搬式のローカル 5 Gも、<u>免許申請が必要</u>となる（災害時にすぐにつかえる制度体制）</li> <li>・ドローン撮影映像のリアルタイム配信とサイバーセキュリティ対策との関係（セキュアで効率化に情報共有できる方策の共通認識化）</li> <li>・電波干渉の確認・調整が必要（港湾はクレーンや大型船舶等の障害物がある）</li> <li>・導入時の初期投資が多額（リースの方が利用しやすい）</li> </ul> |

## V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

### ④ 実装・横展開に向けた課題および対応策

#### 凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

|         | 課題                                | 対応策                                                                             | 実現可能性 <sup>1</sup> | 対応する団体名                            | 対応時期        |
|---------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|-------------|
| 実装に向けて  | 導入コストの低減                          | 清水港の実装において、岸壁の点検にはドローン、海上の障害物の監視には監視カメラといった平常時利用のサービスから優先度をつけて必要なソリューションを段階的に実装 | 高                  | 国際航業株式会社、<br>日本電気株式会社、<br>電気興業株式会社 | 2025年度      |
|         | ローカル 5 Gの商用局免許でのドローン上空利用の制度化      | 総務省情報通信審議会情報通信技術分科会で制度化に向けて検討中、継続的に情報収集                                         | 中                  | 日本電気株式会社                           | 2025年度      |
|         | ローカル 5 Gのユーザー育成                   | 清水港の実装において、県職員や地元測量企業等への導入運用研修を実施し、平常時からの利用を促進（動画を使ったわかりやすいマニュアル作成等も実施）         | —                  | 国際航業株式会社                           | 2025年度      |
|         | 役割分担の具体化                          | 清水港の実装において、コンソーシアム、県職員、地元測量企業等での具体的な役割分担とタスクの検討                                 | —                  | 国際航業株式会社                           | 2025年度      |
|         | 港湾全体の被災状況把握                       | 清水港の実装において、基地局の複数配置、運用エリアの検討・検証、省人化の検討など、ローカル 5 Gのメリットを活かせる運用方法の継続検証            | 中                  | 国際航業株式会社、<br>日本電気株式会社、<br>電気興業株式会社 | 2025年度      |
| 横展開に向けて | ローカル 5 Gへの関心喚起、新しい通信システムの知識・スキル向上 | 清水港での実証結果や実装による効果を周知（学会発表、セミナー開催等を通じた普及啓発）                                      | —                  | 国際航業株式会社                           | 2024～2026年度 |
|         | ローカル 5 Gのユーザー育成                   | 清水港の実装において導入運用研修を実施し、研修内容を洗練                                                    | —                  | 国際航業株式会社                           | 2025～2026年度 |
|         | 提供方法の見直し                          | 一括のほかレンタルやリース提供も含めた販売価格の検討                                                      | —                  | 国際航業株式会社、<br>日本電気株式会社、<br>電気興業株式会社 | 2024～2026年度 |
|         | 免許申請の簡略化*                         | 清水港の実装で有効性を確認し、免許制度の規制緩和に向けて働きかける                                               | —                  | 日本電気株式会社                           | 2025～2026年度 |
|         | 電波干渉が生じる条件把握                      | 清水港の実装で通信可能エリアを確認し、港湾での電波干渉が生じる条件を整理                                            | —                  | 国際航業株式会社                           | 2025年度      |

1. 高: 実現可能性80%以上：ほぼ確実に実現できる状況であり、大きな障害が発生しない限り、現在想定している対応策で問題なく達成可能。  
 中: 実現可能性50%程度：想定外の課題が発生する可能性があり、対応策の有効性も未知数な部分があるため、成功と失敗の確率が拮抗している。  
 低: 実現可能性20%程度：対応策の具体化が進んでおらず、課題も多いため、現時点では実現に向けた道筋が明確でない状態

## V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

### 5 (参考) 実証視察会

#### a. 概要

開催場所: 清水マリビル 5 階 静岡県清水港管理局の会議室、清水マリンターミナル屋上  
開催日時: 令和7年1月22日 (水) 13時～15時



実証視察会 (デモ実施状況)

| デモ項目                 | 内容                                                                                        | 備考 |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ①可搬型ローカル 5 Gの基地局の説明  | 可搬型ローカル 5 Gの機器説明、伝送スループットの<br>実証結果の報告。                                                    |    |
| ②ドローン撮影リアルタイム映像・画像伝送 | ドローンを遠隔操作し、撮影しているリアルタイム映像・<br>画像を伝送し基地局 (マリンターミナル屋上) で確認<br>する状況のデモ、実証結果の報告。              |    |
| ③ドローン画像から地形データの自動作成  | クラウド上へ転送したドローン画像から、三次元地形モ<br>デルが作成される状況のデモ。                                               |    |
| ④大容量海底地形データの伝送       | 遠隔地よりマルチビームで計測した大容量地形データ<br>を伝送し、基地局 (マリンターミナル屋上) で確認し、<br>三次元海底地形データを表示するデモ、実証結果の<br>報告。 |    |
| ⑤サーマルカメラによる映像伝送      | サーマルカメラの映像を伝送し、映像から小型船舶をAI<br>により自動抽出するデモ、実証結果の報告。                                        |    |

