周年記念　　年　月　日

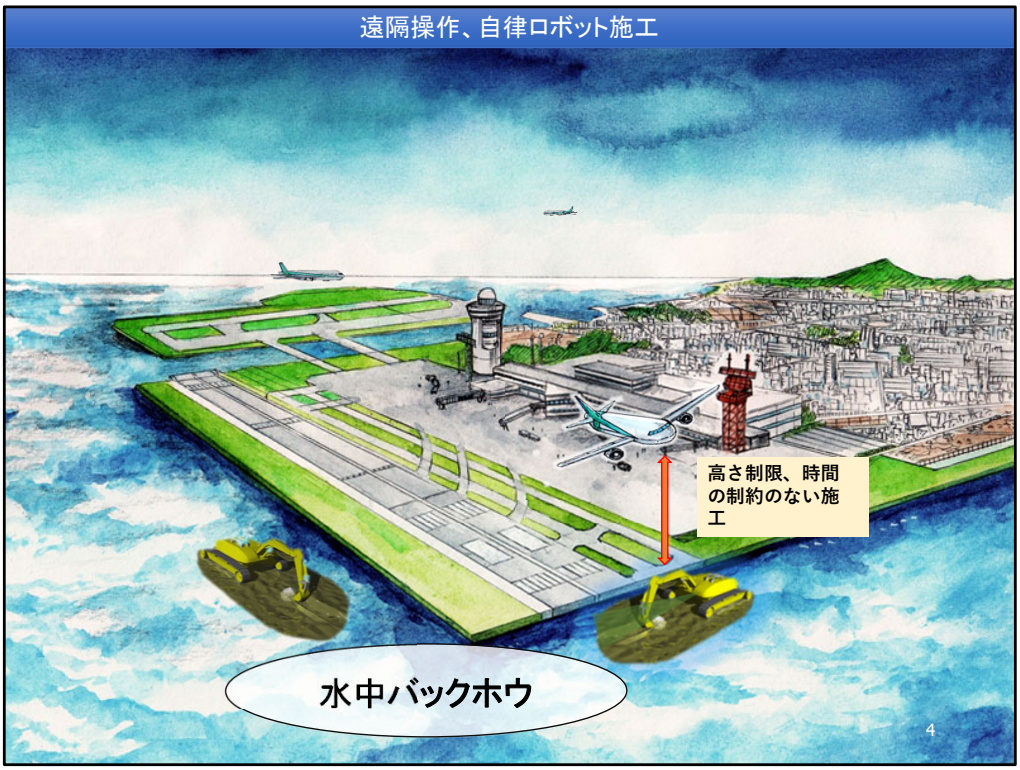
デジタルツインのための研究の展開

港湾空港技術研究所
デジタル　　研究領域
吉江宗生

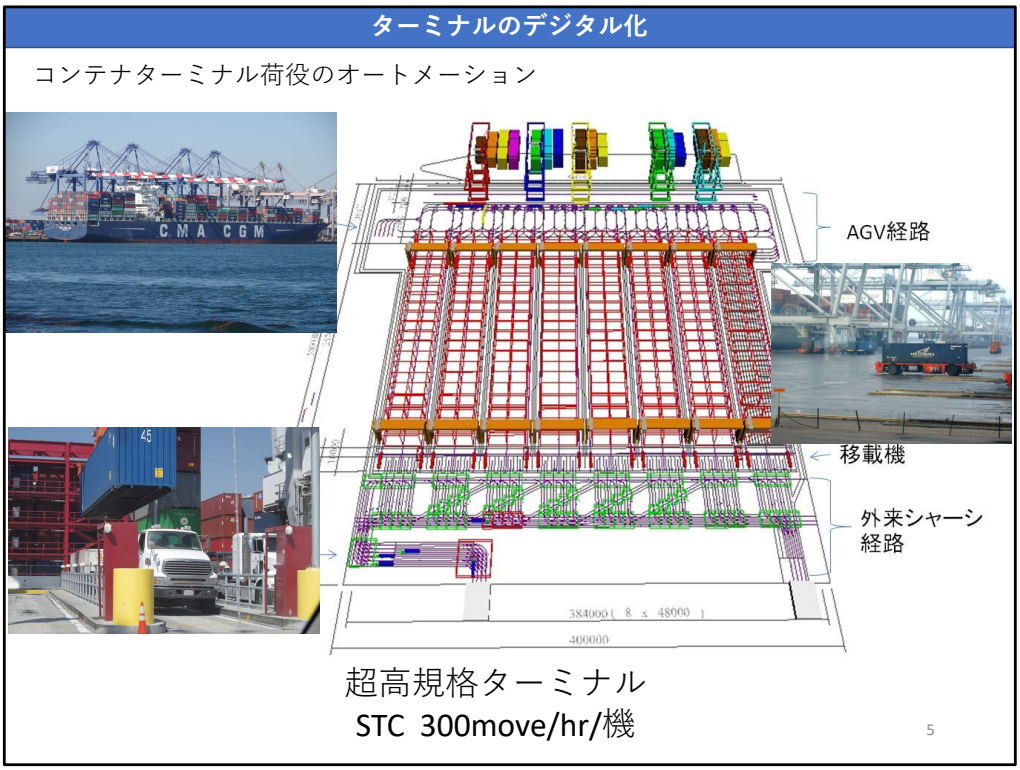
デジタルツインとは

- デジタルツインとは「リアル（物理）空間にある情報を　　などで集め、送信されたデータを元にサイバー（仮想）空間でリアル空間を再現する技術」
- メタバースはユーザーがアバターとして参加し、ゲームやコミュニケーション、経済活動などを行うプラットフォームとして利用
- 　とは、データとデジタル技術によって商品やビジネス、業務、企業文化等の変革を成し遂げるものであり、その目的は競争力の維持・獲得・強化を果たすこと

イメージですが、現在点検だけではなくて、バックホウなどの建機も水中で遠隔操作化するとともに、デジタルツインの施工を行うシステムを目指しています。複数の建機の協働を実現させたいということと、水中の視界のなさ、通信環境の悪さを、自律型の制御を組み合わせて解決していきます。



岸壁も空港も、供用を止めることが大変困難な施設です。BIM/CIMはもちろんのこと、さらにセンサを予め常備するなどリアルタイムデータにより水中の情報をいかに集めていかに活用し、環境を整えていくかが今後ますます重要になります。

