

令和元年(第19回)海上技術安全研究所研究発表会

# デジタルツインと海運における社会実装 —クラウドの活用—



知識・データシステム系  
○松倉 洋史、佐藤 佳二



# 1. はじめに

- 船舶デジタルツインの開発が進展中



- 全船に各種デジタルツインの専門技術者を乗せるのは困難
  - 船陸間通信ネットワークを介して陸上でも対応  
⇒ デジタルツインでは大量のデータを扱う必要  
⇒ 通信速度が限られている現状では対応困難



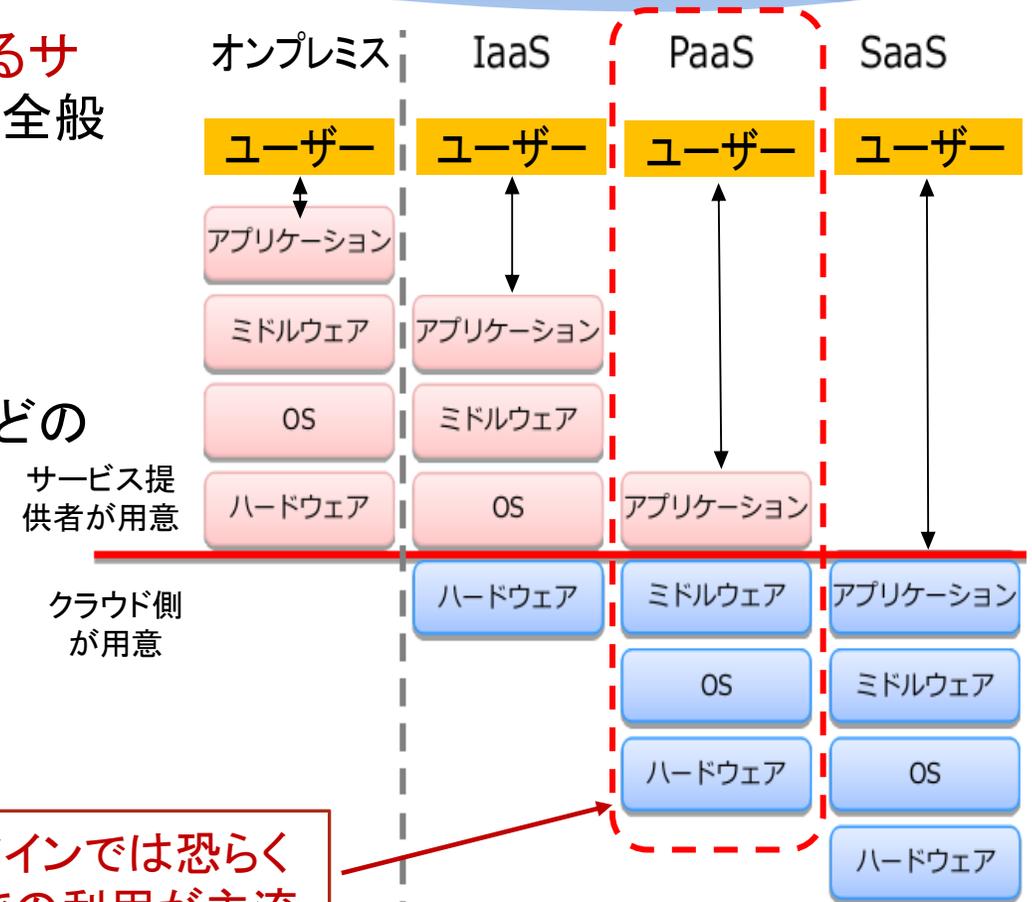
クラウドを用いて、適切に船上と陸上で役割  
分担を行うことが有効



図：船舶デジタルツイン（出典：ClassNK）

## 2. クラウドについて 2.1 概要

- クラウド: コンピューターネットワークを介して外部にあるサーバーやストレージ等の資源を利用するサービス形態全般
- クラウドの提供形態
  - (オンプレミス: 従来型サービス)
  - IaaS: クラウド事業者側がサーバーやストレージなどのハードウェア一式のみを利用者に提供
  - PaaS: OS及びミドルウェアまでをクラウド側が用意
  - SaaS: アプリケーションまでをクラウド側が用意



