

Smart Port の実現に向けた ICT 技術の活用に関する 日本・台湾比較

大阪港湾局 山本 進

横浜港埠頭株式会社 盛川 健太

阪神国際港湾株式会社 吉野 利彦

<目次>

1. はじめに.....	1
1.1 本報告書の執筆にあたって.....	1
1.2 執筆分担.....	1
2. 台湾港務株式会社（TIPC）が目指す ICT 技術の活用.....	1
2.1 台湾港務株式会社（TIPC）のデジタルテクノロジー活用方針.....	1
2.2 高雄港の概要.....	5
2.2.1 高雄港の概要.....	5
2.2.2 高雄港の港勢及び施設位置.....	6
2.3 Trans-SMART Plan の概要及び目的.....	7
2.4 Trans-SMART Phase1.....	7
2.4.1 Phase 1 の目的.....	7
2.4.2 陸側アクションプラン.....	8
2.4.3 海側アクションプラン.....	16
2.5 Trans-SMART2.0+ Projects.....	20
2.5.1 SMART PORTS VISION 2030.....	20
2.5.2 新技術提供に向けたステップ.....	23
2.6 SMART PORT の実現目標.....	24
3. 日本の港湾が目指す ICT 技術の活用.....	25
3.1 日本の中長期政策「PORT2030」について.....	25
3.2 Cyber Port（サイバーポート）について.....	28
3.2.1 サイバーポートの全体像.....	30
3.2.2 サイバーポートが扱う対象範囲.....	32
3.2.3 サイバーポートの特徴.....	32
3.2.4 サイバーポートの運用状況.....	33
3.2.5 サイバーポートの達成目標.....	34
3.3 CONPAS（コンパス）について.....	35
3.3.1 CONPAS の概要.....	35
3.3.2 CONPAS 試験運用の結果.....	36
4. 日本の港湾の渋滞対策について.....	39
4.1 東京港の渋滞対策について.....	39
4.1.1 東京港コンテナターミナル所要時間等見える化システム.....	39
4.2 名古屋港の渋滞対策について.....	42
4.2.1 NUTS システム.....	42
4.2.2 集中管理ゲート.....	45
4.3 横浜港、大阪港、神戸港の渋滞対策について.....	51
4.3.1 横浜港 CONPAS.....	51
4.3.2 阪神港（大阪港、神戸港）CONPAS.....	53
4.4 博多港の渋滞対策について.....	56
4.4.1 HiTS.....	56

4.4.2 KACCS	60
5. 日本のコンテナターミナルにおける港湾荷役の遠隔操作化/自動化について	64
5.1 定義	64
5.2 遠隔操作化/自動化に至る背景	65
5.3 各港湾の取り組み	68
5.3.1 名古屋港	68
5.3.2 横浜港	72
5.3.3 神戸港	74
5.3.4 清水港	75
5.4 遠隔操作/自動化荷役機器の導入に向けた課題	76
6. 考察	77
6.1 「Smart Port」における日本と台湾の比較	77
6.1.1 Handling Safety（安全性確保）	79
6.1.2 Operation Efficiency（作業効率）	82
6.1.3 Service Quality（サービス品質）	85
6.1.4 Sustainability（持続可能性）	86
6.1.5 「Trans-SMART2.0+ Projects」各項目に対する日本・台湾比較	87
6.1.6 日本の港湾と TIPC の目指す先	88
6.2 TIPC と日本の渋滞対策について	89
6.2.1 渋滞対策の比較	89
6.3 まとめ	92
6.3.1 日本・台湾における ICT 技術活用の違い	92
6.3.2 ICT 技術の活用に関する日本の港湾への提言	93

1. はじめに

1.1 本報告書の執筆にあたって

台湾の港湾は、アジア・太平洋の海上交通の要衝に位置し、地理的優位性を活かして東アジア、東南アジア、北米間のトランシップ港としての役割を担い発展を遂げてきた。更に 2012 年には、東アジアのハブ港を目指して、台湾各港を一つの組織としてスケールメリットを活かしつつ、民の視点を取り入れた港湾運営を行うため、政府 100%出資の台湾港務株式会社(以下 TIPC)を設立し、港湾運営会社化が実現されている。高雄港を始めとして機能強化が進められ今後の動向が注目される。

今回、コロナ禍であるため残念ながら TIPC への訪問が不可能となり、Teams を用いた Japan-TIPC one-day seminar (以下、「ワンデーセミナー」とする)を実施するに至った。そのなかで第 2 班では、「Smart Port の実現に向けた ICT 技術の活用」に焦点をあて、日本と台湾双方の課題、整備状況、将来像についての情報交換を行った。また、セミナー後も電子メールでのやりとりを行い、お互いに理解を深める事ができた。

1.2 執筆分担

Smart Port の実現に向けた ICT (Information and Communication Technology) 技術の活用について世界的に進んでいることが潮流としてあり、本報告書ではワンデーセミナーを通じて TIPC と情報交換を行った台湾の ICT 技術の活用状況を主に高雄港について報告する。その後、日本の港湾で行っている ICT 技術の活用状況及び渋滞対策、日本国内の港湾荷役機器の沿革操作化/自動化の現状について論じ、日本と台湾の比較を ICT 技術の活用を通じて考える港湾の将来像、渋滞対策、遠隔操作化/自動化について考察する。また、執筆にあたっては次のとおり執筆分担を行った。

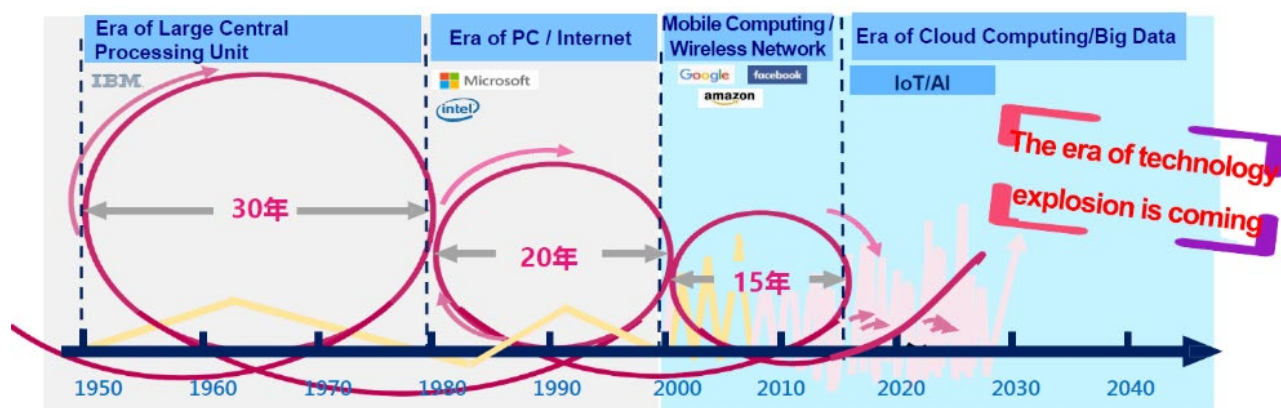
第 1 章	はじめに	: 横浜港埠頭株式会社	盛川 健太
第 2 章	台湾港務株式会社が目指す ICT 技術の活用	: 大阪港湾局	山本 進
第 3 章	日本の港が目指す ICT 技術の活用	: 阪神国際港湾株式会社	吉野 利彦
第 4 章	日本の港の渋滞対策について	: 阪神国際港湾株式会社	吉野 利彦
第 5 章	日本のコンテナターミナルにおける港湾荷役の遠隔操作化/自動化について	: 横浜港埠頭株式会社	盛川 健太
第 6 章	考察:		
	「Smart Port」における日本と台湾の比較	: 大阪港湾局	山本 進
	TIPC と日本の渋滞対策について	阪神国際港湾株式会社	吉野 利彦
	日本・台湾における ICT 技術活用の違い	横浜港埠頭株式会社	盛川 健太
	ICT 技術の活用に関する日本の港湾への提言		

2. 台湾港務株式会社 (TIPC) が目指す ICT 技術の活用

2.1 台湾港務株式会社 (TIPC) のデジタルテクノロジー活用方針

インターネットをはじめとする情報通信技術 (ICT) の発展・普及が大きく進み、モノ・サービスの共有を仲介するサービスや、これらによって成り立つ経済である「シェアリングエコノミー」及び、人々が働くということについても、企業等の組織に所属するのではなく、フリーランスの立場で、インターネットを利用してその都度単発又は短期の仕事を受注するという働き方や、これらによって成り立つ経済である「ギグエコノミー」などの新しい経済・社会の仕組み、更には新しい生き方が現れている。それら、ICT の発展・普及がもたらした新しい経済そして社会の姿は、「デジタル経済」と呼ばれるようになってきている。¹⁾

港湾運営の分野においてもデジタル経済ブームが来ており、TIPC においてもその潮流に乗り遅れず、港湾運営をデジタル化することを目指しており、2021 年 11 月 30 日に開催されたワンデーセミナーにおいて、港湾運営のデジタル化の進化について以下に示す図 2.1.1 のように予想しており、TIPC ではデジタル化の段階は 4 段階あるとしている。



出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.1.1 TIPC が考えるデジタル化の段階

まず初めの段階として、1950 年代から 1980 年代までの約 30 年間を「Era of Large Central Processing Unit」と表現し、デジタル化の発展の 1 段階目としている。第 1 段階の代表的な会社としては IBM が挙げられており、巨大な中央演算装置を用いたデジタル化が行われてきた。

次の時代として「Era of PC/Internet」として 1980 年代から 2000 年代までの約 20 年間を第 2 段階としている。第 2 段階では Microsoft や intel に代表される個人 PC/インターネットを用いたデジタル化が行われてきた。特に利用が広がっていったインターネットは、人々に新たなコミュニケーションの場や機会をもたらし、様々な情報の収集を容易にすることで人々の知識を豊かにすると同時に、自らが情報を発信していくことで自己実現を行うことも可能とし、経済・社会の様々な活動を支えるインフラとなった。²⁾

第 3 段階として 2000 年代から 2015 年までの約 15 年間を「Mobile Computing /Wireless Network」と表現し、ワイヤレスネットワークが整備されたことから、これまでインターネットに接続することが出来るオフィスなどの特定の場所で行っていた情報処理をノートパソコンや PDA の進化と普及、無線データ通信の高速化、無線 LAN アクセスポイント（ホットスポット）の増加などに伴って外部で行うようになってきた。この時代を代表する企業には Google、Facebook、Amazon があり、どの企業も IT を活用したサービスを展開するためのインフラを提供しており、スマートフォンやタブレットの普及によって商品やサービスの購入、コンテンツの消費やコミュニケーションなど、日常生活のあらゆる場面で利用される重要なインフラとなった。

第 4 段階としては 2015 年から現在にかけて「Era of Cloud Computing/Big Data」と表現し、クラウドコンピューター、ビッグデータ、IoT 及び AI を活用する時代でそこでは、多様な人・モノ・組織がネットワークにつながり、大量のデジタルデータの生成、収集、蓄積が進み、それらビッグデータを AI で分析し、業務処理の効率化や予測精度の向上、最適なアドバイスの提供、効率的な機械の制御などに活用することで、現実世界における新たな価値の創造につなげるようになっており、新たな産業革命を起こしつつある。²⁾

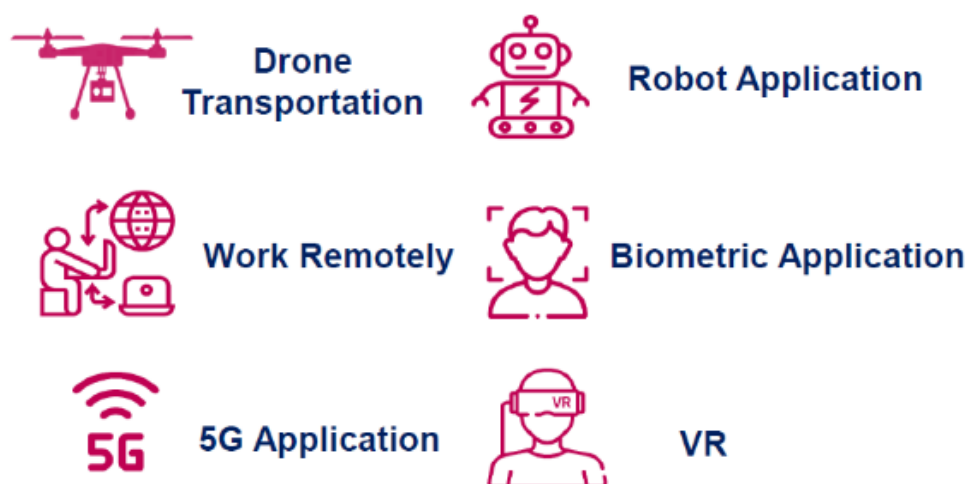
以上、これまで4段階のデジタル化が進んできたが、第1段階は約30年、第2段階は約20年、第3段階は約15年と発展の周期が短くなって来ており、TIPCでは現在到来している第4段階のデジタル化ではデジタルテクノロジーが爆発的に進むと考えている。

特に2020年から世界中にパンデミックを引き起こしている新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、移動や人との接触に制限がかかったため、世界経済が打撃を受けたが、人との接触を避けるためこれまで以上にデジタル化が進んでいる。人と接触せずに活動を行うためには図2.1.2に示すIoTを活用した業務イメージとなり、人の手が触れる機会をなくなるように図2.1.3で示すドローンでの移送・ロボットの応用・在宅勤務・生体認証・5G・VRといったICT技術の活用が進んでいる。



出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.1.2 人と接触せずに活動を行う IoT を活用した業務イメージ



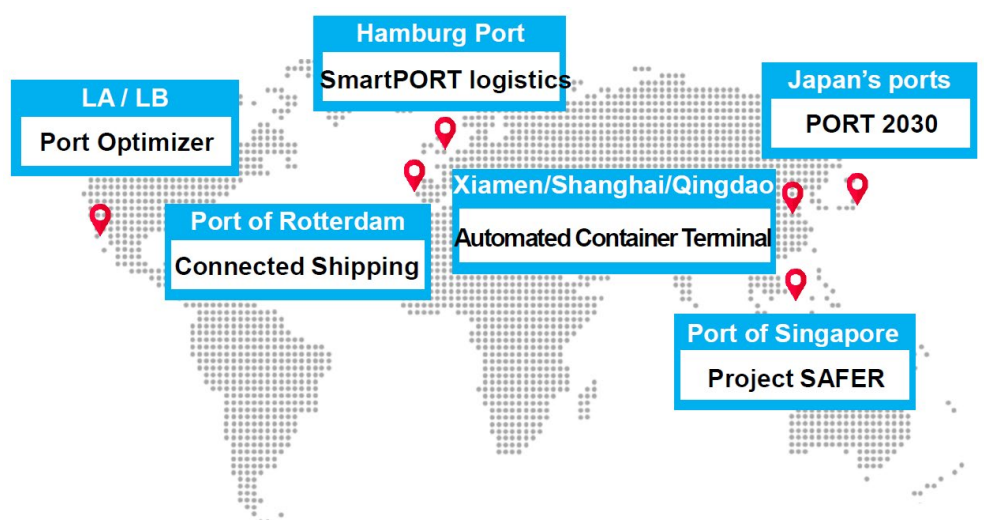
出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.1.3 人と接触せずに活動に活用する新技術

港湾に関しても同様に、ICT 技術を港湾関連に活用して国際航路の需要を満たすための取組みが世界中で取り組まれており、図 2.1.4 に示すようにアメリカの LA/LB 港では「Port Optimizer」、ドイツのハンブルク港では「SmartPORT logistics」、オランダのロッテルダム港では「Connected

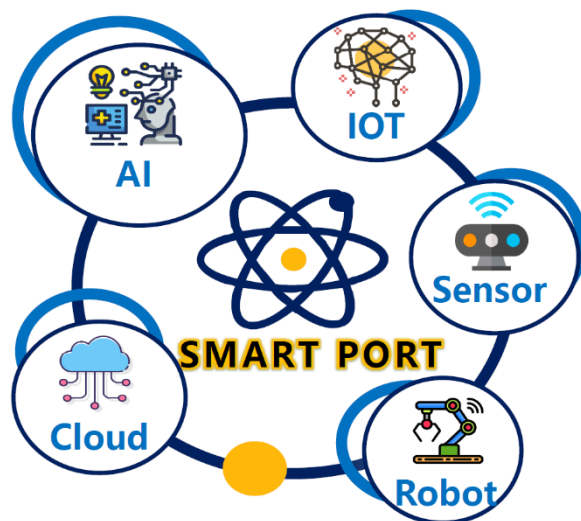
Shipping」、中国の厦門・上海・青島港では「Automated Container Terminal」、シンガポール港では「Project SAFER」、そして日本においても国土交通省が「PORT 2030」を掲げているなど世界の港において ICT 技術の活用が進められている。TIPC においても港湾の安全性、効率性、環境保護、持続可能性を目標として、図 2.1.5 に示す SMART PORT と呼ぶ AI・IoT・Sensor・Robot・Cloud などを用いた ICT 技術に投資を行っている。

次項より TIPC が ICT 技術を活用に向け行っている取り組みである Trans-SMART を紹介し、TIPC が目指す SMART PORT について報告するが、ワンデーセミナーに置いて意見交換を行ったところ、高雄港において実施及び検討している内容が紹介されたことから、Trans-SMART 計画を報告する前に高雄港の概要について紹介する。



出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.1.4 世界の港におけるデジタル化への取り組み



出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.1.5 SMART PORT

2.2 高雄港の概要

2.2.1 高雄港の概要

Smart Port の実現に向けた ICT 技術の活用について、TIPC では、最初に台湾随一のコンテナ取扱量を誇る高雄港で取り組み、その後、他港へ展開することを考えていることから、本報告書では高雄港における取組みを報告することとし、はじめに高雄港の概要を報告する。

TIPC が公表している「世界をつなぐアジアのハブ港」(<https://www.twport.com.tw/>)によると、高雄港は台湾の南西端にあり、アジア・欧米間の海上輸送の重要な中継港となっており、高雄港の海運ネットワークは5大陸を網羅し、300以上の航路を有し、世界の主要なコンテナターミナルの一つとして数えられているとのことである。また、海象の安定している天然の良港であり、平均潮位差はわずか0.75メートルで、年間を通じてスムーズな航行が可能で、台湾の入出港貨物の約62%の荷役が行われ、特に、コンテナの荷役量は台湾の約70%を占め、年間コンテナ量は約1000万TEU（2019年：1,042.9万TEU、2020年 962.2万TEU）を取り扱うなどの大型コンテナ港で、海上運輸のハブ港と紹介されている。³⁾



出典：TIPC ホームページ

(<https://www.twport.com.tw/Upload/A/RelFile/CustomPage/1/c6155834-6553-4079-9316-1e05b8c22d0a.pdf>)

図 2.2.1 高雄港位置図

2.2.2 高雄港の港勢及び施設位置

TIPC の HP によると高雄港の港湾施設概要及び港勢は表 2.2.1 のとおりで、その他の港湾施設の情報を図 2.2.2 に、各ふ頭の位置関係を図 2.2.3 に示す。

表 2.2.1 港湾施設概要及び港勢

繫留可能船舶	バルク貨物船	20 万トン
	コンテナ船	2.2 万 T E U
	クルーズ客船	22.5 万トン
荷役能力	バルク貨物	9,560 万トン
	コンテナ貨物	1,280 万 T E U
港湾面積	合計	17,736 h a
	(水域)	15,865 h a
	(陸域)	1,871 h a
埠頭数	合計	137 バース
	(作業用埠頭)	87 バース
	(非作業用埠頭)	50 バース
航路情報	第 1 港湾	航路幅： 98 m
		水深：－12.5 m
	第 2 港湾	航路幅： 183 m
		水深：－17.5 m
取扱貨物量 (2017～2020 年平均)	バルク貨物	8,275 万運賃トン/年
	コンテナ貨物	1,016 万 T E U/年



可靠泊船型大小

散雑貨 20 萬噸
貨櫃船 2.2 萬Teu
郵輪 22.5 萬噸
工程處提供



裝卸能力

散雑貨 9,560 萬噸/年
貨櫃 1,280 萬Teu/年
工程處提供



港域面積

水域 15,865 公頃
陸域 1,871 公頃
港務處提供



碼頭數

作業碼頭 87 座
非作業碼頭 50 座
共 137 座
港務處提供



航道資訊

第一港口
寬 98 公尺
水深 -12.5 公尺
第二港口
寬 183 公尺
水深 -17.5 公尺
港務處提供



裝卸量(107-109 年平均)

散雑貨 8,275 萬計費噸/年
貨櫃 1,016 萬Teu/年
會計處提供



迴船池半徑

第一港口
半徑 200 公尺
水深 -12.5 公尺
第二港口
半徑 300 公尺
水深 -17 公尺
前鎮河口
半徑 160 公尺
水深 -12.5 公尺
大林蒲
半徑 450 公尺
水深 -17 公尺
洲際商港區
半徑 400 公尺
水深 -22 公尺
港務處提供

出典：TIPC ホームページ

(<https://kh.twport.com.tw/chinese/Form.aspx>)

図 2.2.2 港湾施設一覧表



出典：TIPC ホームページ

(<https://www.twport.com.tw/Upload/A/RelFile/CustomPage/1/c6155834-6553-4079-9316-1e05b8c22d0a.pdf>)

図 2.2.3 高雄港港内案内図

2.3 Trans-SMART Plan の概要及び目的

TIPC では 2.1 章で述べた港の安全性、効率性、環境保護、持続可能性を目標とした AI・IoT・Sensor・Robot・Cloud などを用いた SMART PORT を実現するために「Trans-SMART Plan」を策定した。「Trans-SMART Plan」は 2018 年 9 月に高雄市と共同で開催した「Global Harbor Cities Forum Kaohsiung 2018」において発表され、2020 年に第 1 フェーズを完了したとのことである。

Trans- SMART Plan

Transform Sustainable, Modern and Advanced
ports with Revolutionary Technology

出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.3.1 Trans-SMART Plan

「Trans-SMART Plan」の SMART は図 2.3.1 に示すように Transform Sustainable, Modern and Advanced ports with Revolutionary Technology の頭文字を合わせたものであり、持続可能で近代的で先進的な港湾を革新的な技術で目指すものであり、港湾運営の最適化、港湾荷役の効率化及び港の安全を強化することを目的とし、海側と陸側のアクションプランに分かれている。2.4 章において、2020 年に完了した Trans-SMART Plan Phase1 について報告し、2.5 章において TIPC が目指す SMART PORT 実現に向けこれから取り組んでいく Trans-SMART2.0+について報告する。

2.4 Trans-SMART Phase1

2.4.1 Phase 1 の目的

「Trans-SMART Plan」では港湾運営の最適化、港湾荷役の効率化及び港の安全を強化することを目的として図 2.4.1 に示す 7 つのアクションプランが実施された。



出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.4.1 7つのアクションプラン

7つのアクションプランは陸側の3つのアクションプランと海側の4つのアクションプランに分かれており、TIPCでは港湾が抱えている弱点や重要な課題を解決することを主眼としたとのことである。表 2.4.1 に陸側のアクションプランと海側のアクションプランについて示す。

表 2.4.1 アクションプラン

2.4.2 陸側アクションプラン		
(1)	Smart transportation system in port area	
(2)	Smart monitoring management system	
(3)	民間投資による自動化コンテナターミナル	Automated container terminal-Private investment
2.4.3 海側アクションプラン		
(1)	船舶航行補助システム	Ship navigation aid system
(2)	IoT を用いたリアルタイムの気象監視システム	IoT sea meteorology real-time system
(3)	岸壁の手配を最適化する統合システム	Intelligent port dispatching integration system
(4)	海洋ロボットの活用	Maritime robots

2.4.2 陸側アクションプラン

陸側アクションプランとして表 2.4.1 で計画されている内容に関して報告する。

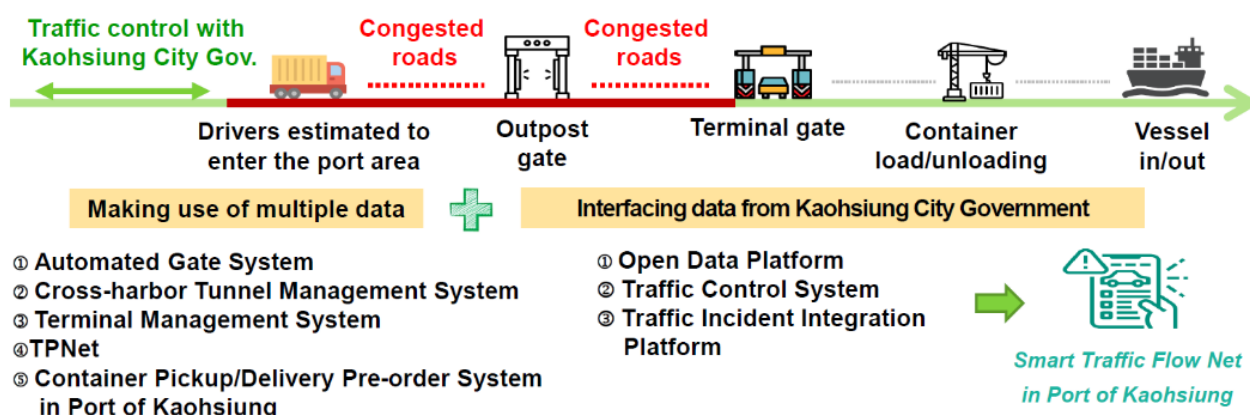
(1) Smart transportation system in port area

高雄港ではコンテナターミナルが既出の図 2.2.3 に示すようにコンテナターミナルが別々のエリアに配置されており、各コンテナターミナルへの専用道路を整備するといったハードの整備も行ってきたが、時間帯によっては渋滞が発生するとのことで、ハードの整備だけではなくソフト面でも対策が必要となっている。そのため、高雄港では高雄市と協力して港および周辺道路における交通の待ち時間や混雑分布を AI を用いた画像認識・解析技術により予測し、混雑する時間帯や道路の区間を公表することで回避することを促し、交通量のコントロールを行うことで港の混雑解消を図ることを目指している。図 2.4.2 に混雑解消のために高雄港で実施している内容を示す。

Smart Transport System in Port of Kaohsiung



- For the Intercontinental Container Terminal's development, the intelligent transport service will be provided by analyzing traffic flow around port area intelligently.



出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.4.2 高雄港における対策

高雄港では 2021 年第 1 四半期に図 2.4.2 に示すシステムの構築を開始し、2022 年第 2 四半期に完成する予定となっている。実施内容は、①自動化ゲートシステム、②第 4 コンテナターミナルと接続するクロスハーバートンネル管理システム、③コンテナターミナル管理システム、④船舶、貨物、旅客、倉庫、輸送業務に関し統一された港湾情報サービスを全国の海運事業者提供する TPNet (Taiwan Port Net) との接続、⑤コンテナの引取り・搬入の事前予約システムとともに、高雄市と①Open Data Platform、②交通コントロールシステム、③交通障害の統合システムと連携した高度な道路交通システムを提供して、港湾事業者が港の混雑状況を把握することで状況に応じて配送時間の調整を行うことで港の混雑を解消する予定となっている。

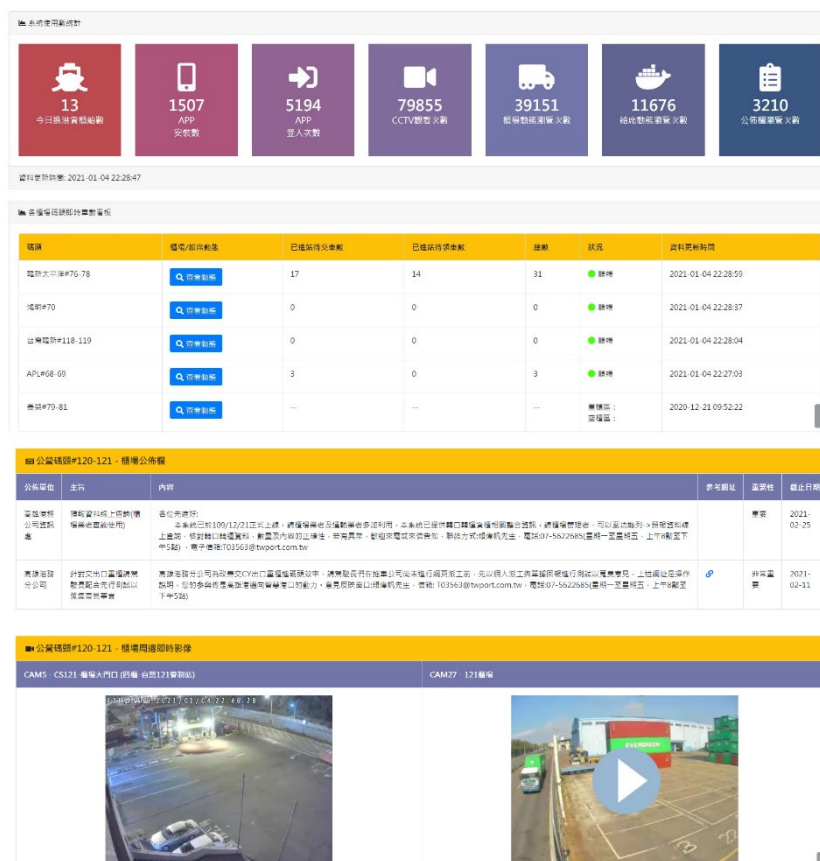
なお、高雄市からは CCTV カメラ画像の公表、渋滞情報の公表、信号のコントロール及び事故情報の提供を受けるが、混雑解消の取組みについて TIPC に確認したところ、高雄港での混雑解消の取組みは原則として TIPC が行うとのことであった。そのため、高雄港で実施している Smart Transport System での高雄市の役割は主に交通情報の記録、分析、交通管制情報の公表などの都市交通管制となる。

また、混雑対策として TIPC では自動ゲート、専用道路及び CCTV カメラによる道路状況公表と合わせてスマートフォン用のコンテナ予測システムを開発・運用している。コンテナ予測システムではコンテナターミナルでの動向及び CCTV カメラを通じて現在の状況を把握可能となっている。図 2.4.3 でスマートフォンアプリ画面及び図 2.4.4 でコンテナ予測システムを紹介する。



出典：MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS R. O. C. ホームページ
[\(https://www.motc.gov.tw/\)](https://www.motc.gov.tw/)

図 2.4.3 コンテナ予測システムスマートフォンアプリ画面



出典：MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS R. O. C. ホームページ
[\(https://www.motc.gov.tw/\)](https://www.motc.gov.tw/)

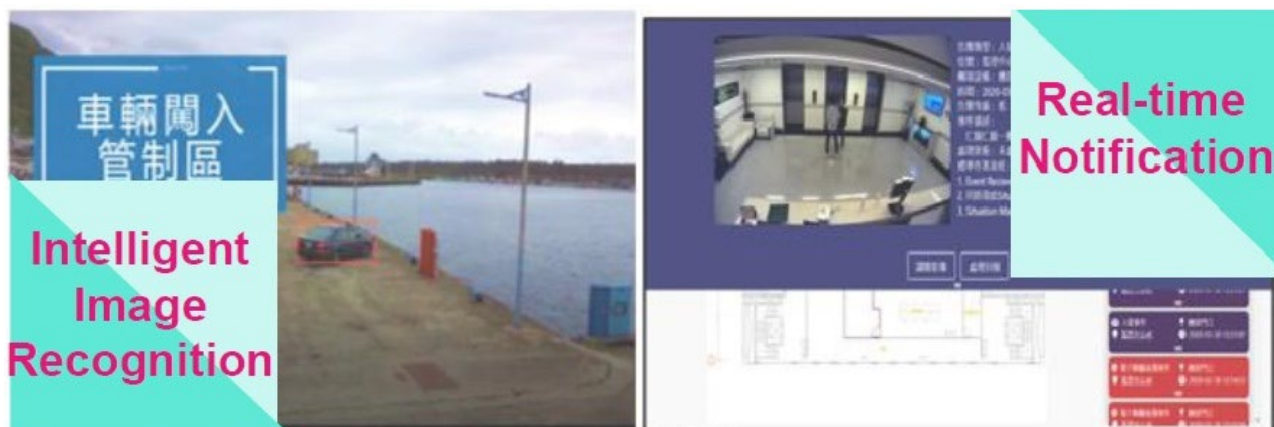
図 2.4.4 コンテナ予測システム画面

(2) Smart monitoring management system

TIPC では港湾の運用状況をよく知るために Trans-Smart 開始までに約 2600 台の CCTV カメラを設置しており、監視センターのスタッフが監視していた。しかし、リアルタイムにすべての監視カメラを確認することは不可能なため、2020 年 12 月までに TIPC 統合スマートモニタリング管理システ

ムに統合し、CCTV の画像を AI センサーを用いた画像処理技術で港湾の状態を把握し港湾の警備を強化している。特に各コンテナターミナルには 100 基以上のカメラが設置してあり警備の強化に活用されている。

このシステムが行う内容は、リアルタイムに AI が画像を解析することで図 2.4.5、図 2.4.6 に示す港湾地帯における違法駐車、釣り、海への転落、ゲートへの進入、リアルタイムの人の流れ、落下物搜索を行うことができるシステムで、港全体の情勢をモニタリングし、港内で発生したさまざまな状況に対して迅速に対応できるように、異常行動を検出した際には警報を出し、スタッフが迅速に対応することが可能となっている。また、図 2.4.7 に示すように現在の港湾情報を画面で確認することが可能で、図 2.4.8 に示すビックデータの分析にも活用可能である。



出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.4.5 AI を用いた画像処理（違法駐車等への対応）



出典：TIPC ホームページより

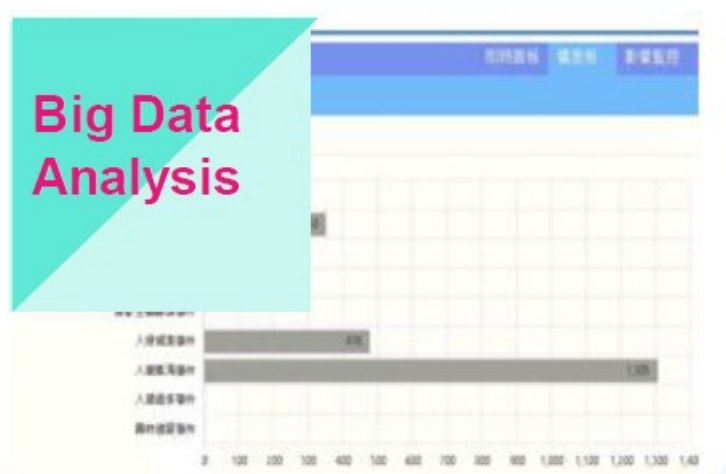
([臺灣港口迎接創新科技-智慧海港. 領航未來 - YouTube](#))