5 (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針 (1 / 4)

| 質問事項                                                                                                                                                                                                    | 回答内容                                                                                               | アクション |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|
|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                    | 内容    | 期限 |
| (国土交通省 中部地方整備局 清水港湾事務所)<br>災害時、ドローンは災害本部に近い場所から離発着した方がオペレーションしやすいだろう。発着場所を建物の屋上に設定できるか。                                                                                                                 | 可能である。                                                                                             | —     | —  |
| (国土交通省 中部地方整備局 清水港湾事務所)<br>大容量データの伝送時間と距離の関係を教えてください。                                                                                                                                                   | 本実証では、1 GB（貝島リモコンボート測深データと同容量）を伝送する場合、基地局から100m離れた場所からの伝送時間は3分程度、500m離れた場所からは15分程度であった。            | —     | —  |
| (総務省 情報流通行政局 地域通信振興課 デジタル経済推進室)<br>可搬型のメリットをいかして、基地局は移動させての使用が良いか。それとも複数基を購入し、ある程度は基地局を固定設置しての使用が良いか。                                                                                                   | 本実証では耐震強化岸壁がある重要な場所に基地局を設置しエリア構築を行った。エリアを広げる場合はリピーターの使用を考えている。なお、距離の離れた重要な場所について、基地局を移動させての実証も行った。 | —     | —  |
| (総務省 情報流通行政局 地域通信振興課 デジタル経済推進室)<br>可搬型を利用し必要なエリアに持ち運ぶ方法をとることで、コスト低減が図られており、費用対効果が出る可能性がある。また平常時使用での効果も考えられており、ローカル5Gの特性を生かした実装に近い状況の実証と感じた。特に港湾は限られたエリアのため、大容量データを伝送することで災害時の早期復旧・平常時の点検等における活用を期待している。 | —                                                                                                  | —     | —  |

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針 (2 / 4)

凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

| 質問事項                                                                                                                                                                                | 回答内容                                                                                                                               | アクション                                           |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------|
|                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                    | 内容                                              | 期限      |
| (総務省 情報流通行政局 地域通信振興課 デジタル経済推進室)<br>例えば、サーマルカメラの映像伝送で検知するのは船だけでよいかなど、実際に使う上での課題や導入に向けてのハードルなど、実際に買われる方に伺いたい。                                                                         | (静岡県 清水港管理局)<br>まずは費用面。あとは取得データの活用、分析をどこまで港湾管理者が行うか。大容量データはどこに保管するかなど。効率化できる仕組みを伺ったうえで実用性を考えていきたい。                                 | 清水港の実装において、コンソーシアム、県職員、地元測量企業等での具体的な役割分担とタスクの検討 | 2025年度  |
| (静岡県 清水港管理局)<br>可搬型はかなり有力と思うが、清水港の全エリアを網羅したい場合、免許の申請手続きはどのように扱っていただけるのか。災害時、どこでも使えるとメリットが活かせると考えている。                                                                                | —                                                                                                                                  | 作業の自動化等の仕組みの検討                                  | 2025年度～ |
| (総務省 情報流通行政局 地域通信振興課 デジタル経済推進室)<br>実際の運用にあった、手順も含めて詰めていくための実証後の「トライアル実証」を行うケースもある。清水港管理局がこの実証に関わって頂けるかもあるので、3月までの短い時間だが運用上の課題をピックアップし、方向性を議論できると、実装に向けて清水港だけではなく他の港で使う場合にも参考になるだろう。 | 平常時の利用も含めて、コンソーシアムあるいは災害協定の業者、地元測量企業、点検を行う企業と体制を構築した上での実装が重要と思っている。どんなところからステップアップしていけばよいロードマップを検討し、清水港管理局とも協議しながら実現に向けて検討できればと思う。 | 運用上の課題の整理とロードマップの検討                             | 2024年度  |
| (総務省 東海総合通信局 情報通信部 情報通信振興課)<br>平常時の点検でも活用し、災害時に向けて対応していくところは良いと思う。                                                                                                                  | —                                                                                                                                  | —                                               | —       |

## V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

### 5 (参考) 実証視察会

#### b. 質問事項と対応方針 (3 / 4)

#### 凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

| 質問事項                                                                                                                                                                    | 回答内容                                                                                                                                                            | アクション                             |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| 内容                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                 | 内容                                | 期限          |
| (総務省 東海総合通信局 情報通信部 情報通信振興課)<br>能登の地震では海底隆起が起きた。リモコンボートを活用して安全面も考慮し、伝送には5Gを活用できる内容は、社会実装しやすいと思う。横展開し、人命財産の確保に努めていける状況になればと思う。引き続きお願いしたい。                                 | リモコンボートは浅所で安全に海底状況を把握することができる。通常の船では近づけない場所に、陸上からアクセスして操船することもできる。地震で隆起した海域にも有効な手法と考える。                                                                         | —                                 | —           |
| (国土交通省 港湾局 海洋・防災課 災害対策室)<br>リモコンボートは波高何m以上は使用不可などの利用上の制約はあるか。実装に向けての条件整理で重要となるため伺いたい。                                                                                   | 経験則ではあるが、波高は0.6m以下、潮の流れの速さ1ノット以下、風速は5～6m以下。ただし、地形的な条件にもよるため現地確認しながらになる。3.11後は警報注意報が長引き、海沿いでの作業はできなかった。リモコンボートは無人化といった点でのメリットがあり、がれきや流木があつて船が入れない場所にも即応できる手段となる。 | —                                 | —           |
| (国土交通省 中部地方整備局 清水港湾事務所)<br>耐震強化岸壁を含め、国で持つ施設の災害時の緊急点検を行う上で、いち早くあたりをつけるためにも、ドローンを使った点検は非常に有効と思う。災害時、いかに早くドローンを飛ばして見えるかが重要となる。災害が起きた時にどのぐらいの期間で機器をセットアップできるか。横展開には重要な点と思う。 | 実証において、ローカル5Gについては、機材を現地に持ち込んでから電波をふくまで30分未満を目標とし、実際に成果もでている。慣れたメンバーが実施しているところもあるため、地元の測量会社、災害協定会社が平常時から使って頂ければ、同じぐらいの時間で運用開始できると理解して頂ければと思う。                   | 清水港の実装において、県職員や地元測量企業等への導入運用研修を実施 | 2025年度～     |
| (静岡県 清水港管理局)<br>清水港の範囲を全部網羅しないと、ドローンを飛行させることができないため、手続き上のことがわかればと思う。                                                                                                    | (総務省 東海総合通信局)<br>可搬型ローカル5Gは一部実験試験局としての免許があるが、実験局では認められていないため個別案件になる。個別に相談をいただきたい。<br>(総務省 情報流通行政局)<br>有効性が認められれば、うまく免許制度とかに乗せていければよい。                           | 清水港の実装で有効性を確認し、免許制度の規制緩和に向けて働きかける | 2025～2026年度 |

