

科学技術と経済の会
第153回 ライフサイクル・メンテナンス研究会

海運における デジタルイノベーションへの取り組み

2019年6月14日

安藤 英幸

株式会社MTI
日本郵船グループ





発表の構成

1. 日本郵船及びMTIのご紹介
2. 海運におけるデジタルイゼーション
3. ビッグデータ, IoT, デジタルツイン
4. データ共有のためのオープンプラットフォーム
5. 自律船への取り組み
6. 新たな課題
7. 将来の脱炭素に向けて
8. まとめと今後

発表の構成

1. **日本郵船及びMTIのご紹介**
2. 海運におけるデジタルイゼーション
3. ビッグデータ, IoT, デジタルツイン
4. データ共有のためのオープンプラットフォーム
5. 自律船への取り組み
6. 新たな課題
7. 将来の脱炭素に向けて
8. まとめと今後

日本郵船のご紹介

- 会社名：**日本郵船株式会社**（Nippon Yusen Kabushiki Kaisha）
- 代表取締役：内藤 忠顕
- 設立：1885年(明治18年)9月29日
- 本社：〒100-0005 東京都千代田区丸の内2-3-2 郵船ビル
- 従業員数：37,820名 (2018年3月末時点)
- 売上高：21,832億円 (2017年度)
- 事業内容：
 - 一般貨物輸送事業（定期船事業、航空運送事業、物流事業）
 - 不定期専用船事業（自動車船部門、ドライバルク部門、リキッド部門、海洋事業）
 - 客船事業
 - 不動産事業
 - その他事業
- URL：<http://www.nyk.com/>



日本郵船 本社ビル

日本郵船グループの運航船



Containerships (including semi-containerships and others)

97 vessels / 6,097,420 DWT



Bulk Carriers (Capesize)

99 vessels / 19,119,533 DWT



Bulk Carriers (Panamax & Handysize)

274 vessels / 16,264,631 DWT



Wood-chip Carriers

43 vessels / 2,321,333 DWT



Cruise Ships

1 Vessels / 7,548 DWT

(2017年3月末時点)



Car Carriers

111 vessels / 2,003,750 DWT



Tankers

63 vessels / 9,311,772 DWT



LNG Carriers

29 vessels / 1,414,807 DWT



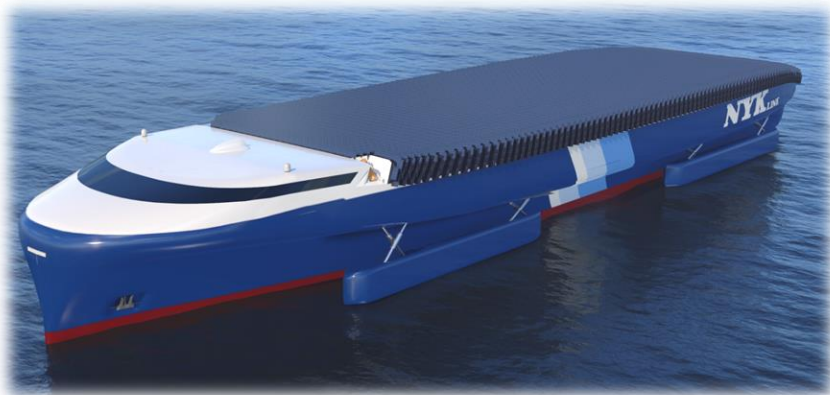
Others

42 vessels / 695,974 DWT

**759 vessels
57,236,768Kt (DWT)**

MTIのご紹介

- 会社名：**株式会社MTI**
- 代表取締役：石塚 一夫
- 設立：2004年(平成16年) 4月1日
- 従業員数：69名 (2018年4月1日現在)
- 資本金：9,900万円
- 株主：日本郵船株式会社
- 本社：〒100-0005 東京都千代田区丸の内2-3-2 郵船ビル7階
- URL：<http://www.monohakobi.com/>



NYK SUPER ECO SHIP 2050

シンガポール支店

- 1 Harbour front Place #13-01,
Harbourfront Tower One
Singapore 098633

YOKOHAMA LAB

(輸送環境実証実験施設)

- 〒235-0033 神奈川県横浜市磯子区杉田5-32-84

Smarter ship and operation in NYK/MTI



Ship (Hardware)

Berth 216 (ATK Atlas - High-voltage power supply) Shore connection panel Cable reel AC641 High-voltage switchboard AC641 Power supply

Wind Resistance Reduced MT-COWL

Super Eco Ship 2050

Super Eco Ship2030

30% Energy Saving PCTC

- 太陽光発電 省エネ+1%
- 船体 省エネ+2.7%
- 高圧促進 省エネ+8%
- その他 省エネ+2%
- 機関 省エネ+16%
- 運航 省エネ+5%

Measurement around propeller

Alternative Marine Power

Wind Power Generator *Andromeda Leader*

Solar Panel *Auriga Leader*

太陽光モジュール40kW(328枚)
38年12月竣工予定
就航イメージ図

Hybrid T/C *Shin*

LNG-Fueled Tugboat *Sakigake*

LNG-Fueled PCTC Delivery in 2016

Innovative Air Lubrication System *SOYO*

Air Lubrication System *YAMATO, YAMATAI*

LNG Bunkering Vessel Delivery in 2016

Electronic Controlled Engine Governor Controller

Improved Governor Controller

MT-FAST

Hybrid Electric Power Supply *Auriga Leader*

Operation (Software)

Monohakobi Technology Institute
MTI Founded

Prediction of Current

Fuel Consumption Indicator *FUELNAVI*

Integrated Operation Management System

IBIS Project
Onboard Broadband NYK Satcom Project

LIVE Operation Portal Site

Detection of Mach. Trouble with monitoring data

- Fire in Scav. Air Handfield
- Explosion in Exh. Gas Handfield
- M/E T/C Breakage
- M/E System Oil Failure
- D/G Crank Shaft Damage

ShipDC & IoS-OP

NYK's own safety and Environment standard NAV9000



発表の構成

1. 日本郵船及びMTIのご紹介
2. 海運におけるデジタルイゼーション
3. ビッグデータ, IoT, デジタルツイン
4. データ共有のためのオープンプラットフォーム
5. 自律船への取り組み
6. 新たな課題
7. 将来の脱炭素に向けて
8. まとめと今後



海運に押し寄せるデジタル化

1. 資産(船)の有効活用

1. 航海、運航への自動化技術の導入
2. 衛星通信を活用した船陸の協業
3. フリートマネージメントシステムによるパフォーマンス向上
4. ビッグデータの活用によるパフォーマンス改善とトラブル防止
5. 会社経営によるパフォーマンスの把握

2. 規則関係の情報提供のデジタル化

3. 一貫物流システム

引用)

Martin Stopford, Shipping's Next Techno-Economic Great Wave, Tokyo, Dec 2015

(http://www.jpmac.or.jp/forum/pdf/106_1.pdf)

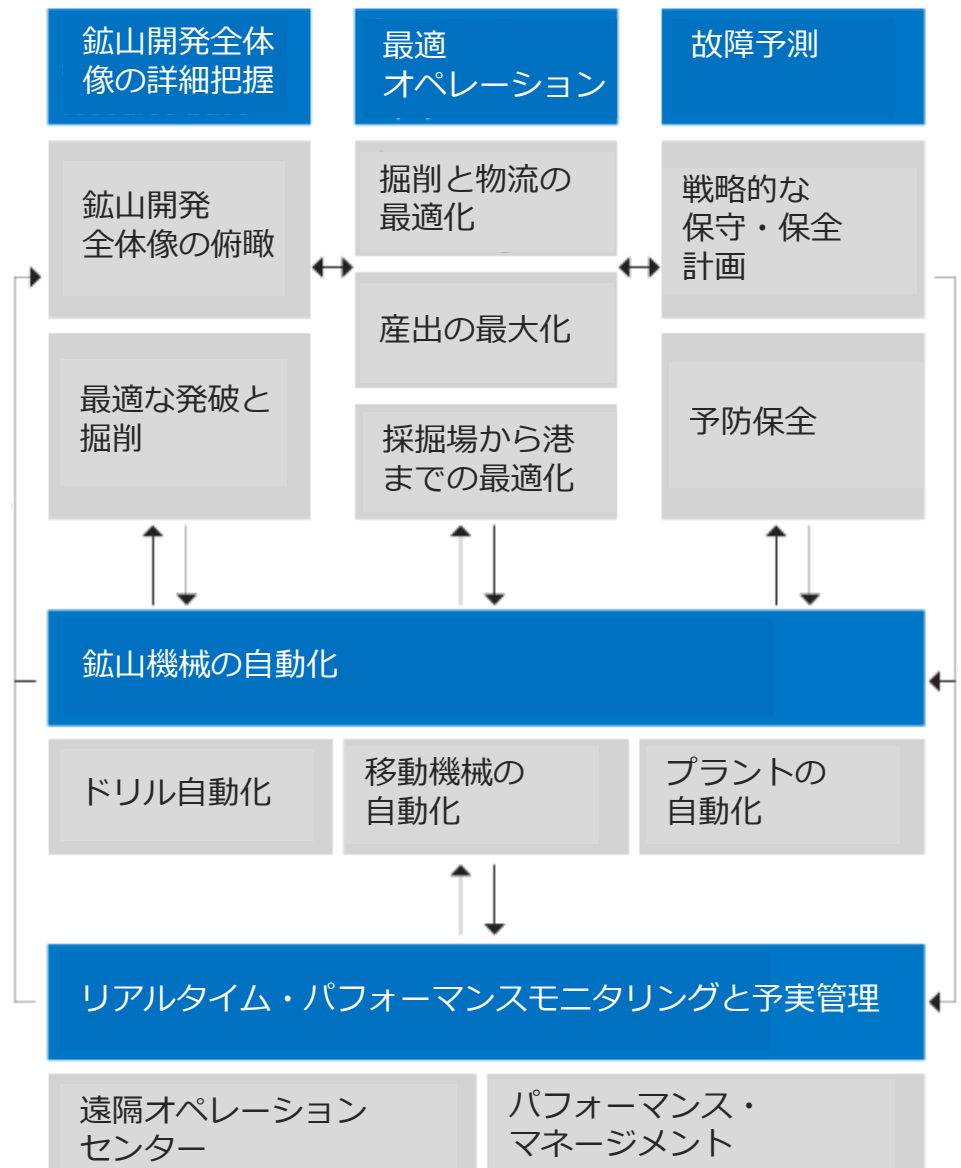
例) 鉱山開発における価値を産み出す5つのデジタルイノベーション分野

1. 鉱山開発全体像の詳細把握
2. 最適オペレーション
3. 故障予測
4. 鉱山機械の自動化
5. リアルタイム・パフォーマンスモニタリングと予実管理

より良い
意思決定

安全で
安定した
オペレーション

継続的な学習



継続的な改善

引用)McKinsey Company, How digital innovation can improve mining productivity, 2015

<https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/how-digital-innovation-can-%20improve-mining-productivity>

海運における デジタルイゼーション分野

1. フリートオペレーション及びマーケットの全体像・詳細把握
2. 最適オペレーション
3. 故障予測

継続的な
学習



継続的な
改善

4. 船舶・機器システムの自動化

5. リアルタイム・パフォーマンスモニタリングと予実管理

より良い意思決定

オペレーション、ハード
の全体最適の追求

安全で安定したオペレーション



発表の構成

1. 日本郵船及びMTIのご紹介
2. 海運におけるデジタルイゼーション
3. **ビッグデータ, IoT, デジタルツイン**
4. データ共有のためのオープンプラットフォーム
5. 自律船への取り組み
6. 新たな課題
7. 将来の脱炭素に向けて
8. まとめと今後

海運におけるビッグデータ



海運におけるビッグデータの例

航海データ

- Automatically collected data (IoT)
- Noon report

機関データ

- Automatically collected data (IoT)
- Manual report data
- Maintenance data / trouble data

AIS data

- Satellite AIS / shore AIS (IoT)

気象データ

- Forecast / past records
- Anemometer / wave measurement (IoT)

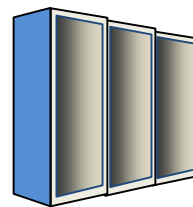
ビジネスデータ

- Commercial data
- Market data

日本郵船のIoTプラットフォーム

SIMS (Ship Information Management System)

SIMS IoT data
+ SPAS manual data

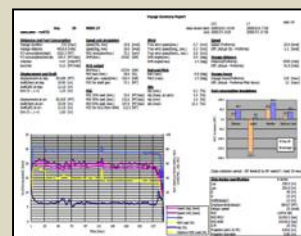


Data Center

SIMS Monitoring & Analysis at Shore



Operation
(Tokyo, Singapore ...)



