国総研講演会（パネルディスカッション）

ICT活用によるインフラ生産性革命
～今、我々に求められていること～

国土技術政策総合研究所
港湾研究部長　藤井　敦

内容

Ⅰ．「生産性革命」までの道のり

Ⅱ．「生産性革命」浸透のための取り組み

Ⅲ．「生産性革命」加速のための研究展開

Ⅰ.「生産性革命」までの道のり

1. 港湾の役割

東京港大井コンテナターミナルでの荷役状況

写真提供：公益社団法人　日本港湾協会

横浜港南本牧ターミナルでのコンテナ荷役状況

写真撮影:国総研　藤井　敦

クルーズ船の着岸状況：横浜港大桟橋

写真撮影：国総研　赤倉康寛

クルーズ船の着岸状況:那覇クルーズターミナル

写真提供:那覇港管理組合

２．厳しい環境

福井県越前海岸における波浪の状況

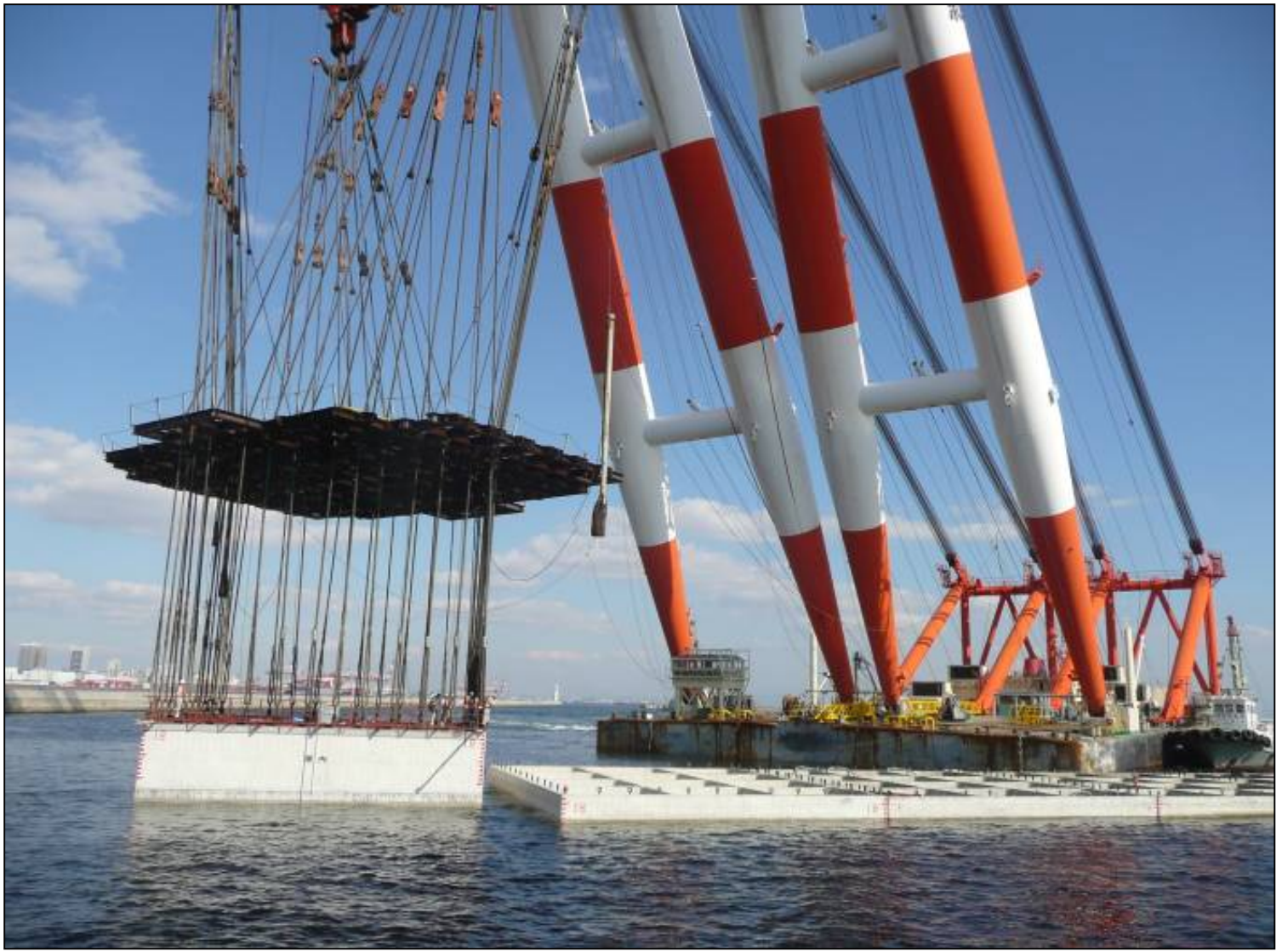
写真提供：公益社団法人　日本港湾協会

波しぶきの中の灯台：京都府京丹後市間人（たいざ）

写真提供：公益社団法人　日本港湾協会

平成29年　台風21号上陸時の久里浜港

写真撮影：国総研　鈴木　啓介



既存の防波堤が支障となる狭隘な場所でのケーソン据付：神戸港

写真提供：近畿地方整備局

宇和島港における巨大クレーンの玉掛け作業

写真提供：公益社団法人　日本港湾協会

新潟西海岸における老朽化した消波ブロックの撤去状況

写真提供：公益社団法人　日本港湾協会

大型起重機船3隻相吊りによる大ブロック架設：東京ゲートブリッジ

写真提供：関東地方整備局

水中作業（水中溶接、ブロック据付、均し作業等）は潜水士が全て行う。

出典：一般社団法人　日本潜水協会

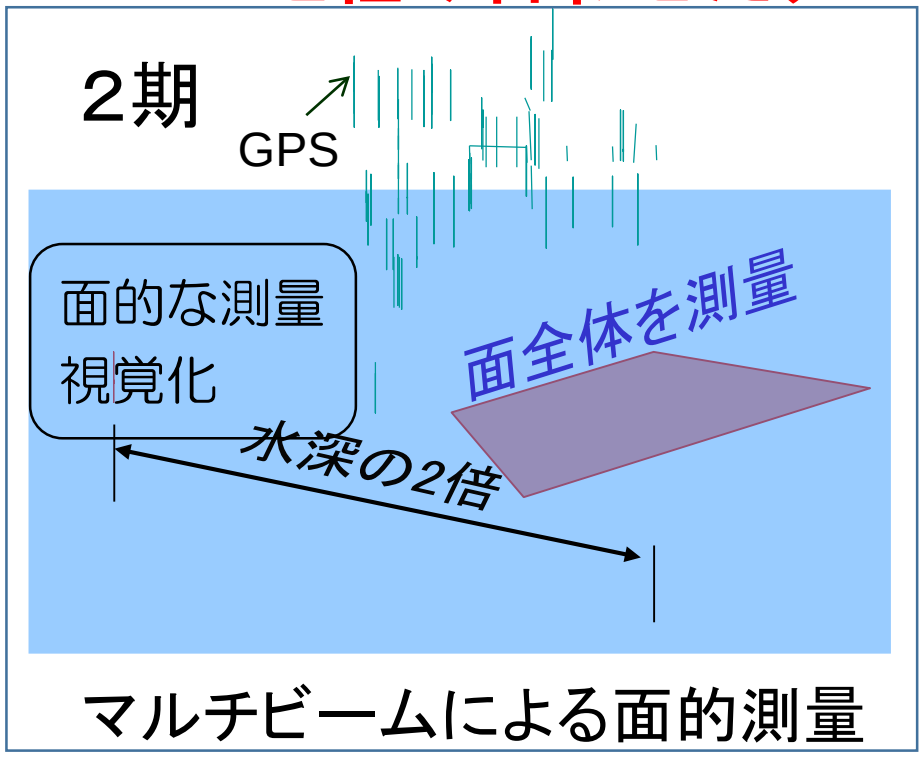
３．関空二期事業での先進事例（1999～）

3. 関空二期工事での事例①

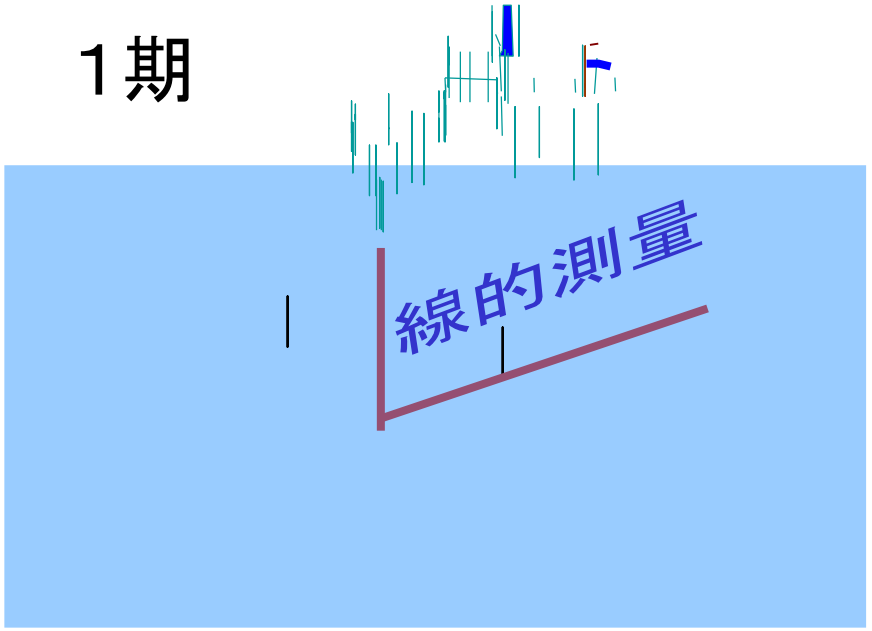
出典： Google Earth

均一に埋立てるための　効率的な深浅測量

GPSと組み合わせたナローマルチビーム音響測深機



マルチビームによる面的測量



シングルビームによる線的測量

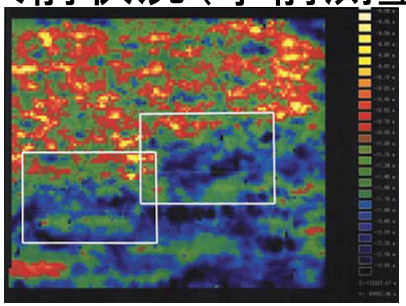
測量精度は、桁違い
測量日数は、シングルビームと比べて半分程度に短縮

新関西国際空港(株)　提供

綿密な投入計画と的確な施工位置への誘導

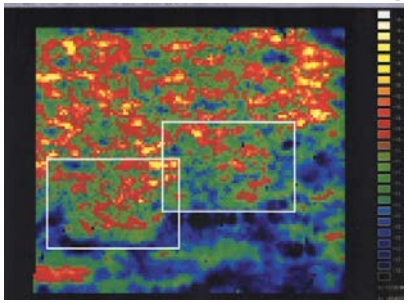
土砂投入シミュレーションによる投入計画の策定

投入前状況(事前測量結果)