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針 (4 / 4)

凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

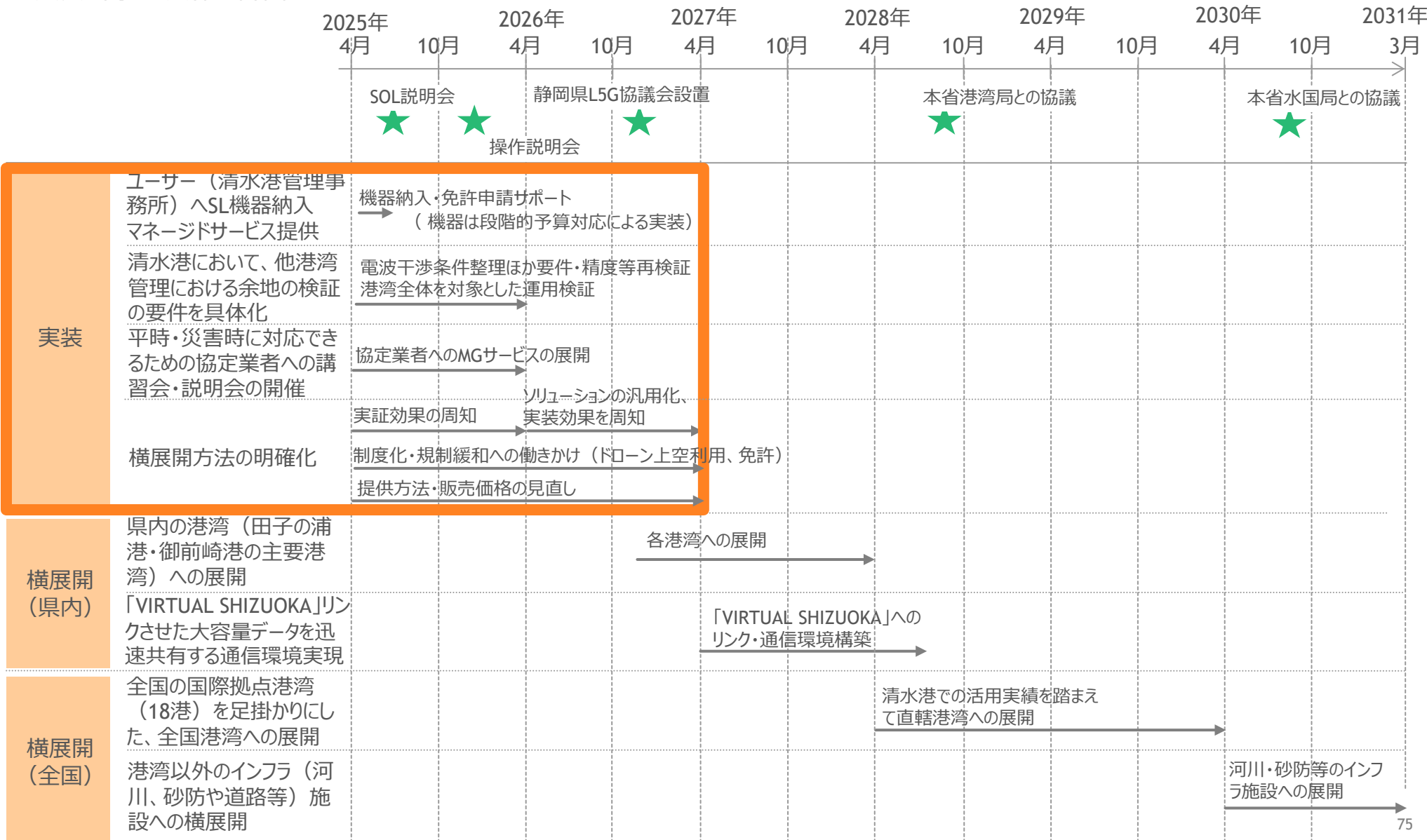
| 質問事項                                                                                                                    | 回答内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | アクション                                      |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------|
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 内容                                         | 期限          |
| (静岡県 清水港管理局) 伝送時間はどのぐらい通常に比べて改良されたのか。                                                                                   | 従来は、ドローンを地上におろし、SDカードを抜いてパソコンで見るのに2～3時間はかかっていた。ローカル5G環境を構築することで、ドローン映像はリアルタイムにみることができる。また、10分間で撮影したデータを使用し、30分程度で3次元地形データも作成可能となる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | —                                          | —           |
| (国土交通省 港湾局 技術企画課、海洋・防災課 災害対策室)<br>導入上の課題として、ローカル5Gについての情報不足、電波干渉の把握、運用・保守の体制構築、コスト面、免許取得に要する時間、データの伝送と情報セキュリティの関係などがある。 | コスト面について。ローカル5Gは可搬型にすることで、持ち運びやすくなっており、また立ち上げ時間を短縮したことで、運用面のコスト削減が図られると思う。サーマルカメラは生産量を増やすことで単価は下げられる。<br>情報セキュリティ、情報漏洩に関して。本実証で使ったドローンは、国内メーカーの国産のものを使用し、取得データの確認はローカル5Gの環境内で完結しているため、関係者以外へデータが流出しない形の対策をとっている。また、ローカル5Gは端末が認証されているものしか接続されないため、セキュリティは担保される。<br>運用の体制面について。昨日、地元業者に実証を視察頂き、意見を伺ったが、導入時の研修のプログラム、定期的なプログラムなどを充実させていくことで、社会実装へと加速するものと思っている。<br>(総務省 東海総合通信局)<br>免許取得に要する時間について。大規模災害時においては、「臨機の措置」として、正規の手続きは後日行うこととして、先に免許を付与する制度がある。 | 清水港での実証結果や実装による効果を周知(学会発表、セミナー開催等を通じた普及啓発) | 2024～2026年度 |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 清水港の実装で通信可能エリアを確認し、港湾での電波干渉が生じる条件を整理       | 2025年度      |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 清水港の実装において、県職員や地元測量企業等への導入運用研修を実施          | 2025年度～     |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 一括のほかにレンタルやリース提供も含めた販売価格の検討                | 2024～2025年度 |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 清水港の実装で有効性を確認し、免許制度の規制緩和に向けて働きかける          | 2025～2026年度 |