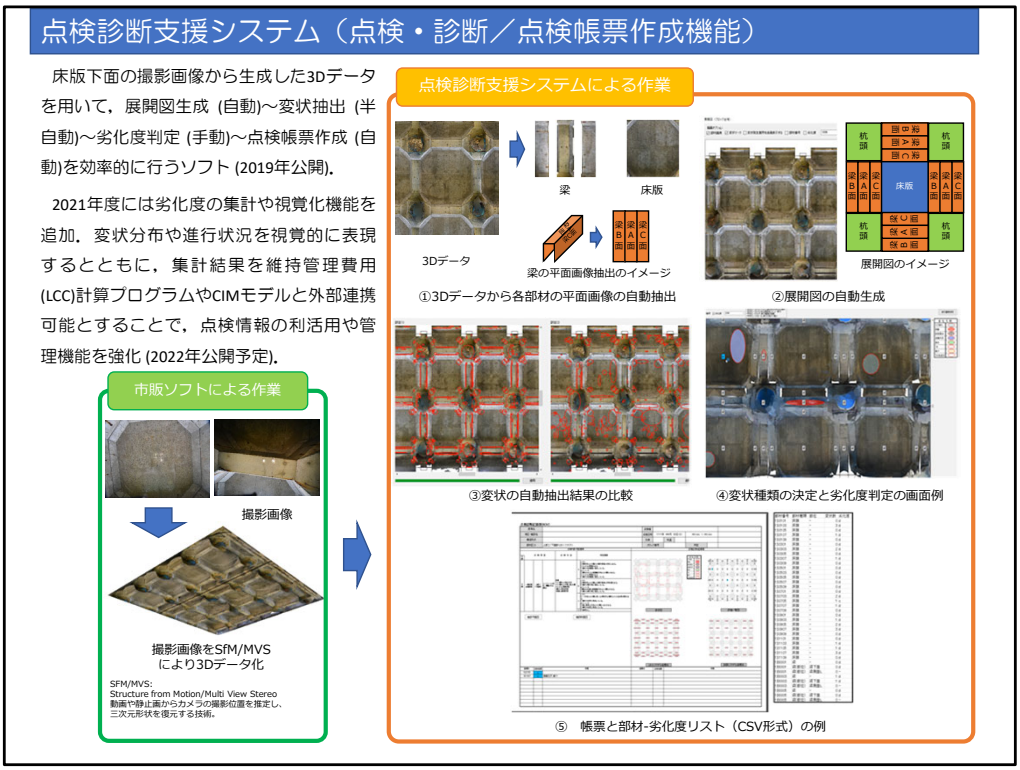


港湾施設の中でも、コンテナターミナルはハードウエア以外の様々な情報が集積する場でもあります。そしてインフラとしてみて、国際競争にさらされている状況にあります。デジタル化が急がれています。
既に国際的な情報共有や連携の動きが広まっています。今どこで誰が何をしているのか、同時性も備えた情報連携が進んでいます。デジタル化の動きは止まりません。

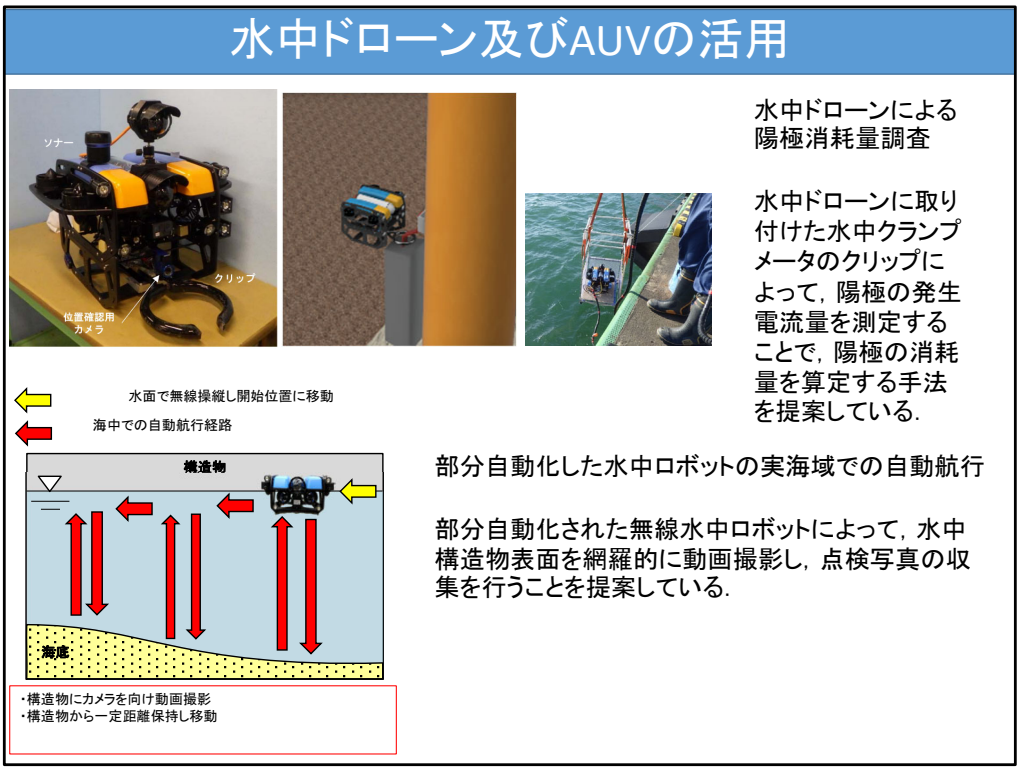
ご存知の通り、港湾局による画期的な政策です。単なるデータベースではなく、プラットフォームとして、コンテンツの共有、商取引のベース、コミュニケーションの同時性など、発展させていくべきでしょう。また、あらゆる港湾において活用されるべきものだと考えています。

