

世界に貢献する港湾空港技術

# PARI

VOL.41  
OCTOBER 2020

Airport

Technology

Port

## 2 \_ Front Line - 特集 -

目指すは国際競争力確保！  
港湾・空港の機能強化に役立つ  
新技術の研究開発を

## 6 \_ Focus On 研究活動の最前線へ

マシンガイダンスから遠隔操作式水中バックホウへの展開  
視覚情報が得られない  
水中での施工を遠隔操作で！

## 8 \_ Close Up 現場からの報告

情報通信技術を活用した実証  
横浜港 南本牧ふ頭における  
AI ターミナルの実現への取り組み

## 10 \_ Front People 研究者の広場 挑戦する研究者たち

人に優しく、世界をリードする  
「サイバーポート」の実現を目指して

## 14 \_ CROSS LINE 國際交流レポート

吉江宗生特別研究主幹が執筆に参加  
自動化コンテナターミナル計画方法の  
国際的なガイドラインの出版予定

## 15 \_ TOPICS

港空研の緊急災害対策派遣隊が国土交通大臣から表彰されました  
海象情報研究グループ田村仁主任研究官が  
水路技術奨励賞を受賞しました



目指すは国際競争力確保！

# 港湾・空港の機能強化に役立つ 新技術の研究開発を

国交省が現在進めている、インフラ・物流分野における  
DX（デジタルトランスフォーメーション）<sup>\*1</sup>。

最新のデジタル技術を用いて革新的な効率化を実現し、  
生産性の向上を目指そうというものです。

港空研が取り組むのは、

DXの細部を担う新技術の開発やシミュレーション。

コンテナターミナル高度化と、遠隔化を進める施工用ロボットの  
現状や今後の展望について、吉江宗生特別研究主幹に取材しました。

「大きな流れの一つは、港の造り方を  
変えようというもの。いわば『施工革  
命』ですね。国交省が進めるインフラ  
のDXに対応して、すべて遠隔操作で、  
つまりロボットで、いろいろな作業が  
できるようにしましょうということな  
んです」と、吉江宗生特別研究主幹。  
その皮切りが水中バックホウの遠隔  
操作（本誌6ページ参照）。現在、マウ  
ンドの機械均しについては完成段階に  
あり、今年度中には実海域での実験も  
行われる予定とか。

**遠隔ロボットの開発で  
『施工革命』を目指す**

吉江宗生 特別研究主幹  
(新技術研究開発担当)



\*1 高速インターネットやクラウドサービス、人工知能（AI）などのIT（情報技術）によって  
ビジネスや生活の質を高めていくこと。

「これが一つ完成すると、バックホウは先端のアタッチメントを取り替えることでいろいろな作業が可能なので、他のさまざまな工種に活用範囲が広がっていく。一つうまくいけば、民間でもそれぞれ得意な工種について開発を進めるでしょう。水中施工の遠隔操作化が、一気に加速すると思います」

港湾・空港での水中施工を遠隔操作で行える利点は、すべてが水中での作業になるため、港湾であれば、船舶の接岸や荷役作業などに支障をきたさないこと。滑走路を運用中の空港近接域でも、高さ制限に触れることなく施工が可能になります。さらに、現場に人がいないので時間的な制約もなくなり、作業が速く進み、結果として早く施設を使えるようになるというわけ。

「そのためのアイテムとして、港空研では水中バックホウと、水中での、目、耳の役割を果たす音響カメラやセンサ類、ほかに桟橋上部工点検用ROVといつたものを開発。遠隔操作によるロボット作業を実現していく方向にあります」

将来的にはA-Iの活用も。

「例えば溝堀りをしたい場合、今だと動きを全部追って一動作一動作を入力しないといけないので時間がかかりますが、これを『1回掘れ』というコマンド入力で1回掘る動作をきちんとできるように。で、掘ったあとをセンシングしてA-Iできちんと掘れたかを判



水中バックホウの実験の様子



水中音響カメラ

桟橋上部工点検用 ROV

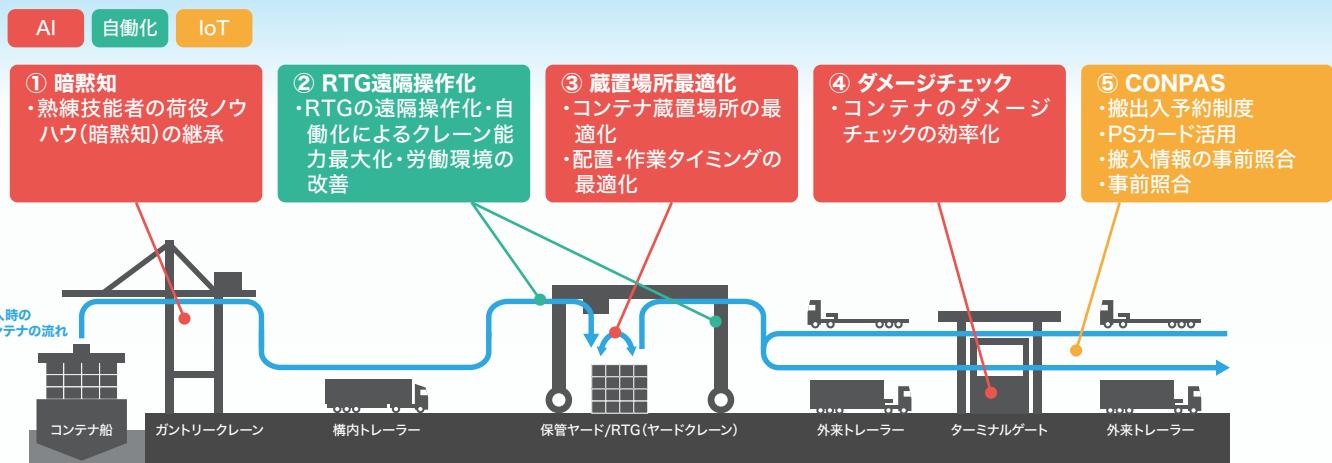
そういうのを1ブロックとして積み重ねることで、ある事業が1つのコマンドで全部自動でできるようになっています。そのデータをCIM(※2)に連動させれば、CIMには設計データをはじめ、過去の施工履歴、土質データ、その他さまざまなデータが紐づいてくるので、それを使って分析もう一つの大きな流れが、コンテナターミナルのデジタル化・自動化。世界的に進められている中で、現在日本はやや差をつけられている感があります。コンテナターミナル全体を企画するデベロッパーの不在が、その一因とも。「そこで、国交省が自ら音頭をとつて、新しい高機能のコンテナターミナルとはどうあるべきかということで『A-Terminal』実現に向けてのプロジェクトを動かしているわけです」

一気に形勢逆転を狙い、力を入れているのが荷役技術関連の研究です。まずはガントリークレーンの操作について。「海外では既に自動のガントリークレーンが稼働しているのですが、その能力は決して高くありません。日本の熟練クレーンオペレータなら1時間に50本ほど動かせるのに、自動のクレーンでは40本に届かない。海外のクレーンオペレータも同程度なので、向こうでは自動化したほうがいいわけです。日本の場合は50本取れないと自動化的意味がないといわれますが、機械の制御のみでは到底無理。では人間はなぜ、

※2 Construction Information Modeling/Managementの略。調査・計画・設計段階から「3次元モデル」と「属性情報」を導入し、その後の施工、維持管理をあわせて事業全体にわたる関係者間で情報を共有、活用して受発注者双方の業務効率化・高度化を図るもの。

## コンテナターミナルの高度化に支援技術の提案で貢献

しながら施工することもできるだろうと。これぞまさにサイバー施工! そういう時代に入りつつあると思います」



※国土交通省港湾局「ヒトを支援するAIターミナル」の取組を基に作成 (<https://www.mlit.go.jp/page/content/001324449.pdf>)