Big data analysis

- Operational efficiency
- Performance
- Engine & plant condition

Analysis report



Technical Analysis
(NYK, MTI)



Shore Dashboard

- For operation
- For ship manager

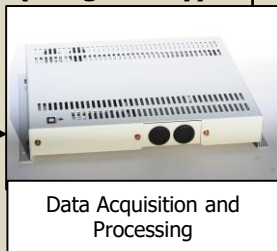


SIMS Data Collection Onboard

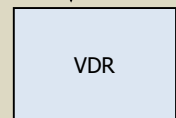


- GPS
- Doppler log
- Anemometer
- Gyro Compass

SIMS unit (IoT gateway)



Data Acquisition and Processing

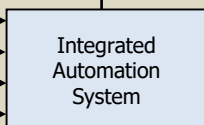


VDR

<Navigation Bridge>

<Engine Room & Cargo>

- Main Engine
- Power plant
- Cargo control
- Auxiliary machineries



Integrated Automation System



Sat Com
(VSAT, FBB)



Onboard dashboard

Motion sensor

ビッグデータ活用の手法①

ビジネス知識を持って解決すべき課題を特定し、
徹底的にデータ・技術を活用する

実現したいこと

最適運航の実現

- ・ 燃節
- ・ マージンの最小化など

ビジネス戦略の策定

- ・ 配船戦略など

安全運航の推進

活用するデータ

IoT Data

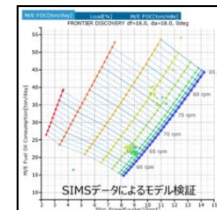
レポートData

AIS Data

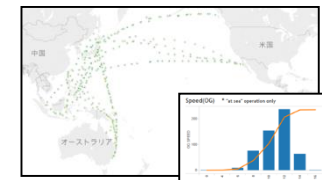
気象・海象

解析技術

エンジニアリング知識



IT・データ解析



この他にも
使えるデータは
積極的に活用

運航データ

- ・ 航海スケジュール
- ・ 航路
- ・ CB、HB

本船スペック

- ・ 試運転データ
- ・ 搭載機器データ
- ・ 付加物データ
- ・ 塗料データ

マーケット

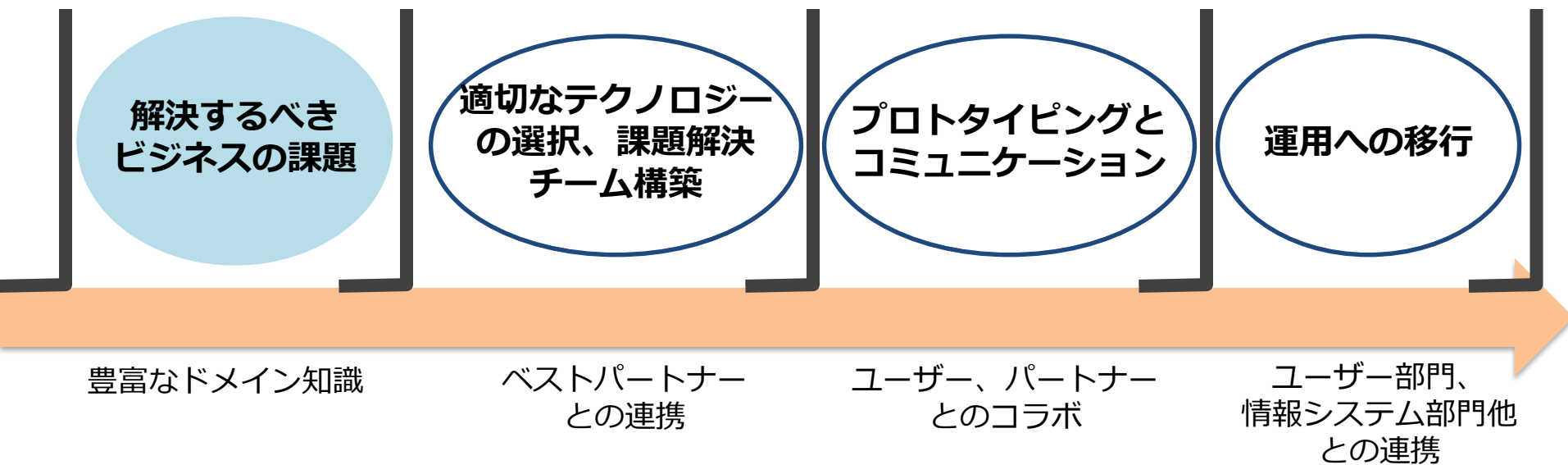
- ・ 燃料油価格
- ・ 傭船価格
- ・ 市況データ

ビジネス

- ・ 顧客
- ・ 船隊計画
- ・ 傭船

ビッグデータ活用の手法②

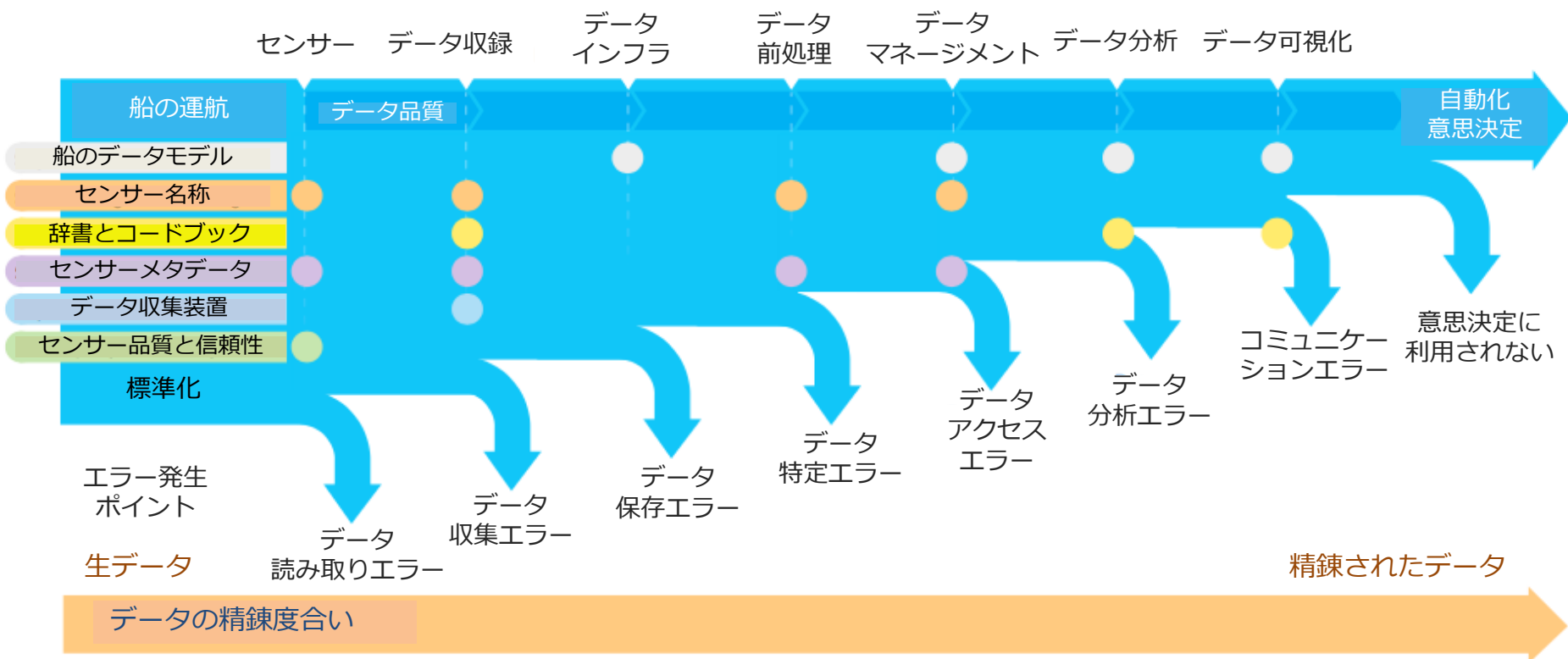
ドメイン知識、データ解析スキルを持って、
現実の課題解決に挑戦し、運用段階まで持っていく



これらのプロセスを関係者が協力して、仮説を立て、
プロトタイピングを繰り返し、解決していくプロセスが大切

ビッグデータ活用の手法③

データ収集、エラー処理、データ品質、データ標準化等の インフラを整え、データ⇒情報⇒価値のフローを保守・運用する



引用) DNV-GL, STANDARDISATION AS AN ENABLER OF DIGITALISATION IN THE MARITIME INDUSTRY, GROUP TECHNOLOGY & RESEARCH, POSITION PAPER 2017

IoT・ビッグデータ活用のためのインフラ構築開発

船舶におけるデータ収集の難しさ

例) センサーデータ項目名称の実態

Main Engine NO.1 PISTON Cooling OIL
Outlet Temperature (°C)



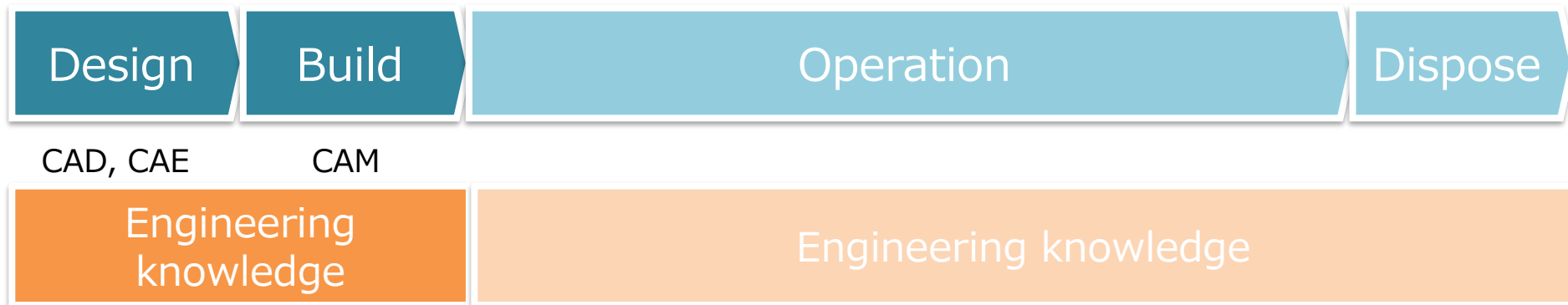
- M/E #1 PIST C OIL OUT T
- M/E #1 PIST C OIL OUT TEMP
- M/E #1 PIST COOL LO OUT T
- M/E #1 PISTON C O OUT T
- M/E #1 PISTON C O OUT T
- M/E #1 PISTON C OIL (PRE) T
- M/E #1 PISTON C OIL OUT T
- M/E #1 PISTON C OIL OUT T
- M/E #1 PISTON C OIL(SDQ) T
- M/E #1 PISTON CLO OUT T
- M/E #1 PISTON CO OUT T
- M/E #1 PISTON CO OUT (S/D_R) T
- M/E #1 PISTON CO OUT TEMP
- M/E #1 PISTON COOL LO OUT HT
- M/E #1 PISTON COOL LO OUT TEMP
- M/E NO.1 CYL PCO OUT T
- M/E NO.1 CYL P C O OUTLET T
- M/E NO.1 CYL PCO OUT T
- M/E NO.1 CYL PCO OUTLET T
- M/E NO.1 PIS COOL O OUT (S/D)T
- M/E NO.1 PIST C L O OUT T
- M/E NO.1 PIST COOL O OUT T
- M/E NO.1 PISTON C L O OUT TEMP
- M/E NO.1 PISTON C O OUT T
- M/E NO.1 PISTON C O OUT (S/D)T
- M/E NO.1 PISTON C O OUT (S/D)T
- M/E NO.1 PISTON C O OUT(S/D) T
- M/E NO.1 PISTON C O OUT(S/D) T
- M/E NO.1 PISTON C OIL OUT TEMP
- M/E NO.1 PISTON C.L.O OUT TEMP
- M/E NO.1 PISTON CLO OUT TEMP
- M/E NO.1 PISTON CO OUT (S/D) T
- M/E NO.1 PISTON CO OUT (SDR) T
- M/E NO.1 PISTON CO OUT(S/D_R)T
- M/E PCO #1 OUT T
- M/E PIST CO#1 OUT T
- M/E PIST CO#1 OUT T S/D-R
- M/E PISTON CO #1 OUT T
- M/E PISTON CO #1 OUT T S/D-R