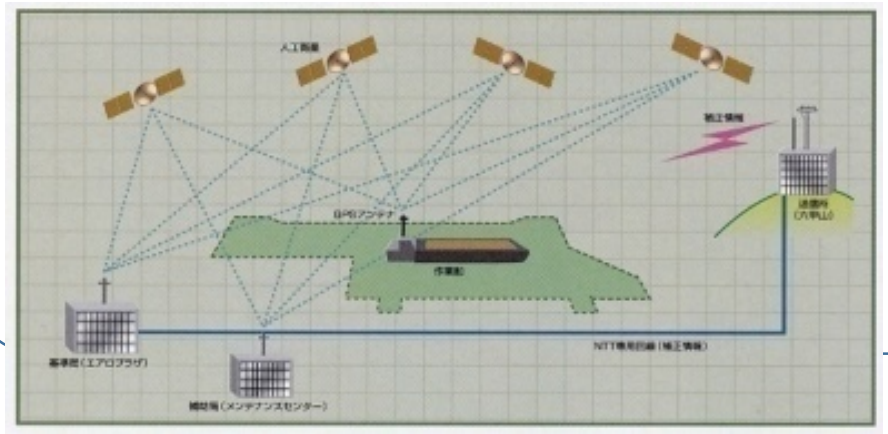
- 土運船の種類
- 積載量(投入量)
- 投入材料の種類
- 潮流、船首方向

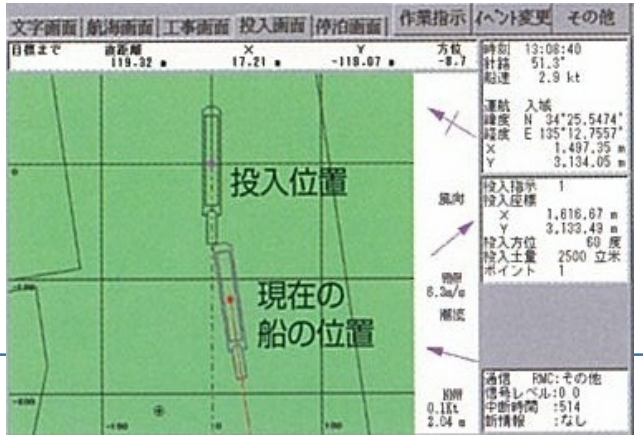
投入後の予測結果



薄層均一

GPSを活用した船位誘導システムの開発



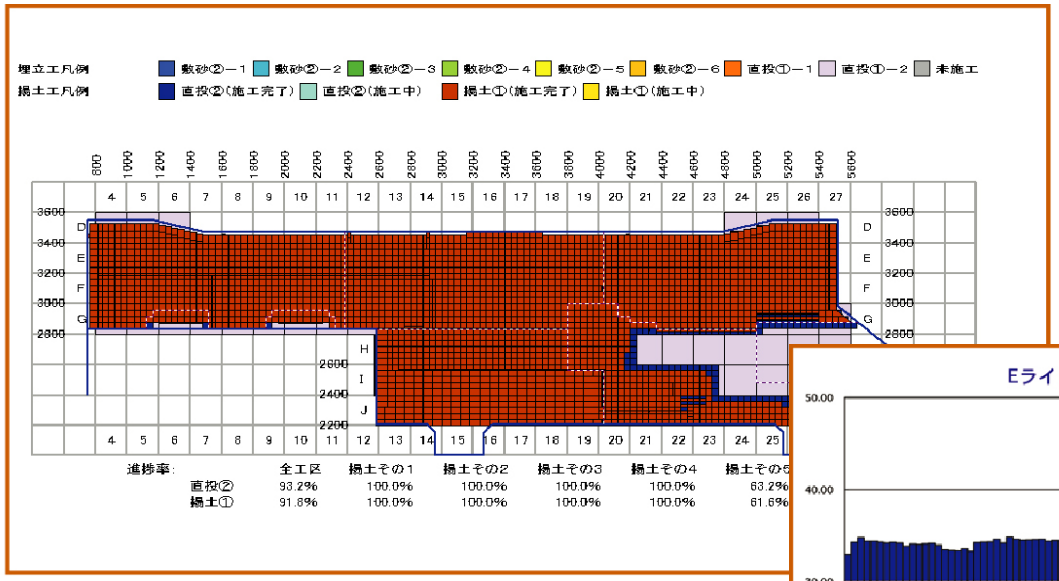


効率性

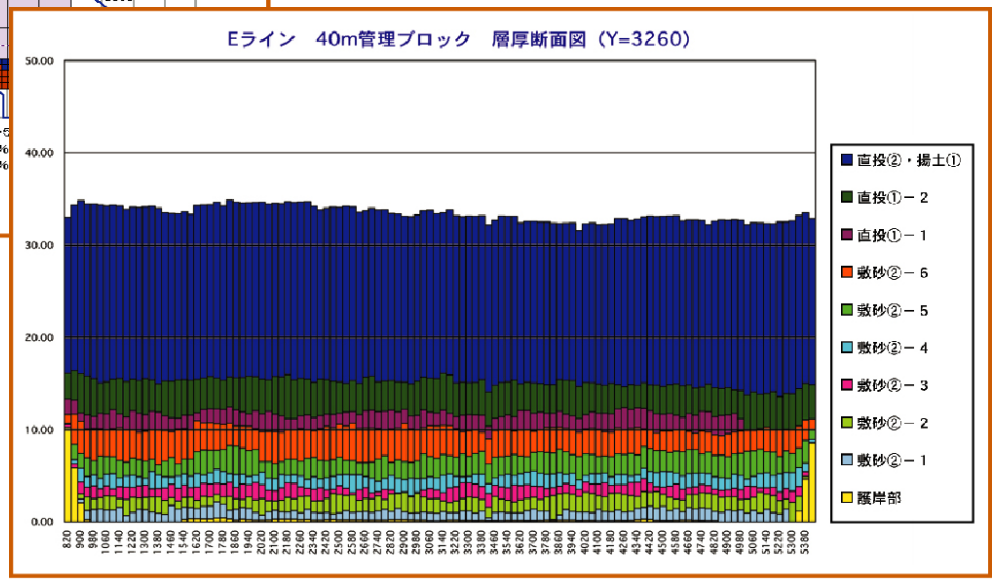
新関西国際空港(株) 提供

3. 関空二期工事での事例④（デジタルデータの一元管理）

- GPSなどを使った天端高計測などのデジタルデータを一元的に管理し，必要なデータをリアルタイムに検索できるようにデータベース化



施工進捗平面図



層厚断面図

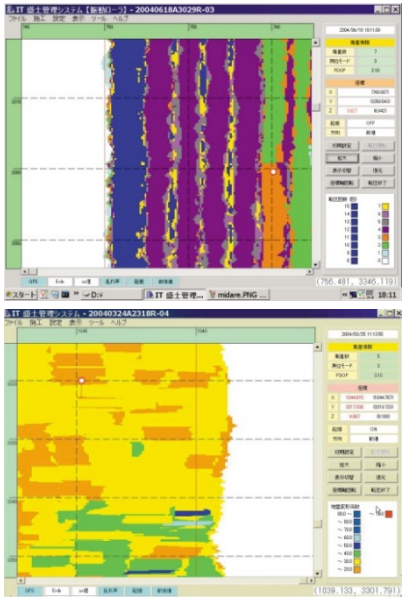
新関西国際空港(株)　提供

締固め施工管理システム

- 振動ローラーにGPSと加速度計を装着
- 運転席のモニターでリアルタイムに転圧回数と地盤剛性を面的に確認できる.
- 結果はデジタルデータとして一元管理

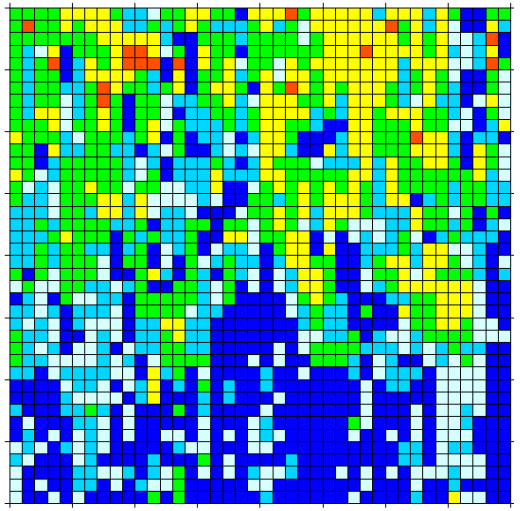
転圧回数

地盤剛性



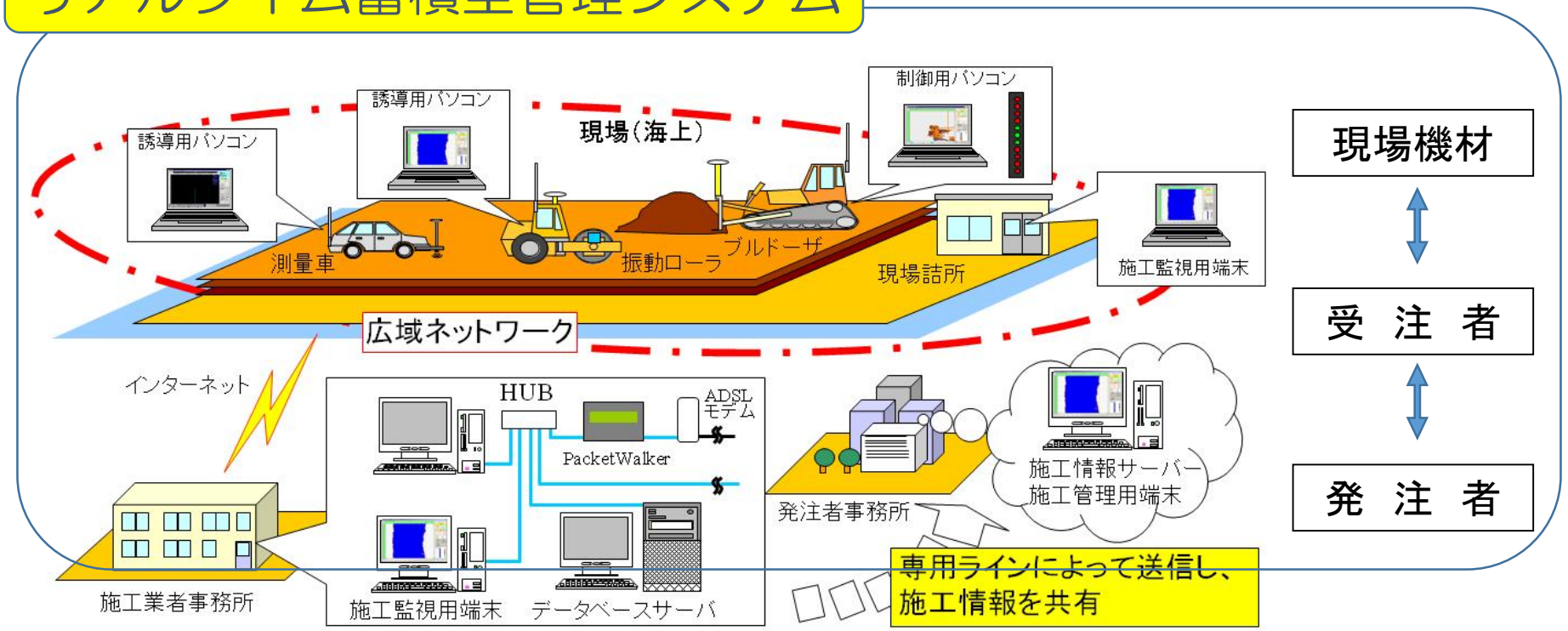
データの集積と一元管理

地盤剛性（2mメッシュ）



新関西国際空港(株)　提供

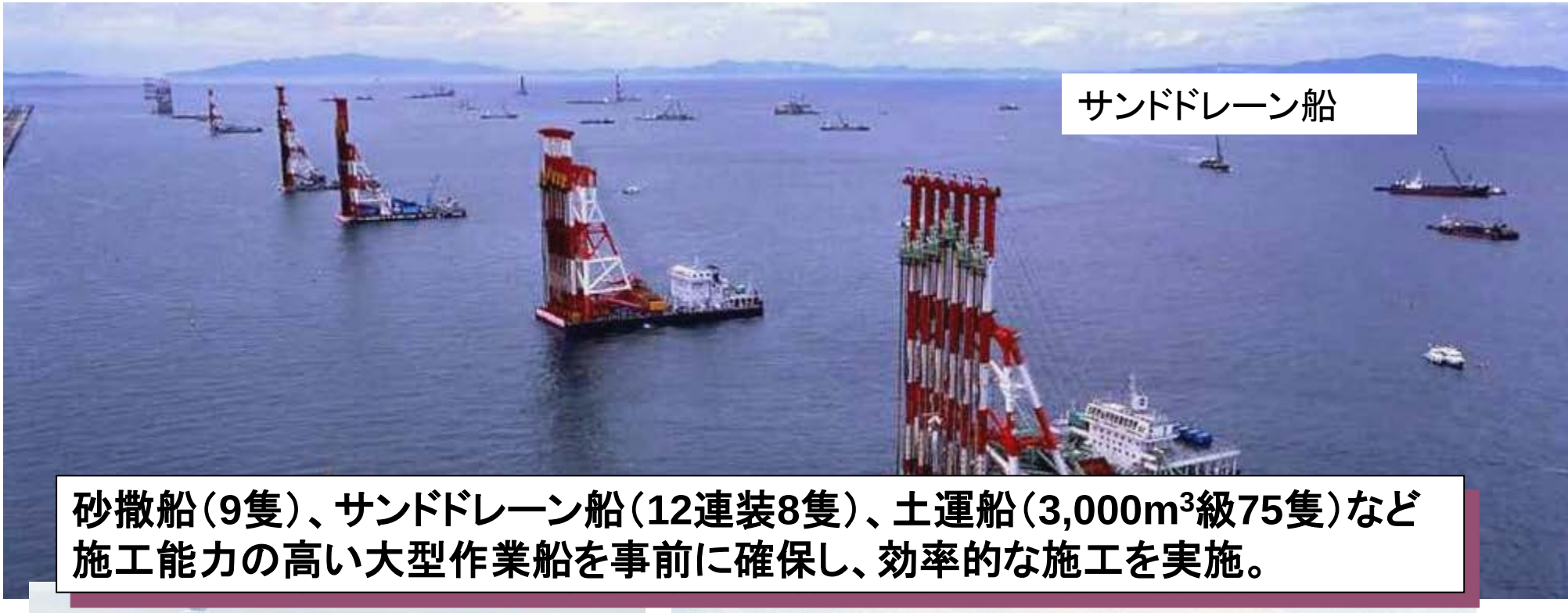
リアルタイム蓄積型管理システム



- ナローマルチビーム音響測深器
- 土砂投入シミュレーション
- GPSを活用した船位誘導システムの開発
- 用地造成転圧締固めシステム　　など

新関西国際空港(株)　提供

3. 関空二期工事での事例⑦



砂撒船（9隻）、サンドドレーン船（12連装8隻）、土運船（3,000m³級75隻）など施工能力の高い大型作業船を事前に確保し、効率的な施工を実施。

3. 関空二期工事での事例⑧

●揚土船の入れる限界水深－3mまでは直投工を実施
●続いて、揚土船にて＋9～12mまでの埋立を一気に施工
（狭い範囲に急速に埋立を実施することが特徴）
●直投は底開土運船36隻、揚土には揚土船12隻を使用

