

# 港湾における防災・減災対策と災害対応

令和4年6月23日

国土交通省 港湾局  
海岸・防災課 災害対策室  
大橋 正弥

1. 港湾における防災対策の変遷
2. 令和3年度の災害対応
  - (1) 令和3年8月13日 福徳岡ノ場(海底火山)の噴火に伴う軽石対応
  - (2) 令和4年3月16日福島県沖を震源とする地震
3. 海・船の視点から見た港湾強靱化の検討
4. 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

# 1. 港湾における防災対策の変遷

---

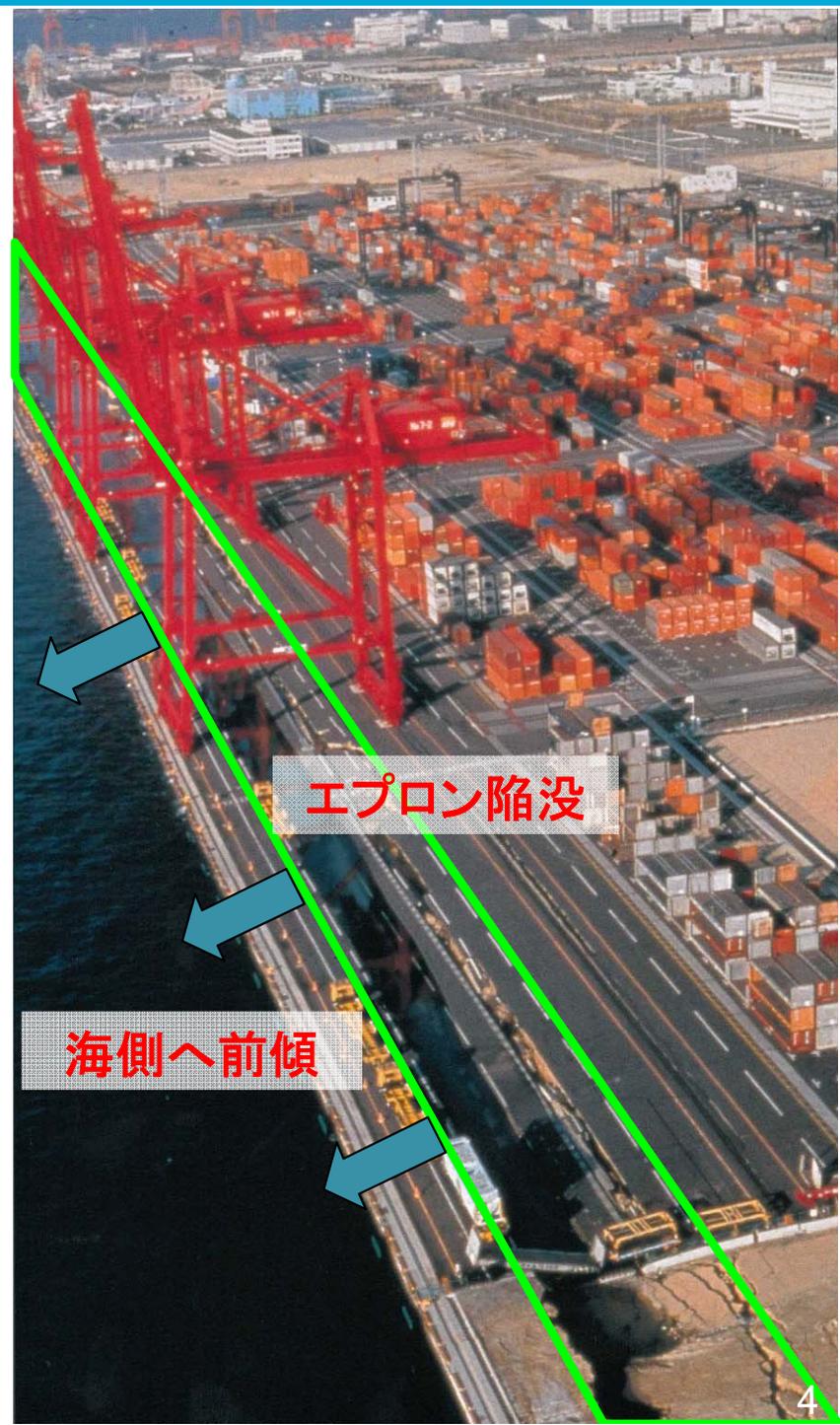
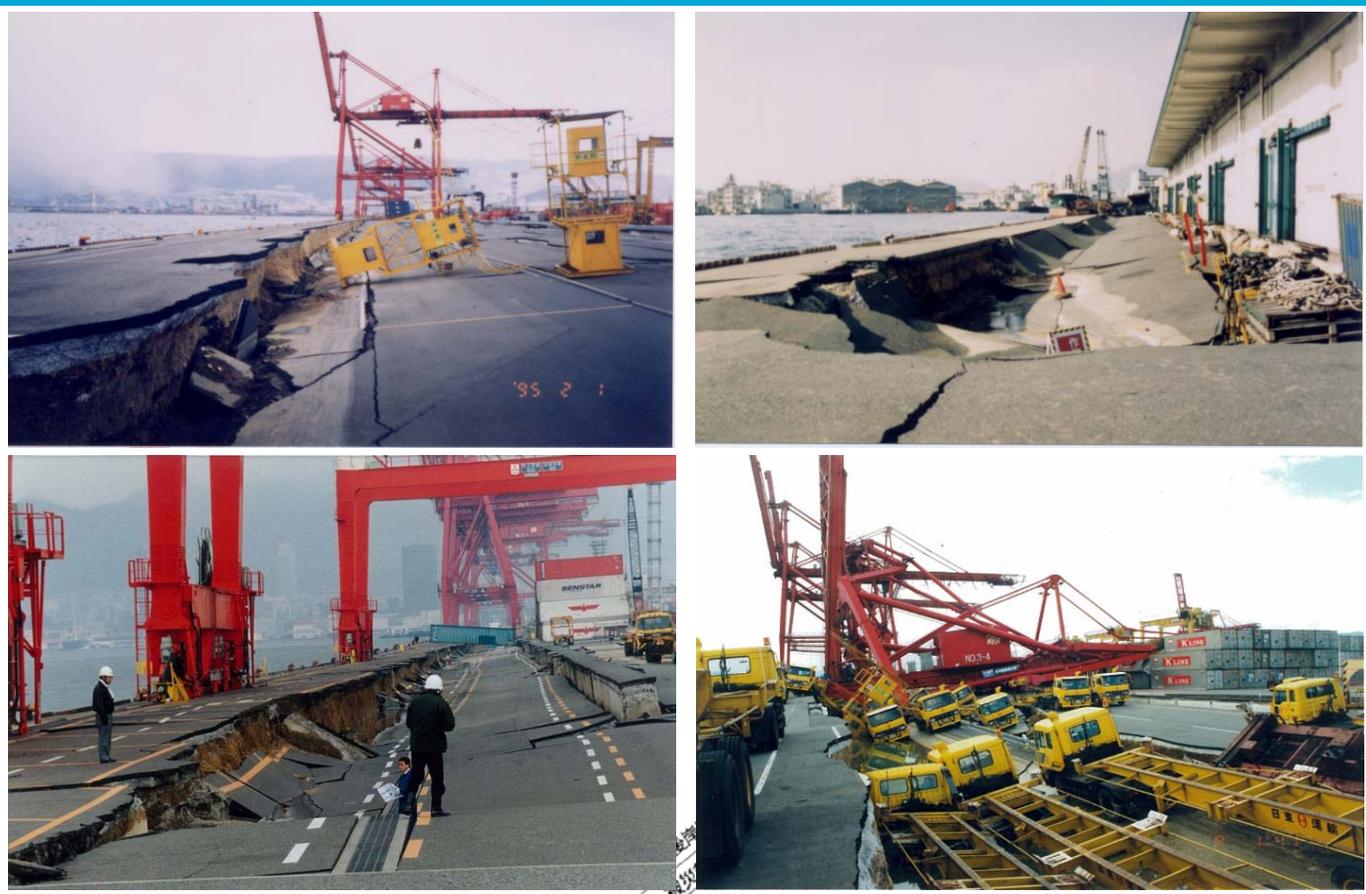
# 港湾に関する防災施策の変遷

○阪神・淡路大震災、東日本大震災、熊本地震等の災害を踏まえ、防災施策は常に進化。  
 ○今後起こり得る災害に対しても、課題に対応する施策を講じるとともに、平時から訓練等を通じて災害対応力の向上が必要。

	課題	防災施策
平成7年1月17日 <b>阪神・淡路大震災</b> 直下型(港湾直下)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・岸壁の前傾</li> <li>・陸路による緊急物資輸送等の途絶</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○災害発生後も物流機能を維持する                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・耐震強化岸壁の整備</li> <li>・臨海部防災拠点の形成</li> </ul> </li> </ul>
平成23年3月11日 <b>東日本大震災</b> プレート境界型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急物資・燃料等の不足</li> <li>・防波堤の倒壊</li> <li>・航路・道路の閉塞</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○津波から人命・財産を守る                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・広域的なりだんだんシーの確保</li> <li>・防波堤の粘り強い化</li> </ul> </li> <li>○緊急物資・部隊の輸送ルートを確認する                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急確保航路の指定</li> </ul> </li> </ul>
平成28年4月14、16日 <b>平成28年熊本地震</b> 直下型(内陸部)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・港湾利用の輻輳</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○円滑にプッシュ型の支援※を行う                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・岸壁の利用調整</li> <li>・船舶による支援(給水、入浴支援等)</li> </ul> </li> </ul>

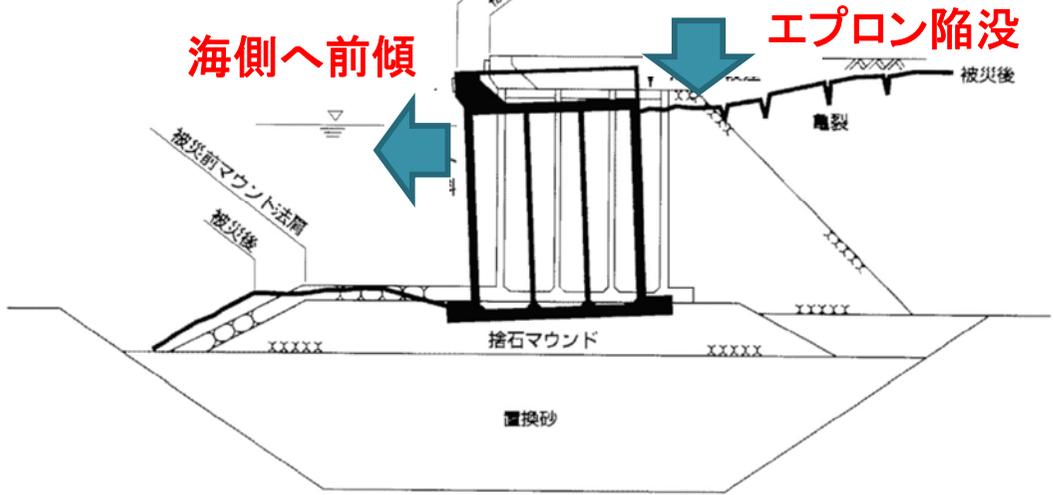
※ プッシュ型支援: 発災当初は、被災地方自治体において正確な情報把握に時間を要すること、民間供給能力が低下すること等から、被災地方自治体のみでは、必要な物資量を迅速に調達することは困難と想定されます。このため、国が被災府県からの具体的な要請を待たないで、避難所避難者への支援を中心に必要不可欠と見込まれる物資を調達し、被災地に物資を緊急輸送しており、これをプッシュ型支援と呼んでいます。(出典: 内閣府HP 防災情報のページ [http://www.bousai.go.jp/jishin/kumamoto/kumamoto\\_shien.html](http://www.bousai.go.jp/jishin/kumamoto/kumamoto_shien.html))

# 港湾施設の被災のメカニズム



エプロン陥没

海側へ前傾

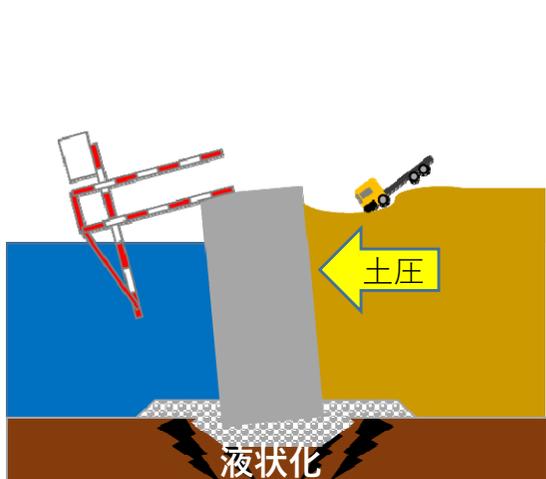


ケーソン式岸壁の被災変形例

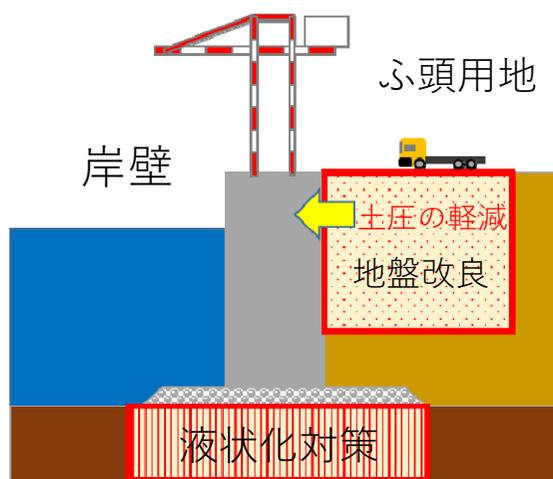
# 耐震強化岸壁の整備状況

- 地震発生後、緊急物資輸送や経済活動確保のため、耐震強化岸壁の整備を計画。
- 全国の重要港湾以上の港湾で390バースで耐震強化岸壁を計画。現在93港、209バースで確保。

## 一般岸壁(L1地震動対応)



## 耐震強化岸壁(L2地震動対応)

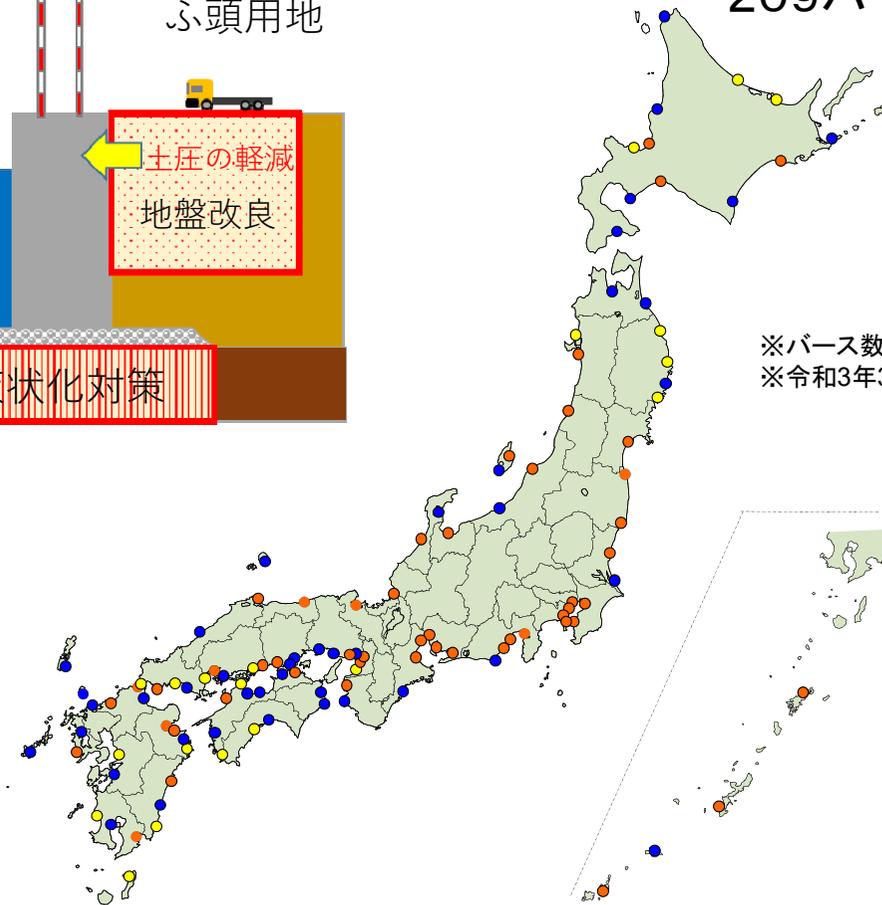


93港／113港(82%)

209バース／390バース(54%)

- : 計画されたバースが整備済みの港湾(43港)
- : 整備済のバース数が計画を充足していない港湾(50港)
- : 計画はあるが、1バースも整備されていない港湾(20港)

※バース数は緊急物資輸送用と幹線貨物輸送用の合計  
※令和3年3月時点

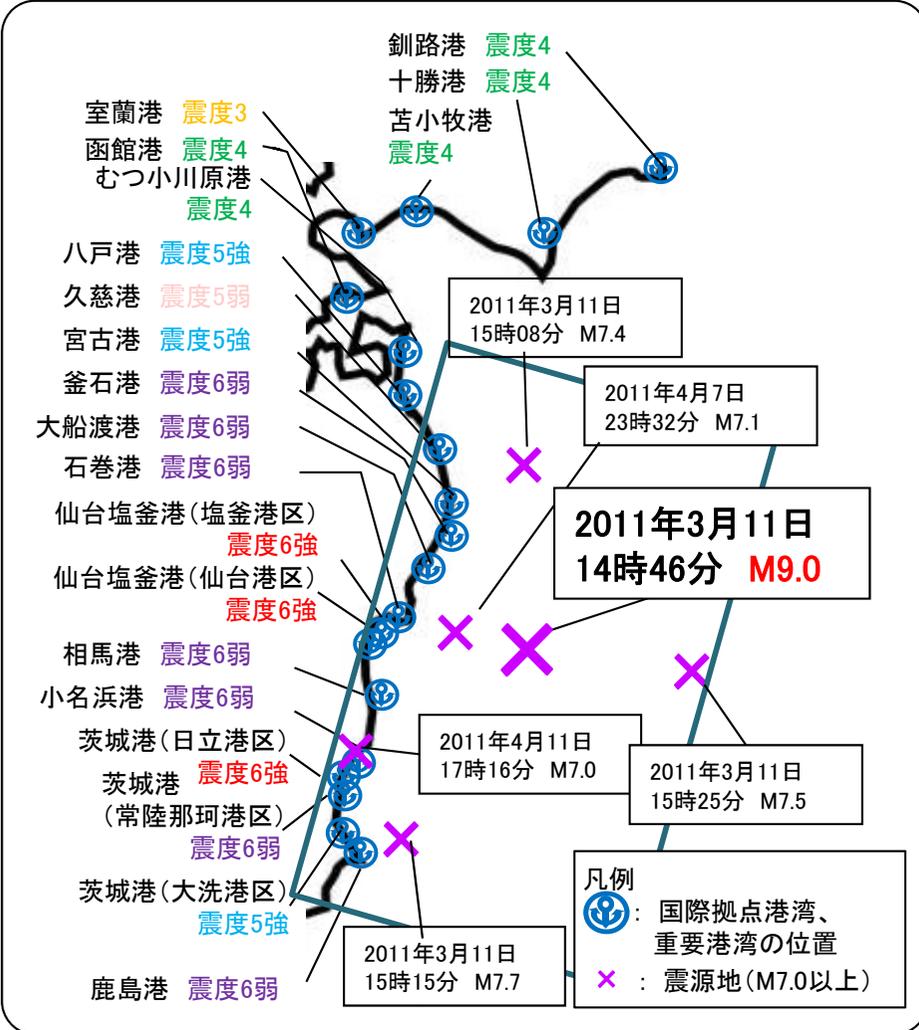


耐震強化岸壁での緊急物資輸送訓練  
〈関東 川崎港東扇島〉

# 東日本大震災の概要

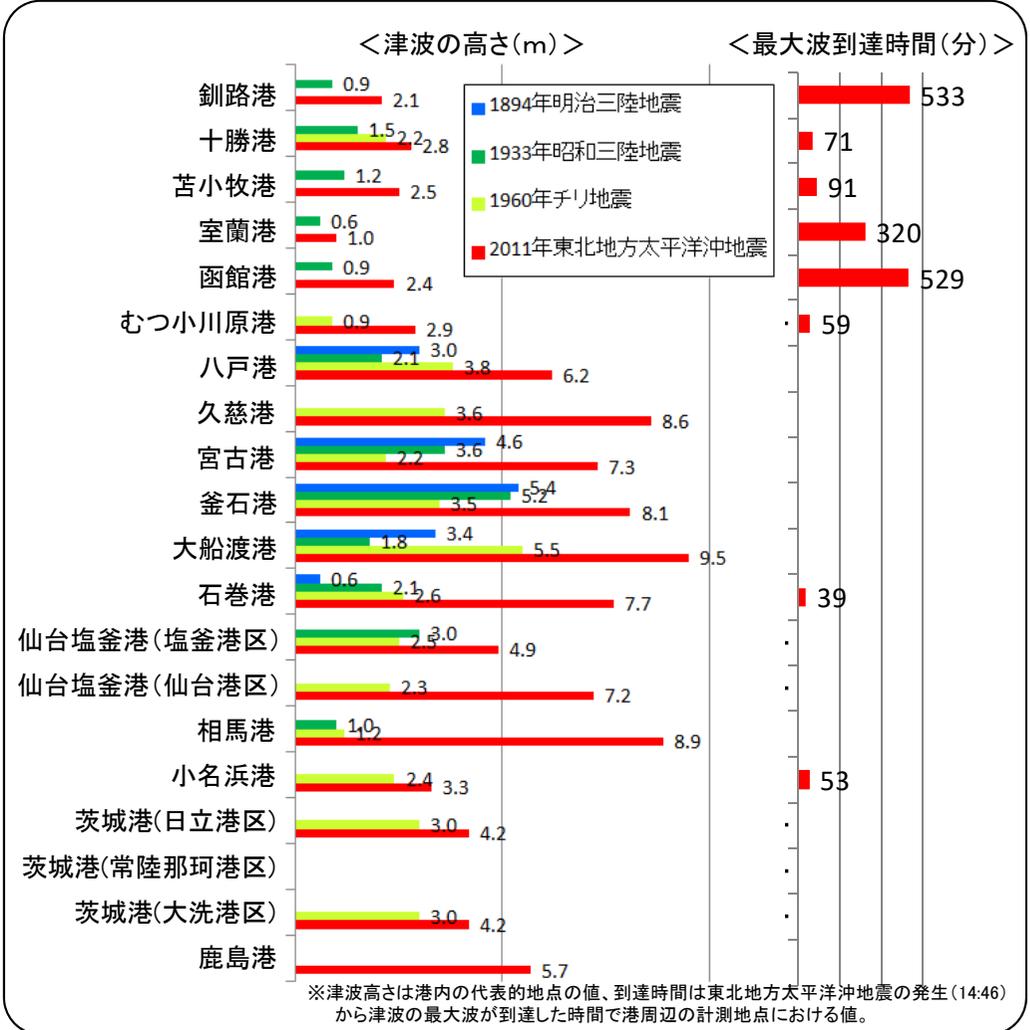
○津波高さが防波堤や防潮堤等の設計外力を大きく上回り、背後地や施設に甚大な被害を与えた。  
 ○避難計画等を定める地域防災計画における想定も上回り、多くの人命が失われた。