デジタルツインでは恐らくこの形態での利用が主流

図-1 クラウドの種類  
(出典: 国立情報学研究所資料を編集)

## 2. クラウドについて 2.2 メリット(1/2)

### ■ 一般的メリット

- **迅速性・柔軟性の実現**
  - ハード・ソフトの購入や設置が不要、数分で環境準備完了
- **最新技術・サービスへの追従**
  - 契約期間中でも最新の環境へ移行可能
- **運用負担の軽減**
  - クラウド事業者側が保守・障害対応。セキュリティ対策の徹底・負担減
- **経費負担の削減**
  - 基本は従量制
    - 運用コスト発生時はメリットも発生

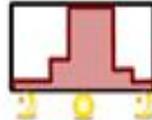
|            | クラウド  | オンプレミス (従来)  |
|------------|---|--|
| 迅速性・柔軟性の実現 | <p>すぐに利用(構成変更も)できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ハードウェア (やソフトウェア) の購入・設置 (設定) が不要。</li> <li>✓ 数分でサーバの導入や構成変更が可能。</li> </ul>                            | <p>サーバ購入・設置に数日~数ヶ月必要。</p> <p>→利用開始の遅れ<br/>機会損失</p>  |
| 最新技術への追従   | <p>常に最新のサーバを利用できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 契約期間中でも新型サーバに移行可能。</li> <li>✓ 最新機能 (例: GPU, SSD) の追加も可能。</li> </ul>                                    | <p>契約期間 (耐用年数) は同じサーバを利用。</p> <p>→技術の陳腐化</p>        |
| 運用負担の軽減    | <p>サーバ(ハード)の保守・障害対応不要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 障害時はクラウド事業者が (自動的) に復旧。ユーザへの影響最小。</li> <li>✓ 電気設備点検の停電対応不要。</li> <li>✓ セキュリティ対策負担軽減・徹底</li> </ul>  | <p>ハードウェア保守・障害対応のための業務負担大。</p> <p>→業務圧迫</p>        |
| 経費負担の削減    | <p>使った分だけ支払う</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 従量課金 (10分単位~)</li> <li>✓ 光熱費負担軽減、サーバ室設備整備不要</li> </ul>   | <p>繁忙期に合わせたサーバの購入が必要。</p> <p>→費用増大</p>            |

図-2 クラウドのメリット(出典:国立情報学研究所)

## 2. クラウドについて 2.2 メリット(2/2)

### ■ デジタルツインでクラウドを使う主なメリット

- 高性能な計算能力
  - 必要な時だけ必要な計算機(PC～スパコン)を従量料金で利用
- データストレージが安価・無制限
- 強固なバックアップ体制
  - 東日本/西日本、世界各地に運用拠点
  - 容易に自動ミラーリング可能
  - 高い稼働率、災害時冗長性
- 高度なセキュリティ
  - クラウド業者担当部分(PaaSならハードウェア・OS・ミドルウェアに相当)は専門部署が維持・管理
- どこからでもアクセス可能・・・後述

## 2. クラウドについて 2.3 IoS OPの取組み事例

- **IoS OP**(Internet of Ships Open Platform)
  - デジタルツインの利用プラットフォームとしても有望
  - 株式会社シップデータセンター(日本海事協会の100%子会社)が運営
  
- 目的
  - クラウド上に船舶関連データの流通基盤(データ交換市場)を構築
  - 主としてSolution Providerによるデータを活用したイノベーション、新規サービスを育成
  - 業界全体としてデジタル時代における新たな海事クラスターの形をつくり、次世代につなぐ
  
- 会員
  - 55社が参画(船社 5、造船所 10、船用工業 23、ICT 11、その他 6)【2019.2現在】



図-3 IoS OPの活動領域(出典:株式会社シップデータセンター)

# 3. 船とデジタルツイン 3.1 実装上の課題

- 船舶デジタルツイン
  - 対象や利用方法により実装条件は様々
  - 最も取り組み時期が早い利用事例の1つと思われる**安全面(異常モニタリング)**の利用を想定
  - クラウドの**当面の現実的な**社会実装形態を検討
- クラウドの**一般的メリットは享受可能**
  - 迅速性・柔軟性、最新技術への追随、運用負担の軽減・経費負担の軽減
- 課題
  - 陸上への大量の通信は困難
    - ⇒ **エッジコンピューティング**：  
センサ側に近い機器でも計算処理を実施
    - 通信量(料)の削減
    - クラウド側での処理負担の軽減
    - セキュリティの確保