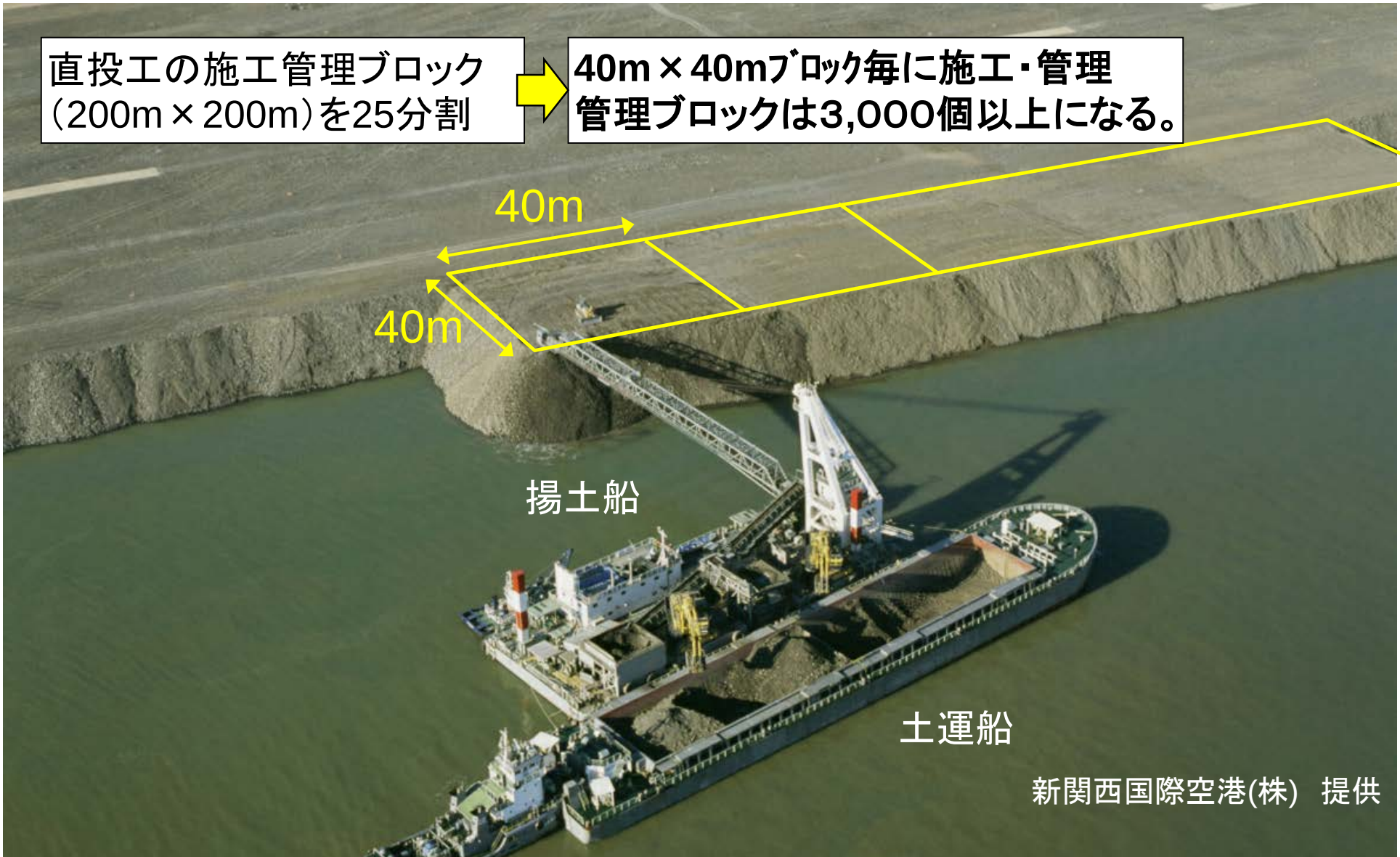
土運船
（最終の直投工，直投②）

揚土船による揚土作業
（用地の陸地化）

新関西国際空港(株)　提供

3. 関空二期工事での事例⑨

●施工層厚が厚いため広いエリアを一度に施工するのは困難
●施工管理ブロックを分割し，施工履歴差を極小化した埋立展開



Ⅱ．「生産性革命」浸透のための取り組み

１．港湾におけるICT活用の近年の取り組み

■課題と取組方針

＜港湾工事の特徴＞

- 海上や海中での工事が多く、工事の出来高の確認や作業の進捗状況の把握が困難な場合が多い。
- 波浪や潮流、風による影響が大きいため、一般の陸上工事に比べ作業日数が限定される。
- 大型の船舶や機械を使用する。
- 風、塩の影響で構造物や部材が劣化しやすい。　／等

＜工事区分＞
・浚渫揚土工事
・捨石基礎工事
・防波堤工事
・護岸工事
・岸壁工事　／等

＜作業船＞
・浚渫船
・土運船
・杭打船　／等

＜作業員＞
・船員
・潜水士　／等

＜基準＞
・港湾工事共通仕様書
・港湾設計・測量・調査等業務共通仕様書
・港湾の施設の技術上の基準・同解説
・港湾土木請負工事積算基準　／等

＜課題・取組み＞

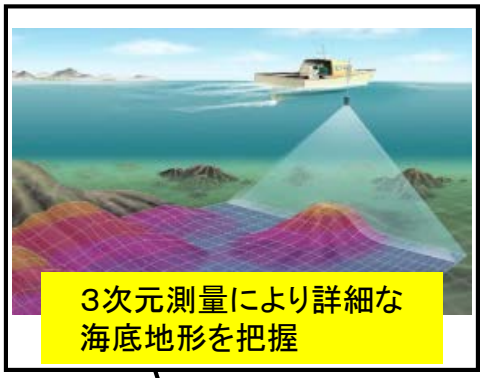
- 陸上工事とは異なる港湾工事の特徴をふまえた i-Construction への対応
  - ICT導入に向けた基準類の整備
  - ICT推進のための環境整備（関連機器、人材育成等）
  - ICTの標準化（データ管理を含む）

／等

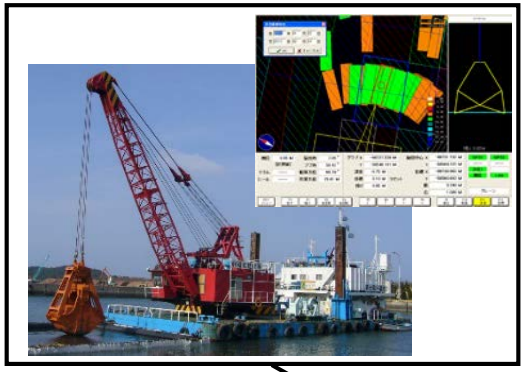
「港湾における ICT導入検討委員会」
（委員長：東京工業大学大学院 岩波光保教授）
第1回 平成28年6月16日
第2回 平成28年12月1日
第3回 平成29年3月6日
第4回 平成29年10月20日

■ICTの全面的な活用(浚渫工事)