## 震源地、マグニチュード、震度分布



気象庁公表資料より国土交通省港湾局作成

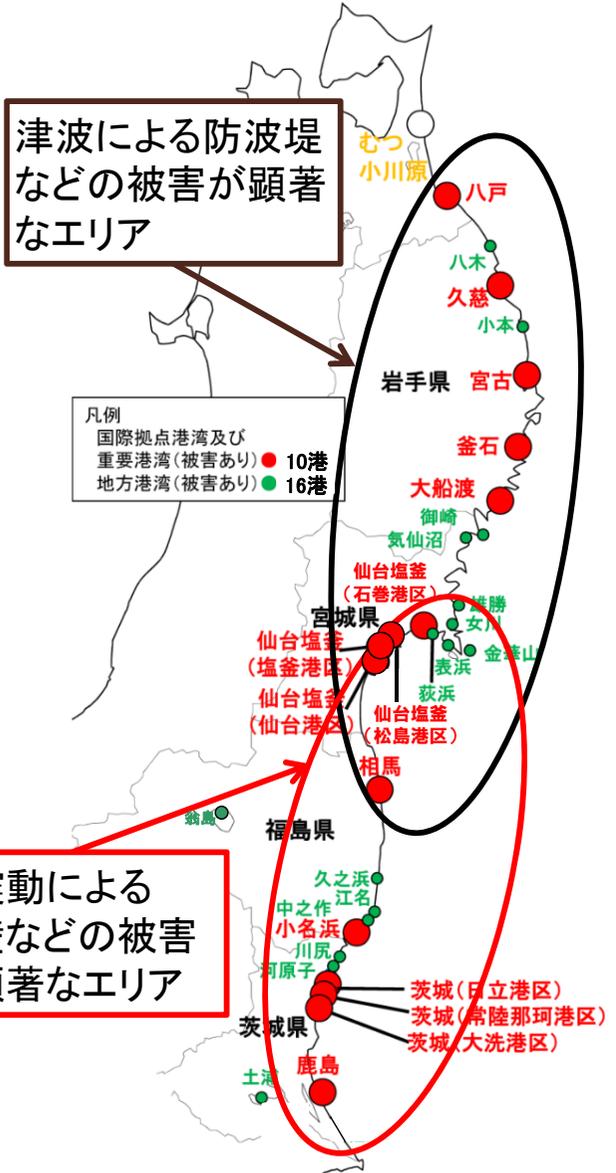
## 津波の高さ及び到達時間\*



津波の高さは気象庁の公表資料、海岸工学委員会の調査結果および日本津波被害総覧(1985)より国土交通省港湾局作成。津波到達時間は気象庁及び港湾局の観測による。

# 東日本大震災による港湾の被災状況①

- 港湾においては、青森県から茨城県の26港が被災。
- 地震・津波による港湾関連公共土木施設の被害報告額は約4,138億円。



【八戸港】  
 ・防波堤転倒・水没  
 ・航路埋没  
 ・護岸ケーソン倒壊



【久慈港】  
 ・波除堤上部コンクリート全壊  
 ・臨港道路損傷  
 ・護岸倒壊



【宮古港】  
 ・港内浮遊物(丸太・養殖関連)  
 ・岸壁エプロン空洞化・沈下  
 ・防波堤水没・損壊



【釜石港】  
 ・湾口防波堤傾斜・水没  
 ・岸壁はらみ出し  
 ・臨港道路表層アスファルトめくれ



【大船渡港】  
 ・湾口防波堤倒壊  
 ・岸壁荷捌き地沈下  
 ・岸壁上部コンクリート隆起



【仙台塩釜港石巻港区】  
 ・穀物岸壁(民有)倒壊  
 ・岸壁エプロン沈下  
 ・臨港道路法肩部崩壊・流出



【仙台塩釜港塩釜港区】  
 ・岸壁エプロン陥没  
 ・岸壁はらみ出し・エプロン沈下  
 ・港内浮遊物(自動車・養殖関連)



【仙台塩釜港仙台港区】  
 ・コンテナターミナルコンテナ散乱  
 ・岸壁エプロン沈下  
 ・港内浮遊物(コンテナ・自動車)



【相馬港】  
 ・防波堤傾斜・水没  
 ・岸壁倒壊(部分的)・陥没  
 ・多目的クレーン海中転落



【小名浜港】  
 ・石炭岸壁エプロン沈下・陥没  
 ・護岸エプロン沈下・はらみ出し  
 ・ガントリークレーン損壊



【茨城港日立港区】  
 ・岸壁背後ヤードの陥没  
 ・岸壁の流出  
 ・岸壁エプロンの陥没 等



【茨城港常陸那珂港区】  
 ・臨港道路の液状化  
 ・ガントリークレーンレールのずれ及び曲がり 等



【茨城港大洗港区】  
 ・岸壁背後ヤードの剥離  
 ・岸壁背後の段差  
 ・岸壁本体のずれ 等



【鹿島港】  
 ・航路障害物(コンテナ)  
 ・岸壁エプロンの段差  
 ・岸壁エプロンの陥没 等



# 東日本大震災による港湾の被災状況②

○津波による被害は、東北地方から北関東に至る太平洋沿岸の広範囲で甚大であり、第一線防波堤の全壊や半壊、防潮堤の倒壊、ガレキ・コンテナ等の漂流、荷役機械の損傷等がみられた。

【津波襲来時の状況(釜石港事務所より撮影)】



## 防潮堤の被災

○大船渡港 茶屋前地区 防潮堤



## 荷役機械の被災

○仙台塩釜港(仙台港区)



○小名浜港



## 第一線防波堤の被災

○釜石港 湾口防波堤



○八戸港 北防波堤

## 漂流物による被災

○釜石港



○仙台塩釜港(仙台港区)



## 液状化による被災

○茨城港(日立港区)



# コンテナターミナルの被災(仙台塩釜港)

震災前  
平成23年2月20日撮影

高砂1号岸壁(水深12m)延長270m

高砂2号岸壁(水深14m)延長330m



仙台湾のコンテナ漂流状況

平成23年3月12日海上保安部撮影



ストラドルキャリアの転倒、損壊状況



震災後  
平成23年3月13日撮影



○ガントリークレーン4基は全て使用不能となった  
○ストラドルキャリア11機も損傷(一部流出)を受けた

○コンテナが散乱すると共に4,400個中1,800個が流出した  
○海中から335個、海岸から154個を回収済みである

ガントリークレーン3号機付近の損壊状況



# 航路啓開作業(仙台塩釜港(仙台港区))

## ■仙台塩釜港(仙台港区)の航路啓開



## ■測量による障害物分布状況 531地点



- 平成23年3月14日 海底状況の確認調査開始
- 平成23年3月15日 航路啓開作業に着手、高松埠頭岸壁前面の音速深浅測量実施、ナローマルチビームによる海域地形測量実施
- 平成23年3月17日 高松埠頭(-12m)1バースが利用可能となり、九州地方整備局の海翔丸が入港し、支援物資及び資機材を搬出。
- 平成23年3月18日 高松埠頭(-12m)1バースが一般開放、引き続き航路啓開作業及び海域地形測量 実施
- 平成24年1月10日 公共岸壁(-4.5m以上)22バース中21バースが開放(一部暫定)
- 平成24年1月22日 外貿定期コンテナ航路である北米航路(日本郵船)が再開

障害物の撤去状況 (5月21日 作業終了)  
 531点  
 (揚収物の内訳)  
 コンテナ 335個、自動車 26 個、その他 74 個

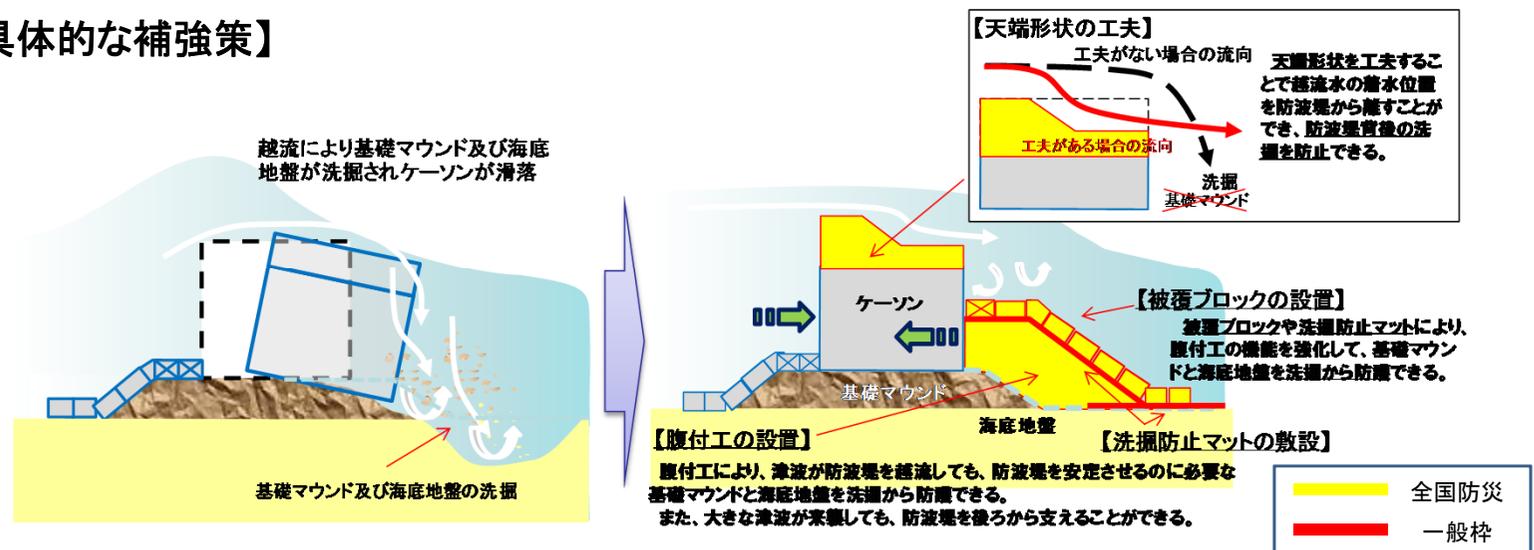
## ■障害物の引き揚げ作業



# 粘り強い構造の防波堤の整備

○港湾の骨格を形成し、港湾全体の静穏度を確保するとともに、津波等に対する減災効果を有する施設である防波堤は、被災した場合には復旧に長期間を要することから、港湾機能の停滞が懸念される。このため、施設の効果粘り強く発揮できる補強対策を講じる。

## 【具体的な補強策】

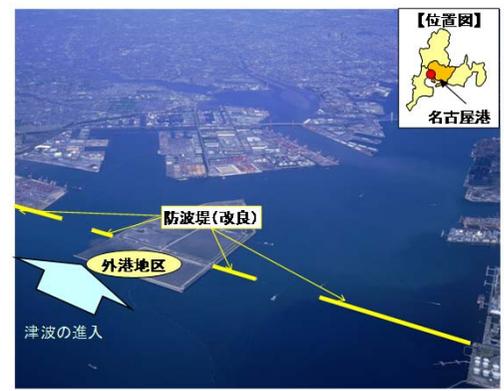


## 【南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域の指定】

- 指定基準の概要**
- 津波により30cm以上の浸水が地震発生から30分以内に生じる地域
  - 特別強化地域の候補市町村に挟まれた沿岸市町村
  - 同一府県内の津波避難対策の一体性の確保
- ※浸水深、浸水面積等の地域の実情を踏まえ、津波避難の困難性を考慮

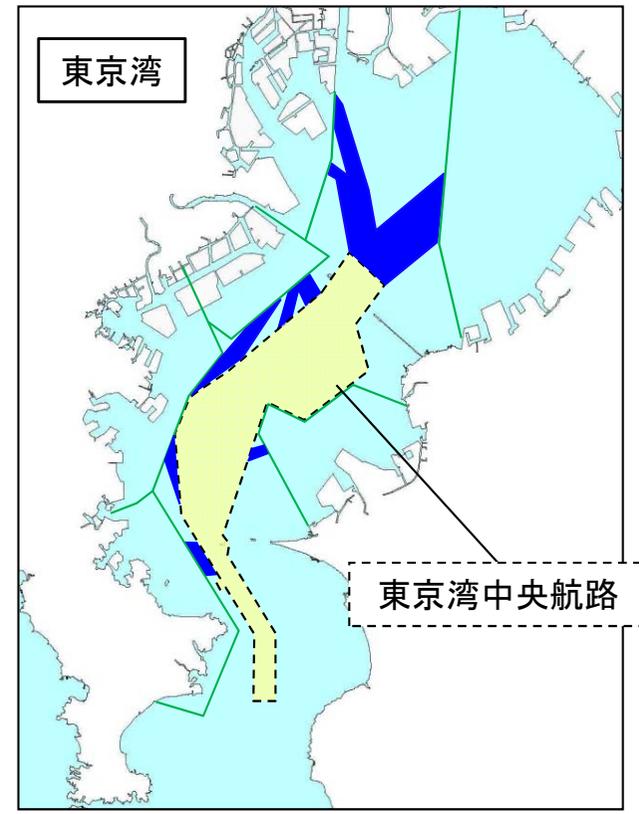
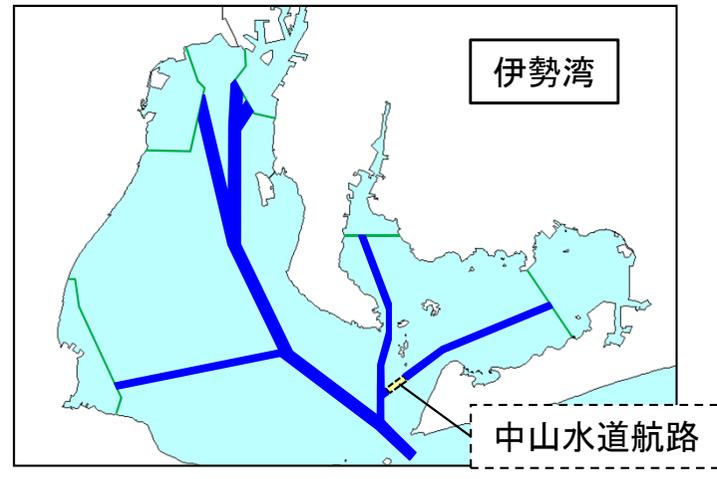
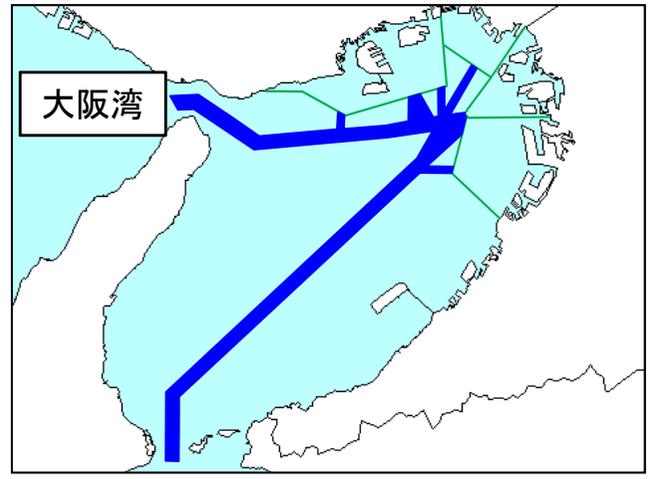


南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域等、想定される被害が甚大であり、対策の必要性、緊急性が高い地域において、防波堤の粘り強い化を推進



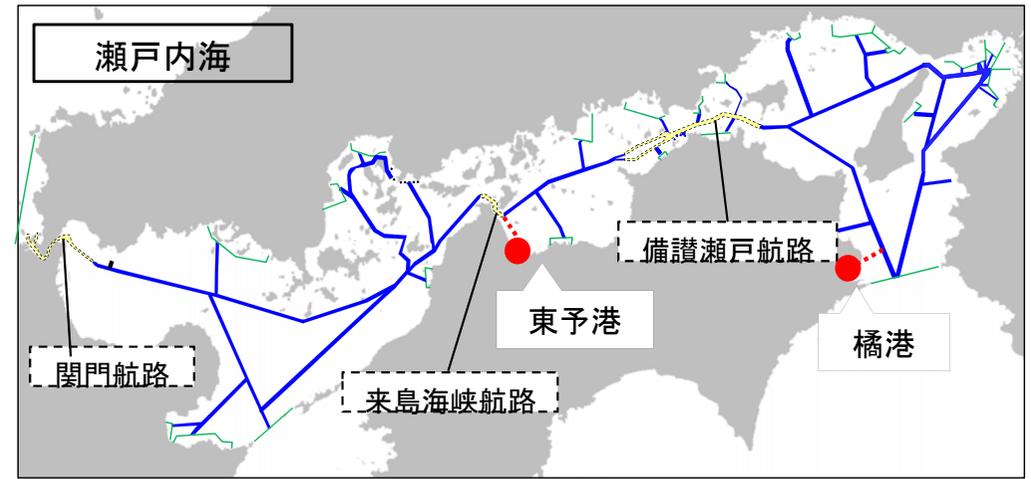
# 緊急確保航路の概要

- 東日本大震災で発生した津波により港内外に大量の貨物が流出し、航路を塞いだことで、緊急物資船をはじめとする船舶の航行が困難となった。
- この教訓を踏まえ、平成25年港湾法を改正し、非常災害時に国が啓開作業を迅速に行い、港湾機能の維持に資するよう港湾に至る船舶の交通を確保するため、一般水域のうち災害が発生した際に障害物により船舶の交通が困難となる恐れのある三大湾について、緊急確保航路を指定。更に、平成28年6月21日に瀬戸内海について緊急確保航路を追加指定。
- 令和元年5月に東予港・橘港が「南海トラフ地震における具体的な応急対策活動に関する計画」における海上輸送拠点に位置づけられたことを受け、同港に接続する海域を緊急確保航路の区域に追加指定(令和2年8月12日施行)。



