

# 港湾分野の 気候変動対応と 港湾研究部の研究動向

令和4年12月8日  
国土技術政策総合研究所  
港湾研究部長 酒井浩二

## ○カーボンニュートラルポ<sup>o</sup>ート施策の推進

## ○港湾研究部の研究動向

### 【港湾計画研究室】

- ・ 国際海上コンテナ背後圏輸送の効率化方策に関する研究

### 【港湾システム研究室】

- ・ コンテナターミナルの定時性向上に資するターミナル混雑度指標の開発
- ・ 港湾物流予測における脱炭素化の影響分析

### 【港湾施設研究室】

- ・ 気候変動適応策としてのコンテナターミナルに対するストレスの適用に関する研究

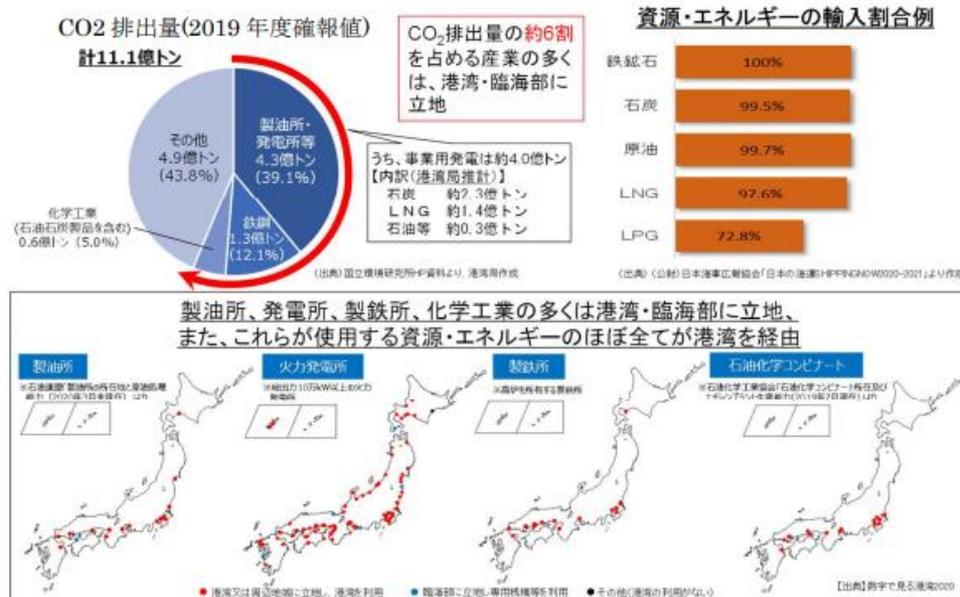
### 【港湾施工システム・保全研究室】

- ・ 港湾工事におけるCO2削減技術の導入方策に関する調査研究

## ○港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会

我が国の港湾は、CO2排出量の約6割を占める発電、鉄鋼、化学工業等の多くが立地する**臨海部産業の拠点**、**エネルギーの一大消費拠点**です。現在はこれらの産業で利用される化石燃料等が港湾を利用して輸入されていますが、今後は化石燃料に代わる脱炭素エネルギーに転換していくことが想定されます。**水素・燃料アンモニア等の活用等によるCO2削減の余地が大きい港湾地域において、脱炭素化に向けた先導的な取組を集中的に行うことは、我が国の2050年カーボンニュートラルの実現に効果的・効率的**であると考えられます。

そこで、国土交通省港湾局では、水素・燃料アンモニア等の大量・安定・安価な輸入・貯蔵等を可能とする**受入環境の整備**や、脱炭素化に配慮した**港湾機能の高度化**、集積する**臨海部産業との連携**等を通じてカーボンニュートラルポート（CNP）を形成し、我が国全体の脱炭素社会の実現に貢献することとしています。



## 法律の概要

### 1. 港湾における脱炭素化の推進

#### ①港湾の基本方針への位置づけの明確化 等

- 国が定める港湾の開発等に関する基本方針に「脱炭素社会の実現に向けて港湾が果たすべき役割」等を明記。
- 港湾法の適用を受ける港湾施設に、船舶に水素・燃料アンモニア等の動力源を補給するための施設を追加し、海運分野の脱炭素化を後押し。 ※併せて税制特例(固定資産税等)を措置