# 3. 船とデジタルツイン 3.2 エッジコンピューティング

## ■ エッジコンピューティング

### ■ もともと小型移動体が主対象

- 処理機器の小型化・省電力化・防塵・耐振・経年劣化対策・気温・湿度対策・メンテナンス

### ■ メモリ拡大・CPU速度向上

⇒技術的課題は多い

### ■ 船舶

- **重量**の制約:無し、**スペース**:十分、**電力**:豊富
- ブリッジであれば室温も管理された比較的良好な**環境**。防塵・耐振・耐湿についても特別な対策不要
- 技術系の専門技能者も乗船⇒簡単な**メンテナンス**可能
- 船舶では通常のPCを搭載可⇒**特別なアプリケーションの開発**不要  
⇒船はエッジコンピューティングと極めて親和性が高い

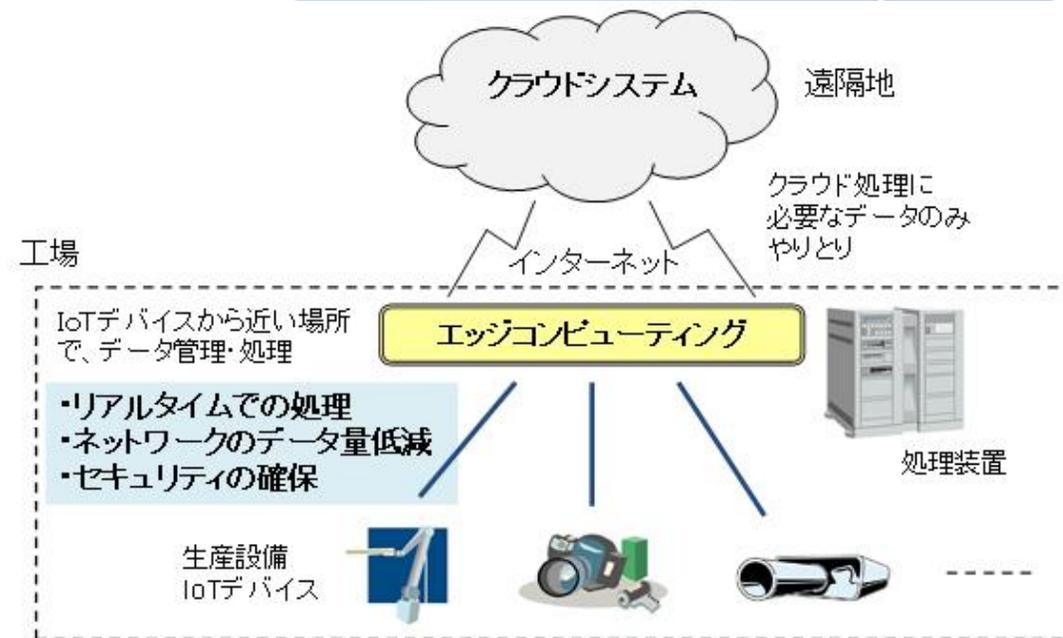
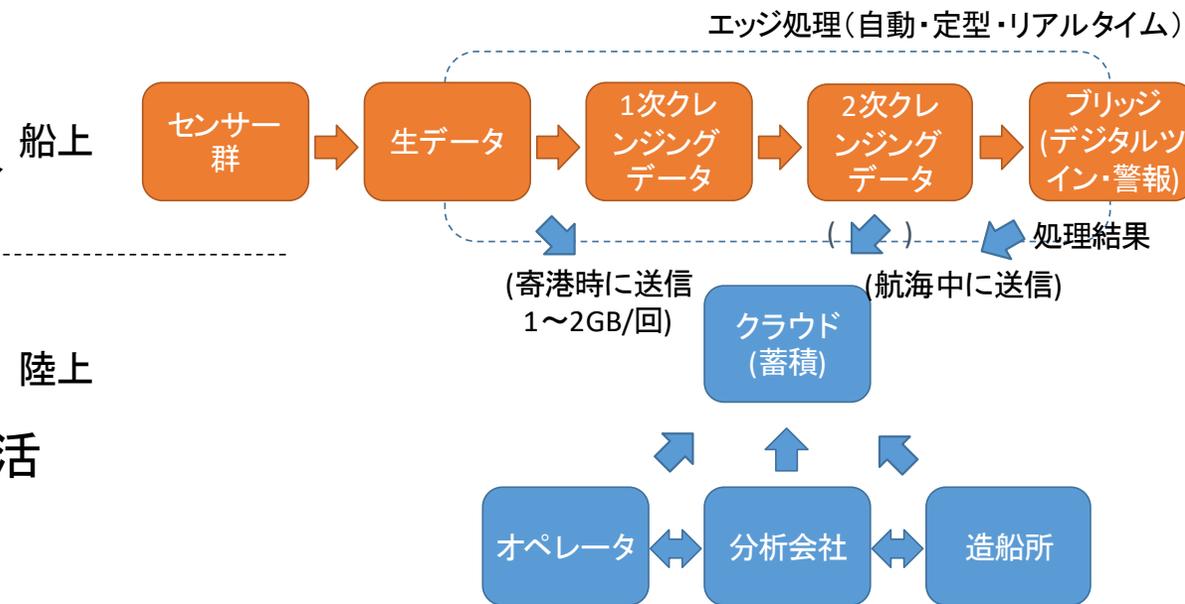