**凡例**

- 緊急確保航路 (Blue solid line)
- 開発保全航路 (Yellow dashed line)
- 港湾区域 (Green outline)
- 新たに指定する緊急確保航路 (Red dashed line)



- ◆ 東日本大震災時には、被災した太平洋側港湾に代わり、日本海側港湾を活用した支援物資等の受け入れがなされた。
- ◆ 切迫する東南海地震・南海地震などの地震・津波に備え、災害時の港湾間の相互協力協定の締結等を通じた、四国を含む西日本地域においても、災害に強い物流ネットワークの構築が必要。

## 新潟港

・韓国からの緊急支援物資として支援物資(水、食料)を新潟港で受け入れ。



## 秋田港

・内航フェリー(チャーター便、定期便)を活用し、自衛隊のジープや消防庁の消防車・救急車等、関係機関の被災地向けの人員・車輛、救援物資を輸送。



## 敦賀港

・既存のRORO船航路を活用し、韓国からの緊急支援物資として支援物資(毛布、カップ麺)を敦賀港で受け入れ。



## ○災害時の港湾間の相互協力協定の例

### 【伏木富山港—名古屋港】

(平成23年7月基本合意)

- ・東日本大震災を踏まえ、港湾間の災害時の協力体制を構築。
- ・災害時の港湾施設の相互利用、利用可能岸壁や航路について情報共有し、緊急支援物資の速やかな輸送等を実現し、地域経済への影響を軽減。



出典:国土交通省港湾局作成

## 訓練の背景・目的

東日本大震災において、日本海側の港湾が太平洋側のバックアップ機能を果たしたことを踏まえ、太平洋側で大規模災害が発生した際に我が国の物流機能の維持に対応するため、北陸地域の港湾が果たすべき役割や方策を検討することを目的として、平成24年12月、北陸地域国際物流戦略チームに「広域バックアップ専門部会」を設置した。

同専門部会の活動の一環として、代替輸送に関する関係者の理解を深めるため、太平洋側大規模災害の発生を想定した代替輸送訓練(図上訓練)を首都圏及び中京圏で実施している。平成25年度から開催しており、今回の訓練は9年目となる。昨年度に引き続き、新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、またポストコロナ時代を見据えてオンライン形式による訓練を実施した。

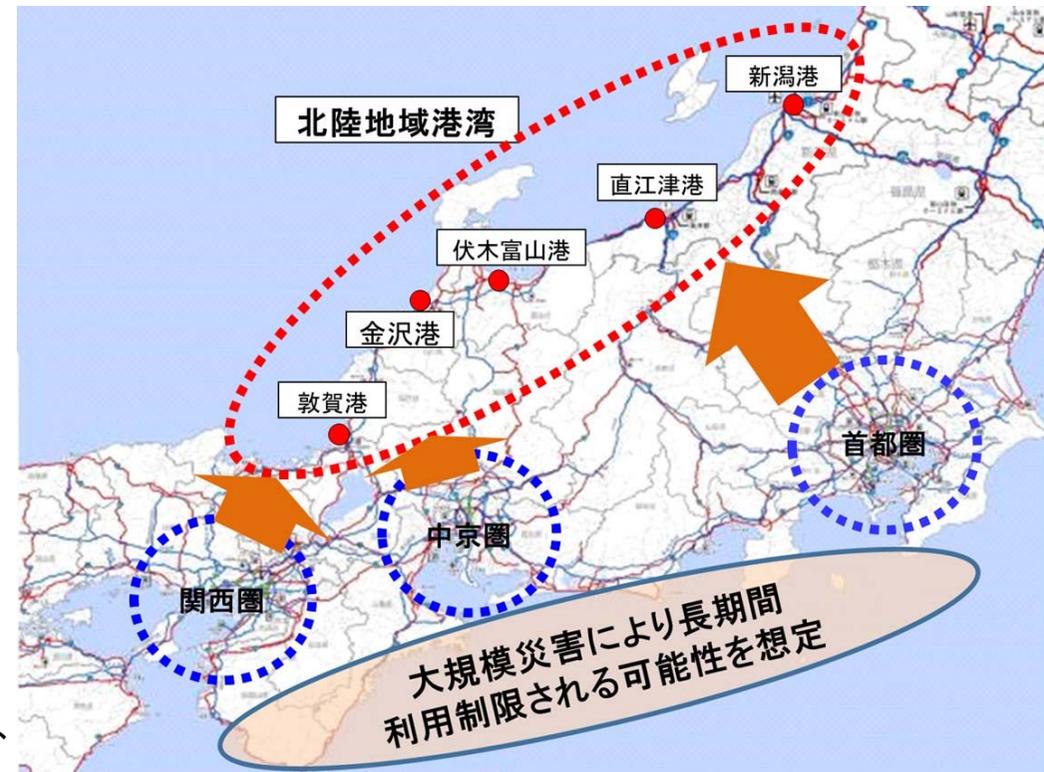
## ●訓練概要

### (首都直下地震)

- ◆開催日時: 令和3年11月24日(水) 13:30~17:00
- ◆会場: オンライン (Zoomによる参加)
- ◆参加者: 約90名、約60社・団体  
 ※首都圏の民間企業(製造業(自動車、電気機械、食品、化学など)、ロジスティック関係等、北陸地域の港湾関係者)
- ◆主催: 北陸地方整備局、北陸信越運輸局  
 共催: 内閣府、新潟県、富山県、石川県、福井県  
 後援: 埼玉県、東京商工会議所、(一社)埼玉県経営者協会、(公財)埼玉県産業振興公社、(一財)危機管理教育&演習センター、NPO法人 事業継続推進機構

### (南海トラフ巨大地震)

- ◆開催日時: 令和3年11月25日(木) 13:30~17:00
- ◆会場: オンライン (Teamsによる参加)
- ◆参加者: 約80名、約50社・団体  
 ※中京圏・関西圏の民間企業(製造業(自動車、電気機械、電子部品など)、ロジスティック関係等、北陸地域の港湾関係者)
- ◆主催: 北陸地方整備局、北陸信越運輸局  
 共催: 内閣府、新潟県、富山県、石川県、福井県  
 後援: 京都府、名古屋商工会議所、岐阜商工会議所、(一財)危機管理教育&演習センター、NPO法人 事業継続推進機構



# 臨海部防災拠点マニュアルの策定

○大規模自然災害が発生した際に、港湾が被災地への支援拠点としての役割を果たすための、耐震強化岸壁や背後のオープンスペースの整備及び管理の基本的な考え方をとりまとめたもの。阪神淡路大震災を教訓に平成9年3月策定。

○近年の防災政策の変化や東日本大震災の教訓をふまえ、平成28年3月に改訂。

## 「臨海部防災拠点」のイメージ



H23 東日本大震災(苫小牧港)  
人員、車両等の大量輸送



緊急物資輸送に対応した耐震強化岸壁と防災拠点



H12 三宅島噴火(三池港)  
船舶による避難



H19 中越沖地震(柏崎港)  
支援部隊の拠点



H28 熊本地震(熊本港)  
船舶による給水支援



H19 中越沖地震(柏崎港)  
支援物資の保管



H28 熊本地震(大分港)



支援物資の輸送



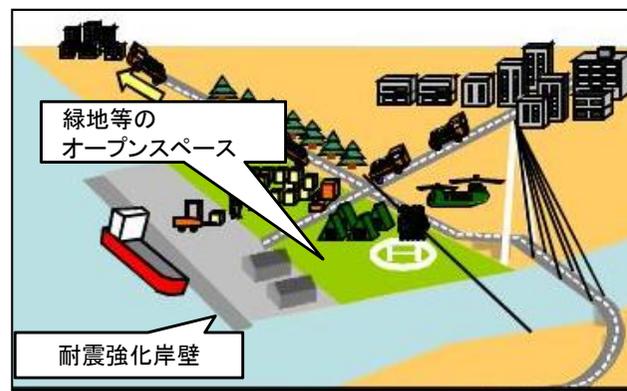
H23 東日本大震災(川崎港)  
ヘリの離発着拠点

# 港湾を核とする臨海部防災拠点の形成

## 臨海部における防災拠点の形成の推進

- 地域防災計画に基づき、港湾を核とした防災拠点の形成を推進。
- 防災拠点が災害時の緊急物資の受入拠点として機能するよう、岸壁の耐震強化を実施。

○耐震強化岸壁と一体となった埠頭用地・防災緑地等から構成される防災拠点



東日本大震災における耐震強化岸壁の活用



海上保安庁の巡視船「みうら」の利用の様子 (平成23年3月19日)

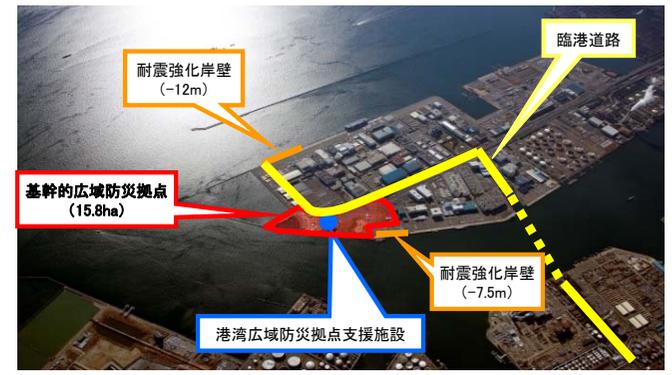
○東日本大震災における耐震強化岸壁と一般岸壁の被災状況(小名浜港の例)



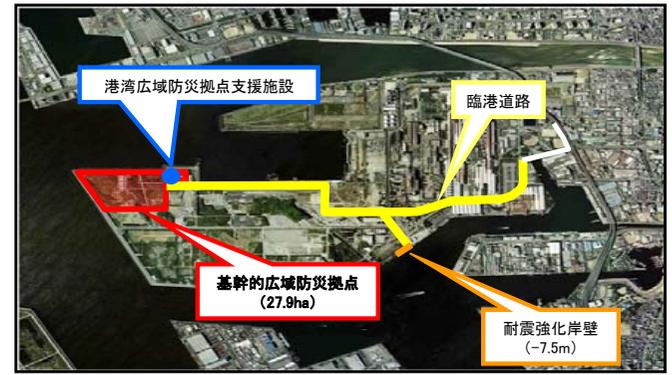
## 基幹的広域防災拠点の運用体制強化

- 複数の都道府県に被害が及ぶような大規模災害発生時に緊急物資輸送の中継拠点や広域支援部隊のベースキャンプとして機能する基幹的広域防災拠点を首都圏及び京阪神都市圏に整備
- 平常時は緑地として市民に開放するが、災害時は国により運用
- 災害時の運用体制を強化するため、緊急物資輸送訓練等を関係機関と協働して実施

<川崎港東扇島地区> 平成20年4月26日に供用開始

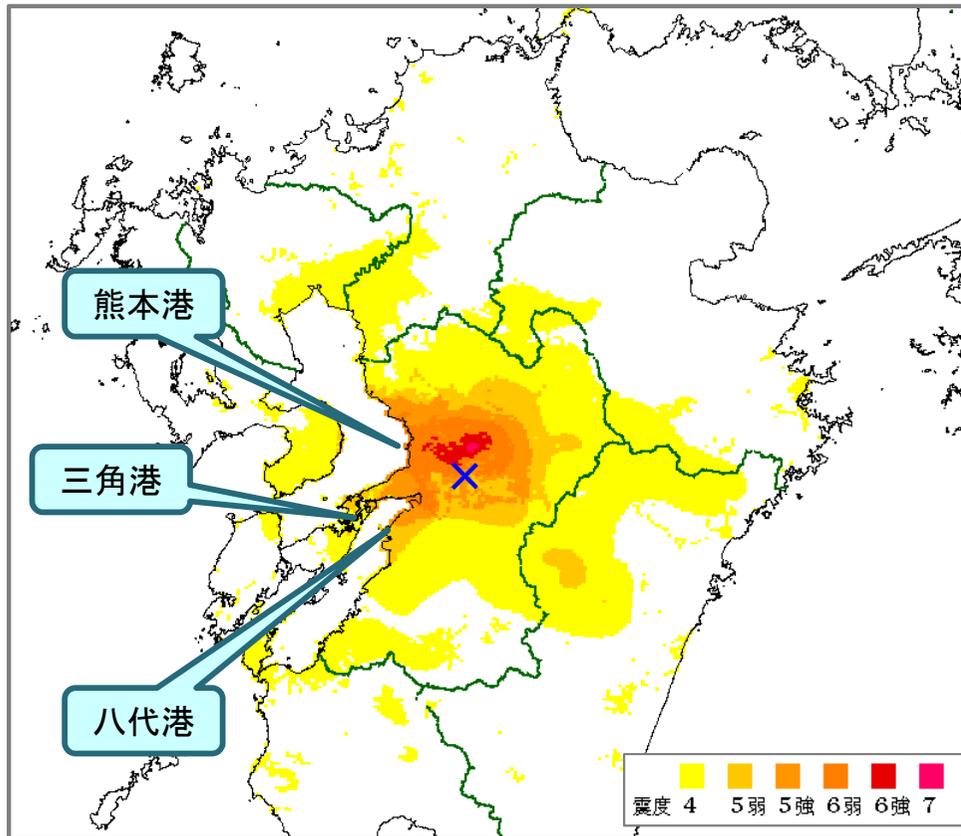


<堺泉北港堺2区> 平成24年4月1日に供用開始

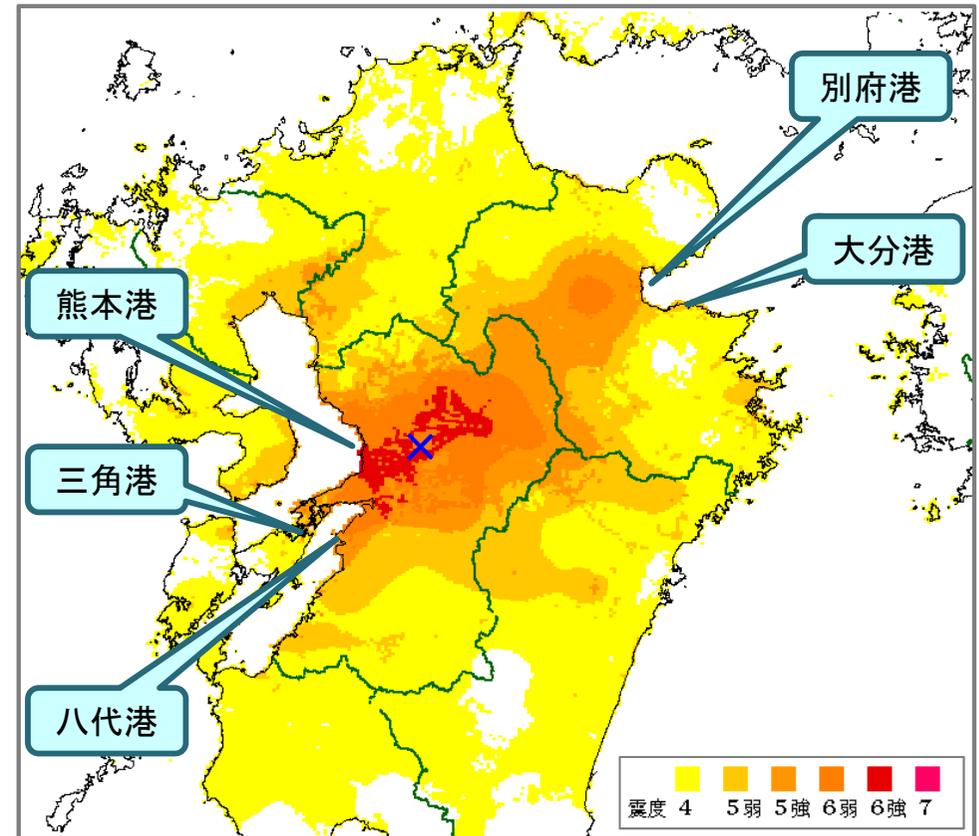


# 熊本地震の発生(平成28年4月)

- 最大震度7を計測するなど、広範囲にわたって震度5弱以上を記録。
- 震度1以上を累計1,700回以上観測するなど、余震が長期間・多数記録。
- 震源直近の熊本港では震度6強を記録。しかしながら、震源が比較的内陸であったため、港湾においてはクラック発生等の軽微な被害は多数あるものの、岸壁倒壊・落橋等の顕著な被害は確認されていない。



4月14日(木)21:26 最大震度7(M6.5)



4月16日(土)1:25 最大震度7(M7.3)

# 支援物資や支援部隊の輸送拠点としての港湾

○震災発生後、港湾管理者を始めとする関係者の速やかな点検、復旧作業により、熊本港、八代港、大分港等においては、海上自衛隊の輸送艦や海上保安庁の巡視船が入港し、支援物資や支援部隊の輸送拠点として機能した。



【大分港】  
呉市から飲料水や毛布、災害用トイレ、ブルーシートなどを積載して、17日大分港に入港した海上自衛隊の輸送艦「しもきた」



【熊本港】  
17日熊本港に入港し、給水支援活動等を行った奄美海上保安部の巡視船「あまぎ」



【八代港】  
佐世保地方総監部が集めた缶詰の非常用糧食約6万6千食などを積載して、17日八代港に入港した海上自衛隊の輸送艦「おおすみ」

出典: 海上保安庁Facebook、海上自衛隊Facebook及び各種報道から国土交通省港湾局作成

# 熊本地震における岸壁の利用調整

- 支援側の情報、受入側の情報を集約し、バースウィンドウを調整。
- 具体的には、①被災地港湾のバースウィンドウの最大限の活用、②被災地港湾以外も含めた広域的な利用分散、③被災地港湾における一般貨物船の利用の抑制等を実施。

## 受入側の情報

- ・ 支援船が利用可能な岸壁の抽出(点検・利用可否判断、応急措置)
- ・ 県外の港湾の状況把握、背後道路の状況把握

## 支援側の情報

- ・ 支援船の利用要請の把握(船型・隻数・投入時期等)
- ・ 一般貨物船の要請の把握(船型・時期等)

①-1 バースウィンドウの最大限の活用 (港内シフト)



①-2 バースウィンドウの最大限の活用 (時間帯による使い分け)



発災後のバースウィンドウの活用例(水深7.5m以上)

バース	延長	4/16~24	4/25~5/1	5/2~8	5/9~15	5/16~22	
第1バース	740m	チップ船 穀物	自衛隊 ホテルシップ		チップ船 化学 穀物 鋼材	化学 穀物 鋼材	
第2バース		化学 穀物 鋼材	化学 穀物 鋼材	化学 穀物 鋼材	大豆	大豆	
第3バース		木材	大豆	木材 大豆	大豆	木材	
第4バース	280m	外航コンテナ船	外航コンテナ船	外航コンテナ船	外航コンテナ船	外航コンテナ船	
第5バース		穀物 海保庁	穀物	穀物	穀物	穀物	
第6バース	200m	自衛隊 (おおすみ、しんがた、いずも)			自衛隊 ホテルシップ		石炭
第7バース	165m	海上保安庁 (おおすみ)	セメント 海上保安庁 (おおすみ)	セメント	セメント	セメント	
5号岸壁	130m	外航コンテナ船 海上保安庁(さつま等)					

①-3 バースウィンドウの最大限の活用 (2隻着岸)



並行して

② 広域的な利用分散(博多港、大分港等 他県の港湾も含めた広域調整)

③ 一般貨物船の利用の抑制

# 非常災害時における国土交通大臣による港湾の管理

○非常災害時に、港湾管理者からの要請に基づいて国が港湾施設の利用調整等の管理業務を実施できる制度を創設(港湾法改正、平成29年法律第55号、平成29年7月8日施行)