図 2.4.6 港湾情報確認状況



出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.4.7 リアルタイムの港湾情報表示



出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.4.8 ビッグデータの分析

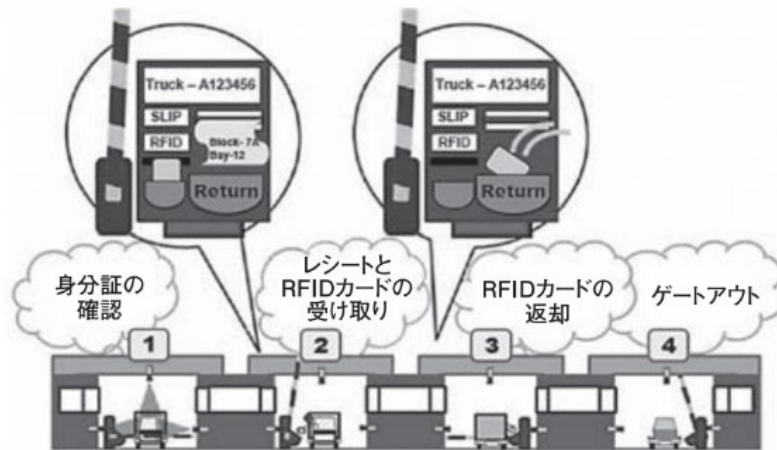
(3) 民間投資による自動化コンテナターミナル

TIPC が管理を行っている港湾で自動化を行っているコンテナターミナルの場所を確認したところ、高雄港第 6 コンテナターミナル(KMCT)及び高雄港第 7 コンテナターミナル及び台北港第 1 コンテナターミナルとのことであった。以下に高雄港で行っている自動化の内容を報告し、最後に TIPC が目指す自動化ターミナルを紹介する。

高雄港では民間投資により高雄港第 6 コンテナターミナル(KMCT)及び高雄港第 7 コンテナターミナルが自動化コンテナターミナルとして整備されている。

高雄港第 6 コンテナターミナル(KMCT)は BOT (Build Operate, and Transfer) 方式により整備されたコンテナターミナルであり、2014 年 9 月末に延長 1,500m、水深 16.5m の 4 バースが供用されており、年間取扱能力は 280 万 TEU である。KMCT で自動化されている内容はゲート作業とヤード作業となり、各作業の自動化状況を記載する。

ゲート作業は図 2.4.9 に示すが、①カメラによるシャーシナンバー及びコンテナ番号の読み取り、②搬出の場合は運転手による自動ゲートへのコンテナ番号の入力、③自動ゲートへ身分証（台湾国民が必ず保有する個人 ID）の提示により、コンテナ蔵置（予定）場所が書かれたレシートと構内で使用する RFID カードの 2 つがゲートから出される（図中の 1～2 に相当）。



出典：雑誌「港湾」2015.8

図 2.4.9 高雄港第6コンテナターミナル (KMCT) 自動化ゲート

ヤード作業として、荷役機械には半自動化（遠隔操作化）された RMG (RailMounted Gantry) が 30 台導入されており、RMG 操作者は管理棟において最大 5 名の体制で作業を行っている。

半自動化（遠隔操作化）された RMG の動作であるが、外来トレーラーの運転手が自動ゲートで受け取った RFID カードをコンテナ蔵置ブロックの入口に設置されたカードリーダーにかざすことにより、RMG が動き出して荷役を開始する。遠隔操作を行う範囲は、シャーシへの積み卸しを行う地上 9m 以下のところのみであり、地上 9m の時点で自働から遠隔操作に切り替わるようになっている。遠隔操作に要する時間は、コンテナ 1 本あたり 10 秒～20 秒で荷役が完了する。また、RMG のメンテナンスについては、通常の有人 RMG と同人数で行い、トラブルの発生確率も 0.12% に収まるなど、遠隔操作化による追加的なメンテナンスコストは発生していない。なお、外来トレーラーがコンテナターミナルゲート IN からゲート OUT までの時間は平均で約 11 分と短時間で処理されている。⁴⁾



出典：TIPC ホームページより

([臺灣港口迎接創新科技-智慧海港. 領航未來 - YouTube](#))

図 2.4.10 自動ゲート

高雄港におけるもう一つの自動化ターミナルは現在建設中の第7コンテナターミナルとなる。高雄港第7コンテナターミナルはTIPCのプレスリリース^{5) 6)}によると、岸壁延長は全長2,415メートルで、大水深の埠頭を5つ設置する予定で、同時に5隻の2.4万TEU超大型コンテナ船に対応可能

とのことである。さらに奥行 700 メートル、面積 149ha のコンテナヤードを持ち、最大 450 万 TEU/年（長期目標 650 万 TEU）のコンテナ取扱量を予定しており、2022 年に第 1 期、2023 年下半期に第 2 期のターミナル・ヤード・建物が完成する予定とのことである。

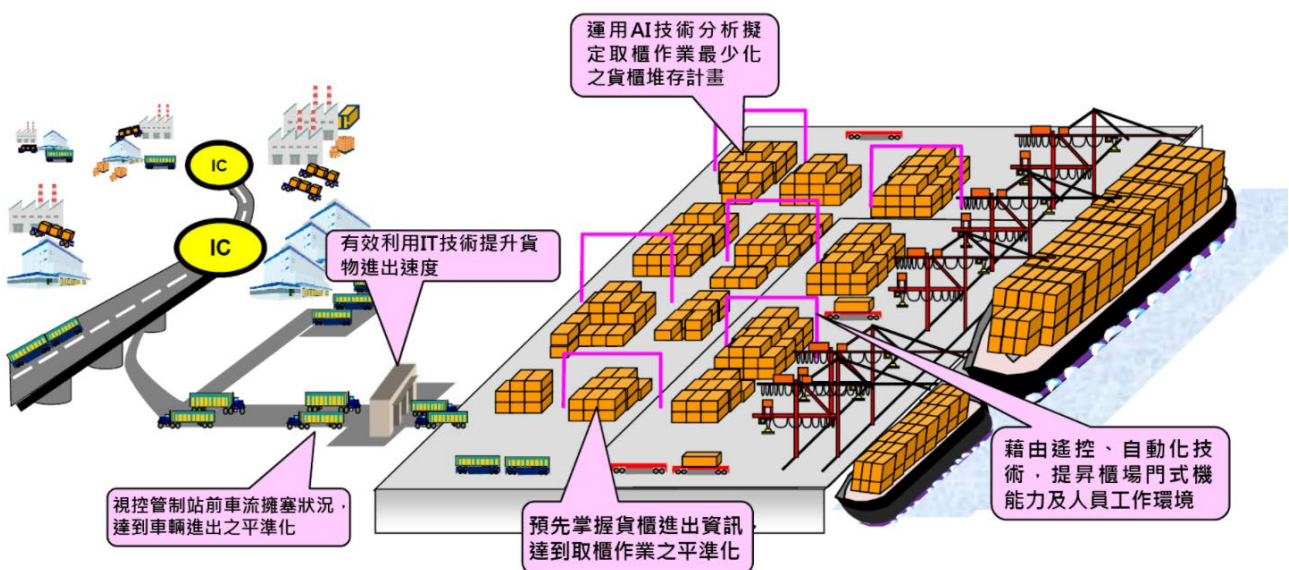
第 7 コンテナターミナルでは図 2.4.12 及び図 2.4.13 にあるように、AI、無人搬送台車(AGV)、自動スタッキングクレーン(ASC)、IoT、5G 通信などの新技術アプリケーションを導入し、完全自動化の大型コンテナターミナルとなる予定である。



出典：TIPC ホームページ

(https://www.twport.com.tw/chinese/News_Content)

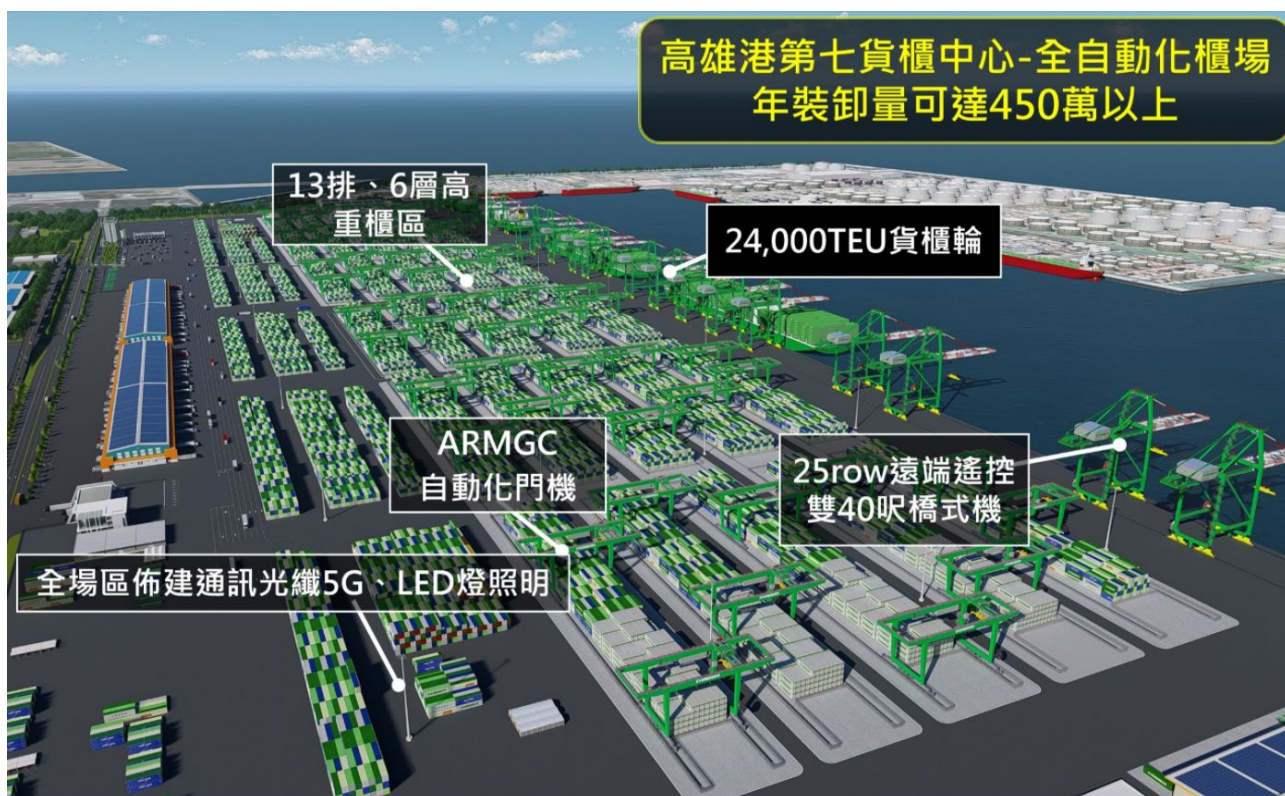
図 2.4.11 高雄港第 7 コンテナターミナル完成予想図



出典：TIPC ホームページ

(https://kh.twport.com.tw/chinese/News_Content)

図 2.4.12 高雄港第 7 コンテナターミナル自動化概念図（1）



出典：TIPC ホームページ

(https://kh.twport.com.tw/chinese/News_Content.)

図 2.4.13 高雄港第7コンテナターミナル自動化概念図 (2)

TIPC ではコンテナターミナルの目指す姿を図 2.4.14 に示すように YouTube (https://www.youtube.com/watch?v=c8Lr_PrZXo) で公開しており、それによるとターミナル内では自動化 RMG を活用するとしており、高雄港第7コンテナターミナルが今後のモデルになると考えられる。



出典：TIPC ホームページより

(臺灣港口迎接創新科技-智慧海港. 領航未來 - YouTube)

図 2.4.14 自動化コンテナターミナルイメージ

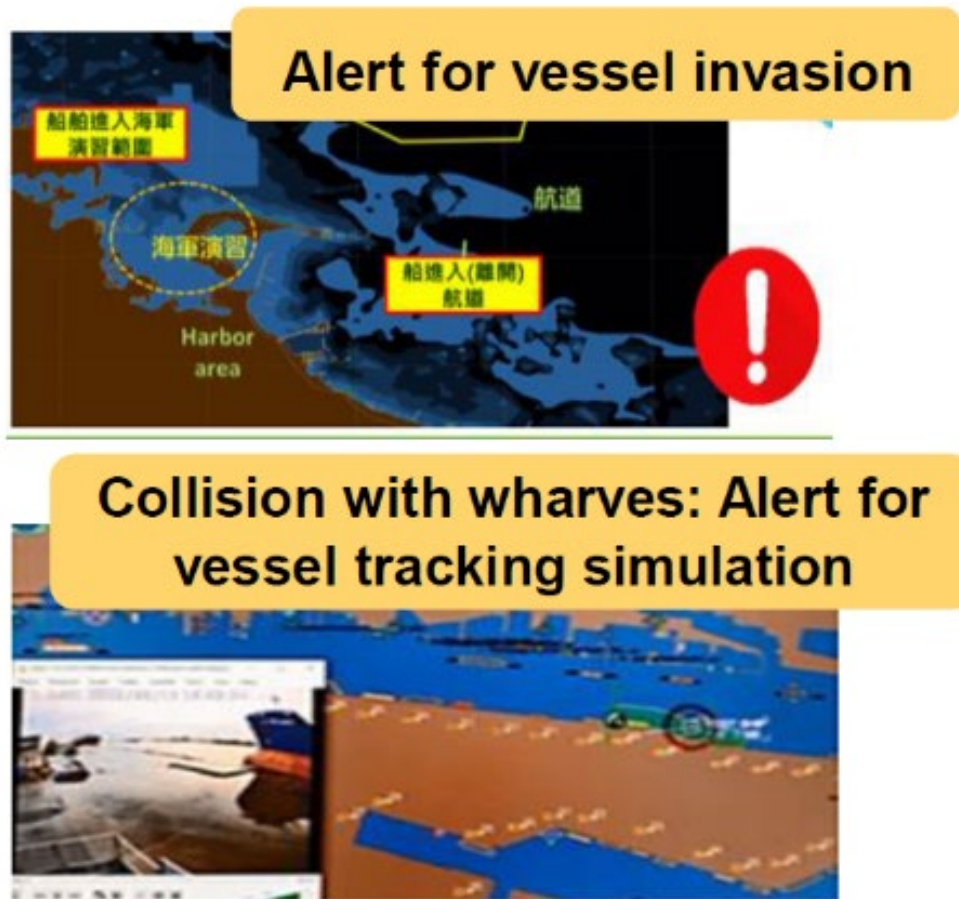
2.4.3 海側アクションプラン

海側アクションプランとして表 2.4.1 で計画されている内容に関して報告する。

(1) 船舶航行補助システム

高雄港は台湾最大の港湾であり、毎日約 100 隻の船舶が出入港を行っており、安全に入港するためにはパイロットが必要で、パイロットの経験と判断により安全な入港を目指している。しかし、船舶事故を完全に無くすことが出来ていないことから、安全に入港するため船舶の航行を補助するシステムが必要であると TIPC は考えている。

このシステムは過去の入港状況のビッグデータを分析して最適な航路と必要なパラメータを算出するもので、入港した船の現状と最適化された進路や方位、速度などの数値を比較してスピードを出しすぎている、誤った航路を航行している、進入禁止海域への進入しようとしている、岸壁へ衝突するルートを取っているなどの異常な行動を取っている船舶に図 2.4.15 にあるようにシステムが警告を出し、管制塔の管制員が船上のパイロットや船長に早期に警告を発し、衝突回避等の対応が可能。また、事故発生時にも本船と連絡できるシステムである。高雄港では 2020 年 9 月にこのシステムが稼働を開始しており、今後他の港にも導入していく予定とのことである。



出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.4.15 異常な行動を取っている船舶への警告を行っている表示

(2) IoT を用いたリアルタイムの気象監視システム

リアルタイムに風速・波浪・潮汐・海流などの海象情報を港湾管理者および港湾で働く関係者に情報を提供するため、TIPC と MOTC（交通部運輸研究所港湾技術研究中心）が協力し、観測機器を設置し、気象情報をリアルタイムに提供する図 2.4.16 のシステムを 2020 年 10 月に構築し、現在見える化に向けた改善を行っているとのことである。

海氣象及應變即時系統

港口	基隆港	臺北港	蘇澳港	臺中港	高雄港(一)	高雄港(二)	安平港	花蓮港
時間	09/16 20:50	09/16 20:50	09/16 20:50	09/16 20:50	09/16 21:00	09/16 20:50	09/16 20:50	09/16 20:50
平均風速	3級(3.9m/s)	3級(3.8m/s)	1級(0.8m/s)	2級(1.9m/s)	1級(1.0m/s)	2級(2.5m/s)	2級(2.7m/s)	2級(1.9m/s)
平均風向	北北東	東南東	西北	西南	南南東	南南西	南	東北東
時間	09/16 20:08	09/16 20:23	09/16 20:31	09/16 20:16	09/16 20:46	09/16 20:55	09/16 20:55	09/16 20:55
相對潮位(m)	3.57	4.42	2.79	5.68	0.88	0.66	4.86	1.70
TWD(m)	0.69	1.35	0.23	1.96	0.31	0.33	0.43	
CDI(m)	1.60	2.78	1.15	4.63	0.86	0.88	0.90	
時間	09/16 19:10	09/16 19:10	09/16 19:10	09/16 19:10	09/16 19:10	09/16 19:10	09/16 19:10	09/16 19:10
示性波高(m)	2.6	1.3	0.8	1.1	0.6	0.6	0.6	0.6
週期(s)	10.9	11.1	10.9	11.1	7.0	7.0	7.2	10.0
波向	北北東	北	東北	北	西南	西南	西南	東
表面流速	0.44節(kn)	0.22節(kn)	0.34節(kn)	0.02節(kn)	0.26節(kn)	0.26節(kn)	0.18節(kn)	0.16節(kn)
表面流向	東	西南	西南西	南南西	北北東	北北東	西北西	北

警戒燈色: 綠 黃 橙 紅 附註: 燈色由港務管理單位根據相關規定訂定, 以提供應變即時系統、輔助港口名稱、本網頁所提之資料、均非即時之數據, 請參閱說明!!

出典: The New Vision for Smart Port (2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.4.16 海象情報提供状況

(3) 岸壁の手配を最適化する統合システム

高雄港においてこれまで貨物船が着岸するバースは図 2.4.17 に示すオンラインで現場で船舶代理店の手によって決定していたが、作業の効率化を図るために、船舶の情報、入港・出港の予想、荷物の種類などのビックデータを AI アルゴリズムを用いて分析して係留場所を決定する図 2.4.18 のシステムを構築し、2020 年の末から高雄港で運用を開始しているとのこと、今後はタグボートサービスとも組み合わせ、最適な係留場所を決定するシステムに改善予定で、将来のイメージを図 2.4.19 に示すように YouTube (https://www.youtube.com/watch?v=c8Lr_PrZXo) で公開している。

Online application replaces traditional arrangement

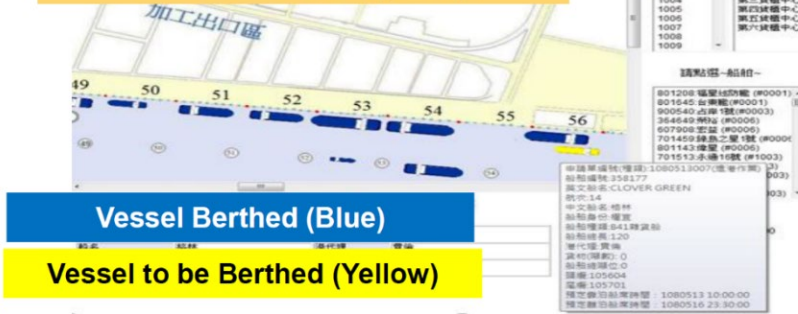
中文船名	東龍	機吃水	7.00 公尺(m)
英文船名	SHEN-DRAGON	船殼種類	B41雜貨船
航次	22	船東 貨主種類	噸
調度船種	散貨船		噸
		船東 卸貨種類	噸
預定到港日期預定卸櫃時間	1800512 17:00	預定完工日期預定完工時間	1800514 15:00

船位單位狀態			
單位身份	調度	等待時間	
1.正車	1040	申請 取消 取消申請單 註銷申請單 離開	船區船位現狀圖
2.		申請 取消 取消申請單 註銷申請單 離開	碼頭船位暫存圖
3.		申請 取消 取消申請單 註銷申請單 離開	碼頭船位封閉圖
4.		申請 取消 取消申請單 註銷申請單 離開	
5.		申請 取消 取消申請單 註銷申請單 離開	

出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.4.17 従来のオンラインによる船席指定申込み

Designating vessel's berth window intelligently



出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.4.18 AI アルゴリズムによる船席指定

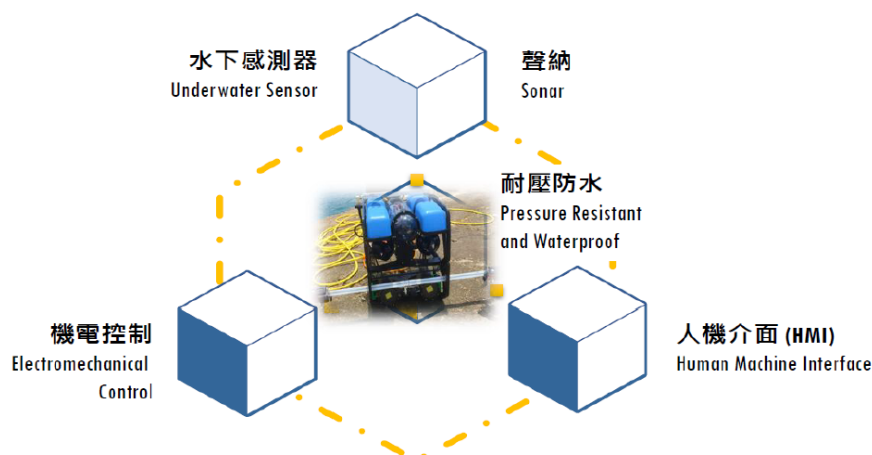


出典：TIPC ホームページより（臺灣港口迎接創新科技-智慧海港.領航未來 - YouTube）

図 2.4.19 船席指定の紹介

(4) 海洋ロボットの活用

岸壁の点検についてこれまでは潜水士により点検を行っていたが、水中作業を行う潜水士が不足しており点検に限界があった。そのため、安全性と作業効率向上のために図 2.4.20 に示す「Marine Robot」を用いた施設の点検を行うことを試験運用中である。

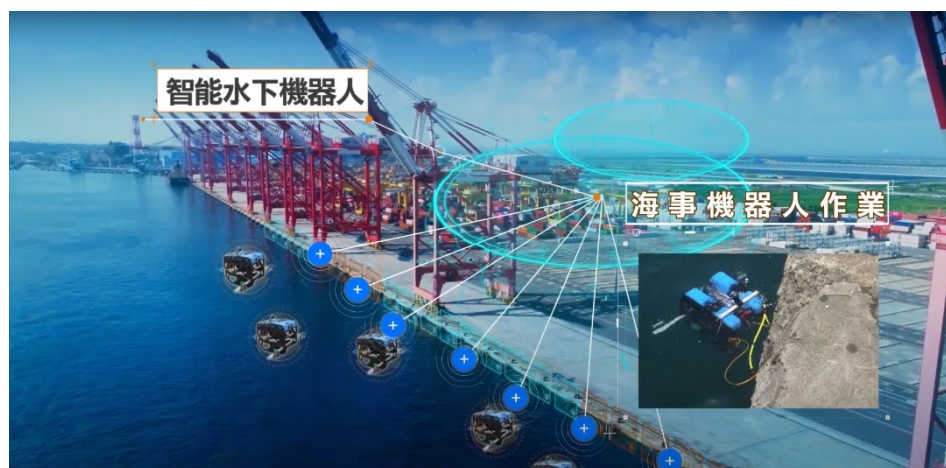


出典：The New Vision for Smart Port (2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.4.20 「Marine Robot」

「Marine Robot」は岸壁ではエプロン・壁面・係船柱・防舷材等の付属物の損傷を確認行い、損傷があればビデオ撮影を行い、損傷位置及び損傷状況の確認を行う。海底面では海底面及び基礎捨石の状態を点検し、くぼみや空洞がないか点検を行う。

「Marine Robot」を用いた点検は TIPC によって高雄港及び基隆港で試験運用を行っている。今後の運用結果によって、点検業者が「Marine Robot」を自前で用意して点検を実施するか、もしくは TIPC が「Marine Robot」を用意して点検を行うか検討するとしており、今後の活用イメージを図 2.4.21 に示すように YouTube (https://www.youtube.com/watch?v=c8Lr_PrZXo) で「Marine Robot」が点検を行う未来を公開している。



出典：TIPC ホームページより

(臺灣港口迎接創新科技-智慧海港. 領航未來 - YouTube)

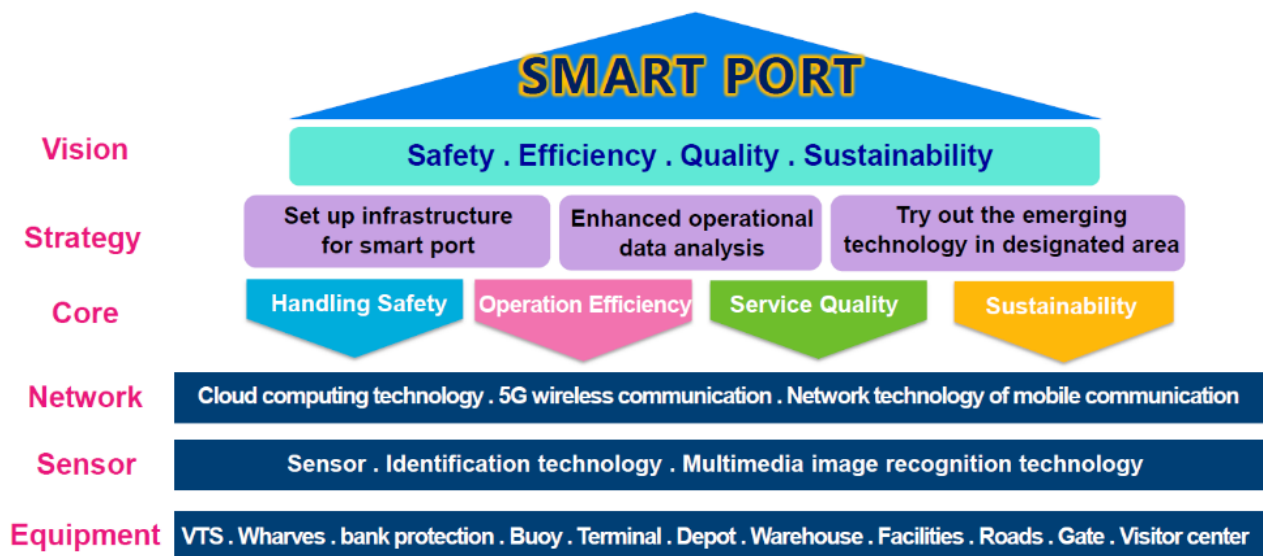
図 2.4.21 「Marine Robot」を用いた点検

2.5 Trans-SMART2.0+ Projects

2.5.1 SMART PORTS VISION 2030

TIPC が青写真として計画する SMART PORT は図 2.5.1 に示す内容となり、現在、実現に向けて取り組んでいる。

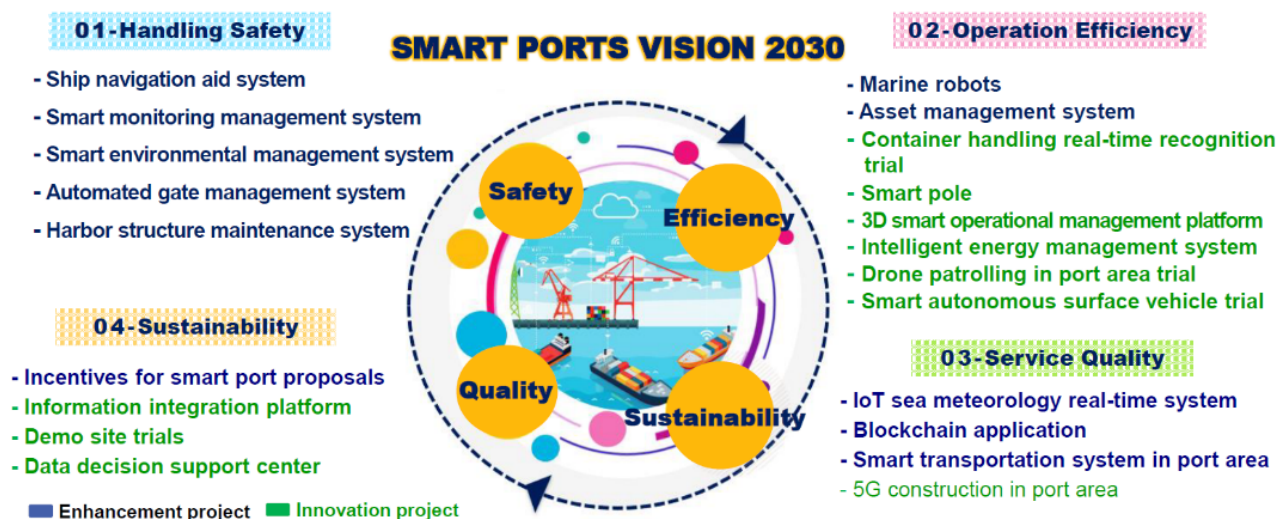
Blueprint of Smart Port : Planning the development structure of smart port



出典 : The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.5.1 SMART PORT

4 Cores to Carry Out Trans-SMART2.0+ Projects



出典 : The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.5.2 Trans-SMART2.0+ Projects

以下の章では、図 2.5.2 に示す各項目の中核的な内容について、Trans-SMART Plan Phase1 の最適化と他港への展開に向けて取り組んでいるもののほか、今後新たなアクションプランとして実

施を検討する予定と説明のあった内容（緑字）を報告する。なお、図 2.5.2 で「Enhancement project」として Trans-SMART Plan Phase1 の最適化と他港への展開に向けて取り組んでいる項目（青字）については 2.4 章「Trans-SMART Phase1」において報告しているため割愛する。

(1) 操作の安全性 (Handling Safety)

操作の安全性に関する取組項目としては 5 項目あり、すべて実現に向けて取り組んでいるとのことで 2.3 章「Trans-SMART Phase1」で報告済みのため割愛する。

(2) 運用効率 (Operation Efficiency)

運用効率について-「Marine robots」「Asset management system」については 2.3 章「Trans-SMART Phase1」で報告済みのため割愛する。その他の項目については、今後取り組む項目として検討しており、内容は以下となる。

02-1: Container handling real-time recognition trial

02-2: Smart pole

02-3: 3D smart operational management platform

02-4: Intelligent energy management system

02-5: Drone patrolling in port area trial

02-6: Smart autonomous surface vehicle trial

02-1 については、ガントリークレーンの上に CCTV カメラを取り付け、リアルタイムで取扱うコンテナの状態（コンテナ番号・ダメージチェック・危険物の取扱等）を無人で認識することを計画しているとのことであった。（図 2.5.3 Gantry crane AI-OCR 参照）

02-2 についての説明はなかったが、CCTV を搭載し、周囲を監視するとともに、情報を管理者又は利用者に伝達する機能を持ったポール（照明柱）と推察する。（図 2.5.3 Smart pole 参照）

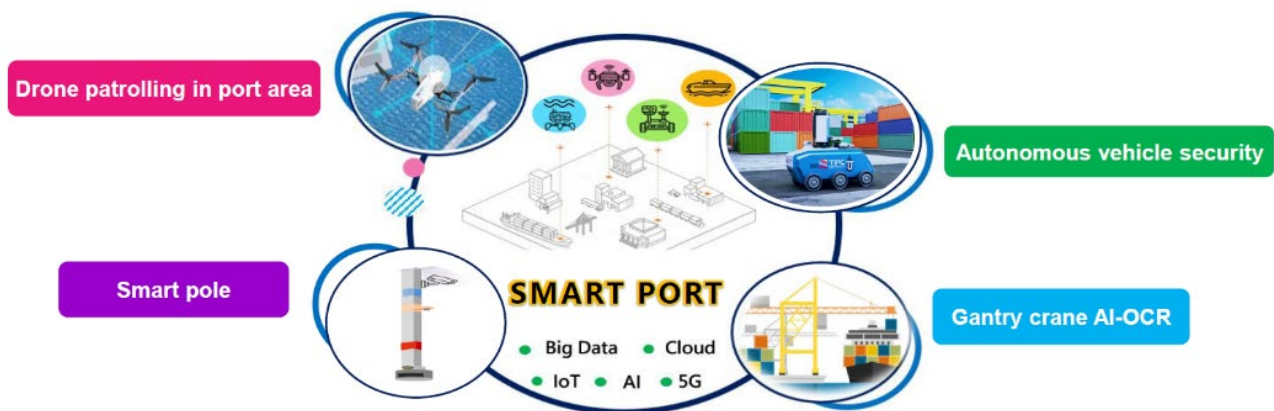
02-3 についても説明はなかったが、3D で港の運用を管理するプラットフォームを構築するものと推察する。

02-4 についても説明はなかったが、脱炭素に向けたエネルギー管理システムを構築するものと推察する。

02-5 については、港湾地帯におけるドローンを用いたパトロールを行うとのことであった。（図 2.5.3 Drone patrolling in port area & Autonomous vehicle security 参照）

02-6 については、小型の無人機器を活用した港内の水深確認及び港内に浮かぶごみの回収を行うとのことであった。

これらの実現に向け、TIPC では「The Principle of Experimental Area for Smart Port Innovative Technology Promotion」を発表し、港湾地帯において革新的な技術開発の試験を行う場所を提供するとのことである。



出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.5.3 Operation Efficiency

(3) サービス品質 (Service Quality)

サービス品質について、「IoT sea meteorology real-time system」「Blockchain application」「Smart transportation system in port area」については、2.3 章「Trans-SMART Phase1」で報告している内容を改善するとのことである。また、それ以外のサービス品質として超高速通信・超低遅延通信・多数同時接続が可能な 5G 通信を港湾地帯で確立するとのことであった。

(4) サステナビリティ (Sustainability)

TIPC では SMART PORT を実現する 4 つ目の事項としてサステナビリティの実現を目指している。サステナビリティとは「持続可能性」と言われるが、TIPC では以下の 4 つで実現を目指している。