図-6 エッジコンピューティング(出典:独立行政法人中小企業基盤整備機構)

# 4. 社会実装例(1/4)

## (1) 船上処理

- **生データの送信**
  - 船の各種センサーからエッジ処理コンピュータへ
- **一次クレンジング・・・汎用データへ変換**
  - デコード、タイムスタンプ付加、不良データ削除、欠損値処理等
  - 欠損値を補うために他種類のセンサーデータの活用も期待
- **2次クレンジング・・・デジタルツインの入力へ変換**
  - データ間隔の調整(間引き)、補完、編集処理等
- **デジタルツイン計算**
  - 自動の定型処理
  - アラーム発生



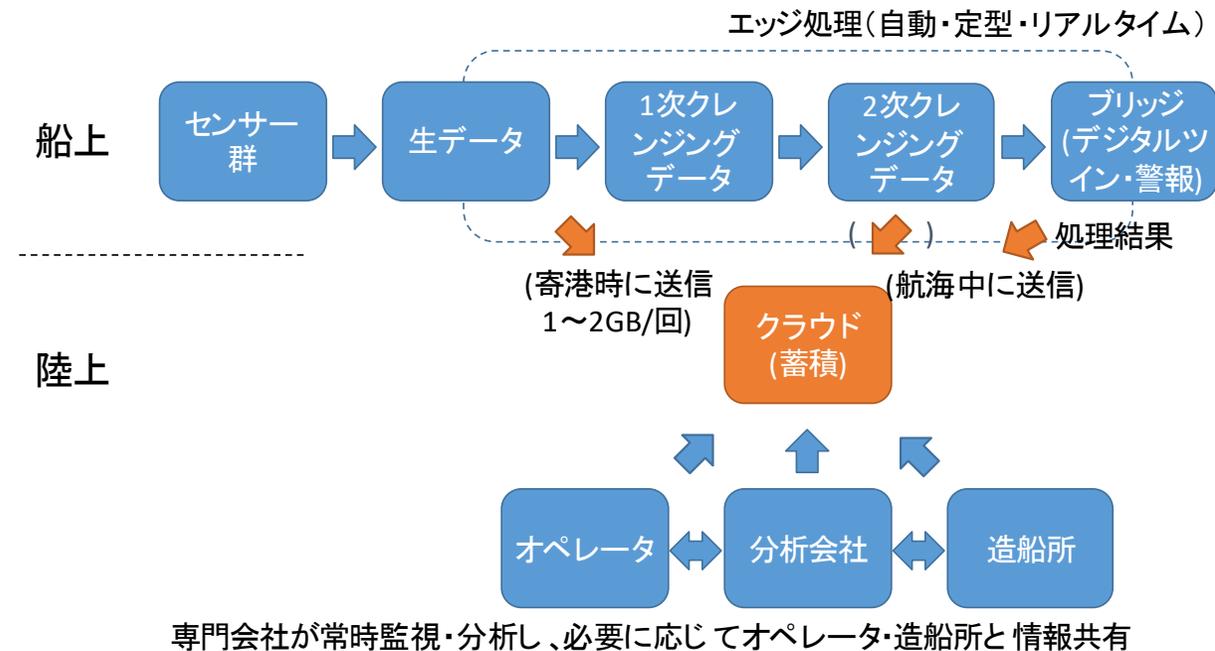
専門会社が常時監視・分析し、必要に応じてオペレータ・造船所と情報共有

図ー7 船舶デジタルツインにおけるクラウドの利用例