## <背景・必要性>

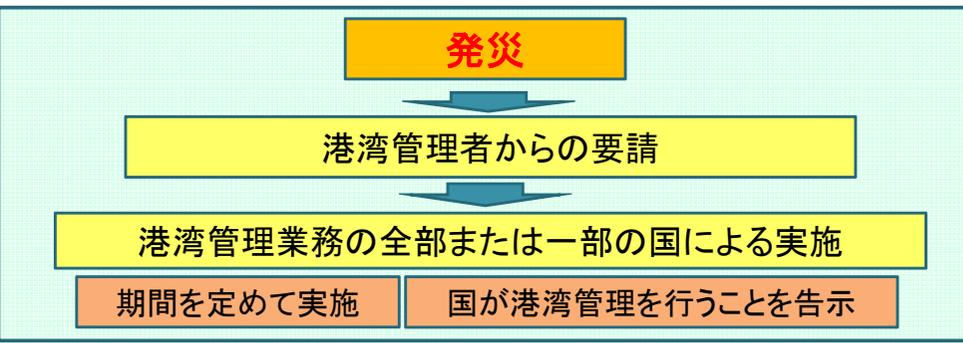
- 平成28年の熊本地震の発生後、支援物資等の輸送拠点となる八代港等において、通常の貨物船に加え自衛隊、海上保安庁の支援船舶が集中したことにより港湾が過度に混雑し、港湾利用者との円滑な調整等に支障。
- このため被災した熊本県からの要請を受け、港湾の利用調整やその前提となる施設の利用可否判断等について、国が実務上の支援を実施。

## 具体的な業務の想定

- 岸壁等の利用に関する調整
  - ・港湾を含む交通ネットワークの広域的な被災状況、復旧状況を踏まえ、自衛隊・海上保安庁等と支援船舶の受入港を調整する
  - ・自衛隊・海上保安庁等の支援船舶、民間企業の一般貨物船等について、利用希望時間、利用可能な施設の状況を踏まえ、利用岸壁・利用時間帯を割り当てることで、円滑な被災地支援を可能とする
- 岸壁等の点検・利用可否判断
  - ・岸壁やふ頭用地、臨港道路等の損傷の有無、状況について点検を行う
  - ・損傷の状況に応じ、利用可能か判断することで、緊急物資輸送等に利用可能な施設を抽出する
- 応急復旧・支障物件の撤去
  - ・臨港道路やふ頭用地に生じた段差について、砂利や式鉄板の敷設等の応急復旧工事を行い、緊急輸送車両の通行を可能とする
  - ・臨港道路やふ頭用地に散乱している瓦礫等の支障物件を撤去し、緊急輸送車両の通行を可能とする
  - ・航路に漂流、沈没している瓦礫、コンテナ、車両等を撤去し、航路啓開を行い、緊急物資輸送船の入港を可能とする

## 実績

- 平成30年7月豪雨(呉港、実施期間:7月16日~9月24日)
  - ・港湾管理者(呉市)からの要請に基づき、国土交通大臣による港湾施設管理を実施。
  - ・流木等の漂流物回収により、航路、泊地の機能を順次回復。
- 令和2年7月豪雨(八代港、実施期間:7月10日~8月9日)
  - ・港湾管理者(熊本県)からの要請に基づき、国土交通大臣による港湾施設の一部管理を実施。
  - ・航路・泊地における沈殿物等の除去、航路・泊地の点検、利用可否判断を実施。

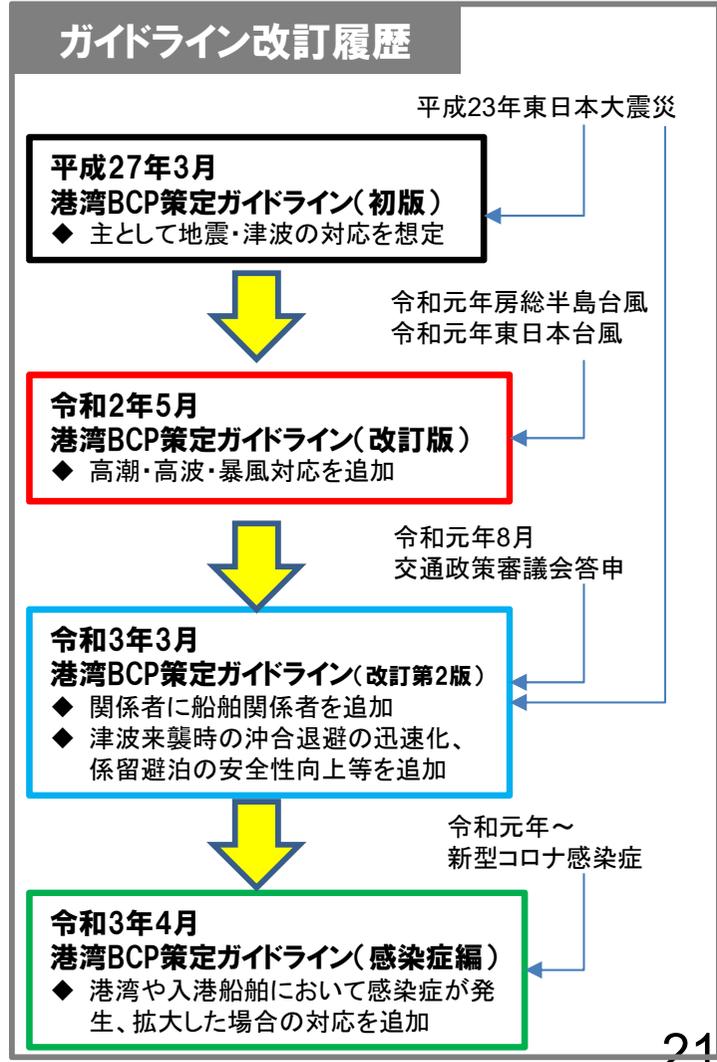
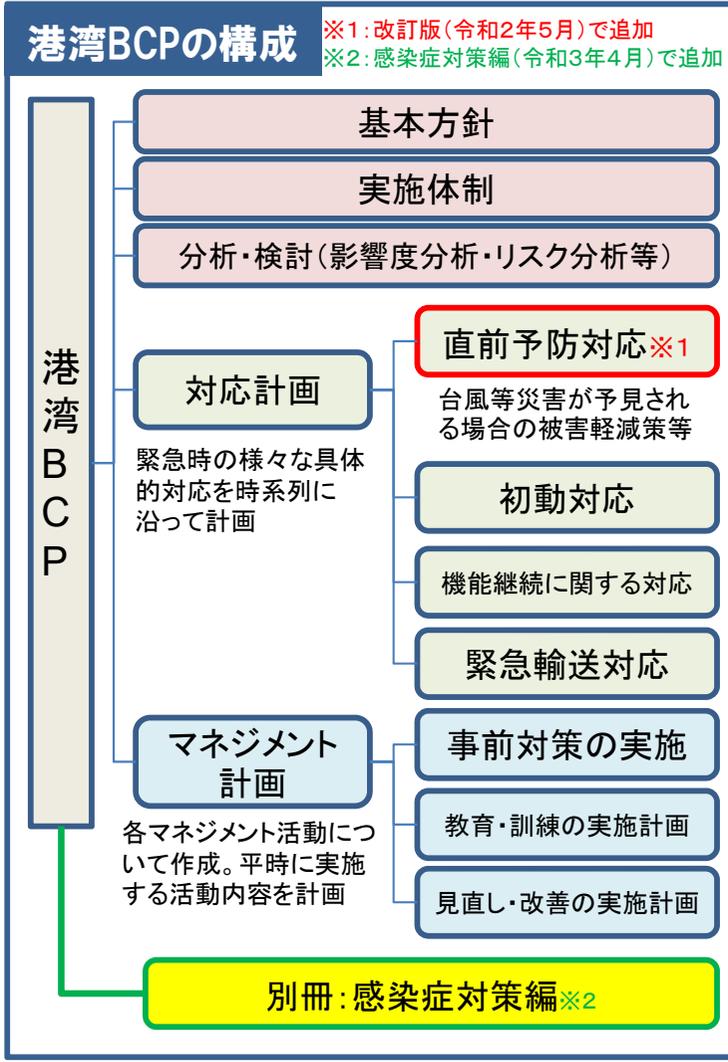
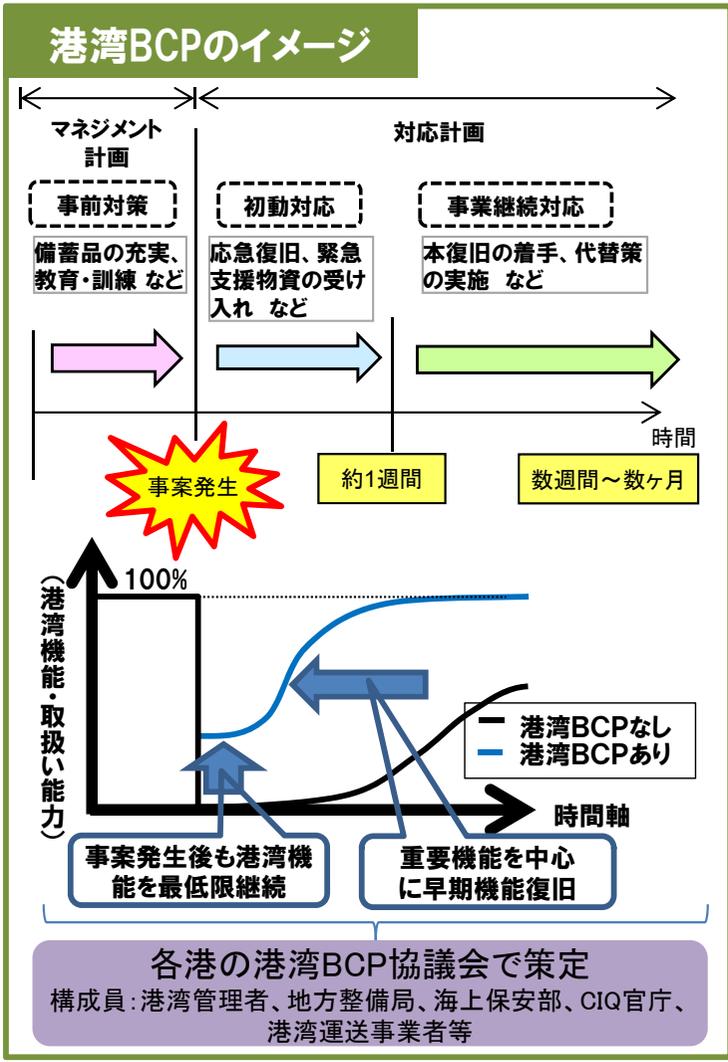


## 令和2年7月豪雨における八代港での国土交通大臣による港湾管理



# 港湾BCPの概要

- 「港湾BCP」とは、大規模災害等の危機的事象が発生した場合であっても、当該港湾の重要機能が最低限維持できるよう、事案の発生後に行う具体的な対応と平時に行うマネジメント活動等を示した文書。
- 平成27年3月、国土交通省港湾局が地震・津波等を念頭においたガイドラインを公表し、平成28年度末までに、各港協議会が主体となり、国際戦略港湾・国際拠点港湾・重要港湾の125港全てで、港湾BCPを策定。
- その後、台風の事前対策や津波来襲時に船舶に起こり得るリスクの軽減、感染症への対応など、新たな要請に対して随時ガイドラインを改訂し、港湾BCPの充実化を推進中。



## 2. 令和3年度の災害対応

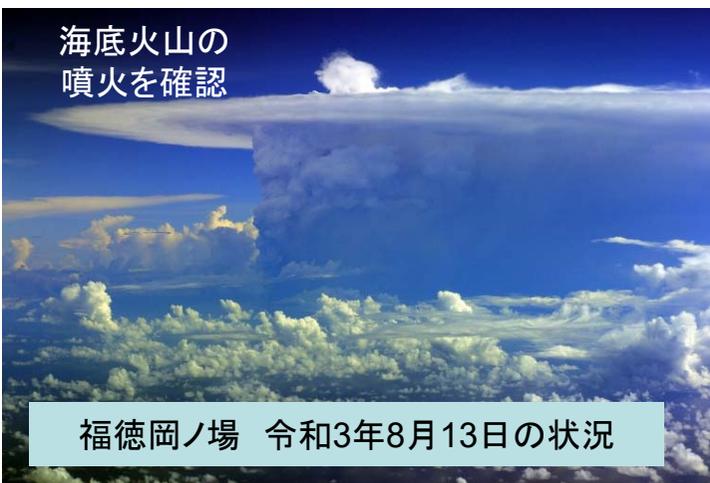
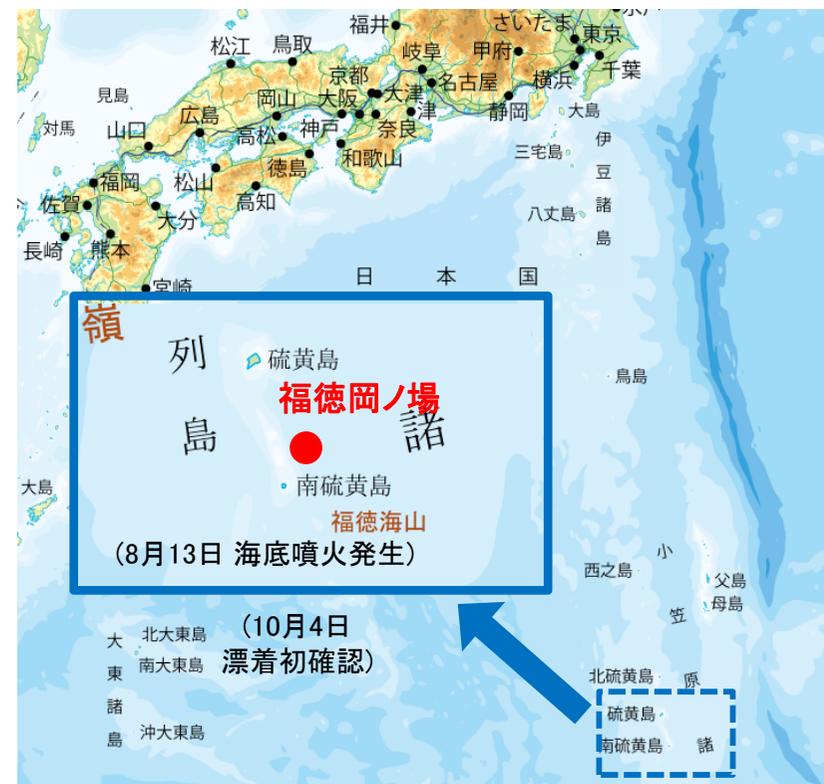
---

(1) 令和3年8月13日  
福徳岡ノ場(海底火山)の噴火に伴う軽石対応

---

# 福徳岡ノ場(海底火山)の噴火について

- 令和3年8月13日に海底噴火が発生し、高さ約16,000mまで噴煙が上昇。海上保安庁が上空から実施した観測では、13日、15日に噴火を確認し、16日以降噴火は認められないものの、活発な火山活動が継続していることが確認されている。
- この一連の噴火は、明治以降に発生した日本列島における噴火の中では最大級の噴火であり、1914年の桜島火山大正噴火に次ぐ規模のもの。
- この噴火により、火口近傍に厚く堆積した噴出物により新島が形成された。海面を埋め尽くした軽石は、海流によって引き延ばされながら西に移動し、10月4日に沖縄県の北大東島・南大東島に漂着したのを皮切りに、沖縄県や鹿児島県、東京都などに次々と軽石が漂着した。
- その後、徐々に新島は縮小し、今年1月、国土地理院が衛星画像を解析した結果、陸地は確認できていない。



海底火山の噴火を確認

福徳岡ノ場 令和3年8月13日の状況

(第三管区海上保安本部 撮影 撮影)



福徳岡ノ場 令和3年8月26日の状況

(海上保安庁 撮影)



福徳岡ノ場 令和4年4月18日の状況

(海上保安庁 撮影)

# 港湾への軽石漂着の状況

- 沖縄県38港、鹿児島県37港、東京都9港、静岡県5港、三重県1港、宮崎県1港、高知県1港、計92港の港湾で軽石の漂流・漂着を確認。
- 港湾内の軽石除去について、港湾管理者が災害復旧事業等により対応中。国土交通省もTEC-FORCE派遣などを通じた各種支援を実施。

## TEC-FORCE(緊急災害対策派遣隊)等

- 令和4年3月31日までに984名のTEC-FORCE等を派遣。

## 海洋環境整備船等による巡回・除去

- 三大湾への軽石接近等に備え、地方整備局が民間の災害協力団体の協力を得て、海洋環境整備船等による軽石の除去体制を構築して対応。

## 運天港(沖縄県)での対応

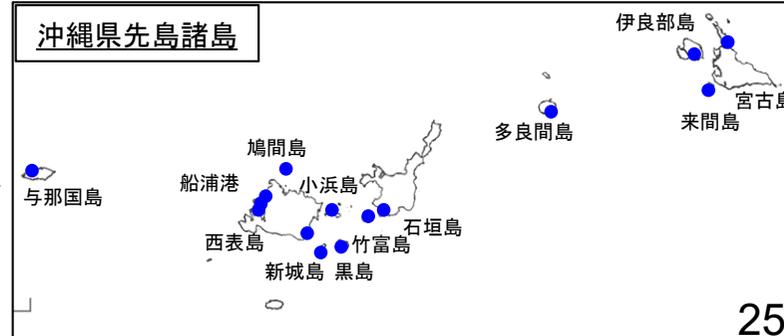
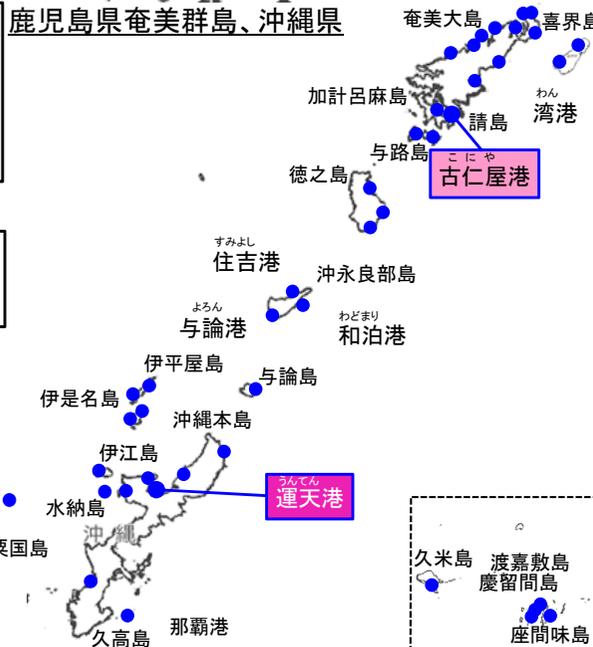
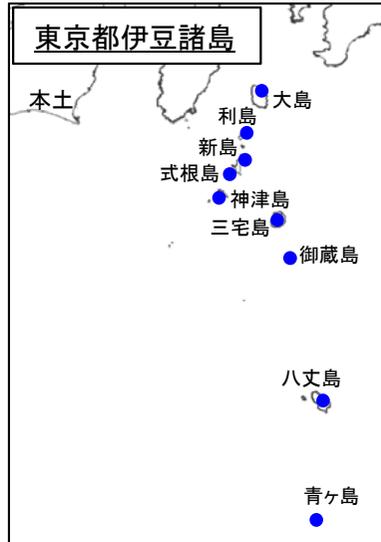
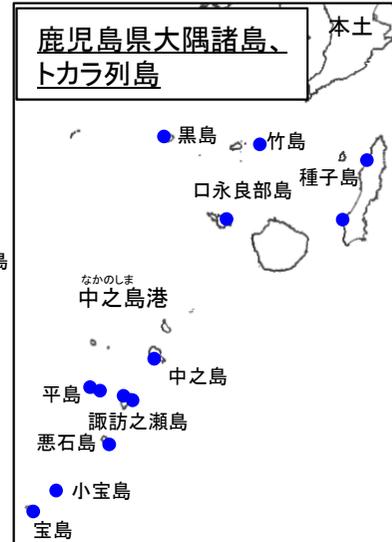
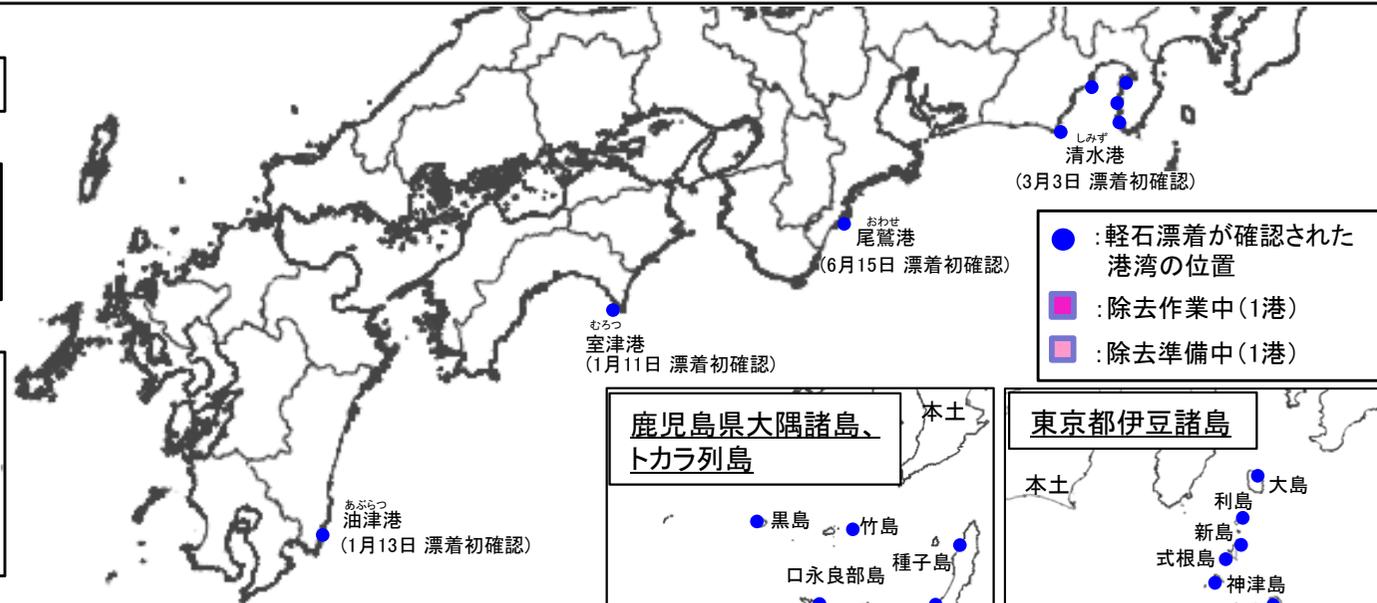
- 港湾管理者(沖縄県)からの要請を受け、国が運天港の港湾施設の一部を管理し、軽石対策を支援。
- 除去した軽石を埋立処分する際の技術的課題の検討を踏まえ、「中城湾港泡瀬地区における軽石埋立処分手順」を3月23日に公表。