#### 「AIターミナル」実現に向けての取り組み

そんなに素早く操作できるのか。それが可能にしているのが『暗黙知』と呼ばれます。経験や勘などに基づく知識なんです。これをAIで抽出し、若い技術者に継承していくこと。暗黙知の抽出が可能になり、それを活用して自動化できたら、ガントリークレーンの分野では、日本はいきなり世界最先端になります。

次の課題がコンテナ蔵置場所の最適化。取りに来るトレーラーやトラックに効率的に引き渡すには、船から下ろしたコンテナをどうレイアウトして積み置けばいいかが重要な鍵になります。当然、早く取りに来るコンテナを上に置きたいのですが、トレーラーは順番には来ませんからね。ただ、一定の傾向はあるんです。荷主や品物、どちら来ているかといった、さまざまなコンテナの属性情報をデータベースで解析して、当てていこうという取り組みです。交通事情もあって避けられないターミナルゲート前の混雑の解消に向けては、ゲート処理を迅速化すべく、関東地方整備局が搬出入予約システム『CONPAS』(※3)を開発。全国展開を目指して試験運用が続けられています。(本誌8ページ参照)ディープラーニングと、このCONPAS、両方がある程度うまくいけば、かなり順番が合うようになるでしょう。もう一つ、コンテナのダメージチェックの効率化という研究課題も。

「コンテナに凹みや穴などがないか、ゲートを通過するときにチェックしているんですよ。現状では人間が目視で2分程度かけて行っているチェックを10秒で完了することを目標に、自動化システムの研究開発を行っています。レーザー計測とAIによる画像解析を組み合わせた方法を試しているところ。CONPAS導入によって、1Dがしつかりしていればゲートで止まる必要がなくなると、最後に残るのがこのダメージチェック。これを素早くすることで、トレーラーがゲートに留まる時間を減らせるわけです」

#### 新技術導入による機能向上をシミュレーションで評価する

本当にこれら的新技術を導入することでターミナル全体の機能が高度化されるのか、バランスはとれるのか、そのシミュレーションもまた、港空研が担当しています。

「これから整備が進められる横浜港新本牧ふ頭地区を舞台に、CONPASと遠隔操作のRTG(※4)などを配置したシミュレーションを回し、導入効果の評価手法の提案を行っています」

日本がこれから目指すのは、海外に輸出できるような新型コンテナターミナルの計画技術。

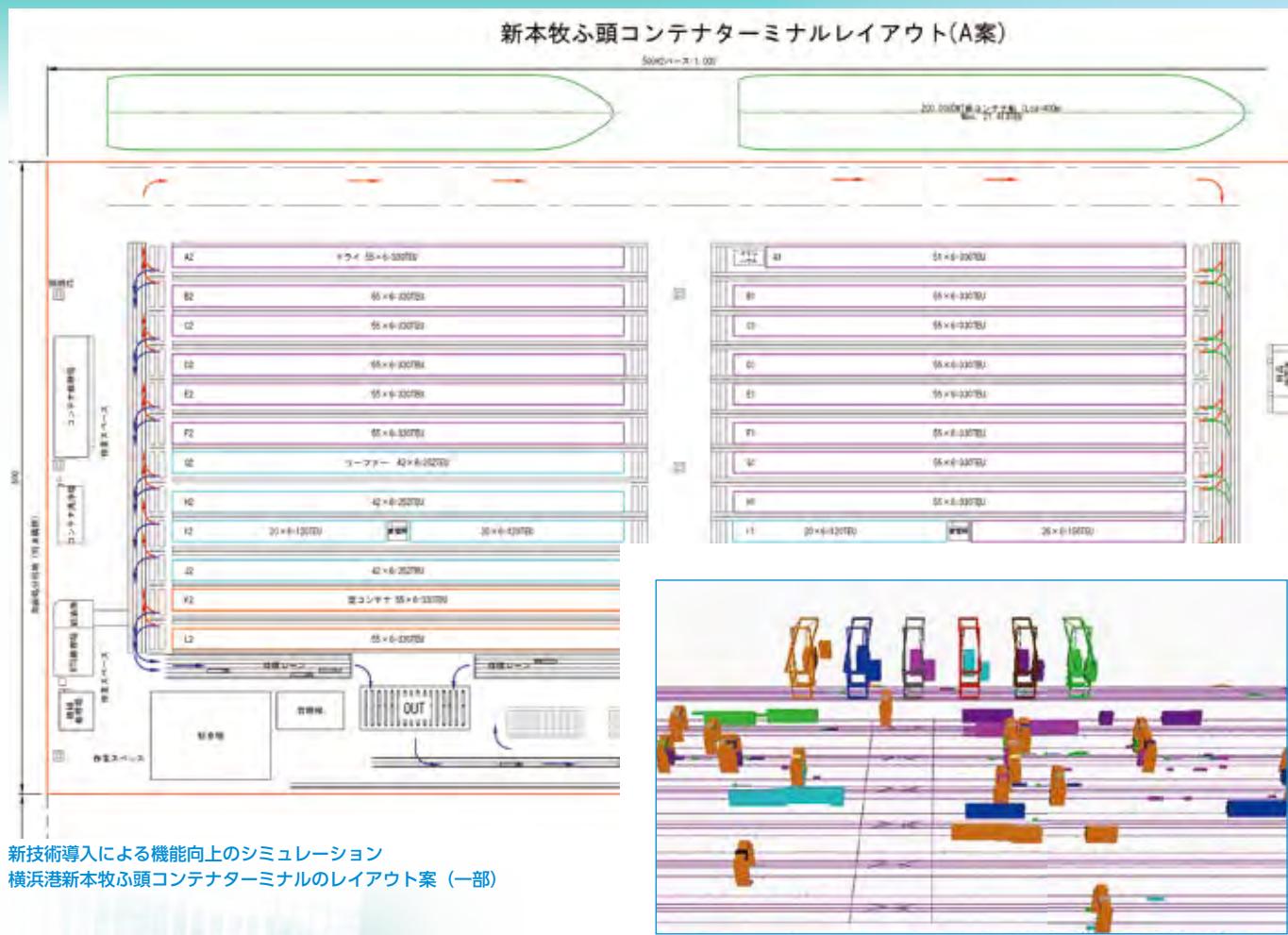
「PIANC(国際航路協会)が自動化ターミナルの造り方のガイドブックを出しますが、これには、例えば土地の形が決まっている場合の計画の仕方、既存のコンテナターミナルを自動化に改造するやり方まで、ケースごとに分けたプランニングの方法が載っています。海外のコンサルが中心につくったもの。ここまでできるようになっているんですね。日本としては、この国際標準に倣つたうえで、なつかつAで最先端の効率を追うシステムを入れたものを最高のターミナルといふことで売り出したい。そのためには、まず国内に造って実証してみせないといけないわけです。まずはターミナルのモデル化の手法を取りまとめ、基準の参考資料になるようなものをつくりないといけない。それも、われわれがこれからやらなければと思っています」

コンテナターミナルの運用支援技術は、それぞれに実験が進められ、あちこちで導入されていくと思われますが、すべてを盛り込んだ全部自動のコンテナターミナルとなると、できるのはまだ先の話。

「あと、それ以外の環境も整備しないといけません。日本の場合は道路が貧弱なので、そういうのも。交通をいかに制御するか、現実的にはそちらを急がないといけないんじゃないとか個人的には思いますね。フェリーターミナルとの連携も検討したほうがいい。下

※3 Container Fast Pass の略。コンテナターミナルのゲート処理等の効率化やセキュリティの向上を目的としたシステム。

※4 Rubber Tired Gantry Crane の略。コンテナターミナルにおける荷役機械の一つ。コンテナヤード内のコンテナを運搬するときに使われる巨大な門型のクレーン。