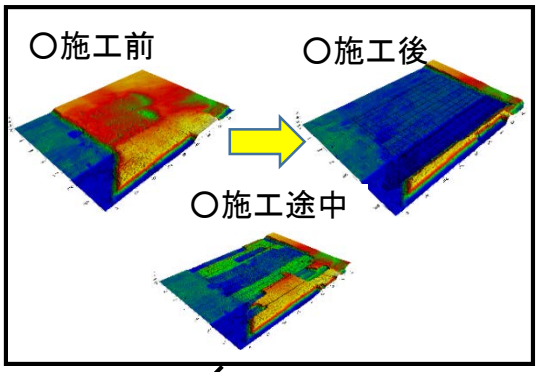
【3次元測量】



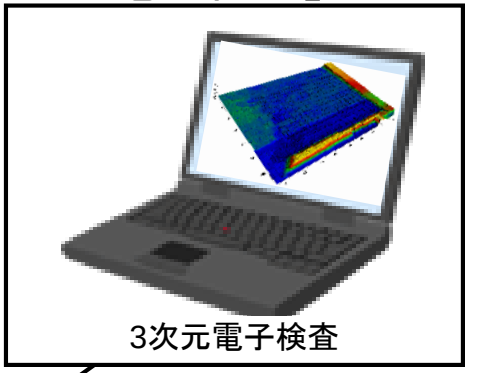
【施工箇所の可視化】



【水中施工箇所の可視化】

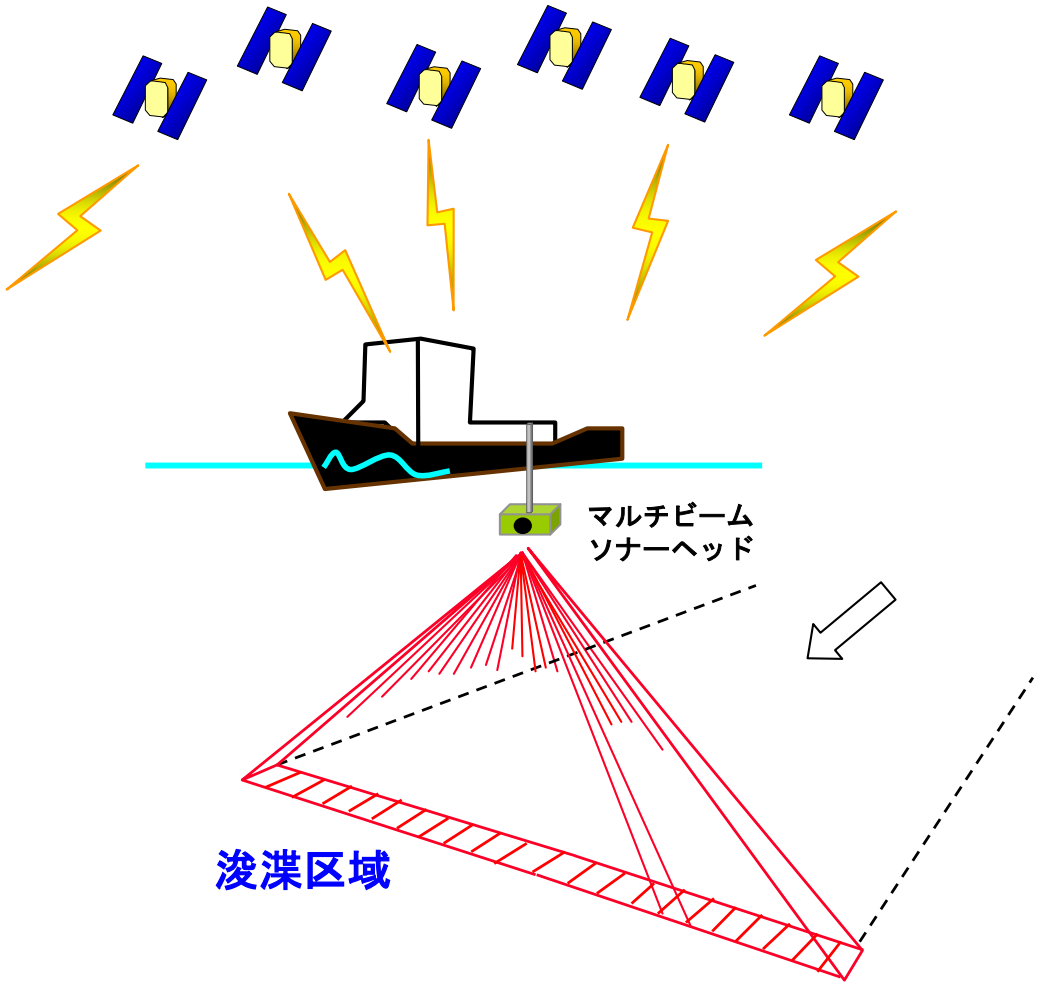


【3次元データを活用した電子検査】

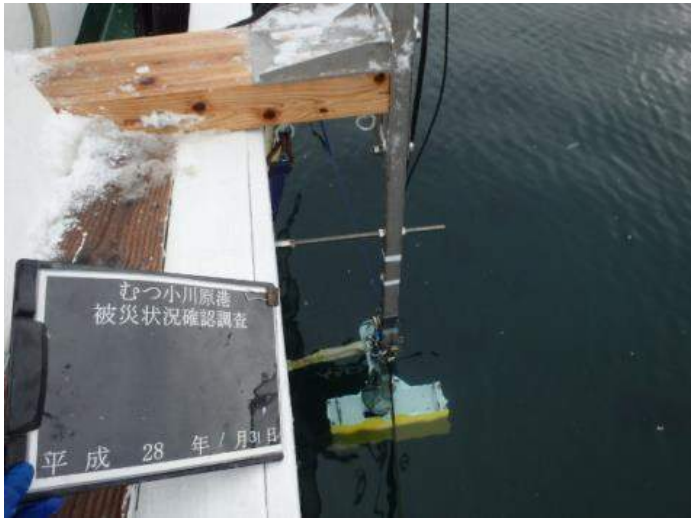


測量 → 設計施工計画 → 施工 → 検査 → 維持管理

1. ICT浚渫工(ナローマルチビーム)による測量



マルチビーム音響測深機による測定状況概念図



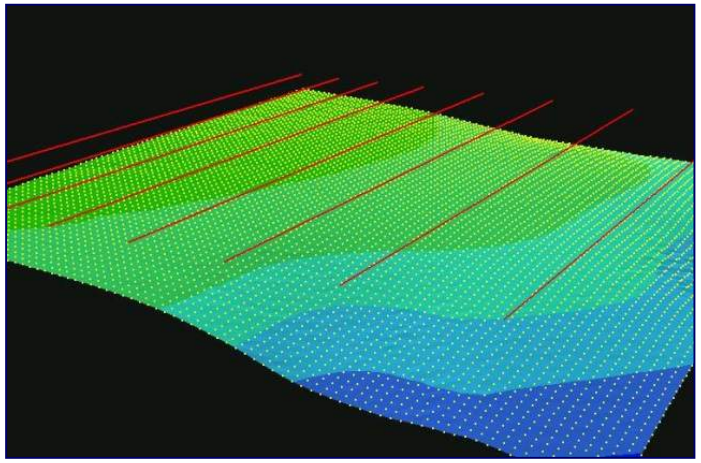
マルチビームソナー取り付け状況

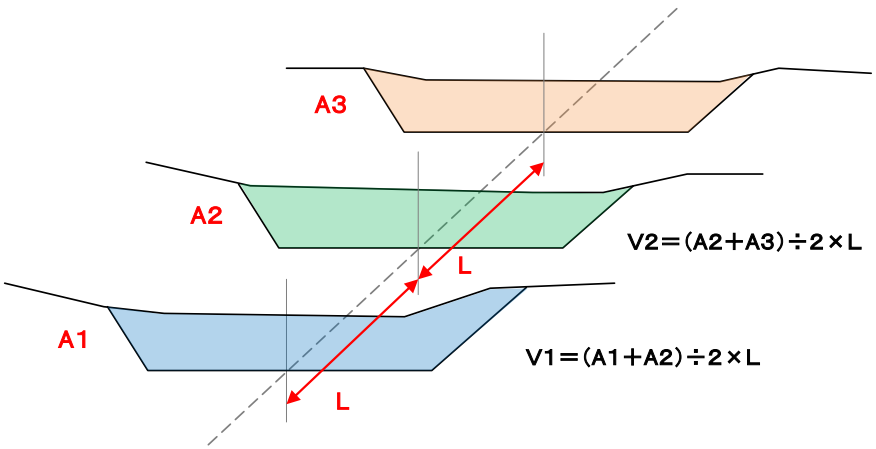
測量(データ取得)状況

ナローマルチビームによって浚渫区域を測量する。

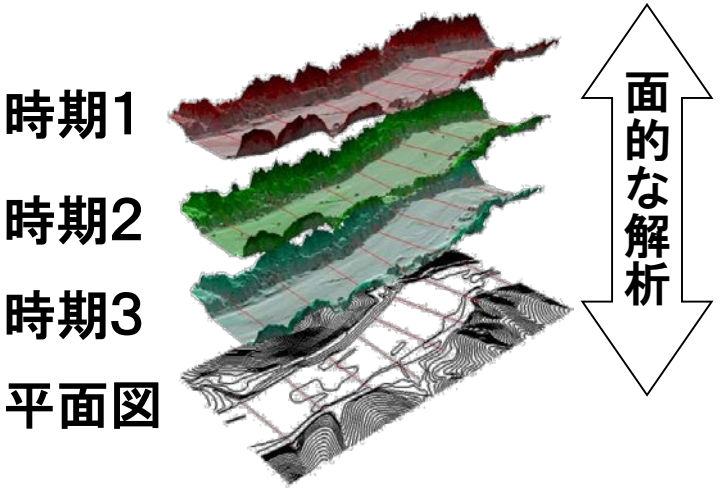
2. ICT浚渫工における土量計算の算定方法

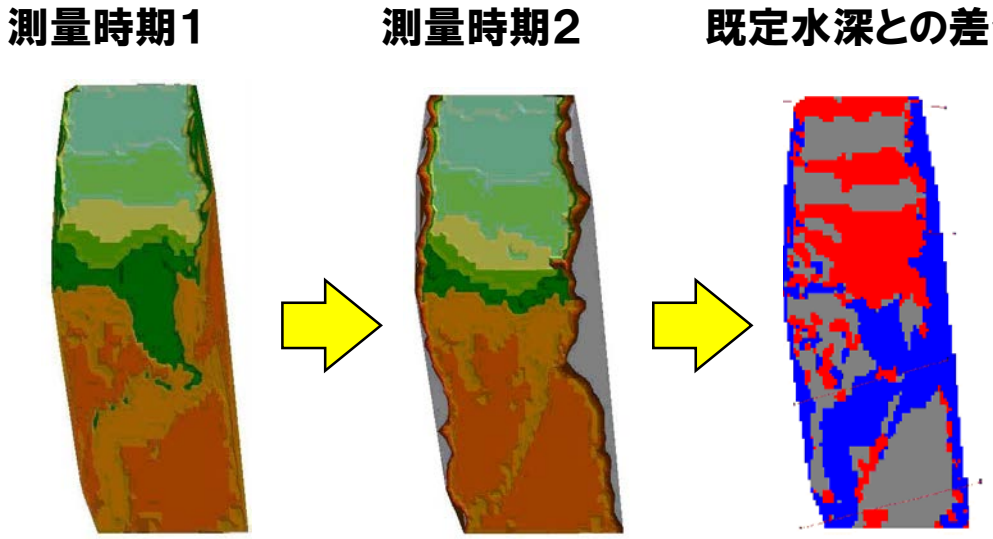
■ 従来手法【平均断面法】



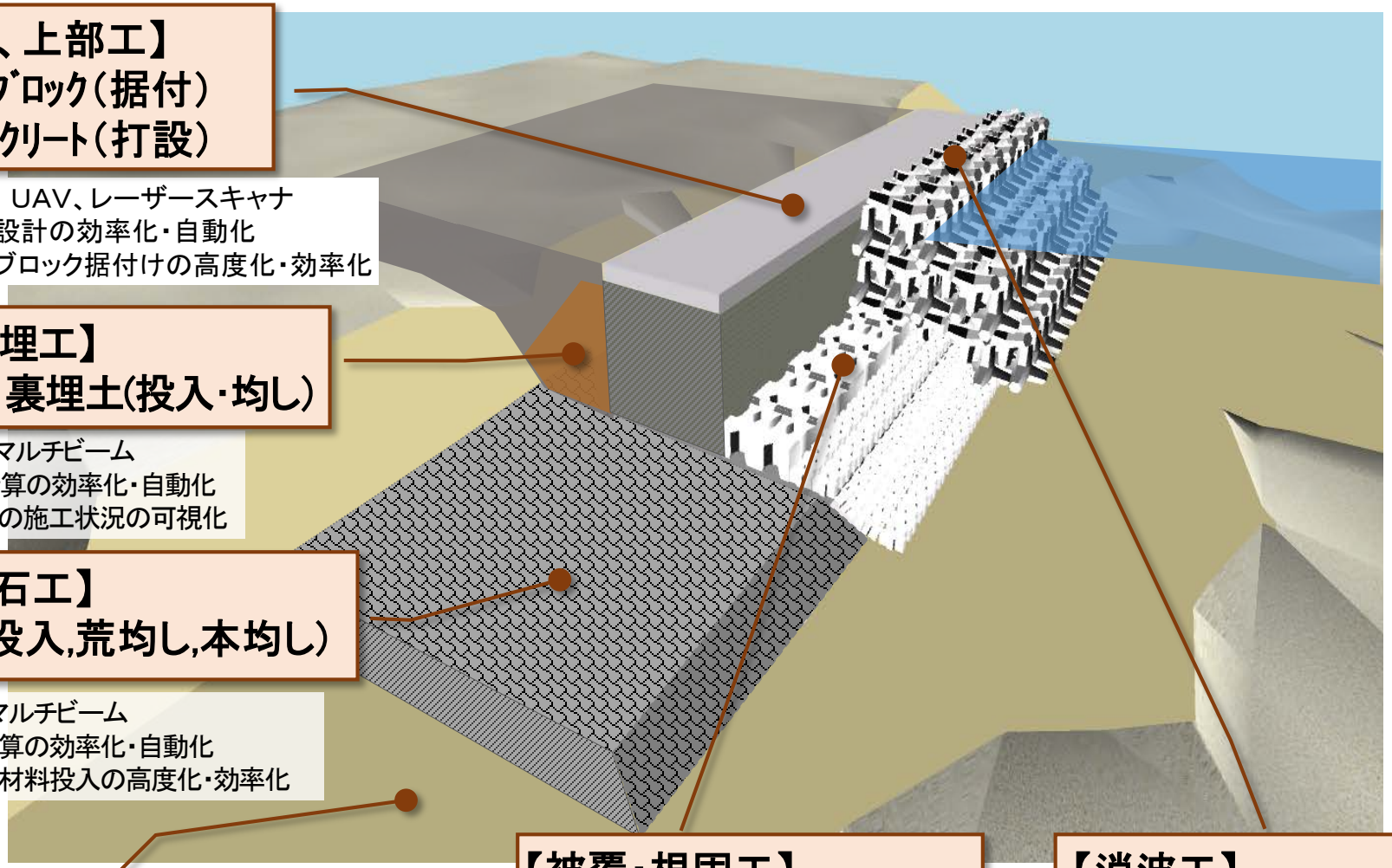


■ 3次元モデルによる面的な解析手法





3. 今後の展開



【本体工、上部工】
・ｹｰｿﾝ･ﾌﾞﾛｯｸ（据付）
・上部ｺﾝｸﾘｰﾄ（打設）

[測量]（陸上）UAV、レーザースキャナ
[設計] 構造設計の効率化・自動化
[施工] 本体ブロック据付けの高度化・効率化

【裏込・裏埋工】
・裏込石、裏埋土(投入・均し)

[測量]（海中）マルチビーム
[設計] 数量計算の効率化・自動化
[施工] 海中での施工状況の可視化

【基礎捨石工】
・捨石((投入,荒均し,本均し)

[測量]（海中）マルチビーム
[設計] 数量計算の効率化・自動化
[施工] 基礎工材料投入の高度化・効率化

【床掘工】
・原地盤（床堀）

[測量]（海中）マルチビーム
[設計] 数量計算の効率化・自動化
[施工] 海中での施工状況の可視化

【被覆・根固工】
・被覆石(投入、均し)
・被覆・根固ﾌﾞﾛｯｸ(据付)

[測量]（海中）マルチビーム
[設計] 数量計算の効率化・自動化
[施工] 潜水士作業の効率化・省力化

【消波工】
・消波ﾌﾞﾛｯｸ（据付）

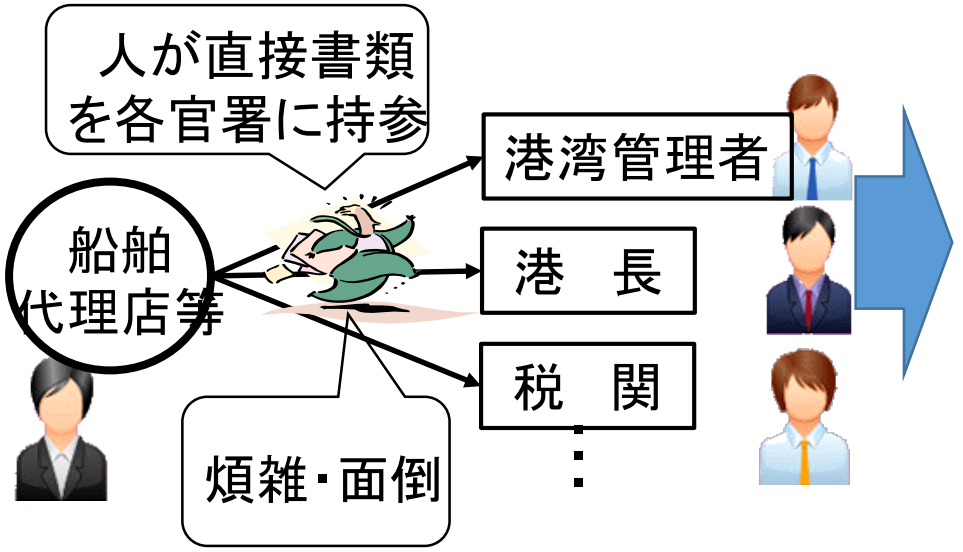
[測量] （陸上）UAV、レーザースキャナ
（海中）マルチビーム
[設計] 数量計算の効率化・自動化
[施工] 消波ブロック据付けの高度化・効率化