## VI 実装・横展開の計画

### ① 実装の計画

#### a. 実装に向けた具体的計画

実装の計画



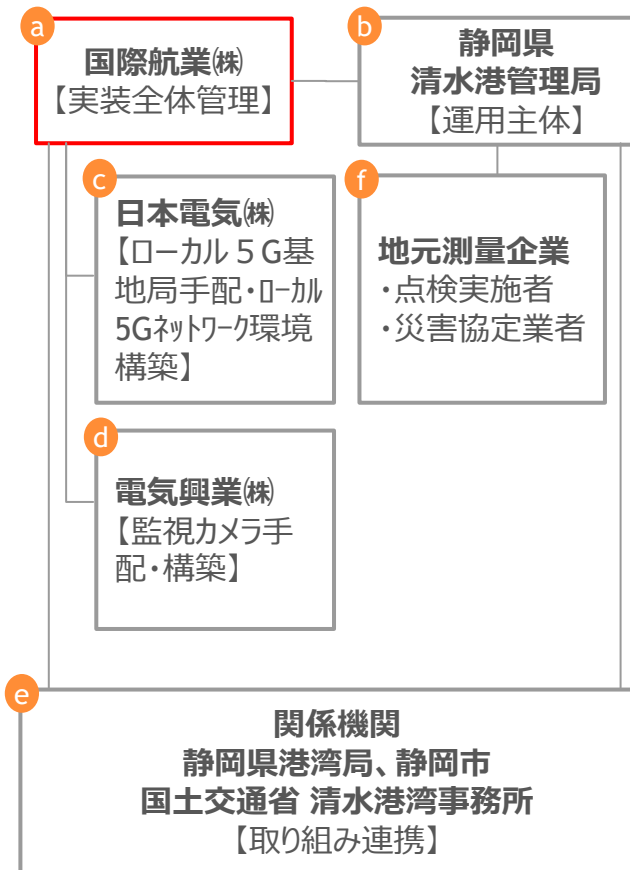
## VI 実装・横展開の計画

### 1 実装の計画

#### b. 実装の体制

□:実装の取組全体の責任団体

#### 実施体制図



| 団体名 | 役割        | リソース                                                  |
|-----|-----------|-------------------------------------------------------|
| 共通  | a 国際航業(株) | 本ソリューションの実装・横展開の全体管理、計測機器手配、保守・管理計測、データ解析等コンサルサービス 3名 |
|     | b 清水港管理局  | 実装場所の提供（港湾部）、運用主体、関係機関との連携主体 2名                       |
| 実装  | c 日本電気(株) | ローカル5G基地局手配<br>ローカル5Gネットワーク環境構築<br>ローカル5G基地局の保守・管理 2名 |
|     | d 電気興業(株) | 監視カメラ手配<br>監視カメラの保守・管理 2名                             |
|     | f 地元測量企業  | 運用時の支援 3名                                             |
| 横展開 | e 関係機関    | 横展開の運用主体、及び関係団体・企業との交渉（静岡県港湾局、静岡市、国土交通省 清水港湾事務所） 3名   |