新技術導入による機能向上のシミュレーション  
横浜港新本牧コンテナターミナルのレイアウト案（一部）

ろしたコンテナを別の港に運ぶ場合、いまは内航コンテナ船に積み替えます。が、フェリーにシフトしていく可能性は大きいあります。フェリーはスピードが速く、トレーラーと同じくらい機動性が高いので。うまく噛み合えば、いわゆるモーダルシフト（※5）が急速に進むかも。今年度中に構築が予定されている港湾関連データ連携基盤などを活用して手続きを簡便にし、ダイレクトにコンテナがフェリーに乗つかるようなイメージで行えると全然違うと思います。せっかく海に囲まれているのだから、活用しない手はありませんよね」

### 人間にフィットする支援技術の開発を

日本のターミナルの効率は、現状でも決して悪くない、むしろクオリティ

化には大きなメリットがあります。「屋外でないところでオペレーションができるので、オペレーターは、例えば身体が頑健でなくとも大丈夫。事務所での遠隔操作になることで、いわゆる‘3K仕事’から‘K’が取れますよね。日本も世界コンテナ港ランキングの順位こそ落としていますが、貨物は減っているわけではなく、横這い、なに少しずつ増えているわけで、労働者の需要は今後ひつ迫してくるはず。現場は通勤しづらい場所もありますから、そういう意味でも遠隔操作化というのは効くと思います」

日本のコンテナターミナルの作業はマンパワーが物を言う部分が非常に多く、例えばコンテナヤードのレイアウトにしても、コンピュータが計算した配置はなかなか受け入れられないのかとか。

「現場のほうがNGを出して、現場の人を考えた積み方に変更されることがほとんどのようにです。同じ条件で実験するのが難しいので、どちらが正しいか、効率的かは実際のところわからないうことから考えても、単純に自動化というのではダメで、人間にフィットするかどうかが大事なんだと思いませんね。もうちょっとラクになるように、人間にとつて損でつらい部分はコンピュータがやる。そういう置き換えになるのではないでしようか」

※5 自動車による貨物輸送を、大量に運べてかつ環境負荷の小さい鉄道や船舶での輸送に転換すること。CO<sub>2</sub>排出削減の取り組みの一つとして1997年頃から注目されるようになった。

## マシンガイダンスから遠隔操作式水中バックホウへの展開 視覚情報が得られない 水中での施工を遠隔操作で！

これまで潜水土の手作業に頼ってきた港湾工事の水中作業。

そこにICT（情報通信技術）を活用することで、

安全性と生産性の向上につなげようという検討が進められています。

運転席モニタに作業情報を逐次表示する「マシンガイダンス」技術の水中バックホウへの適用からスタートした研究は、

満を持して、いよいよ目標とする遠隔操作化の段階へ。

研究のあらましと今後の展望を

ロボティクス研究グループの平林丈嗣主任研究官に取材しました。



新技術研究開発領域  
ロボティクス研究グループ  
平林丈嗣主任研究官

であります。このうち3番目の「施工」に注目。電子情報を用いて高効率・高精度な施工を実現する「情報化施工」の水中版を実用化し、遠隔操作できるところまでもっていこうというのが、

今回の開発の趣旨なんです」と、平林丈嗣主任研究官。

情報化施工技術の一つにマシンガイダンスがあります。設計図面や機体の姿勢情報など、操作に必要な情報を運転席に表示し、オペレーターをガイドするシステム。これを水中バックホウに適用する研究が、2016年から始まりました。

「水中作業情報呈示システム（水中版マシンガイダンス）を用いることで、作業範囲や、バケットの刃先と基準との差を、オペレータがモニタを見て確認できる。目視確認が難しい水中での補助となります。『マシンをガイドする』という目的自体は陸上の建設機械のそれと大きくは変わらないのですが、水中という環境なので、使いません。例えば、海中だと電波が通らないためGPSは使えない。濁りなどによって光学測量機の使用も制限されます。なので今回は、音響測位装置など、水中で使えるセンサの選定

### 水中という環境に適応する マシンガイダンスを

港湾工事における水中作業のなかでも、とくに潜水士にかかる負担が大きかったのが、防波堤や護岸などのマウンドとなる基礎捨石の均し作業。水中バックホウは、その潜水土作業の代わりを担うべく、1995年頃から実用化された水中専用建設機械です。

それでもなお、水中バックホウのすぐ近くでは、別の潜水士が常に動き回って叩く範囲を指示するといった作業が必要。潜水土不足が危惧されるなか、その解消と、安全性・効率性の向上を目的に、ICTの適用が検討されるようになりました。

### 水槽実験からドック、そして実海域 運用試験を重ねて実用化へ

機体に設置したセンサの信号をLANケーブルで陸上に転送。PCで処理し、作画されたCGが運転席モニタに映し出されます。

「俯瞰図・断面図・上面図の3種類の画面を切り替えて表示します。メインとなるのは断面図。三次元設計データからバックホウの正面方向の断面地形を切り取って、リアルタイムで表示するのです。設計断面のラインが出るので、オペレータはこのラインを目標にして作業することに。一方、俯瞰図では施工範囲および周辺の既存構造物との位置関係が確認できるので、透明度が低い状態での安全性の向上が図れます。上面図は、断面形状を計測するソナーで得た地形を表示。凸凹の位置や形状を認識する場合に使

総合的な実験としては、その10倍サイズの京浜港ドックに対象地形を設置し、計測の精度などの検証が行われました。

「これを2016、2017年とやって、水槽と

ドックできちんと動くことを確認。ただ、それらはあくまでも実験なので、実用化の際に問題点がないか確かめるために、2018年、内閣府沖縄総合事務局平良港湾事務所の協力を得て、実際の施工現場で、実機に搭載しての運用試験を実施しています。均し作業で視界が濁つても、バケットの高さやバケット背面角度がわかるので効果的だ、

搭乗した潜水士さんの評判も上々。問題点や課題点も抽出し、改良につなげることができました」

### 要素技術を統合し、 遠隔操作化に取り組む

有人バックホウの実海域での運用試験を終え、水中マシンガイダンスの実用化が見えたわけですが、目標はあくまでも遠隔操作。

「マシンガイダンスで運転席に表示している作業情報は、ほぼ同じ形で遠隔操作でも使うもので。なので、まずは基本となる部分だけを先行

### 水中作業情報呈示システム



目視確認が難しい水中での作業  
(水中バックホウの近くで別の潜水士が作業を指示する)



運転席の水中モニタ  
(設計図面や機体の姿勢情報など操作に必要な情報が運転席に表示される)

幅10m×長さ30m×水深6m）で実施。さらに

※ 国交省が進めている、建設現場にICTを活用しようという取り組み。これによって建設生産システム全体の生産性向上を図り、魅力ある建設現場を目指している。

「遠隔操作によって作業効率が上がるとは、私は」というイメージでとらえていただければいいかと。マシンガイダンス・本均しアタッチメント・外界計測が、遠隔操作化の三要素になっています。本均しアタッチメントは、遠隔操作の際には細かい操作が難しいだろうということです。叩いて締め固めるような支援機構。外界計測は、マウンドの形状を三次元データとして計測する要素技術です。2017年、2018年と並行して開発を行ってきたこれらの要素技術を統合し、2019年からいよいよ遠隔操作の試験を開始しています」

2020年1月に、平良港のケーソン仮置きマウンドで行った均し試験では、水中は無人の状態に。目標の範囲できちんと均せたことが確認できましたといいます。これを用いて今年度、遠隔操作の支援システムとして実海域で試すことを計画中。

### 水中作業情報呈示システムの試験



水中バックホウ投入状況（京浜港ドック）



作業状況（平良港）

運転席モニタ（平良港）

ば一日あたりの量は増えるのではないかと考えています。それから、作業者の安全の向上も。遠隔操作による細かい作業というのは現状ではなかなか難しく、人間の代わりとなるには、支援するような装置がまだまだ必要。実際にどれくらい使えるものか、水中バックホウを保有している会社に協力いただいて確かめているという状況です」