## 伊豆諸島や三大湾等への軽石漂着等に備えた対応

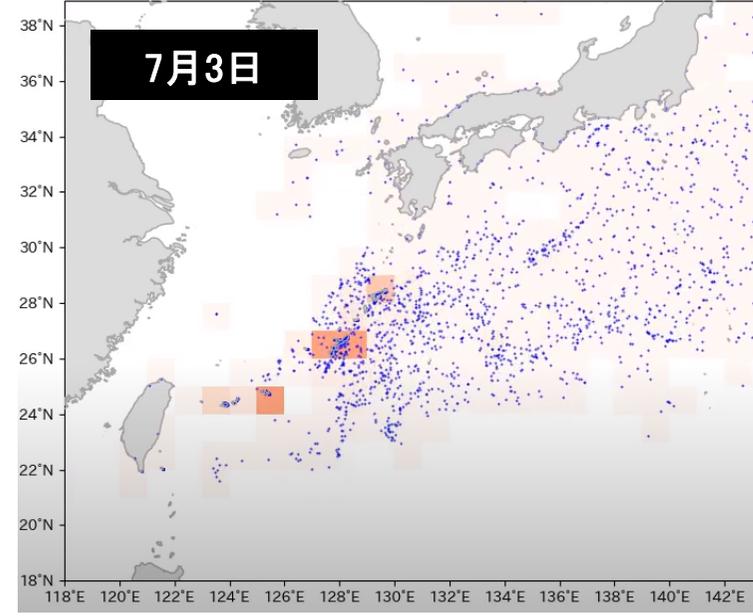
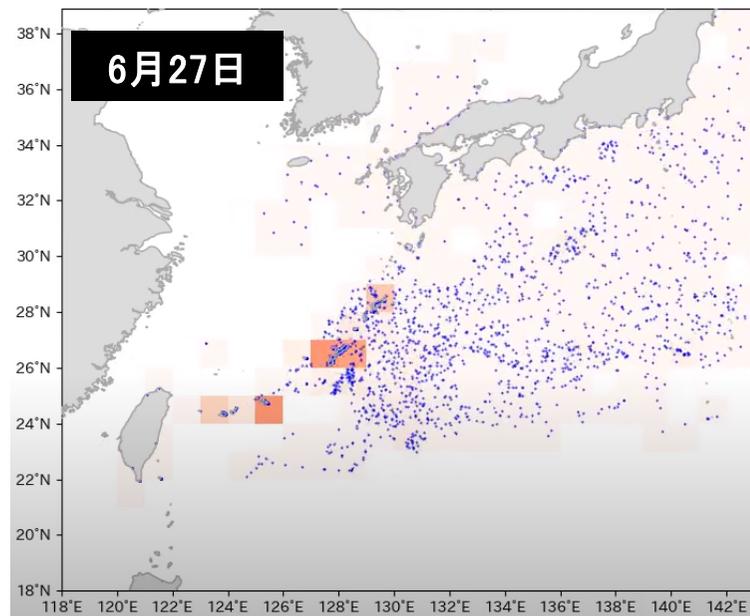
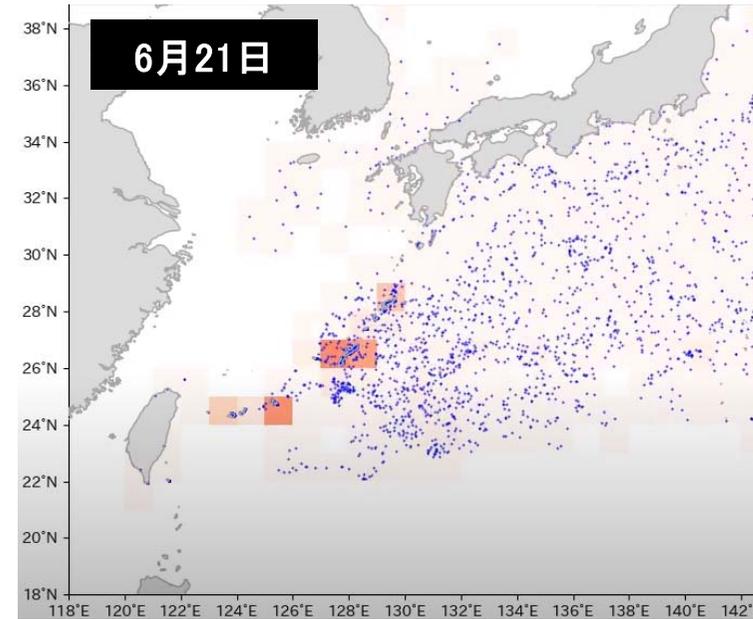
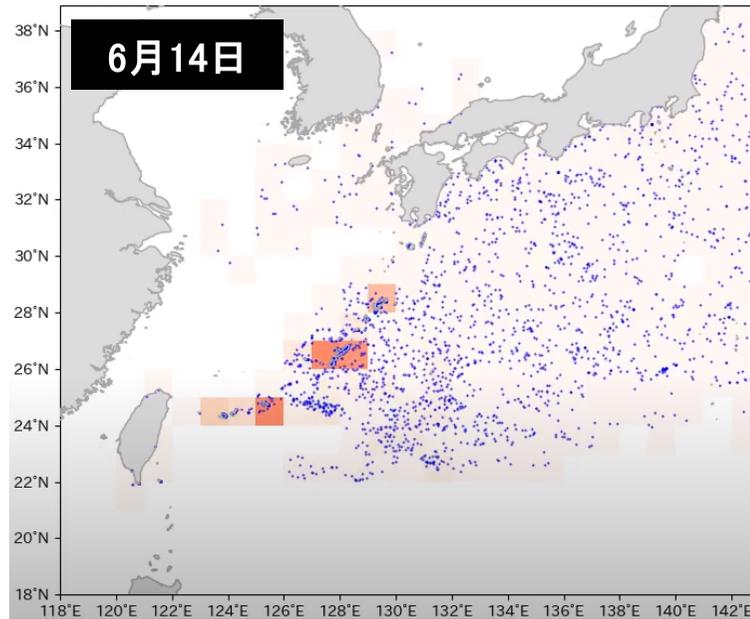
- 各港湾管理者等と連絡調整会議を開催し、軽石除去に関する支援制度の積極的な活用等を周知。
- 三大湾への軽石接近等に備え、作業船及びオイルフェンス・回収かごによる軽石除去訓練等を実施。

## 漂流軽石回収技術の検討

- 水産庁と連携し、令和3年11月5日に「漂流軽石回収技術検討WG」を設置し、11月30日に検討結果とりまとめ公表。



## シナリオ2 風の効果が中程度の場合(海流+風0.5%)



※6月14日更新 海底火山「福徳岡ノ場」の噴火に伴う軽石漂流に関する予測シミュレーション(最新版) Youtubeより抜粋

# 漂流軽石の回収技術に関する取りまとめ(海上からの回収)

## ◆ 台船+サンドポンプ

(沖縄県中城湾港)  
回収量:約0.29m<sup>3</sup>/時



- ・台船上にサンドポンプを設置し軽石混じりの海水を吸引する。
- ・重機オペレーターは少人数でも対応可能。
- ・海藻等が混入すると吸い込み能力が低下する場合があります。ポンプの置き方に工夫が必要。

サンドポンプ

上向きに設置 →  
(通常と逆)



## ◆ 台船+バックホウ

(沖縄県中城湾港)  
回収量:約4.5m<sup>3</sup>/時



- ・台船上にバックホウを設置しスケルトンバケットですくい取る。
- ・台船上にあるため、設置場所を選ばない。
- ・バケット内の軽石を落下させるのに一定の時間を要するため、所要時間が比較的長い。



←スケルトンバケット  
+2mmメッシュ

## ◆ 人力(小型船+タモ網)

(沖縄県中城湾港)  
回収量:約1.3m<sup>3</sup>/時



←Φ36cm、3mmメッシュのタモ網を使用



- ・機材が入らない水域や少量でもきめ細やかに回収できる。
- ・バックホウやサンドポンプなどの機材と併用することで、効率性が高まる。
- ・回収した軽石を揚陸するために重機が必要になる。

## ◆ 小型船+回収器具

(沖縄県本部港沖)  
回収量:約2.71m<sup>3</sup>/時



- ・沖合で回収できるため、港湾に到達する前に回収可能。
- ・小型船での回収も容易

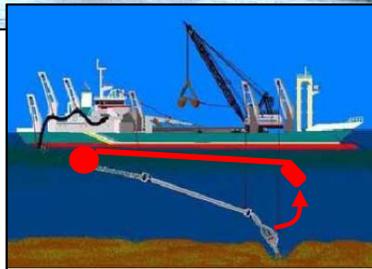


## ◆ 砂利採取運搬船

(沖縄県運天港)  
回収量:21.6m<sup>3</sup>/時



サンドポンプ



↑ 通常海底で使用するサンドポンプを水面付近で使用

- ・大量の漂流軽石を効率的に回収することができる。
- ・比較的大きな機材を使用するため、使用可能な海域に限られる。(水深5m以下の海域では運用困難。)

## ◆ 海面清掃船

(沖縄県那覇港)  
回収量:0.3m<sup>3</sup>/時



- ・沖合で回収できるため、港湾に到達する前に回収可能。
- ・1回に回収出来る量が限られている。
- ・回収後の陸揚げ作業に一定の時間を要する。

※回収量はあくまでも参考値であり、軽石の漂流状況によって結果が大きく異なる。

# 運天港における軽石除去について

- 軽石除去作業を円滑に推進するため、港湾管理者(沖縄県)からの要請を受け、令和3年12月10日から令和4年6月9日まで港湾法第55条の3の3の規定により、国による運天港の港湾施設の一部管理を実施。
- 令和4年6月6日時点で、国・県あわせて約6万m<sup>3</sup>の軽石を回収し、主要な航路・泊地に影響を与える軽石を概ね除去。
- 局所的に残存する軽石は、災害復旧事業として、県が陸上からの除去作業を継続中。

## 運天港における国による港湾施設の一部管理

管理の期間	令和3年12月10日～令和4年6月9日
管理の内容	①航路・泊地における軽石その他の物件の除去に関する全体調整 ②航路・泊地における軽石その他の物件の除去(※令和4年1月10日より追加) ③航路・泊地の点検、利用可否判断



## 運天港(羽地内海の状況)



令和4年1月8日撮影



令和4年6月5日撮影

# 軽石の埋立処分

- 運天港で国が除去した軽石は、現在、中城湾港の2カ所（国直轄工事の作業ヤード、直轄土砂処分場）に仮置きしており、沖縄県に対して申請している公有水面埋立法に基づく変更承認手続が完了次第、同港泡瀬地区の直轄土砂処分場に埋立処分を行う予定。
- その埋立にあたっては、中城湾港の泊地整備（国直轄工事）に伴って発生する浚渫土砂と軽石を混合して処分することにしており、その技術的検討を行うため、浚渫土砂と軽石の混合材の強度試験の実施に加え、有識者を構成員とする「軽石の埋立処分に関する技術検討委員会」を設置し、除去した軽石の埋立処分手順を3月23日に取りまとめ公表した。



## 軽石と浚渫土砂の混合土に関する現地試験施工



軽石と浚渫土砂の混合状況

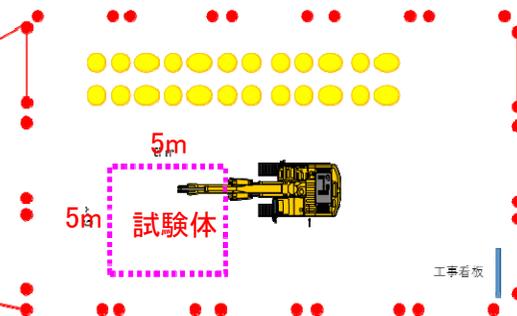


試験体の敷均し・転圧の様子



直轄工事の作業ヤード

バックホウで浚渫土砂と軽石の混合材による試験体を造成し、強度試験を実施



試験施工箇所の平面図

## 防災基本計画の概要

- 防災基本計画は、災害対策基本法(昭和36年法律第223号)第34条第1項の規定に基づく政府の防災対策に関する基本計画で、災害の種類に応じて講じるべき対策が記載されている。
- 災害予防・事前準備、災害応急対策、災害復旧・復興という災害対策の時間的順序に沿って記述されており、国、地方公共団体、住民等、各主体の責務を明確にするとともに、それぞれが行うべき対策が具体的に記述されている。

## 修正内容(新たに記述を追加)

### 第6編 火山災害対策編

#### 第2章 災害応急対策

#### 第4節 緊急輸送のための交通の確保・緊急輸送活動

#### 2 交通の確保

#### (4) 航路等の障害物除去等

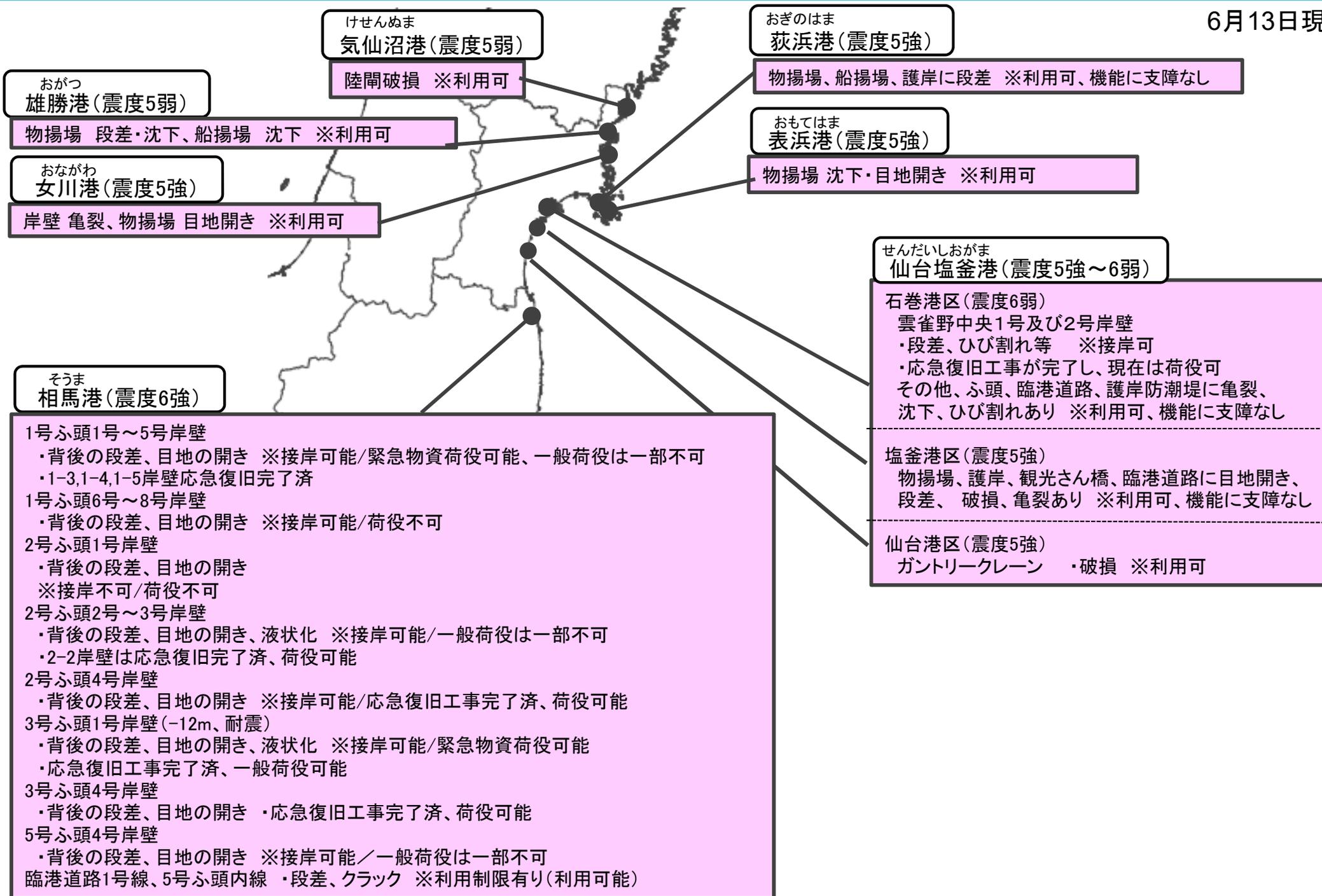
- 国〔国土交通省〕は、開発保全航路、緊急確保航路等について、船舶の交通を確保するため、早急に被害状況を把握し、大量かつ広範囲に漂流する軽石により船舶の航行が危険と認められる場合には、政府本部に報告するとともに、軽石の回収を目的とした船舶を活用した軽石除去、建設業者等と連携した除去作業等の応急復旧を行うものとする。
- 港湾管理者及び漁港管理者は、その所管する港湾区域及び漁港区域内の航路等について、軽石により船舶の航行が危険と認められる場合には、国〔国土交通省、農林水産省〕に報告するとともに、軽石除去による航路啓開に努めるものとする。国〔国土交通省、農林水産省〕は、報告を受けた事項を政府本部に報告する。