04-1：Incentives for smart port proposals

04-2：Information integration platform

04-3：Demo site trials

04-4：Data decision support center

04-2～4 については今後の検討とのことであるが、04-1 については、サステナビリティ実現のために実証実験の場所とそれに対するインセンティブを提供するとのことである。この取組みは 2021 年から「Port Innovative Application & Digital Transformation Incentive Program」との名称で開始され、国際港湾関連産業が新技術を応用し SMART に変革することを奨励している。TIPC が想定するイメージ図を図 2.5.4 に示す。

国際港湾関連産業が港のエコシステムに有益な提案で、「smart port innovation」を実現する提案を行った場合には奨励金が支払われ、その額は実際に支出した金額の 30%が対象となるとのことである。このプロジェクトを実現するために、TIPC では年間 133 万米ドル（約 1 億 5 千万円）の投資を予定している。

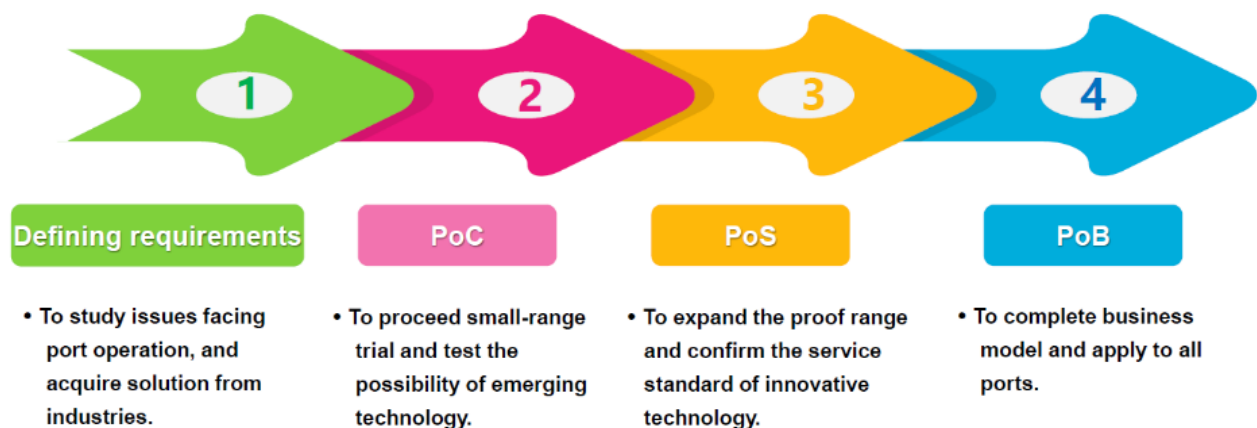


出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.5.4 Maritime Industry Ecosystem Transformation

2.5.2 新技術提供に向けたステップ

TIPC では Trans-SMART2.0+を実現する新技術を提供するためには図 2.5.5 に示すように 4 段階のステップがあると考えている。



出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.5.5 新技術提供に向けた 4 段階ステップ

第 1 段階：要求事項の決定

第 1 段階では、港湾運営の課題を検討し、産業界から課題解決の案を募る。

第 2 段階：小規模な試験空間での試行錯誤 PoC (Proof of Concept、概念実証)

第 2 段階では小規模なテストを行い、試行錯誤行いつつ技術の証明に取り組む。

第 3 段階：範囲の拡大とその他の可能性の検証 PoS (Proof of System、システムの証明)

第 3 段階では技術のテスト範囲を拡大し安全性の確認を行う。

第 4 段階：ビジネスモデルの完成 PoB (Proof of Business、ビジネスの証明)

第 4 段階で商業サービスとしての手法を確立し、すべての港に展開していく。

以上 4 段階のステップを踏み SMART PORT 実現に向けた新技術を民間のリソースを活用して開発・改良して実現していくことを計画している。

ワンデーセミナーでは SMART PORT 実現に向けた港湾の新技术として自立走行車両を TIPC では計画しているとの紹介を受けた。図 2.5.6 の資料によると、TIPC が開発を計画しているものは、前章までに記載した「Drone」「Marine Robot」だけではなく、「Autonomous Passenger Shuttle Vehicle」「Autonomous Ship」「Automated Terminal」「Smart Floating Vehicle」「Autonomous Car Patorolling」などの自立型機械の開発を長期にわたって行うことを計画している。このことから、TIPC は現場では完全無人で港湾運営を行うことを計画していると推察する。



出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.5.6 港湾エリアに導入予定の新技术

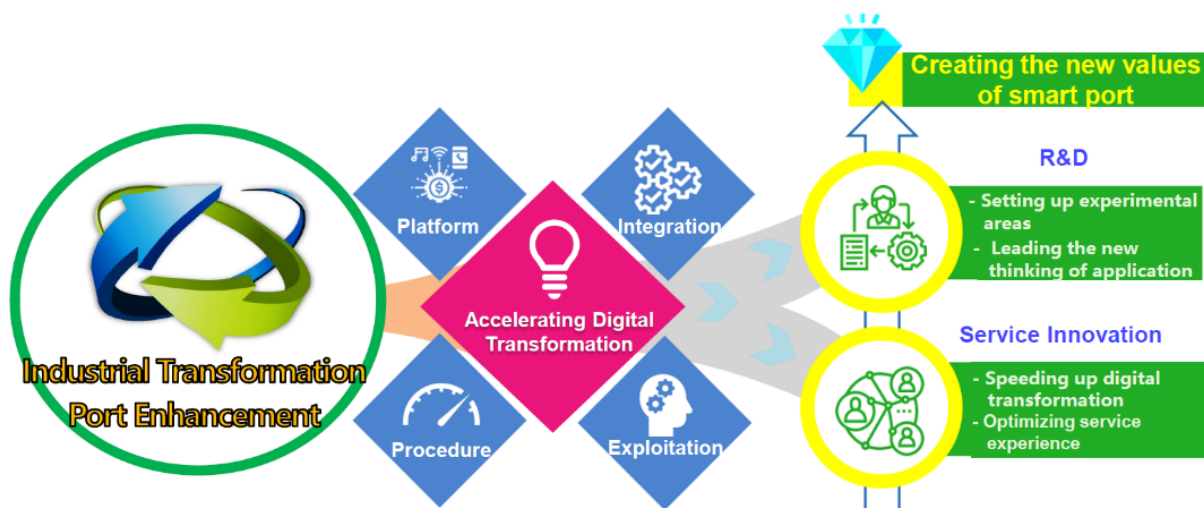
以上 TIPC では、SMART PORT の実現に向け「Trans-SMART 2.0+ Projects」の推進を図ることで、港湾運営の効率化を図る青写真を描いている。

2.6 SMART PORT の実現目標

前章までで、TIPC が現在取り組んでいる SMART PORT の取り組みについて紹介したが、SMART PORT が目指す将来像について報告する。

TIPC では SMART PORT を実現することで DX（デジタルトランスフォーメーション）が加速すると考えており、港湾整備の分野においても産業構造の改革が行われると考えている。DX のスピードは 2.1 章で記載したように、爆発的に変化するため、変化するサービスへ常に最適な対応を取ることが必要であり、2.4 章で報告した実証実験を行うフィールドの提供を行うなど、新しい考え方を常に導入している。

以上の取り組みにより、TIPC は管理するすべての港の発展を望んでおり、DX 技術を応用することで台湾の港の価値を高めることを目標としている。次頁で（図 2.6.1）にワンデーセミナーで提示された TIPC の Vision を示す。



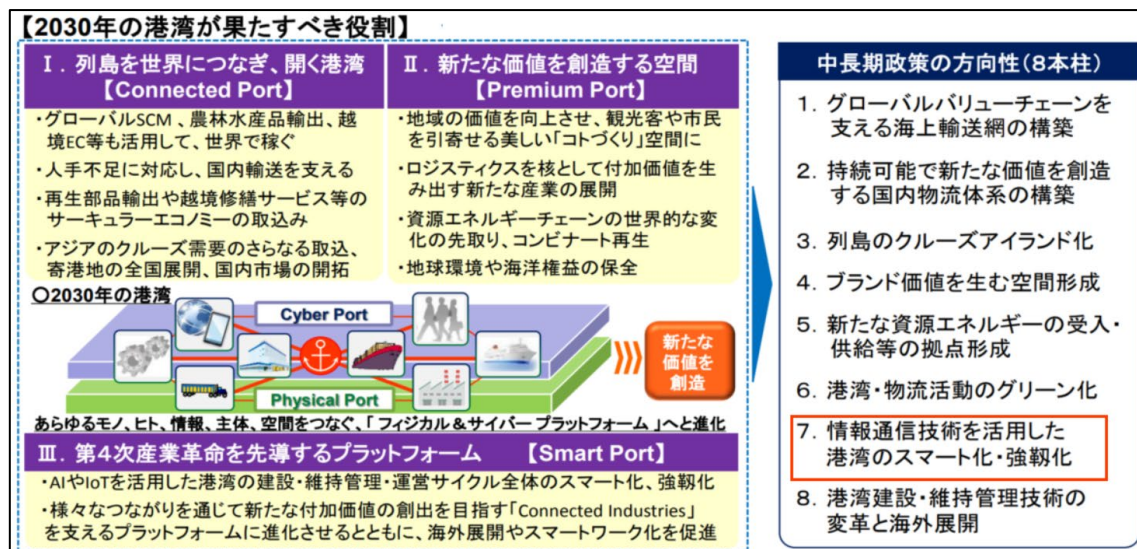
出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 2.6.1 Achieving the Vision of Digital Transformation

3. 日本の港湾が目指す ICT 技術の活用

3.1 日本の中長期政策「PORT2030」について

2018 年 7 月、国土交通省は港湾に関する中長期政策「PORT2030」を発表した。同省が 2030 年までに目指すのは、AI や IoT、自動化技術を組み合わせた、世界最高水準の生産性と良好な労働環境を有する「AI ターミナル」である。「PORT2030」のコンセプトとして、2030 年の港湾が持つべき 3 つの基本理念を掲げ、中長期政策の方向性と 8 本柱が提唱された。(図 3.1.1)



出典：港湾の中長期政策「PORT 2030」の概要

(<https://www.mlit.go.jp/common/001249587.pdf>)

図 3.1.1 PORT2030 中長期政策の方向性

3つの基本理念の内の1つである「Smart Port」は、ICT技術を活用した港湾のスマート化である。自動化や遠隔操作の技術導入に加えて、貨物の情報などのデータを集約して、ビッグデータとして管理する。それを人工知能で解析することによって、どのコンテナをどういった順番でどの場所に

配置すれば良いか、といったコンテナ蔵置計画の最適化が可能になる。これらの構想を「AI ターミナル」と呼んでおり、「AI ターミナル」の実現を目標にして現在システムの構築を進めている。⁴⁰⁾ (図 3.1.2、図 3.1.3)

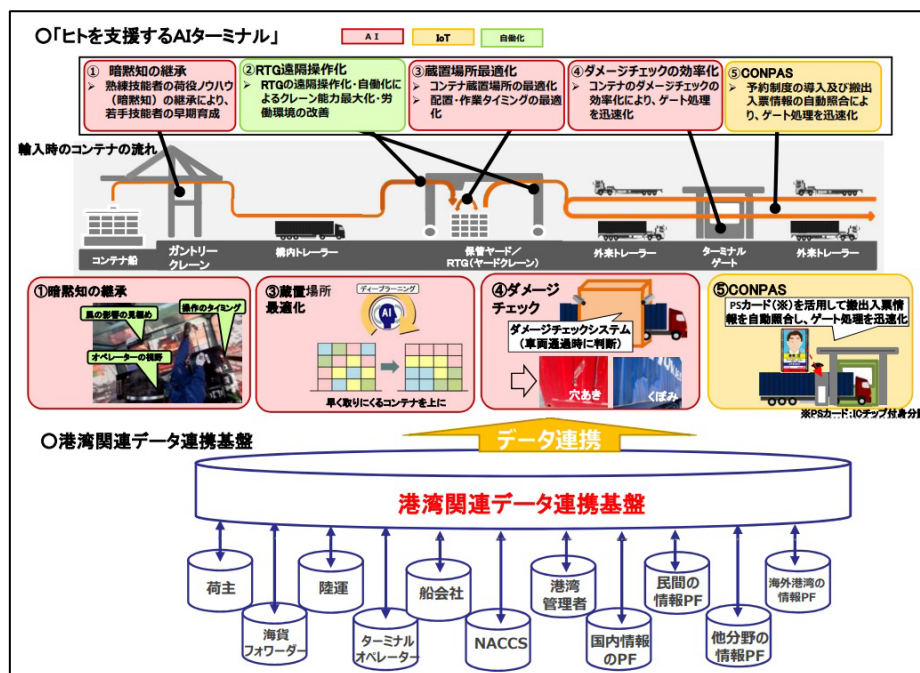


出典：国土交通省関東地方整備局港湾空港部「海上コンテナ輸送とICT」より

図 3.1.2 AI ターミナル構想図

また、港湾物流に関する手続きをはじめ、貨物、車両、船舶などのあらゆる情報を電子化して、「港湾関連データ連携基盤」と呼ばれるプラットフォーム（後述 3.2 サイバーポート）とでデータ連携を行えるようにする。これにより各事業者は、リアルタイムに必要な情報をやりとりすることができる。（図 3.1.3 図 3.1.3）

例えば、コンテナターミナルのゲート前でトラック渋滞が起こる一因は、ランダムに運ばれてきたコンテナの内容を、その都度ゲートの担当者が確認して処理しているからである。港湾関連データ連携基盤によって、そのはるか前の段階からどの事業者がいつ何を運ぶ予定なのかを共有できれば、荷主は渋滞を予測して回避することも可能になる。同時に、ターミナル側ではあらかじめ貨物の受け入れ体制を整えておき、よりスピーディに処理を進めることが可能になる。⁴⁰⁾

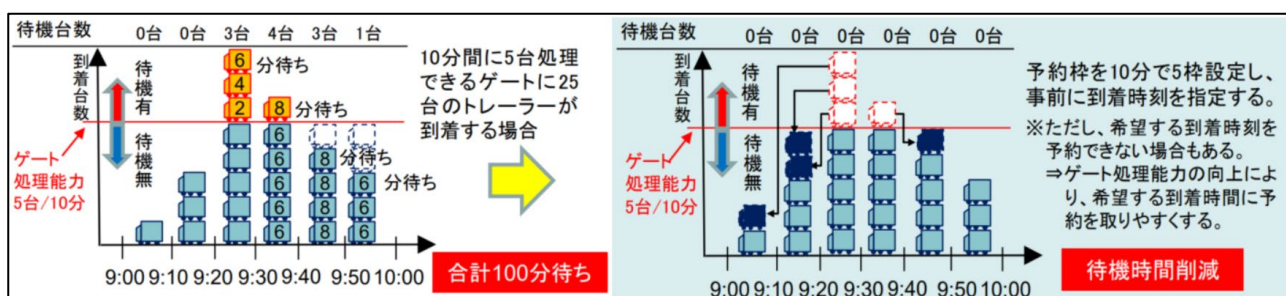


出典：国土交通省「サイバーポートについて」

図 3.1.3 サイバーポート全体像

国土交通省では、数年前から個別プロジェクトとしてAIターミナルの要素技術の先行研究と実証を進めている。2016年度から2018年度までは、ヤード内でのコンテナの積卸に使用する巨大な門型のクレーン「RTG」の遠隔操作を行う際の安全確保に係る実証事業を実施した。2019年度以降は、新たに民間事業者に対する支援制度を創設し、遠隔操作RTGの導入促進を図っている。

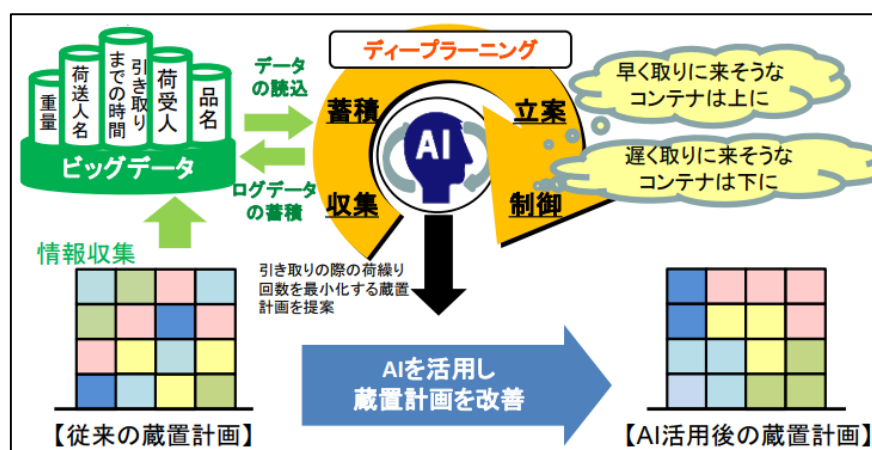
ゲートの手続きに関しては、同じく2016年度からの3年間、事前予約制の導入により、混雑する時間帯に集中する外來トレーラーを分散、平準化させ、外來トレーラーのゲート前待機時間を削減するなどの実証事業を実施した（図3.1.4）。さらに2018年度からは、AIを活用したコンテナ蔵置計画の最適化の実証を進めている（図3.1.5）。⁴⁰⁾



出典：CONPAS 概要説明

(https://www.cyberport.net/document/en/CONPAS_Overview%20explanation_Ver.1.0.pdf)

図 3.1.4 外來トレーラーの分散化・平準化イメージ



出典：国土交通省港湾局 2019 年 3 月 28 日報道発表資料

<https://www.mlit.go.jp/common/001282683.pdf>

図 3.1.5 コンテナ蔵置計画の最適化

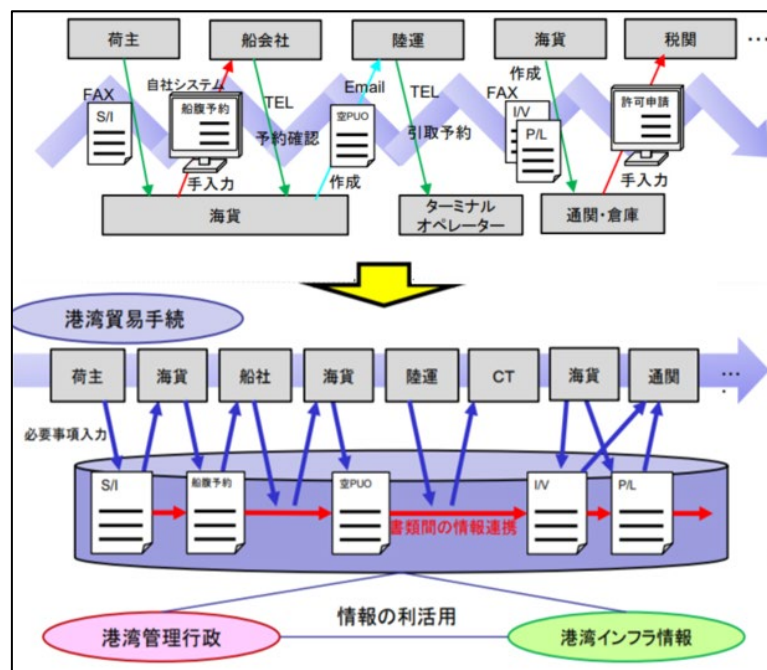
データの電子化については、2020 年末までに港湾関連データ連携基盤の構築を目標としていた。行政と物流事業者などの民間事業者による「港湾の電子化(サイバーポート)推進委員会」を設置し、基本仕様などを検討してきており、AI ターミナルの実現に向けて、同時並行的にプロジェクトを動かしている状況である。

港湾物流は国際競争の激しい分野であり、コストとサービスの両方に対して非常にシビアで、単にコストを下げれば良いのではなく、サービスの質を担保しながらコスト管理を考えていかなければならず、その解決策の 1 つが AI ターミナルの構想である。今あるすべての作業を機械化することではなく、人がすべき仕事を効率化し、熟練技能者が行っていた作業のデータを把握することによって、次の世代へと継承していくためのものである。AI ターミナルの計画を進める上では、サプライチェーンの最適化はもちろん、そこで働く人たちの安全性や働きやすさを向上させていくことが重要なゴールだと考えられている。⁴⁰⁾

3.2 Cyber Port (サイバーポート) について



サイバーポートは、紙、電話、メール等で行われている民間事業者間の港湾物流手続を電子化することで業務を効率化し、港湾物流全体の生産性向上を図ることを目的としたプラットフォームである。(図 3.2.1)



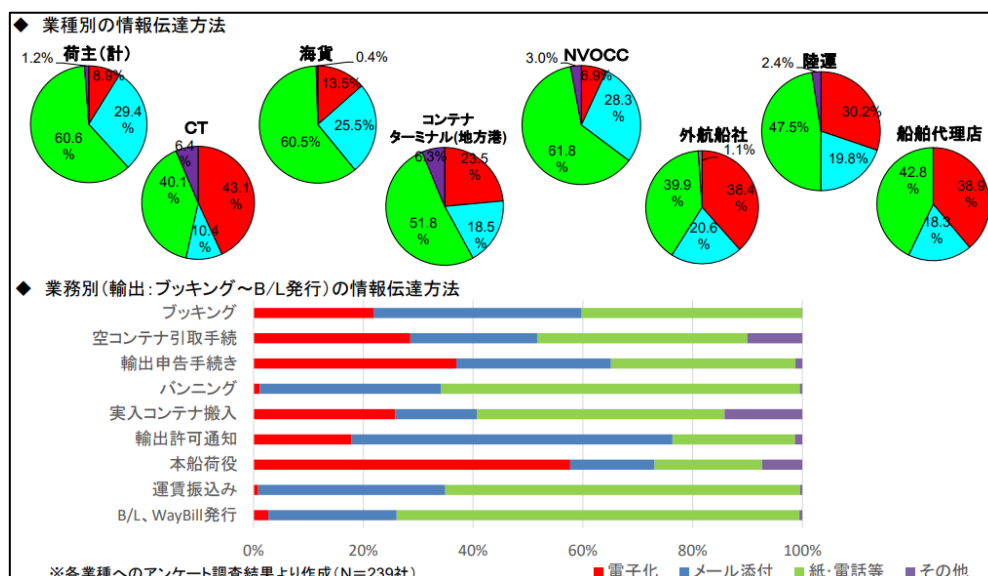
出典：国土交通省「サイバーポートについて」

https://www.phaj.or.jp/distribution/report/data/cyberport_202101.pdf

図 3.2.1 港湾物流手続の電子化

近年、ブロックチェーン技術を活用した国際貿易プラットフォームの実用が開始される他、ロッテルダム港やハンブルグ港、釜山港などの諸外国の港湾において、それぞれ統一のプラットフォームを構築し、手続の電子化とそれに伴う物流の可視化を推進するなど、デジタル化の動きは各方面で活発化している。

我が国の港湾物流の手続については、民間事業者間でやり取りされる紙、電話、メール添付で行われる割合が高いことが関係民間事業者へのヒアリングの結果より明確になっており（図 3.2.2）、海外の動きに遅れることなく電子化の取り組みを進めることが求められている。¹⁵⁾



出典：国土交通省「Cyber Port の概要」

(<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001403752.pdf>)

図 3.2.2 業種別・業務別の情報伝達方法

3.1 で紹介したとおり、将来の港湾のあるべき姿として2018年7月に発表した「港湾の中長期制作（PORT2030）」において、「あらゆるヒト・モノ・情報をつなぎ、新たな価値を生み出す『フィジカル&サイバープラットフォーム』への転換を目指す」こととしており、具体的には、AI、IoT、自動化技術などを組み合わせ、世界最高水準の生産性を有する「AIターミナル」の実現を目指すとともに、「港湾関連データ連携基盤」を構築することにより、港湾情報や貿易手続情報の電子化を目指すことを目標として掲げている。

また、2018年6月に閣議決定された「世界最先端デジタル国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画」（通称「IT新戦略」）において、「港湾関連データ連携基盤」を2020年までに構築することを位置づけた。

政府においては前述の基本計画に基づき、内閣官房情報通信技術（IT）総合戦略室と国土交通省港湾局が連携して、「港湾関連データ連携基盤」の検討を進めてきた。「港湾関連データ連携基盤」の検討体制として、「港湾の電子化（サイバーポート）推進委員会」（以下、推進委員会）及び推進委員会のもとに「サイバーポート検討WG（港湾・貿易手続）」、「サイバーポート推進WG（港湾物流）」を設置し、2021年4月のサイバーポート（港湾物流分野）の運用開始までに、推進委員会を計5回、検討WGを計5回、推進WGを計2回開催した（表3.2.1）。また、運用開始後においても推進委員会を1回開催し、他の2分野（港湾管理分野、港湾インフラ分野）の進捗と合わせて議論を行っている。¹⁵⁾

表 3.2.1 サイバーポートに関する委員会の開催状況

サイバーポート推進委員会	第1回（2018年11月2日）
	第2回（2019年5月10日）
	第3回（2019年11月25日）
	第4回（2020年5月14日）
	第5回（2020年12月16日）
	第6回（2021年5月14日）
サイバーポート検討WG （港湾・貿易手続）	第1回（2018年12月20日）
	第2回（2019年3月15日）
	第3回（2019年8月5日）
	第4回（2019年11月22日）
	第5回（2020年4月21日）
サイバーポート推進WG （港湾物流）	第1回（2020年10月27日）
	第2回（2021年3月29日）

出典：国土交通省 HP (https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_tk3_000025.html)

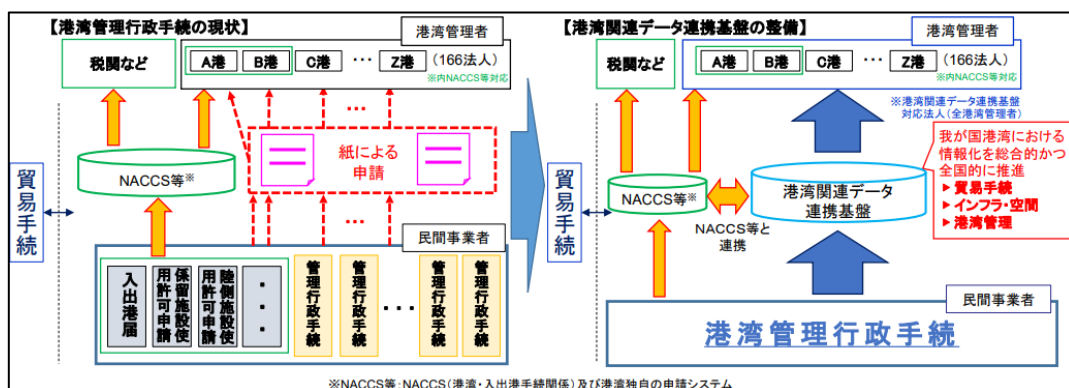
3.2.1 サイバーポートの全体像

サイバーポートについては、上述したとおり、まずは民間事業者間における港湾物流手続の電子化を進めることにより、港湾物流における生産性向上を図る目的で検討を進めてきた。

他方で、港湾関連データ連携基盤（サイバーポート）については、当初の構想段階より「港湾にかかわる様々な情報を有機的に集約する情報のプラットフォーム」としての役割を担うことを念頭に置いて検討が進められてきた。具体的には、国土交通省港湾局で行っている「ヒトを支援するAIターミナル」施策である新・港湾情報システム「CONPAS」（後述3.3）やコンテナのダメージチェック情報などを港湾関連データ連携基盤（サイバーポート）に蓄積される情報と結びつけることで、港湾物流全体の生産性向上を図ることとした。

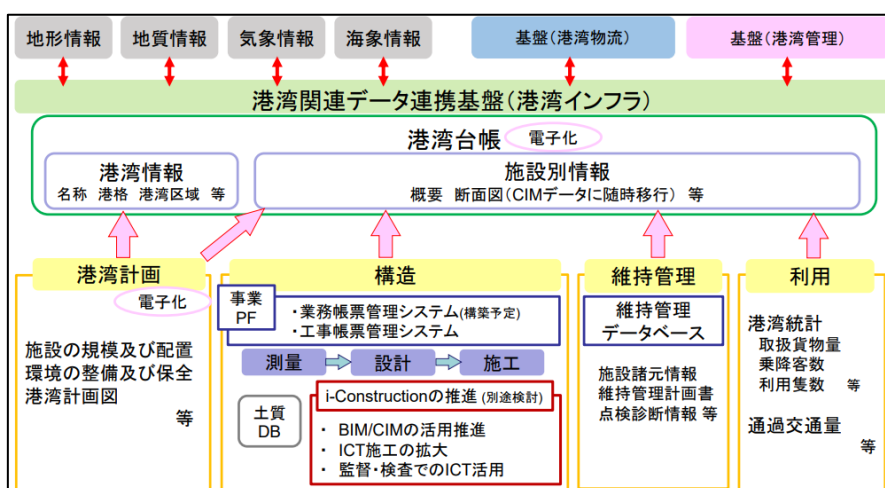
例えば、サイバーポートと CONPAS においては、搬入票の照合業務（書類を用いて対面で行っている業務）について、サイバーポートと CONPAS との間でデータ連携を図り、手続きの電子化を進めている。今後も CONPAS だけではなくコンテナダメージチェックの情報なども、サイバーポート上の物流手続の情報と連携させることで、システムの利用者の利便性を図っていく予定である。

さらに、「港湾の完全電子化」を目指し、サイバーポートでは民間事業者間の物流手続きの電子化を扱う港湾物流分野に加えて、港湾行政手続情報や統計情報（港湾管理分野（図 3.2.3））、港湾の施設情報等（港湾インフラ分野（図 3.2.4））についても電子化を進め、3 分野の情報を連携させることによってシナジー効果を発現させることを見込んでいる。例えば、災害時における代替物流ルートを検討を行うことや、港湾物流情報や施設利用情報を活用して効率的な港湾施設のアセットメントマネジメントを行うこと等を目指すこととしている。¹⁵⁾（以下、特記のない限り「サイバーポート」は港湾物流分野とする。）



出典：第5回（2021年4月21日）サイバーポート検討WG(港湾・貿易手続)配布資料
<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001354087.pdf>

図 3.2.3 港湾管理分野のイメージ図



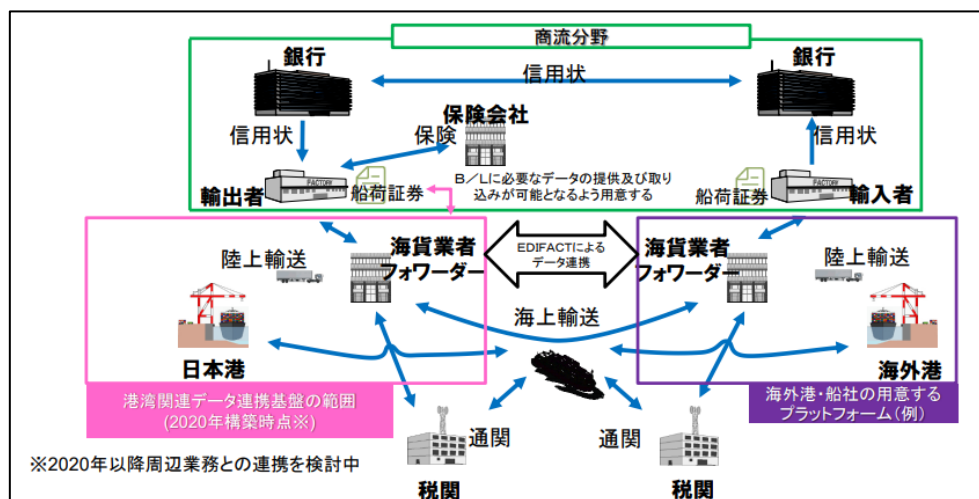
出典：第5回（2021年4月21日）サイバーポート検討WG(港湾・貿易手続)配布資料
<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001354087.pdf>

図 3.2.4 港湾インフラ分野のイメージ図

3.2.2 サイバーポートが扱う対象範囲

サイバーポートが扱う範囲としては、我が国の国際海上コンテナ物流（輸出・輸入）に付随する情報を対象範囲とし、運賃振り込み等の直接的な金銭のやり取り（決済機能等）や、民間サービスの範疇（競争領域）にある業務（デマレージの徴収機能等）は対象外としている。

また、商流・金融分野（売買契約、信用状、貿易保険等）は初期の構築段階においては原則システムの対象外とするものの、将来的にデータ連携が可能とすることにした。同様に、海外のプラットフォーム等との連携も将来的に検討することとした。¹⁵⁾（図 3.2.5）



出典：港湾関連データ連携基盤の要件定義

(<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/cyberport/dai3/shiryo1.pdf>)

図 3.2.5 サイバーポート対象範囲

3.2.3 サイバーポートの特徴

サイバーポートのシステムの代表的な特徴は以下のとおりである。

- ①書類ごとにそれぞれサイバーポート内でデータセットを作成し、データセット内で共通する事項について重複入力を排除できる。
- ②サイバーポートと外部システム（各業者の個別システム、NACCS など）との間で円滑かつ効率的な連携が可能となる外部インターフェイスを具備している。
- ③自社の個別システムを保有しない利用者に対しては、サイバーポート上での入出力機能を提供している。

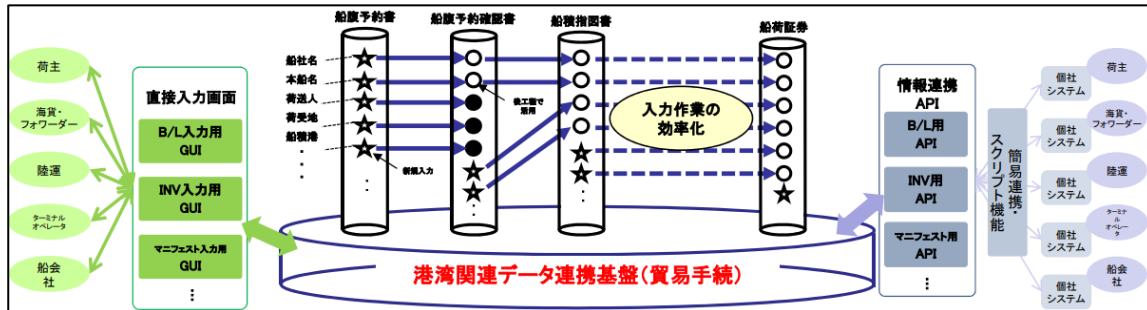
上記の①～③に該当する外部のシステムとの接続方法についての概念は、図 3.2.6 となる。事業者が個別のシステムを持っている場合には、API を用いてサイバーポートとデータ連携を実施することによって、自社の個別システムで入力を行った物流手続の情報をサイバーポートのシステムを介して関係企業へ送付する、あるいは関係企業からサイバーポートを介して情報を受信することが可能となる。