ハードウエアに寄せたイメージですが、それだけでも今国が進めているDXへの活用が期待されるとともに、まだまだ各局面での研究開発、システム開発、コンテンツへのまとめ上げが必要です。

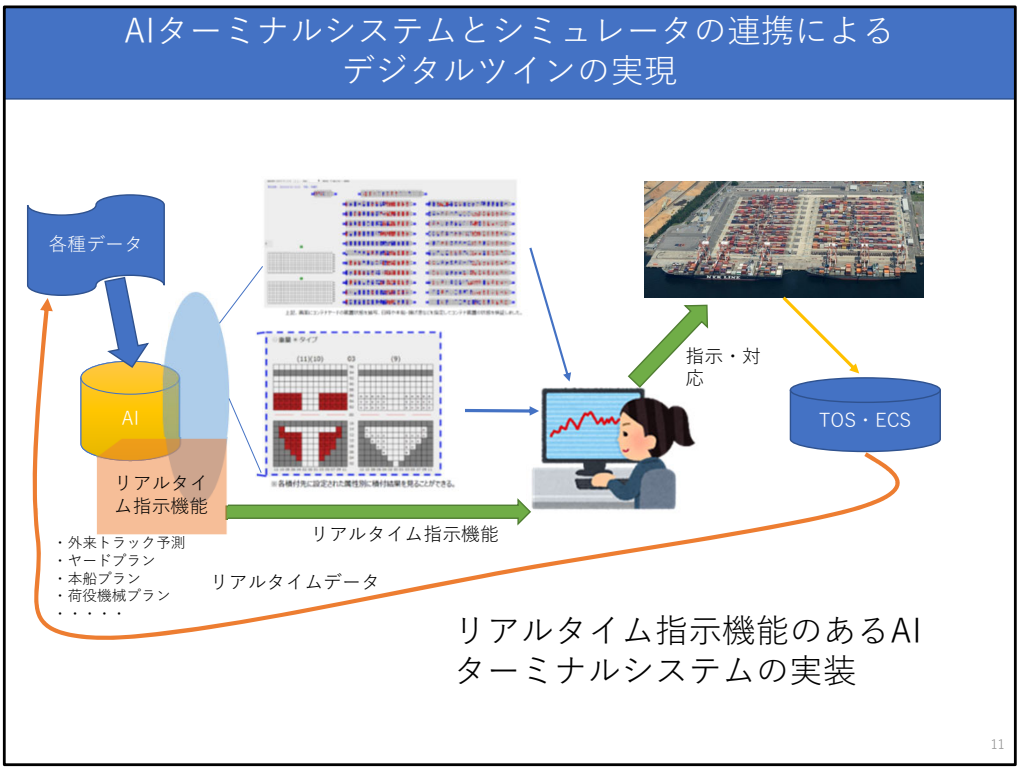
これは、桟橋型の岸壁で、しぶきがかかるために損耗が激しいコンクリート構造の点検用ロボットです。
予め杭の位置情報や太さを入力し、ロボットはこれをレーザーで探知して自動認識し、自己位置の同定と衝突防止の制御をします。陸上で遠隔操作するオペレータはこれらをリアルタイムでPC上に再現されたGUIを見て操作します。