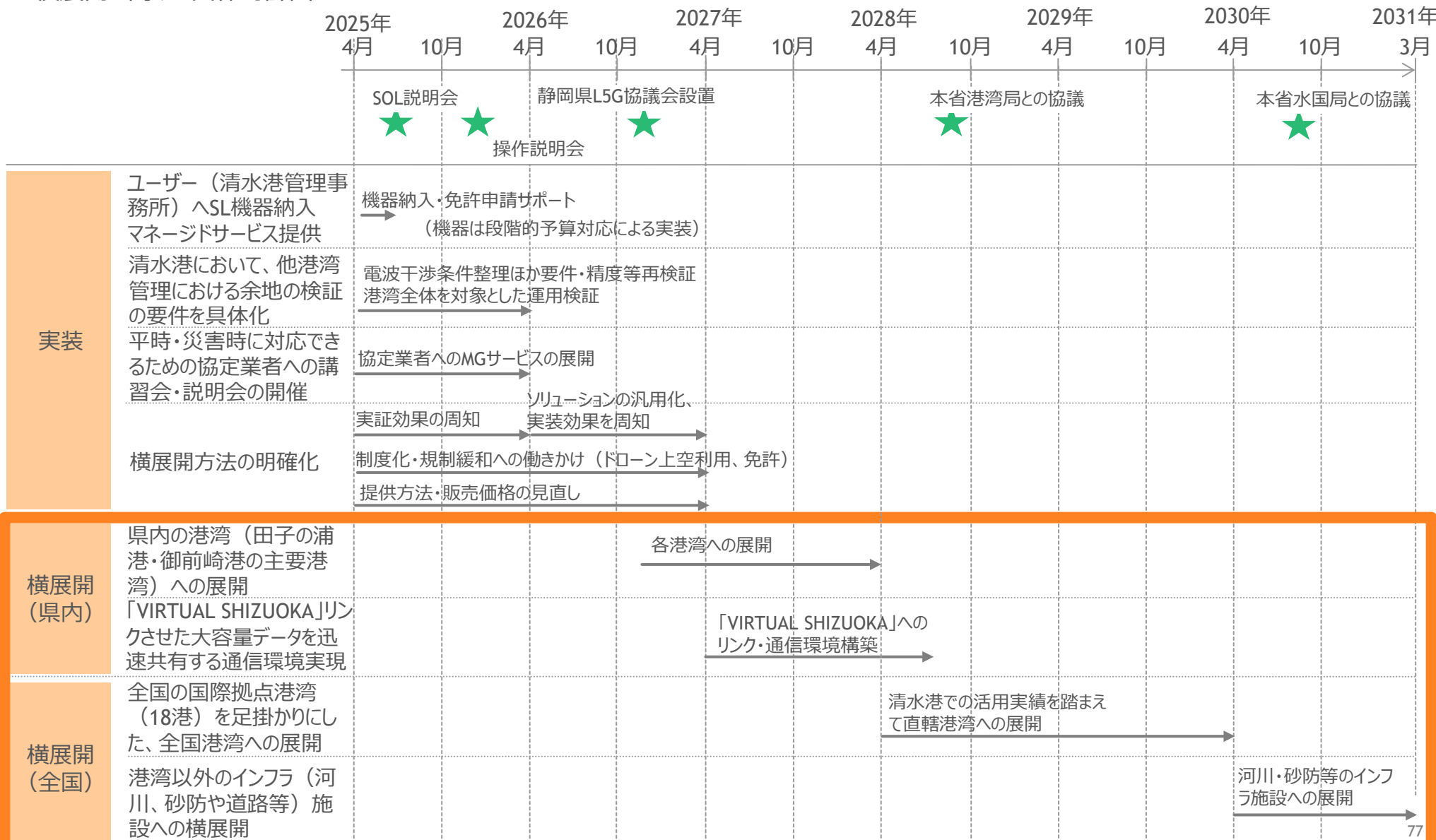
VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