※上記を踏まえ、国土交通省防災業務計画にも、同様の記載内容を追加予定

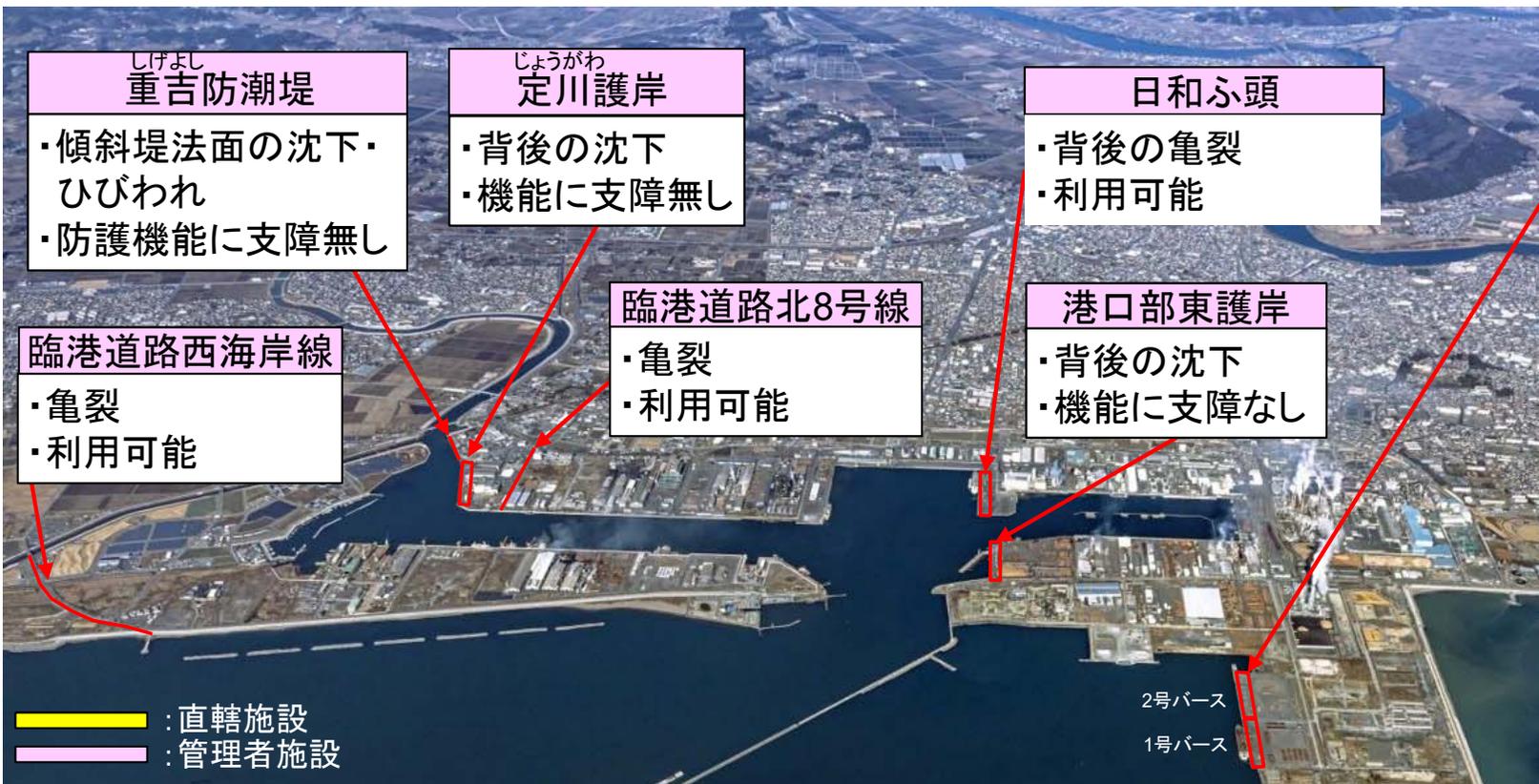
## (2) 令和4年3月16日福島県沖を震源とする地震

---

# 港湾の被災状況



# 仙台塩釜港(石巻港区)の被災概要



## 雲雀野中央1号及び2号岸壁

- ・背後の沈下 ・接岸可能
- ・応急復旧工事完了済。現在は荷役可能



岸壁背後の段差



応急復旧工事完了(3/21)

**雲雀野中央1号及び2号岸壁**

○応急復旧について

- ・段差を解消するための応急復旧(砕石+敷鉄板)を3月21日までに完了。
- ・地震後、沖合で待機中の原木運搬船が22日6:00頃から1号バースに接岸し荷役再開。
- ・石炭船が24日7:30から2号バースに接岸し荷役再開。
- ・木質ペレット船が4月2日に1号バースに接岸し荷役再開。

○本格復旧について

- ・1号バース(全長260m)  
岸壁海側の端部から200m区間まで完了、残りの60m区間(荷役作業に影響しない部分)は6月20日に完了予定。
- ・2号バース(全長260m)  
1号から続く2号端部から100m区間は6月20日に完了予定、残りの160m区間はその後着手予定。



原木運搬船荷役作業(3/22)



石炭船荷役作業(3/24)



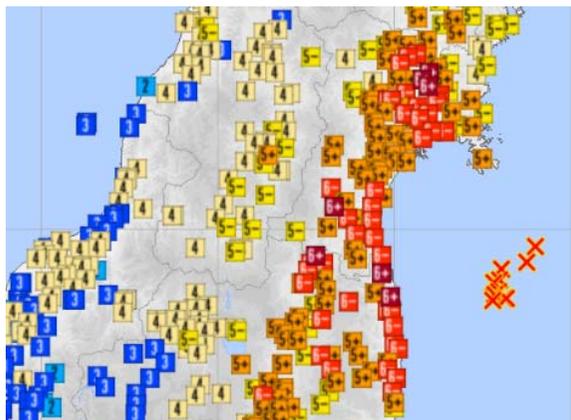
木質ペレット荷役作業(4/2)

# 相馬港の被災概要

- ◆ 令和4年3月16日に発生した福島県沖の地震により、福島県相馬市内で震度6強を観測。
- ◆ 相馬港では、公共岸壁15バースで、岸壁の海側への変位等が発生し、段差や傾斜などの被害が発生。
- ◆ 地震発生直後、耐震強化岸壁を含む4バースのみが使用可能な状況。(※耐震強化岸壁は被災を受けたが、緊急物資の受入は可能)
- ◆ 発災翌日以降、港湾管理者の福島県と連携して応急復旧工事を進め、3月末までに9バースが利用可能。耐震強化岸壁等を活用しつつ、順次、復旧資材の荷役や物流活動を再開。4月19日にはさらに1バースが利用可能となる。

## 「令和4年福島県沖を震源とする地震」の概要

発生日時: 令和4年3月16日 23:36  
 マグニチュード(M): 7.4(暫定値)  
 最大震度: 震度6強(福島県相馬市等)



相馬港での観測値(NS方向)  
 ・最大加速度 **657gal**

<参考> 相馬港における地震動(NS・EW方向共通)

**OL1地震: 75年に1回の地震**

・最大加速度: 118gal

**○東日本大震災(H23.3.11)【M9.0】**

L2地震相当: 300~500年に1回発生する  
 最大規模の地震

・最大加速度(推定): 382gal

**○令和3年2月の地震(R3.2.13)【M7.3】**

・最大加速度: 366gal

※最大加速度は工学的基盤面での値に換算したもの

## 被災状況

撮影日: 令和4年3月17日

外航船バース連絡橋落橋



段差、目地開き



段差



荷役機械倒壊



国有港湾施設  
 港湾管理者(福島県)所有港湾施設  
 民間所有港湾施設  
 使用可能な岸壁(地震発生直後)

段差、目地の開き



# 被災地支援、TEC-FORCE等による支援体制

## ■東北地方整備局による被災地支援について

### ○清水(飲料水): 港湾業務艇による給水支援

- ・相馬市内の断水は解消されたが、飲用不適の状況が続いたため、港湾業務艇による給水支援を3月21日から相馬港で開始。
- ・対象地域の水道に安全宣言が出たことを受け、25日に終了した(5日間で88人・1,530リットルを提供)。



港湾業務艇による給水支援の様子



### ○ブルーシート・土嚢袋: 関東・東北整備局から相馬市へ提供

- ・東北地方整備局の備蓄ブルーシート 280枚、土嚢袋 6,000枚を、21日に相馬市へ提供(日本埋立浚渫協会東北支部の協力)。
- ・関東地方整備局の備蓄ブルーシート 700枚、土嚢袋 360枚を、21日に相馬市へ提供。



関東地整からの物資到着



東北地整の物資到着

### ○廃棄物仮置き等:

- ・震災瓦礫の発生に備え、相馬港及び小名浜港における仮置場の情報を福島県環境部局に情報提供。



国総研、港空研の調査状況

## ■TEC-FORCE等による支援体制について

- ・国総研、港空研による合同調査団の派遣:

3月17日～18日 現地の被災状況調査を実施

- ・東北地方整備局からの職員派遣

3月17日～ 整備局本局、小名浜港湾から状況確認のための職員を派遣

3月21日 福島県相馬港湾建設事務所にTEC-FORCE2名を派遣。

3月21日 官民合同のTEC-FORCE調査チームを2班(1班5名)編成し、相馬港の復旧工法・工程検討等を実施。

- ・本省からの職員派遣

3月20日～ 東北地方整備局にTEC-FORCE1名を派遣(延べ人数:15名)



官民合同チームの調査状況

# 相馬港復旧検討会

## 1. 目的

令和4年3月16日に発生した福島県沖地震により被災した相馬港(国有施設、県有施設)の早期復旧を実現するため、有識者の知見を得ながら、復旧方針等を検討する。

## 2. スケジュール

- 4/13(水) 第1回検討会 ・設計方針案、追加調査の必要性等について議論
- 4/26(火) 第2回検討会 ・被災メカニズム、復旧方針について議論
- 5/30(月) 第3回検討会 ・復旧方針について大筋合意
- 6/3(金) 復旧方針の公表

## 3. 構成員

<(国研)海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所>

- 野津 地震防災研究領域長
- 小濱 耐震構造研究グループ長
- 森川 地盤研究領域長
- 佐々 動土質研究グループ長
- 水谷 基礎工研究グループ長

<国土交通省 国土技術政策総合研究所>

- 宮田 港湾研究部付
- 竹信 港湾施設研究室長

<業界団体>

- (一社)日本埋立浚渫協会東北支部
- (一社)港湾技術コンサルタント協会

<国土交通省 東北地方整備局>※

<福島県>※

※共同事務局

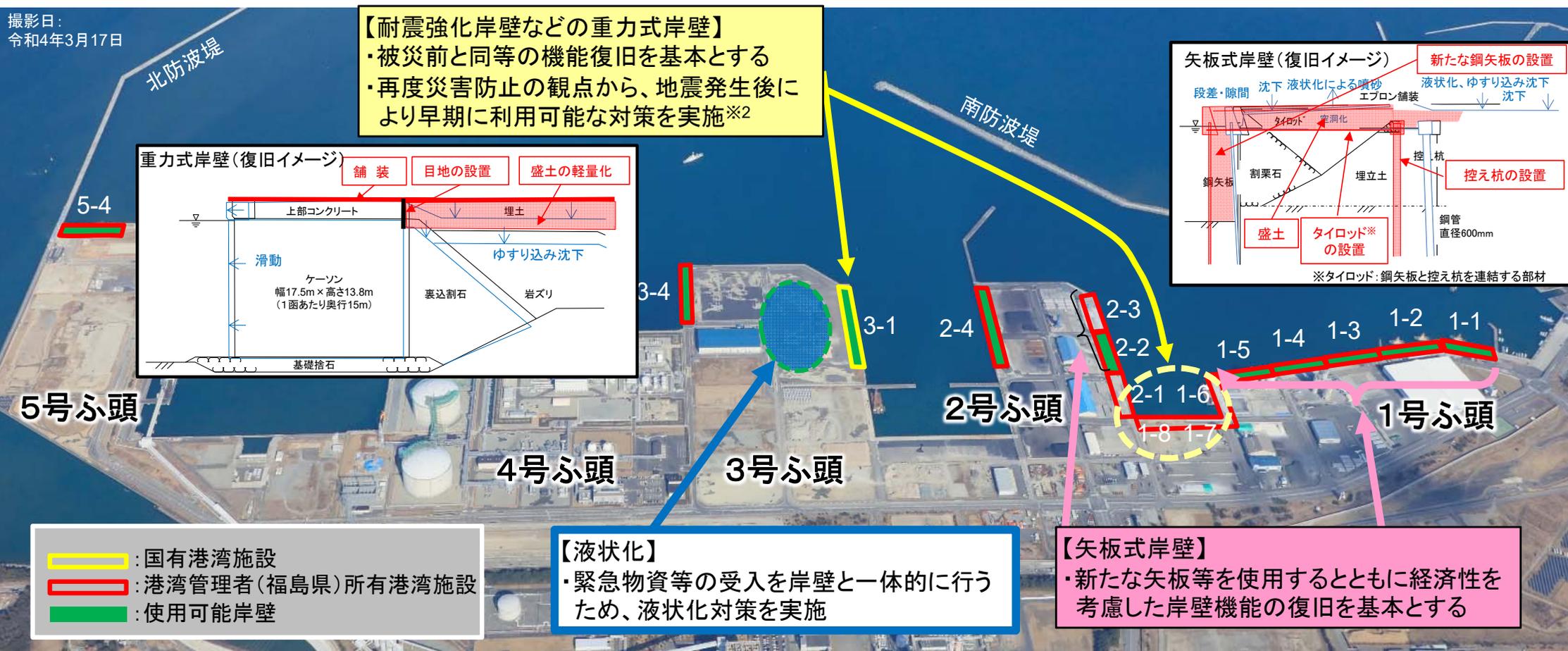
相馬港復旧検討会議の状況



# 相馬港復旧方針について

- ◆ 概ね2年以内(3-1岸壁及び一部岸壁※<sup>1</sup>については1年以内)の復旧完了を目指す。
- ◆ 供用させながらの施工など、港湾利用への影響に最大限配慮する。
- ◆ 被災した施設の被災メカニズムや被災の程度を踏まえ、昨年及び今年の同等の地震に対して再度災害防止も考慮の上、現地に適合し、かつ経済的な復旧断面とする。※<sup>1</sup> 港湾利用者の意見等を踏まえ今後調整

撮影日：  
令和4年3月17日



※<sup>2</sup> 耐震強化岸壁は、被災直後から十分機能したことを踏まえ、復旧に当たっては、同規模の地震が発生してもより早く再開できるように、段差を解消するための建設資材の用意など、さらによりよい工夫を行う予定。

### 3. 海・船の視点から見た港湾強靱化の検討

---

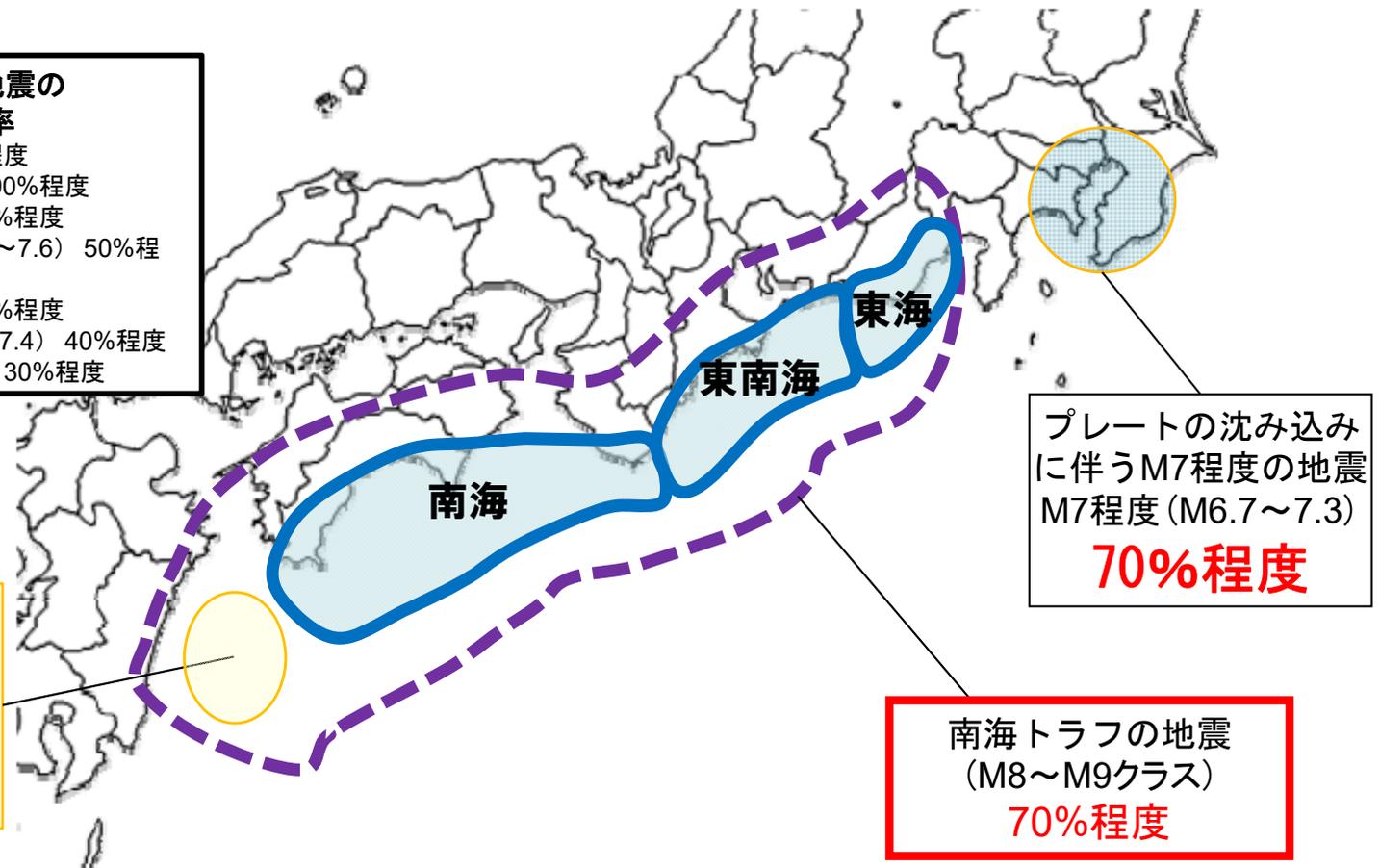
# 大規模地震発生の切迫性

- ・南海トラフ地震を始めとする大規模地震の切迫性が指摘されているところ。
- ・海底を震源とする大規模地震の場合、大津波の発生も懸念される。
- ・浸水域は最大で約1,015 km<sup>2</sup>と予測されており、東日本大震災の約1.8 倍の広さに相当する。

## 【海溝沿いの主な地震の今後30年以内の発生確率】

- 平成15年の中央防災会議で提示された震源域
- 地震調査研究推進本部「活断層及び海溝型地震の長期評価結果一覧」(2013年5月24日改訂)における南海トラフの地震の震源域

- ### その他海溝沿いの主な地震の今後30年以内の発生確率
- 根室沖 (M7.9程度) 60%程度
  - 三陸沖北部 (M7.1~7.6) 90%程度
  - 宮城県沖 (M7.0~7.3) 60%程度
  - 三陸沖南部海溝寄り (M7.2~7.6) 50%程度
  - 茨城県沖 (M6.9~7.6) 70%程度
  - 安芸灘~豊後水道 (M6.7~7.4) 40%程度
  - 与那国島周辺 (M7.8程度) 30%程度

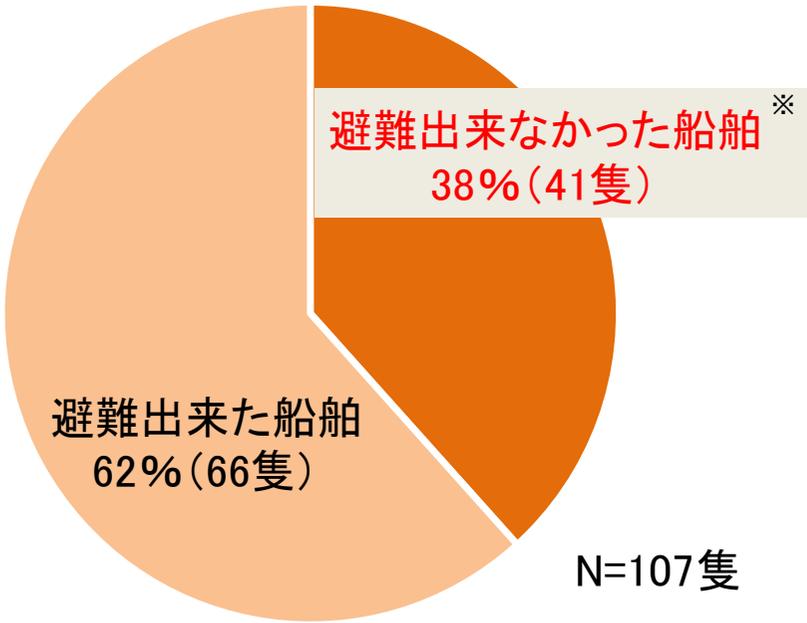


日向灘のひとまわり小さいプレート間地震 (M7.1前後) 70~80%

地震調査研究推進本部「活断層及び海溝型地震の長期評価結果一覧」(2017年1月13日改訂)に基づき港湾局作成

## 船舶の避難可否

- 東日本太平洋沿岸において、避難出来なかった船舶は約4割。

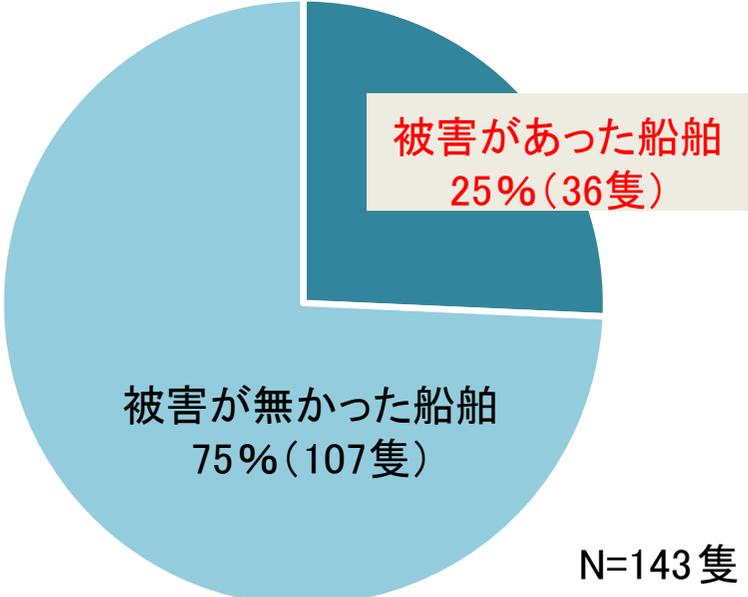


東日本太平洋沿岸における船舶避難の可否  
(地震発生時に港外にいた船舶も含む)