自社のシステムを保有しない利用者は、サイバーポートが用意する入出力機能からデータの入力を行うことで関係企業への情報送付・受信が可能となる。

また、サイバーポートのシステム利用料は当面の間無料であることから、上記の利用方法のうち GUI によって利用する場合には、利用申請を行うだけでシステムを利用することが出来る。API によ

り自社の個別システムとサイバーポートとを連携させ利用する場合には、サイバーポートと連携するために自社のシステム改修が必要となる。

なお、上述の特徴に加え、サイバーポート上で蓄積された情報を集計・匿名化し、統計的な情報として扱う機能も実装する予定であるが、2021年4月の第一次運用時点では実装していない。¹⁵⁾



出典：国土交通省「サイバーポートについて」R2.2.19

図 3.2.6 サイバーポート外部システムとの接続

3.2.4 サイバーポートの運用状況

サイバーポートについては2020年末にシステム構築を完了し、2021年2月から3月にかけて事業者の協力を得て、システムの連携テスト（受入テスト）を行った。連携テストに協力した事業者からは建設的な意見が多かったが、システムの運用に関し致命的な意見は出なかったことから、予定通り2021年4月1日よりシステムの第一次運用を開始した。

2021年4月1日のシステム運用開始に先立ち、3月12日にシステムの名称を「Cyber Port（サイバーポート）」と決定したことに加え、ロゴマークを決定し、サイバーポートとCONPASの専用ホームページであるポータルサイト（図3.2.7）を公開した。¹⁵⁾



出典：サイバーポート HP (<https://www.cyber-port.net/>)

図 3.2.7 サイバーポート・CONPAS ポータルサイト

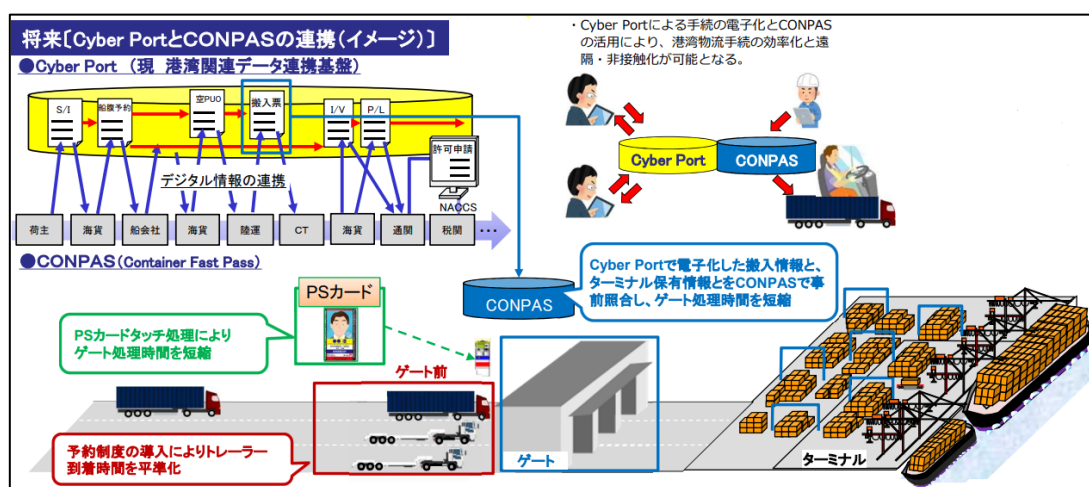
システムの運用開始後、2021年12月2日時点において利用申請した会社の数は59社となっている。2021年3月12日からは、サイバーポートの動作性や利用効果を検証するための、「CyberPort 利用促進・運用効率化実証事業」について公募を開始している。この実証事業については1次と2次合わせて25社1組合（16の事業体）が参加している。システムの利用申請数や、システム利用によるデータ連携の優良事例も、実証事業の進捗に併せて今後増加していくことが見込まれる。¹⁵⁾

3.2.5 サイバーポートの達成目標

サイバーポートについては、2021年4月より運用を開始したところだが、まだ取り組むべき事項は多い状況にある。具体的には、前年度の連携テスト時に協力頂いた事業者からの意見を踏まえた機能改善、システムの使いやすさの向上、また、NACCSをはじめとする他システムとのシステム間連携、実証事業の実施、利用者の拡大に向けた広報活動や広報媒体の作成などである。

港湾における物流手続は多数の関係者が存在し、物流実務で用いる書類も様々である。サイバーポートでは、物流手続に関する多様な情報を複数の関係者や帳票間で同時に連携し、かつ、過去に作成したデータもコピーして流用できることから、今まで長らく物流の現場で発生していた非効率な業務実態を解消する機能を有している。

また、サイバーポートはAPIという技術を用いることによって様々なシステムと柔軟に連携できることが特徴である。今後もサイバーポートのシステムの使い勝手の向上を継続的に行うことやNACCS、CONPASなどとのシステム間の連携（図3.2.8）を図っていくことで、さらに利用者の利便性を向上させ、利用者の拡大を目指している。¹⁵⁾



出典：国土交通省「Cyber Port と CONPAS について」

<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001390541.pdf>

図 3.2.8 Cyber Port と CONPAS の連携イメージ

将来はこのシステムを拡張し、AI ターミナルのさらなる進化、大規模災害の対応に加え、農林水産品輸出、さらに観光など異業種情報との接続・連携を可能にすることによって新たなビジネスを生み出すシステムの実現を目指している。（図 3.2.9）

③搬入情報の事前照合による円滑なゲート入場については、サイバーポートとの連携により、海貨事業者等がサイバーポート上で入力した搬入票の情報を、CONPAS を利用する事業者が活用し、二重入力することなく、搬入情報の事前照合が可能となること等により、コンテナターミナルにおけるゲート処理時間が短縮可能となっている。次章にて上述した①～④の詳細とともに、CONPAS の効果検証を目的に横浜港南本牧地区で実施した試験運用の結果を述べる。

一部のコンテナターミナルでは、特定の時間帯に外来トレーラーの到着が集中する事により、ゲート前混雑が発生している。この課題を解決するため、ターミナルのゲート処理能力に応じた予約枠を設定し、陸運事業者（配車係）が空いている予約枠に予約を行う事で、特定の時間帯に外来トレーラーの到着が集中する事を抑制し、平準化を図る仕組み（図 3.3.2）を構築した。これにより、外来トレーラーのゲート前待機時間を短縮することが可能となる。試験運用では、搬入時に約14%の外来トレーラーが予約制度を利用した結果、予約制度を利用していない外来トレーラーを含めた搬入車両の総待機時間が約10%削減する結果を得た。なお、削減効果はより混雑しているコンテナターミナルほど大きな効果を得ることが出来ると考えられる。¹⁵⁾

ライバーによる誤入力を防ぐことが可能となる。試験運用では、ゲート処理時間を約 20%短縮する結果を得た。¹⁵⁾

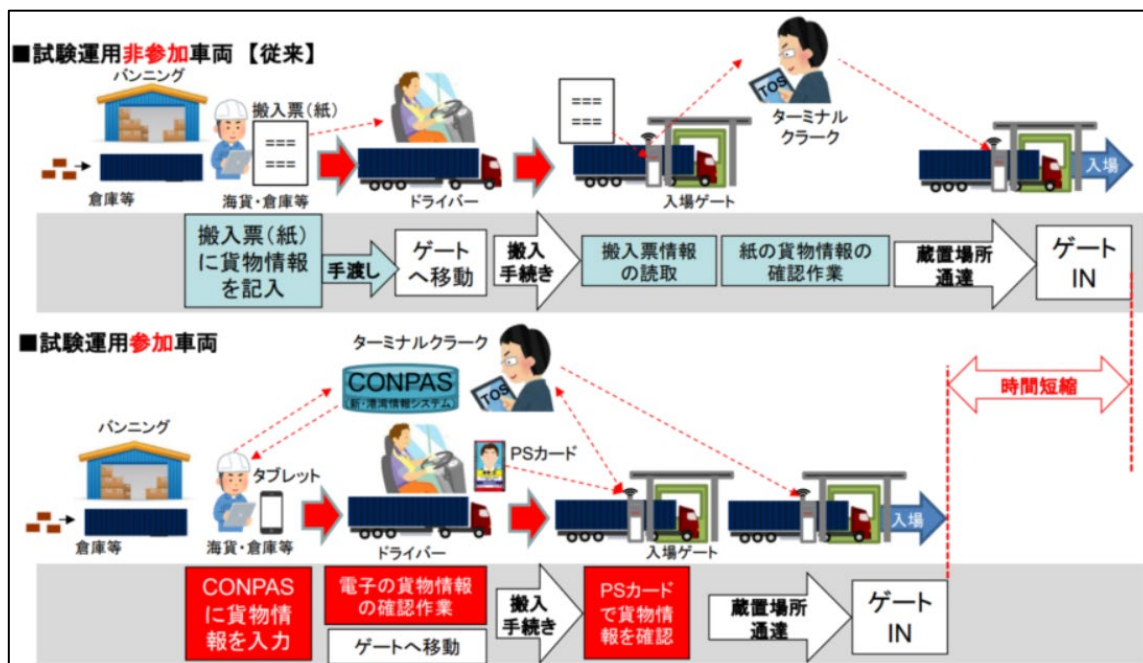


出典：国土交通省ホームページ

図 3.3.3 PS (Port Security) カード

(3) 搬入情報の事前照合による円滑なゲート入場（搬入票の電子化）

輸出コンテナを搬入する際、ゲートにおいてドライバーが提示した紙の搬入票の情報と TOS(ターミナルオペレーションシステム)の情報をコンテナターミナルの担当者が照合すると共に、一部の情報を追加入力するため、ゲート処理に時間を要している。この課題を解決するため、サイバーポートが保有する搬入の情報を CONPAS に連携し、外来トレーラーがゲートに到着する前に TOS の情報と自動照合を行い、仮に誤りがある場合は訂正を可能とする仕組みを構築した（図 3.3.4）。これにより、ゲートで PS カードを読み取り機にかざすだけで搬入手続きが完了し、コンテナがゲートに到着したタイミングにおける担当者による照合作業が不要となるため、ゲート処理時間を短縮することが可能となる。シミュレーションでは、ゲート処理時間が約 60%短縮する結果を得た。¹⁵⁾

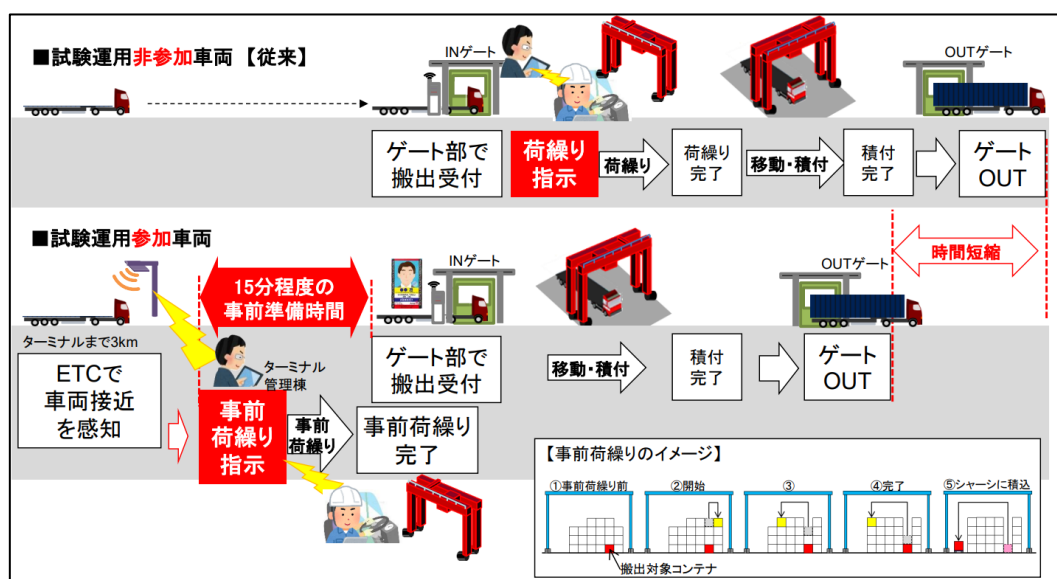


出典：国土交通省関東地方整備局港湾空港部「海上コンテナ輸送とICT」より

図 3.3.4 ゲート入場イメージ

(4) 車両接近情報の活用による荷繰り待ち時間の削減

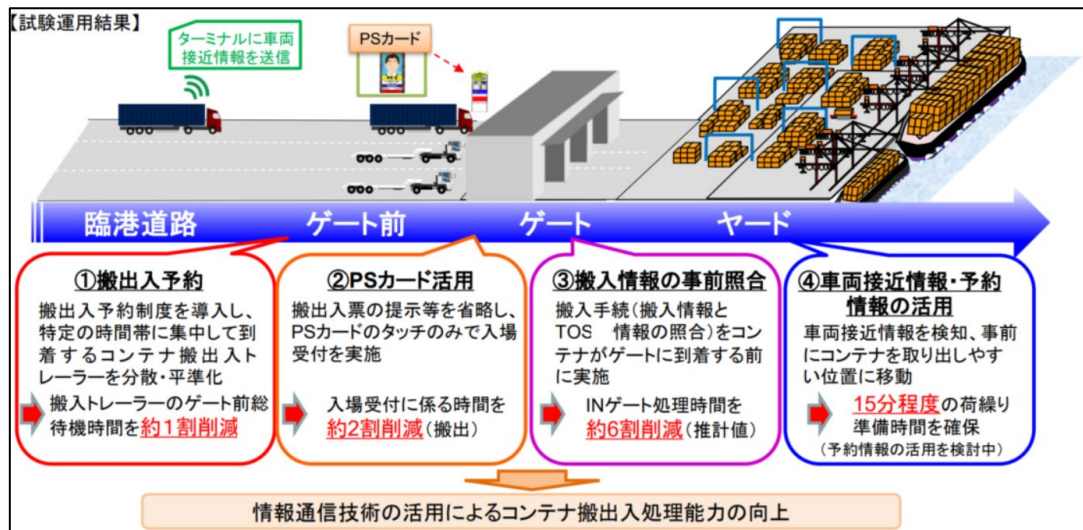
輸入コンテナを搬出する際、ターミナルオペレーターはコンテナの搬出順を事前に把握できないことから、外来トレーラーがコンテナターミナルに到着した後に荷繰りを開始している。その間、外来トレーラーは待機する必要が生じ、構内滞在時間が増加する一因となっている。この課題を解決するため、外来トレーラーの位置情報を把握し、その情報を元に外来トレーラーがコンテナターミナルに到着する前に荷繰りを行う仕組みを構築した。これにより、外来トレーラーの構内滞在時間を短縮することが可能となる。試験運用では、ETCを用いて外来トレーラーの接近情報を取得し、事前荷繰りのための時間を約15分確保する結果を得た（図3.3.5）。取得手段として、現在普及が進んでいるスマートフォン等の活用や、位置情報の代わりに予約情報を活用する事により、効率的な荷繰りやコンテナ蔵置計画の作成に寄与する仕組み作りを検討している。¹⁵⁾



出典：国土交通省関東地方整備局港湾空港部「海上コンテナ輸送とICT」より

図 3.3.5 事前荷繰りイメージ

以上、実証実験で得た効果検証を一連の図にしたものが図3.3.6となる。実証実験及びシミュレーションの結果、全ての段階においてCONPAS導入前よりも改善される結果となった。



出典：国土交通省港湾局「CONPAS の概要」

(https://www.pa.hrr.mlit.go.jp/file/kouwanshinkou/butsuryu/butsuryu-kanri/upload/R2_08.pdf)

図 3.3.6 横浜港 CONPAS 試験運用結果

4. 日本の港湾の渋滞対策について

PORT2030 で掲げた Smart Port の実現に向けて、第 3 章において Cyber Port や CONPAS の取り組みを紹介したが、港湾の生産性向上を図るために、ゲート前渋滞の解消については各港が以前より対策を実施している。以下、国内の主要港の渋滞対策を紹介する。

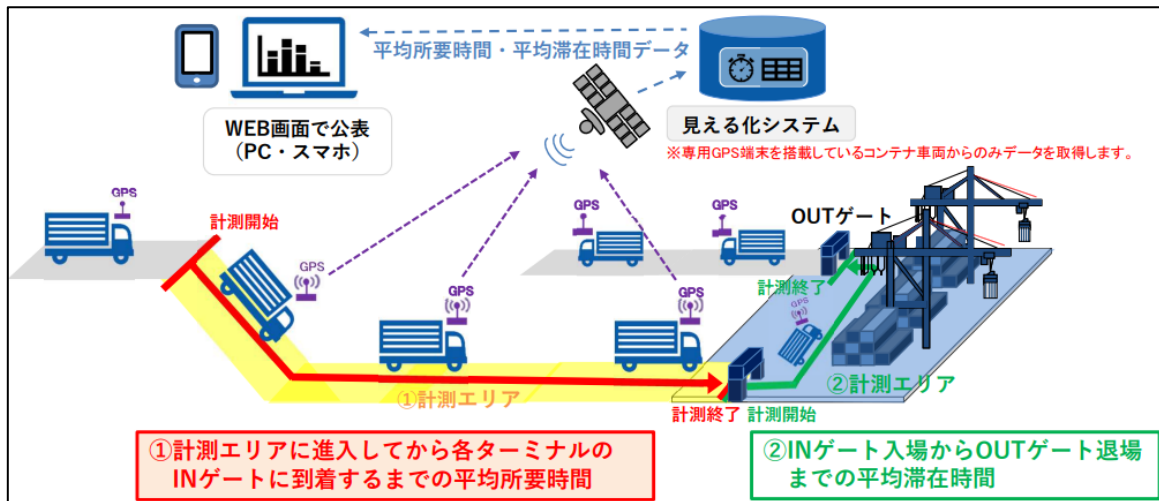
4.1 東京港の渋滞対策について

4.1.1 東京港コンテナターミナル所要時間等見える化システム

東京港は我が国最大のコンテナ取扱貨物量をもつ港であるが、施設容量に対して取扱貨物量を大きく超えていること及びふ頭が市街地に隣接しているためふ頭の拡張が困難なことから渋滞が発生している。

東京港では、コンテナ車両に専用 GPS 端末を搭載し、その位置情報を元に各コンテナターミナルの IN ゲートに到着するまでの平均所要時間とコンテナターミナル内の平均滞在時間をリアルタイムに近い形で提供しており、「東京港コンテナターミナル所要時間等見える化システム」として運用している。当該システムでは、①計測エリアに侵入してから各コンテナターミナルの IN ゲートに到着するまでの平均所要時間、②IN ゲート入場から OUT ゲート退場までの平均滞在時間の 2 つの時間を公表している（図 4.1.1、図 4.1.2、図 4.1.3）。当該システムで計測された待機時間等は、パソコン及びスマートフォンでいつでも参照することが可能となっており、トレーラーの配車を行う事業者が所要時間を把握することで配送計画に寄与することを狙っている。

また、ライブカメラも配置しており、見える化システムホームページ内で 24 時間誰でも見ることが可能となっている（図 4.1.4、図 4.1.5）。2022 年 1 月 4 日現在、1,013 台に GPS を取り付けており、将来的には 1,500 台の設置を目標としている。



出典：東京港埠頭株式会社 HP

(<https://mieruka-tokyoport.jp/tpt/resources/pdf/mierukaoverview.pdf>)

図 4.1.1 東京港見える化システムイメージ図



出典：東京港埠頭株式会社 HP

(<https://mieruka-tokyoport.jp/tpt/resources/pdf/mierukaoverview.pdf>)

図 4.1.2 東京港見える化システム平面図（例：大井埠頭）

東京港コンテナターミナル所要時間等見える化システム					TPT
現在のGPSの稼働台数は300台になります。現段階では稼働台数が少ないため、実際の時間と異なる場合がございます。					
2021年〇月〇日 (〇)		〇時〇分時点		表示対象時間は日祝祭日を除く8:30~24:00	更新
ターミナル	INゲート到着までの所要時間	ターミナル内滞在時間	参考	お知らせ	ライブカメラ
大井1・2号			・INゲートまでの距離：約3.1km ※北部陸橋からUターンする場合は、約6.4km ・降ろし取りを実施しております。		
大井3・4号	各ターミナルの所要時間等を掲載		・INゲートまでの距離：約3.4km	ターミナルからのお知らせ内容(混雑状況等)を掲載 【例】 台風の影響により、通常よりもターミナル到着時間及びターンタイムが長くなっております。	
大井5号			・INゲートまでの距離：約2.9km		
大井6・7号			・INゲートまでの距離：約2.6km		
青海公共A1			・INゲートまでの距離：約3.0km		
青海公共A2			・INゲートまでの距離：約3.4km		
青海4号			・INゲートまでの距離：約3.3km		
品川SC			・INゲートまでの距離：約2.8km		
品川SD			・INゲートまでの距離：約2.6km		
品川SE			・INゲートまでの距離：約2.3km		
中防外Y1			・INゲートまでの距離：約1.2km		
中防外Y2			・INゲートまでの距離：約1.6km ・降ろし取りを実施しております。		
実証実験で協力車両数 現在 300台 見える化システム概要 FAQ TPT 東京港ポータルサイト					

出典：東京都報道発表資料 2021年07月07日

(<https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2021/07/07/documents/04.pdf>)

図 4.1.3 東京港見える化システムポータルサイト 渋滞情報



出典：東京港見える化システムポータルサイト

(https://www.portal-tokyoport.jp/camera_top.php?cid=3)

図 4.1.4 ライブカメラ配置図



出典：東京港見える化システムポータルサイト

(https://www.portal-tokyoport.jp/camera_top.php?cid=3)

図 4.1.5 東京港見える化ライブカメラ

4.2 名古屋港の渋滞対策について

4.2.1 NUTS システム

NUTS Nagoya United Terminal System

NUTS は、名古屋港統一コンテナターミナルシステムを意味する。1999 年の 4 ターミナル（金城、飛島北、NCB、飛島南）に導入以降、2001 年の NUCT（名古屋ユナイテッドコンテナターミナル）、および 2005 年の TCB（飛島コンテナ埠頭株式会社）への導入を経て、名古屋港の全コンテナターミナルが統一のコンピューターシステムで運用されている。

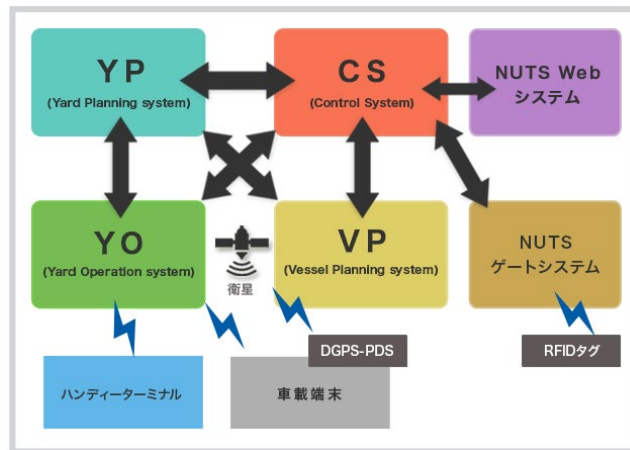
2007 年には「新 NUTS」に更改され、実務者よりあがった様々なニーズに対応して新機能を多数導入した。

さらに 2011 年には集中管理ゲート、2012 年には NUCT 第 3 バースへ対応し、現在では名古屋港コンテナ物流の基盤となるシステムである。¹¹⁾

(1) システムの概要

システムのネットワークは、コンテナターミナルの各種荷役機器への作業指示を行う無線 LAN、ターミナル外部との情報交換をインターネット経由で行う NUTS-WEB、公衆回線を用いて行う EDI 交換、専用光ケーブルでターミナル間を結ぶ LAN 環境などで構成される。

ターミナル間通信は、無線 LAN による作業指示や車載端末と DGPS 基地局の通信により自動位置検知を実現、コンテナの動きをリアルタイムで把握できる。インターネットを利用した WEB システムを利用することにより、輸入貨物の事前受付申請や各種検査申込が可能。本船スケジュールや各種案内も WEB システムから発信している。¹¹⁾ (図 4.2.1)



出典：NUTS ホームページ (<http://www.nutsweb.com/profile/>)

図 4.2.1 NUTS システムの概念図

① CS の機能

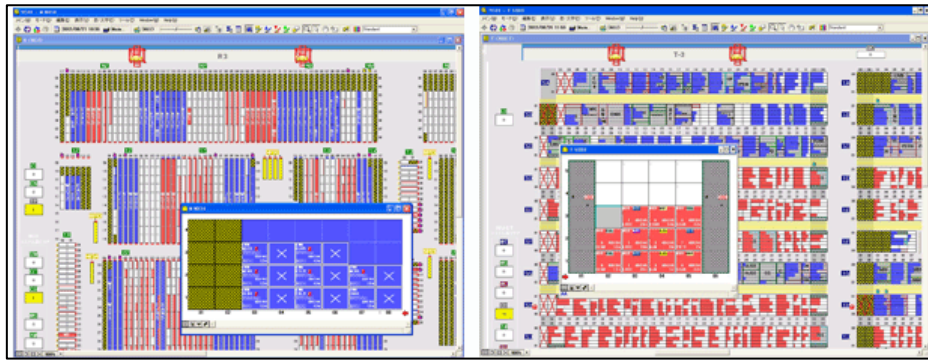
CS は、ターミナルにおける本船情報・コンテナ情報・保税情報などの基本情報をリアルタイムに管理・保管している。それらの情報を基に各種帳票の作成・統計業務などを行う。また、NACCS に対応した EDI 機能により、ほぼリアルタイムでの NACCS への送受信が可能となる。ゲート機能として、EDI 情報、事前審査受付システムなどの情報活用により、ゲートでの受付業務の低減、通過時間の短縮を可能とした。さらに集中管理ゲートなど、さらなる効率化がなされている。¹¹⁾ (図 4.2.2)

出典：NUTS ホームページ (<http://www.nutsweb.com/profile/>)

図 4.2.2 NUTS CS システム

② YP 機能

YP は車載端末からの作業完了に従ってヤードマップをリアルタイムに更新する等、ヤードマップを動的に管理する。蔵置状況はリアルタイムにグラフィカル表示され、最新のヤード状態を瞬時に把握することができる。¹¹⁾ (図 4.2.3)



出典：NUTS ホームページ (<http://www.nutsweb.com/profile/>)

図 4.2.3 NUTS YP システム

③ Y0 の機能

Y0 は、搬出入、本船荷役、ヤード内シフト等、発生した作業を各荷役機器の車載端末へ配信し、荷役機器の作業全体をコントロールする。各荷役機器の作業状況は、センターでリアルタイムにモニターが可能。各荷役機器の車載端末で完了した作業情報は、DGPS 位置検出装置からの蔵置位置を付加して、上位システム(CS)に反映される。¹¹⁾ (図 4.2.4)

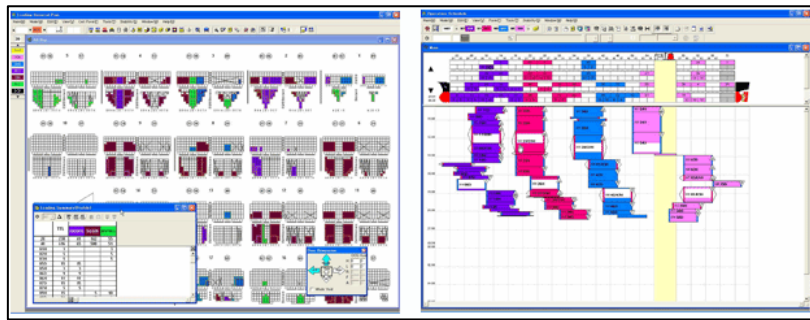


出典：NUTS ホームページ (<http://www.nutsweb.com/profile/>)

図 4.2.4 NUTS Y0 システム

④ VP の機能

VP は、入港時ストウエージ情報、積みコンテナ情報を元に、本船出港時ストウエージを作成すると同時に本船揚げ積み荷役のための荷役作業シーケンスを生成、さらに本船荷役作業のための各種帳票を作成する。¹¹⁾ (図 4.2.5)



出典：NUTS ホームページ (<http://www.nutsweb.com/profile/>)

図 4.2.5 NUTS VP システム

(2) コンテナ情報の照会（荷主、取次事業者、トラック事業者など）

NUTS システムにおいて、コンテナ No. あるいは B/L No. を入力し、コンテナの貨物情報（重量、品目など）とステータスを確認できる。トラック事業者はこの情報を運転者に伝達する。¹¹⁾

(3) 運転者への情報伝達

運転者は図 4.2.6 の車載端末（RFID）を利用し、ゲート手続き、コンテナの受取場所の指示を受ける。トレーラーID など必要な情報をターミナルゲートの RFID リーダーに向けてデータ送受信することにより、コンテナ受け渡し場所をドライバーに指示することが出来る。現在次世代モデル開発にむけて検討中である。¹¹⁾



出典：NUTS ホームページ (<http://www.nutsweb.com/profile/>)

図 4.2.6 RFID (Radio Frequency Identification=多機能 ID ログ)

4.2.2 集中管理ゲート

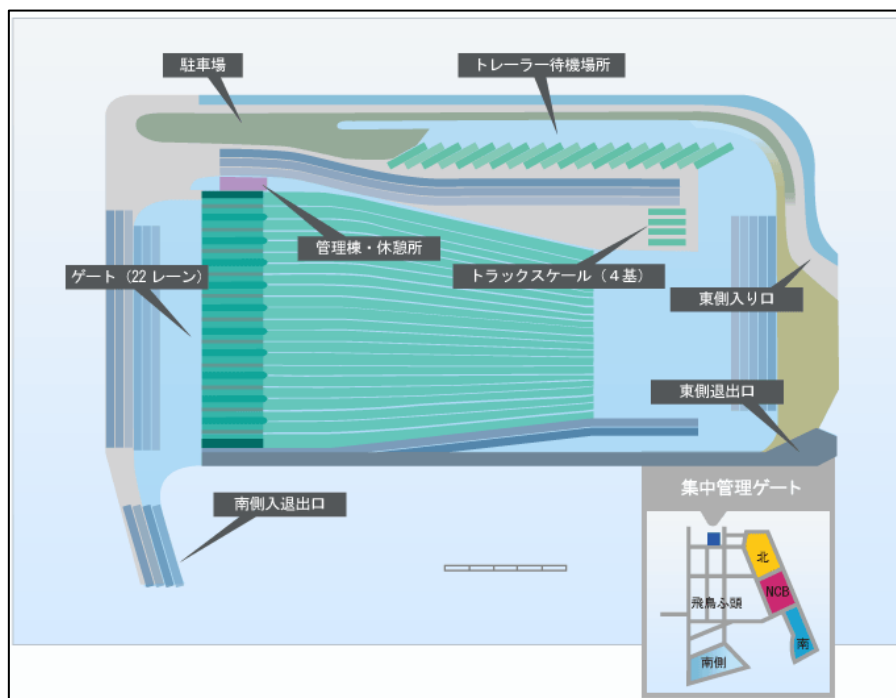
ターミナルゲート前に発生する待機トレーラーの渋滞を解消するため、2011 年 3 月に中部地方整備局・名古屋港運協会・名古屋港管理組合が連携して集中管理ゲートを設置した（図 4.2.7）。集中管理ゲートの開発コンセプトは、まず、個々のターミナルで行っているゲート処理を集中管理ゲートで一元的に処理し、待機するトレーラーの為の引き込みレーンを用意する事で、ゲート数や検査要員といったゲート処理の資源を集中し、ピーク交通量に対する混雑の発生を効率的に抑制することである。さらに、トレーラーの移動時間を活かし、スロット調整の際に発生する遅延の抑制を図るものである。また、集中管理ゲートの導入の前提として、NUTS の存在が必要不可欠であり、名古屋港では NUTS を利用することで様々な情報を共有でき、集中管理ゲートを有効に機能させることができる。集中管理ゲートのレイアウトは図 4.2.8、導線は図 4.2.9 のとおりである。⁹⁾



出典：和田尚久・土田真也

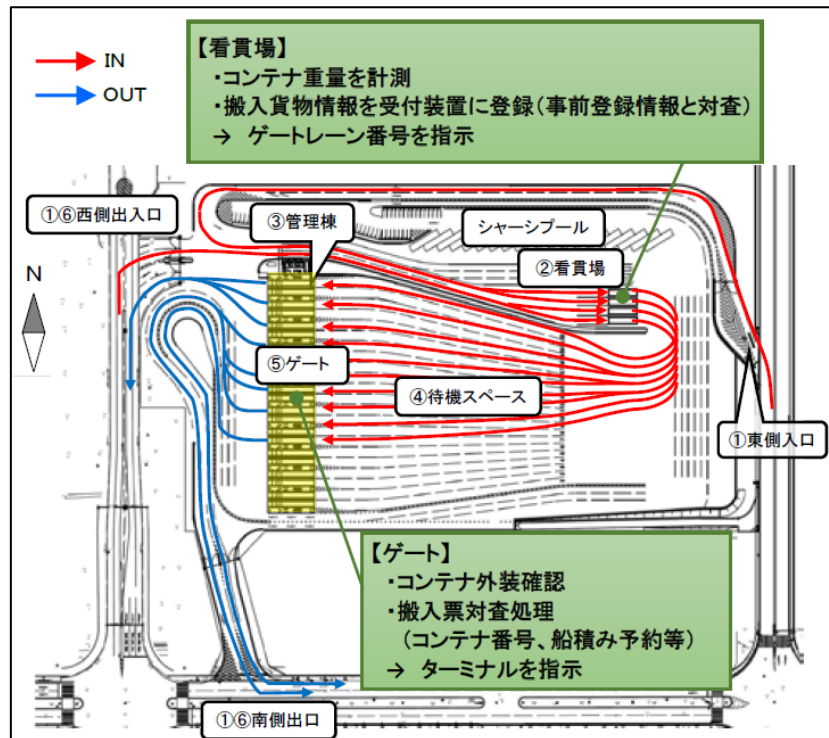
「名古屋港における港湾物流効率化に向けた取り組み～集中管理ゲートによる渋滞解消～」

図 4.2.7 集中管理ゲート位置図



出典：NUTS ホームページ (http://www.nutsweb.com/terminal_guide/ccg/)