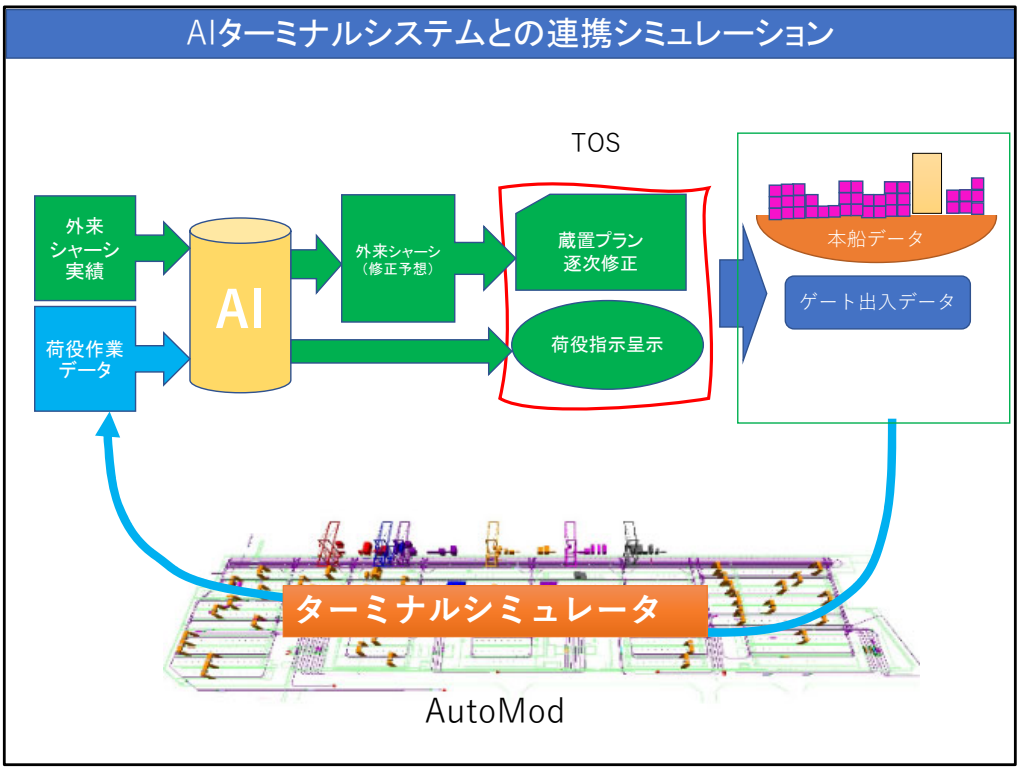
撮影した数千枚の写真は３D合成されて一体化し、これを展開した2次元画像を自動解析したものが提示されてくるので、チェッカーが確認していくと帳票も自動作成されるアプリ付きです。



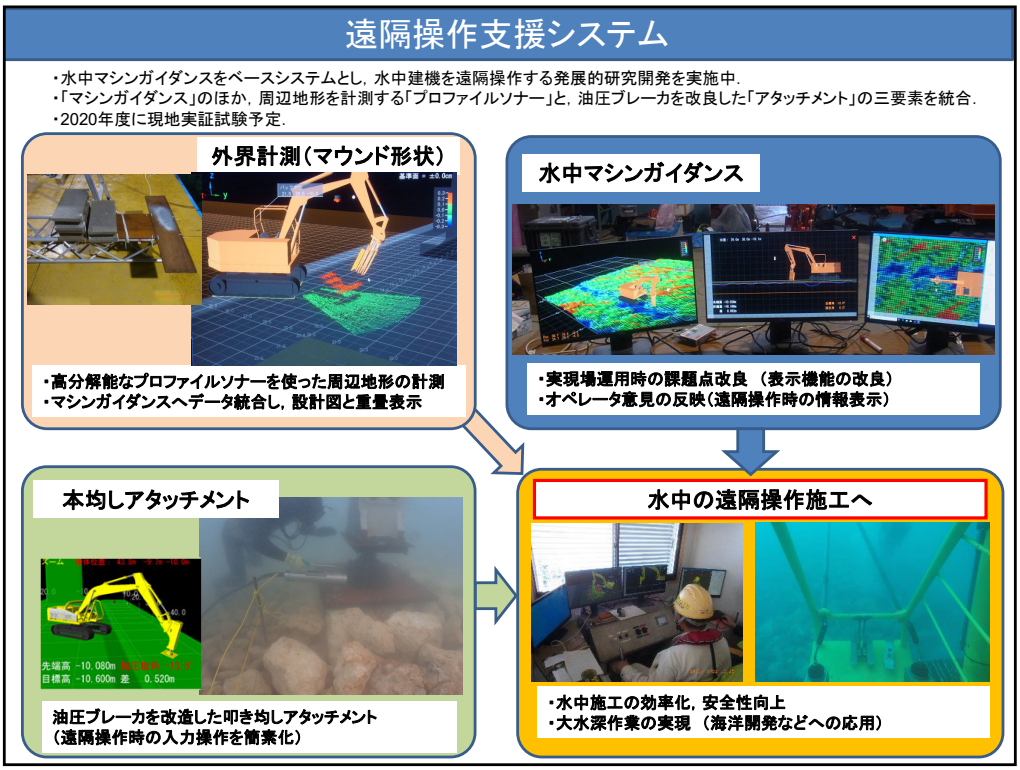
水中ドローンは、それまで数百万～1億円という価格帯にあった水中ロボットを、一桁安い価格に抑えて販売されてきたものです。機能としては、適用水深が数十ｍと、それまでの常識の耐圧構造から防水構造レベルにダウンスペックしていることと、大量生産された制御用の汎用チップが使われていることで、価格破壊を実現したのではないかと思います。
機能に制限はあるものの、現場でこれを活かさない手はないので、各種の研究開発と現地試験をしています。