※一部、不明船舶含む

## 船舶の被害状況

- 東日本太平洋沿岸において、25%の船舶に被害(座礁・岸壁への乗り上げ、転覆、沈没等含む)が発生。



東日本太平洋岸における船舶の被害を受けた割合

海事局アンケート「東日本大震災における地震・津波の来襲時の船舶の避難対応について」を基に港湾局作成

# 東日本大震災で発生した船舶の乗揚げ事例

- 東日本大震災では多くの船舶が津波により流され、岸壁に乗揚げる事例が発生。



小名浜漁港の岸壁に乗揚げたまき網漁船  
(津波浸水高 約4m)



釜石港で津波に圧流される貨物船  
(5,000GT、津波浸水高 約11m)



石巻港で造船所から流出し乗揚げた船舶  
(津波高 約8.6m)



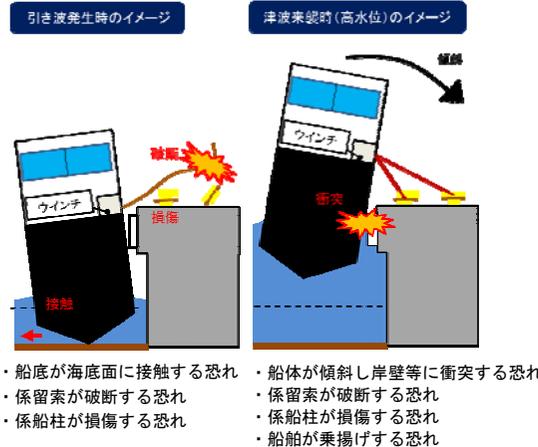
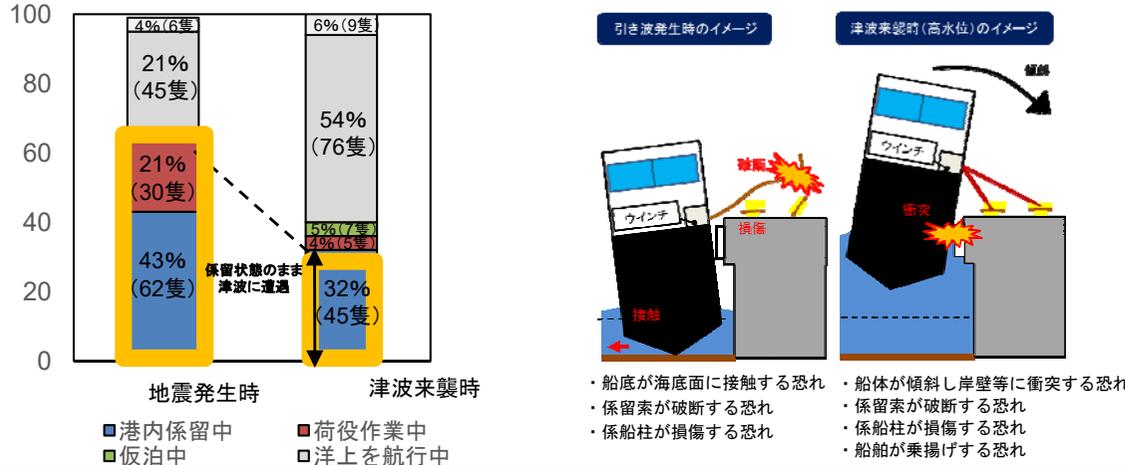
釜石港で岸壁に乗揚げた貨物船  
(4,724GT、全長100m、津波浸水高 約11m)

# 海・船の視点から見た港湾強靱化の方向性

- 南海トラフ地震等での巨大地震の切迫性が高まる中、大規模地震・津波発生時に想定される海・船の視点から見たリスクを洗い出し、総合的なリスク軽減策の検討をするため、令和2年6月、「海・船の視点から見た港湾強靱化検討委員会」を設置。
- 令和2年度は、津波来襲時に想定される船舶に起こり得るリスクの軽減に向け、総合的なリスク軽減策について「海・船の視点から見た港湾強靱化とりまとめVer.1」を公表。また、本とりまとめに基づき、津波を想定した港湾BCPの更なる充実化を実施。
- 令和3年度も引き続き委員会を開催し、各港湾管理者がふ頭ごとの津波リスク評価を実施する上で参考となる「ふ頭ごとの津波リスク評価ガイドライン」を作成。

## 東日本大震災の際の船舶の被災状況

◆ 東日本太平洋沿岸において、係留船舶の5割余りの避難が間に合わず、係留状態で津波を受け、船舶や岸壁、係船柱等の港湾施設が被害を及ぼす事象が発生。



## 海・船の視点から見た港湾強靱化に向けた主な施策

### 沖合退避の迅速化

- 出船係留の推奨
- 津波・引き波から退避しやすい水域施設(航路・泊地等)の導入
- 係留索解放の自動化(クイックリリース型係船柱等)等

### 係留避泊の安全性向上

- 津波を考慮した係船柱・防舷材の導入
- 津波エネルギーを減衰する防波堤の延伸・嵩上げ
- 船員等の人命を守る津波避難タワー等の整備等

### 船舶の衝突・乗揚げの抑制

- 民有護岸の耐震化等による航路等の安全性確保
- 防衝施設や乗揚げ・流出防止施設の整備

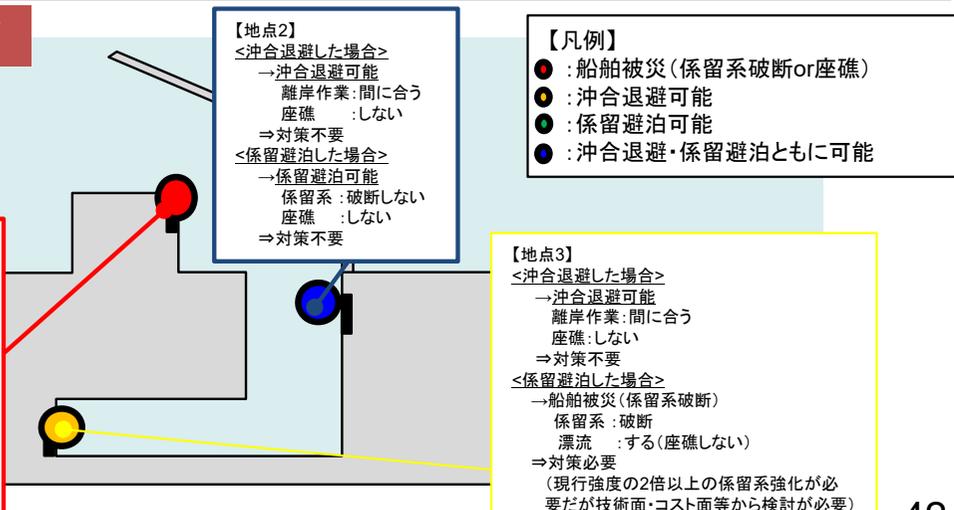
## ふ頭ごとの津波リスク評価ガイドライン

- ケーススタディ港湾における、ふ頭ごとの津波リスク評価の試行を踏まえ、各港湾管理者がふ頭ごとの津波リスク評価を実施する上で参考となる、ふ頭ごとの津波リスク評価ガイドラインを作成。
- 想定地震・津波(L1及びL2津波)を設定し、津波高だけでなく、津波襲来時間(押し波・引き波)にも着目して、最も厳しい(リスクの高い)想定津波を選定し、津波シミュレーションを実施。
- 港内の複数地点の岸壁等の係留船舶を想定し、各地点における船舶の沖合退避及び係留避泊の可否を試算。
- 被災する場合はその原因と対策を示し地図上に記載することで、地点ごとの脆弱性を一目で確認できる。

## 津波リスク評価試算結果の例

港湾名: 太平洋に面したA港  
 地震: ●●地震  
 津波波源: レベル2津波(●●津波)  
 潮位: L.W.L.

**【地点1】**  
 <沖合退避した場合>  
 →船舶被災(係留系破断)  
 離岸作業: 間に合わない  
 漂流: する(座礁しない)  
 ⇒対策必要 (例) 出船係留  
 <係留避泊した場合>  
 →船舶被災(係留系破断・座礁)  
 係留系: 破断  
 漂流: する(座礁する)  
 ⇒対策必要 (例) 航路・泊地の増深  
 (現行強度の2倍以上の係留系強化が必要だが技術面・コスト面等から検討が必要)



- 大規模災害発生時、当該港湾の重要機能が最低限維持できるよう、発災後に行う具体的な対応と平時に行うマネジメント活動を規定した港湾の事業継続計画(港湾BCP)を、重要港湾以上の125港で策定。
- 今般、南海トラフ地震や日本海溝・千島海溝等での巨大地震の切迫性を踏まえ、津波来襲時に想定される船舶・船員・乗客への被害、漂流船舶が陸上施設に及ぼす被害の軽減等に向け、「港湾の事業継続計画策定ガイドライン」を改訂。
- 具体的には、①沖合退避の迅速化、②係留避泊の安全性向上、③船の衝突・乗揚げの抑制、の3つの観点から、船側も含めた関係者が連携して検討・合意すべき項目を追加。

## 【背景】

東日本大震災における船舶の被害

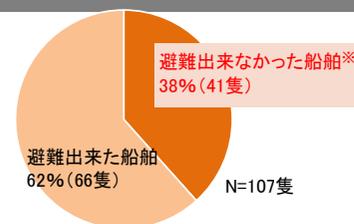


船舶の岸壁への乗揚げが発生  
(仙台塩釜港)

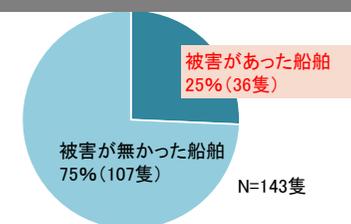


船舶漂流に伴う荷役機械への衝突  
(鹿島港)

東日本大震災における地震・津波の来襲時の船舶の避難可否・被害状況



東日本太平洋沿岸における船舶避難の可否  
(地震発生時に港外にいた船舶も含む)  
※ 一部、不明船舶を含む



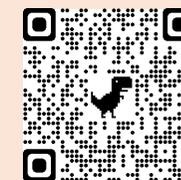
東日本太平洋沿岸における船舶被害の割合  
(地震発生時に港外にいた船舶も含む)

2011年に海事局が実施したアンケート結果を基に作成

## 【改訂のポイント】

### 共通 (沖合退避の迅速化、係留避泊の安全性向上、船の衝突・乗揚げの抑制)

- 各港湾において起こり得る津波の規模・到達時間を複数想定した津波シミュレーションの実施
- 上記の結果を踏まえたふ頭リスク分析の実施や、それらを分かりやすく図示したマップ等の作成
- 船舶の状況に応じて関係者が取るべき行動等に関する検討、訓練の実施等への船側関係者の追加
- 訓練結果等を踏まえた港湾BCPの継続的な見直し



港湾BCPガイドライン本文(改訂版)

### ①沖合退避の迅速化

- 沖合退避の迅速化のための施策を講じるべきふ頭の抽出
- 荷役停止や係船索の取り離し等の手順・優先度等の事前検討

### ②係留避泊の安全性向上

- 係留避泊の安全性を高めるための施策を講じるべきふ頭の抽出
- 荷役停止や係船索の増し取り等の手順や優先度等の事前検討

### ③船の衝突・乗揚げの抑制

- 衝突や乗揚げによるリスクが高いふ頭の抽出
- 被害を軽減するために関係者がとるべき行動や優先度等の事前検討



---

## 4. 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

---

# 港湾における災害対応の特徴

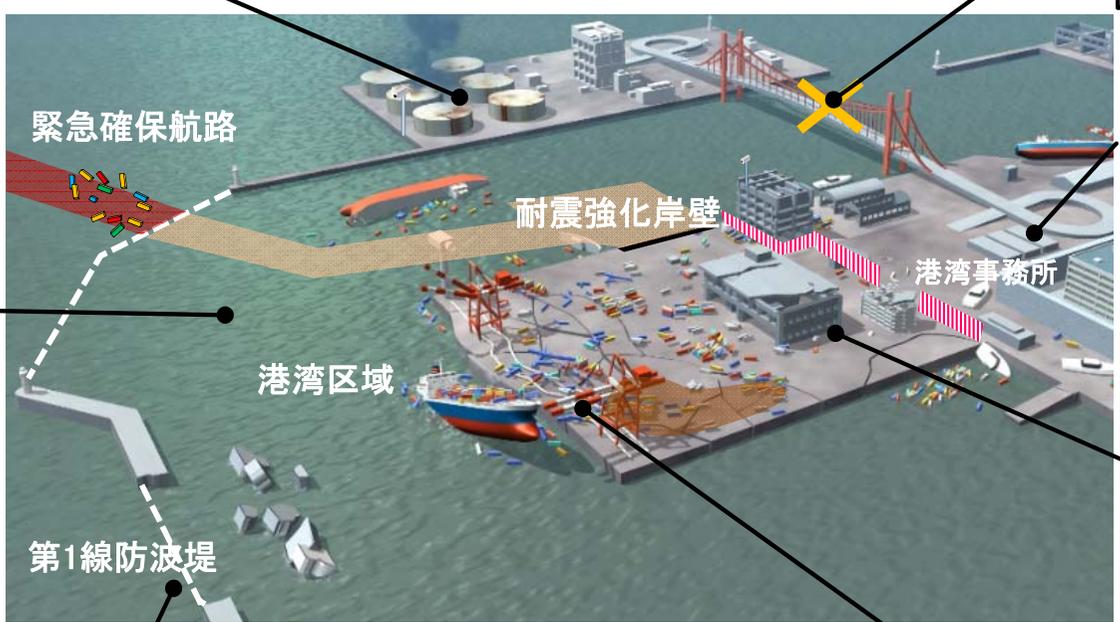
## 災害発生時に港湾に求められる役割及び港湾分野の被災状況把握の特徴

■ 地震・風水害等の大規模災害発生時、港湾では緊急支援物資の受入やサプライチェーン維持の観点から港湾機能の維持が必要となる一方、港湾は他のインフラと比較して現地調査開始が遅れるおそれ、水域の面的な被災状況把握が求められることなどの特徴が挙げられ、被災した港湾施設の迅速な復旧等の支障になることが懸念される。

**【コンビナート等の民間施設の被災状況把握】**  
● 港湾エリアにはコンビナート等の民間施設が多く立地していることから、被災状況把握に多くの時間を要するおそれ

**【水域の面的な被災状況把握】**  
● 港湾には、面的な広がりを持つ港湾区域等が存在し、みなとカメラ等で港全体の状況を確認するのは困難

**【沖合の防波堤等の被災状況把握】**  
● 沖合の防波堤等では、発災後、船舶等による速やかな被災状況把握が困難である場合があり、迅速な現地調査に着手出来ないおそれ



**【孤立エリアの被災状況把握】**  
● ふ頭間を跨ぐ臨港道路(橋梁)が通行不可になった場合、孤立エリアが発生するおそれがあり、その場合、当該エリアの被災状況把握が遅れる恐れ

**【“警報等発令”現地調査開始のおくれ】**  
● 津波・高潮警報等が発令された場合、事務所職員が被災現場に近づくことが出来ず、現地調査の開始が遅れるおそれ

**【“SOLAS区域内”の被災状況把握】**  
● 国際埠頭にはSOLAS条約に基づく保安措置としてSOLASフェンスが設置されており、ヤード内の現地調査を実施する場合、埠頭保安管理者の許可が必要

**【“液化化発生エリア”の被災状況把握】**  
● 埋立地に造成された港湾施設等では、大規模地震発生時に液化化が発生することがあり、発災後、迅速な現地調査に着手出来ないおそれ

# リモートセンシング技術の特性に応じた被災状況把握手法の選定

- 面的な広がりを持つ港湾は、被災状況の把握に時間を要するだけでなく、津波・高潮警報等の発令や臨港道路の寸断等により、現地調査に迅速に着手できない恐れがある。
- そのため、職員による現地調査ができない場合でも、遠隔で調査可能なリモートセンシングの各種技術を、その特性に応じて組み合わせることで、発災直後の概査から詳査に至るまで、被災状況を迅速かつ効率的に把握することが可能となる。

## 港湾内の被災状況把握

**発災直後**

警報発令中から港全体の状況把握を実施

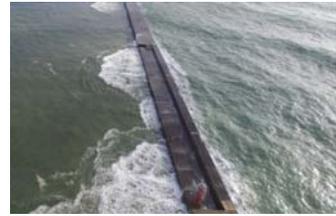
**被災状況把握手法**

- ドローンによる 概査(目視)  
(レーザ非搭載ドローン)

※観測範囲が狭いため、優先度の高い施設から実施

**目的**

- 港内における被災状況の概査を実施



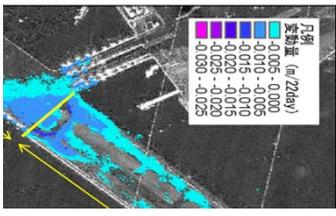
**発災 半日〜1日程度**

**被災状況の分析**

- 衛星データによる概査

**目的**

- 港内全体の被災状況の概査を実施



被災箇所の絞り込み

**発災後 1〜3日程度**

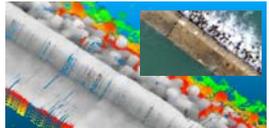
警報解除を待たず、被災状況の分析を開始

**被災状況把握手法**

- ドローンによる調査(測量)  
※レーザ搭載ドローン、ROV

**目的**

- 港湾施設等の詳細な測量を実施





## 湾全体にまたがるような広域エリアの被災状況把握

**【災害対策用ヘリコプター】**

**主な設備**

- ・衛星通信設備映像撮影装置
- ・画像伝送システム
- 映像音声記録装置
- ・サーチライト
- ・衛星通信装置 等

**地方整備局等の配備状況**

- ・全10局に配備
- ※中国地方:R4.3配備予定




連携

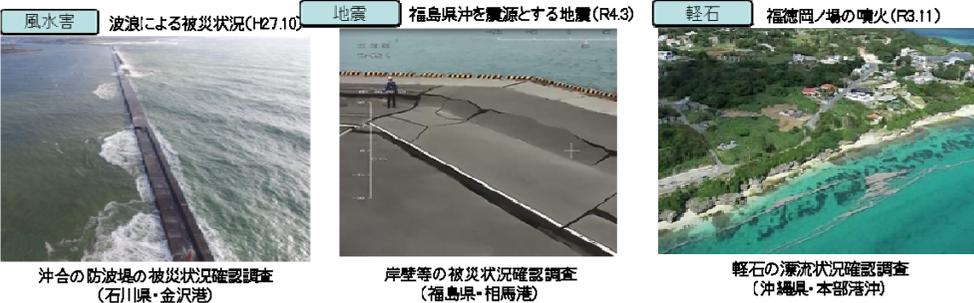
# 各被災状況把握手法(人工衛星・ドローン等)の特徴

被災状況把握手法		活用場面				特徴		利点
		夜間観測	悪天候時観測	概略調査(目視)	詳細調査(測量)	観測範囲	観測結果の判断・解釈	
人工衛星	光学画像	×	×	○	×	○ 広い (数万km <sup>2</sup> )	○	広範囲の概況把握が容易 ※現在、日本で運用されているものはない
		周回軌道による観測機会の制限あり						
	SAR画像	○	○	○	△	○ 広い (数万km <sup>2</sup> )	△ 専門知識が必要	
		周回軌道による観測機会の制限あり						
ドローン	レーザ非搭載	△ 機種による	△ 機種による	○	×	×	○ 容易	立入困難な箇所の調査が可能、目視判別可能な大きな変位等を把握可能
	レーザ搭載	△ 機種による	△ 機種による	△	○	×	△ 専門知識が必要	
航空機・ヘリ		×	×	○	△	△ 中程度 (数百km <sup>2</sup> )	○ 容易	数百km <sup>2</sup> 単位の調査を一日数回行うことが可能
ROV		×	×	△	○	×	○ 容易	水中部の調査が可能
地上現地調査		×	△ 雨風次第 ※警報発令下では困難	○	○	×	○ 容易	被害の詳細把握が可能