a. 横展開に向けた具体的計画



横展開の計画



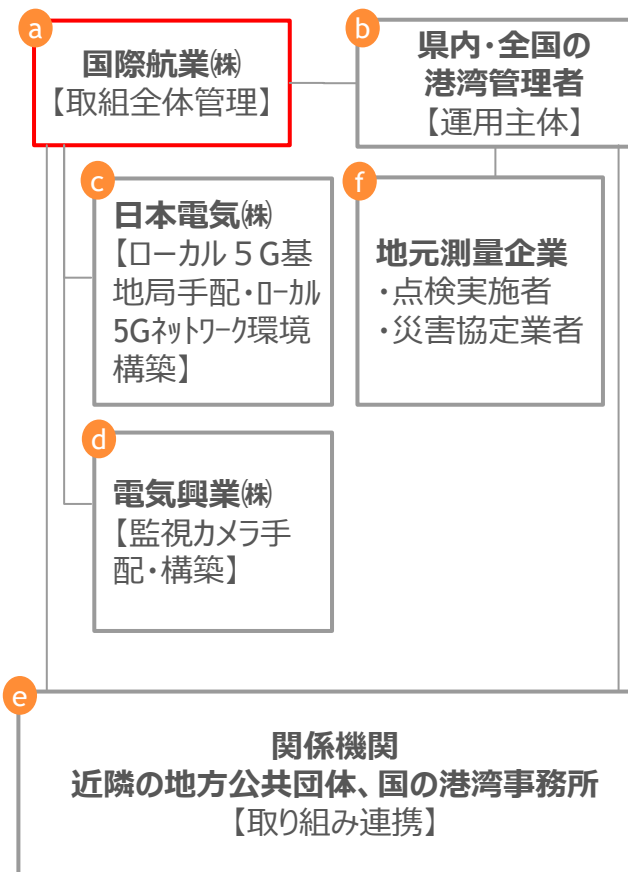
## VI 実装・横展開の計画

### 2 横展開の計画

#### b. 横展開の体制

□ : 横展開の取組全体の責任団体

#### 実施体制図



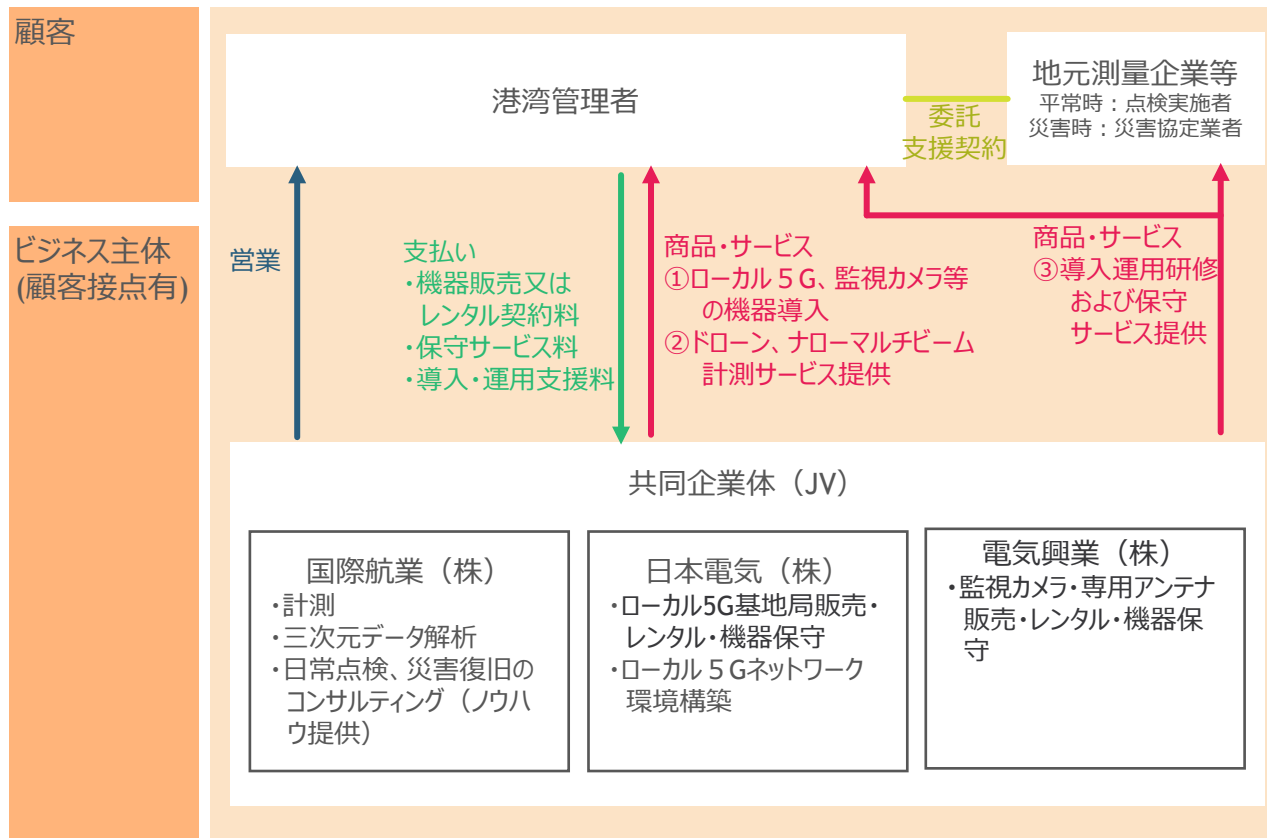
| 団体名 | 役割                                                                    | リソース |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|------|
| 共通  | a 国際航業（株）<br>本ソリューションの実装・横展開の全体管理、計測機器手配、保守・管理計測、データ解析等コンサルサービス       | 3名   |
|     | b 県内・全国の港湾管理者<br>実装場所の提供（港湾部）、運用主体、関係機関との連携主体                         | 2名   |
| 実装  | c 日本電気（株）<br>ローカル 5 G基地局手配<br>ローカル 5 Gネットワーク環境構築<br>ローカル 5 G基地局の保守・管理 | 2名   |
|     | d 電気興業（株）<br>監視カメラ手配<br>監視カメラの保守・管理                                   | 2名   |
|     | f 地元測量企業<br>運用時の支援                                                    | 3名   |
| 横展開 | e 関係機関<br>横展開の運用主体、及び関係団体・企業との交渉（近隣の地方公共団体、国の港湾事務所）                   | 3名   |

## ② 横展開の計画

### c. ビジネスモデル

- ← 商品・サービス
- ← 営業(顧客向け)
- ← お金
- ← その他(適宜記載)

ビジネスモデル図



ビジネスモデル図

|          |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 概要       |          | 共同企業体（JV）は、港湾管理者に、平常時点検及び災害時対応の効率化に向けた <b>必要な機器とサービスを提供</b> 。<br>また、港湾管理者及び段階的委託先となる地元測量企業等に <b>機器操作、運用のノウハウを定期教育研修等を通じて提供</b> 。                                                                                                                                                                                                                   |
| ポイント(工夫) | マネタイズモデル | <u>顧客視点</u> <ul style="list-style-type: none"><li>機器は販売のほか<b>レンタル提供で、試験的な導入や短期利用も可能</b>に</li><li><b>ドローン設備や監視カメラ設備は、パッケージ化せず利用者のニーズにあった選択が可能</b>に</li><li>海底地形データの<b>測量機器（ナローマルチビーム）は、地元測量企業等が現在使用するものをローカル 5 G 導入後も継続利用が可能</b></li></ul> <u>ビジネス主体視点</u> <ul style="list-style-type: none"><li>ビジネス主体は、運用段階ではアドバイザー契約と保守契約により、持続的に収益を獲得</li></ul> |
|          | ターゲット顧客  | <ul style="list-style-type: none"><li>全国の港湾管理者（国土交通省・都道府県）から災害対応や維持管理・点検業務の受注実績のある<b>国際航業営業網とリソースを活用した営業展開</b></li></ul>                                                                                                                                                                                                                           |
|          | その他      | <ul style="list-style-type: none"><li>地元測量企業等にも運用研修支援サービスを展開し、ノウハウを提供していくことで<b>実質的な運用を地産地消化し、迅速な災害対応を可能とする</b></li></ul>                                                                                                                                                                                                                           |