#### ②港湾における脱炭素化の取組の推進

- 港湾管理者(地方自治体)は、官民の連携による港湾における脱炭素化の取組※を 定めた港湾脱炭素化推進計画を作成。  
※水素等の受入れに必要な施設や船舶への環境負荷の少ない燃料の供給施設の整備等
- 港湾管理者は、関係する地方自治体や物流事業者、立地企業等からなる 港湾脱炭素化推進協議会を組織し、計画の作成、実施等を協議。
- 水素関連産業の集積など、計画の実現のために港湾管理者が定める区域内に おける構築物の用途規制を柔軟に設定できる特例等を措置。

⇒ 臨海部に集積する産業と連携し、カーボンニュートラルポート(CNP)の取組を推進し、我が国の産業や港湾の競争力強化と脱炭素社会の実現に貢献

### 2. パンデミック・災害の際の港湾機能の確実な維持 略

### 3. 港湾の管理、利用等の効率化と質の向上 等 略

### 1. はじめに

### 2. CNPの形成に向けて取り組む背景と必要性

- (1) 政府方針における位置づけ
- (2) 国際エネルギー機関(IEA)のレポート
- (3) 港湾地域からの温室効果ガスの排出量
- (4) 水素や燃料アンモニア等の輸入・貯蔵・配送拠点
- (5) 港のグリーンマーケティング

### 3. CNPの目指す姿

- (1) 水素等サプライチェーンの拠点としての受入環境の整備
- (2) 港湾地域の面的・効率的な脱炭素化

### 4. CNPの形成に向けた取組の方向性

- (1) CNP形成の対象範囲について
- (2) 港湾地域における官民一体となった取組について
- (3) 水素・燃料アンモニア等の大量・安定・安価な輸入・貯蔵等の実現について
- (4) 脱炭素化に向けたロードマップ、CNP形成に関する技術について
- (5) 既存ストックの有効活用について
- (6) 民間投資の喚起について
- (7) 施設整備における取組について
- (8) 情報の整理及び共有について
- (9) 国際協力について
- (10) 国際競争力の強化について
- (11) CNP形成を促す環境整備について

### 5. CNPの形成に向けた具体的な取組事例

- (1) 水素等の供給
- (2) 脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化
- (3) その他

## (1) 水素の供給等

- ・国内での水素等荷揚げ用港湾施設・貯蔵タンク、
- ・パイプライン、
- ・CO<sub>2</sub>の回収・利用・貯蔵(CCUS)(輸送を含む)

## (2) 脱炭素に配慮した港湾機能の高度化

### (2-1) 船舶

- ・船舶への陸上電力供給、
- ・燃料供給(LNG、水素、燃料アンモニア等)

### (2-2) ターミナル内

- ・荷役機械の水素・アンモニア燃料化、電動化(再エネ由来電力利用)、省エネ化(ハイブリッド、電力回生)
- ・リーファーコンテナの省エネ化(日除け)、
- ・照明のLED化、
- ・管理棟への太陽光発電の導入
- ・コンテナ用トラクターヘッド(構内用)、
- ・ヤード内重機(バックホウ、ブルドーザー等)のFC化等

### (2-3) 構外車両

- ・ダンプトラックのFC化、
- ・コンテナ用トラクターヘッド(構外用)、
- ・ゲート前混雑解消(デジタル化等)

### (2-4) ターミナル外

- ・上屋・CFS(太陽光発電)、
- ・倉庫(太陽光発電、冷熱利用)、
- ・火力発電所等(水素・燃料アンモニアの混焼・専焼、バイオマス、CCUS等)、
- ・鉄鋼、化学工業等