名称のつけ方は船によって異なり
1つの名称でも40種類以上にもなる



従来:

エンジニアリング知識・手法・ツールの活用は専ら
設計・生産フェーズで利用される

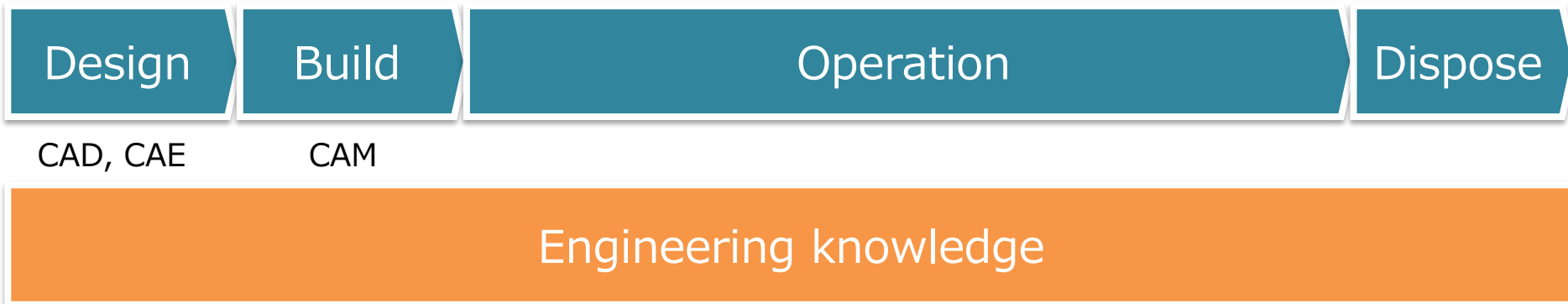


- 設計者が、製品ライフサイクルを設計時に考慮。
DfX (Design for X = manufacturability, maintainability, usability, disposability ...)



IoTの時代:

エンジニアリング知識・手法・ツールは、製品ライフサイクルを通して求められる

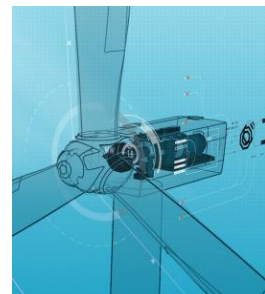
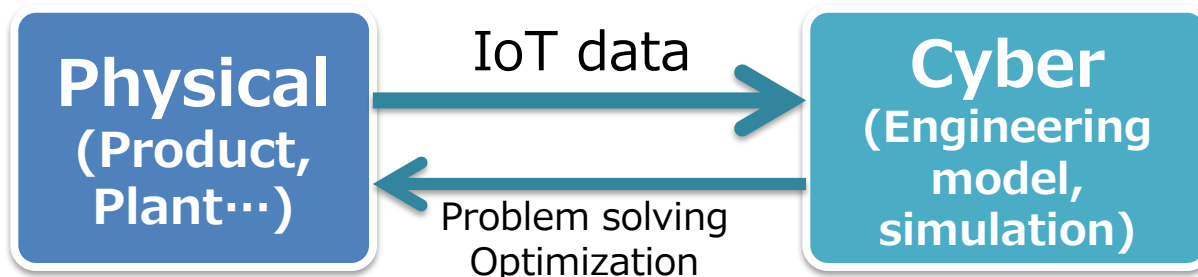


- 設計者の知識を活用した最適オペレーション
- 新製品へのフィードバック、最適設計の追求

オペレーション、ハードの全体最適の追求

デジタル・ツイン

現実世界をIoTデータで取り込み、デジタルのコンピューティングパワーで計算・シミュレートし、現実世界の課題を解決・最適化するアプローチ



Reference)

1. <http://www.gereports.com/post/119300678660/wind-in-the-cloud-how-the-digital-wind-farm-will/>
2. Michael Grieves, Virtually Perfect: Driving Innovative and Lean Products through Product Lifecycle Management (English Edition), 2012

船舶データ解析のコア技術 – 実海域性能

6000TEU積み コンテナ船

波高 5.5m, 風速 20m/s, BF 8, 向い波・向い風



@ 主機回転数 55rpm

<平水パフォーマンス>

船速: 14ノット

燃費: 45トン/日



<荒天パフォーマンス(BF8)>

船速: 8ノット

燃費: 60トン/日

影響する要因

1. 気象(風・波・潮流), 2. 船の設計(船体・プロペラ・エンジン)
3. 船の状態(ドラフト・トリム・船体/プロペラの汚れ・経年劣化)

実海域性能モデル

<Target vessel>
6000TEU Container
Draft 12m even

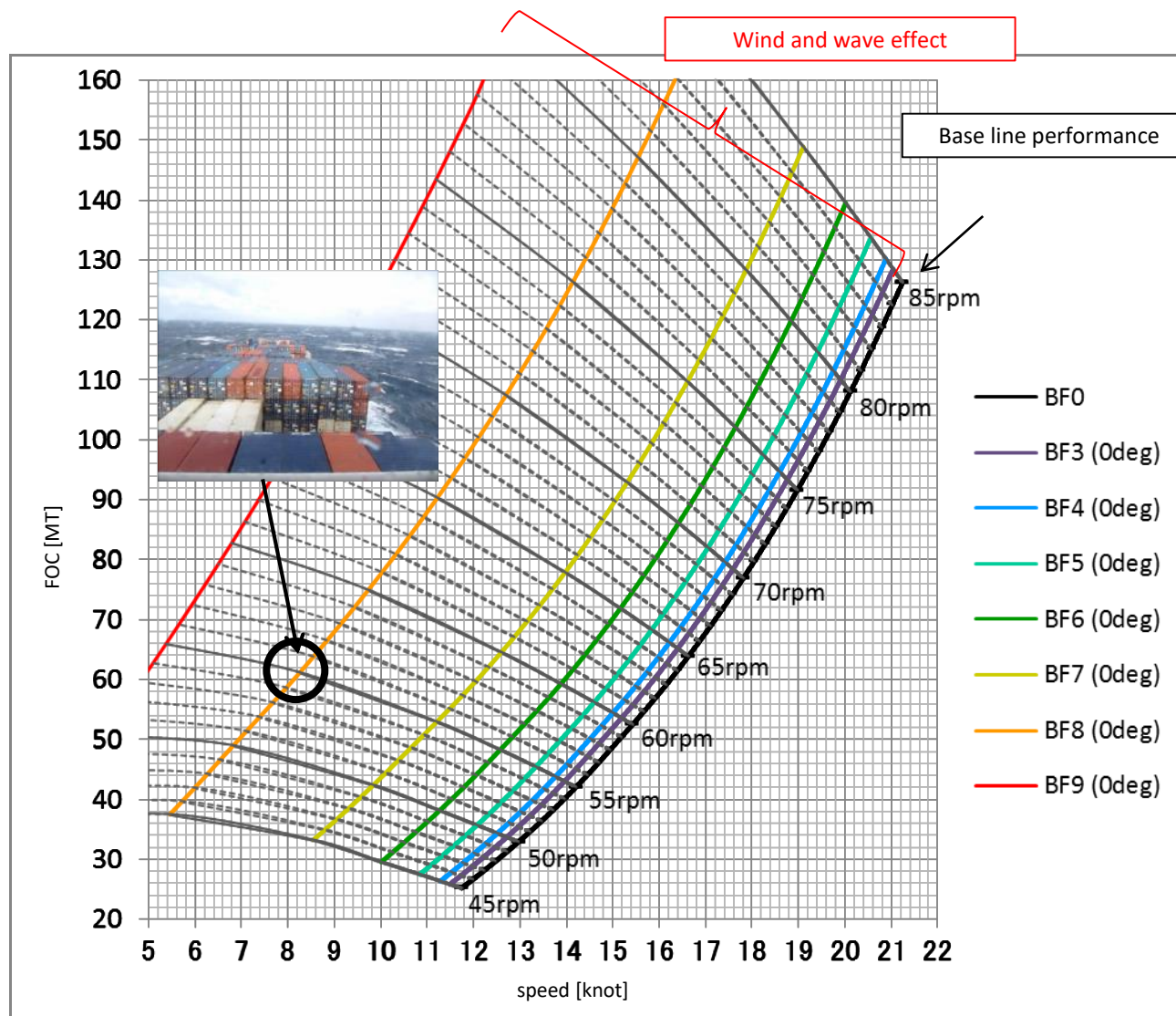


Sea condition

Beaufort scale

| | wind speed (m/s) | wave height (m) | wave period (sec) |
|-----|---------------------|--------------------|----------------------|
| BF0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| BF3 | 4.5 | 0.6 | 3.0 |
| BF4 | 6.8 | 1.0 | 3.9 |
| BF5 | 9.4 | 2.0 | 5.5 |
| BF6 | 12.4 | 3.0 | 6.7 |
| BF7 | 15.6 | 4.0 | 7.7 |
| BF8 | 19.0 | 5.5 | 9.1 |
| BF9 | 22.7 | 7.0 | 10.2 |

0deg (wind, wave) – head sea



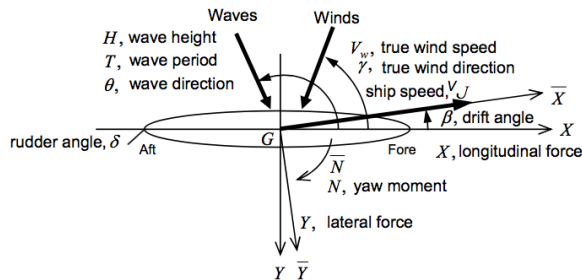
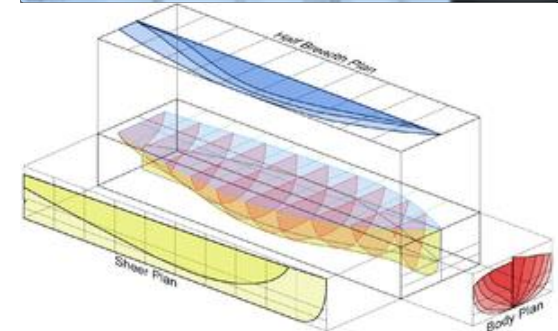
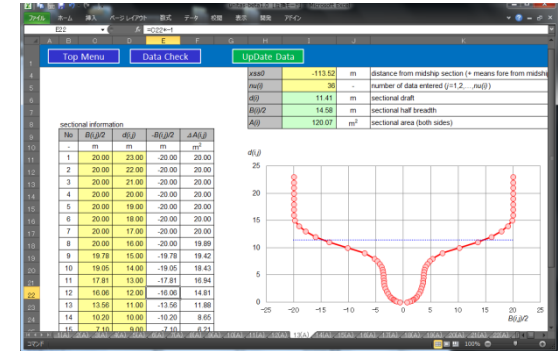
エンジニアリング知識の例