## VI 実装・横展開の計画

### ② 横展開の計画

#### d.投資の妥当性(顧客視点)

顧客

港湾管理者（清水港管理局を想定）

|    |       | 項目                                                 | 金額        | 数量        | 計(金額)          |
|----|-------|----------------------------------------------------|-----------|-----------|----------------|
| 効果 | 定量    | 点検費の削減                                             | 600万円/年   | 1年        | 600万円/年        |
|    | 定性    | 災害時の早期復旧                                           | 1.2億円/日   | 災害時1日間あたり | 1.2億円/年        |
|    |       | 高度化による損傷の早期発見による補修費等低減                             | 500万円/施設  | 1施設あたり    | 500万円          |
| 費用 | イニシャル | ローカル5Gパッケージ※<br>システム・デバイス<br>設備一式<br>※基地局,端末,アンテナ等 | 700万円/セット | 1セット      | 700万円/セット      |
|    |       | <b>オプション</b><br>監視カメラ設備一式                          | 250万円/台   | 1台        | 250万円/台        |
|    | ランニング | ドローン設備一式                                           | 500万円/台   | 1台/3港湾あたり | 170万円/台/1港湾あたり |
|    |       | (ローカル5G・監視カメラは、1年間のレンタル運用も可能だが、長期には不適)             |           |           |                |
|    |       | 機器保守料                                              |           |           |                |
|    |       | ローカル5G 1年目                                         | 12万円/年    | 1セット1年    | 12万円/年         |
|    |       | 2年目以降                                              | 48万円/年    |           |                |
|    |       | <b>オプション</b><br>監視カメラ 1年目                          | 4万円/年     | 1台1年      | 4万円/年          |
|    |       | 2年目以降                                              | 17万円/年    |           |                |
|    |       | ドローン 1年目                                           | 9万円/年     | 1台1年/3港湾  | 3万円/年/1港湾      |
|    |       | 2年目以降                                              | 34万円/年    |           |                |
|    |       | 運用支援研修費                                            | 150万/年    | 1年        | 150万/年         |

投資の妥当性  
(現時点見立て)

導入先  
(支払元)

適切な港湾施設維持管理のために毎年2200万円を投じており、人件費の占める割合が高い。本ソリューション導入によって、人件費が削減されつつ、変状が定量的に把握でき、早期補修に繋がられる効果は高い。毎年コスト削減に繋がるならば導入ニーズは高いが、イニシャル1000万円以上を単年度県単費のみで支払うのは困難。本補助事業を有効活用したい。コスト削減方法として、イニシャル削減のためのレンタル提供を検討したが、2年以上使用する場合、一括購入に比べて割引率は低く、長期運用には不適。リースの場合は、機器の所有者を港湾管理者（免許申請者）に移転が必要となる。ドローンは、100km圏内の事務所間（3港湾）で共同利用することで、イニシャル・ランニングの削減に繋がる。監視カメラとドローンは、標準装備ではなくニーズに合わせて選択もできる仕様であり自由度が高い。

妥当性を高めるための目標

目標

顧客（清水港管理局）の声を踏まえると、費用削減が必要であるが、普及展開前であり現状の生産ロットを考慮すれば、機器・設備の導入費用を即低減するのは難しい。次年度の補助事業の獲得に向けた準備を早期に進める。

アクション

機器・設備費の低減に向けては、横展開フェーズにおける導入数増加（生産ロット増加）による機器・設備の低減率を検討する。また、イニシャル削減方法となる、リースについて対応方法を継続検討する。次年度の補助事業獲得に向け、本実証で得られた成果を、導入先である清水港を所管する県庁本課に向けて港湾DXの実現に向けた基礎的取り組みとして紹介、持続的に予算化や事業支援を提案していく。また、今年度実証の課題解決に向けて、2期連続の実証事業の獲得に向けた準備を進める。

実装経費 計

1年目 1,289万円  
オプションも含む

## VI 実装・横展開の計画

### ② 横展開の計画

#### d. 投資の妥当性(ビジネス主体視点)

#### ビジネス主体

共同企業体（国際航業・日本電機・電機興業）

|        |       | 項目                                                 | 金額        | 数量   | 計(金額)              |
|--------|-------|----------------------------------------------------|-----------|------|--------------------|
| 効果     | 定量    | ローカル5Gパッケージ                                        | 700万円     | 1セット | 1,625万円/年<br>(1年目) |
|        |       | 監視カメラ設備一式                                          | 250万円     | 1セット |                    |
|        |       | ドローン設備一式                                           | 500万円     | 1セット |                    |
|        |       | 機器保守料                                              |           |      |                    |
|        |       | 1年目                                                | 25万円      | 1年   |                    |
|        |       | 2年目以降                                              | 100万円     |      |                    |
|        |       | 運用支援研修費                                            | 150万円     | 1年   |                    |
|        | 定性    | ・ローカル 5 G導入実績による関連製品の販促<br>・ローカル 5 G普及促進による企業価値の向上 |           |      |                    |
| 費用     | イニシャル | ローカル5Gパッケージ                                        | 490万円/セット | 1セット | 490万円/セット          |
|        |       | (基地局, 端末, アンテナ等) システム・デバイス設備一式                     |           |      |                    |
|        |       | 監視カメラ設備一式                                          | 175万円     | 1台   | 175万円              |
|        | ランニング | ドローン設備一式                                           | 350万円     | 1台   | 350万円              |
|        |       | 機器保守料一式                                            |           | 1年   | 18万円               |
|        |       | 1年目                                                | 18万円/年    |      |                    |
|        |       | 2年目以降                                              | 70万円/年    |      |                    |
|        |       | 運用支援研修費                                            | 105万円/年   | 1年   | 105万円              |
| 実装経費 計 |       |                                                    |           | 1年目  | 1,138万円            |