（第3回・第4回 港湾におけるICT導入委員会 資料より）

２．物流分野でのITの活用

2. 物流分野でのITの活用（入出港に係る港湾関連行政手続）

電子化以前



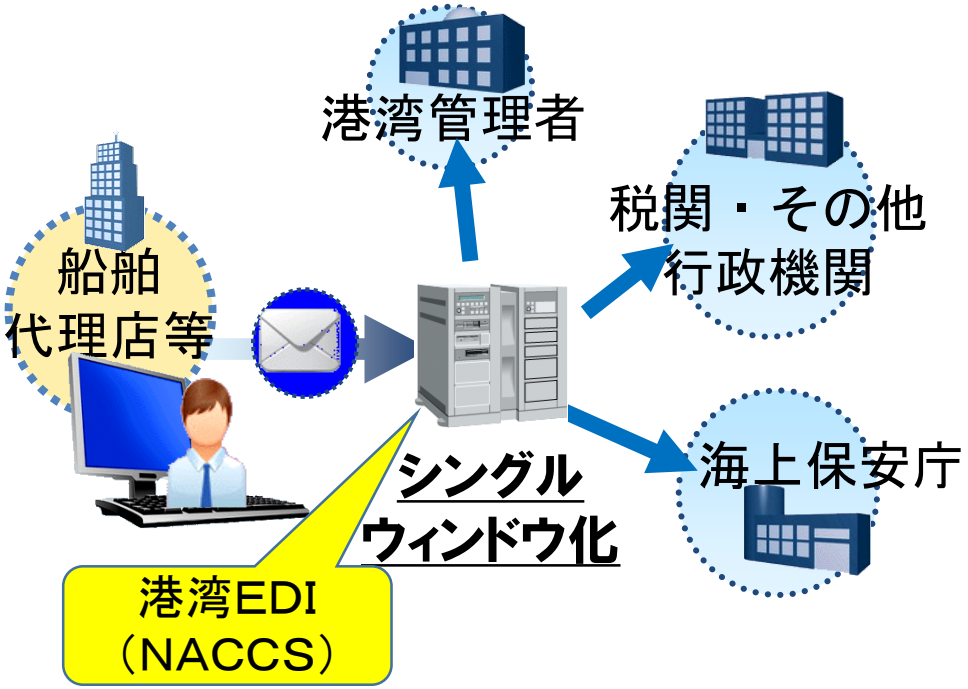
○複数の行政機関毎に類似書類作成が必要

○別々の窓口へ資料の提出が求められる

○各行政機関へ提出する重複記入項目が多い　等

多くの労力が生じていた。

電子化後

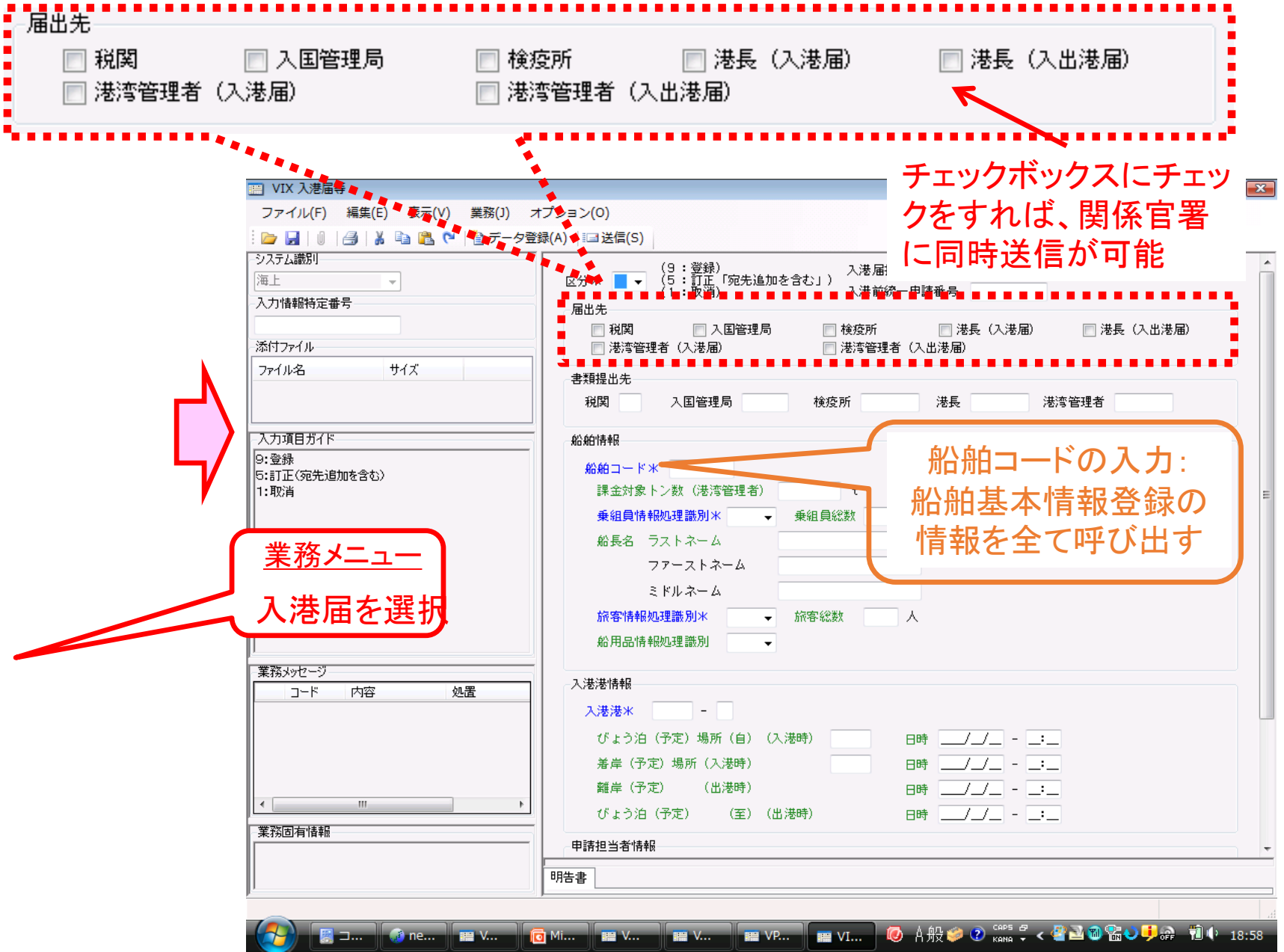


○一度の入力・送信で複数の行政機関に対して同時に手続が可能

○全ての港湾関連手続きが電子申請可能

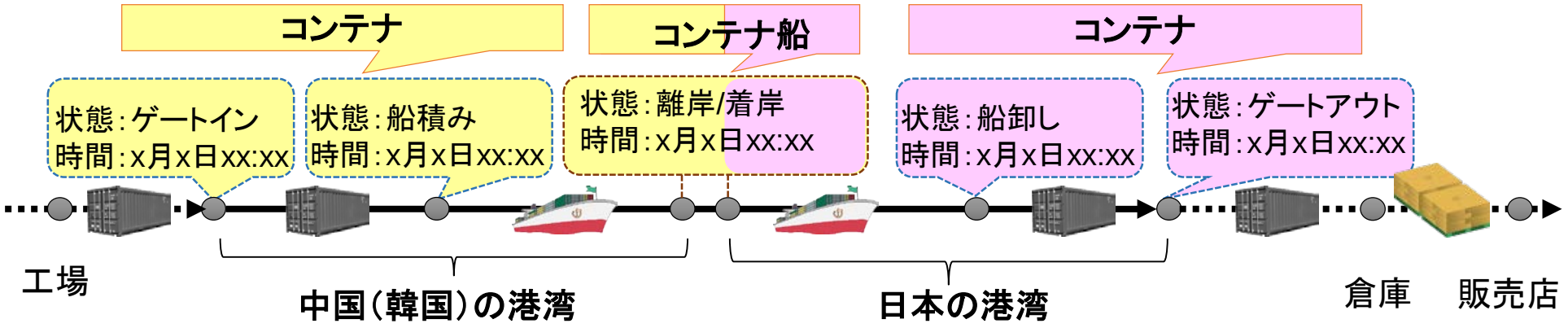
○インターネットに接続できる環境があれば全国どこからでも、いつでも申請が可能　等

（参考）港湾EDI（NACCS）の画面



2. 物流分野でのITの活用（港湾物流の可視化）

■日本における港湾物流情報の可視化の現状　（例：中国（韓国）輸出→日本輸入）

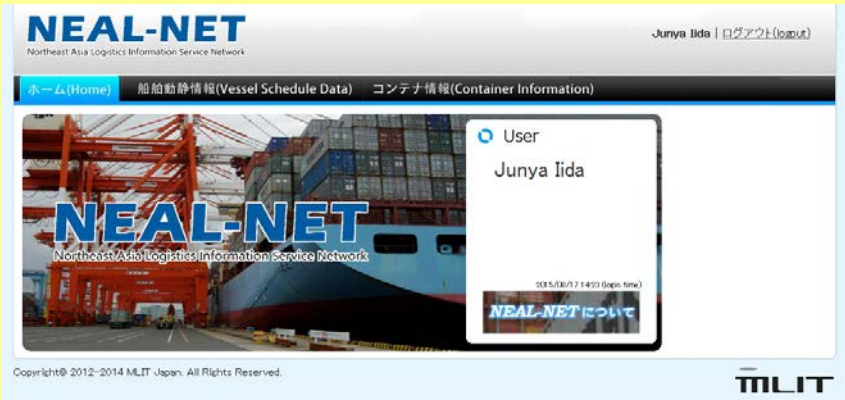


：コンテナ物流情報サービス「Colins」により港湾物流の「可視化」が進んでいた部分

：NEAL－NETの開発により、新たに港湾物流の「可視化」が可能となった部分

■港湾物流情報を把握する情報システム

日本の港湾物流情報提供システム
Colinsサイト



日中韓港湾物流情報提供システム
Colins/NEAL-NETサイト

３．書類簡素化の取り組み

3. 書類簡素化の取り組み（書類量の比較）

比較対象工事：改良工事

A　地方整備局　73冊（542cm）

B　地方整備局　1冊（10cm）

3. 書類簡素化の取り組み（工事帳票管理システム）

直轄の港湾工事は全国で統一的に管理している工事帳票管理システムを使用

3. 書類簡素化の取り組み（ヒアリング内容）

■事務所ヒアリング等の結果

ヒアリング対象：　各地方整備局　港湾事務所

■どこの整備局においても**書類の保存スペースは厳しい**状況である。

■工事帳票管理システムの**利用率は9割以上**である。

■紙と電子の**二重納品防止を徹底することで書類は大幅に削減される。**
（20冊　⇒　1冊に減少）

■電子検査の実施状況は整備局によって大きく異なる。

3. 書類簡素化の取り組み（提案内容）

■さらなる書類簡素化に向けた提案事項

紙と電子の二重納品の防止

■工事帳票管理システムで提出される書類は**紙提出させない。**

■発注者は電子検査を推奨する等、**書類は電子で確認する。**

工事帳票管理システムの改善

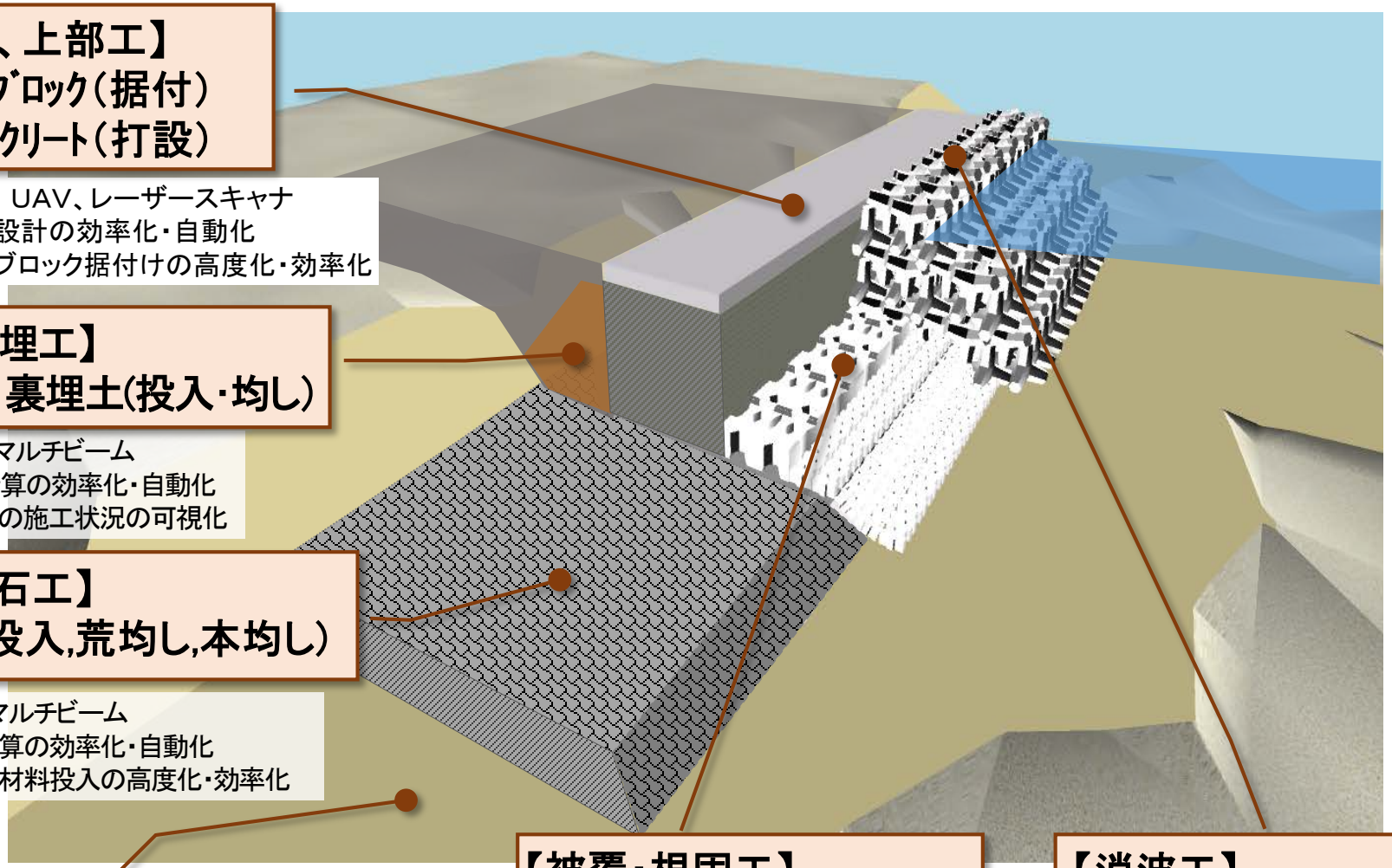
■工事帳票管理システムの**帳票データを継続的に保存する、もしくは類似のデータを保存することで、書類の検索性が向上する。**