風・波影響の推定

- 海上技術安全研究所の実海域性能モデル -

Considered forces and moments

1. Resistance in still water
2. Hydrodynamic forces and moments
3. Propeller thrust
4. Rudder forces and moment
5. Wind resistance
6. Added resistance in short crested irregular waves



$$X = X_0(V_S) + X_D(\beta) + (1-t)X_P(N_P, V_S) + X_R(\beta, \delta) + X_A(V_r, \gamma_r) - R_{AW}(V_S, \beta; H, T, \theta) \quad (27)$$

$$Y = Y_D(\beta) + Y_R(\beta, \delta) + Y_A(V_r, \gamma_r) \quad (28)$$

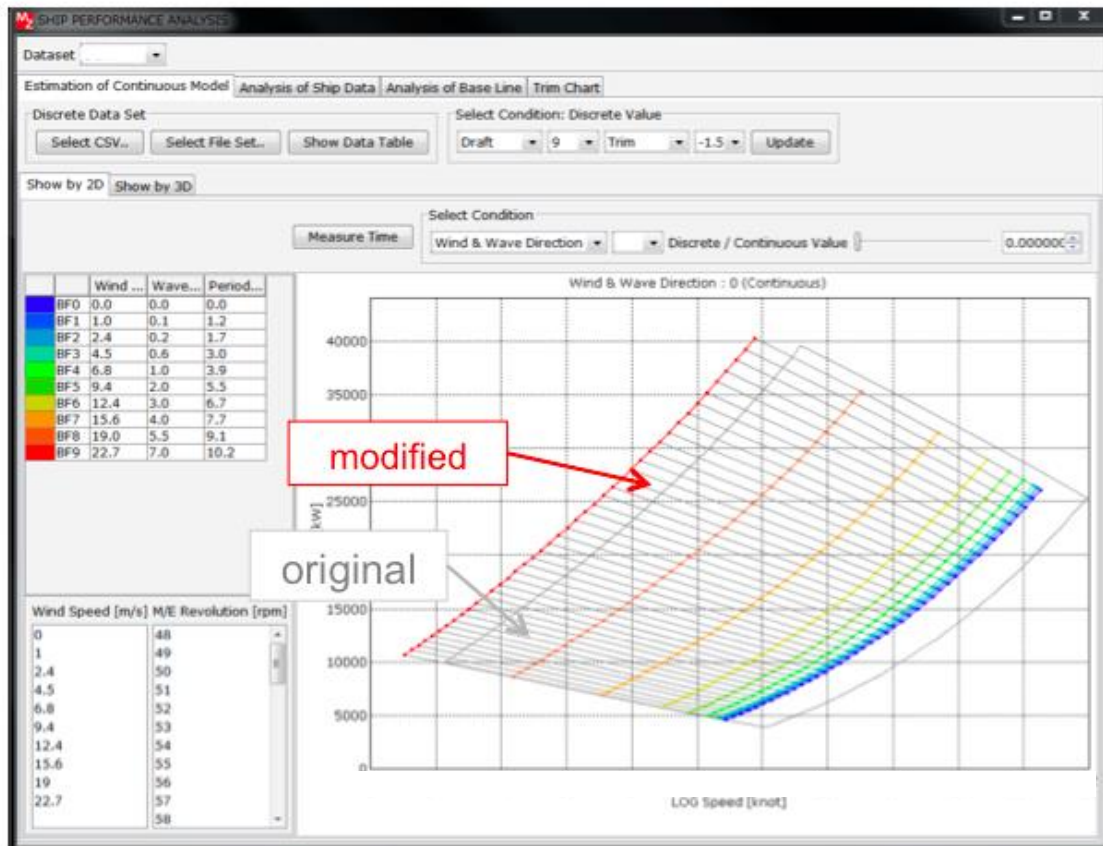
$$N = N_D(\beta) + N_R(\beta, \delta) + N_A(V_r, \gamma_r) \quad (29)$$

Reference) M. Tsujimoto, et.al.: Development of a Calculation Method for Fuel Consumption of Ships in Actual Seas With Performance Evaluation, ASME 2013 32nd International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering(OMAE),2013

エンジニアリング知識とIoTデータによる船舶性能のデジタル化

実海域性能モデル

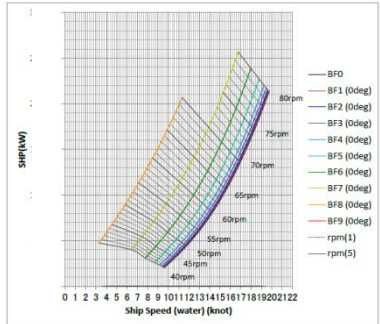
～実海域性能のデジタルツインとしての活用～



- 船の実海域性能に関するエンジニアリング知識と、性能のIoTデータを使って、現実の船をデジタル化
- 気象データ等とかけあわせて、様々なシナリオでの数多くのシミュレーションを実施
- 結果を統計的に評価し、現実の運航の課題を、合理的に解決

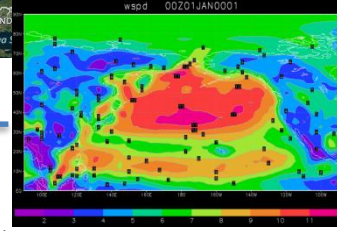
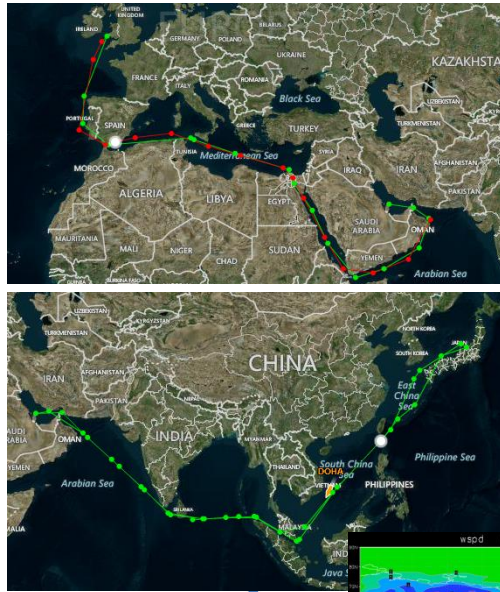
課題

季節毎のシーマージン把握

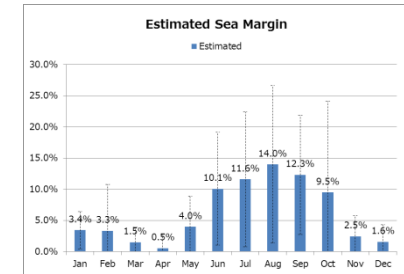
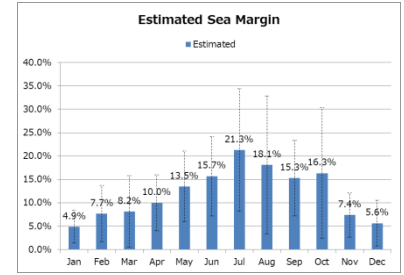


実海域性能モデル

Service route



過去の気象データ上での航海シミュレーション



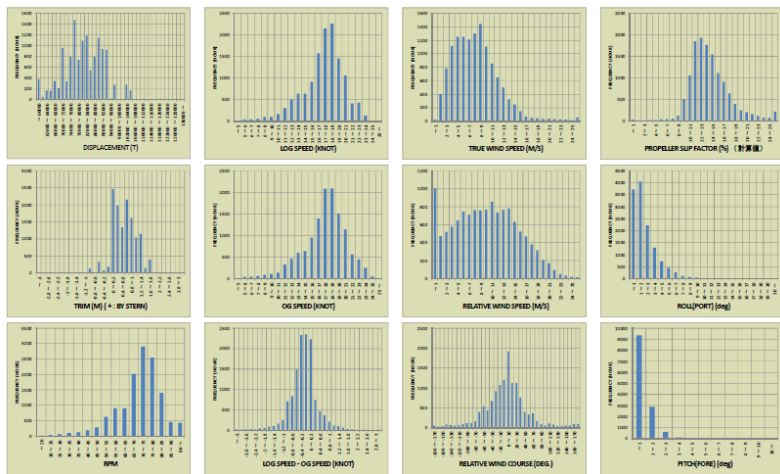
季節毎の
- シーマージン
- 燃料消費量 推定

デジタルの実海域性能モデルを使って、運航シミュレーションを行い、意思決定を支援。

課題

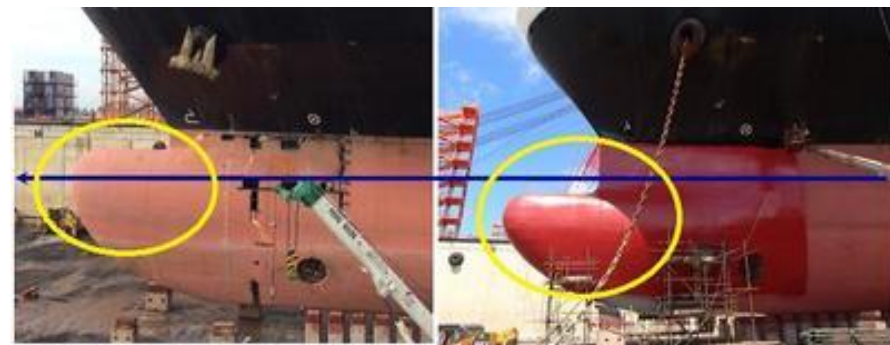
船型改造による性能改善

実運航プロファイル



現在のオペレーション
に合わせた最適設計

船を生きかえらせる



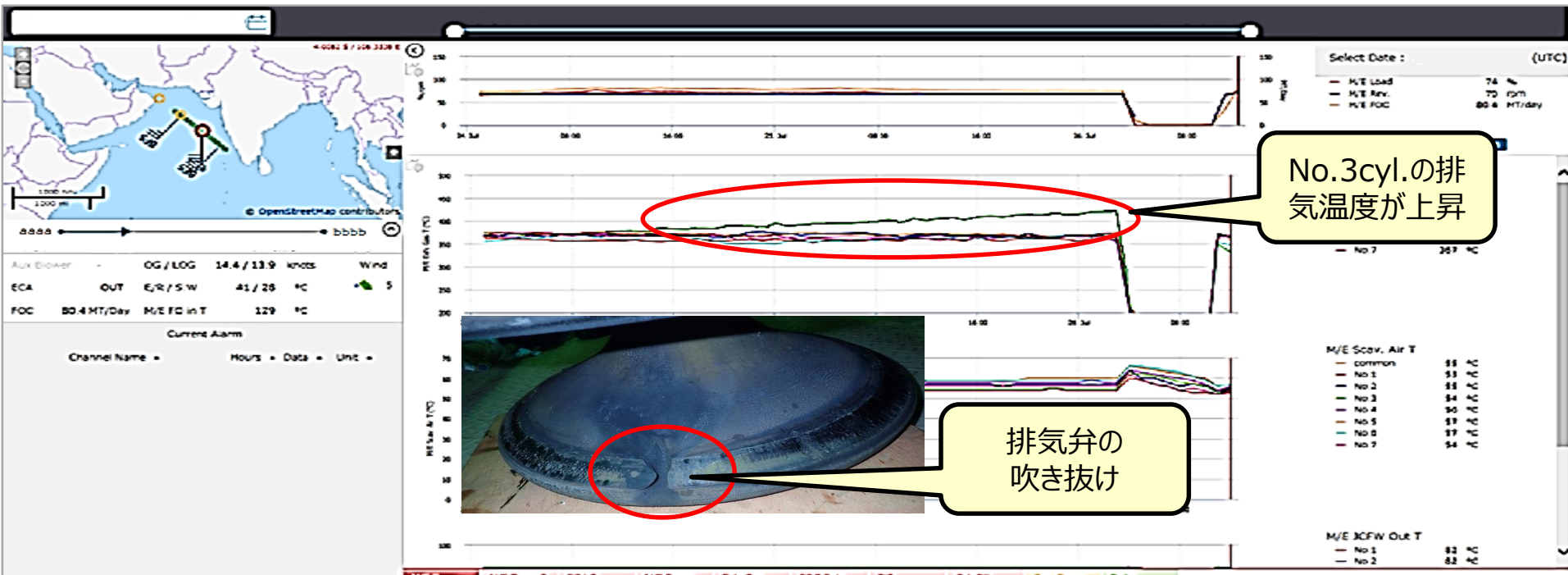
**23 % CO2 reduction
was confirmed**

- バルバスバウ改造
- 省エネデバイス (MT-FAST)他
- 改造した数 40隻

今後、新船型開発においても、運航プロファイル、実海域性能を考慮した最適化が進む。

データを利用した機関異常検知 ～PHM (Prognostics & Health Monitoring)への取り組み

事例) M/E (Main Engine) No.3 シリンダ排ガス温度異常



今後の取り組み

- CBM(Condition-based Maintenance) – メーカー、船級との協同
- 風力発電など他産業の先進事例からの学習

機関室の遠隔モニタリングアプリの例

個船の警報監視機能一時解除状況（Repose）把握



- ・メンテナンス時に、余計な警報がならないように、一部警報機能を一時的に止める事がある。
- ・メンテナンス終了後、警報機能を再作動させる必要があるが、それを忘れてしまった事例あり。
→異常時に警報が機能しない！