図 4.2.8 名古屋港集中管理ゲートレイアウト図



出典：和田尚久・土田真也

「名古屋港における港湾物流効率化に向けた取り組み～集中管理ゲートによる渋滞解消～」

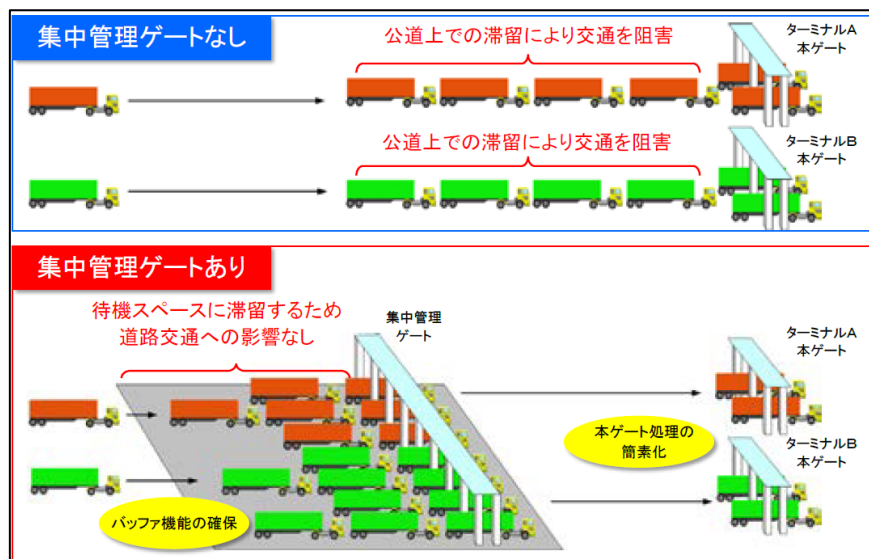
図 4.2.9 名古屋港集中管理ゲート導線図

(1) 集中管理ゲートの効果

① ゲート処理により発生する混雑の内部化

NUTS を活用した集中管理ゲートの導入により、ゲート処理を集中管理ゲートで行い、個々のターミナルでは行なわない。トレーラーはゲート前での手続きなしでターミナル構内に入構することが出来るため、ゲート前での混雑は発生しないことになる。

また、個々のターミナルには、トレーラーの引き込み線が十分に確保されておらず、ピーク時にトレーラーの車列が臨港道路にあふれ、近隣のターミナルに向かうトレーラーや一般車両の走行に支障をきたしていたが、集中管理ゲートにより、トレーラーの滞留を集中管理ゲート内に封じ込めることが可能となる。⁹⁾ (図 4.2.10)



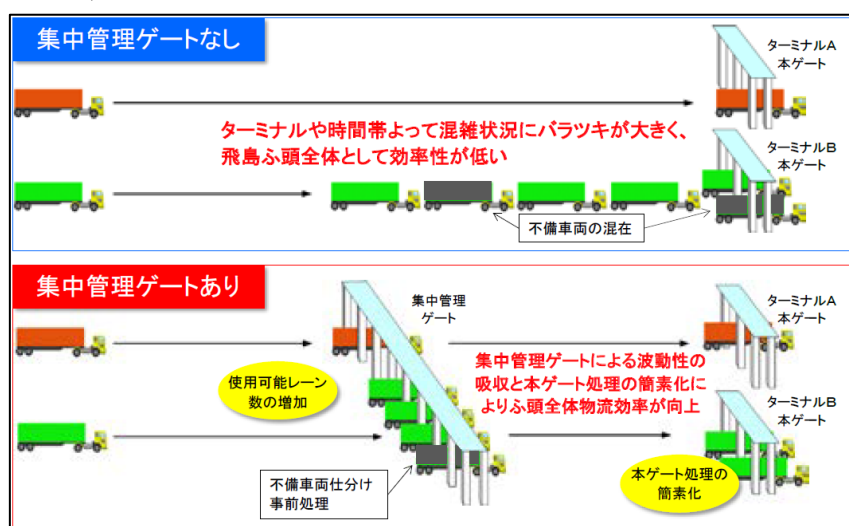
出典：淵ノ上篤史「名古屋港における集中管理ゲートの開発と実用化
～ターミナル前混雑による経済損失の解消～」

図 4.2.10 ゲート処理により発生する混雑の内部化

② ゲート処理のための資源の集中化による混雑の抑制

4つのターミナルのゲート処理を一处に集約することで、個々のターミナルのピーク時に対応するゲート数や検査要員を十分賄えることから、ゲート処理能力がオーバーフローすることを抑えることが出来る。また、各ターミナルの荷動きのピーク日は異なるため、埠頭全体の荷動きのピークは、個々のターミナルの荷動きのピーク合計より少なくなるため、4つのターミナル全体で対応することにより、効率的に資源を配分して運用することが可能となる。

また、集中管理ゲートの豊富なゲート数を活用し、書類不備車両か否かでトレーラーを仕分けるゲート運用とすることで、書類不備車両による後続車への影響を避け、効率的なゲート処理が可能となる。⁹⁾ (図 4.2.11)

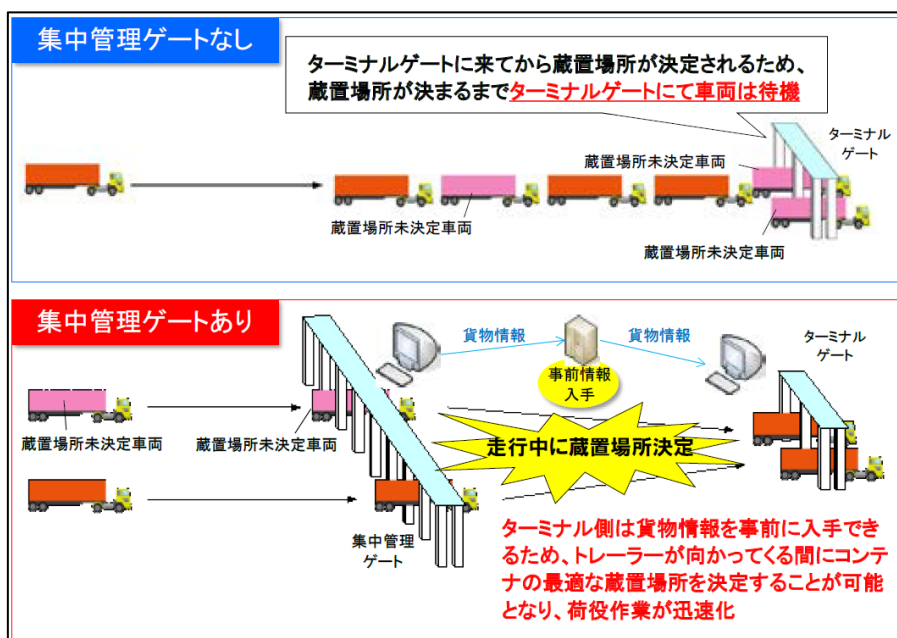


出典：淵ノ上篤史
「名古屋港における集中管理ゲートの開発と実用化
～ターミナル前混雑による経済損失の解消～」

図 4.2.11 ゲートの弾力的な運用による混雑の発生抑制

③ スロット調整に起因する遅延の抑制

集中管理ゲートで受付をしたコンテナ搬入情報は、NUTS を介することで、個々のオペレーターは同時に取得できる。オペレーターは、トレーラーが集中管理ゲートを出て個々のターミナルゲートまで移動する時間を利用して、スロットの決定や荷役機械の事前手配が可能となる。これにより、ターミナル内での待機時間を削減し渋滞発生が抑制される。⁹⁾ (図 4.2.12)

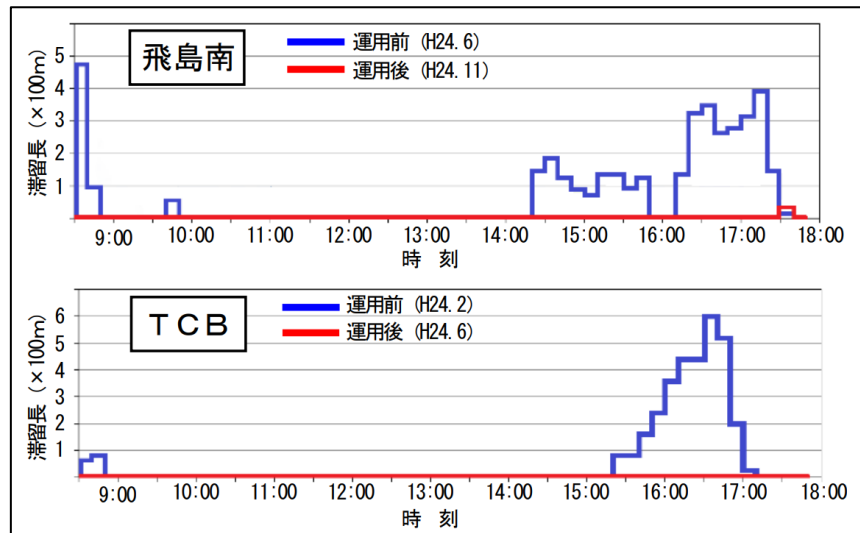


出典：淵ノ上篤史 「名古屋港における集中管理ゲートの開発と実用化
～ターミナル前混雑による経済損失の解消～」

図 4.2.12 コンテナ情報を共有した事前スロット調整による遅延時間の抑制

④ ゲート前トレーラーの待機状況の変化

集中管理ゲート設置前は、ピーク時において飛島南ターミナル付近で最大 500m、T C B 付近で約 600mの滞留が発生していた。集中管理ゲート設置後はピーク時においても滞留がほぼ発生していない (図 4.2.13)。他のターミナル前においても同様の結果となっており、集中管理ゲート設置によるゲート前のトレーラーの滞留は解消された。⁹⁾



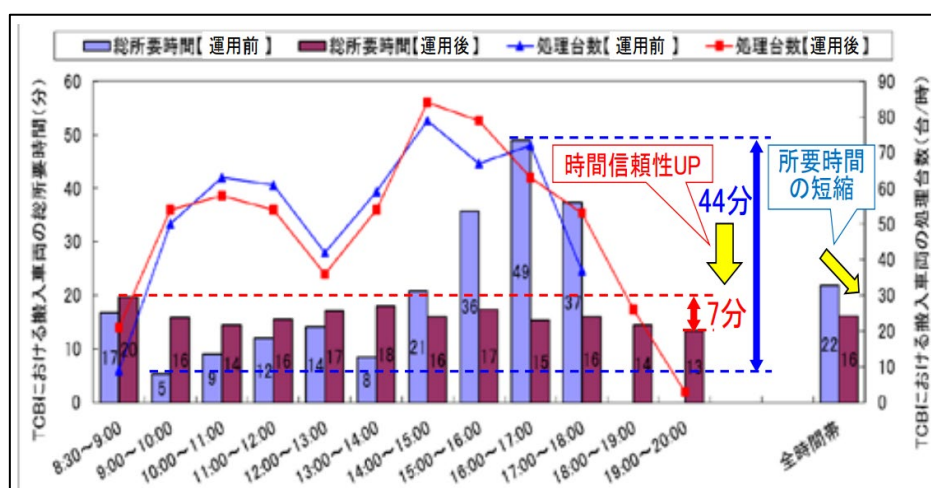
出典：淵ノ上篤史 「名古屋港における集中管理ゲートの開発と実用化
～ターミナル前混雑による経済損失の解消～」

図 4.2.13 ターミナルゲート前における滞留調査結果

⑤ ゲート業務の平準化

図 4.2.14 はトレーラーが飛島埠頭に入ってから TCB ターミナルゲートに到達するまでの所要時間を集中管理ゲート運用前後で比較したものである。ゲート運用前は最短で 5 分、最長で 49 分と、その差は 44 分であったのに対し、運用後は最短で 13 分、最長で 20 分となり、その差 7 分と短縮されている。所要時間の開きが小さく平準化されたことにより、時間信頼性が向上する結果となった。

なお、運用前の所要時間の最短が 5 分に対して、運用後の最短は 13 分に増加している。これは、集中管理ゲート運用後は必ず集中管理ゲートを經由する必要があるためであるが、運送事業主からは時間信頼性が向上したことに対して評価を得ている。⁹⁾



出典：淵ノ上篤史 「名古屋港における集中管理ゲートの開発と実用化
～ターミナル前混雑による経済損失の解消～」

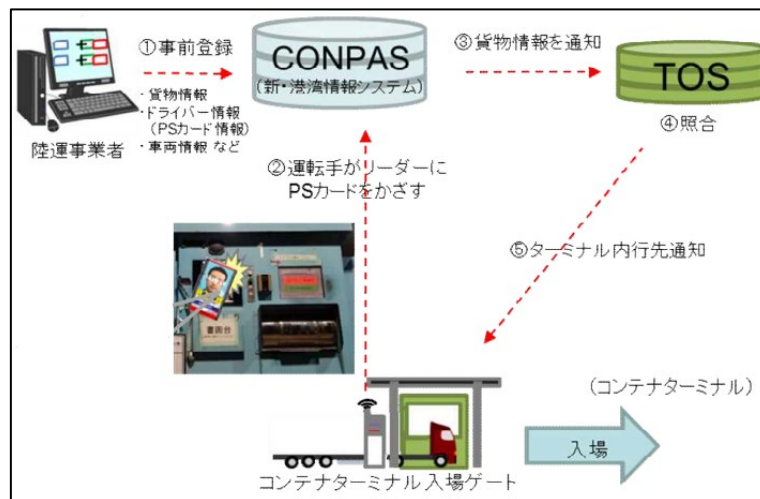
図 4.2.14 飛島埠頭入口～ターミナルゲートまでの所要時間

4.3 横浜港、大阪港、神戸港の渋滞対策について

4.3.1 横浜港 CONPAS

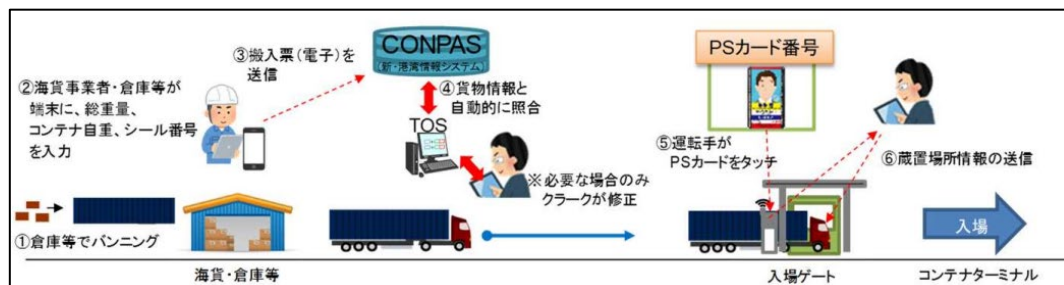
“3.3 CONPAS について “で述べたとおり、横浜港での CONPAS の運用は数回の試験運用を経て、2021 年 4 月より横浜港南本牧コンテナターミナルに置いて本格運用を開始した。横浜港での CONPAS は、搬出入の事前予約によりゲート前混雑を緩和し、PS カードのタッチのみで並ぶことなく入場することが可能となる。図 4.3.1 及び図 4.3.2 は横浜港での CONPAS のイメージとなる。

また、横浜港では優先レーン・予約状況確認場所・車両待機場所を設置している。(図 4.3.3)



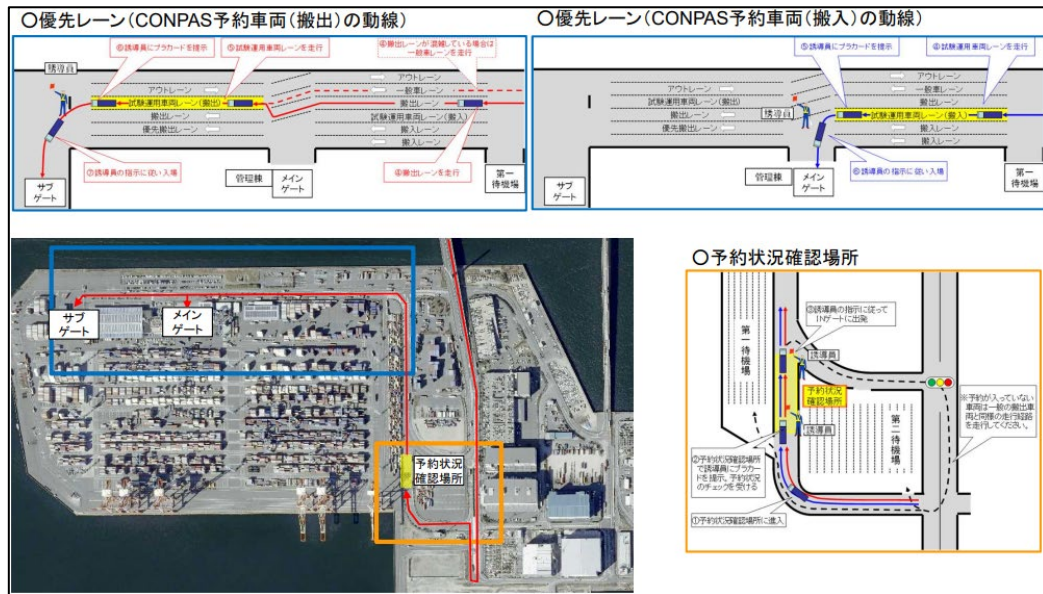
出典：https://www.kouwan.metro.tokyo.lg.jp/business/20191220-5_kokudokoutsuushou.pdf

図 4.3.1 CONPAS を活用した搬出入ゲート手続きの効率化



出典：https://www.kouwan.metro.tokyo.lg.jp/business/20191220-5_kokudokoutsuushou.pdf

図 4.3.2 CONPAS を活用した搬入票の電子化による搬入ゲート手続き



出典：https://www.kouwan.metro.tokyo.lg.jp/business/20191220-5_kokudokoutsuushou.pdf

図 4.3.3 CONPAS 利用車両導線、優先レーン、予約状況確認場所

(1) 横浜港 CONPAS の効果

“3-3CONPAS”について述べたとおり、横浜港での CONPAS の運用は数回の試験運用を経て、2021 年 4 月より横浜港南本牧コンテナターミナルに置いて本格運用を開始した。これまで試験運用協力事業者のみに限定していた CONPAS の利用対象者を CONPAS の利用を希望する事業者に拡大した結果、CONPAS 利用者数は増加傾向であり、CONPAS 利用率の向上に伴う、外来トレーラーの待機時間の削減等の効果の増加が期待されている。以下に、本格運用開始後の状況について述べる。¹⁵⁾

① 搬出入予約件数

搬出入予約件数は曜日によってばらつきがあるが、平均で約 300 件/日、最大で約 600 件/日であり、4 月と 5 月を比較するとやや増加傾向を示している。今後利用者の増加とともに、予約件数は増加していくものと推測される。¹⁵⁾

② 搬出入予約のタイミングの変化

本格運用開始後は、時期や曜日によるばらつきはあるものの試験運用期間中と比べると予約取得のタイミングがやや早まる傾向が見え始めている。今後、詳細な分析が必要ではあるが、CONPAS を計画的に活用する事が定着化しつつあることが予約取得の早期化の一因となっていると考えられる。

予約取得のタイミングが早まるという事は、計画的に業務が実施されるという事にも繋がり、陸運事業者はもとより、ターミナルオペレーターの業務の効率化に資することが期待される。¹⁵⁾

③ 待機時間削減効果

ゴールデンウィーク前後に実施した調査（2021 年 4 月 22 日～2021 年 5 月 12 日）の結果によると、CONPAS 利用者と非利用者を含めた搬入車両のゲート前総待機時間の削減率は、調査期間平均で約 6%（CONPAS 利用率約 9%）、調査期間最大で約 16%（CONPAS 利用率約 18%）となった。この結果から、CONPAS の利用率が高まることで総待機時間の削減効果が高まることが確認されている。今後は CONPAS

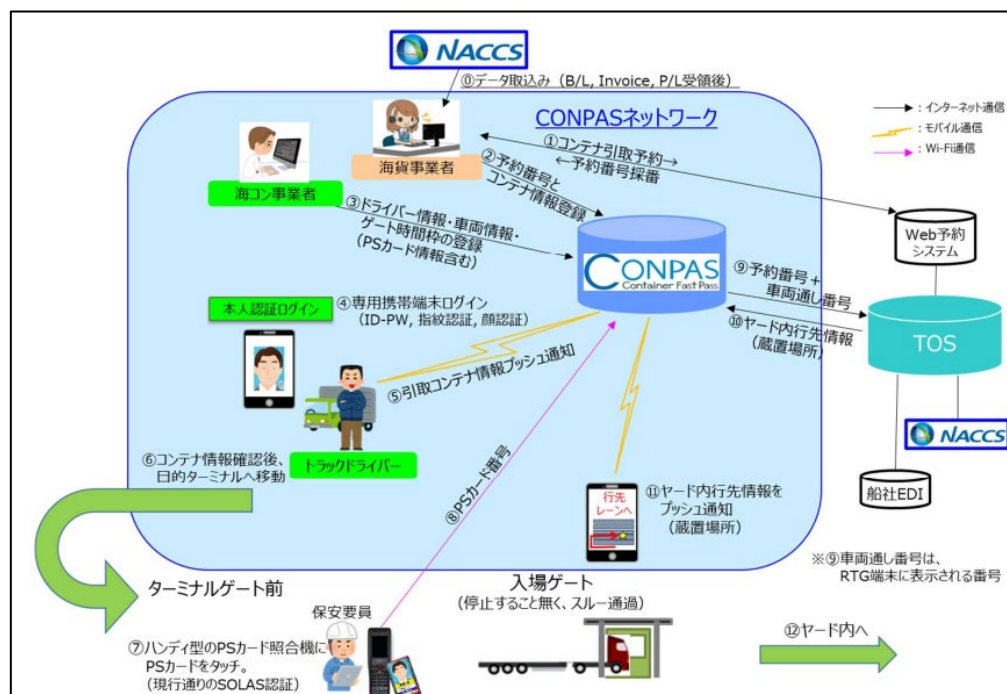
利用者の拡大とともに CONPAS 利用率を向上させることにより、層待機時間の削減を目指し、取り組みを加速させていく予定である。¹⁵⁾

4.3.2 阪神港（大阪港、神戸港）CONPAS

阪神港では、国土交通省、神戸市、大阪市、阪神国際港湾株式会社が協力して CONPAS 導入に向けた調整を進めており、2021 年 3 月と 8 月の 2 回、神戸港にて試験運用が実施された。¹⁵⁾

(1) 導入に向けたアプローチ

CONPAS の基本的な機能は横浜港の CONPAS と同じであるが、各港でユーザーのニーズは微妙に異なるため、阪神港では 2020 年 2 月に検討会を立ち上げて、様々な港湾ユーザーにヒアリングを実施した。その結果、阪神港の CONPAS では専用携帯端末をドライバーが所持し、ターミナルオペレーター、海運貨物取扱事業者、海上コンテナ輸送事業者の配車係、ドライバーが必要な情報をリアルタイムで入手、共有、指示できる仕組みを目指すこととなった。¹⁵⁾ (図 4.3.4、図 4.3.5)



出典：阪神国際港湾(株)プレスリリース 2021 年 4 月 19 日

(https://hanshinport.co.jp/wp/wp-content/uploads/20210419_CONPAS-K5.pdf)

図 4.3.4 阪神港 CONPAS 概念図



出典：阪神国際港湾(株)プレスリリース 2021 年 4 月 19 日

(https://hanshinport.co.jp/wp/wp-content/uploads/20210419_CONPAS-K5.pdf)

図 4.3.5 阪神港 COMPAS ゲート処理イメージ

(2) 主な機能

ユーザーヒアリングを踏まえて阪神港に導入を予定している新機能を紹介する。¹⁵⁾

① 専用携帯端末へのコンテナヤード内の行先（蔵置場所）表示

ドライバーがゲートに到着して PS カードをカードリーダーにかざせば、対象コンテナの蔵置場所を入手、その場所を専用携帯端末に送信・表示（図 4.3.6）するようにする仕組みである。この仕組みによりペーパーレス化も可能となる。



出典：国土交通省近畿地方整備局プレスリリース 2021 年 8 月 12 日

(<https://www-1.kkr.mlit.go.jp/news/top/press/2021/sih68m000000dumf-att/20210812-2hansinkou.pdf>)

図 4.3.6 専用端末の画面イメージ

② コンテナ搬出可否情報の提供

コンテナの搬出可否に係る情報を提供する機能で、搬出可となる前のコンテナの引取車両が削減され、ゲートにおけるトラブル減少が期待される。

③ 配車指示

従来の無線連絡に変えて、ドライバーの専用携帯端末に配車係の作業指示情報が届く仕組みとなっており、効率的な業務遂行に繋がる。(図 4.3.7)

海上コンテナ輸送事業者の配車係の画面

COMPAS
コンテナ予約システム
2月22日(月) 18:09

予約一覧 2021年2月22日(月) 検索

ターミナル	船期日	予約時刻	海運メモ	配車メモ	ドライバー	予約番号	船名	Booking	コンテナ	タイプ	サイズ	高さ	重量	搬出	通関	DO	FT	検閲	状況
神戸PC18	2021年2月28日(日)	18:00			池田 太郎	21021752998	22AA001ABP6488	WHLU2639316	ドライ	20	8ft 6in	海運A社		○	○	○	○	○	○
神戸PC18	2021年2月28日(日)	18:00			池田 太郎	21021052272	22AA001AX05343	WHLU5441484	ドライ	40	9ft 6in	海運A社		○	○	○	○	○	○
神戸PC18	2021年2月28日(日)	18:00			池田 太郎	21020951882	EGLV148100141430	OCNU334997	ドライ	40	9ft 6in	海運A社		○	○	○	○	○	○
神戸PC18	2021年2月28日(日)	18:00			池田 太郎	21021652919	EGLV465077164822	TCLU6893394	ドライ	20	8ft 6in	海運A社		○	○	○	○	○	○
神戸PC18	2021年2月28日(日)	18:00			池田 太郎	21021652919	EGLV465077164822	OCGU20222916	ドライ	20	8ft 6in	海運A社		○	○	○	○	○	○
神戸PC18	2021年2月28日(日)	18:00			池田 太郎	21021652919	EGLV465077164822	ETU0182017	ドライ	20	8ft 6in	海運A社		○	○	○	○	○	○
神戸PC18	2021年2月28日(日)	18:00			池田 太郎	21021652919	EGLV465077164822	ETU0127703	ドライ	20	8ft 6in	海運A社		○	○	○	○	○	○
神戸PC18	2021年2月28日(日)	18:00			池田 太郎	21021652919	EGLV465077164822	EGHU3850084	ドライ	20	8ft 6in	海運A社		○	○	○	○	○	○

海運貨物取扱事業者の依頼に基づき、ゲート時間を予約、搬出可否情報により、ドライバー名を入力し作業指示

時間枠・ドライバー選択による簡易な作業指示

海運貨物取扱事業者によるCOMPASへの入力情報を反映

情報入力作業の削減

TOSの搬出可否情報をCOMPASへ反映

状況把握によるゲートトラブル削減

出典：阪神国際港湾(株)プレスリリース 2021年4月19日

(https://hanshinport.co.jp/wp/wp-content/uploads/20210419_CONPAS-K5.pdf)

図 4.3.7 海上コンテナ輸送事業者の配車係の画面

④ 貨物の位置情報の把握及びゲート前混雑情報の配信

ドライバーが所持する専用携帯端末のGPS機能を活用して、リアルタイムに貨物の位置情報を把握することが可能となる。また、ゲート前に並ぶトレーラーの位置情報を集約する事で、ターミナルゲート前混雑情報を配信することが可能となる。¹⁵⁾ (図 4.3.8)



出典：国土交通省近畿地方整備局プレスリリース 2021 年 8 月 12 日

(<https://www-1.kkr.mlit.go.jp/news/top/press/2021/sih68m000000dumf-att/20210812-2hansinkou.pdf>)

図 4.3.8 ゲート前渋滞情報及び車両位置情報のイメージ

4.4 博多港の渋滞対策について

博多港では、以下に述べる HiTS（開発者：福岡市港湾空港局、博多港ふ頭株式会社）と KACCS（開発者：福岡港コンテナターミナルオペレーター会、博多港ふ頭株式会社）両システムの情報を常に同期化しており、両システムが連動することで、KACCS が所有するコンテナターミナルの各種情報を HiTS に伝えることが出来、コンテナのリアルタイムモニタリングが可能となっている。これにより、ターミナルを基点としたコンテナ物流が大幅に改善している。

4.4.1 HiTS



HiTS は博多港で導入されているシステムである。インターネットを通して、博多港内のコンテナの到着情報や、通関などの手続き状況、ゲート待ち時間などを提供している。また、物流関係者間（荷主・海貨・陸運・海運業者など）で作業情報の指示・伝達など、物流の効率化・迅速化に必要な情報をリアルタイムに把握できるサービスも提供している。¹¹⁾ (図 4.4.1)



出典：博多港ふ頭(株)HP (<http://www.hakatako-futo.co.jp/hits/index.html>)

図 4.4.1 HiTS 概念図

(1) HiTS 導入の経緯

1990 年頃から増加し始めた博多港のコンテナ貨物量は、1993 年（平成 5 年）に 20 万 TEU、香椎コンテナターミナルが全面的に完成した翌年の 1998 年（平成 10 年）に 36 万 TEU へと急増した。これに伴い、ゲート通過に 1～2 時間待ちが常という慢性的なゲート混雑に陥り、荷主等からのクレームが大きくなるという状況が発生した。

そのため、博多港では荷役機器の増車やゲートオープン時間の延長（昼休みの対応を含む）、ヤードの拡張、ターミナル外施設での貨物の一時保管など、ハード面や運用面での対策を講じたものの、目立つほどの解消には繋がらなかった。そこで、混雑要因の分析を行ったところ、約 1 割の貨物に、下記のような「情報の共有化不足による混雑要因」があり、これが全般的な混雑を引き起こしている可能性が高いことが判明した。

- ①輸入コンテナを引き取りにきたものの、貨物の搬出許可が下りておらず、ゲート前で許可を待つ行列ができた。
- ②輸入コンテナの引取時期がわからないため、CYでコンテナの効率的な蔵置ができず、その結果、コンテナの荷繰に時間を要した。
- ③翌朝一番の配送のため、ゲートクローズ前となる夕方に引き取りが集中した。
- ④その他、シャーシサイズミス、ターミナルの間違い等

上記①～⑤の問題については、関係者間で情報の共有、確実な伝達を行うことにより、混雑は解消する可能性があることが分かった。

そこで、関係団体（福岡市港湾空港局、博多港ふ頭株式会社、博多港コンテナターミナルオペレーター会、九州トラック協会海上コンテナ部会博多支部）が、情報共有のためのインターネットを活用した輸入貨物に関するターミナル情報の開示システムと、輸出入貨物の事前予約システムづくりを進めていくことで合意し、わずか7ヶ月のシステム開発期間を経て、2000年（平成12年）11月、「博多港コンテナ貨物ITシステム（Hakata Port Container Cargo IT System=HiTS）」が完成し、供用を開始した。¹⁶⁾

（2）HiTSの機能¹⁶⁾

① 輸出入コンテナ情報照会

HiTSでは、コンテナの様々な情報を電話で問い合わせすることなく、携帯電話やパソコンからリアルタイムで把握することが出来る。輸出では基本情報に加えて「空コンテナの引き取り先」「空コンテナの受取時間確認状況」「ターミナルへの搬入確認等」、輸入では「コンテナの到着、通関、検査等の進捗状況」「コンテナの搬出可否」等を確認することが出来る。

【メリット】

貨物のリアルタイム情報を把握できるため、ターミナルや海貨業者、陸運業者、荷主など関係事業者が作業計画をたてやすい。

B/L番号またはコンテナナンバーの入力により、誰でもコンテナ情報を見ることが出来るため、複数の関係事業者が同時にコンテナの最新情報を把握することが出来る。そのため、電話やFAXでの確認行為が大幅に減少した。

また、外来ドライバーは自分の携帯電話やスマートフォンを利用できるため、特別な車載端末を用意する必要がない。

② 着離岸情報照会

スケジュールの変化が多い船舶動静をリアルタイムで確認すること、コンテナを積んだ船がいつどこのターミナルに着岸するか確認することが出来る。

【メリット】

船舶の着離岸情報を容易に把握できるため、ターミナルや海貨業者、陸運業者、荷主など関係事業者が作業計画をたてやすい。

③ CY混雑状況・映像

ゲート前映像をリアルタイム（動画及び1分毎の静止画像）で表示することができ、ターミナルの混雑状況を確認することが可能となり、搬出入に掛かる概ねの時間を計算することが出来る（図4.4.2、図4.4.3）。

【メリット】

陸運事業者が作業計画をたてやすくなる。

香椎パークポートコンテナターミナル

ターミナル内所要時間			動 画	静止画
搬入のみ	搬出のみ	搬出入		
0分	0分	0分		

アイランドシティコンテナターミナル

ターミナル内所要時間		動 画	静止画
搬入(IN受付→作業完了)	搬出(IN受付→OUT処理完了)		

*表示の時間は過去1時間の平均値となっております。
 ゲート終了等でデータが得られない場合、値は表示されません。

表示データの更新

出典：HiTS ホームページ (<https://www.hits-h.com/terminal.asp>)

図 4.4.2 ゲート前映像・混雑状況照会



出典：HiTS ホームページ (<https://www.hits-h.com/terminal.asp>)

図 4.4.3 カメラ配置図・映像

④ 事前情報入力機能

- ・コンテナ搬出入時に必要となる情報を事前にインターネットから入力し、「作業番号」を発番、「作業番号」での受付によりゲート受付時間の短縮およびセキュリティを強化することができる。

【メリット】

陸運事業者が作業効率を向上させることができる。

⑤ 輸入ステータス配信機能

コンテナ番号あるいはB/L番号をあらかじめ登録しておく、ユーザーが必要とするステータス（コンテナ情報）の変化に併せて、メールで配信される。

【メリット】

事務所に居なくても確実な最新情報を把握することが出来、確認漏れの防止に繋がる。

⑥ シャトル予約

以前、オフドックヤードを利用していた時代に、オフドックヤードとコンテナターミナルをシャトル輸送するために構築されたシステムであるが、ゲート混雑の解消に伴い利用件数が大幅に減少したため、現在、オフドックヤードは利用を休止している。ただし、将来的に、24 時間ゲートオープンなどで再利用の可能性があるため、機能としては残している。オフドックヤードは現在シャープールとして利用されている。