■電子納品は利用率の高い**工事帳票管理システムを通して電子納品データを登録するように改善すれば、必要な情報を確実に蓄積できる。**

Ⅲ. 「生産性革命」加速のための研究展開

1. 港湾整備の高度化

港湾整備の高度化①



【本体工、上部工】
・ｹｰｿﾝ・ﾌﾞﾛｯｸ（据付）
・上部ｺﾝｸﾘｰﾄ（打設）

[測量]（陸上）UAV、レーザースキャナ
[設計] 構造設計の効率化・自動化
[施工] 本体ブロック据付けの高度化・効率化

【裏込・裏埋工】
・裏込石、裏埋土(投入・均し)

[測量]（海中）マルチビーム
[設計] 数量計算の効率化・自動化
[施工] 海中での施工状況の可視化

【基礎捨石工】
・捨石((投入,荒均し,本均し)

[測量]（海中）マルチビーム
[設計] 数量計算の効率化・自動化
[施工] 基礎工材料投入の高度化・効率化

【床掘工】
・原地盤（床堀）

[測量]（海中）マルチビーム
[設計] 数量計算の効率化・自動化
[施工] 海中での施工状況の可視化

【被覆・根固工】
・被覆石(投入、均し)
・被覆・根固ﾌﾞﾛｯｸ(据付)

[測量]（海中）マルチビーム
[設計] 数量計算の効率化・自動化
[施工] 潜水士作業の効率化・省力化

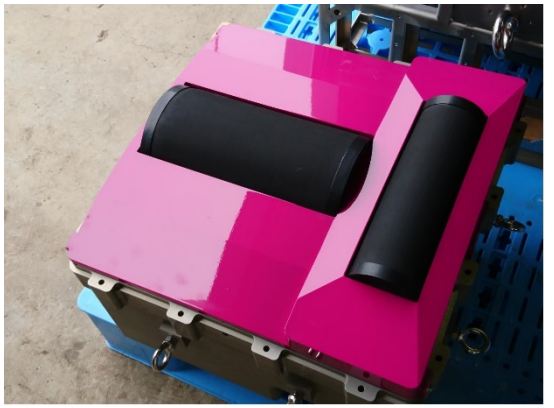
【消波工】
・消波ﾌﾞﾛｯｸ（据付）

[測量] （陸上）UAV、レーザースキャナ
（海中）マルチビーム
[設計] 数量計算の効率化・自動化
[施工] 消波ブロック据付けの高度化・効率化

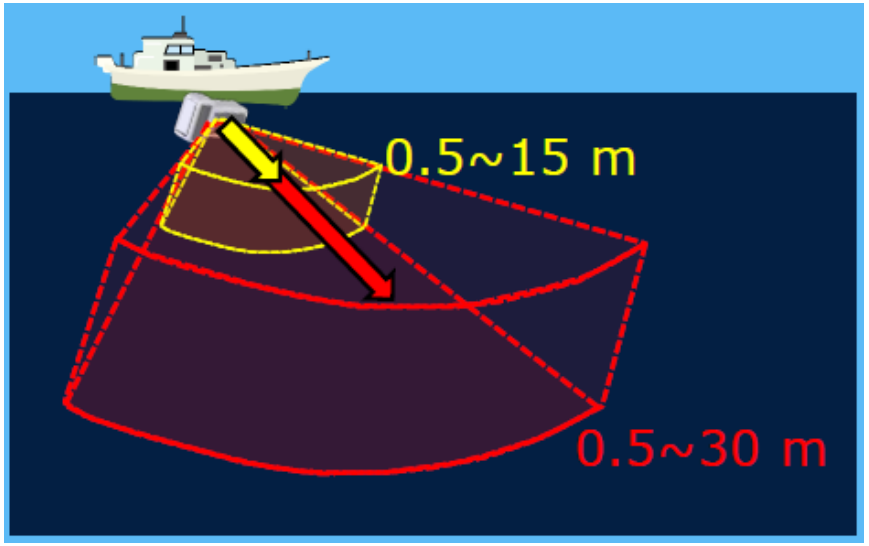
（第3回・第4回 港湾におけるICT導入委員会 資料より）

【水中音響3Dビデオカメラの開発】

光学式カメラで視認することが難しい濁り場においても高解像度な音響画像システムにより、3D画像の動画をリアルタイムに見たり距離を計測できる。



水中音響3Dビデオカメラ



水中音響3Dビデオカメラのレンジと視野角
（黄色：ショートレンジ、赤：ロングレンジ）

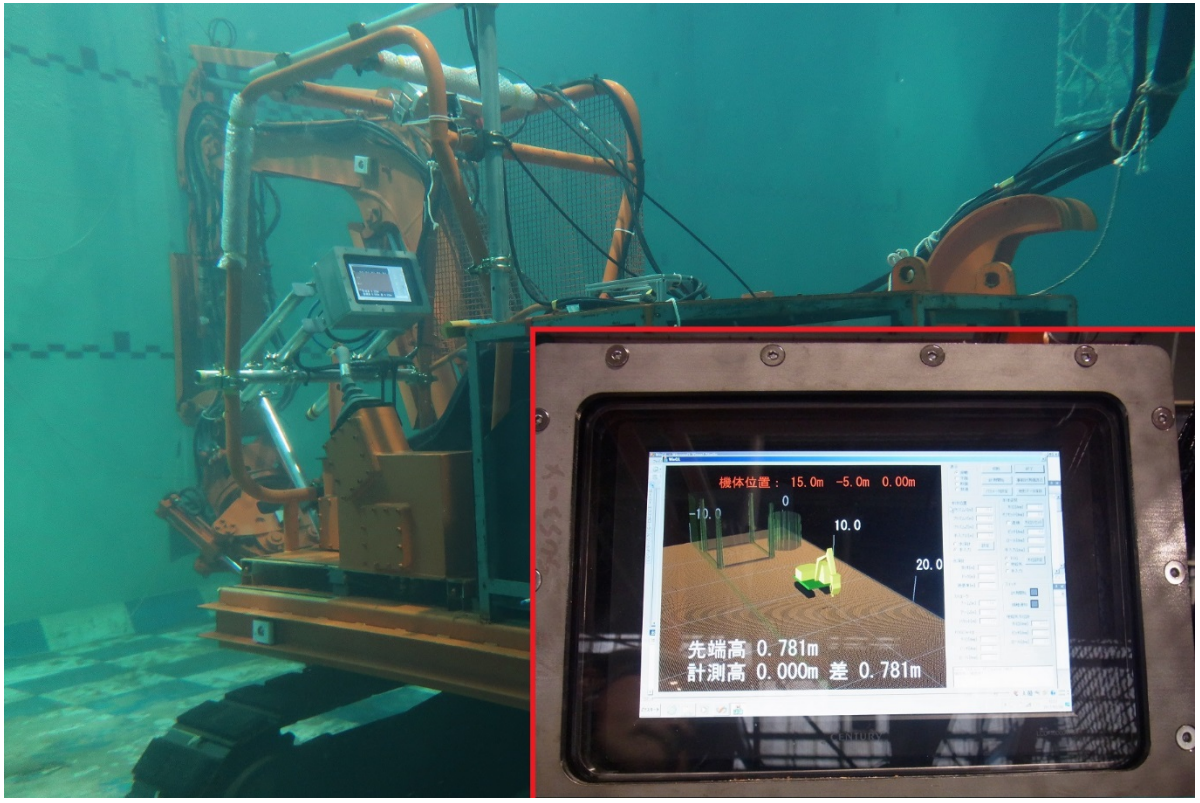
性　　能	
送波システム	224ch. / 電子フォーカス
受波システム	384ch. / ビームフォーミング
周波数	750 ~ 1500 kHz 450 ~ 750 kHz
レンジ	0.5 ~ 15 m 0.5 ~ 30 m
レンジ分解能	Up to 1 cm
縦横分解能 (V×H)	0.25° × 0.25° 0.5° × 0.5°
画像の更新レート	~10 Hz
視野角 (V×H)	40° × 80°
気中重量	50 kg / 100 kg
耐水深	100 m / 3000 m

水中音響3Dビデオカメラの性能

【無人水中油圧ショベル(バックホウ)の開発】

水中バックホウ周辺の地形や丁張り線や現状の機械の動きをCGで
表示して操作支援するマシンガイダンス方式のシステムを開発している。

共同開発:極東建設(株)
(一財)港湾空港総合技術センター(SCOPE)



マシンガイダンス:操縦席で周辺構造物、施工目標、機体の状況をCG表示

【桟橋上部工点検用ROVの開発】

GPSの信号が届かない桟橋下でも、周囲の走査で検出した杭位置とROVの持つ杭配置の地図情報との照合による測位機能ならびに障害物回避を支援する操作支援機能により、位置情報が対応付け可能な画像データを取得できる。

桟橋係船岸の床版下面の点検用ROV

【マルチコプター（UAV）の活用】

港湾施設及び海岸保全施設の点検に活用する可能性について検討している。
施設や部材に発生した段差やずれ、ひび割れの有無などは画像から直接確認できる。

マルチコプター（UAV）を活用した港湾施設の点検技術の確立

２．AIS情報の活用

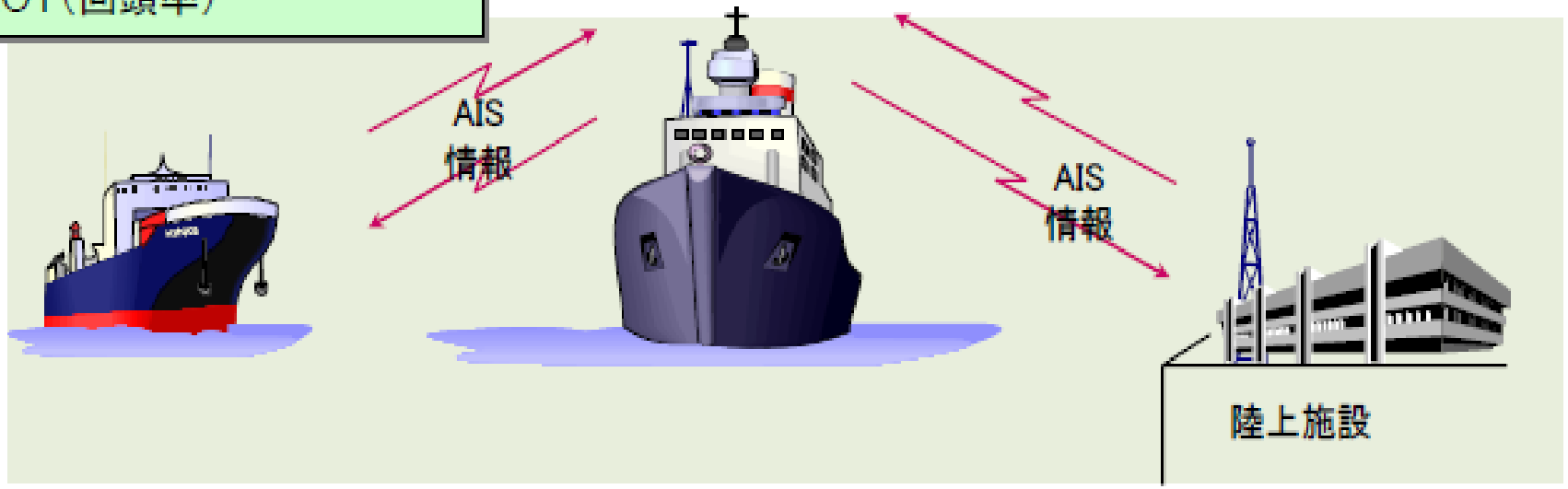
2. AIS情報の活用

○300総トンを超える船舶は国際海事機関(IMO)の条約により、AIS(Automatic Identification System)設備を備え、信号を発信する義務がある。
○AIS信号には、動的・静的情報、航行関連情報が含まれ、自動的に送受信。