※各費用は粗利益率30%と算定した。

投資の妥当性  
(現時点見立て)

導入先  
(支払元)

機器・設備の導入費用をすぐに低減するのは難しいため導入数を増加させる取り組みを行う。数港湾では利益が出ないが、全国を見据えた段階的な実装により**導入箇所を増加させることで、運用も含めて利益が創出**できる。

妥当性を高めるための目標

目標

将来的に、全国100箇所以上の港湾への導入を目指していく。

アクション

・国際航業が実施する港湾点検業務、JV各社での学会発表や協会での技術発表・普及活動を通じて本実証で得られた効果を広く周知し、導入への間口を広げていく。また、試験実証を設けるなど、展開加速に向けて柔軟に取り組む。

・ローカル 5 G導入実績のアピールによる関連製品の販路拡大・販売促進を推進する。

### ③ 資金計画

|                |                | 2025年度  | 2026年度 |
|----------------|----------------|---------|--------|
| 費用             | イニシャル          | 1,015万円 | —      |
|                | ランニング          | 123万円   | 175万円  |
|                | 小計             | 1,138万円 | 175万円  |
| 資金<br>調達<br>方法 | 補助事業、<br>静岡県単費 | 1,138万円 | —      |
|                | 静岡県単費          | —       | 175万円  |

## VII 指摘事項に対する反映状況

### ① 実証過程での指摘事項に対する反映状況

#### 指摘事項

一港管理局で1,250万円のイニシャルコストを支払うことが難しい団体も多いことが想定される。既に検討いただいているリースでの提供に加えて、近隣の港湾での共同購入の形にする、イニシャルコスト分を低減しその分ランニングコストを高くする、などの工夫も含めマネタイズモデルを再度検討いただきたい

ソリューションが複合的なものになっており、実証の過程で本当に必要なものがどれかを取捨選択すると共に、パッケージ全体ではなくニーズに合わせてソリューションを選択できるような販売方法も検討いただきたい

導入元視点では最初からフルパッケージで導入を決断することは難しいため、まずはシンプルなソリューションから安価で提供しそこから拡大するなど、サービス導入にあたってのステップを詳細に検討いただきたい

実際の運用にあった、手順も含めて詰めていくための実証後の「トライアル実証」を行うケースもある。清水港管理局がこの実証に関わって頂けるかもあるので、3月までの短い時間だが運用上の課題をピックアップし、方向性を議論できると、実装に向けて清水港だけではなく他の港で使う場合にも参考になるだろう。

#### 反映状況

##### 内容

公共事業では財源支出の平準化が求められるため、レンタルでの提供を検討し、イニシャルコストを低減させるマネタイズモデルを再考する。  
また、近隣港湾との共同購入は、利用頻度の制約が生じ、機材管理の保守が複雑化しメンテナンスが遅れる可能性はあるが、100km圏内の事務所間での折半購入も想定して検討する。

複合的なソリューションを提案しているが、海底地形データを取得するマルチビームのソリューションに関してはデータ取得は従来方法のままとし、データ伝送についてローカル 5 Gを活用するソリューションとしている。  
ドローン設備や監視カメラ設備については、パッケージ化せずに利用者のニーズにあった選択ができる、シンプルな販売も可能としている。

ドローン設備や監視カメラ設備については、オプションとして、パッケージ化せずに利用者のニーズにあった選択ができる販売仕様としている。  
併せて、イニシャル、ランニングコストを抑えて、必要な期間だけ利用できる、レンタルでの提供を検討する。

平常時の利用も含めて、コンソーシアムあるいは災害協定の業者、地元測量企業、点検を行う企業と体制を構築した上での実装が重要となるため、運用上の課題の整理及び対応時期を検討する。

##### 反映 ページ

84,85

84,85

84,85

74

## VII 指摘事項に対する反映状況

### ② 書面審査での指摘事項に対する反映状況

#### 指摘事項

#### 反映状況

#### 内容

#### 反映 ページ

ドローンを用いた評価・点検方法は実証されたか。

ドローンを用いた評価・点検方法は実証できた。ドローン撮影画像を用いたAIひび割れ抽出解析技術を活用し工数を減らすことが可能と考える。

—

横展開の観点で港内での通信作業はあると考えるが平時運用の横展開は考えているか。

通信需要は清水港のコンテナヤードで実証されている。範囲や指向性でお客様の実装にいたらなかったと考えている。すでにローカル 5 Gが導入されているのは港の一部エリアである。

—

多数のデータ伝送を実証しているが、課題と得られた知見をご教示願う。

ドローンは500～600mの距離で伝送できる。三次元地形データなどを海上や陸上から伝送できることが確認されている。サーマルカメラを使用し、夜間でも船舶を検知できることが実証された。

—

今回次年度の導入に至らなかったとのことだが、分析はこれからか。

次年度事業に関して導入に至らなかった理由や課題について、静岡県 清水港 管理局へヒアリングを行った結果、「港湾全体の被災概要を、少人数体制のオペレーションで把握し、第一報を関係機関へ報告・共有すること」を要望として受けた。本年度は港湾施設の一部について実証を行ったが、港湾全体の被災状況を限られた人数で迅速に把握するには、基地局の複数設置、固定型基地局・可搬型基地局併用による運用エリアの検討・検証、省人化の検討などが必要になるため、ローカル 5 Gのメリットを活かせる運用方法を継続して検証していく。

74,80,82