### 日本独自の水中建設機械による高いステージに

実は、水中建設機械というのは日本独自の進化を遂げたもののなか。

「例えば水中バックホウには、均し作業だけではなく汎用的に使えるという利点も。堆積土砂を飛ばすイジェクタ（噴出装置）や、岩盤掘削用のブレーカ（破碎機）、浚渫ヘッドなど、作業に

は思っていないんですよ。では何が狙いかといふと、作業時間自体が延長できるのではないか」と。機械だけ水中に入れるのであれば、多少の潮流や波浪による作業休止率は下げるはず。あとは、まだ現実的ではあります。ま

りませんが夜間工事もあり得ますよね。多少効率が落ちたとしても、作業時間の延長によってトータルで見れば一日あたりの量は増えるのではないかと考えています。それでも、遠隔操作による細かい作業というのは現状ではなかなか難しく、人間の代わりとなるには、支援するような装置がまだまだ必要。実際にどれくらい使えるものか、水中バックホウを保有している会社に協力いただいて確かめているという状況です」

「まだまだ先の話ではありますが、個人的には十分可能だと考えています。挑戦していきたいですね」

水中バックホウと並行して、桟橋上部工点検用ROVの研究開発も担当している入所6年目の喜多司研究官は、水中という環境の特殊性についてこう語ります。

「陸上と違って、水中で使えるセンサはものすごく限られているんです。数が少ないうえに精度も悪い。陸上でできることを水中に持ち込んで、そのままできるかというと全然そうはいきません。まずそこを理解していただきたい。そういう難しさを乗り越えて、開発に取り組みたいです」



喜多司研究官（左）、高尾俊輔研究官（右）

### 水中作業情報呈示システム 遠隔操作の試験



運転席の映像（水中は無人）



船上操作室



試験に協力いただいた皆さん

応じていろいろなアタッチメントが開発されています。いまは均し作業を対象に開発を進めていますが、いずれは幅広い作業のマシンガイダンスおよび遠隔操作が可能になるでしょう」

水中マシンガイダンスのシステムとして、A-Iを使って水の中の状況を認識しようという動きも。「水の中の映像をA-Iに学習させて、どういうふうに見えたたら実際はこうなっているということがわかるようになれば……。オペレーターとしてもCGより実際の映像を使ったほうがわかりやすいと思うので、音響にこだわらず、使えるそななものについては貪欲に調べていこうと考えています」

# 情報通信技術を活用した実証 横浜港 南本牧ふ頭における AIターミナルの実現への取り組み

AIターミナル実現に向けての実証が行われている

横浜港南本牧のコンテナターミナルを訪ね、

「CONPAS」の試験運用や、その他の取り組みについて伺いました。



国土交通省 関東地方整備局 港湾空港部  
クルーズ振興・港湾物流企画室

室長 大野 勉さん

2018年7月、国土交通省港湾局は港湾における中長期政策「PORT 2030」を公表しました。これは2030年頃の将来を見据え、日本の経済・産業の発展と豊かな国民生活のために港湾が果たすべき役割や港湾政策の方向性などを示したものです。

その施策の一つとして、大型コン

テナ船増加に伴う着岸時間の増加や、少子高齢化による将来の港湾労働者不足が深刻化している状況を踏まえ、「AIターミナル」実現に向けた取り組みが行われています。AIターミナル政策は、各種実証事業を経て世界最高水準の生産性と良好な労働環境のAIターミナルを実現し、コンテナターミナルの作業効率を向上させることを目的としています。これを受け、関東地方整備局では新・港湾情報システム「CONPAS (Container Fast Pass)」の試験運用などが進められています。

今回は、国土交通省関東地方整備局港湾空港部クルーズ振興・港湾物流企业室 大野勉室長に、横浜港南本牧のコンテナターミナルで行われている実証や今後の課題などについてお話を伺いました。

CONPASは、情報通信技術による貨物情報・ドライバー情報・車両位置情報共有し、ゲート処理やヤード内の荷役作業の効率化を図るシステムで、2018年1月から計7回の試験運用が行われました。

CONPASを活用することで何ができるようになるかというと、まず1つ目は『搬出入予約制度』です。トレーラーは朝夕に集中してしまいます。これが、予約制を導入することで分散・平準化させることができます。2つ目はトレーラーの出入り管理を行う『PSカードの活用』です。従来の方法はトレーの運転手が受付でコンテナ番号を入力しますが、ワントッチで入场処理できるPSカードを使うことで、ゲート部でかかる時間を約2割削減することができました。3つ目は搬出入レーラーの運転手が受付でコンテナ番号を入力しますが、ワントッチで入场処理できるPSカードを使うことで、情報の事前照合』で、コンテナがゲートに到着する前に搬出入情報を照合することができます。3つ目は搬出入情報の事前照合』で、コンテナがゲートに到着する前に搬出入情報を照合することで円滑なゲート入场が可能になります。4つ目は『車両接近情報の活用』です。事前に到着トレーラーがわかるので、コンテナを取り出しやすい位置に移動するなど事前準備ができるようになります。

CONPASは以前から課題となっていて、問題解決に向けて横浜港南本牧ふ頭でCONPASの実証を行っています。コンテナターミナルの待機時間短縮を図ることで、コンテナ輸送の効率化、生産性を向上させることができます」と大野室長。

CONPASは、情報通信技術による貨物情報・ドライバー情報・車両位置情報共有し、ゲート処理やヤード内の荷役作業の効率化を図るシステムで、2018年1月から計7回の試験運用が行われました。

CONPASを活用することで何ができるようになるかというと、まず1つ目は『搬出入予約制度』です。トレーラーは朝夕に集中してしまいます。これが、予約制を導入することで分散・平準化させることができます。2つ目はトレーラーの出入り管理を行う『PSカードの活用』です。従来の方法はトレーの運転手が受付でコンテナ番号を入力しますが、ワントッチで入场処理できるPSカードを使うことで、情報の事前照合』で、コンテナがゲートに到着する前に搬出入情報を照合することで円滑なゲート入场が可能になります。3つ目は搬出入情報の事前照合』で、コンテナがゲートに到着する前に搬出入情報を照合することで円滑なゲート入场が可能になります。4つ目は『車両接近情報の活用』です。事前に到着トレーラーがわかるので、コンテナを取り出しやすい位置に移動するなど事前準備ができるようになります。