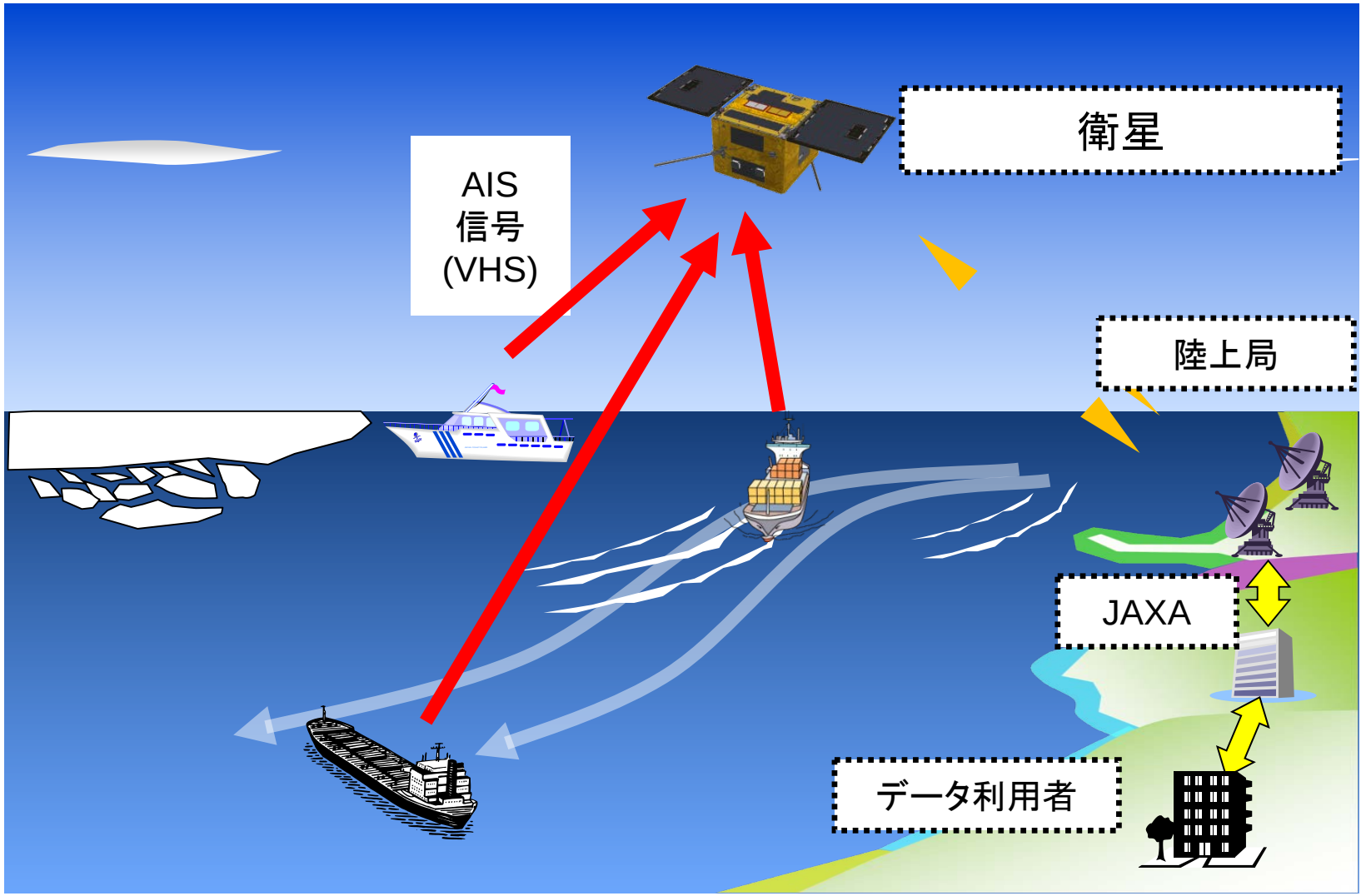
動的情報
- 位置情報
- UTC(世界標準時)
- 対地針路
- 対地速度
- 船首方位
- 航行状況
- ROT(回頭率)

静的情報
- IMO番号
- 呼出符号と船名
- 船の長さと幅
- 船の種類
- 測位アンテナの位置

航行関連情報
- 船の喫水
- 危険貨物(種類)
- 目的地
- 到着予定時刻
- 航行の安全に関する情報

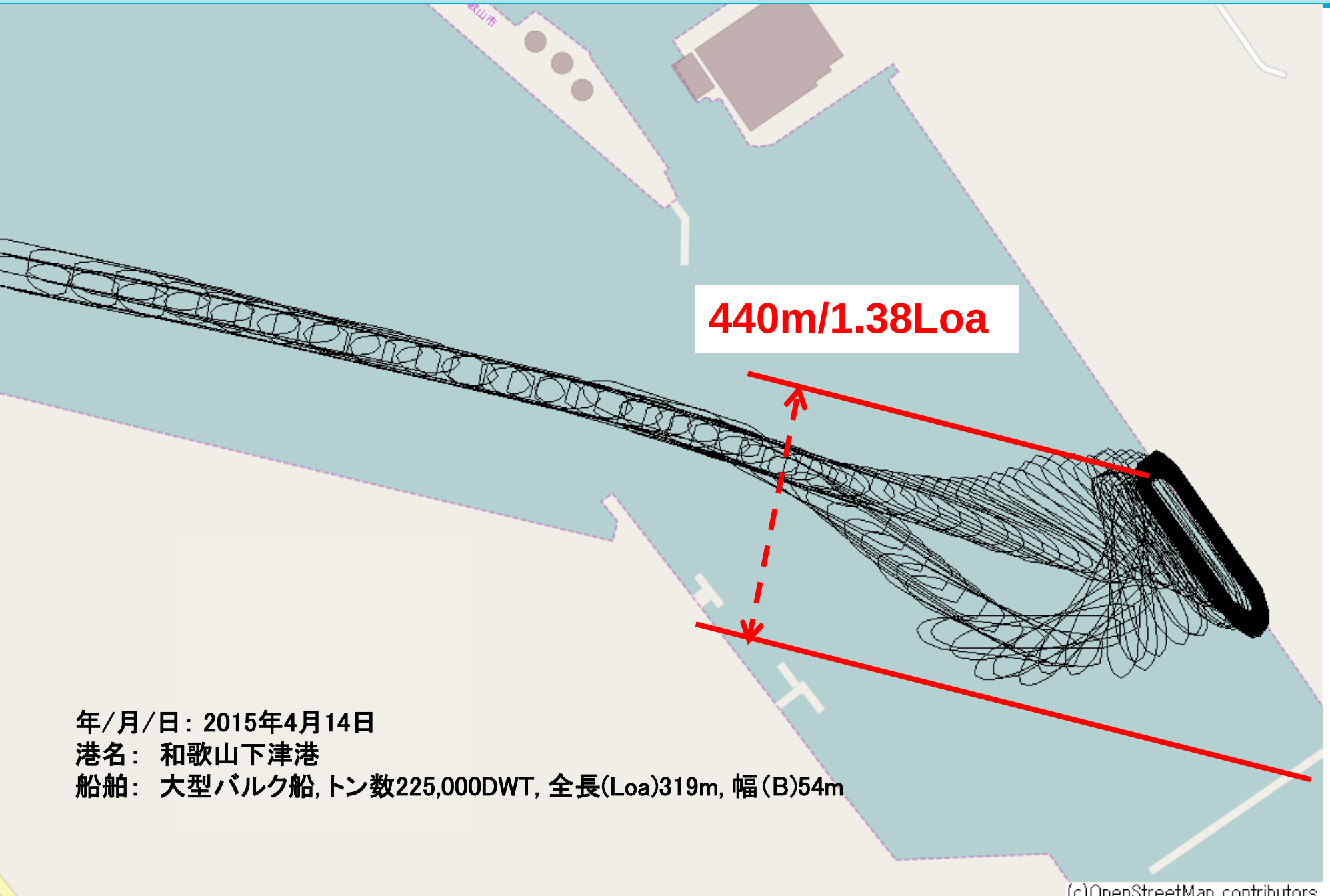


2. AIS情報の活用



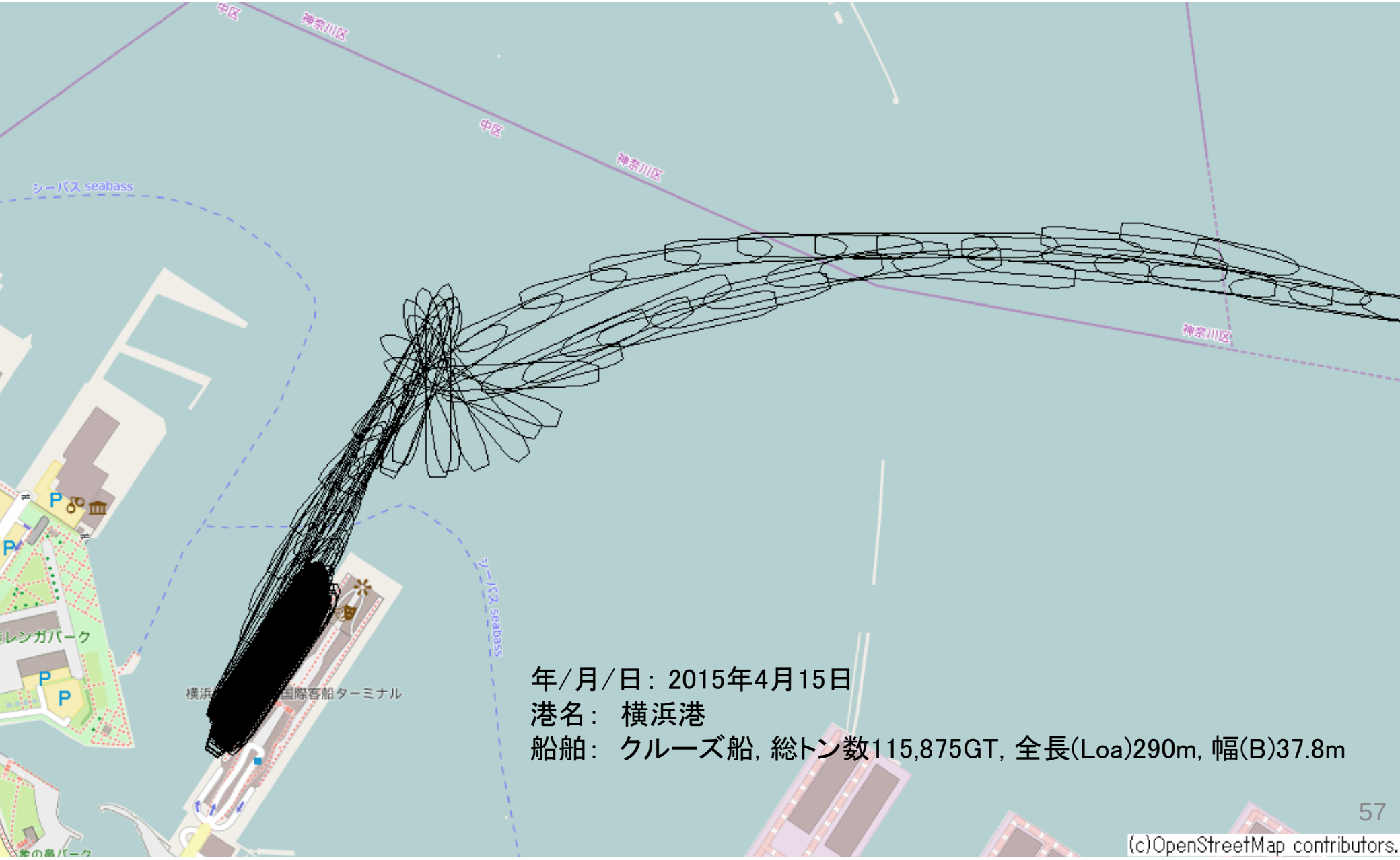
さらに、衛星にAISアンテナを備え付けることで、地球規模でAIS信号を捕捉することも可能となっている。

2. AIS情報の活用



年/月/日：2015年4月14日
港名：　和歌山下津港
船舶：　大型バルク船，トン数225,000DWT，全長(Loa)319m，幅(B)54m

2. AIS情報の活用

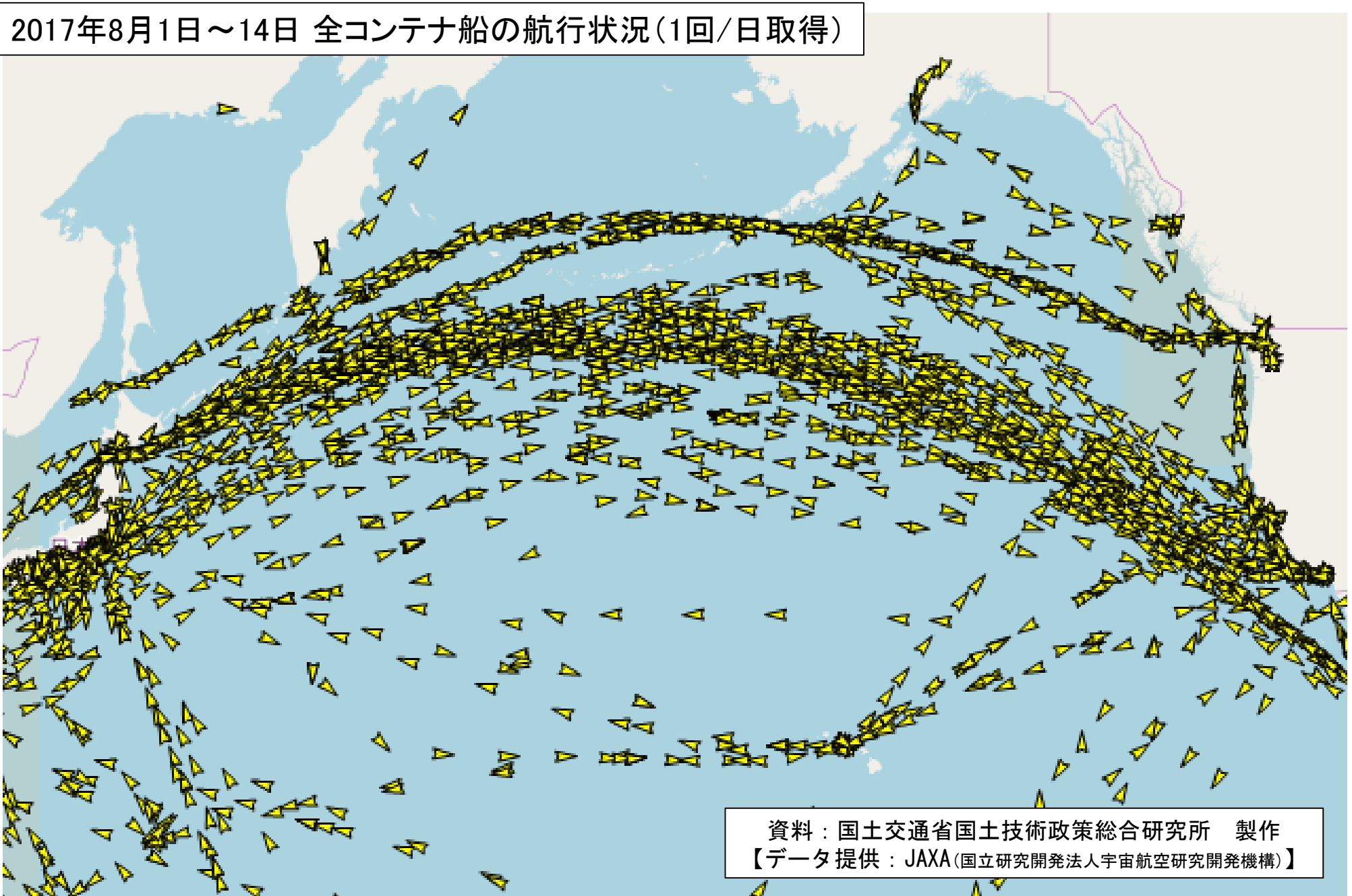


年/月/日：2015年4月15日
港名：　横浜港
船舶：　クルーズ船，総トン数115,875GT，全長(Loa)290m，幅(B)37.8m

(c)OpenStreetMap contributors.