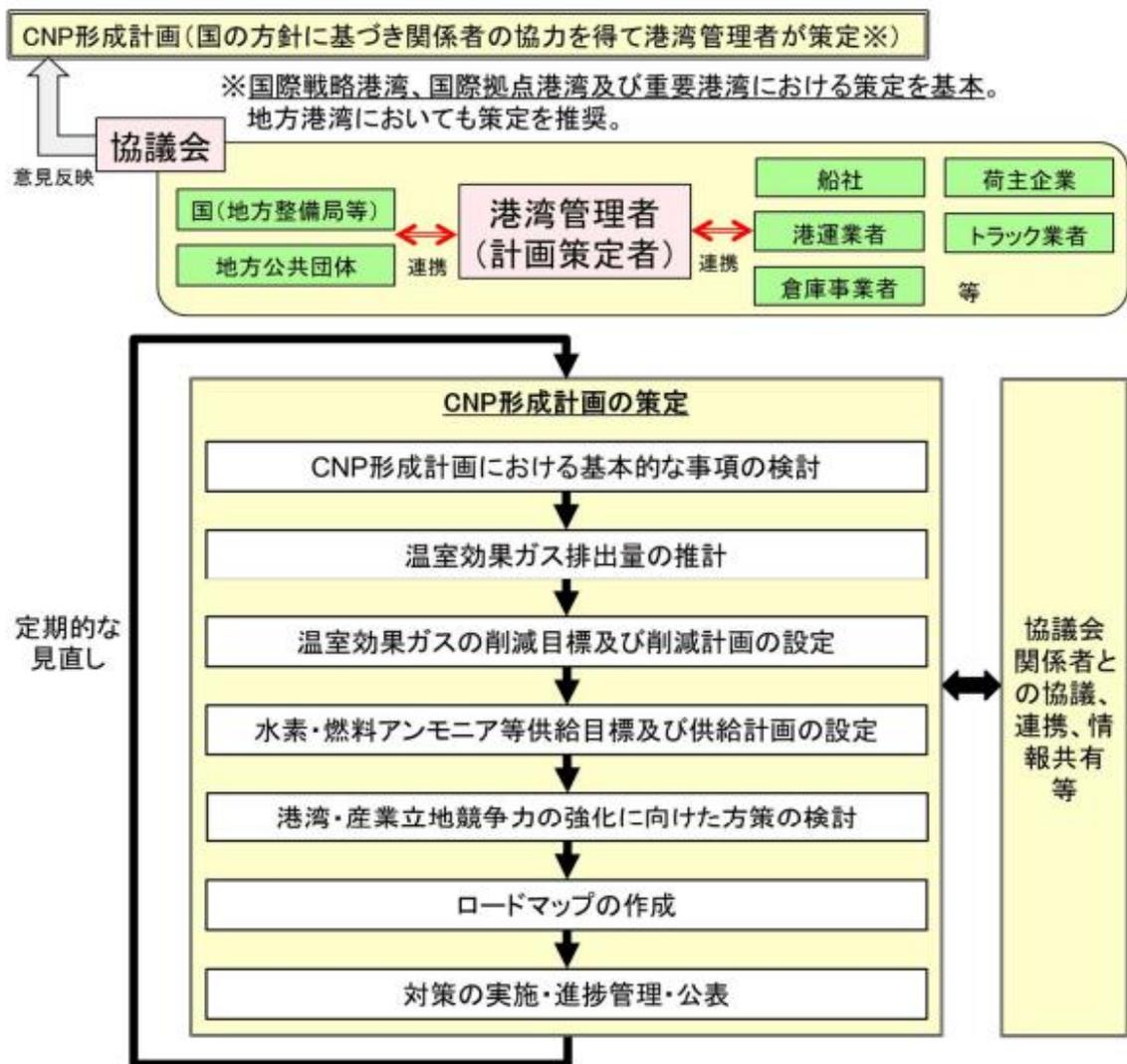
### (2-5) 支援施設

- ・自立型水素等電源、
- ・水素ステーション

## (3) その他

- ・洋上風力発電の基地港湾、
- ・洋上風力余剰電力の活用(水素化、海上輸送)、
- ・ブルーカーボン、
- ・カーボン・クレジットの活用

# CNP形成計画の策定フロー





## 港湾管理者

地元自治体、背後圏の自治体  
...

## 民間企業

船会社(コンテナ船、一般貨物船、フェリー、  
RoRo船、クルーズ、...)、港湾運送事業、  
陸上運送事業、倉庫業、臨海部企業、  
内陸部企業、...

## 国の行政機関

国土交通省(港湾局、海事局、海上保安  
庁、...)、財務省(税関)、厚生労働  
省(植物検疫、労働監督、保健)、農林水  
産省(動物検疫)、法務省(入国管理)、  
警察庁(臨港警察)、...