CONPAS導入によって港で働く方々の仕事を増やしてしまうようでは意味がないといけませんから、運用ルールをうまく決

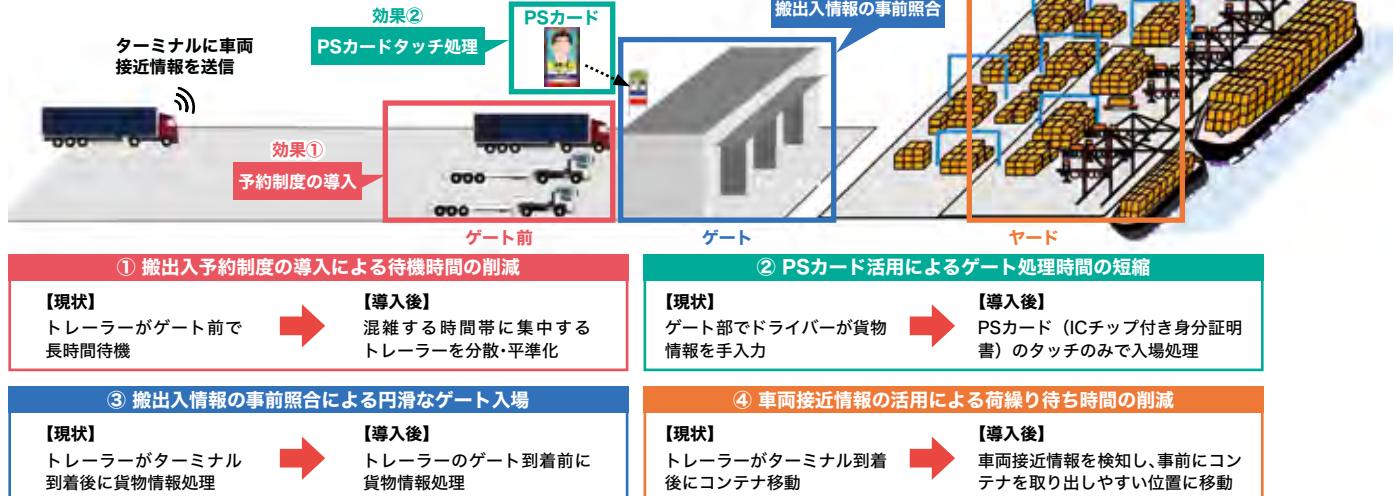
## CONPASの試験運用



## CONPASのしくみ



南本牧ふ頭MC-1、2コンテナターミナルの搬入ゲートの様子



※ 国土交通省 関東地方整備局 ゲート前待機の解消に向けた取組（CONPASの導入）の図を一部加工

GWに予定されていた8回目の試験は中止になりましたが、CONPASは今後、横浜港の他のターミナルや、阪神港など他港でも展開していく予定です。

※ 國土交通省 関東地方整備局 ゲート前待機の解消に向けた取組（CONPASの導入）の図を一部加工

遠隔操作RTGの導入実証

コンテナターミナルでの荷役能力を上げ、将来的な労働力不足にも対応していくことができるよう、「荷役システム高度化実証事業」も行われています。

「昨年、遠隔操作RTG導入の支援制度

度

が、名古屋港鍋田ふ頭コンテナ

ターミナル遠隔操作RTG導入事業が採択されています。

従来の有人RTGはクレーン

人が乗って操作しますが、

遠隔操作RTGは事務所で画面を見ながら遠隔操作できます。

トレイラーから蔵置場所にコンテナを下ろす場合は、

トレイラーに積まれたコンテ

ナをオペレータの操作で掴み、持ち上げ、自動で蔵置場

所に移動し下ろします。また

蔵置場所からトレイラーにコ

ンテナを積む場合は、自動で

蔵置場所のコンテナを掴み、

持ち上げ、トレイラーまで移

動し、オペレータが待つてい

るトレイラーにコンテナを下

ろします。クレーン上ではト

イに行くにも不自由して

いましたから、労働環境の改善にもなります。2016年

度から3年間、横浜港と神戸港で実証実験を行い、遠隔操

作RTGの導入環境を整えることがで

きました」

この他、荷繰りの最小化や蔵置計画を提案するシステムの構築などのAI

を活用したターミナルオペレーション

最適化実証や熟練技能者の荷役ノウハウの継承、外来トレーラーの自働化などをAI政策として進められています。

最後に、横浜港新本牧ふ頭で行われている新規事業について伺いました。

「現在、港空研の吉江特別研究室幹に

協力いただいて、物流シミュレータ『AutoMod』をカスタマイズした

平成26年度完了の汎用コンテナターミ

ナルシミュレータを活用して、コンテナターミナルの運用を定量的な数値で評価する研究を行っています。『Aut

oMod』は以前から吉江さんに研究

していただいている、南本牧のターミ

ナルの計画も手がけていただいていま

す。これまでMC-1、2ターミナルで

CONPASや遠隔操作RTGなどの

試験運用を行ってきましたが、今後は

MC-3、4でも運用を行い、それらの

A政策で効率化させたデータや結果

を新本牧の条件設定に反映して、最終

的にはターミナル計画の提案まで実施

していく予定です」



遠隔操作RTGによるコンテナの積み下ろし実験の様子



遠隔操作のイメージ

## 人に優しく、世界をリードする 「サイバーポート」の 実現を目指して

施策を主導する国交省港湾局をはじめ、それぞれの立場から  
コンテナターミナルの自動化・AI化というミッションに挑む4名が集合。

取り組みの経緯や、世界の趨勢、日本の課題、  
分析に活用している物流シミュレータ「AutoMod」のことなど、  
目下推進中のサイバーポートについて伺いました。



一般社団法人  
港湾荷役機械システム協会  
専務理事 白石哲也さん



国土交通省 港湾局 計画課  
企画室長 上原修二さん



アプライド マテリアルズ ジャパン株式会社  
AGS Japan事業部  
Automation Products Group  
シニアコンサルタント 高嶋玲子さん



港湾空港技術研究所  
吉江宗生 特別研究主幹  
(新技術研究開発担当)

## 日本の港が抱える課題を サイバーポートが解決

**上原** いまサイバーポートが求められている理由の一つに、人口減少や少子高齢化といった問題があります。港湾荷役の現場でも、人材確保が難しくなっているという現状がある。そんななかで、港での労働環境の改善が求められるというのが一つの大きな柱です。もう一つが生産性というところ。世界的にコンテナの取扱量は右肩上がりに伸び、コンテナ船もどんどん大型化。船会社同士が提携を組むようになり、寄港する港を減らしていく。いるなか、コンテナ船にしつかり日本の港に寄港してもらうためには、港の生産性向上は急務といえます。そのために、A-Iなどを使った港が求められているわけです。

**白石** コンテナターミナル自動化の先駆けはオランダのロッテルダム港。1993年で役はAGV（自動搬送台車）が実施し、陸側では有人トレーラーが稼働。自動化工riaと有りアリアを完全に分ける形に。ヤードクレーンは、日本ではほぼ実施事例がないレール式。レールを使って海側から陸側へ、陸側から海側へとクレーンがコンテナを運ぶという形ですね。このレール式ヤードクレーンを使った自動化ターミナルが、海外では以降ずっと進められてきた。そこに一石を投じたのが、2005年に名古屋港で完成した飛島ふ頭南側コンテナターミナルです。こちらは岸壁に対してコンテナを平行に配置。なおかつ世界で初めて、本来遠隔自動には向かないといわれていたゴムタイヤ式のRTGを用いて自動化ターミナルを実現しました。いまの日本の自動化は、非常にレベルの高い部分と、海外に後れをとってしまっている部分に、二極化

している状態かと。ただ、総じていえることですが、海外はコンテナターミナルの自動化に非常に積極的になっています。

**吉江** いまA-Iを使って自動化を進める方々も非常に優れた技術を持つ人が多く、作業効率もいい。経験値によるノウハウを溜め込んでいるんですね。コンピュータで計算してコンテナ移動位置の指示を出すシステムもあるのですが、彼らの能力はこれを超えている。

ガントリークレーンの運転も、海外の自動化の事例だと1時間で普通30本台ですが、日本人のオペレーターがやると1時間に50本も船から荷を下ろしてしまう。人間のほうが速いんです。それが人間の持つている「暗黙知」と呼ばれるノウハウ。これをA-Iで抽出して、次世代に伝えていく。あるいはシステムの中に取り入れていくことが目標になります。おそらく日本のコンテナターミナルは、この非常に高度なマンパワーと、コンテナターミナル 자체が知能を持って判断する部分との、ハイブリッドなものになっていくんだろうと思いますね。

## 自動化・A-I化を下支えする 「AutoMod」という存在

**上原** 現在、国交省港湾局は「ヒトを支援するA-Iターミナル」という施策を行っています。これは大きくいうと、労働環境の改善と世界最高水準の生産性を目指すもの。具体的には、まずRTGといわれる門型クレーンの遠隔操作化。これについては既に実施に移っています。CONPAS。これは事前予約システムや搬入票の電子化など、コンテナターミナルの渋滞解消のための取り組みで、現在試験運用中です。また、A-Iを使ってコンテ

ナの置き場所を最適化し、コンテナターミナル内のオペレーションを効率化。最終的にはゲート通過時のコンテナのダメージチェックまで、A-Iを使って生産性を上げられないかと。人を大事にという観点では、先ほど話題に出た熟練ガントリークレーンオペレーターの技能の暗黙知をA-Iで継承していくことを