# ドローンを活用した被災状況把握の高度化への取り組み

## 港湾分野におけるドローン利活用の優位性の整理

港湾分野では、ドローンを活用した上空から速やかな被災状況把握により、水域の面的な被災状況把握や係留施設の施設点検及び迅速な利用可否判断への活用が期待される。



風水害 波浪による被災状況(H27.10) 地震 福島県沖を震源とする地震(R4.3) 軽石 福徳岡ノ場の噴火(R3.11) 軽石の漂流状況確認調査(沖縄県・本部港沖)

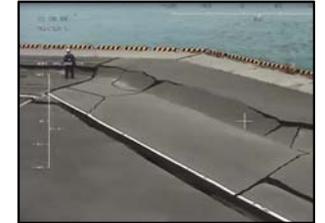
沖合の防波堤の被災状況確認調査(石川県・金沢港) 岸壁等の被災状況確認調査(福島県・相馬港)

## 地方整備局への自律制御型ドローンの導入

R3年度に各地方局に対して自律制御型ドローン計20台を導入し、港湾施設等の被災状況把握体制を構築。  
※北海道・沖縄を除く



高性能ドローン (R3年度に地方整備局に導入)



福島県沖を震源とする地震(R4.3)での活用

## 令和3年度における自律制御型ドローンを用いた防災訓練実施

1~3月、全国10か所の地方整備局等で、ドローンの操縦技量の向上を目的に被災状況調査訓練を実施(参加職員総数約60名)。

中国:広島港(出島地区)、2月16日・10名



## 職員の操縦技術向上のための研修の実施

国土技術政策総合研究所において、令和4年度以降、直轄職員の継続的なドローン操縦に係る技能向上に向けて、体系的に目的別のドローン研修を実施。職員のドローンの操縦技術向上に取り組む。

### 目的別のドローン研修のイメージ

知識  
技能  
経験

**【上級者コース】**  
経験者を対象とした1~2日程度の実践的  
内容の研修により、自律制御等の高度な知  
識・技能を習得させる

**【中級者コース】**  
10h以上の操縦を伴う3~4日程度の基礎的  
内容の研修により、ドローンを利用した業務  
に必要な最低限の知識・技能を習得させる

**【初級者コース】**  
未経験者を対象とした1日程度の導入的  
内容の研修により、ドローンの裾野を拡げる

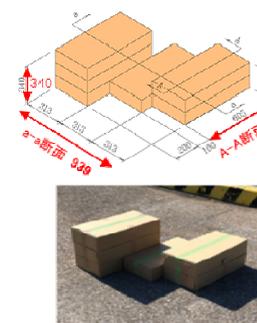


## レーザー搭載型ドローンを活用した被災状況把握の高度化に向けた取組み

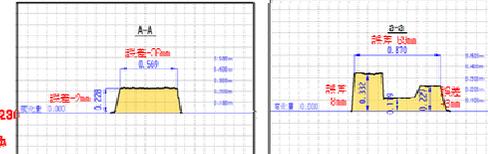
令和3年度、港湾における災害発生時の迅速な施設点検等の実現に向け、レーザー搭載型ドローンを用いた現地実証(博多港・宮崎港)を実施。  
昼間(岸壁)・夜間(護岸)で測量を実施。昼間・夜間ともに変状(段差及び水平変位)を確認することができ、測量誤差は最大昼間69mm、夜間14mmであり、港湾施設の利用可否を判断する上で十分な測量精度を有していることが確認された。

### レーザー測量による変状箇所(仮定)の測定検証

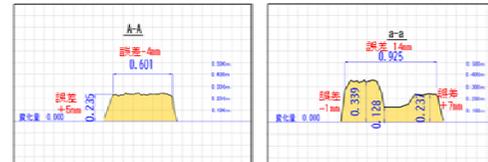
設置した模擬物体(段ボール)の形状寸法



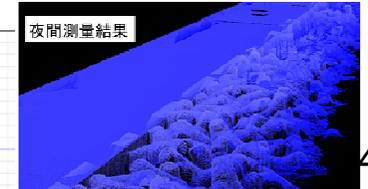
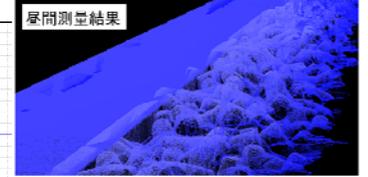
### 昼間測量結果の形状寸法



### 夜間測量結果の形状寸法



### レーザー測量による宮崎港防波堤の点群データ



## 【ドローンの撮影高度による相違】 撮影場所: 仙台塩釜港石巻港区 雲雀野埠頭

- 高度86mからの撮影では撮影対象となる被害形態が沈下・段差であれば、上空からカメラ下向きで撮影すれば段差が写らないため被災が軽微に見えてしまう可能性がある。
- 一方で、カメラを斜めに向けた撮影高度9m、21mでは段差を確認することが可能であり、高度9mまで近づくと段差を数10cm程度で把握することができた。
- また、比較対象の人物、スケール等を一緒に撮影することで被害の規模感を把握する助けになる。(相馬港の事例)



高度86m



高度21m

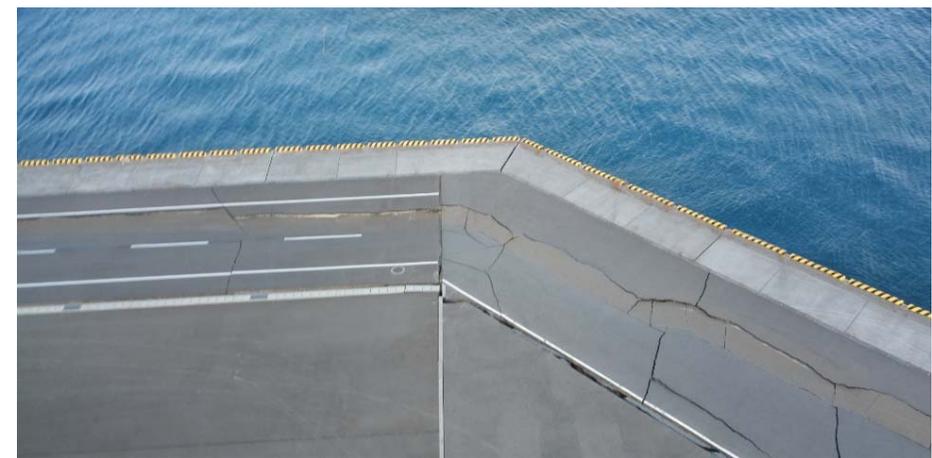


高度9m

## 【相馬港におけるドローンを用いた被災状況調査】



斜めからの撮影・比較対象の人物あり



垂直に近い撮影・対象物なし

# 港湾施設を撮影する際のポイント

## カメラ構図

- 岸壁・護岸、臨港道路、防波堤等の線状構造物を撮影する場合、まずは数10m程度の高度から全景映像又は真下方向の映像を撮影することが望ましい。
- 初回の飛行で被災状況の全体を把握し、2回目以降の撮影で、より詳細な被災状況を把握することが望ましい。
- 被災個所の撮影を行う場合、全景映像及び近景映像、正面映像や垂直映像等、被災個所の起終点側からの映像の全てを撮影することが望まれる。
- 広範囲が映る撮影を行う場合、建物や自然地形等の地物が縮尺の目安となるため、その点に留意することが望ましい。

## 画面の移動速度

- 画面の移動速度が速すぎると映っている内容の確認が難しくなり、遅すぎると冗長な印象の映像となるので、画面の移動速度には留意が必要。
- 広範囲の撮影を行う場合は高度50mから速度を3m/s程度、詳細なポイントを撮影する場合は高度10mから速度1m/s程度が目安となる。

## 撮影のポイント：岸壁・ふ頭用地等

- 岸壁・ふ頭用地の陸域を撮影する場合、構造物の段差やずれを把握するためには“斜め映像が適している一方、護岸法線のずれ等を把握するためには”真下撮影“が適しており、様々な角度からの撮影を行うことが望ましい。
- 地震時は、耐震強化岸壁及びその周辺の調査から開始することが望ましい。



岸壁・ふ頭用地の被災状況確認 (段差や護岸法線のずれ等を確認)



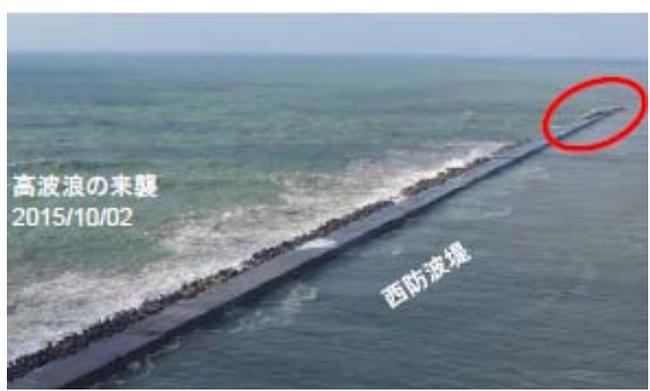
岸壁・ふ頭用地の被災状況確認 (クラックを確認)

## ドローン撮影の着眼点

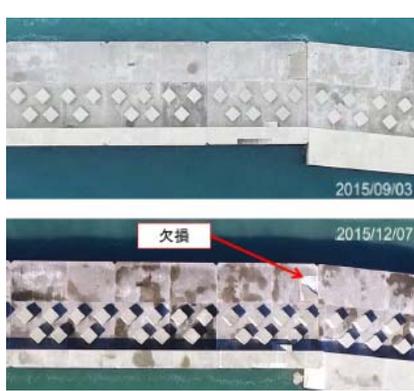
対象	ドローン調査時の着眼点
コンテナターミナル、フェリーターミナル	エプロンの陥没・段差、本体の異常(欠損、はらみ出し、傾斜、沈下)、ターミナル前面の水域施設の状況(航路閉塞状況)、ターミナルまでの臨港道路(道路閉塞)、ガントリークレーン、ボーディングブリッジの被災状況
耐震強化岸壁	エプロンの陥没・段差、本体の異常(欠損、はらみ出し、傾斜、沈下)、岸壁前面の水域施設の状況(航路閉塞状況)、耐震強化岸壁までの臨港道路の被災状況
埠頭間連絡道路等の臨港道路・橋梁	臨港道路(ひび割れ、沈下、瓦礫等による道路閉塞)の被災状況、橋梁(ひび割れ、沈下、段差、移動、落橋、倒壊、半倒壊)の被災状況

## 撮影のポイント：外郭施設(防波堤等)

- 防波堤等の線状構造物を撮影する場合、地平線が上部に写るように“斜め映像”を撮影すると被災状況の全体像や位置関係がわかりやすい。
- 構造物の詳細な被災状況を確認する場合、“真上映像”を撮影すると効果的な撮影を行うことができる。



防波堤の被災状況確認(斜め映像)



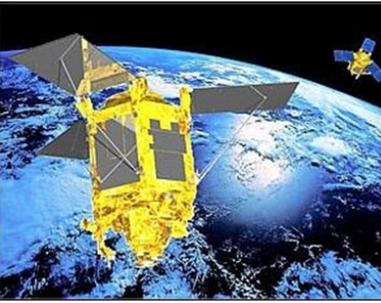
防波堤の被災状況確認(真上映像)

# 人工衛星の種別

- 人工衛星は、地球観測のほか気象観測、通信・放送、測位、惑星探査等の目的で活用されている。
- 災害発生時の被災状況把握等には、地上500km程度の衛星軌道上から地球を観測する地球観測衛星が活用され、地球観測衛星は光学センサを搭載した「光学衛星」とマイクロ波センサを搭載した「SAR衛星(レーダ衛星)」に大別される。
- 以降、本ガイドラインでは、地球観測衛星(光学衛星・SAR衛星(レーダ衛星))を「衛星」と定義する。

## 地球観測衛星

<h3>光学衛星</h3> <p>(自然の反射光や放射光を観測)</p>  <p>だいち3号(ALOS-3)</p>	<h3>SAR衛星</h3> <p>(衛星から照射された電波の反射を観測)</p>  <p>だいち2号(ALOS-2)</p>
--	---

 <p>WorldView-3 (光学衛星)</p>	 <p>SPOT6&amp;7 (光学衛星)</p>	 <p>TerraSAR-X (SAR衛星)</p>
--	---	--

### 気象衛星



気象衛星 ひまわり8号

### 通信・放送衛星



超高速インターネット衛星 きずな

### 測位衛星



準天頂衛星 みちびき

### その他(惑星探査衛星)

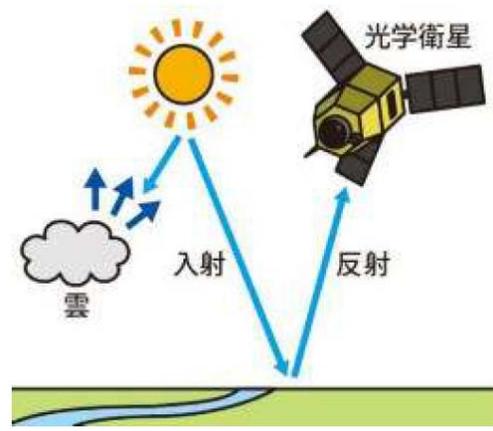


惑星探査衛星 はやぶさ2

- 災害発生時の被災状況把握等に活用される地球観測衛星には、自然の放射光や反射光を利用する光学衛星と自らマイクロ波(電波)を出し、その散乱波(反射波)を観測するSAR衛星の2種類に大別される。
- 災害種別や観測対象の特徴に応じ、各衛星の特徴等を考慮の上、両衛星を使い分けていく必要がある。

**光学衛星** 自然の反射光や放射光を観測

人間が目で見たと近い画像  
(可視光および近赤外線を観測)



- 【長所】**
- 写真と同等の見た目であり直感的にわかりやすい
- 【短所】**
- 夜間の観測は不可能
  - 悪天候時の観測は困難

■ 代表的な商用光学衛星

光学衛星		WorldView-3,-4	Pleiades 1A,1B	SPOT 6,7	PLANET Dove
地上分解能(※)	白黒	0.31m	0.5m	1.5m	—
	カラー	1.24m	2m	6m	3.0m
観測幅		13.1km	20km	60km	24km
観測頻度		4.5日	毎日	毎日	約24時間
観測波長帯		可視光+近赤外 等	可視光+近赤外	可視光+近赤外	可視光+近赤外

**SAR衛星** 衛星から照射された電波の反射を観測

人間が知覚できない状態を可視化  
(電波の散乱状況を画像化)



- 【長所】**
- 曇天・雨天でも夜間でも観測が可能
- 【短所】**
- 地形によっては観測できないエリアが発生
  - 観測対象物の見た目が直感的にわかりにくい

■ 代表的な商用SAR衛星

レーダー(SAR)衛星	ALOS-2	COSMO-SkyMed	TerraSAR-X	RADARSAT-2
地上分解能(※)	3m	3m	3m	8m
観測幅	50km	40km	30km	50km
回帰日数	14日	16日	11日	24日
観測波長帯	Lバンド (23.5cm)	Xバンド (3.1cm)	Xバンド (3.1cm)	Cバンド (5.7cm)

※地上分解能とは、デジタル画像1画素の一辺が示す地上での距離のこと

# 衛星画像を活用した被災状況把握の高度化への取り組み

## 港湾分野における衛星データ利活用の優位性の整理

- 光学衛星を活用した被災状況把握については、人間の目で捉えることができる可視光画像のカラー合成により、航空写真と同様の見た目の画像生成が可能。
- 可視光から近赤外領域の反射の強さ・弱さの特性を活かし、森林域、水域等識別することが可能で、津波や風水害時の浸水範囲を識別が可能。
- SAR衛星の観測においては、物質の反射特性の違いから被災の状況を判断することが可能。例えば海面が油に覆われると衛星に戻る反射がなくなるため、黒色の範囲で油の流出箇所を把握することが可能となるほか、コンクリートだった箇所が浸水したケースや、海上に油やコンテナが漂流しているケースなどは、素材の反射特性の違いから変化の判別が可能となる。

光学衛星 福島県、根の崎火災(R3.10)



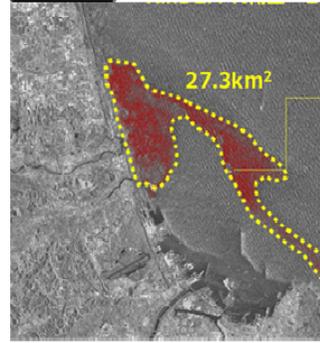
軽微の津波状況の把握(沖崎島・運火港)

光学衛星 東北地方太平洋沖地震(H23.3)



津波による浸水状況等の把握(宮城県仙台塩釜港等)

SAR衛星 八戸湾沖貨物船墜落事故(R3.8)

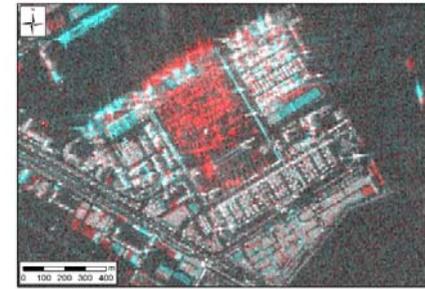


貨物船からの燃料油の流出状況の把握(青森県・八戸湾)

## 被災状況把握手法の検討

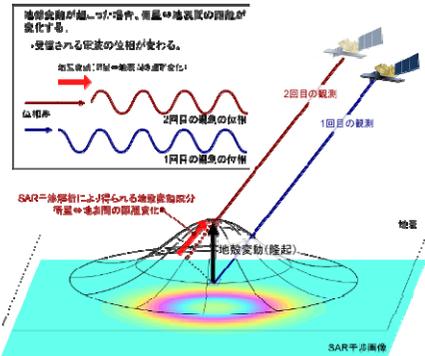
### 2時期カラー合成

平時の港湾の衛星写真と発災後の衛星写真を重ね合わせることで、変状箇所を把握する方法。



### 干渉SAR解析

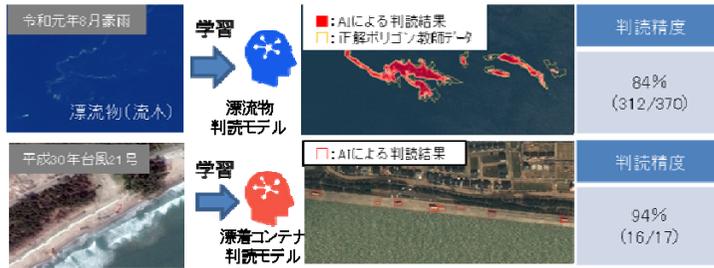
陥没や隆起等、衛星-地表間の距離が変化し、受信される電波の位相が変化することを利用して、変位の有無や変位量を求める方法。



## AIを活用した海上漂流物の位置把握及び漂流予測技術の検討

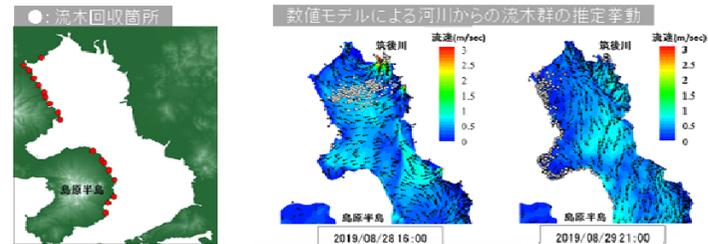
### AIを活用した海上漂流物の位置把握

過去の災害事例をもとに、流木・漂着コンテナを対象に衛星画像によるAI学習を実施した結果、共に十分な判読精度を確認。



### 漂流予測技術の構築

光学衛星画像等により把握した漂流物の位置を活用し、有明海における漂流物の予測モデルを作成し、漂流物の位置予測検討を実施。



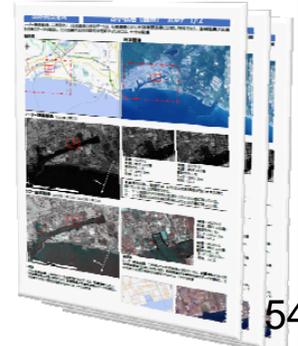
## 国土技術政策総合研究所の港湾カルテに基づく助言

- 125港湾を対象に平時の港湾を分析した結果(一部の港湾は近年の災害等を対象に分析したものを含む)を内容とした港湾カルテを整理。
- 発災時に、整備局の職員や災害協定に基づきカラー合成を行う民間事業者の担当者が活用しやすいものとして共有し、技術的助言を受けることができる。

合成開口レーダー衛星画像の取得イメージ



■港湾カルテ(仮称)イメージ



ご清聴ありがとうございました