⑦ その他周辺機能

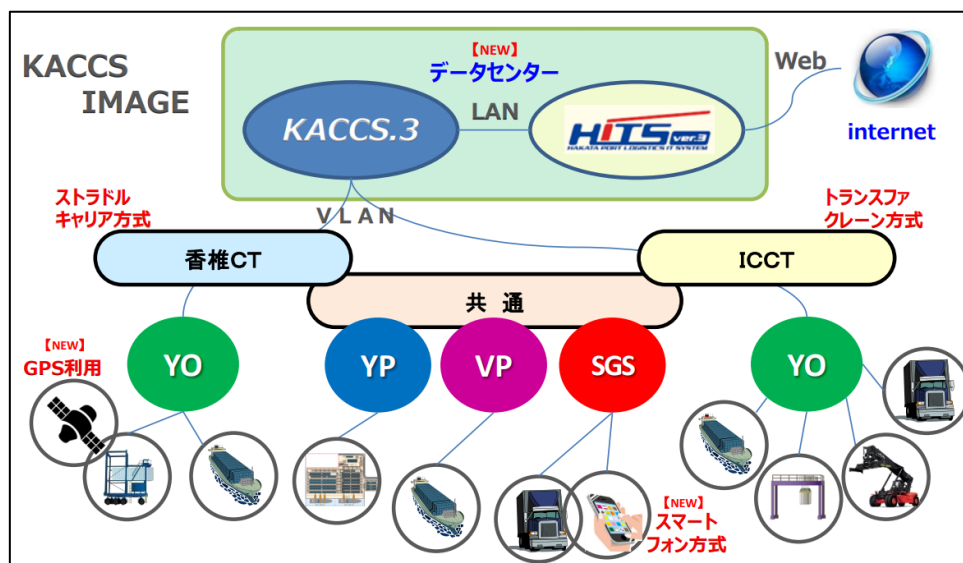
外出先や移動先など様々な場所から、リアルタイムに的確な情報収集を行うための携帯電話やスマートフォン向けサイトを提供している。

コンテナ番号では外部に情報が漏れ、盗難などのリスクが懸念されるため、コンテナごとに完全な ID となる「作業番号」を割り振り、この番号で管理・照会を行い、セキュリティの向上に繋がっている。

4.4.2 KACCS

KACCS は、博多港を共同利用する港運事業者 6 社が、スムーズでストレスのないターミナル業務を行うためのターミナルオペレーションシステム（TOS）のことである。博多港にあるすべてのコンテナターミナル（香椎 CT、アイランドシティ CT（ICCT）、ターミナル外 VP）の情報がこのシステムで管理されている。

初代は、迅速な在庫管理や貨物管理と効率的な荷役作業の両方を満足するシステムとして 1994 年に開発され、その後各種改良が施され、現在は「KACCS. 3」として運用、その情報の一部は「HiTS」でも活用されている。KACCS 及び HiTS の概念図は図 4.4.4 のとおりである。¹⁶⁾



出典：博多港ふ頭㈱HP (<http://www.hakatako-futo.co.jp/pdf/kaccs3.pdf>)

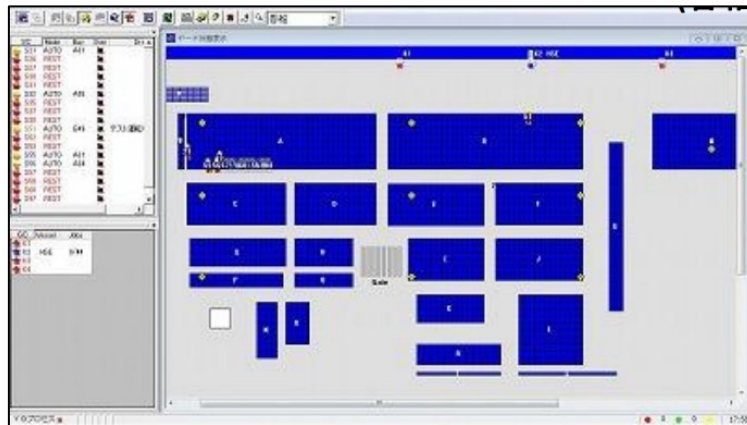
図 4.4.4 KACCS イメージ図

(1) KACCS の機能

KACCS の具体的な機能と特徴は以下のとおりである。²⁷⁾

① ヤード・オペレーションシステム (Y0=Yard operation) の機能 (図 4.4.5)

- ・荷役機械への作業指示
- ・作業のリアルタイムモニタリング
- ・荷役機械の配置指示および作業場所への自動走行 (ICCT・RTG)
- ・GPS利用でコンテナ蔵置管理強化とドライバ負担軽減 (香椎 CT)

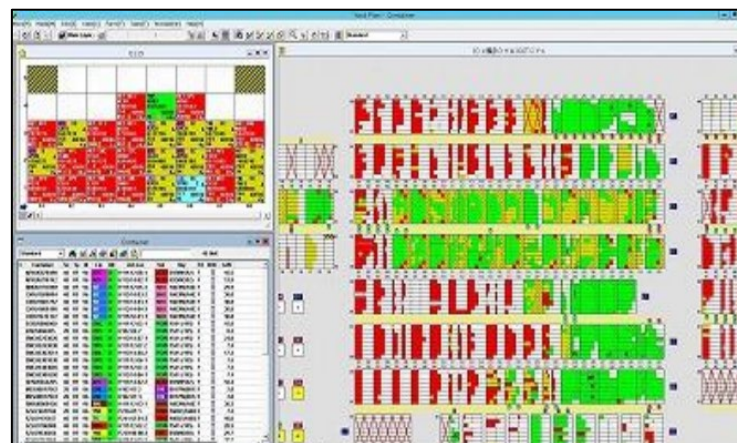


出典：博多港ふ頭㈱HP (<http://www.hakatako-futo.co.jp/pdf/kaccs3.pdf>)

図 4.4.5 Y0 イメージ図

② ヤード・プランニングシステム (YP=Yard Planning) の機能 (図 4.4.6)

- ・ヤード内蔵置状況のリアルタイムモニタリング
- ・ヤードアロケーションの作成
- ・シフトプランの作成



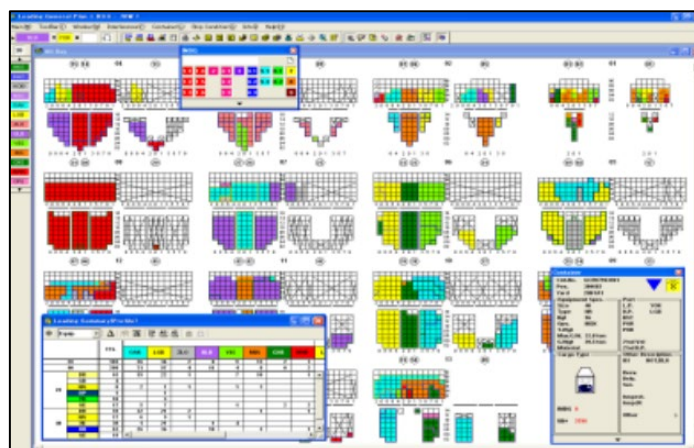
出典：博多港ふ頭㈱HP (<http://www.hakatako-futo.co.jp/pdf/kaccs3.pdf>)

図 4.4.6 YP イメージ図

③ ベッセル・プランニングシステム (VP=Vessel Planning) (図 4.4.7)

- ・オペレーションスケジュール機能による荷役時間管理
- ・本船プランニング時の自動重量計算

- ・様々な船型への対応
- ・本船揚ハンディ端末対応



出典：博多港ふ頭㈱HP (<http://www.hakatako-futo.co.jp/pdf/kaccs3.pdf>)

図 4.4.7 VP イメージ図

④ スマートゲート・システム (SGS=Smart Gate System)

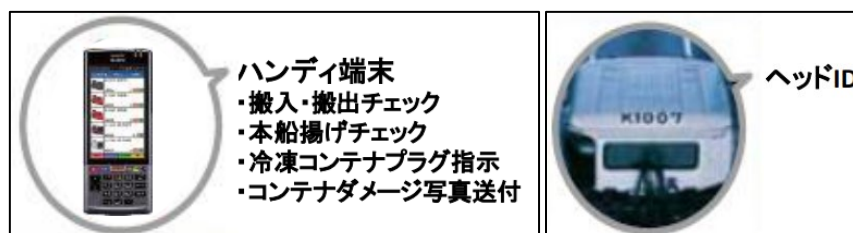
- ・事前情報入力 (HiTS) 及びスマートフォンでの事前受付
- ・ゲート受付 (図 4.4.8) はヘッド ID (図 4.4.9)、ドライバーID 登録制によるセキュリティ確保
- ・無線ハンディ端末 (図 4.4.9) による現場での事前情報確認及びダメージ入力、写真の送付機能により処理速度向上

コンテナ搬入作業フローを図 4.4.10 に、コンテナ搬出作業フローを図 4.4.11 に示す



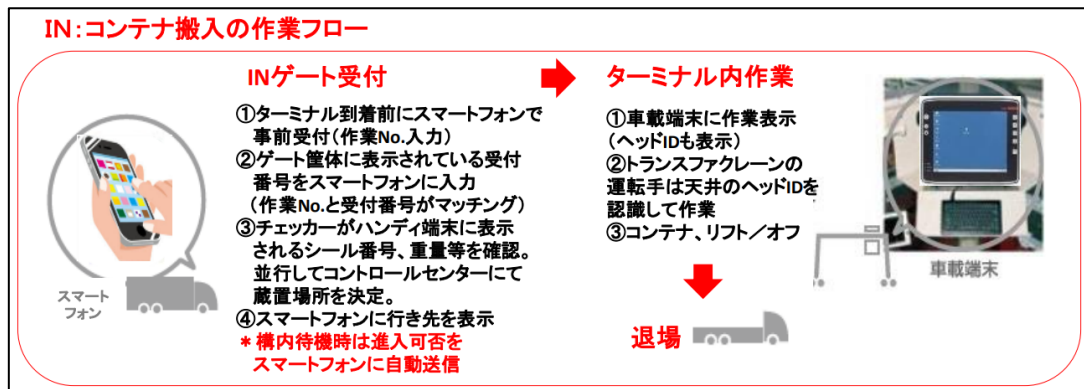
出典：博多港ふ頭㈱HP (<http://www.hakatako-futo.co.jp/pdf/kaccs3.pdf>)

図 4.4.8 クレーレスゲート写真 (香椎 CT、ICCT)



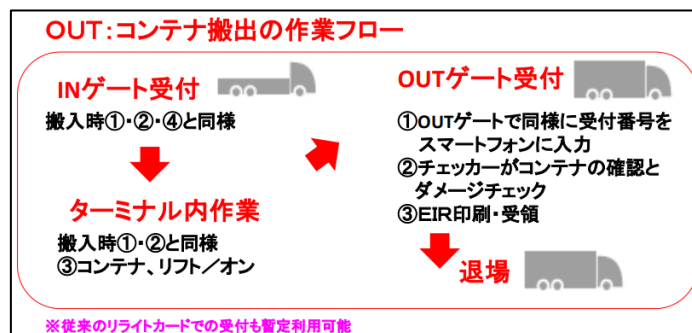
出典：博多港ふ頭㈱HP (<http://www.hakatako-futo.co.jp/pdf/kaccs3.pdf>)

図 4.4.9 ハンディ端末、ヘッド ID



出典：博多港ふ頭㈱HP (<http://www.hakatako-futo.co.jp/pdf/kaccs3.pdf>)

図 4.4.10 IN:コンテナ搬入の作業フロー



出典：博多港ふ頭㈱HP (<http://www.hakatako-futo.co.jp/pdf/kaccs3.pdf>)

図 4.4.11 OUT:コンテナ搬出の作業フロー

5. 日本のコンテナターミナルにおける港湾荷役の遠隔操作化/自動化について

5.1 定義

国土交通省「遠隔操作RTGの安全確保のためのモデル運用規程」によると、遠隔操作RTGを議論する際の用語の定義について、以下のとおりまとめられている。³⁰⁾

<RTG>

“Rubber Tired Gantry crane”（またはRubber Tyred Gantrycrane）の略で、タイヤ式門型クレーンのこと。本船荷役のための構内トレーラーとヤードの間や搬出入のための外来トレーラーとヤードの間のコンテナ受渡といったヤード内荷役を行う。

<遠隔操作RTG>

従来式の搭乗操作に加え、又はそれに換えて、遠隔操作又は自動運転により稼働するRTG のこと。

<非遠隔操作RTG>

搭乗操作によってのみ稼働し、遠隔操作又は自動運転の機能を有さないRTG のこと。

<RTG の遠隔操作化>

非遠隔操作RTG を、遠隔操作RTG に改造又は交換すること。

<遠隔操作RTG の導入>

遠隔操作RTG を新設すること、又は、RTG を遠隔操作化すること。なお、その際、コンテナターミナルが新設であるか、既設であるかの別を問わない。

<搭乗操作>

操作員が、RTG に設置された運転室で、RTG を直接操作すること。

<遠隔操作>

操作員が、RTG から離れた場所に設置された操作室から、情報伝送された映像等を見ながら、電気信号等によりRTG を操作すること。

<自動運転>

ある指令のもと、RTG が自動的に稼働すること。操作員は、自動運転を開始するためのボタンを押す以外の操作に携わらない。

<運用規程>

「技術基準対象施設の維持に関し必要な事項を定める告示（平成19 年国土交通省告示第364号）」第5 条第5 項に基づき、技術基準対象施設の設置者が、当該施設を安全な状態に維持するために整備する運用規程、又は、同設置者が確認する、当該施設の管理者等により整備された運用規程のこと。

<モデル運用規程>

技術基準対象施設の設置者が、運用規程の整備又は確認を行う際に、参考とすることができるモデルと、それに係る考え方等をまとめたもの。本書全体を指す。

<衝突>

遠隔操作RTG の導入を行う場合において、非遠隔操作RTG の場合と比較して新たに発生する可能性があるあらゆる衝突のこと。ここで、衝突する主体は、物（遠隔操作RTG を含む）、人の別を問わない。

5.2 遠隔操作化/自動化に至る背景

近年、大型コンテナ船の寄港の増加により、1寄港当たりのコンテナ取扱数量が増大しており、コンテナ船の着岸時間が長期化しているため、ターミナル荷役能力を向上させ、荷役時間の短縮を図る必要がある。また我が国においては、労働力人口の減少や高齢化により、将来的な港湾労働者の不足が懸念されており、港湾労働者の確保に向けて、労働環境の改善が必要となっている。

これらの課題に対応するため、我が国港湾のコンテナターミナルにおいて、遠隔操作 RTG が導入されることが見込まれるところである。我が国においては、名古屋港飛島ふ頭南側コンテナターミナル（以下「TCB」という。）において、既に遠隔操作 RTG が導入されているが、今後は TCB とは異なり、主に既設コンテナターミナルにおいても導入が進むことが想定される。この際、稼働中のターミナルにおいて施設の設置やレイアウトの変更などの大規模な工事を行えば、ターミナルの運営に支障をきたし、国際貿易に甚大な影響を与えかねない。このため、既設コンテナターミナルに対して大幅なレイアウトの変更や工事を行うことなく遠隔操作 RTG を導入する際の安全確保のための方策について実証を行い、既設コンテナターミナルにおける遠隔操作 RTG の導入環境を整備することを目的として、国土交通省港湾局は、2016 年度から 2018 年度まで「荷役システム高度化実証事業」を実施した。

また、2018 年には、港湾法施行令等の関係法令を改正し、遠隔操作 RTG を技術基準対象施設に追加した。これにより、遠隔操作 RTG の設置者は、その運用方法の明確化及びその他の危険防止に関する対策として、自然状況、利用状況その他の当該施設が置かれる諸条件を勘案して、衝突防止に必要な措置や当該措置の実施について責任を有する者の明確化、遠隔操作 RTG 等を安全な状態に維持するために必要な運用規程の整備を行うことが標準となった。このため、国土交通省港湾局では、設置者が運用規程を整備する際に、参考とすることができるモデルとして「遠隔操作 RTG の安全確保のためのモデル運用規程」を策定した。この中では安全確保の基本的考え方と実施すべき事項や、遠隔操作 RTG の安全確保のためのモデル運用規定等が記載されている。³⁰⁾

モデル運用規程の目次

I. 本書の概要

1. 本書の目的
2. 本書の適用対象範囲
3. 本書における用語の定義

II. 安全確保の基本的考え方と実施すべき事項

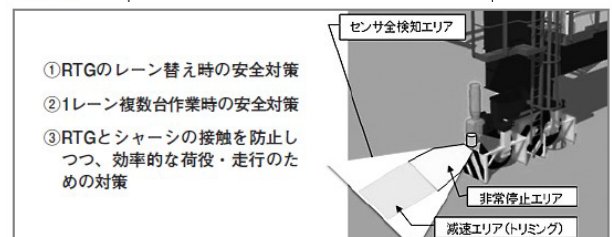
1. 安全確保の基本的考え方
2. 設置者等が安全確保のために実施すべき事項
 - (1) 安全確保に係る責任者の決定
 - (2) リスクアセスメント及びその結果に基づく措置の実施
 - (ア) 危険性等の同定及びリスクの見積り
 - (イ) リスク低減方策の検討
 - (ウ) 運用規程の整備
 - (3) 施設の維持管理
 - (4) 教育・研修等

III. 遠隔操作 RTG の安全確保のためのモデル運用規程（記載例とその解説）

1. 適用範囲及び目的
2. 設置者及び安全責任者
3. 遠隔操作 RTG の運用に係る事項
4. 維持管理
5. 教育・研修等
6. 別冊参考資料（リスクアセスメントの結果）

IV. 巻末参考資料

遠隔操作 RTG の安全確保のためのモデル運用規程

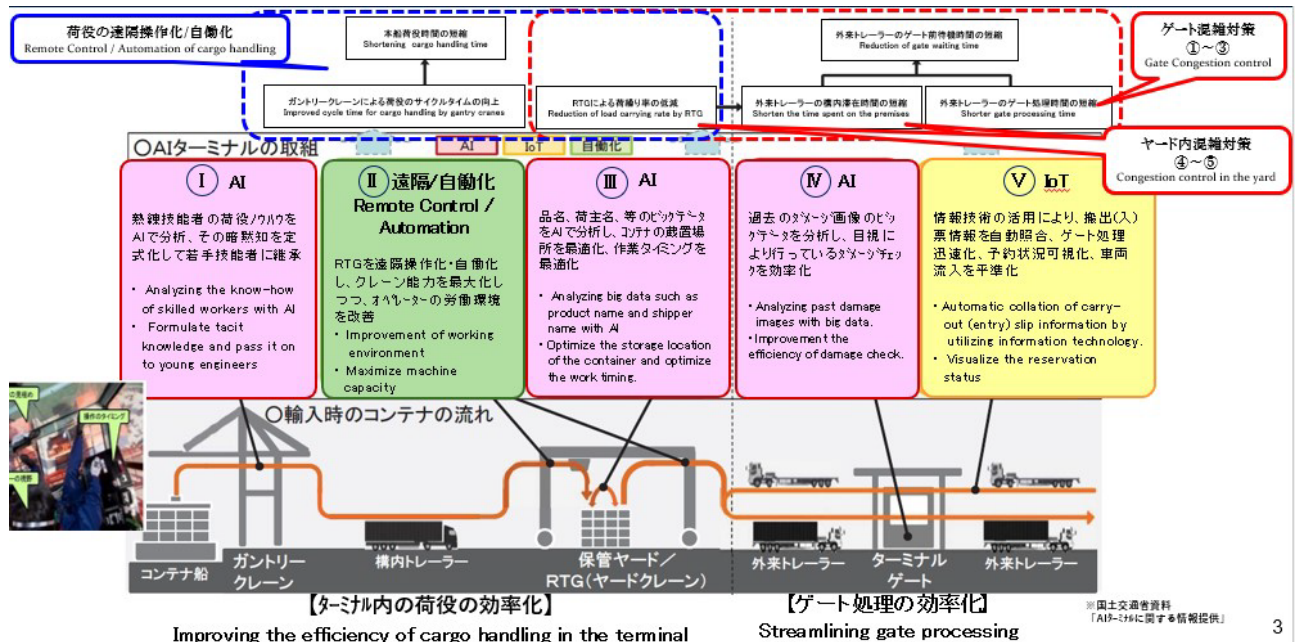


実証課題の例

出典：国土交通省報道発表資料 「遠隔操作RTGの安全確保のためのモデル運用規程」を策定
港湾2017.5 港湾用語の基礎知識 RTG実証課題の例

図 5.2.1 遠隔操作 RTG の安全確保のためのモデル運用規程

また、3章でも述べたとおり、国土交通省においては良好な労働環境と世界最高水準の生産性を確保するため、「ヒトを支援する AI ターミナル」の実現に向けた取組を行っている。



出典：国交省資料「AI ターミナルに関する情報提供」

図 5.2.2 AI ターミナルの概念図

労働力人口の減少や高齢化の進行による将来の港湾労働者不足の深刻化が懸念されるとともに、大型コンテナ船の寄港の増加に伴うコンテナ船の着岸時間が長期化している状況を踏まえ、コンテナターミナルにおいて「ターミナル荷役能力の向上」「ターミナルゲート処理能力の向上」「港湾労働者の労働環境の改善」が必要であるとの観点から、①熟練者の暗黙知の継承、②RTGの遠隔操作・自動化、③コンテナ蔵置場所の最適化、④ダメージチェックの効率化、⑤ゲート処理の迅速化の5事業を推進させる試みである。³⁵⁾

		2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度以降
ゲート処理の効率化に係る取り組み	⑤	搬出入票情報の自動照合によるゲート処理の迅速化 事前荷練り 車両流入の平準化	実証事業 (2016年度～)			
	④	ダメージチェックの効率化	技術的基礎調査			
ターミナル内荷役の効率化に係る取り組み	③	コンテナの蔵置場所を最適化 荷役機械等の配置・作業タイミングの最適化	「ターミナルオペレーション最適化システム(仮称)」の検討、構築、現場実証			全国のコンテナターミナルへの導入促進
	②	RTGの遠隔操作化・自動化	実証事業 (2016年度～)			全国のコンテナターミナルへの導入促進 【支援制度を創設】
	①	暗黙知の継承	技術的基礎調査			「荷役機械の運転支援システム(仮称)」の検討、構築、現場実証 全国のコンテナターミナルへの導入促進
		港湾関連データ連携基盤の構築		港湾関連データ連携基盤の活用		

出典：国交省資料「AI ターミナルに関する情報提供」

図 5.2.3 AI ターミナルの実現に向けたフローイメージ

またこの AI ターミナルの実現に向けた一環として、遠隔操作 RTG 及びその導入に必要となる施設の整備に対する支援を行う補助制度（補助率 1/3 以内）を 2019 年度に創設し、遠隔操作 RTG の導入に係る事業に対し支援を行っている。³⁴⁾ 残念ながら 2021 年度は新規事業の応募は無しとなっている。これまでの実績は以下の通り。

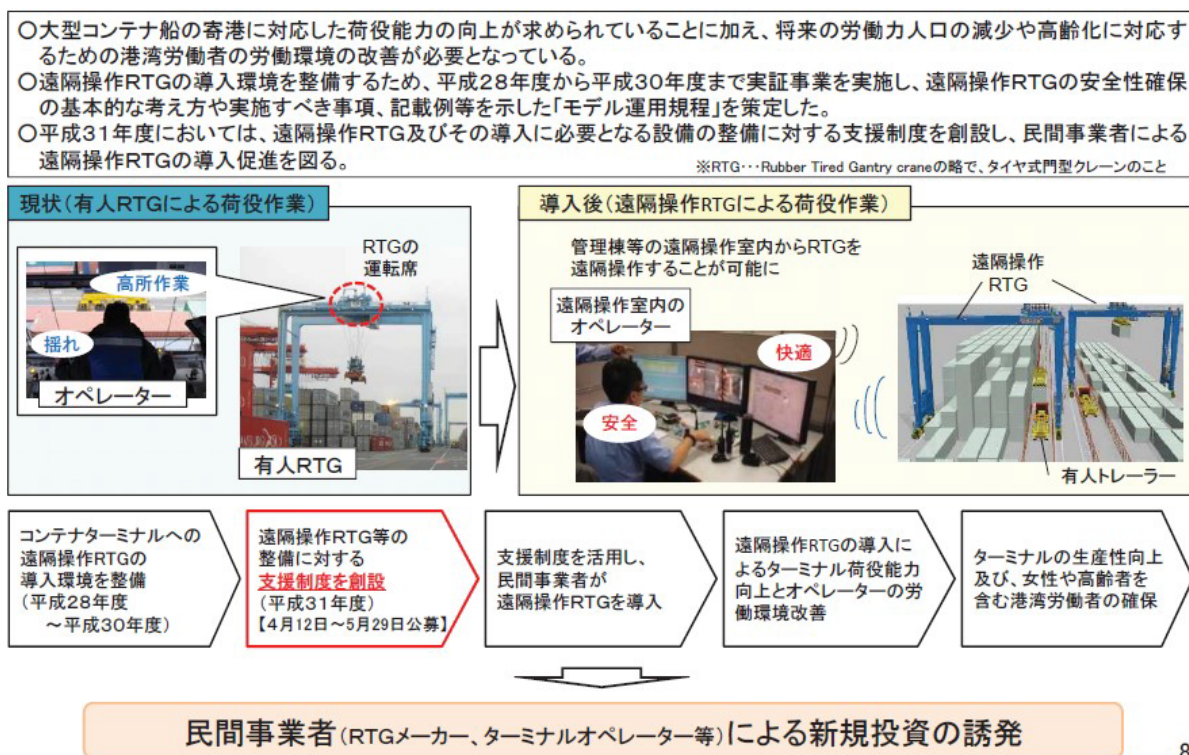
2019 年度：名古屋港鍋田ふ頭コンテナターミナル遠隔操作 R T G 導入事業

2020 年度：清水港新興津地区国際ターミナル遠隔操作 R T G 導入事業

横浜港本牧 B C ターミナル Q A、Q B レーン遠隔操作 R T G 導入事業

神戸港ポートアイランド地区 P C 1 8 荷役システム高度化整備事業

2021 年度：新規事業の応募は無し。



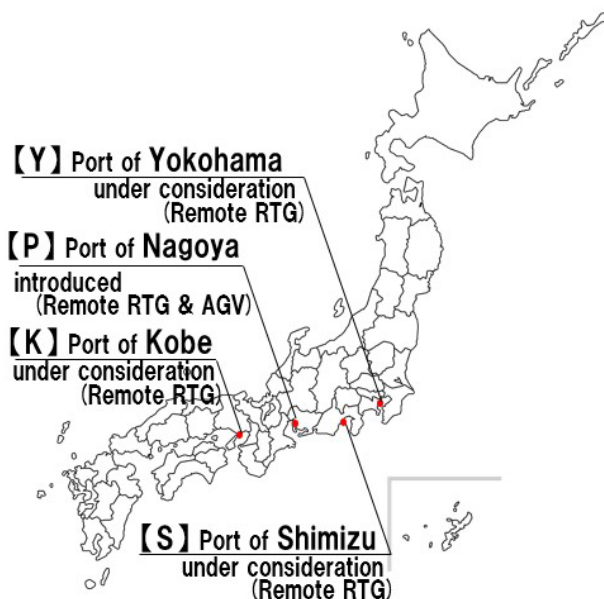
8

出典：国土交通省資料「AI ターミナルに関する情報提供」

国土交通省 遠隔操作 RTG の導入促進に係る支援制度

図 5.2.4 遠隔操作 RTG の導入促進に向けた支援制度の創設

5.3 各港湾の取り組み



現在、日本において港湾荷役機器の「遠隔操作化（無人化）」「自動化」に関する取り組み、またそれらの検討を行っている港湾は、「名古屋港の飛島ふ頭南側コンテナターミナル（導入済）、鍋田ふ頭コンテナターミナル（検討）」「横浜港の本牧BCターミナル（検討）」「神戸港ポートアイランド地区PC18ターミナル（検討）」「清水港の新興津コンテナターミナル（検討）」の4港湾が挙げられる。

図 5.3.1 港湾荷役機器の遠隔操作化に取り組む港湾 MAP

5.3.1 名古屋港

名古屋港の飛島ふ頭南側コンテナターミナルでは、「タイヤ式門型クレーン RTG(Rubber Tired Gantry crane)の遠隔操作化（無人化）」「自動搬送台車 AGV(Automatic Guided Vehicle)の自動化」が導入されている。

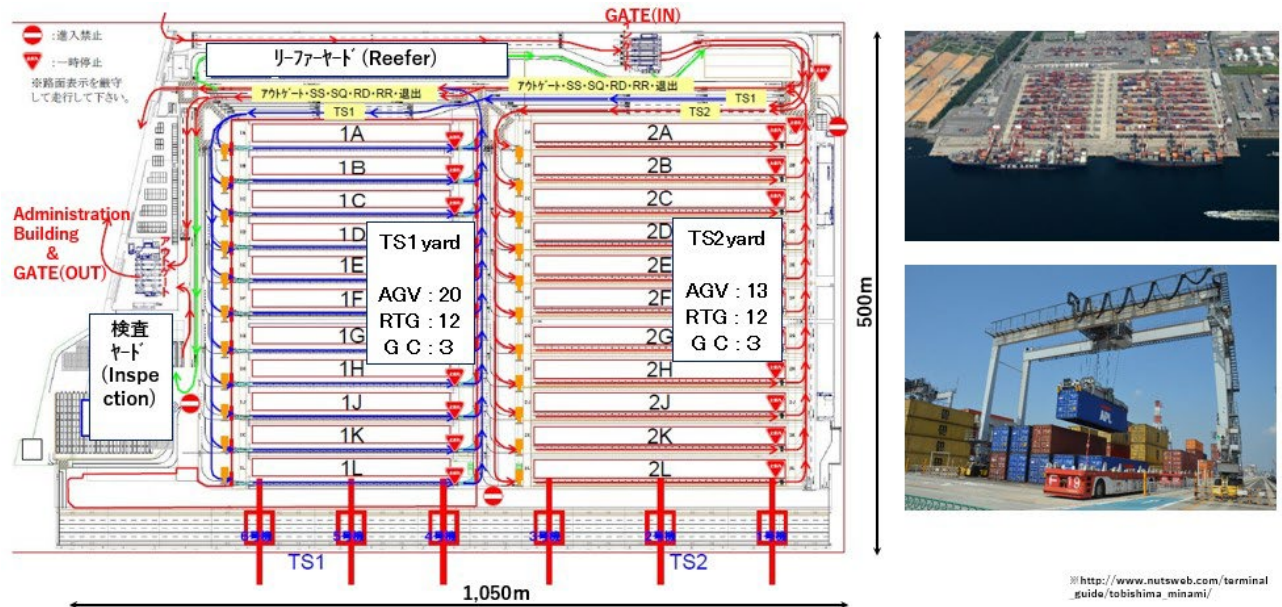
この遠隔操作 RTG は世界初の取り組み（2007 年）、AGV は日本初の取り組み（2008 年）となる。日本初の自動化ターミナルとして、NUTS システムを始めとしたテクノロジーを活用して高サービス、低コストを実現させている。



出典：名古屋港埠頭管理組合パンフレット

図 5.3.2 飛島ふ頭南側コンテナターミナル

ターミナルレイアウトは図 5.3.3 のようになり、AGV はガントリークレーンからコンテナを受取り、反時計回りで適切なレーン位置まで貨物を配送し、遠隔 RTG にてレーンの所定の位置へ蔵置を行う。外来シャーシも同じく反時計回りで貨物を受け取る。ターミナル内の各レーンの入口には安全遮断機が設けられており、適切なタイミングでレーン走行を行う。³¹⁾

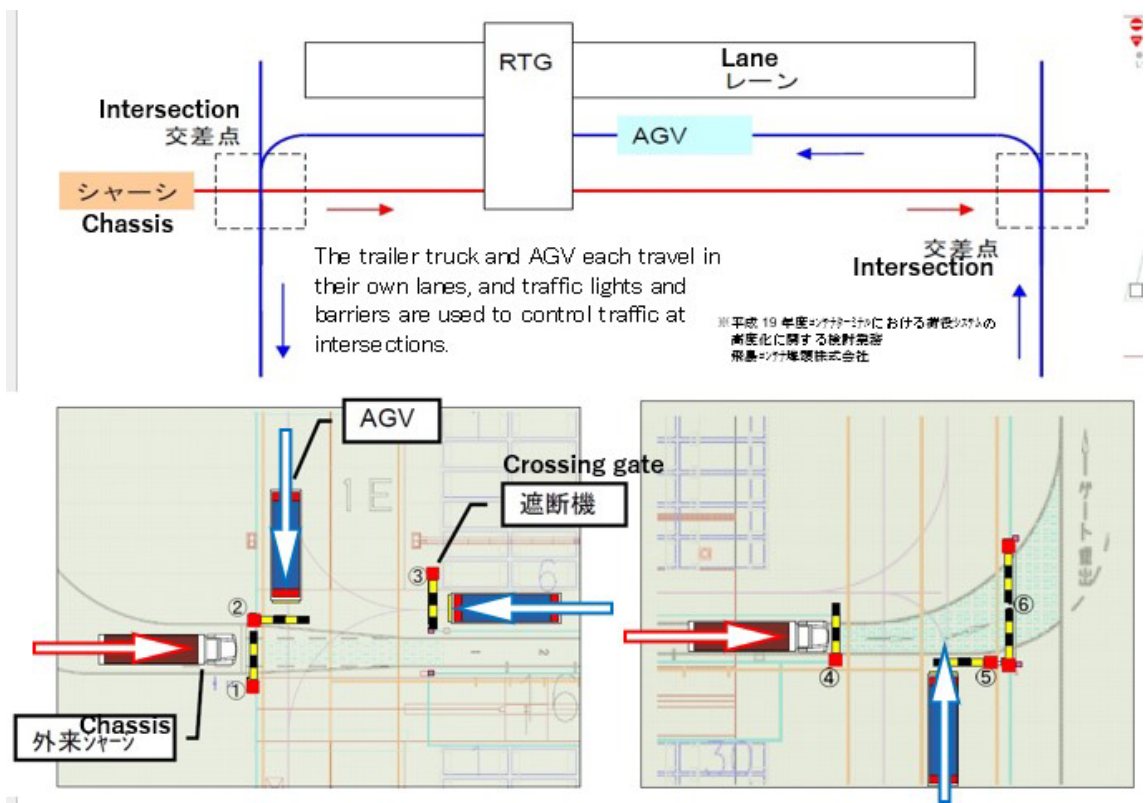


出典 : http://www.nutsweb.com/terminal_guide/tobishima_minami/

図 5.3.3 飛島ふ頭南側コンテナターミナル

交差点の動線図を図 5.3.4 に示す。交差点では AGV 走行を優先した交通処理を行っている。外来トレーラーと AGV はそれぞれ専用レーンを走行し、信号機と遮断機で交差点の交通整理を行っている。遮断機をソフトウェアが制御し、2重、3重のセンサーで安全面を強化している。有人シャーシ用に必要となる遮断機は①と④であるが、その他に AGV 用の②、③及び⑤と、外部の人などが自働領域内に誤って進入を防ぐ目的で設置される⑥の遮断機も設置されている。