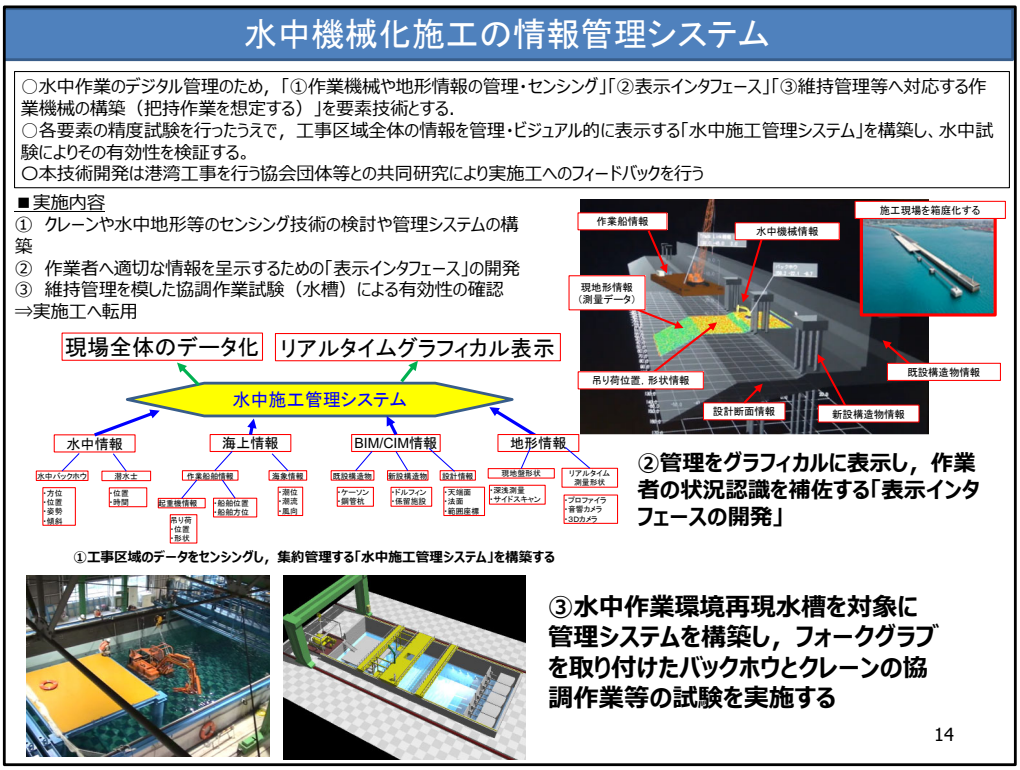
コンテナターミナルに関しては、デジタルツインのための研究開発に着手しております。これまで実施してきたシミュレータをもとに、ツールを開発しようというものです。