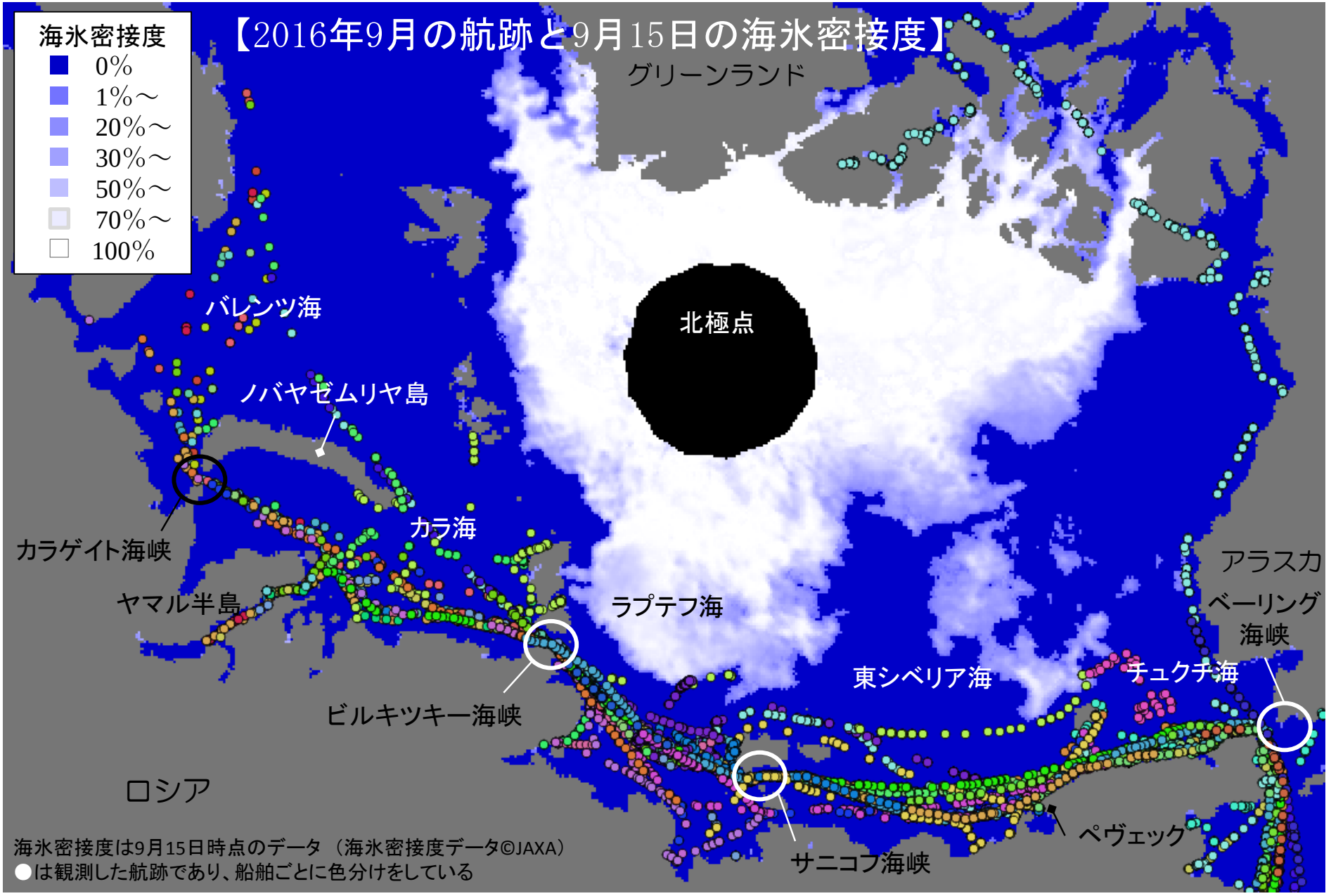
2. AIS情報の活用

2017年8月1日～14日 全コンテナ船の航行状況（1回/日取得）



資料：国土交通省国土技術政策総合研究所　製作
【データ提供：JAXA（国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構）】

2. AIS情報の活用

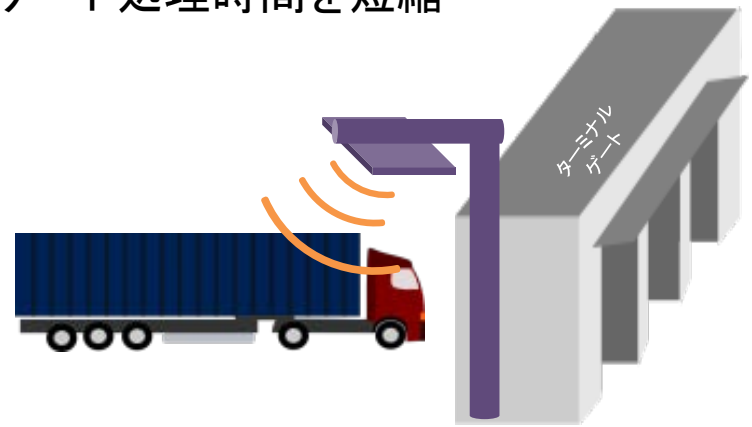

【2016年9月の航跡と9月15日の海氷密接度】
海氷密接度
0%
1%～
20%～
30%～
50%～
70%～
100%
グリーンランド
北極点
バレンツ海
ノバヤゼムリヤ島
カラゲイト海峡
カラ海
ヤマル半島
ラプテフ海
ビルキツキー海峡
東シベリア海
チュクチ海
アラスカ
ベーリング海峡
ロシア
ペヴェック
サニコフ海峡
海氷密接度は9月15日時点のデータ（海氷密接度データ©JAXA）
●は観測した航跡であり、船舶ごとに色分けをしている

３．物流の効率化

実験その1：ゲート処理の効率化

○　搬出入票の提示等を省略することで、ゲート処理時間を短縮

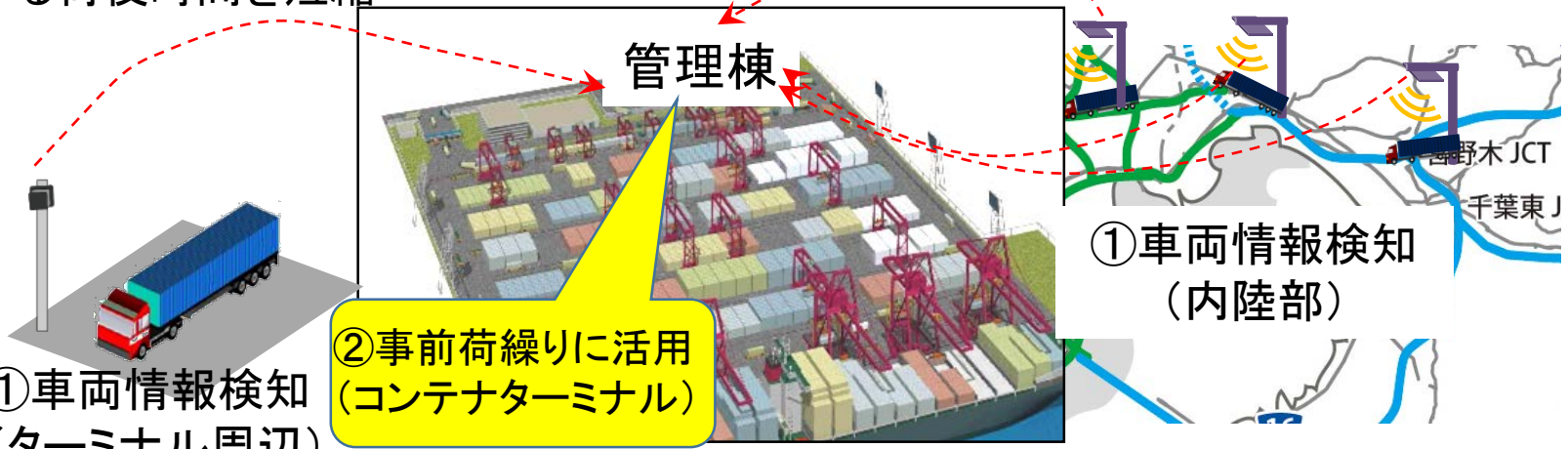
【現状：紙の搬出入票による受付】



【将来：情報技術を活用した自動受付】

実験その2：ヤード内荷役作業の効率化

○車両位置情報に基づいた手戻りの少ない効率的な荷役とすることでコンテナ搬出入に係る荷役時間を短縮



平成28年度より、関東地方整備局において3カ年の実証事業を実施中。

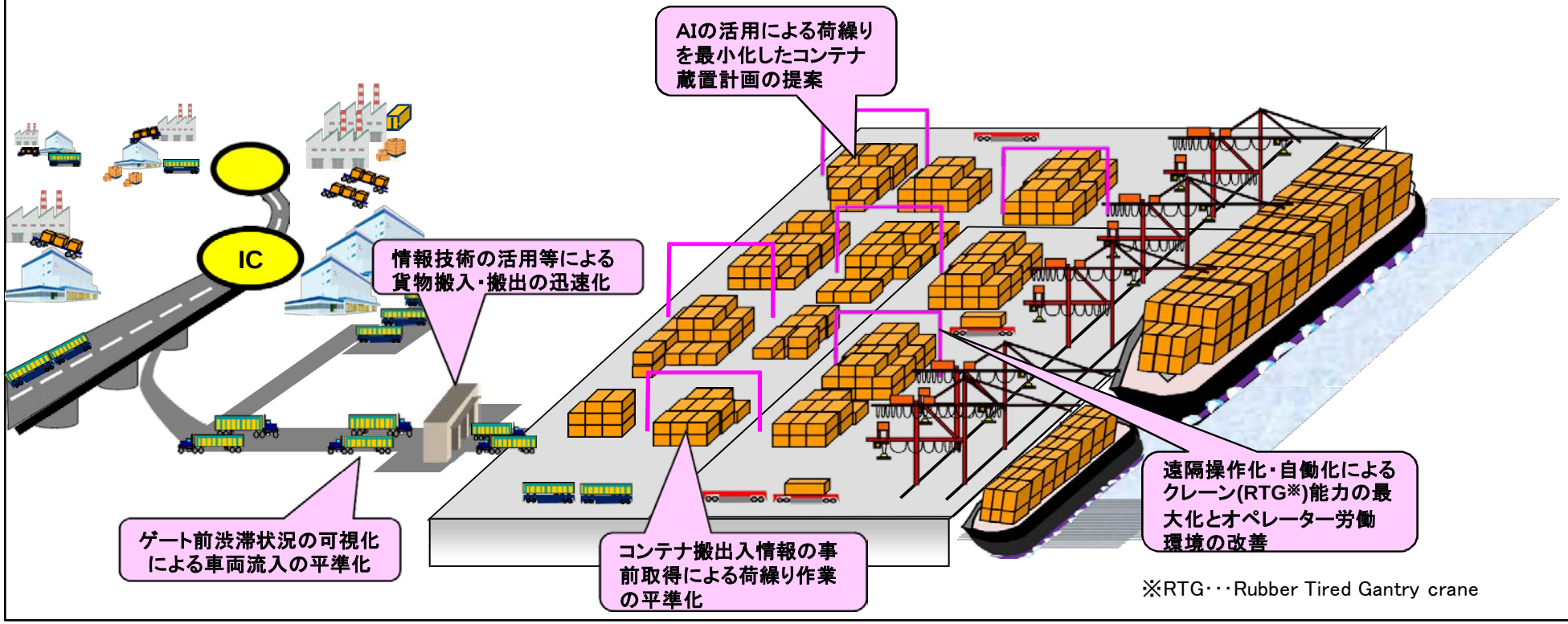
3. 物流の効率化（AI等を活用した港湾物流全体の効率化）

○近年、目覚ましい発展を遂げているAI、IoT、自働化技術を組み合わせ、世界最高水準の生産性を有し、労働環境の良いコンテナ ターミナル（「AIターミナル」）の形成を図るため、AIを活用したターミナルオペレーションの効率化・最適化に関する実証等を行う。

目指すべき方向性

- 外来シャーシの構内滞在時間の最小化
- 本船荷役時間の最小化
- オペレーターの労働環境の改善
- 荷役機械の燃料節約によるコスト削減

「AIターミナル」のイメージ



国土交通省　港湾局資料

Celebrity MILLENNIUM
Celebrity X Cruises