AGV は最高速度時速 25 キロで走行する。AGV 用の遮断機は、システムの不具合等の理由で万一 AGV がシャーシ通過中に交差点内に進入しようとするようなことがあっても、遮断機バーにとりつけられたターゲットを AGV に設置されている衝突防止用のセンサーが検知して停止が掛かる事を目的として設置される。³¹⁾



出典：平成 19 年度コンテナターミナルにおける荷役システムの高度化に関する検討業務
(飛島コンテナ埠頭株式会社)

図 5.3.4 飛島ふ頭南側コンテナターミナル 交差点の動線図

また、鍋田ふ頭コンテナターミナルでは、2021 年 10 月より、大容量のデータを高速に通信出来る 5G の特性を生かし、RTG 遠隔操作・自働運転システムの段階的運用を開始した。来春の本格運用をめざす。本取組みは、国土交通省が推進する世界最高水準の生産性と良好な労働環境を有するターミナルの実現に向けた取組みの一つで、「名古屋港鍋田ふ頭コンテナターミナル遠隔操作 RTG 導入事業」として 2019 年度に採択されている。³²⁾



図 5.3.5 鍋田ふ頭コンテナターミナル

これまで地上約 20 メートルにある各 R T G の運転室で行っていた操作を管理棟内にある遠隔操作室で行うことで、操作者は管理棟内に居たままで複数の RTG の動静を監視し、トラックへのコンテナの積み下ろし時の操作を行う。大容量データの高速通信を可能にする 5 G を活用して、RTG 制御 PC と管理棟内遠隔操作室との間で、制御指令信号、状態信号、音声信号そして高精細なカメラ映像など大容量のデータをリアルタイムに送受信する。³²⁾

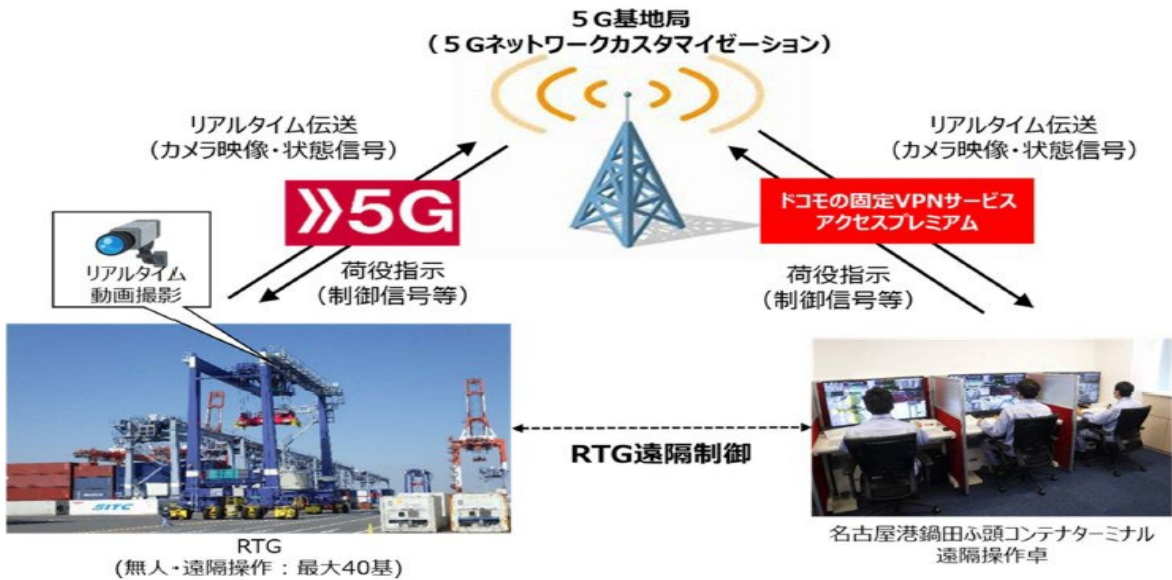


図 5.3.6 5G 活用のシステムイメージ

【整備概況について】

鍋田ふ頭コンテナターミナルで導入する遠隔操作 RTG は 40 基であり、内訳については、新規電動型 32 基、改造電動型 8 基となる。2024 年に全稼働を目標とする。³²⁾

表 5.3.1 鍋田ふ頭コンテナターミナルの諸元

	第1バース (T1)	第2バース (T2)	第3バース (T3)
岸壁延長	350m	350m	285m
バース水深	14m	14m	12m
ターミナル面積	175,000 m ²	175,000 m ²	142,500 m ²
ガントリークレーン	3 基	3 基	2 基
遠隔操作対応 RTG	40 基 (2024 年 4 月 全基稼働予定)		
トップリフト	17 台		
ストラドルキャリア	3 台		
構内専用シャーシ	44 台		
ゲートレーン	受付レーン	24 レーン	
	搬出レーン	12 レーン	

出典：名古屋ユナイテッドコンテナターミナル株式会社・株式会社 N T T ドコモ・住友重機械搬送システム株式会社「全国初 名古屋港鍋田ふ頭コンテナターミナルで 5G を活用した遠隔操作 RTG システムの運用を開始～良好な労働環境と世界最高水準の生産性を実現～」

【名古屋港の貨物取扱概況】

2020 年の外貿コンテナ取扱い個数は前年比約 13%減の 230 万 1854TEU、内貿は約 13%減の 16 万 9292TEU。名古屋港では 2018 年台後半の目標として、外貿 372 万 TEU を掲げている。³³⁾

5.3.2 横浜港

【遠隔操作 RTG 導入の目的】

横浜港においては、国内港湾とのフィーダーネットワーク及び国際基幹航路を有している横浜港の本牧埠頭 B C ターミナルにおいて、遠隔操作 RTG 補助事業に加え、コンテナ搬出入予約制の導入やゲートオープン時間の拡大により、国際競争力の強化を図る。³⁴⁾



図 5.3.7 横浜港本牧 B C ターミナル

【整備概況について】

横浜港本牧埠頭 B C ターミナルでは、国交省の遠隔操作 RTG 及びその導入に必要となる施設の整備に対する支援を行う補助制度を活用し実証実験を行う。導入する遠隔操作 RTG は 2 基となる。(2 基とも新規導入。段積み数は 1over5。ハイブリッドシステム (大容量リチウムイオンバッテリーを搭載することにより、エンジン出力を補完することでエンジンを小型化。燃料消費量、CO2 の削減、メンテナンスコスト低減、エンジン騒音を軽減できる。)

遠隔操作 RTG 導入にあたり、情報端末を含む遠隔操作卓、地上設備 (ケーブルなどのデータ転送施設、GNSS 基地局、床面に磁気マーカーを敷設する走行路整備)、安全対策施設 (遠隔エリアにおける、人を含めた障害物に対する安全対策 (作業状況を確認するためのヤード監視カメラ、フェンスによる作業員の進入制御制限) 等の付帯施設一式の整備も検討している。

図 5.3.7 のとおり荷役に影響が無い岸壁から一番遠い、従前検査ヤードとして運用しているレーンを実証実験サイトにあて試験運用を進める。実証実験期間は、2020 年 12 月～2023 年 3 月の予定となる。現時点では予定通りの進捗であるとのヒアリング結果を得た。

有人操作については、RTG 1 基あたり日中 2 人夜間 2 人の 4 人体制としているが、これが遠隔操作となると 1 人あたり 3 基操作可能との試算となる。従前 RTG を操作しているスタッフに遠隔操作の訓練をしていただく予定とのヒアリング結果を得た。

現在は実証実験の時期なので、荷役効率に関する目標は定めていない。現時点では、当然有人操作よりは荷役効率は落ちるだろうと想定している。

【整備の課題】

横浜港本牧埠頭 B C ターミナルでは、コンテナターミナルを稼働させながら遠隔操作化していくことが課題と捉えている。安全管理、蔵置量など様々な要素を考慮しながらプロジェクトを推進させるとのことである。走行レーンについては、路面の状態を健全に保ち続けないと良い遠隔操作精度が出ないため、遠隔荷役にふさわしい路面とすべく補修や定期点検をする必要がある。

本牧 B C ターミナルでの今後の目標としては、遠隔操作 RTG と共に将来的には無人搬送台車 (AGV) もセットで遠隔自動化を検討していきたい意向もあるようである。その理由として (コンテナヤード内の労働者については全体的に人手不足感があるが) 現在は RTG 運転手よりヤード内シャシー運転手のほうが人手不足の感がある。今後もその傾向が続くであろうと考えており、今後 AI 化できるものについては早期に積極的に取組みを進めていきたいと考えているとのあるとのヒアリング結果を得た。

【横浜港の貨物取扱概況】

2020 年の外貿コンテナ取扱個数は前年比約 10%減の 241 万 2172TEU、内貿は約 15%減の 24 万 9450TEU。横浜市は平成 30 年台後半の目標として外貿 470 万 TEU、内貿 50 万 TEU を掲げている。³⁶⁾

5.3.3 神戸港

【遠隔操作 RTG 導入の目的】

西日本諸港との重要なフィーダーネットワークを有する神戸港のポートアイランド地区 PC18 コンテナターミナルにおいて、更なる国内外からの集貨機能強化及び外航サービスの新規誘致等、国際競争力の強化を図る。³⁴⁾

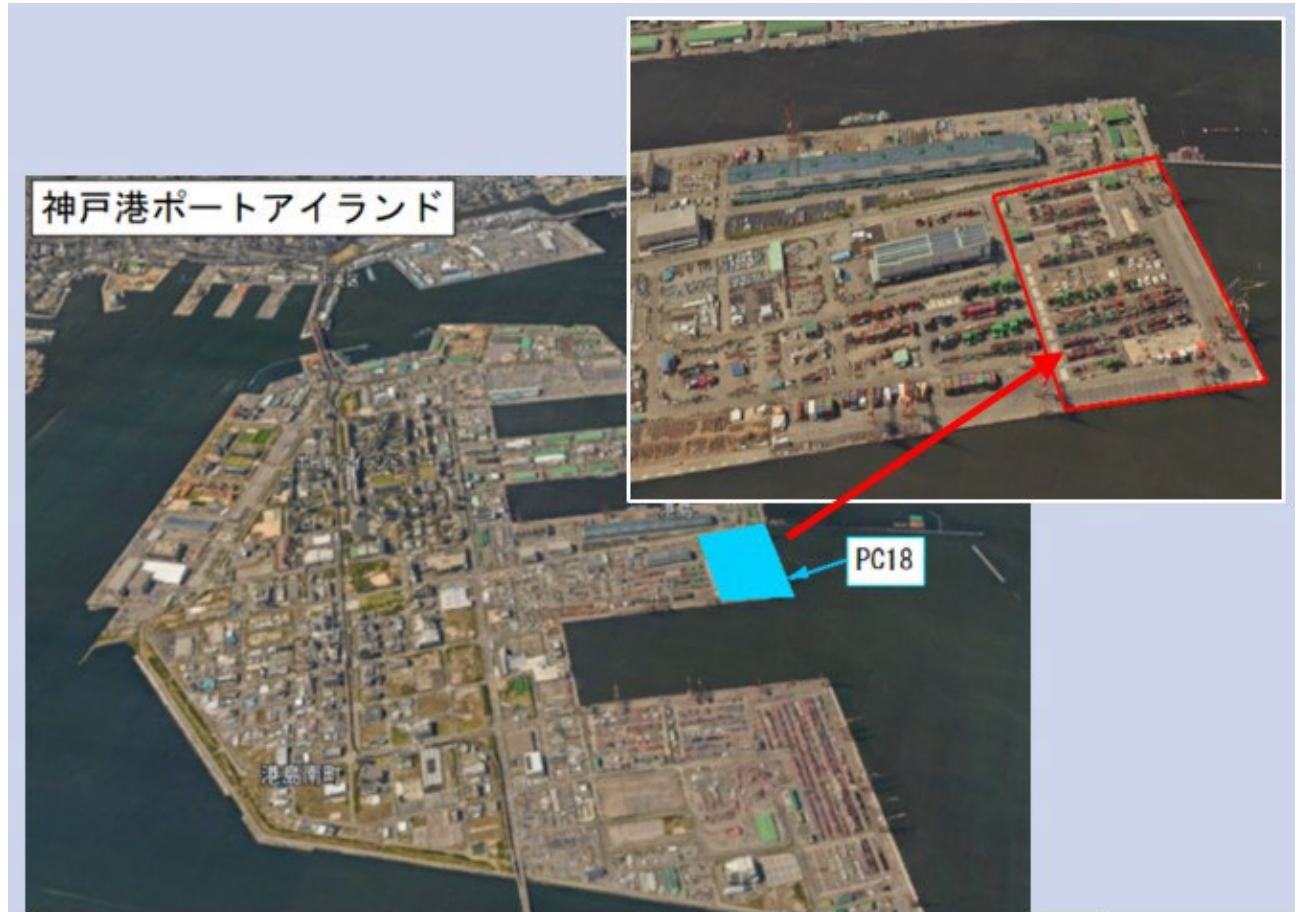


図 5.3.8 神戸港ポートアイランド地区 PC18 コンテナターミナル

【整備概況について】

神戸港ポートアイランド地区 PC18 コンテナターミナルで導入する遠隔操作 RTG は 18 基となる。

導入については 4 期にフェーズ分けを行い、第 1 フェーズは 4 基を 2022 年 9 月運用予定、第 2 フェーズは 6 基を 2023 年 8 月運用予定、第 3 フェーズは 8 基で 2024 年 8 月運用予定、第 4 フェーズは 4 基を 2025 年 3 月運用予定とのことである。将来的な FC への換装にも対応した新型 RTG を導入する予定で、遠隔操作+水素燃料電池対応の組み合わせは国内で初めてとなる。³⁷⁾

【神戸港の貨物取扱概況】

2020 年の外貿コンテナ取扱い個数は前年比約 6%減の 204 万 465TEU、内貿は約 11%減の 60 万 6,602TEU。阪神国際港湾㈱は、中期経営計画のなかで 2024 年の目標として、コンテナ貨物取扱量 550 万 TEU 以上という目標を掲げている。³⁸⁾

5.3.4 清水港

清水港においては、遠隔操作 RTG 導入のプロジェクトを進めている。次世代高規格コンテナターミナルの形成を目指す新興津コンテナターミナルで運用する全ての RTG を 2025 年までに遠隔操作化し、作業環境の改善や作業員ひとり当たりの効率化、ターミナル全体の生産性向上を図る。³⁴⁾

【遠隔操作 RTG 導入の目的】

- ①「少子高齢化を念頭においた作業環境改善」で、高齢者でも活躍できる場、就労人口が減る若者が入職しやすい環境を整える狙いがある。
- ②一人で操作する RTG が 3～4 基に増えるため、「作業員ひとり当たりの効率化」をねらう。
- ③「安全性の向上」目視による確認と、下を向きながらのバック走行という RTG 特有の操作によるトラブルを防止する。
- ④「ターミナル全体の生産性向上」に寄与する。ターミナルの作業効率を高めて、待機からゲートアウトまでのターンタイム短縮、本船荷役効率の向上など、ターミナル全体の生産性向上にも寄与する。³⁹⁾



図 5.3.9 清水港新興津コンテナターミナル

【整備概況について】

新興津コンテナターミナルで導入する遠隔操作 RTG は 22 基であり、内訳については、新規ハイブリッド型 10 基・新規電動型 7 基・改造電動型 5 基となる。すべて三井 E&S マシナリー製となる。

導入については 4 期にフェーズ分けを行い、第 1 フェーズは 4 基を 2022 年 9 月運用予定、第 2 フェーズは 6 基を 2023 年 8 月運用予定、第 3 フェーズは 8 基で 2024 年 8 月運用予定、第 4 フェーズは 4 基を 2025 年 3 月運用予定とのことである。³⁹⁾

【整備の課題】

清水港ではコンテナターミナルを稼働させながら遠隔操作化していくことが課題と捉えている。安全管理、蔵置量など様々な要素を考慮しながらプロジェクトを推進させるとのことである。

同一レーンで無人機と有人機は混在できず場所にも限りがあるため、4つのフェーズ分けを重要なポイントと位置づけ、フェーズごとに問題点を解決しながら導入を進める方針である。³⁹⁾

【清水港の貨物取扱概況】

2020年の外貿コンテナ取扱い個数は前年比9%減の42万7747TEU、内貿は1%増の8万6490TEU。同港を管理する静岡県は2018年台前半の目標として、外貿67万TEU、内貿8万TEUを掲げている。

39)

5.4 遠隔操作/自動化荷役機器の導入に向けた課題

現時点では、日本国内におけるターミナルに遠隔操作RTGを導入した事例は、新規整備となった名古屋港の飛島ふ頭南側コンテナターミナル1例のみである。2007年の導入から10年以上経過したが、その後国内他港湾での遠隔操作荷役機器の導入事例は未だ例が無い。その理由としては、以下の理由が挙げられるのではないだろうか。

- ①供用中の改修：日本においては自動化ターミナルとして紹介した飛島南以外では大規模なコンテナターミナルの整備がなく、導入する場合は既存のターミナルを改修する必要がある。既存のターミナルオペレーターは効率的と言われる自動化に興味があるが、既存ターミナルを使いながら、またコンテナ蔵置量を確保しながらの改修故に、実現に足踏みしている状況と考えられる。また、現時点では既存の有人操作が単位時間当たりでの作業効率が優れているとの見解もある。
- ②安全管理：日本のコンテナターミナルレイアウトが岸壁に対して平行蔵置ゆえ、外来トレーラーと無人車両が交差せざるをえないため、有人エリア/無人エリア分けの安全管理が難しいことが挙げられる。そのため、新設大規模ターミナルでは岸壁垂直レイアウトによる荷役方式の導入の検討等、安全対策が求められるが、平行配置に比べて広いヤードの確保が必要となり、日本の港では難しいと考える。
- ③労働者：ターミナルのAI化・自動化はその効率化故にターミナル内作業員の縮減が一方で課題となる。（例えばRTGの遠隔操作化により1人のオペレーターが数台のRTGを操作可能となると、オペレーターの人数を削減可能であるため、現場労組との調整が求められるかもしれない。）将来的には遠隔操作化は労働者不足問題の解決の一因にはなるが、現在はまだ検討の時期ではないと考えている。

国交省では先に述べた通り、整備ガイドラインの策定や補助金制度の導入を実施しており、その成果が結実し、数例の自動化荷役機器の検証事例が始まりつつある。各港湾個別の課題を解決し、将来のAIターミナル整備とその効率化を期待したい。現在はまず先にCONPASやCyber Portによるシステムプラットフォームの構築が先行している時期と考える。

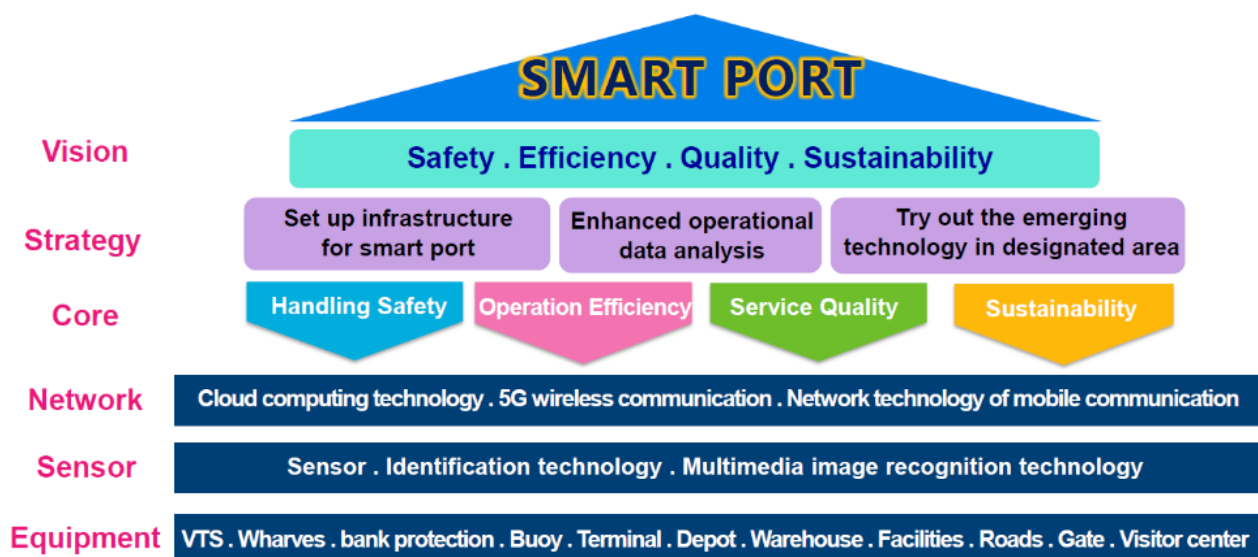
6. 考察

6.1 「Smart Port」における日本と台湾の比較

Smart Port 実現に向けた ICT 技術の活用に関する日本と台湾の比較について、例年海外を訪問して意見交換を行うが、今年度においては新型コロナウイルス感染症拡大の影響により現地訪問が出来ず、オンラインでの開催となった。そのため、遠隔操作化/自動化に関する台湾側の情報が日本の情報に対して非常に少なかったため、ICT 技術の活用に関する施策について、比較を行う。

第2章で述べたように TIPC は図 6.1.1 に示す「SMART PORT」を目指しており、実現のために「Handling Safety（安全性確保）」「Operation Efficiency（作業効率）」「Service Quality（サービス品質）」「Sustainability（持続可能性）」を核として掲げている。この4つの核について、TIPC では第2章で報告した図 6.1.2 「Trans-SMART2.0+ Projects」の各項目を行う事で実現することを目指している。

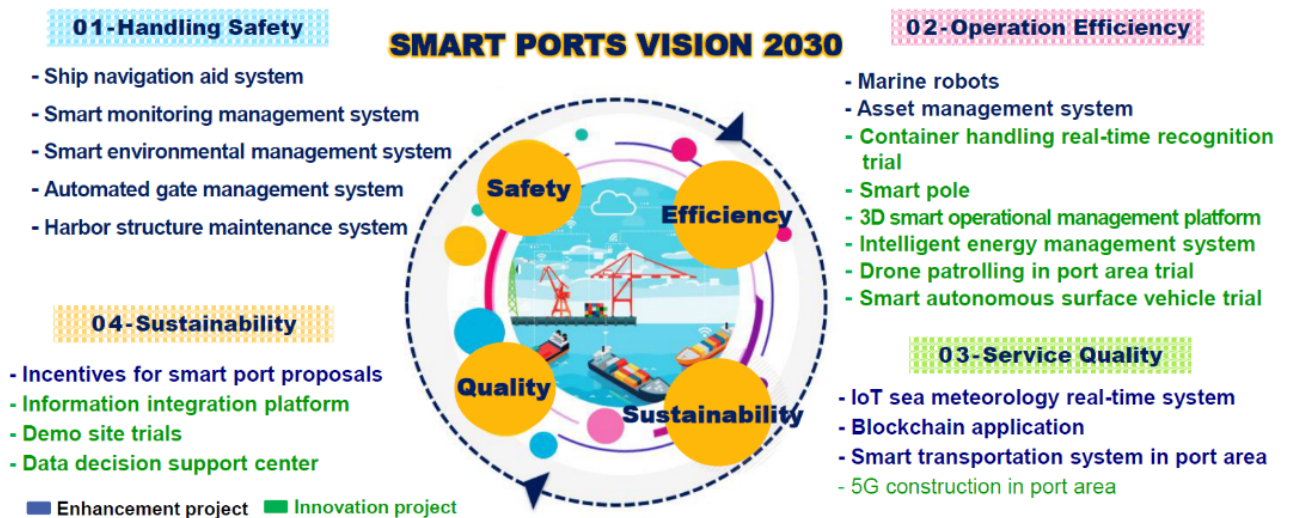
Blueprint of Smart Port : Planning the development structure of smart port



出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 6.1.1 SMART PORT

4 Cores to Carry Out Trans-SMART2.0+ Projects



出典：The New Vision for Smart Port(2021.11.30 Japan-TIPC one-day seminar)

図 6.1.2 Trans-SMART2.0+ Projects

対して、日本においては国土交通省が 2018 年 7 月に港湾の中長期政策「PORT 2030」⁷⁾を作成しており、次の 8 つを柱としている。

- ① グローバルバリューチェーンを支える海上輸送網の構築
- ② 持続可能で新たな価値を創造する国内物流体系の構築
- ③ 列島のクルーズアイランド化
- ④ ブランド価値を生む空間形成
- ⑤ 新たな資源エネルギーの受入・供給等の拠点形成
- ⑥ 港湾・物流活動のグリーン化
- ⑦ 情報通信技術を活用した港湾のスマート化・強靱化
- ⑧ 港湾建設・維持管理技術の変革と海外展開

「PORT 2030」で掲げる 8 つの柱が日本の港湾の目指す姿であるが、本報告書のテーマである自動化技術・AI の活用に関する内容に着目して、TIPC が目指す「SMART PORT」との比較を行う。

比較の方法は TIPC が目指す「Smart Port」実現のために核として掲げる「Handling Safety（安全性確保）」「Operation Efficiency（作業効率）」「Service Quality（サービス品質）」

「Sustainability（持続可能性）」について、第 2 章で報告した図 6.1.2「Trans-SMART2.0+ Projects」の各項目から国土交通省が提言する「PORT 2030」においても実施もしくは計画しているかを比較し、目指す港の姿の違いを考察する。なお、Trans-SMART2.0+に記載の項目には、国土交通省が提言する「PORT 2030」では提言されていない TIPC が港湾管理者として実施する内容等が含まれるが、Smart Port 実現に向けた TIPC の考え方でもあるため、日本の港湾で実施している内容等に関して比較を行った。

次項より「Trans-SMART2.0+ Projects」の各項目に関する日台比較を考察する。

6.1.1 Handling Safety（安全性確保）

まず最初に、TIPC が核として掲げる Handling Safety（安全性確保）に関して Trans-SMART2.0+ に記載されている以下の項目に関する比較を行う。

01-1 : Ship navigation aid system

01-2 : Smart monitoring management system

01-3 : Smart environmental management system

01-4 : Automated gate management system

01-5 : Harbor structure maintenance system

01-1 : Ship navigation aid system（船舶航行補助システム）

台湾では第 2 章 2.4.3（1）で報告したように船舶の安全な出入港を目的として過去に入港した船舶のデータをビックデータとして分析し、異常な行動を行っている船舶に対して警報を出すシステムを運用している。

台湾で導入する理由について、パイロットの経験と判断により安全な入港を目指しているが、船舶事故を完全になくすことが出来ないと説明を受けた内容は日本も同様と考える。しかし、「PORT 2030」では台湾と同様の異常な行動を取っている船舶に対する対応について論じられていない。そのため、比較対象外として整理した。

これは、「PORT 2030」では施設の効率的な利用に関する内容であるためと考える。また、筆者の考えであるが、港長及び水先人が適切に入港に関する管制を行い、適切な操船を行うことが出来ているため議論されていないと考える。

日本では、これまでビックデータを解析し、船舶の異常航行を把握することは議論されていなかったが、一旦船舶事故が起これば港の機能が停止し、周辺に与える影響が非常に大きくなることから、台湾で行っている” Ship navigation aid system” と類似のシステムを導入することが望ましいと考える。

01-2 : Smart monitoring management system（スマートモニタリングシステム）

台湾では第 2 章 2.4.2（2）で報告したように CCTV の画像を AI センサーを用いた画像処理技術で港湾の状態を把握し港湾の警備を強化しており、港内で異常行動を検出した際には警報を出し、スタッフが迅速に対応することが可能となっている。

日本では、港湾の管理は各港の港湾管理者が行っているが、台湾で実施している違法駐車・釣り・海への転落・ゲートへの進入・リアルタイムの人の流れ・落下物搜索等のカメラを用いた港湾の警備について、保安上の理由により公表していない可能性もあるが、各港では行っていない。ただし、日本では津波・高潮・波浪を確認するカメラを設置・運用している。

TIPC が目指す「SMART PORT」と日本の「PORT 2030」の比較については、「PORT 2030」において港湾の警備に関して論じられていないことと、港湾管理者が行う内容であるため、比較対象外として整理した。

日本で港湾の警備を行っていない理由としては、日本の港湾における警備は、海上については海上保安庁が行い、陸上は警察が主に担っていることから、港湾行政の管轄外であるためと考える。しかし、「国際航海船舶及び国際港湾施設の保安の確保等に関する法律」により保安措置の実施が義務付けられている施設においては港湾施設内外の監視を港湾管理者が監視カメラを用いておこなっ

ていることから ICT 技術が進む中、日本の港湾においても台湾と同様、監視カメラの画像を AI で解析し港湾の警備に利用することも今後求められると考える。

01-3 : Smart environmental management system (スマート気象管理システム)

台湾では第 2 章 2.4.3 (2) で報告したとおり、船舶の安全な出入港を目的に政府機関と連携して気象観測を行い、港湾で働く関係者へ観測情報を提供する準備を行っている。

日本では、図 6.1.3 及び図 6.1.4 に示す通り、国土交通省及び海上保安庁が気象情報を公表しており、すでに実現されている。特に図 6.1.4 に示す海上保安庁の海の安全情報ではスマートフォンにも対応しており、利用者が利用しやすい環境が整えられている。

港湾海洋沿岸域情報提供センター

港湾海洋沿岸域情報提供センターでは、港湾、海洋、沿岸域に関するリアルタイム情報、予測・予定情報、防災・環境情報などの海の総合情報を提供しています。(試験運用中)

◆リアルタイム情報、予測・予定情報

○沿岸海洋情報 [沿岸海洋情報について]

ーリアルタイム情報 (警報を含む) ●波浪情報 - ーナウファス - ー波浪観測情報 - ー沿岸の波浪 ●潮流情報(推算データ) ●表層流況 (海洋短波レーダー) - ー 東京湾表層流況	●潮位 (潮汐) 情報 - ーナウファス - ー潮位観測情報：全国 - ーリアルタイム観測データ ●海水温情報	●海上警報 ●海流情報(推算データ) ●潮流予測 - ー潮位表 - ー潮汐推算	●津波予測 ●海水情報 - ー海水情報 - ー海水情報センター ●海氷予測
--	---	---	---

○気象情報 [気象情報について]

ーリアルタイム情報 (警報を含む) ●気象警報・注意報 ●アメダス (表形式)	●天気図 ●台風情報 (警報)	●レーダー・降雨情報 ●洪水予測 (警報)	●衛星写真 ●地震情報
---	--	--	--

出典：港湾海洋沿岸域情報提供センターHP

(https://www.mlit.go.jp/kowan/kaiganennganniki_jyouhou/index.html)

図 6.1.3 リアルタイム情報、予測・予定情報 (国土交通省)



観測日時：2022/01/00 00:00

観測所名	風向	風速	気圧	波高
人阪灯台	西北西	2 m	-	-
江崎船舶通航信号所	西南西	2 m	1022 hPa	-
神戸船舶通航信号所	北北西	2 m	-	-
明石海峡航路中央AIS信号所	南西	2 m	-	-
洲本沖AIS信号所	-	風弱く	-	穏やか

出典：海上保安庁 HP (<https://www6.kaiho.mlit.go.jp/05kanku/osaka/kisyuu.html>)

図 6.1.4 海の安全情報（海上保安庁）

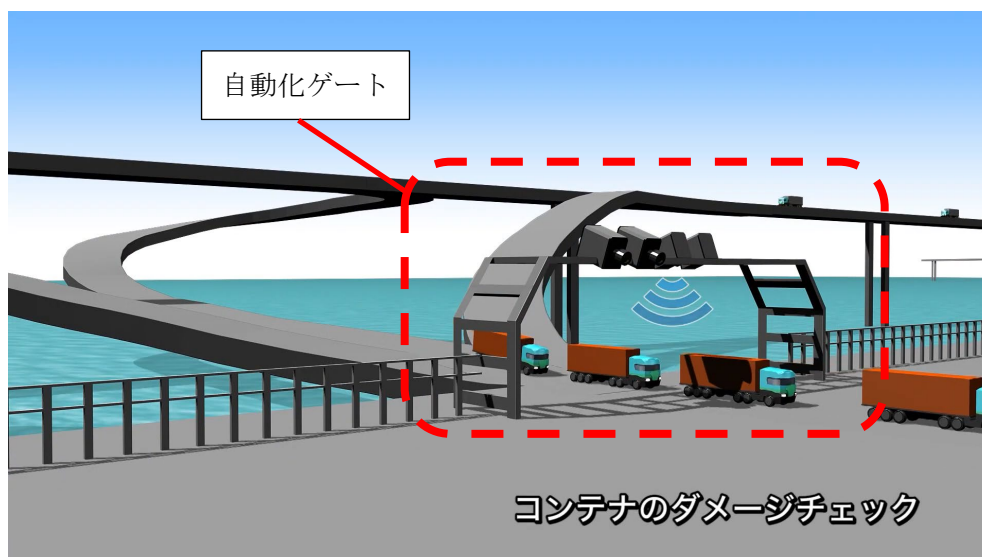
01-4: Automated gate management system (自動化ゲート管理システム)

台湾では第2章2.4.2(1)「Smart transportation system in port area」で報告したように、高雄港において自動化ゲート導入の取組みが進められており、2022年第2四半期に導入完了予定である。また、現在整備が進められている高雄港第7コンテナターミナルにおいても自動化ゲートが導入される。さらに、高雄港以外では第2章2.4.2(3)で報告した台北港第1コンテナターミナルが自動化コンテナターミナルとして自動化ゲートが整備されている。これらのことから、台湾では自動化ゲートの導入を進めている。

日本では、「PORT 2030」で自動化ゲートを導入し、コンテナのダメージチェックも同時に行うと紹介されていることから同じ内容の実現を目指している。

日本と台湾の自動化ゲートにおける認証方法であるが、日本では第3章3.3「CONPAS」で報告したPSカードを用いた認証方法を採用している。台湾においては高雄港第6コンテナターミナル