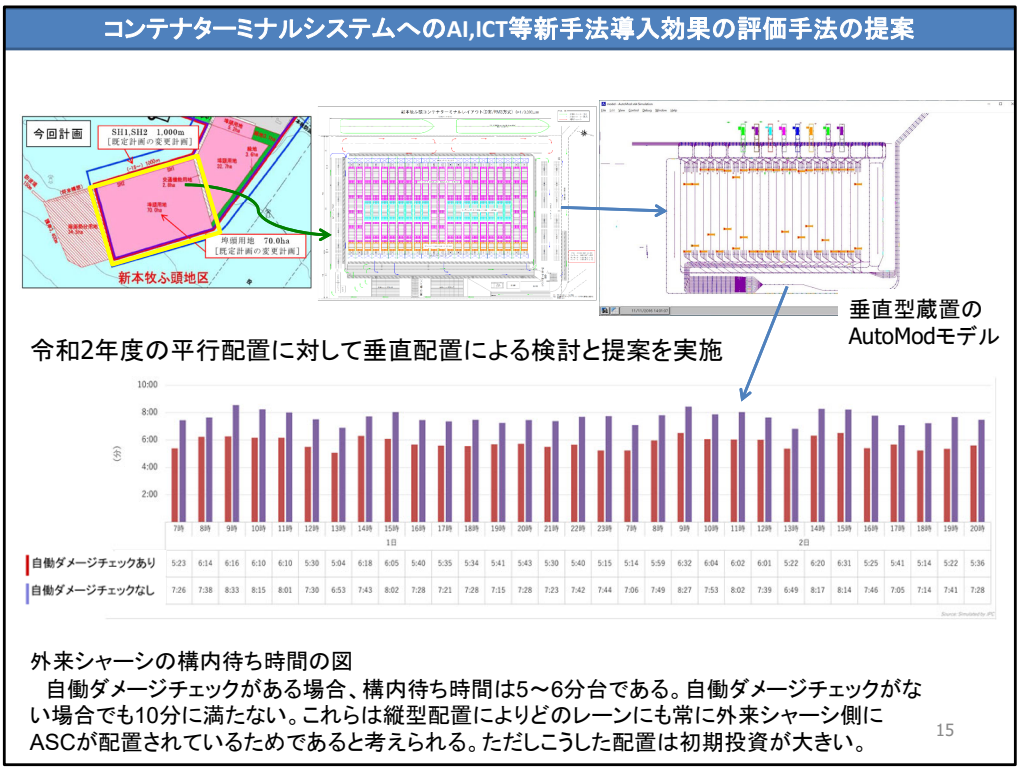
TOS（Terminal Operation System）からの逐次のデータをAutoMod®で構成したシミュレータに読み込ませ、短時間でその後のターミナルの予測を提示します。そのデータをAIシステムにフィードバックすることによって、オペレーターの判断を支援し、ゆくゆくは自律的なターミナルの制御が可能になると考えています。