# 4. 社会実装例(2/4)

## (2) データの送信

- 航海中に利用できるのは衛星回線を用いた(陸上と比較して)低速・高コストの通信
  - 当面、**処理結果のみをクラウドへ送信**・蓄積
  - 将来は2次クレンジングデータを随時送信し、クラウド上でデジタルツイン計算も
  
- 寄港先での送信
  - 外航船：年間25～50回程度の寄港  
(内航船ではそれ以上)
  - **生データをクラウドへ送信(自社へ郵送?)**
    - 例：1隻あたり年間50GBの生データ  
⇒一寄港当たり最大でも1～2GB



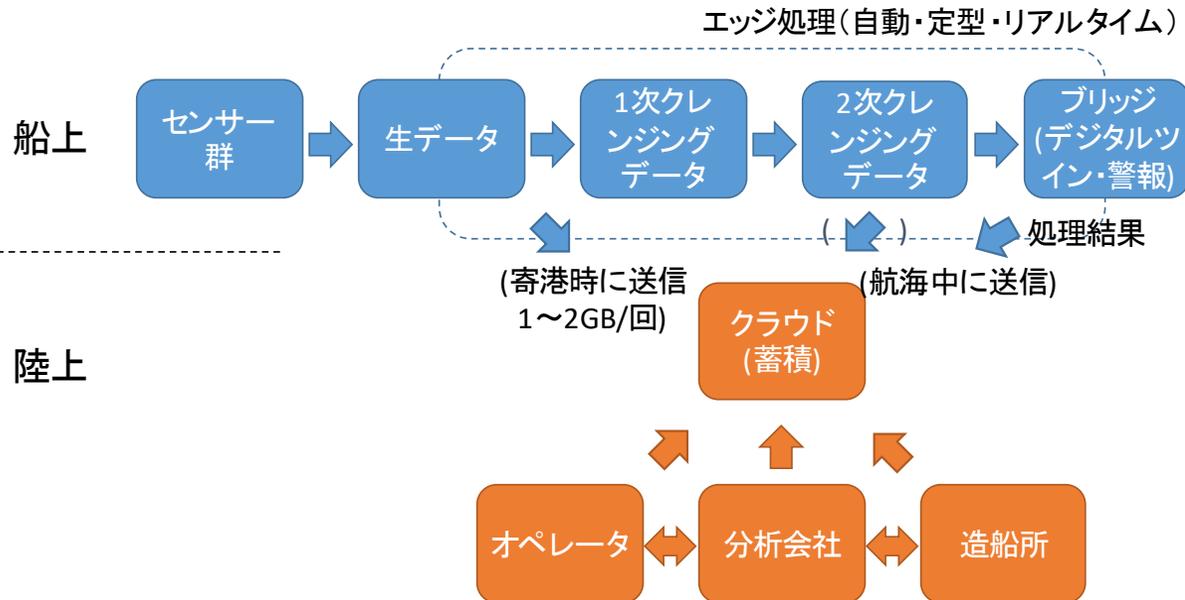
# 4. 社会実装例(3/4)

## (3) 船社・分析会社・造船所による利用

- 船上のアラーム監視  
⇒高性能の計算能力や高度な専門知識は不要
- しかし、**重大アラーム発生後は相当の専門知識**が必要となる可能性
  - クラウドに蓄積された生データを用いた(事後的)デジタルツイン計算
  - 高度なリスク分析等