試み也要になります。

**高嶋** コンテナターミナルの自動化は、静的な計算だけしてトライするには、投資額が大きすぎる。可能な限り正確にしたものを見ることで動的に再現して、これならいけるといふ確信を持つてから実施に踏み切りたいんですけど。そういう意味でいうと、いま日本のコンテナターミナルがマニュアルから自動化へ移行しようとする過程で、何らかのシミュレーションを行うということは、すごく大きな意味があるんです。シミュレーションを行うにはさまざまな製品がありますが、Automodはもっともフレキシビリティが高いソフト。プログラムを書くなど一つひとつ自分でつくり上げていくような専門性の高い製品ですが、これから新しいものを目指す方には非常に向いていると思います。

**吉江** 既にいろいろな港でシミュレーションさせていただいているところです。例えばゲートの位置については出口を一つ増やしたり、ゲートを開けている時間を少し延長しただけでも非常に渋滞が減る、とか。最近ではCONPASや、RTGを遠隔操作化したときどうなるかといったことも取り入れて、シミュレーションして評価しています。

**高嶋** 難しいのは、船もトレーラーも定刻に来ないのでプログラム通りにはいかない点ですね。ただ、そういうなかでもリスクを見込んだうえでの作業効率は、シミュレーションで計算可能なはず。効率を上げていくためのシミュレーションを行っていくことはできるでしょう。熟練技能者の暗黙知を生かして

いくといった日本なりの特性・特長については、それを打ち出すメリットを数値的に抑えたうえで挑まなければいけないと思う。イメージを確立させてシミュレーションに落とし、どのくらいの効率アップが目指せるのかを動的に計算することには、大きな意味があると思います。

**吉江** AutoModのシミュレーターの非常に大きな機能として、シミュレーションの状態を三次元のアニメーションで見られることが挙げられます。つまり、実際に新たなシステムを入れたときの現場の状態や荷役機械の動きを、リアルスピードでも速度を速めても再現して見せることができます。これら現場の方にも導入の意義を理解していただけるし、また、定量的な評価が出るのでメリットも感じていただきやすい。実際に、港運の会社に見ていただいた結果、「こちらにもゲートを造ろう」というような話が進んだ事例もあるようです。

**上原** 先ほども話に出たCONPASといふ渋滞解消を目的とする取り組みも、ITを使って予約システムや搬入票の電子化を行うだけではだめなんです。ゲートの対応レーンをトレーナーにするか、スペースの確保はどうするか、ハード面の改善もやりつつ進めていく必要がある。現場で実際に仕事している方々と意見交換しながら試験運用を徐々にやっていくことが、非常に大事だと思ってます。「ヒトを支援するA-Iターミナル」ですから、まず人を大事にして、マンパワーの良さとA-I・ITの良さ、両方を活かしたターミナルにしていく。現場に寄り添った取り組みをしていくのが課題。トレーナーのゲート前待機については、2023年度中にほぼ解

消するというのを一つの目標にしています。

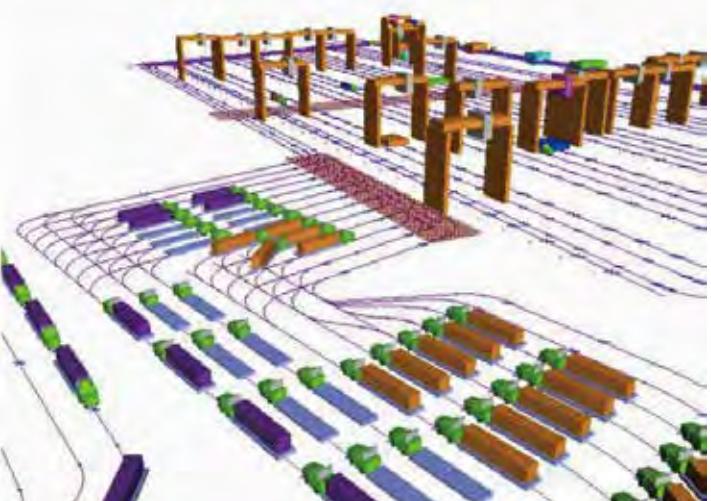
**白石** 「ゲートで渋滞しています」と聞くと、

それは手続きに時間がかかっていると考える  
のが一般的ですが、実はそうじゃないケース  
もある。例えば輸出用コンテナなら、どこに  
置くかという割り当てが決まらずに待つて  
いる場合も。最終的なコンテナ船への積載を想  
定しながら決めないといけないので、非常に  
時間がかかるんです。だからゲートの手続き  
は済んでいるのに中に入れない。シミュレー  
ションも大事ですが、どこが原因で渋滞して  
いるかきちんと分析していく必要があるで  
しょうね。このヤード内の輸出コンテナの配  
置決めというのは、本当に緻密な作業なん  
です。一方、船からコンテナを下ろしたときに  
どう積んでもくと渡しやすいか、こちらを現  
在、A-Iを使ってやろうとしている。いまも  
一応プランニングのためのプログラムは動い  
ていますが、最終的に決定を下しているのは  
人間です。

**高嶋** 人間の勘と経験をプログラム化する  
のは非常に難しい。とはいえるもちろん超能力  
ではないので、ある種のデータはその人の中  
にあって、そのデータをもとに、何がしかの口  
ジックで計算しているんだと思うんですよ。  
そこを緻密に分析すれば、ドンピシャじゃな  
くともそれらしいプログラムは組めるはず。  
いま日本では勘と経験を十分に蓄積した人た  
ちが高齢化し、次の世代が育っていない状態。  
この危機を救うためには、誰かがそれを聞き  
取って、ノウハウをきちんとソフトウェア化  
していく必要があると思います。

## 労働環境を劇的に変える 自動化・遠隔化の可能性

**白石** いま日本で盛んに話題になっている遠  
隔操作化ですが、世界ではガントリークレー  
ンを遠隔操作化しようという動きが2015



AutoModによるシミュレーションの例

年頃からありました。1台のクレーンを1人  
のオペレーターが運転するのですが、地上50  
mの高さの運転席まで上がらずに、部屋  
中からの遠隔操作が可能に。最初はロッテル  
ダム港あたりから始まり、現在では中国や  
オーストラリアでも採用されています。これ  
なら非常に誰かにアドバイスを求めたり、  
交代することもできる。ずっと下を見続けて  
腰や首を傷めることもない、オペレーターとし  
て助かる話です。人は減らさず労働環境は改  
善する、非常に良い技術なのではないでしょ  
うか。人への支援といった観点からも、遠隔  
操作化は進めたほうがいいと考えています。

**吉江** 日本が持っている技術のなかで、現在世  
界で戦えるものの一つに、トレーラーの自動運  
転技術があります。例えば埠頭間の移動に専用  
の道路を造り、そこを自動運転で動かしたら、  
一度も陸を通過しないので、まずその部分の交

通量が減らせる。また、自動運転な

ら緊急時は一斉に止まるので、専用  
道路ではほとんど車間距離が要ら  
ない。つまり、人間が運転する道路

よりも大量の交通量を入れること  
ができるわけですよ。しかも夜間の  
移動も可能になり、時間帯が分散さ  
れるから渋滞が減る。これも一つの

解答ですね。そんなシステムを導  
入できれば。

**上原** 自動運転については「ヒト  
を支援するA-ターミナル」の施  
策の中にも。渋滞の列についたら  
自動モードにしてちょっとドライ  
バーに休んでいただき、しばらく  
自動で追随してゲートを通過でき  
る自動運転といった取り組みも、  
一つのメニューとして今年度から  
実証実験を始めています。こう  
いったことも含めて、いまの日本

の技術の強みをうまく活かしてコ  
ンテナターミナルの労働環境の改善を進めて  
いかなければいいなと。

**白石** 日本には現在、300基弱のコンテナ  
クレーンがありますが、その25%が設置から  
20年以上経ったもの。いかに故障診断を効率  
的にやってターミナルが止まらないようにな  
るか、そういう予防保全の研究も、いま実  
証しているところです。また、自動運転の話  
で付け加えると、従来の自動搬送はAGVが  
上に載せて運ぶのがメインでしたが、エネル  
ギー的にもやはりリシャーシを引っ張るほうが  
効率的かなとも。もう一つ、個人的に興味を  
持っているのが立体倉庫ですね。2011年  
に東京港の大井ふ頭で造られたのですが、通  
常3~4段積みのところ7段まで積める。垂  
棚のようになっていて、これなら下のコンテ  
ナも積み替えなしで直接取れます。ただ、一  
般的な建物と同じく建築基準法が適用され