機関室の遠隔モニタリングアプリの例

個船の警報監視機能一時解除状況（Repose）把握

The screenshot shows the 'Alarm Monitor' interface with the 'Repose' filter selected. The 'Alarm History' table lists various channels and their statuses. A red box highlights rows with 'R' status and long durations. A yellow circle highlights rows with 'R' status and durations over 100 hours.

| Channel No. | Channel | Status | Start | End | Hours | Data | Unit |
|-------------|--------------------------------|--------|------------------|-----|-------|-------|------|
| 0906 | G/E FO VISCOSITY | R | 2017/01/11 03:59 | | 15744 | R | |
| 1705 | LOW SULFUR HFO SERV TANK LEVEL | R | 2016/01/01 01:59 | | 24770 | -0.29 | M |
| 1003 | #1 G/E FO INLET PRESS | R | 2018/10/27 12:59 | | 39 | 0.01 | MPA |
| 1048 | #1 G/E HFO CHANGEOVER VLV | R | 2018/10/26 08:59 | | 67 | R | |
| 1004 | #1 G/E HT CFW INLET PRESS | R | 2018/10/27 12:59 | | 39 | 0.088 | MPA |

| Channel No. | Channel | Status | Start | End | Hours |
|-------------|--------------------------------|--------|------------------|-----|-------|
| 0906 | G/E FO VISCOSITY | R | 2017/01/11 03:59 | | 15760 |
| 1705 | LOW SULFUR HFO SERV TANK LEVEL | R | 2016/01/01 01:59 | | 24786 |
| 1003 | #1 G/E FO INLET PRESS | R | 2018/10/27 12:59 | | 55 |

100時間以上Reposeとなっているものを対象

オペレーションの更なる改善・最適化を目指して ～現場のIoTデータとデジタル・ツインの活用は技術的な鍵～

イメージ図

i 衝突防止と自律航行

i LNGカーゴモニタリング

i 構造ヘルスマニタリング

推進効率モニタリング

i 機関プラント事故防止



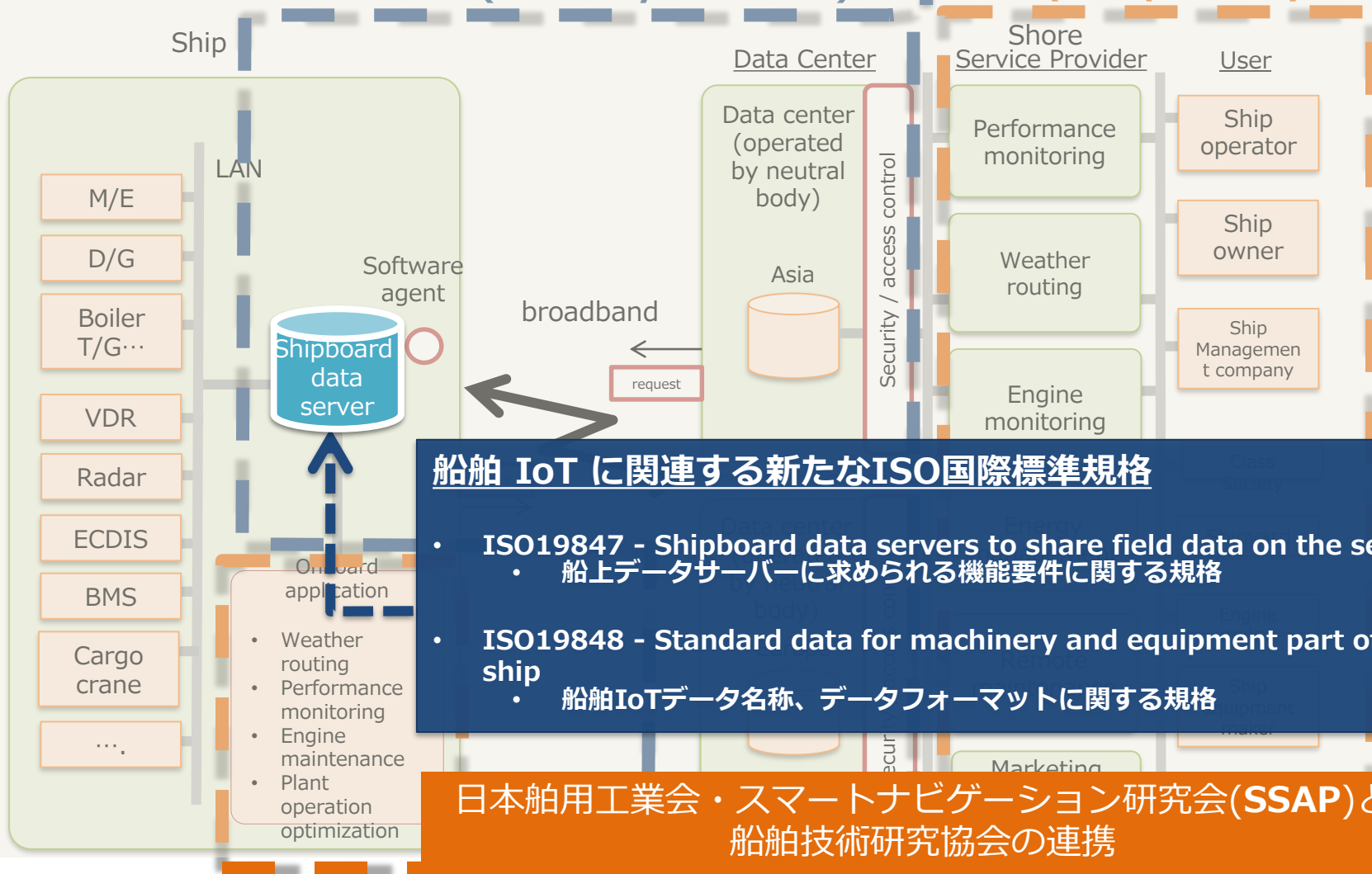
発表の構成

1. 日本郵船及びMTIのご紹介
2. 海運におけるデジタルイゼーション
3. ビッグデータ, IoT, デジタルツイン
4. **データ共有のためのオープンプラットフォーム**
5. 自律船への取り組み
6. 新たな課題
7. 将来の脱炭素に向けて
8. まとめと今後

船陸オープンプラットフォーム

IoT Open platform
(Industry standard)

Application / services
(Competition)



船舶 IoT に関連する新たなISO国際標準規格

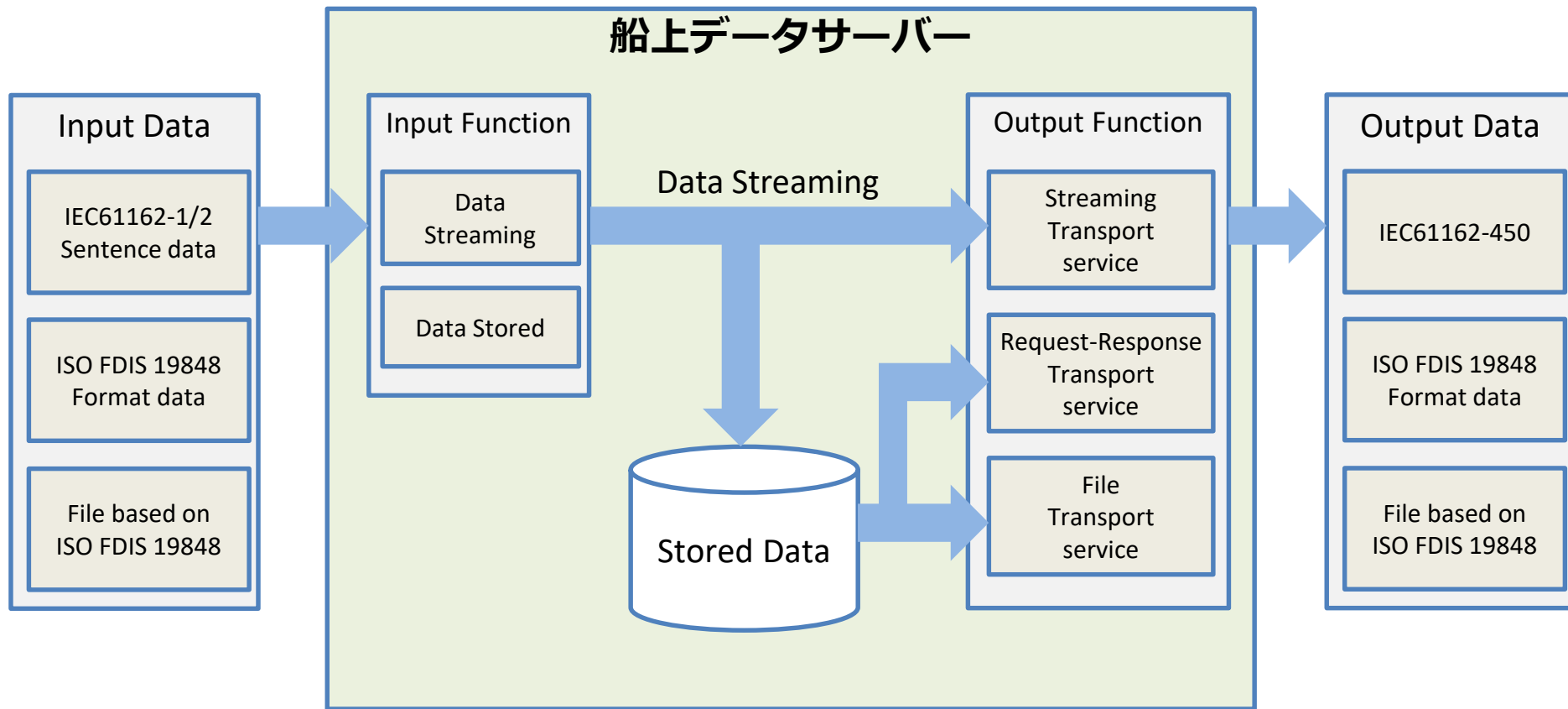
- ISO19847 - Shipboard data servers to share field data on the sea
 - 船上データサーバーに求められる機能要件に関する規格
- ISO19848 - Standard data for machinery and equipment part of ship
 - 船舶IoTデータ名称、データフォーマットに関する規格