会長	川崎市長	
学識会員	国際大学副学長・大学院国際経営学部研究科教授 橘川 武郎 成城大学経済学部教授 平野 創 早稲田大学理工学術院創造理工学部教授 中垣 隆雄	
会員	旭化成株式会社 旭タンカー株式会社 味の素株式会社 出光興産株式会社 岩谷産業株式会社 上野グループホールディングス株式会社 エア・ウォーター・パフォーマンスケミカル株式会社 ENEOS株式会社 株式会社荏原製作所 川崎重工業株式会社 かわさきファズ株式会社 川崎臨港倉庫埠頭株式会社 株式会社クレハ環境 サンアロマー株式会社 J&T環境株式会社 JFEエンジニアリング株式会社 JFEコンテナ株式会社 JFEスチール株式会社 JFEホールディングス株式会社 株式会社JERA 昭和電工株式会社 住友商事株式会社 セントラル硝子株式会社 大陽日酸株式会社 高砂熱学工業株式会社 株式会社タケエイ 千代田化工建設株式会社 太平洋セメントグループ 東亜合成株式会社 東亜石油株式会社 東京ガスグループ 東京電力グループ 東芝エネルギーシステムズ株式会社	東洋埠頭株式会社 トキコシステムソリューションズ株式会社 株式会社豊田自動織機 トヨタL&F神奈川株式会社 日油株式会社 日本合成アルコール株式会社 日本エア・リキード合同会社 日本コンセプト株式会社 株式会社日本触媒 日本ゼオン株式会社 日本プチル株式会社 日本ポリエチレン株式会社 日本冶金工業株式会社 日本郵船株式会社 東日本電信電話株式会社川崎支店 東日本旅客鉄道株式会社 富士電機株式会社 プリンス海運株式会社 プレス工業株式会社 三浦工業株式会社 株式会社三井住友銀行 三菱化工機株式会社 三菱重工業株式会社 株式会社三菱UFJ銀行 横河電機株式会社 横浜川崎曳船株式会社 横浜川崎国際港湾株式会社 株式会社横浜銀行 株式会社ロジスティクス・ネットワーク 一般財団法人 石炭フロンティア機構 石油コンビナート高度統合運営技術研究組合 国土交通省関東地方整備局

## 研究の背景と目的

○2024年実施予定の働き方改革はトラックドライバー不足に拍車をかける可能性。一方輸入・輸出を行う企業間で空コンテナを背後地域で融通するコンテナラウンドユース(CRU)が導入されつつあり、これは輸送の効率化(輸送回数・距離削減や**二酸化炭素排出削減**)をもたらす可能性。