ため、現状では構造物自体に非常にお金かかるのがネック。例えば港湾特区のような形で、用途を絞つて許可されるような形になればと思いますね。コロナ禍で中止になりますよ。最終的には4,000の棚造るといふことで、着々と整備が進んでいる。

**吉江** 日本は地震国だから耐震設計が厳しいんですよね。同じインフラでもコンテナ

ターミナルは典型的な経済インフラなので、

1000年に1回の地震に備えるといった枠

から外していくような考え方もあるはず。た

だ、そのときに必要なのは経済的に見合うか

どうかという話。どのくらい効率よく取り扱

えるかを、数字で詰めていかないといけない。

するとやはりここでもAutoModの出番

です。このシミュレーションソフトが工場の

設計などでも使われているのは、まさにそ

ういうことなので。

**高嶋** 実際この投資をして合うのか合わない

のか、もっと搬送数を上げたほうが合うのか

合わないのか。経営的な判断としては妥当な

のかまで含めたシミュレーションが可能です。

**吉江** AutoModのシミュレーション

のいいところは、荷役クレーン1台1台が

ちゃんと働いているか否かまでモニターでき

る点。うまく荷物が回せてない、このクレー

ンまで荷物が来れない。そんな事も一目瞭然

です。逆にいうと、もっと安いクレーンでも

よかつたなどクレーンのスペックに関しても

検討できる。そういったスペックデータにつ

いては白石さんのところ（港湾荷役機械シス

テム協会）にご協力いただいています。トロ

リーが動くスピード、吊り上げられるスピ

ードなどのデータがます必要。そういう一つひ

とのデータが積み重なったものがシミュ

レーションの結果として出てくるわけです。

**白石** われわれは港湾管理者のクレーンの基本設計などもお手伝いしていますからね。コンテナごとに違つてくる巻き上げ・巻き下げにかかる時間や移動速度など、基本のデータを提示できます。

**吉江** データが重要ですよね。そのデータ次第で、答えが間違つてしましますから。

**上原** 日本のサイバーポートを

世界に売り出すために

**吉江** この試みは、いざれビッグデータ化し

ていくもの。国交省が管轄する港湾構造物の

データベース（BIM/CIM）ともリンク

されます。そうすると、例えば災害発生時、

そのターミナルが使えるか否かという判定

も即座にできる。いざというときも物流を止

めないという方向の、基盤となるビッグデータになつていくでしょう。わが国にとって非

常に重要なインフラになつていくはずです。

そここのターミナルが成り立つて行くんじやない

らい！ 個人的には「港湾関連データ連携基盤」にすぐ期待しています。そもそもデータ

連携基盤」と、「ヒトを支援するA-ターミナル」がセットになったもの。全体を電子化・

A-化して効率化していく。大変ですが、それをやらないきやいけないと思っています。

**吉江** この目標です。こうして展開した港とタイ

アップできれば、日本の港に貨物を集めるこ

とにもつながる。政策として、より厚みが出

てくるはずです。多くの航路に就航してもら

うために、いま国際コンテナ戦略港湾政策で

は、3つのCが大事な視点だと考えています。

まず「Cargo Volume（貨物量）」がたくさん

あること。そして「Cost（コスト）」と

「Convenience（利便性）」。サイバーポート

のような取り組みで、この3つのCを備えた

港にしていくことが重要です。

**吉江** さきほどデータが大事だという話を

しましたが、データに関して國主導の取り組みも進められていますね。

**上原** はい。ここまで「ヒトを支援するA-

ターミナル」の話をしてきましたが、サイ

バーポートを目指すうえではもう一つ、「港

湾関連データ連携基盤」の構築という重要な

書類のやりとりをすべて電子化し、すべての

思つても、企業秘密もあつて、港内で物が動

いているデータが得られないということそも

の一因。「港湾関連データ連携基盤」で少しお

うんじやないかと期待しています。

**高嶋** 正直このミッションに携わるまで、港

湾についてほとんど考えたことがありませんでした。でもいざ知つてみると非常に重要な

經濟の基盤がこれたどいつても間違いない

らい！ 個人的には「港湾関連データ連携基盤」にすぐ期待しています。そもそもデータ

連携基盤」と、「ヒトを支援するA-ターミナル」にして、A-化も自動化もなし得ない。シミュレーションするにしても研究するにしても、まず必要なのはデータです。この基盤の上に、日本の将来のコンテナターミナルが成り立つて行くんじやない

かと思います。

**上原** 「港湾関連データ連携基盤」にしても、「ヒトを支援するA-ターミナル」にしても、非常に期待感が高いということは、われわれ

もひしひしと感じている。いまこそサイバーポート実現のときだと思います。

**白石** コンテナターミナルを評価する指標

もいろいろあると思うので、有用なものは何かとか、そのあたりについても港空研で検討

していただけます。

**吉江** やることがこれだけたくさんあるの

に、この分野を学際的に研究している人ってほんдинないんですね。研究しよう



※ドバイに本拠を置く港湾管理会社。UAE政府系持株会社ドバイ・ワールドの子会社である。

吉江宗生特別研究主幹が執筆に参加

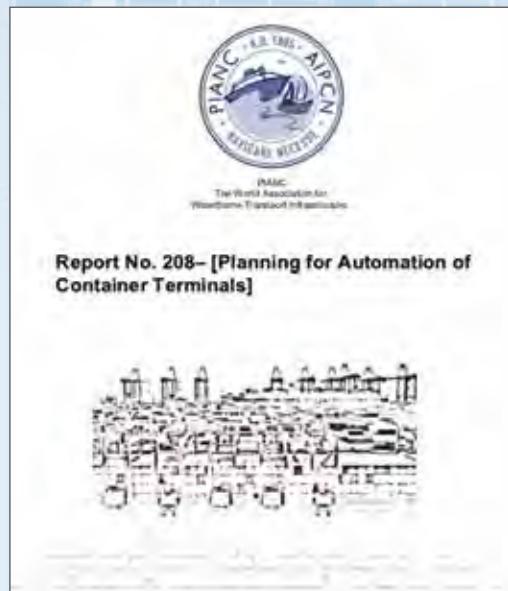
## 自動化コンテナターミナル計画方法の国際的なガイドラインの出版予定

PIANC（国際航路協会）の「コンテナターミナル自動化のための計画に関するMarCom（海港委員会）ワーキンググループ」（以下WG208）は、2021年度に自動化コンテナターミナル計画方法のガイドライン「Report No.208-“Planning for Automation of Container Terminals”」を出版する予定です。

PIANCは、港湾、水路、港湾施設の発展と沿岸地域の開発を図ることで、水上交通の維持・発展を目指す協会です。港湾管理者や公共団体、研究機関、民間会社などが会議やイベントを通して情報交換を行い、各種ガイドラインの発刊や技術委員会による報告書を公表しています。

これまでコンテナターミナル自動化計画には、自動化ターミナルに係る技術標準の不統一や土木・機械・情報通信間の技術ギャップ、ターミナルオペレータ、機器・システムベンダー、インフラ整備のすり合わせの欠如、労働者の熟練度のばらつきなど、いくつかの問題点がありました。WG208はこうした問題の解決に向け、ポートオーソリティやコンテナターミナル所有者、ターミナルオペレータなどのために、自動化・半自動化コンテナターミナル計画・設計の手順（※）に関するガイドラインづくりのため、2019年1月より活動しています。