日本船用工業会・スマートナビゲーション研究会(SSAP)と
船舶技術研究協会の連携

ISO 19847

Shipboard data servers to share field data on the sea

船上データサーバーに求められる機能要件

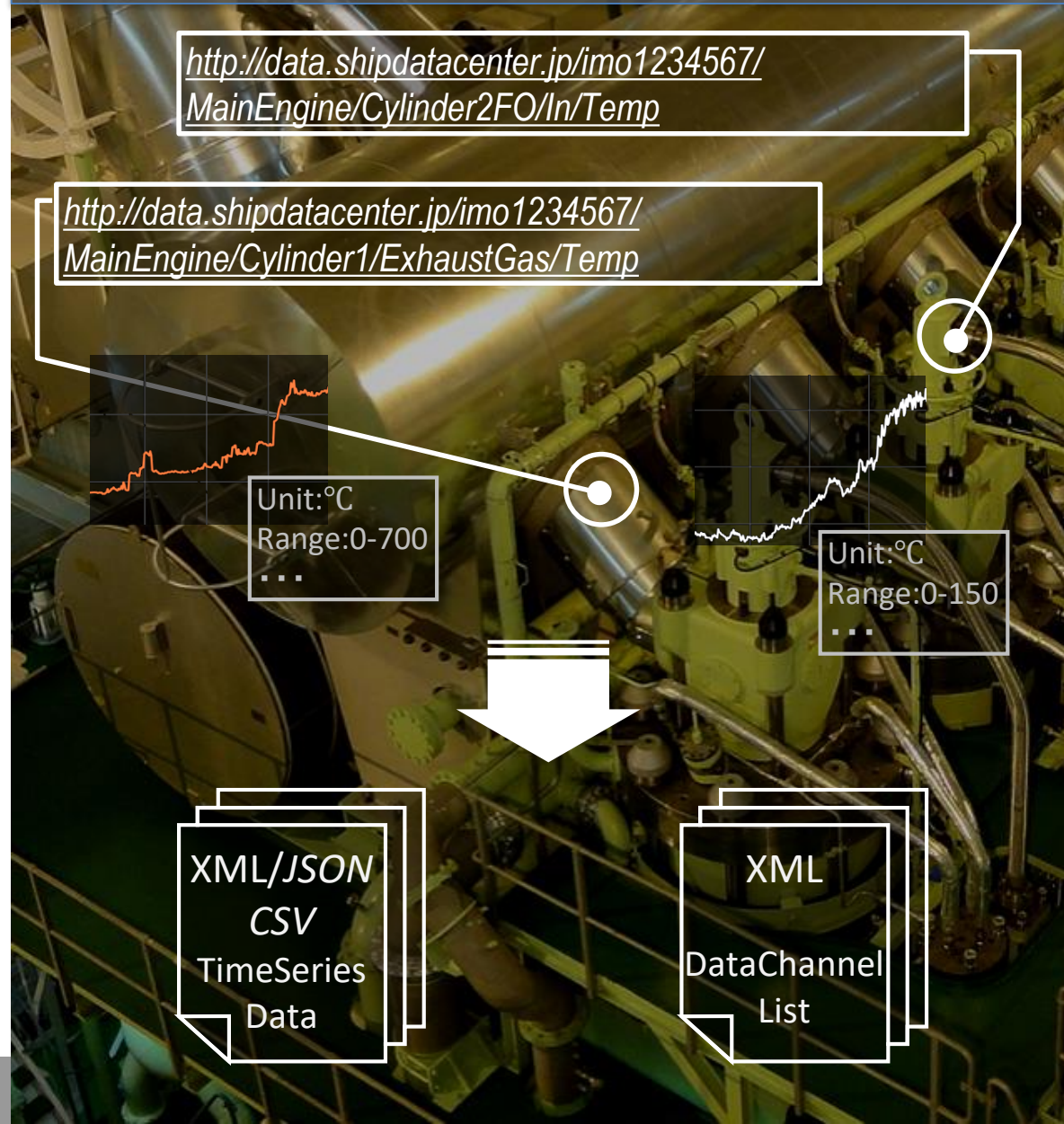


ISO 19848

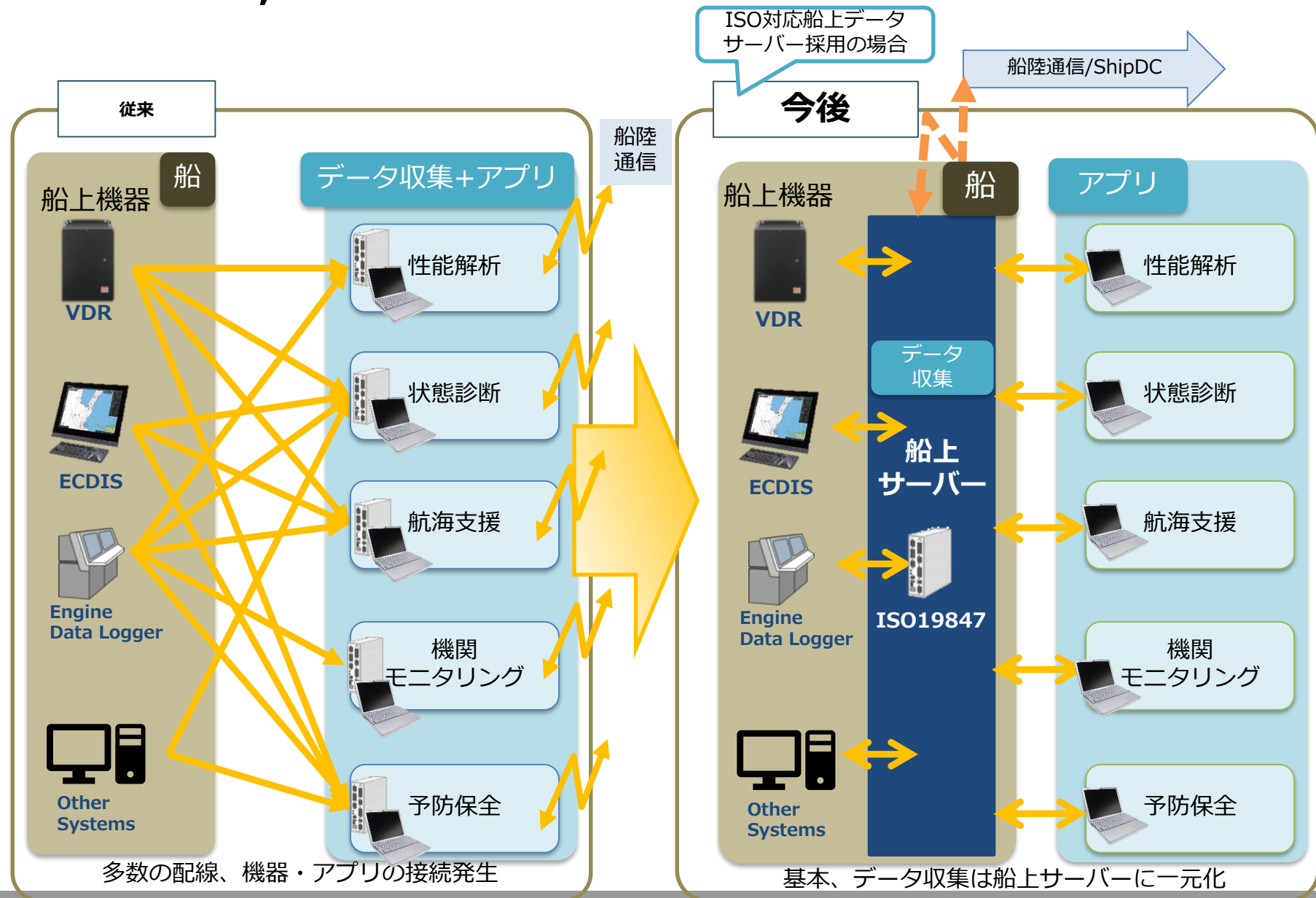
Standard data for machinery and equipment part of ship

- **ID of sensors**
 - **URL** compliant naming scheme
 - Dictionaries (*informative*)
 - JSMEA (日本船用工業会)
 - DNV-GL
- **Data model**
 - Data channel list (meta data)
 - Time series data (data)
- **Data format**
 - **XML** with schema definition
 - **JSON** (*informative*)
 - **CSV** (*informative*)