➡ 本研究の目的: 企業間連携や輸送方式の見直しによる持続可能な背後輸送システムの検討

## 研究内容

1. 国際海上コンテナ輸送に従事するトラックドライバー不足の推計

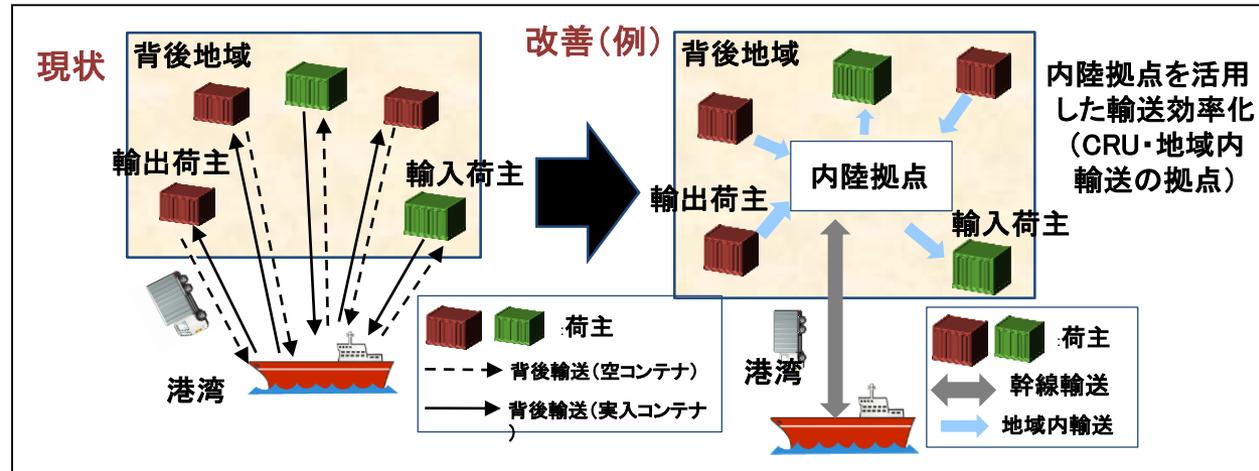
2. 持続可能な国際海上コンテナ背後輸送システムの検討

- ・CRU等の企業間連携方策
- ・内陸側拠点の導入等の背後輸送方式の見直し等

3. 検討したシステムの持続可能性評価手法の検討

- ・トラックドライバー充足度
- ・輸送距離削減、**CO2排出削減**等

4. 社会実装に向けた指針の作成



## これまでに得られている知見(例)

- ① 背後輸送に従事するトラックドライバーは将来的に不足する可能性がある。コンテナターミナルでの所要時間短縮はこの不足度を軽減させうる。
- ② CRUの導入により総輸送距離の削減をすることができ、**CO2排出削減に一定の効果がある。**

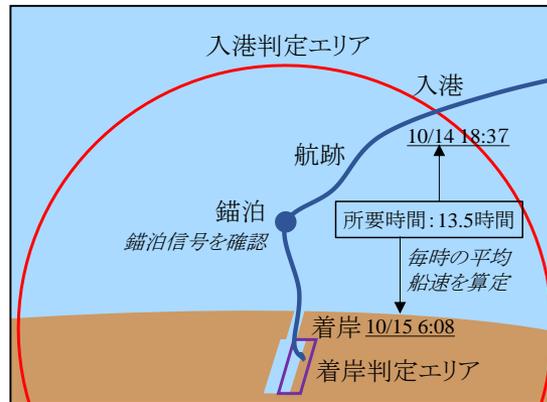
(コンテナ流動調査H30により京浜港～背後地域の輸送について一定の条件下で試算)

## 研究の背景と目的

- 我が国のコンテナターミナルの利用率の向上と寄港コンテナ船の定時性の確保を両立させるとともに、我が国の荷主が定時性の高い経路を選択可能とすることにより、もって産業・港湾の国際競争力の強化を図る。
- コンテナターミナルの沖待ち把握手法を構築し、ターミナルの利用率の向上余力を測る混雑度指標を開発。
- この沖待ち状況把握ツールを活用し、沖待ち船によるCO2排出量の増加をIMO 4<sup>th</sup> GHG Studyに準拠して推計

## 沖待ちの把握方法

AISデータを用いて、入港～着岸までの所要時間や錨泊信号に着目することにより、漂流や減速も含めて船舶の沖待ちをターミナル別に網羅的に把握し、沖待ち時間を推計。



判定エリアと航跡のイメージ

船舶番号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
沖待ち時間	0	0	0	0	0	0	2	2	3	4	9	11
1	13.7	13.8	15.4	13.6	12.0	14.8	9.0	11.2	9.7	8.0	10.9	10.3
2	13.1	12.8	11.9	10.6	9.7	7.5	3.3	3.4	1.3	2.8	0.7	2.0
3				0.5	1.7	3.2	0.0	2.9	0.4	0.7	0.2	0.0
4							10.7	6.5	2.1	0.2	0.1	0.0
5							3.3	4.2	4.6	0.3	0.0	0.0
6									0.8	7.1	0.0	0.3
7							沖待ち時間			0.5	0.0	0.1
8											0.4	0.0
9											6.3	0.0
10											9.6	0.0
11											7.4	0.0
12											4.1	3.2
13												10.0
14												1.0

沖待ち判定のイメージ

## 沖待ち把握ツールによるCO2排出量増加の推計

東京湾での全コンテナターミナルにおける沖待ちによる排出量増は、停泊中の全コンテナ船の排出量の15%に相当することが推計された。

### 各ターミナルの沖待ち状況及びCO<sub>2</sub>排出量推計結果(2021年1月)

港湾	東京				川崎	千葉	横浜				合計
	品川	青海	大井	中防外			東扇島	千葉中央	大黒	本牧BC	
沖待ち隻数	15	18	40	20	12	4	1	26	27	30	193
沖待ち船の割合	23%	19%	20%	27%	25%	27%	2%	18%	28%	20%	21%
平均沖待ち時間	8.4	11.1	7.5	12.4	7.8	10.5	1.0	8.5	11.5	8.7	9.3
停泊時排出量	296	712	1,333	419	140	56	188	680	537	729	5,091
沖待ち排出量	95	98	90	108	26	22	1	96	139	94	768
沖待ち割合	32%	14%	7%	26%	19%	39%	0%	14%	26%	13%	15%