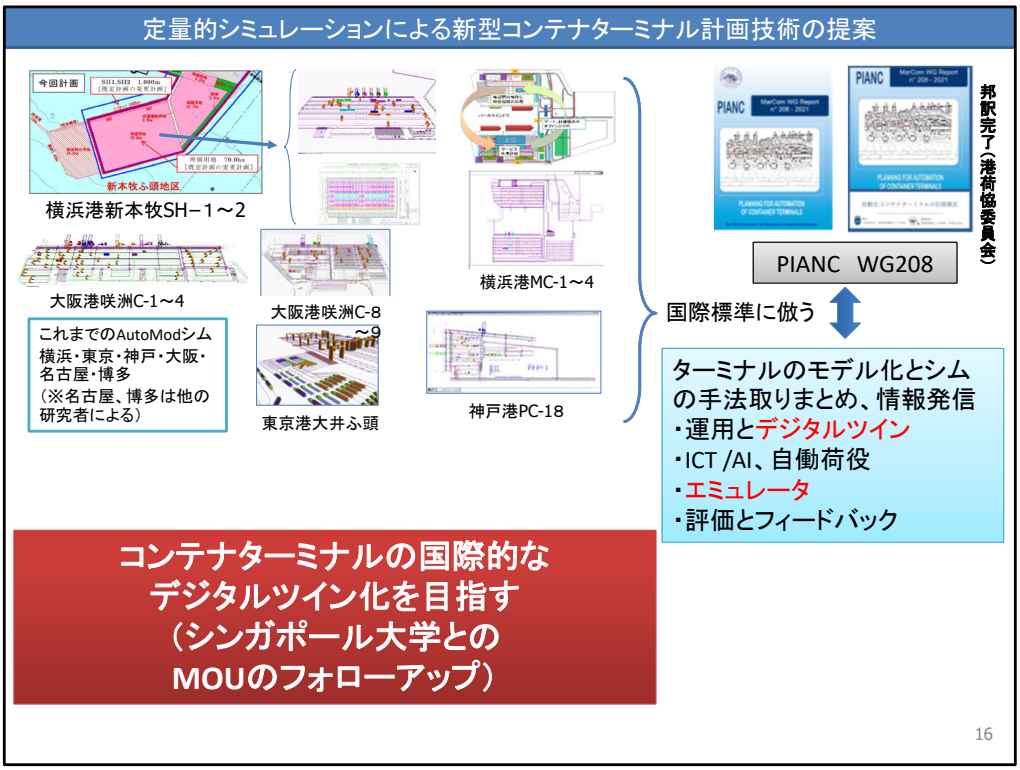
水中の遠隔操作を実現するには、建機と建機の周辺のリアルタイムな情報(データ)と、例えばBIM/CIMが使えるならば、その設計データ、インフラのサイバーポートのデータからは現状の構造物のデータを合成して、PCの中にヴァーチャルな施工現場を作成します。オペレータはそのCGを見ながら遠隔操作を行います。ただし、遠隔操作に関しては、機械的な動作に関する入力と再現精度、通信による時間遅れ(1秒程度)も想定されるため、これを克服していく必要があります。そこで、まずはVR表示を搭乗者が手元で見ることができるマシンガイダンスを実現しました。次に、建機と専用線で直結した陸上からの遠隔操作を、捨て石均し作業に関してはほぼ確立しています。



この水中施工管理システムでは，作業機械から得られた情報、船舶の位置，クレーンの吊り荷，ROVなどさまざまな情報を一元管理することを考えております．そのなかで，位置データについては，水中での座標をBIM/CIMの座標に合わせて、陸上のマップと連続的に取り扱えるようにそのシステムの手法を開発中です。将来は先に述べた現在のVRをさらに進めたいわゆる現場のメタバース化を実現し、個々の作業機械相互がアバターを通じてコミュニケーションをとりながら複数の機器が同時に作業をするシステムを提案します。まさに施工現場のデジタルツイン化と言えるかと思います。



コンテナターミナルについては、まだ供用はかなり先のことになるので、横浜港新本牧ふ頭について自由に配置やICTの導入に関して提案し評価しています。ICTとしてはCONPASの導入、コンテナダメージチェック自動システム、機器としては遠隔操作式RTG、シャトルキャリアを想定し、平行配置と垂直配置について比較評価しています。上記事例は、垂直配置の場合の取扱容量の大きいことや、コンテナダメージ自動チェックシステムの有効性が述べられています。



当研究所はシンガポール大学（NUS）とデジタルツイン化を目指してターミナル情報を共有するためのマークアップ言語であるPortMLを共有するMOUを締結しています。また、これまで行ったコンテナターミナルの行動化のためのシミュレーションなどから得られた情報や成果からPIANCのWG208に参加し、自動化コンテナターミナルの計画ガイドライン出版において、わが国としてコミットすべき意見を反映しました。国際標準の動きの中で、デジタルツインと操業までの間にエミュレータを通じたシミュレーションを実施することが重要であると考えています。

まとめ

- デジタルツインの実現
  基盤の整備
  データの収集のための
  データの活用が便利なプラットフォーム
  デジタルデータのフォームの標準化
- コンテンツの提案と研究開発
  港空研の役割として前を向く
  点検や調査は自律ロボットと人のコミュニケーションでデジタルツイン
  施工はメタバースのような空間でのデジタルツインと相互のコミュニケーション
  物流はターミナル、埠頭、他港、海外とのコミュニケーションとデジタルツイン