船舶IoTデータ名称、データフォーマット規格



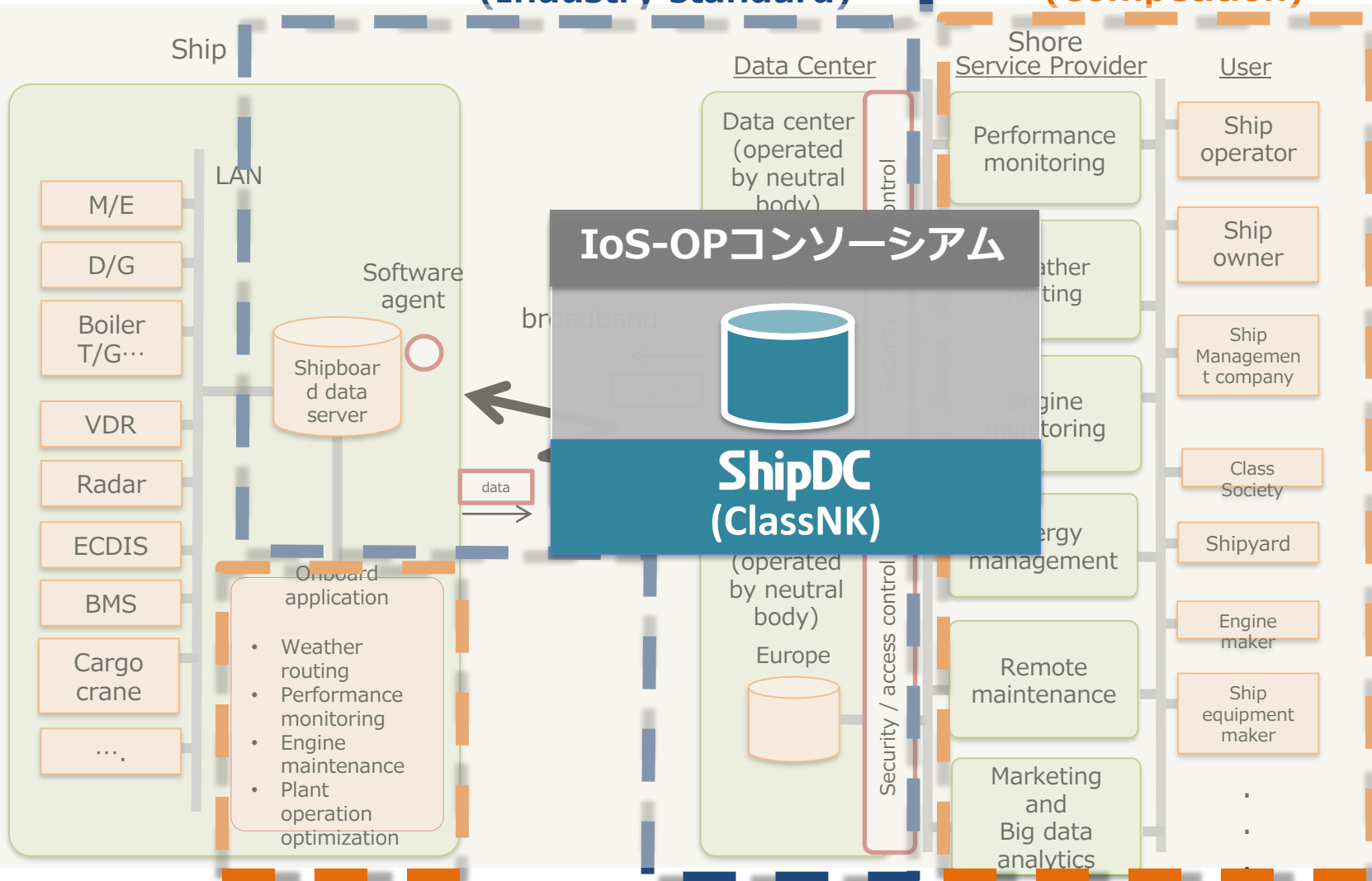
ISO19847,19848対応船上データサーバー採用のイメージ



船陸オープンプラットフォーム

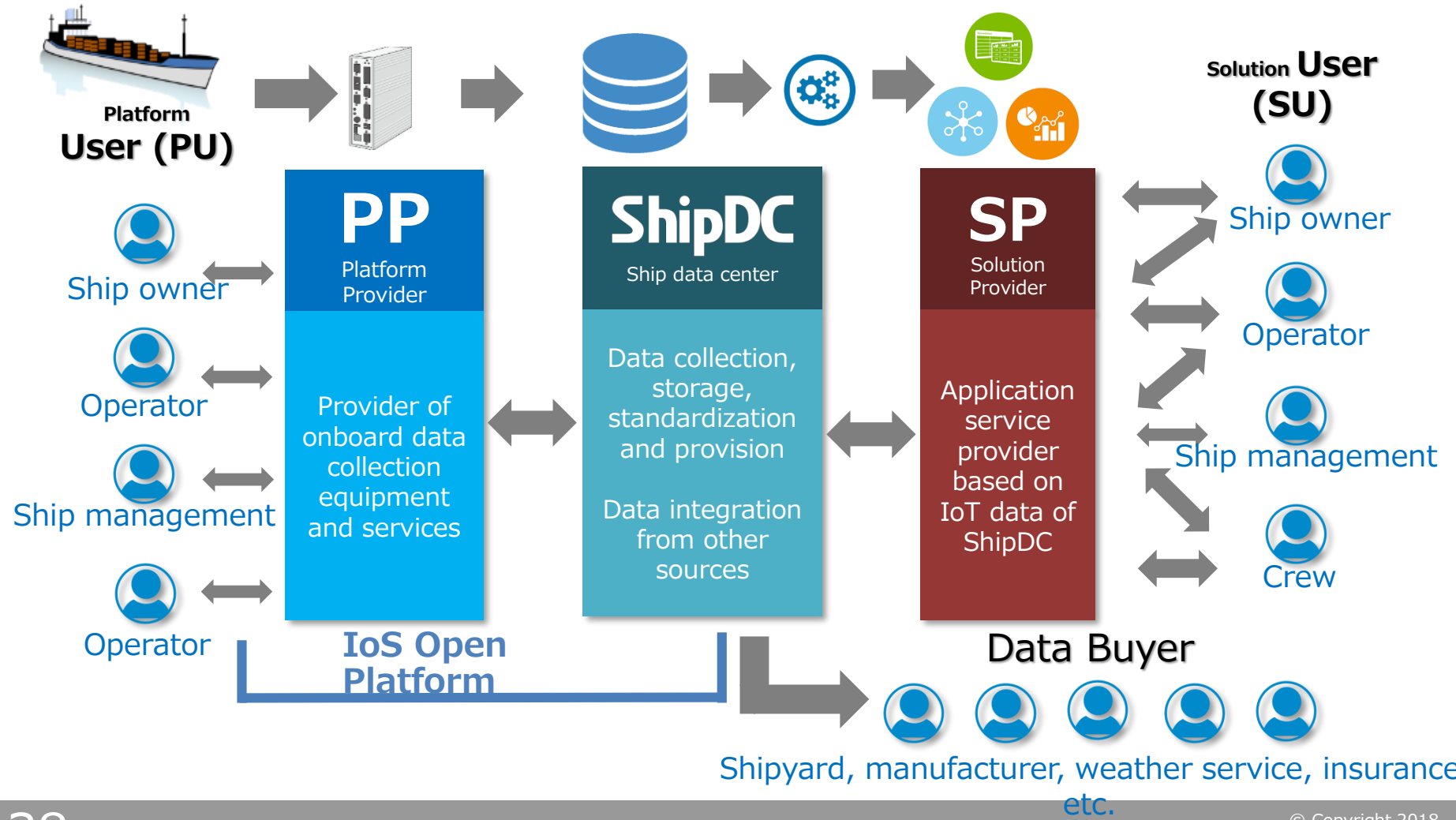
**IoT Open platform
(Industry standard)**

**Application / services
(Competition)**

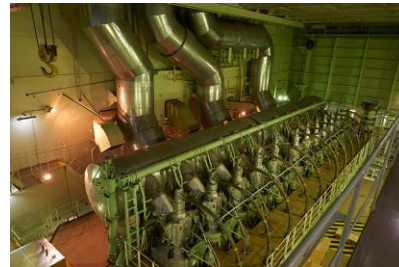


Internet of Ships (IoS) Open Platform

Roles are defined and each player provides their expertise on the Internet of Ship(IoS) platform. Data governance and business rules had been built by IoS OP consortium under ShipDC.



海事産業におけるデータ活用のイメージ



Shipping

- Safety operation
- Vessel performance analysis
- Fleet operation optimization
- Weather routing

Shipyards

- In-service performance analysis of delivered ships
- Feedback to new ship design

Manufacturer

- Remote condition monitoring
- Remote diagnostics
- After service support

Class Society

- Utilization in class inspection

Insurance

- New services

Regulatory use

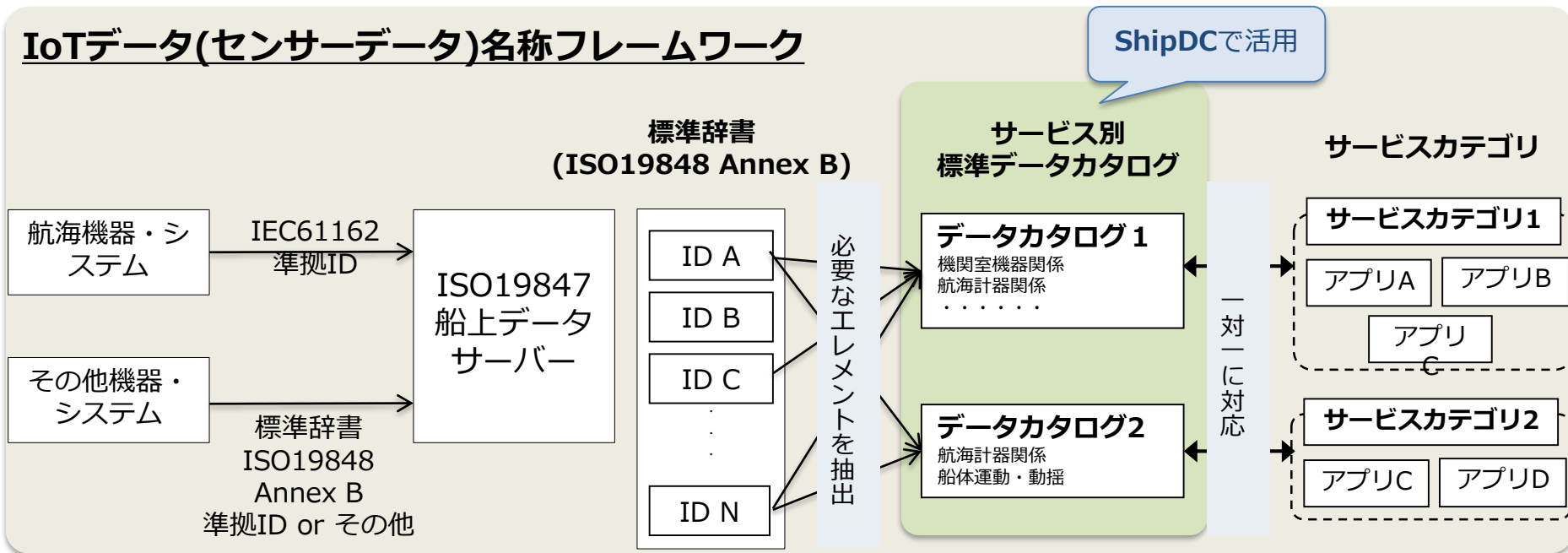
- Data reporting

ShipDC

船舶IoTデータ名称フレームワークとその活用戦略

- IoTデータにしっかり名前を付けることは、地道な作業ですが、AI、ビッグデータなどデータ活用における非常に重要な基本です。
- 船舶IoTデータ名称に関するフレームワークにおいて、ISO19848 AnnexBに記載の標準辞書(名前規則とコードブック)及び標準データカタログを保守・更新していくことで、論理的には、どんなIoTアプリケーションにも対応可能。

IoTデータ(センサーデータ)名称フレームワーク



ShipDCとスマナビ研の活動 ~今後の予定~





発表の構成

1. 日本郵船及びMTIのご紹介
2. 海運におけるデジタルイゼーション
3. ビッグデータ, IoT, デジタルツイン
4. データ共有のためのオープンプラットフォーム
- 5. 自律船への取り組み**
6. 新たな課題
7. 将来の脱炭素に向けて
8. まとめと今後

Integrated Navigation Support System J-Marine NeCST

NYK/MTI and Japan Radio Co. Ltd. jointly developed navigation support tool that enables officers to better manage and share navigational information (Press Released at 17th May 2017)

- **Gathering all necessary information for navigation by using IoT**
- **Integrated navigation information management system**
- **Contribution to safe & efficient navigation**



<Features of J-Marine NeCST>

1. Handwritten inputs
2. Compatibility with ECDIS
3. Implementation of meteorological and hydrographical forecasts
4. Information sharing with other ships and land
5. Flexible customization





NYK activities toward Autonomous Ships

➤ Objective

- ✓ Improve Safety (reduce the number of accident)
- ✓ Reduce workload (new approaches for future crew shortage)

➤ What do we need ?

- ✓ Advanced support by computer systems (fully utilizing computer power) = Complement human operations
- ✓ At the same time, **PPTO** (People, Process, Technology and Organization) is important

➤ How to approach ?

- ✓ User-centric ... Involvement of experienced captains with know-how, skills & experiences to lead projects to the right direction
- ✓ Continuous improvement ... identify the right issues to solve and improve step-by-step (bottom-up approach)
- ✓ Open collaboration with best partners

Manned-Autonomous Ship



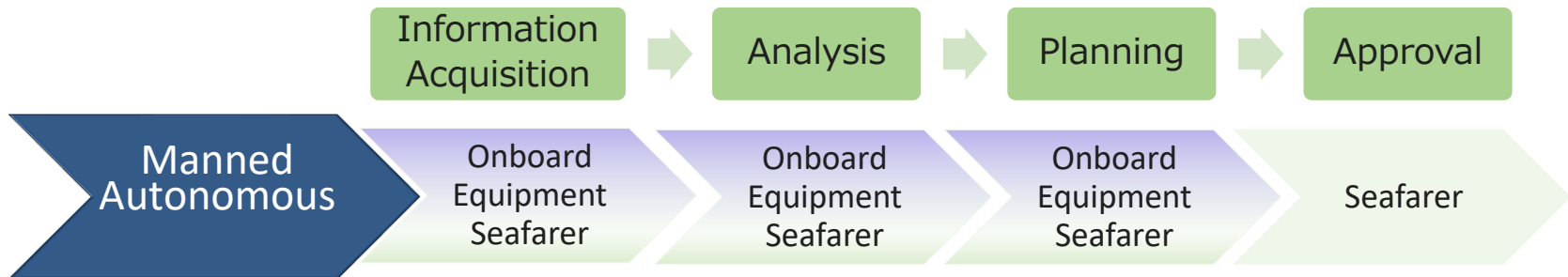
Provided by Japan Radio Co. Ltd.