※排出量単位:t

# △ 港湾物流予測における脱炭素化の影響分析

## 研究の背景と目的

- 日本の港湾政策の企画・立案や港湾計画の国土交通大臣の審査において、日本の港湾貨物量の将来予測値や、政策の効果分析が必要とされている中で、脱炭素化の影響を予測すること
- 各港の港湾計画の貨物量予測において脱炭素化の影響を推計するための参考資料を提供すること

## 動向分析

〔最新の貨物量動向〕

- ・貿易統計
- ・鉱工業生産指数

〔業界動向〕

- ・石炭火力発電所のバイオマス混焼進展
- ・製油所の稼働停止
- ・自動車メーカーのEV目標
- ・海外メーカーの国内蓄電池市場参入
- ・日本自動車メーカーの蓄電池の海外調達

- 〔国家戦略・計画〕
  - ・第6次エネルギー基本計画
  - ・グリーン成長戦略
- 〔国際機関等報告書〕
  - ・IEA(国際エネルギー機関)
  - ・コンサルタント

## 木質系バイオマス発電量(2030エネルギー需給見通し等)

年	2013	2019	2030
発電量(万kW)	46	184	426~434



木質ペレット: カナダ、ベトナム



PKS: インドネシア、マレーシア

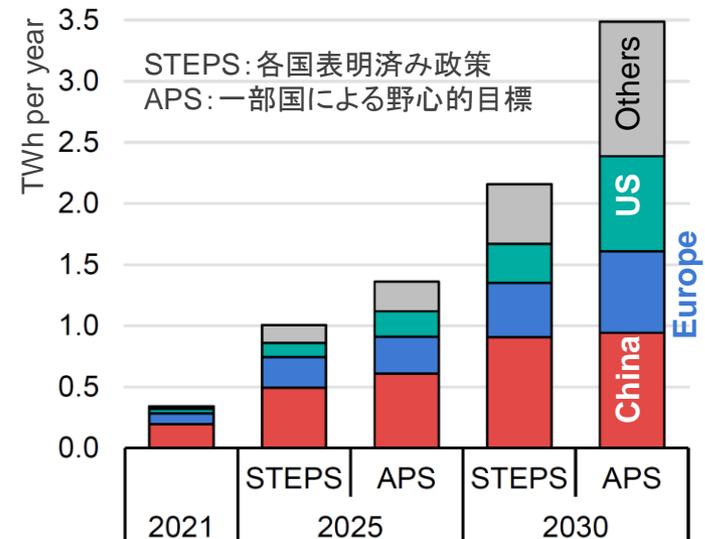
## 分析結果例

### 2030年の見通し(簡易推計)

品目	輸出入	貿易量 (2021・万t)	海上輸送率 (2019)	2030年予測 (対2019年)
原油・粗油	輸入	12,266	100%	約0.7~0.9倍
一般炭	輸入	11,289	100%	約0.7~1.0倍
液化天然ガス	輸入	7,432	100%	約0.7~1.0倍
木質ペレット	輸入	312	100%	約2~3倍
ヤシ殻	輸入	445	100%	
蓄電池	輸出	18	95%	約2~9倍
蓄電池	輸入	16	98%	約3倍

※長津・赤倉: 国総研資料No.1224

〔精緻化・長期化〕  
我が国の外貨貨物量の見通しに適用するため、精緻化及び推計期間の長期化を実施中



EV用バッテリー需要の見通し(IEA EV Outlook2021)

## 研究の背景と目的動向分析

- 将来的な気候変動により、高潮、波浪、暴風等の作用の激甚化が想定される。
- 港湾の代表的な施設としてコンテナターミナル(CT)を例に、
  - 1) 高潮、波浪等による海面上昇時のCT内の浸水リスクの把握、
  - 2) 被害軽減に資する対策優先順位の立案
- に資するツールとして、モデル港湾において「ストレステスト」実施し、同ツールの適用を提案。

## 対策案の検討

- 複数の対応策を想定
  - ・「無対策」、「新設」、「改良」
  - ・「改良」においても複数の対応策を想定 (CT内の防潮壁設置位置など)。
- それぞれの対応シナリオ策に対してストレステストを適用し、結果を比較 (視覚化)。