(KMCT)で行われている身分証を用いた認証方法を採用しており、ともにトラックドライバー個人が所有する身分証明書を認証に使用しており類似している。



出典：国土交通省 HP（港湾の中長期政策 PORT 2030 - YouTube）

図 6.1.5 PORT 2030 自動化ゲート（コンテナダメージチェック）

01-5 : Harbor structure maintenance system（港湾構造物維持管理システム）

ワンデーセミナーでは詳細な説明はなかったが、「Trans-SMART2.0+ Projects」ではすでに実施しているとのことである。日本においては「PORT 2030」において将来にわたって必要な主要インフラの機能を発揮し続けるため、適切に点検・診断・更新を行うことが必要であり、国・地方自治体・民間事業者が港湾施設の維持管理情報を共有できるシステムを充実させるとしており、同じ内容の実現を目指している。

6.1.2 Operation Efficiency（作業効率）

次に、TIPC が核として掲げる Operation Efficiency（作業効率）に関して Trans-SMART2.0+ に記載されている以下の項目に関する比較を行う。

- 02-1 : Marine robots
- 02-2 : Asset management system
- 02-3 : Container handling real-time recognition trial
- 02-4 : Smart pole
- 02-5 : 3D smart operational management platform
- 02-6 : Intelligent energy management system
- 02-7 : Drone patrolling in port area trial
- 02-8 : Smart autonomous surface vehicle trial

02-1 : Marine robots（海洋ロボット）

台湾では第 2 章 2.4.3（4）で「Marine Robot」の報告を行ったが、日本においても「PORT 2030」においてロボット技術や情報通信技術を積極的に活用して、港湾建設や港湾施設の維持管理業務を抜本的に効率化するとしており同じ内容の実現を目指しており、令和 3 年 3 月に「港湾の施設の新しい点検技術 カタログ（案）」⁸⁾を出し、点検の効率化を進めている。

日本・台湾共にロボット技術や情報通信技術の活用を進めているが、背景には日本・台湾共に水中作業を行う潜水士の不足及び海中における点検の限界があり、点検の効率化及び安全性の確保を目指すために今後も技術開発を進めていくと考える。



出典：国土交通省 HP（港湾の中長期政策 PORT 2030 - YouTube）

図 6.1.6 無人潜水艇を用いた点検

02-2 : Asset management system (アセットマネジメントシステム)

ワンデーセミナーでは詳細な説明はなかったが、「Trans-SMART2.0+ Projects」ではすでに実施しているとのことである。日本においても「PORT 2030」において施設を適切に建設・維持管理していくとしており同じ内容の実現を目指しており、「港湾の施設の点検診断ガイドライン」「港湾の施設の維持管理計画策定ガイドライン」等がすでに策定されている。

日本においては高度経済成長期に建設された港湾施設の老朽化が進んでおり、2034年には建設後50年以上の施設が60%を超えることから予防保全型の維持修繕に努め計画的に適時・適切な維持管理及び更新を行う必要がある。台湾においても同様に1970年代からコンテナターミナルの整備を進めるなど港湾施設の老朽化が進んでいることから、日本と同様に現有資産を有効活用する必要がある。

02-3 : Container handling real-time recognition trial (コンテナを荷役中にリアルタイムで状態を識別)

台湾ではガントリークレーンの上にCCTVカメラを取り付け、リアルタイムで取扱うコンテナの状態（コンテナ番号・ダメージチェック・危険物の取扱等）を無人で認識することを計画しているとのことであった。

日本では01-4 : Automated gate management systemで報告の通り、コンテナの状態は自動ゲート進入時に行うことを想定しており、その内容はダメージチェックのみであり、リアルタイムで取扱うコンテナの状態（コンテナ番号・ダメージチェック・危険物の取扱等）を無人で認識することは計画なしと判断した。

台湾が無人でコンテナの状態をリアルタイムで把握するように計画しているのは、高雄港では年間1,000万TEUのコンテナを取り扱うなど日本の港湾と比較して非常に取扱量が多いため、コンテナの状態を効率的に把握するために導入が必要と判断しているためと考える。また、コンテナの状態を画像認識技術を用いて無人で把握すれば、ヒューマンエラー削減及び定量的な判断が可能となるとも考える。

日本のターミナルにおいても台湾と同様に効率的にコンテナの状態を把握することが必要と考える。効率的にコンテナの状態を把握するためには、台湾と同じく画像処理技術を用いて行うことが

望ましいと考えるが、今後ターミナル内の機械を遠隔操作化/自動化していく際に多数のカメラを設置し、コンテナを確認することから、設置したカメラの画像を活用してコンテナの状態を無人で認識することが望ましいと考える。

02-4 : Smart pole (スマートポール)

台湾ではコンテナターミナル内に CCTV を搭載し、周囲の監視を行うとともに、情報を管理者又は利用者に伝達する機能を持ったポール（照明柱）を設置し、ビックデータ・クラウド・IoT・AI・5G を活用した場内管理を行うことを計画している。

日本では、「PORT 2030」において「AI ターミナル」の形成を目標としているが、形成のためにはビックデータ・クラウド・IoT・AI・5G を活用することが必要となる。これらの技術を活用するためにはターミナル内に台湾と同様 Smart pole の設置が必要になると考えられ、日本においても計画していると判断する。

港湾の国際競争力確保のためには ICT 技術としてビックデータ・クラウド・IoT・AI・5G を活用することは欠かせないため、日本・台湾共に常に新しい技術を導入していくことが必要と考える。

02-5 : 3D smart operational management platform (3D のスマートな運用管理プラットフォーム)

ワンデーセミナーにおいて説明がなかったため推察となるが、台湾においては 3 次元データを用いた港湾の運用を管理するプラットフォームの構築を進めている。

日本の「PORT 2030」では港湾施設の建設・維持管理において 3 次元データの活用が記載されているが、「AI ターミナル」には 3 次元データの活用は記載されておらず、計画なしと判断する。

日本においては港湾の運用に 3 次元データの活用は予定されていないが、コンテナの蔵置場所を 3 次元で確認することが可能となれば、ターミナル内部で働く関係者が直感的に位置を把握することが可能となるため、人にやさしいターミナルとなる。

02-6 : Intelligent energy management system (知的なエネルギー管理システム)

適切なエネルギー源を選ぶことは CNP（カーボンニュートラルポート）の実現に向けて必要なことであり、同じ内容の実現を目指している。日本と台湾における脱炭素化の取組みについては第 3 班「港湾における脱炭素化の取組みに関する日本・台湾比較」を参照されたい。

02-7 : Drone patrolling in port area trial (ドローンを活用した港湾地帯の警備)

台湾ではドローンを活用した港湾エリアの警備で収取した画像を 01-2 : Smart monitoring management system の AI を用いた映像解析に活用すると考える。

日本では「PORT 2030」においてはドローンは迅速な被災状況の把握・早期復旧に向けた港湾の強靱化及び港湾建設・維持管理技術への活用であり、港湾の警備に関して論じられておらず、現時点でのドローン活用検討事例は、3 次元データ取得による測量及び点検・診断等への活用に留まっている。日本の港においてドローンを港湾地帯の警備に活用することは今後の ICT 技術の進展、実証試験を経てのこととなると思われ、現時点では比較対象外として整理した。

ただし、港湾の警備にドローンを活用することは監視カメラの範囲から外れている部分等をカバー可能であることから、港湾の安全を確保するには非常に良い考えと考える。

02-8 : Smart autonomous surface vehicle trial (スマートな自立型水上車両)

台湾では小型の無人機器を活用した港内の水深確認及び港内に浮かぶごみの回収を計画しているとのことであった。

日本では 02-1 : Marine robots で報告した通り、無人機器の活用は遠隔作業における水中施工及び点検等であり、港湾の日常的な管理に活用することは現在計画されていない。

「PORT 2030」において港湾の日常的な管理に関する内容が示されていないのは、日本の港湾の進むべき道を示しているものであり、日常管理の項目まで示しているものではないためと考える。台湾で計画されている小型の無人機器を活用した港内の水深確認及び港内に浮かぶごみの回収について日本では各港の港湾管理者が導入に向けた検討を行うべきと考える。

6.1.3 Service Quality (サービス品質)

TIPC が 3 番目の核として掲げる Service Quality (サービス品質) に関して Trans-SMART2.0+ に記載されている以下の項目に関する比較を行う。

03-1 : IoT sea meteorology real-time system

03-2 : Blockchain application

03-3 : Smart transportation system in port area

03-4 : 5G construction in port area

03-1 : IoT sea meteorology real-time system (IoT を用いたリアルタイムの海象把握システム)

台湾ではリアルタイムの海象情報の提供を行っており、日本では 01-3 : Smart environmental management system で報告した通り、国土交通省及び海上保安庁により情報の提供が行われている。

03-2 : Blockchain application (ブロックチェーンアプリケーション)

ブロックチェーン技術を活用した国際貿易プラットフォームが各国で実用化されており、台湾も活用しているとのことであった。日本においては手続きの電子化とそれに伴う物流の可視化を行う統一のプラットフォームである CyberPort がブロックチェーン技術を用いた TradeWaltz と連携に向けて進むなど台湾と同じ内容の実現を目指している。

03-3 : Smart transportation system in port area (港湾地帯におけるスマートな輸送システム)

台湾では第 2 章 2.4.2 (1) で報告した通り、高雄港において港の混雑解消のために自動化ゲート、専用道路及び CCTV カメラによる道路混雑状況公表、AI を用いた混雑する時間帯や道路の区間を予測解析し公表を行うことで交通量のコントロールを行い、混雑の解消を目指している。

日本においても「PORT 2030」において示されている「AI ターミナル」において、AI を活用して、荷繰り回数を最小化するコンテナ蔵置計画を提案、遠隔操作 RTG の導入、車両位置情報の活用により事前荷繰りなどを活用することによりゲート処理及びターミナル内荷役の効率化を図り、混雑の解消を台湾と同じく目指している。



出典：国土交通省 HP (<https://www.mlit.go.jp/>)

図 6.1.7 AI ターミナルの取組

03-4：5G construction in port area (港湾地帯における 5G 通信の整備)

台湾では「SMART PORT」実現に向け図 6.1.1 に示すように 5G 通信技術の活用を目指している。日本においても 5G 通信技術をコンテナターミナル内の作業に活用する実証実験を行うなど台湾と同じく活用を目指している。

6.1.4 Sustainability (持続可能性)

最後に TIPC が 4 番目の核として掲げる Sustainability (持続可能性) に関して Trans-SMART2.0+ に記載されている以下の項目に関する比較を行う。ただし、04-3：Demo site trials (デモサイトの試験運用) 及び 04-4：Data decision support center (情報の取捨選択を行うサポートセンター設立) についてはデモサイトの試験運用及びデータ分析を行うサポートセンターの設置であり、比較対象外とした。

- 04-1：Incentives for smart port proposals
- 04-2：Information integration platform
- 04-3：Demo site trials (比較対象外)
- 04-4：Data decision support center (比較対象外)

04-1：Incentives for smart port proposals (SMART PORT 実現に向けた提案へのインセンティブ)

台湾では「SMART PORT」実現に向け、事業者へのインセンティブをおこなっているが、日本においては国土交通省が主体となり、例えば CONPAS における TOS 改修への補助、遠隔操作 RTG への補助など各事業に補助を行うことによって実現を目指すなど、台湾と同じく補助を行っている。

04-2：Information integration platform (情報総合プラットフォーム)

台湾では情報統合プラットフォームの構築を目指しているが、日本では 2021 年 4 月 1 日より統一のプラットフォームである CyberPort が稼働しており、すでに実現済みである。今後は第 3 章 3.2.5 サイバーポートの達成目標で報告した通り、システムを拡張し、AI ターミナルのさらなる進化、大規模災害の対応に加え、農林水産品輸出、さらに観光など異業種情報との接続・連携を可能にすることで新たなビジネスを生み出すシステムの実現を目指す。

6.1.5 「Trans-SMART2.0+ Projects」各項目に対する日本・台湾比較

表 6.1.1 に「Trans-SMART2.0+ Projects」各項目に対する日本・台湾比較を示す。

表6.1.1 「Trans-SMART2.0+ Projects」各項目に対する日本・台湾比較

TIPC (台湾) Trans-SMART2.0+ Projects			日本 PORT 2030	備考
01-Handling Safety (安全性確保)			○	
1- Ship navigation aid system	船舶航行補助システム		—	異常行動を行う船舶への警告
2- Smart monitoring management system			—	監視カメラによる港湾地域の監視など、02-7と関連
3- Smart environmental management system	スマート気象管理システム		○	各港湾の気象情報の提供、03-1と関連
4- Automated gate management system	自動化ゲート管理システム		○	03-3と関連
5- Harbor structure maintenance system	港湾構造物維持管理システム		○	
02-Operation Efficiency (作業効率)			○	
1- Marine robots	海洋ロボット		○	
2- Asset management system	アセットマネジメントシステム		○	
3- Container handling real-time recognition trial	コンテナを荷役中にリアルタイムで状態を識別		×	03-4と関連
4- Smart pole	スマートポール		○	03-4と関連
5- 3D smart operational management platform	3Dのスマートな運用管理プラットフォーム		×	
6- Intelligent energy management system	知能的エネルギー管理システム		○	(日) CNP (カーボニュートラルポート)
7- Drone patrolling in port area trial	ドローンを活用した港湾地帯の警備		—	01-2と関連
8- Smart autonomous surface vehicle trial	スマートな自立型水上車両		×	無人小型艇による水深測量及び港内清掃等
03-Service Quality (サービス品質)			○	
1- IoT sea meteorology real-time system	IoTを用いたリアルタイムの海象把握システム		○	01-3と関連
2- Blockchain application	ブロックチェーンアプリケーション		○	(日) Cyber Port、04-2と関連
3- Smart transportation system in port area			○	混雑解消技術、01-4と関連
4- 5G construction in port area	港湾地帯における5G通信の整備		○	02-3、3と関連
04-Sustainability (持続可能性)			○	
1- Incentives for smart port proposals	SMART PORT実現に向けた提案へのインセンティブ		○	
2- Information integration platform	情報統合プラットフォーム		○	03-2と関連
3- Demo site trials	デモサイトの試験運用		—	
4- Data decision support center	情報の取捨選択を行うサポートセンター設立		—	

凡例：○：日本において実施又は計画
 ×：計画なし
 —：比較対象外

6.1.6 日本の港湾と TIPC の目指す先

前章までで「Trans-SMART2.0+ Projects」各項目に対する日本・台湾比較及び日本・台湾で相違があるものに関する考察を行った。比較を行った結果、TIPC が目指す「SMART PORT」実現のために核として掲げる「Handling Safety（安全性確保）」「Operation Efficiency（作業効率）」「Service Quality（サービス品質）」「Sustainability（持続可能性）」の4項目すべてに対して、日本の取組みである「PORT 2030」で実施又は計画されていることが分かった。つまり、TIPC が目標とする「SMART PORT」と日本の港湾の中長期政策である「PORT 2030」は細かな取組内容に関する違いはあるものの、目指す先は同じと考える。

同じになる理由は、第2章2.1「台湾港務株式会社（TIPC）のデジタルテクノロジー活用方針」で人と接触せずに活動を行うためにドローンでの移送・ロボットの応用・在宅勤務・生体認証・5G・VRといったデジタル技術の活用が進んでいることを報告したが、「PORT 2030」においてもIoTやAI等の情報通信技術が指数関数的に発展している第4次産業革命が進展としており、日本台湾共にデジタルトランスフォーメーションに乗り遅れないようにしているためと考える。

TIPC が「SMART PORT」実現のために核と考えている4項目すべて日本においても取組んでおり、目指す先は同じであるが、4項目実現のために取組む各項目に関しては日本・台湾間で相違がみられた。相違がみられた項目は表6.1.1日本「PORT 2030」の欄で「×：計画なし」「－：比較対象外」となっている項目である。目指す先は同じでも細かな取組内容に違いが出てくる原因は以下のとおり。

①TIPC では、船舶の安全を重要視していること。

TIPC では、船舶の航行を補助し、危険を事前に警告システムや、最新の気象・海象情報を提供するシステムを提供しているが、これは港を利用する船舶の安全を大事にしていることの表れと考える。

②TIPC では、利用者の安全な利用を重要視していること。

監視カメラによる港湾地帯の監視についてAIを用いて行い、迅速に異常を発見するシステムや、ドローンによる港湾地帯のパトロールを行うなど利用者が港湾を安全に利用できる環境を大事にしていることの表れと考える。

対して、日本の「Port 2030」では港湾施設をいかに効率的に利用するかに主眼を置いていると考えられる。具体例を挙げると、4.1.1「東京港コンテナターミナル所要時間等見える化システム」にて前述したようにコンテナターミナルゲート前渋滞対策に関して、シャシーの位置情報取得のために事業者へGPS端末を提供し、ゲート前待機時間やターミナル滞在時間を収集するなどの事例が挙げられる。また、4.3.2「阪神港（大阪港、神戸港）CONPAS」にて前述している、専用端末を用いた車両接近情報の活用による荷繰り待ち時間の削減があり、日本においてはコンテナターミナルだけではなく、コンテナターミナルを利用する車両つまり、コンテナターミナルの外に対しても対策を行い効率的に利用する取組を進めている。このことはTIPCにとってはとても先駆的なものと映ったようで、こうした考え方の違いが港湾の目指す先は同じだが、細かな取組内容に違いが出てくると考える。

日本と台湾の港湾の目指す先を比較して、今後日本の港湾が競争力のある港を目指すためには利用者及び船舶の安全性を確実に確保するとともに、IoTやAI等の情報通信技術が指数関数的に発展

している第4次産業革命の中で、デジタルトランスフォーメーションに乗り遅れないようにしてゆくことが必要と考える。

6.2 TIPC と日本の渋滞対策について

6.2.1 渋滞対策の比較

第4章にて、日本各港独自の渋滞対策を紹介してきたが、渋滞対策を項目別に分類して、日本の各港とTIPCからの報告を横断して比較する。渋滞対策の分類については、表6.2.1のとおり分類することとした。

表 6.2.1 渋滞対策の分類

渋滞対策	
(1) ピークの平準化	①渋滞情報の提供
	②予約枠の設定
	③ゲート運営時間の拡大
(2) ゲートの増設	
(3) ゲート処理能力の向上	①IT化による処理時間短縮
	②書類不備車の排除
(4) 事前予約情報の活用による荷繰り回数削減	①予約枠の設定
	②IT化による事前情報の活用
(5) 車両位置情報の活用によるヤード内待機時間の削減	

(1) ピークの平準化

ピーク時間に集中しているトレーラーを分散することにより渋滞を緩和する。

① 渋滞情報の提供

ヤード内外の渋滞情報を提供することにより、自発的な分散化を図る。

<東京港>

トラクターヘッドにGPSを設置することによって、指定したエリアに侵入してからINゲートを通過するまでの平均時間とINゲートからOUTゲートを通過するまでの平均時間をホームページで公表している。

<大阪港・神戸港>

携帯端末に搭載したGPSを活用して位置情報データを活用する。

<博多港>

HiTSによりゲート内の滞在時間をホームページで公表している。

<高雄港>

”2.4.2 (1) Smart transportation system in port area”のとおり、港および周辺道路における交通の待ち時間や混雑分布をAIを用いた画像認識・解析技術により予測し、混雑する時間帯や道路の区間を公表することを計画している。

② 予約枠の設定

ゲート到着時間に予約枠を設定することにより、トレーラー到着時間の分散化を図る。

<横浜港>

CONPAS を導入するにあたり予約枠を設けている。

<大阪港・神戸港>

横浜港同様に CONPAS を導入するにあたり予約枠を設定する計画である。

<高雄港>

”2.4.2 (1) Smart transportation system in port area”のとおり、コンテナの引取り・搬入の事前予約システムを導入する計画となっている。

③ ゲート運営時間の拡大（※2021 年 1 月から同年 12 月を対象）

<東京港・横浜港・大阪港>

ゲート運営時間の延長を実施。

<高雄港>

ゲートオープン時間は旧正月を除き 24 時間実施されている。

(2) ゲートの増設

<名古屋港>

集中管理ゲートを設置することにより、ゲート処理を一元的に処理し、待機するトゲート数や検査要員といったゲート処理の資源を集中させることにより、ピーク交通量に対する混雑の発生を効率的に抑制している。

<高雄港>

ワンデーセミナー及びその後のヒアリングで言及されなかったため、対象外とする。

(3) ゲート処理能力の向上

2つの方策があり、一つはIT化によりゲート処理時間を短縮すること、二つ目は到着するトレーラーの一部に含まれている書類不備車を除去し、書類不備車に要するゲート処理時間を短縮することである。

① IT 化による処理時間短縮

ゲートでは、構内に侵入するトレーラーが持参する書類やコンテナの照合作業が発生するが、ゲート処理手続きのIT化により処理時間の短縮を図る。

<名古屋港>

NUTS システムにより、車載端末（RFID）を利用する事でゲート手続きが可能。

<博多港>

HiTS システムでは、搬出入時に必要な情報を事前に入力で得る作業番号での受付でゲート処理時間の削減が可能。

<横浜港・大阪港・神戸港>

CONPAS の導入により PS カードのタッチのみで入場することが可能。

<高雄港>

ゲート作業は自動化されており、カメラによるシャーシナンバー読取や身分証の確認により入場することが可能。

② 書類不備車の排除

ターミナルに到着するトレーラーが持参する書類情報に不備があった場合、ゲート処理時間が長くなり、ゲート処理能力を悪化させることになる。

<名古屋港>

集中管理ゲートにより事前確認を行うことにより書類不備車を排除している。

<博多港>

HiTS によりコンテナ情報の事前登録を義務付けている。

<横浜港・大阪港・神戸港>

CONPAS による IT 化により PS カードのタッチのみで入場することが可能となる。

<高雄港>

ワンデーセミナー及びその後のヒアリングで言及されなかったため、対象外とする。

(4) 事前予約情報の活用による荷繰り回数削減

① 予約枠の設定

<横浜港・大阪港・神戸港>

CONPAS 導入にあたり予約枠を設定している。引取時期が分かるコンテナの上に置かないことにより、荷繰り回数の削減をすることが可能となる。

<高雄港>

ワンデーセミナーでは言及されなかったが、”2.4.2 (1) Smart transportation system in port area”のとおり高雄港では予約枠を設定していることから、日本と同様に予約枠を活用した荷繰り回数の削減は可能であると考える。

② IT 化による事前情報の活用

<名古屋港>

集中管理ゲートから各ターミナルへ移動する時間を活用し、事前準備をすることが可能となっている。

<博多港>

引取日が分かっているコンテナの上に置かないことにより、荷繰り回数の削減を図っている。

<横浜港・大阪港・神戸港>

(4) -①同様。

<高雄港>

ワンデーセミナー及びその後のヒアリングで言及されなかったため、対象外とする。

(5) 車両位置情報の活用によるヤード内待機時間の削減

<横浜港>

CONPAS では、外来トレーラーの位置をリアルタイムで把握してその情報を基に外来トレー

ラーがコンテナターミナルに到着する前に荷繰りを行う事が可能となり、構内滞在時間を短縮できる。

<大阪港・神戸港>

上記横浜港に加えて、携帯端末に搭載された GPS を活用して、誤侵入に対してアラートを発すること等が可能である。

以上より、日本と台湾の渋滞対策について表 6.2.1 で分類した項目に基づき比較する。(表 6.2.2)

表 6.2.2 日本・台湾の渋滞対策分類

渋滞対策		高雄港	東京港	横浜港	名古屋港	大阪港	神戸港	博多港
(1) ピークの平準化	①渋滞情報の提供	○	○	○		○	○	○
	②予約枠の設定	○		○		○	○	
	③ゲート運営時間の拡大	○	○	○		○		
(2) ゲートの増設		—			○			
(3) ゲート処理能力の向上	①IT化による処理時間短縮	○		○	○	○	○	○
	②書類不備車の排除	○		○	○	○	○	○
(4) 事前予約情報の活用による荷繰り回数削減	①予約枠の設定	○		○		○	○	
	②IT化による事前情報の活用	—		○	○	○	○	○
(5) 車両位置情報の活用によるヤード内待機時間の削減		—		○		○	○	

※調査対象期間：2021年1月～2021年12月

凡例 対応：○
対象外：—

6.3 まとめ

6.3.1 日本・台湾における ICT 技術活用の違い

TIPC が目標として掲げている「SMART PORT」と日本の中長期政策である「PORT2030」は細かな取組内容に違いはあるものの目指す先は同じであり、どちらもデジタルトランスフォーメーションの潮流に乗り遅れず港湾運営のデジタル化を目指している。また、台湾の具体的な渋滞対策については詳細情報が入手出来なかったが、上記の日本と台湾の渋滞対策を比較しても、目指す方向や時期も近いことが分かる。

しかし、日本では陸側対策（ヤード内とヤード外）のみであるのに対して、台湾では渋滞対策を海側アクションプランと陸側アクションプランの二つに分けている。日本では、陸側の混雑対策は各港それぞれ特色のある対策を実施しているが、海側に目を向けた混雑対策は調べた限りでは見受けられなかった。一方、台湾では陸側の対策だけではなく、海側の対策として年間平均 1,000 万 TEU を取り扱う高雄港においては、毎日約 100 隻の船舶が出入港を行っているため、船舶が安全に入港するための対策を講じるために、ビックデータを活用するなど、安全に入港するために ICT 技術を活用した海側アクションに対しても重きを置いている。

TIPC のターミナルレイアウト、荷役機器諸元については入手できなかったが、遠隔操作荷役機器の導入に至る社会的背景・課題（混雑解消・労働者高齢化等）についても、ほぼ類似したものであると考えられる。世界的な AI・IoT の発展に伴い、時期を同じくして課題解決に向けて、日本では CONPAS 等の混雑解消システムや Cyber Port によるプラットフォームの整備や AI ターミナルの概念

を推し進めターミナルの高効率化に取り組んでいる。一方、台湾では政府 100%出資会社である TIPC の運営のもと、Trans-SMART Plan を推進し、民間オペレーターと共に AI 化・遠隔操作化を進めていることがわかった。

AI 整備の一環であるヤード内の遠隔荷役機器の整備状況に目を向けると、国土交通省資料「AI ターミナルに関する情報提供」によると、2018 年時点で、世界のコンテナ取扱個数上位 20 港のうち、15 港（75%）が、自動化を導入（予定を含む）しているとの調査報告がある。（TIPC の高雄港は第 16 位であり、日本の各港は 20 位以下である。）このことから世界の多くの港湾が、「遠隔操作化・自動化」に興味関心があり、また、「荷役効率化」や「労働環境改善」を求めていることが分かる。高雄港第 6・7 ターミナルは新規整備の中での遠隔操作 RTG 導入事例があるが、一方日本では新規整備となった名古屋港の飛島ふ頭南側コンテナターミナルの 1 例以降、遠隔操作荷役機器を導入した事例は未だ無い。

現時点でのコンテナターミナル荷役やゲート前混雑状況緩和に関する AI・IoT に関する整備状況をみると、稼働中のターミナルでは、ヤードの利用制限、民間ターミナルオペレーターの大規模投資、また港湾関係労働者団体との交渉など、遠隔操作化荷役機器の実証実験のハードルは高い。

遠隔操作 RTG 及びその導入に必要となる施設の整備に対する支援を行う補助制度（補助率 1/3 以内）が創設されたが、民間ターミナルオペレーターの大規模投資を誘発させるほどの起爆剤とはなり得ていない印象がある。

一方で、公共で整備を進めた既に確立したシステム（CONPAS、Nuts、Hits）やプラットフォーム（Cyber Port）を活用しながら、混雑解消に資するための自動化ゲートや予約制度等システムの導入については、それに比べると実証実験しやすくゲート前混雑解消緩和に関する技術のほうが進歩していると考ええる。

今後永く選ばれる港湾となるためには、港湾労働者の熟練知に頼るのみではなく、将来を見据えた AI の習熟また遠隔操作化の検証精度を高め AI ターミナルの概念を推進させることが重要と考える。

6.3.2 ICT 技術の活用に関する日本の港湾への提言

6.3.1 において日本と台湾の ICT 技術の違いについてまとめた知見を基に、ICT 技術の活用に関する日本の港湾への提言を行う。ただし、これは筆者らが所属する「横浜港埠頭株式会社」「大阪港湾局」「阪神国際港湾株式会社」組織の考え方ではなく、本研修に参加した研修生個人の考え方であることに御留意頂きたい。

日本の港湾においては陸側の対策がほとんどであったが、日本においても東京湾等の混雑している海域において安全に運航するために、台湾と同じようにビックデータを活用した船舶航行補助システムを構築することが望ましい。これについては船舶航行補助システムの構築は港湾単位ではなく、混雑している海域毎に構築することが効率的であるとの考えから、国主導によるシステム構築が望ましいと考える。また、船舶航行補助システム構築時に収集するビックデータは「PORT 2030」に記載のある自動運航船の導入に向けたデータにも使用可能と考えられ、船舶を選ばない自動運航プログラムの構築が可能となるのではないかと考える。

コンテナターミナルの遠隔操作化/自動化については、世界の港湾と比較すると日本の港湾は非常に遅れており、世界から取り残されている。この理由は、飛島南以降新設の大規模なコンテナターミナルの整備事例が少ないこと、また施設整備コスト及び労使調整の関係から既存のターミナルを

改造する事のハードルが高いためである。今後、生産労働人口が減少することは確実であり、これまで労働者の熟練知により素早い荷役作業を行っていた技術が新しい人材の確保が出来ずに失われることとなる。荷役に時間を要するようになれば、コンテナ船の効率的な運航を求める船社から日本の港湾は敬遠され、港湾の競争力はどんどん失われると考える。港湾の競争力を維持するには、遠隔操作化/自動化を急速に進める必要があるが、大規模な投資が必要となることから、民間ターミナルオペレーター等の資金だけでは達成できないため、公の補助率を上げ、民間の整備を誘発していくことが必要と考える。

謝辞

本研修の受講機会を頂きました公益社団法人国際港湾協会協力財団の皆様、ワンデーセミナーにご対応いただいた台湾港務株式会社の皆様をはじめとした関係者の皆様に深く感謝いたします。

また、本研修の講義並びに報告書の作成にあたり丁寧な熱意あふれるご指導を頂きました（一社）寒地港湾空港技術研究センターの眞田仁理事長に心から感謝申し上げます。

（参考文献）

- 1) 総務省、令和元年版 情報通信白書、第1部、pp. 2-3
- 2) 総務省、令和3年版 情報通信白書、第1部、pp. 228
- 3) 台湾港務株式会社、「世界をつなぐアジアのハブ港」、pp. 29
(<https://www.twport.com.tw/Upload/A/RelFile/CustomPage/1/c6155834-6553-4079-9316-1e05b8c22d0a.pdf>)
(アクセス：2022年1月15日)
- 4) 鈴木 雄士、アジアのハブ港を目指して機能強化を進める高雄港、港湾8月号、pp. 34-35、2015
- 5) 台湾港務株式会社、2019年5月21日発表 打造高雄港第七貨櫃中心，港務公司鞏固貨櫃樞紐地位
https://www.twport.com.tw/chinese/News_Content.aspx?n=4E4437C60EA3BF8E&s=CE0A54D435903E6C
(アクセス：2022年1月15日)
- 6) 台湾港務株式会社、2021年12月13日発表 高雄港積極打造智慧港口，第七貨櫃中心朝現代全自動化櫃場營運模式前進
https://kh.twport.com.tw/chinese/News_Content.aspx (アクセス：2022年1月15日)
- 7) 港湾の中長期政策「PORT 2030」、<https://www.mlit.go.jp/common/001247413.pdf>
(アクセス：2022年1月15日)
- 8) 国土交通省港湾局、港湾の施設の新しい点検技術、
https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_tk5_000040.html、(アクセス：2022年1月15日)
- 9) 名古屋港における集中管理ゲートの開発と実用化～ターミナル前混雑による経済損失の解消～
(淵ノ上篤史)
- 10) 名古屋港における港湾物流効率化に向けた取り組み ～集中管理ゲートによる渋滞解消～ (和田 尚久、土田真也)
- 11) 各港におけるコンテナターミナルシステムについて (国土交通省)
- 12) デイリーカーゴ記事 2021年8月27日

- 13) コンテナターミナルにおけるゲート混雑対策の効果的な運用に関する考察ー世界のゲート混雑対策の運用面から見た課題とその改善方策ー（元野一生、古市正彦、瀬木俊輔）
- 14) ターミナル陸側のコンテナ交通制御に向けた新たな提案（元野一生、古市正彦、中村勇志、深澤紀博）
- 15) 「港湾」2021.8月号
- 16) 博多港物流ITシステム（HiTS）（日本港湾協会港湾政策所レポート）
- 17) 国土交通省 Cyber Port と CONPAS について
- 18) 国土交通省 サイバーポートについて
- 19) 国土交通省 港湾インフラ分野の取組について
- 20) 国土交通省 ホームページ
- 21) サイバーポート/CONPAS ポータルサイト
- 22) 東京港埠頭株式会社 ホームページ
- 23) 東京港コンテナターミナル所要時間等見える化システム ホームページ
- 24) 名古屋港管理組合 ホームページ
- 25) NUTS ホームページ
- 26) 阪神国際港湾株式会社 ホームページ
- 27) 博多港埠頭株式会社 ホームページ
- 28) HiTS ホームページ
- 29) 台湾港務株式会社 ホームページ
- 30) 国土交通省「遠隔操作 RTG の安全確保のためのモデル運用規程」を策定
- 31) 平成 19 年度コンテナターミナルにおける荷役システム高度化に関する検討業務（飛島コンテナ埠頭株式会社）
- 32) 名古屋ユナイテッドコンテナターミナル株式会社・株式会社NTTドコモ・住友重機械搬送システム株式会社「全国初 名古屋港鍋田ふ頭コンテナターミナルで 5G を活用した遠隔操作 RTG システムの運用を開始～良好な労働環境と世界最高水準の生産性を実現～」
- 33) 名古屋港管理組合 港湾統計記者発表などの資料 2020 年確定値、名古屋港管理組合 港湾計画
- 34) 国土交通省「遠隔操作 RTG の導入促進に係る支援制度 令和 2 年度事業採択及び交付決定」
- 35) 国土交通省「AI ターミナルに関する情報提供」
- 36) 横浜市港湾局 統計横浜港 No52. 2020 年速報、横浜港港湾計画(2014 年改訂)
- 37) マリタイムデーリー2022 年 1 月 14 日
- 38) 神戸市記者発表資料 2021.3、阪神国際港湾株式会社 中期経営計画 2020-2024 年度
- 39) 日本海事新聞電子版 2021 年 6 月 15 日
- 40) GEMBA2019 年 4 月 26 日