- 課題:
  - まれな事態に備えて高い能力の人材を各社で確保・維持するのは困難
  - 経験を積む頻度も限定

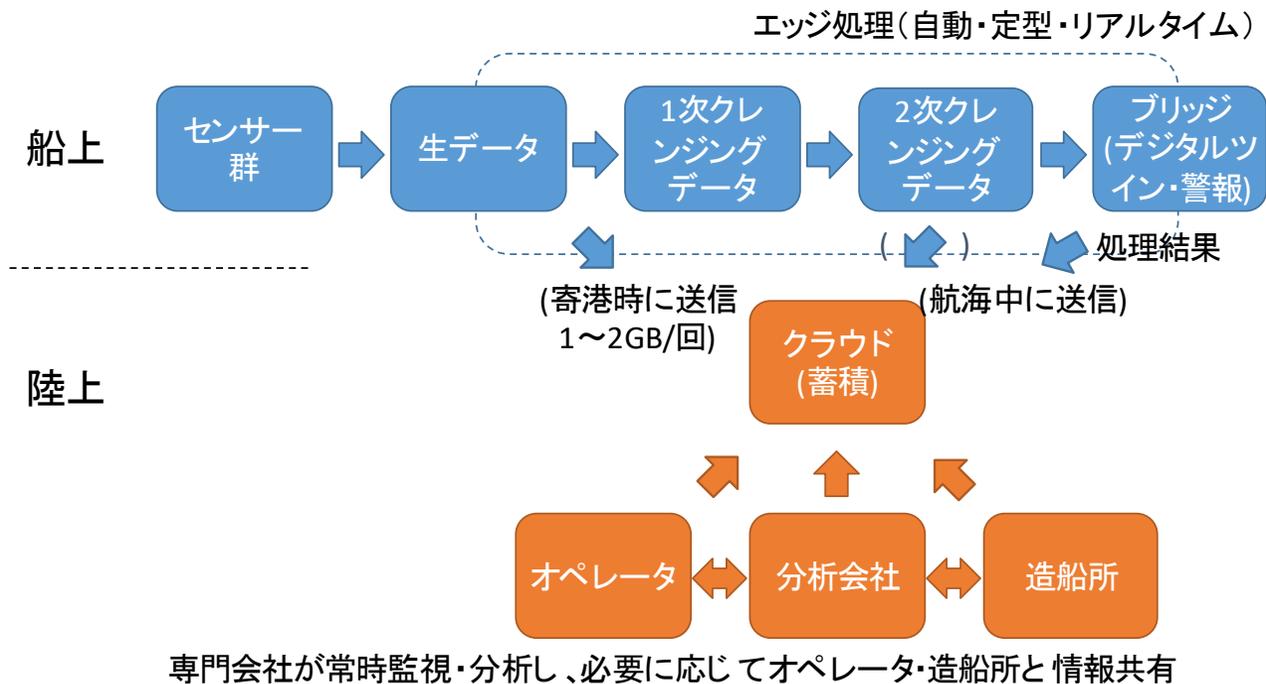


専門会社が常時監視・分析し、必要に応じてオペレータ・造船所と情報共有

## 4. 社会実装例(4/4)

### (3) 船社・分析会社・造船所による利用

- **専門の分析会社**(SP: Solution Provider)が任に当たるのが適切
  - アラーム発生時のみ初見の船に対して高度な分析を行うことは非現実的  
⇒平常時の監視も含めて担当するのが適当
- (前回寄港時以降の未送信分は、必要に応じて衛星回線でクラウドへ送信)
- 生データがクラウドで共有可能  
⇒関係者間で**分析結果**や**知見**を共有しながら最適な対処を行っていくことが可能



## 5. まとめ

- クラウドの概要・メリット・我が国の先進的取り組み事例を説明
  - 主に安全監視を想定してエッジコンピューティングを活用したクラウドの現実的利用形態例を提示
- 
- 多数の船舶データを効率的に分析するという観点からはクラウドの利用は有益
  - 今後の船舶デジタルツインの発展に期待したい

### 謝辞

本報告は一般財団法人 日本船舶技術研究協会が日本財団の助成により実施している「超高精度船体構造デジタルツインの研究開発」からの受託研究の成果を基に作成したものです。発表をご快諾いただきありがとうございました。