### <対応策例>



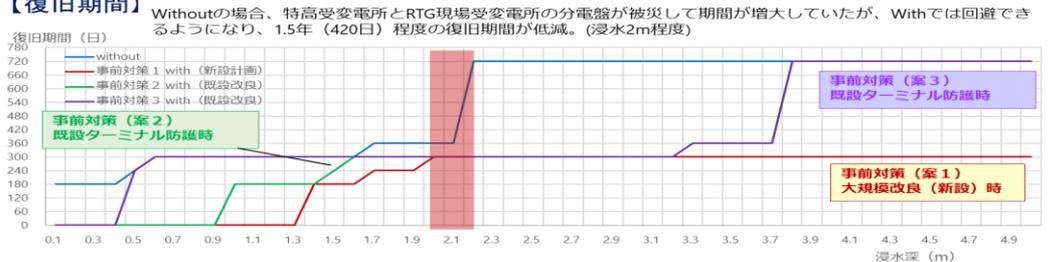
## ストレステスト

- モデル港湾において、コンテナターミナル内の主要施設/構成機器を網羅的に抽出。
- それぞれの施設・機器の設置地盤高さ、被災時の復旧コスト・日数を整理。
- コンテナターミナル内の水深を徐々に上げ、浸水深さと復旧コスト、復旧日数の関係を検討。

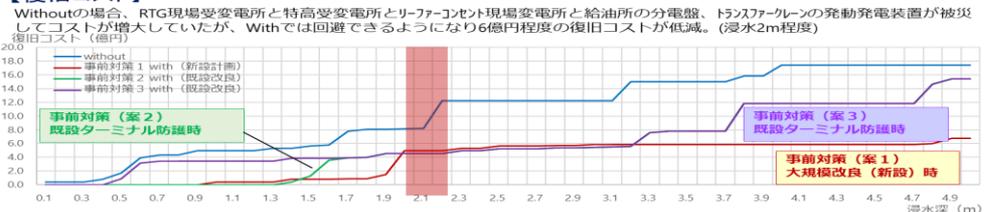
## 結果の比較と活用方策

- 各対応シナリオの被害軽減効果を復旧コスト、復旧期間の視点で整理。
- 将来的に予測される浸水リスクの増大に対して予め講じるべき対策を、各CTや関係者間で議論するためのツールとして活用。

### 【復旧期間】

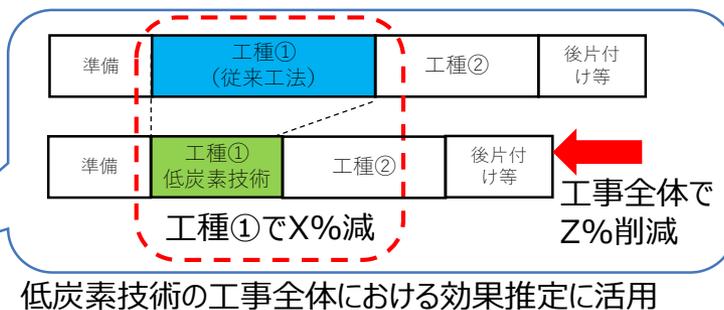
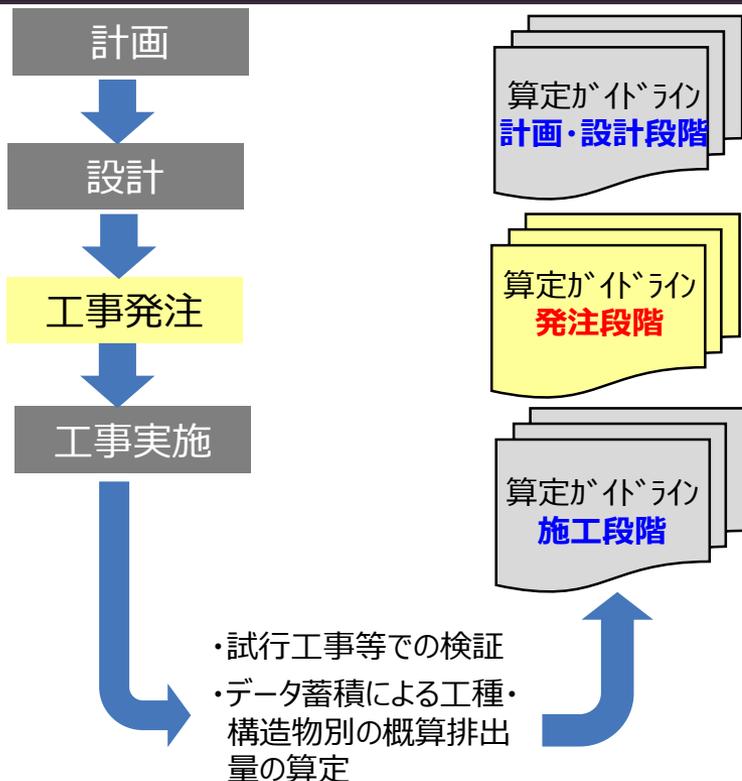