WG208には米国、スペイン、オランダ、英国、オーストラリア、ドイツ、カナダ、日本の研究機関などが参加しており、港空研からは吉江宗生特別研究主幹がリーダーとして参加。小野憲司京都大学客員教授とともに、港湾荷役機械システム協会などの意見を照会しながら会合やウェブ会議などを重ね、ガイドラインの作成に参加しました。



自動化コンテナターミナル計画方法のガイドライン  
「Report No.208-“Planning for Automation of Container Terminals”」(表紙のイメージ)

本ガイドラインは、例えば、第2章は「半自動化ターミナル及び全自動化ターミナル」、第3章は「ターミナル自動化の合理的動機付け」、第4章は「計画の策定」、第5章は「総合的マネジメント」、第6章は「自動化ターミナルの運営」という今までにホットな構成になっています。

※コンテナターミナルのシミュレーションモデル作成・評価・留意点、港湾インフラ・荷役機械・情報ネットワークの統合デザイン、TOS、機械制御システムなどのプログラミング、荷役機械の設備仕様や建設技術基準、ターミナルの生産性評価、作業員の訓練等に関する情報を含む。

## 港空研の緊急災害対策派遣隊が国土交通大臣から表彰されました



稲田所長（前列中央）と現地調査を行った隊員



港空研の緊急災害対策派遣隊が、「令和元年8月の前線に伴う大雨」、「台風第15号」、「台風第19号及び低気圧の接近に伴う大雨」における支援活動において被災地の早期復旧に大きく貢献した功績が認められ、2020年3月9日、国土交通大臣より表彰されました。

令和元年8月の前線に伴う大雨では、8月29日に下関港海岸山陽地区の下関競艇場護岸が被災したとの情報を受け、30日～31日に緊急災害対策派遣隊2名を派遣。高度な技術力で被災現場を調査し、結果を早々に国土交通省の本省と九州地方整備局へ報告しました。また、九州地方整備局が設置した被災原因究明等委員会の委員として、原因究明に向けた検討も行っています。

台風第15号においては、9月10日横浜港の護岸が高波により

被災したとの情報を受け、緊急災害対策派遣隊を10日に7名、14日に4名派遣しました。隊員は被災現場を調査し、護岸と背後地についてもドローンの空撮による浸水範囲と、現地踏査による浸水高さの状況なども調査し、結果を早速国土交通省の本省と関東地方整備局へ報告。各種検討委員会にも参加し、被災原因の究明や復旧工法等に向けた検討を行っています。

台風第19号においても、被災報告を受けた翌日の10月13日に緊急災害対策派遣隊4名を被災現場の横浜港金沢地区へ派遣しました。ドローン空撮による被災現場の浸水範囲や、現地踏査による浸水高さの状況などを調査し、関東地方整備局と横浜市へ早急に報告。施設管理者である横浜市に対して、復旧に当たっての技術指導なども実施しました。

## 海象情報研究グループ田村仁主任研究官が水路技術奨励賞を受賞しました



港空研の海象情報研究グループ田村仁主任研究官が、「結合位相モデルによるうねり性波浪予測システムの開発」の研究において日本水路協会の令和元年度水路技術奨励賞（第34回）を受賞しました。この賞は、若き水路技術者の研究開発意欲を振興し、水路技術の進歩・発展に寄与することを目的として1986年に設けられたもので、毎年優れた業績を残した人に贈られています。

### 田村仁主任研究官のコメント

#### —受賞した研究について教えてください。

台風などの気象擾乱（大気が乱れること）によって発生した海の波は「うねり」として遠方まで伝わり、沿岸域に甚大な被害をもたらすことがあります。例えば2008年2月には富山湾に

「寄り回り波」と呼ばれる異常波浪が襲来し、死傷者や家屋倒壊など大規模な沿岸災害が発生しました。こうしたうねり性波浪の襲来を数値モデルによって事前に予測できれば適切な避難指示を行うことができますが、沿岸域に適用するには多くの課題が残されていました。今回受賞した研究では、富山湾の「寄り回り波」現象に着目し、異常波浪を引き起こす力学メカニズムを提案するとともに、沿岸域におけるうねり性波浪を高精度に計算できる新しい技術開発を行いました。

#### —今後の研究課題は？

波は海上交通の安全確保や海洋開発・マリンレジャーなどの海洋利用においてまず第一に考えなければならない海象情報です。また将来、猛烈な台風や、それに伴う沿岸災害の発生頻度が上がることが予想され、精度の高い海象情報を防災・減災へ役立てることは喫緊の課題となっています。今回の研究で開発した「うねり性波浪の予測システム」を使って、例えば港湾事業における効果的な荷役稼働や、マリンレジャーにおける事故防止などにも役立てられるよう、社会貢献に努めていきたいと思います。

もっとよく知る  
港湾空港  
海や空の豆知識

研究者が解説します!

AI

## AI ディープラーニングによる 画像認識

新技術研究開発領域  
ロボティクス研究グループ  
高尾俊輔  
研究官



AlphaGoが囲碁の世界トップ棋士を打ち破ったことを皮切りに、AIが世間に広く認知され始めたように思います。AIは主にディープラーニングを意味することが多く、生物の脳の情報処理機構を計算機上でモデル化することで誕生しました。1960年頃に誕生したAIが2020年令和の時代にブレークスルーを引き起こしているのは、主に以下の3つの理由があります。

1. AIの最適化に利用できるデータ数が爆発的に増加したこと
2. ハードウェアの発展。画像データを高速に並列計算処理ができるGPUが発展したこと
3. AIのネットワーク構造の深層化と最適化アルゴリズムが向上したこと

すなわち、大量の画像データを最新のGPUで高速に処理を行い、大規模なネットワーク構造の最適化を行うことで、AIは人間の画像認識精度を一部超えるまでに至りました。

AIの中でも、主に画像認識で用いられる畳み込みニューラルネットワーク（CNN）を一例に挙げます。CNNでは、「畳み込み」と「プーリング」という処理が中心です。「畳み込み」では画像の特徴抽出を行い、画像に含まれる縦線や横線といった特徴を発見します。一方「プーリング」では、畳み込みで抽出した情報の統合を行い、変形や位置ずれといったノイズに強い画像認識を実現するうえで重要な役割を果たします。

土木や港湾分野では現状、主に画像データに対してAIが活用されはじめている段階です。例えば、コンクリートのひび割れ検出、地滑り地形や侵食地形の抽出といった画像解析が行われており、AIの適用が今後本格化していくことが期待されています。

港湾分野で扱う水中画像は、青みがかかるなどの強いノイズが問題となります。

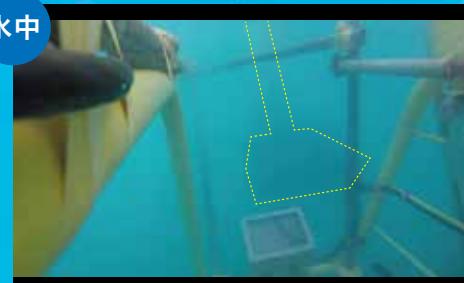
このような強いノイズに対処するために、従来は専用の撮影機器と簡単な画像処理によるアプローチが行われていますが、高価となる問題が挙げられます。

われわれの研究グループでは、AIによる水中画像のノイズ除去に関する研究を行っています。安価で済むこと、ノイズ除去性能が向上することが見込まれ、水中遠隔施工に役立つことが期待されています。

気中



水中



気中と水中の施工機械の画像

水中の画像では強いノイズで青みがかかり、施工中の濁りにより視覚情報が劣化し、施工機械の5m先のアームがほぼ見えない。AIにより、これらのノイズや濁りを除去して遠隔操作時の状況認識の向上を目指す

本誌の定期送付・送付中止・送付先変更のご依頼、ご意見・ご感想などはこちらまで



国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所

Port and Airport Research Institute (PARI)

〒 239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 TEL : 046 (844) 5040 FAX : 046 (844) 5072 URL : <http://www.pari.go.jp>



グリーン購入法に基づいた  
用紙を使用しています。