### 【復旧コスト】



## 研究の背景と目的動向分析

- 港湾工事におけるCO<sub>2</sub>排出量の削減に向けて、海上における起重機船等の作業船の使用など特有の事情も踏まえ、CO<sub>2</sub>排出量の算定方法を整理し、排出削減方策に取り組むことが重要。
- 国総研港湾研究部では国交省港湾局と共同で、「**港湾工事における二酸化炭素排出量算定ガイドライン(発注段階編)**」を令和4年6月に策定・公表。本ガイドラインは、CO<sub>2</sub>排出量の実態把握を目的として、工事発注段階での排出量算定の基本的考え方を整理。
- 引き続き、計画・設計段階や施工段階でのCO<sub>2</sub>排出量算定の考え方を整理し、具体的な削減方策を検討。



※今後「施工段階編」「計画・設計段階編」を公表予定

## 港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会

### 開催趣旨

我が国の港湾は、貿易量の99.6%を扱う重要な社会インフラであり、その背後地となる港湾所在市町村は、約6,000万人の人口と150兆円の製造品出荷額等を擁し、いずれも全国の約半数を占めるなど、我が国の国民生活、経済活動にとって極めて重要な地域である。

他方、港湾は、水際線に存在する特性上、海面水位上昇や台風の強大化など、将来発生しうる気候変動の影響が不可避であり、長期的な視点で対策を講じることが求められる。

昨年8月には、交通政策審議会より「今後の港湾におけるハード・ソフト一体となった総合的な防災・減災対策のあり方」が答申され、気候変動に起因する外力の強大化への対応として、

- ① 将来にわたる港湾機能の維持に必要な港湾計画等の策定
- ② 将来の外力の強大化を考慮した施設設計
- ③ 不確実性に対処するためのモニタリングや技術開発

など、具体的な施策が示されている。

同年12月には気象庁・文部科学省より「日本の気候変動2020」が公表され、日本沿岸の平均海面水位等の将来予測が示されるなど、科学的知見も蓄積されつつある。

このため、気候変動適応策の実装に向けて、学識経験者等からなる「港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会」を開催し、必要な基準類の整備に向けて検討を行うものである。

委員長	磯部 雅彦	高知工科大学 学長
委員	安部 智久※	国土技術政策総合研究所 港湾研究部 港湾計画研究室長
〃	河合 弘泰	国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 所長
〃	鈴木 高二朗	国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 沿岸水工領域長
〃	竹信 正寛	国土技術政策総合研究所 港湾研究部 港湾施設研究室長
〃	田島 芳満	東京大学大学院 工学系研究科 社会基盤学専攻 教授
〃	富田 孝史	名古屋大学 減災連携研究センター 教授
〃	橋本 典明	九州大学 名誉教授
〃	平石 哲也	京都大学防災研究所 流域災害研究センター 沿岸域土砂環境研究領域 教授
〃	平山 克也	国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 波浪研究グループ長
〃	本多 和彦	国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室長
〃	森 信人※	京都大学 防災研究所 副所長・教授

※…第6回以降(予定) (敬称略、委員長以外の委員については五十音順)

### これまでの開催状況と主な議題

第1回	令和3年2月24日 ・委員会開催趣旨 ・気候変動適応策の実装に向けた課題
第2回	令和3年3月17日 ・今後の検討の方向性
第3回	令和4年1月24日 ・論点整理及び今後の進め方(案)
第4回	令和4年3月11日 ・今後の検討とアウトプットイメージ
第5回	令和4年11月4日 ・過去からのトレンド分析及び将来予測 ・技術基準での対応の方向性