AL3

- Cyber access for autonomous/remote monitoring and control
- onboard permission required
- onboard override possible

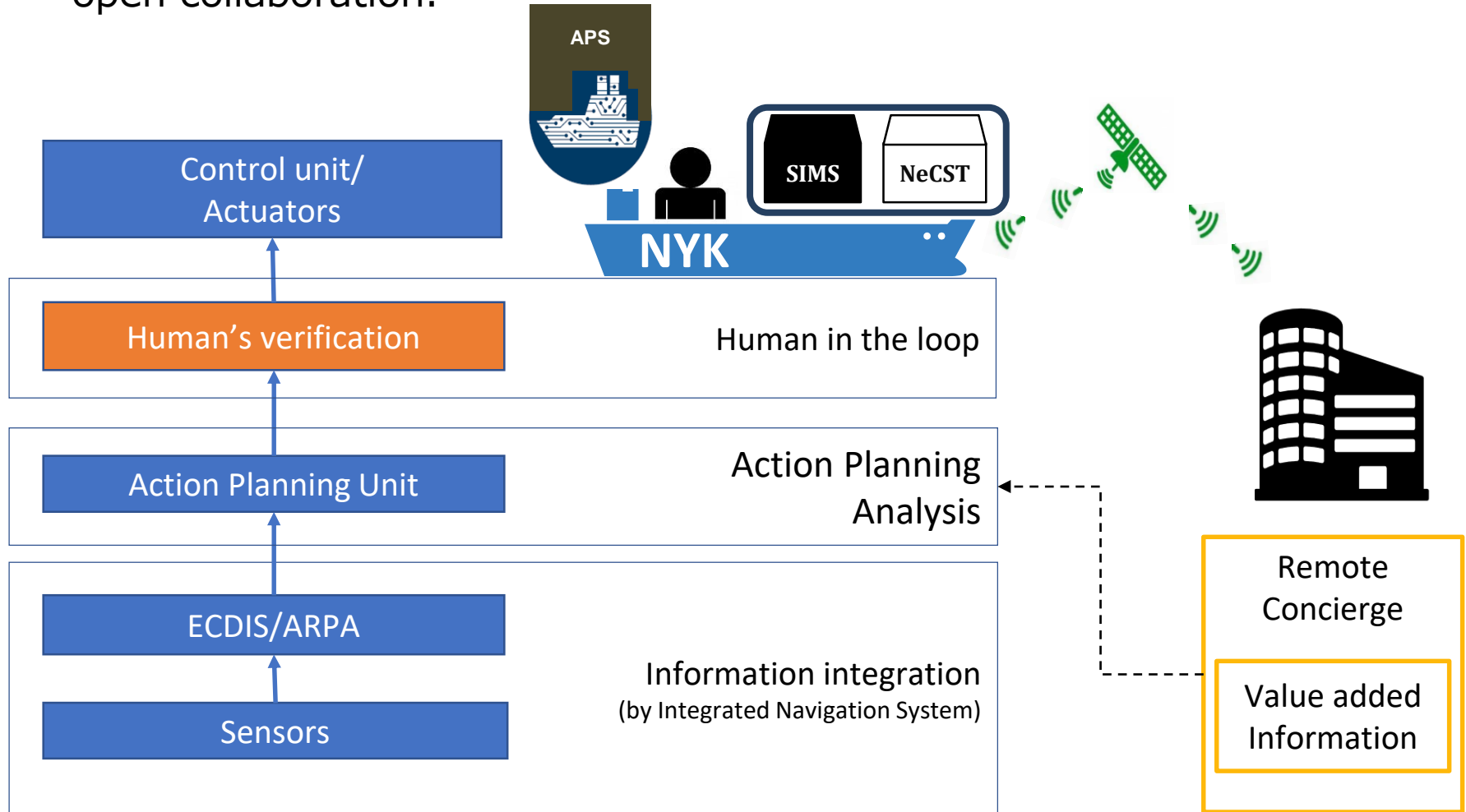
- Advanced support system ... additional functions to assist cognitive process of human operator based on existing navigation system
- Autonomous operation under approval of human operator



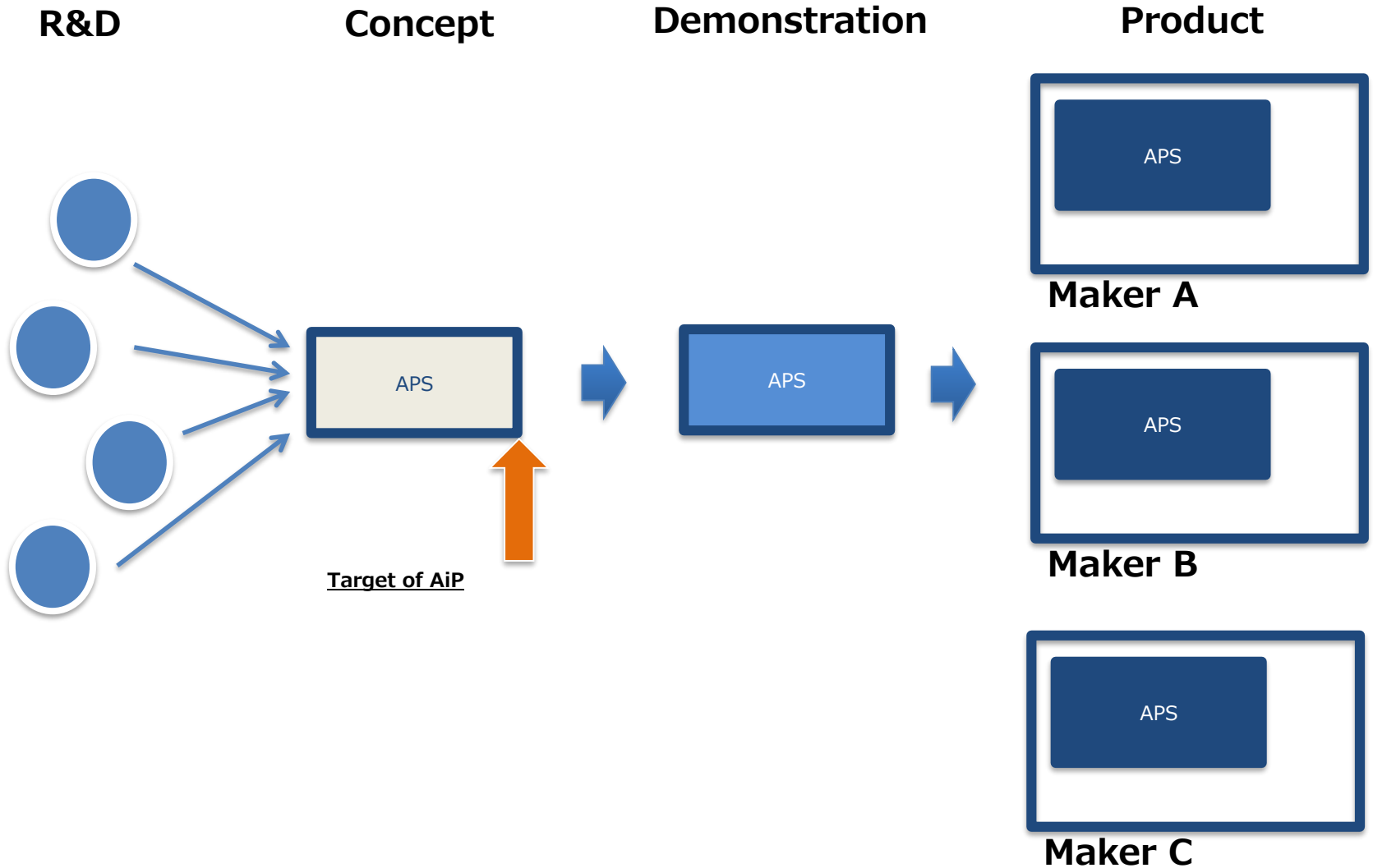
Reference : 1) Lloyds Register, "Current and Emerging Cyber Risks facing Maritime Industries", European Maritime Cyber Risk Management Conference, London, June 2017

Action Planning System (APS)

- NYK group aims to define a manned-autonomous system framework as **Action Planning System (APS)** and to clarify requirements for APS through open collaboration.

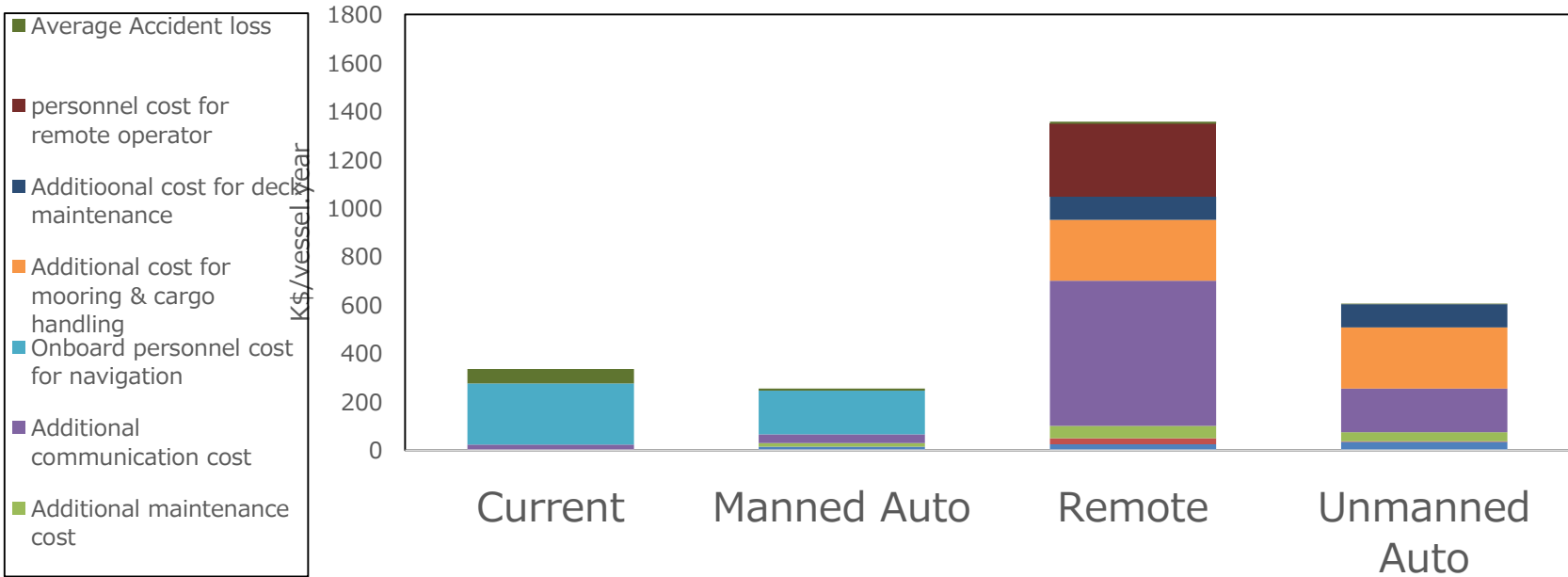


APS as an open requirement to realize Manned-Autonomous Ships



Economic evaluation (case: deep-sea going vessel)

Based on our feasibility study, at the current stage, manned-autonomous navigation has the highest economic performance with practicability.



| | | | | |
|-------------------|------|------|----|----|
| Cost efficiency | Base | + | -- | - |
| Incident risk | Base | + | + | ++ |
| Workload | Base | + | ++ | ++ |
| Cyber risk | Base | Base | -- | - |
| Total reliability | Base | + | - | - |

Our agenda for autonomous ship R&D project

Selected as one of i-Shipping (Operation) projects (2016 – 2020)

Objective

- Collision avoidance
- Reduce workload onboard

Measures

- Enhanced situation awareness
- Support decision making
- Support from shore
- Remote control

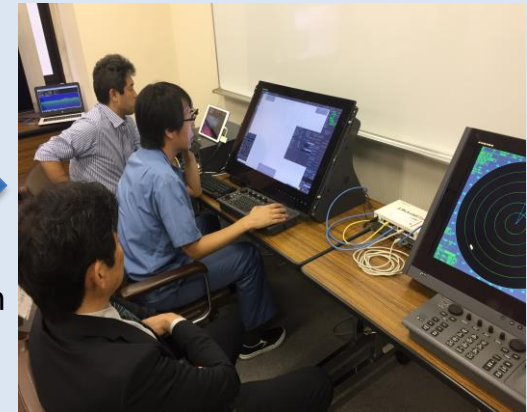
i-shipping(operation) 2016 - 2020

“Collision risk judgment and autonomous operation”

Project partners: NYK, MTI, JMS, Furuno, JRC, Tokyo-keiki, ClassNK



Remotely controlled
Full-mission simulator



Remote control station

↔
Sat
Com

Shore-shore remote control experiment (Oct. 2017)

Q1: How we can assure safety level of the new system? -> How we should contribute to the discussions in IMO/MSC (e.g. COLREG & STCW)

Q2: How we can get approval of the total system? – e.g. Software reliability, man-machine system, communication, data, cyber security (e.g. Class guideline & notation)



Q1. regulatory issue

In IMO MSC 99, the degree of autonomy for the RSE(regulatory scoping exercise) is defined as follows.

.1 Ship with automated processes and decision support: Seafarers are on board to operate and control shipboard systems and functions. Some operations may be automated.

.2 Remotely controlled ship with seafarers on board: The ship is controlled and operated from another location, but seafarers are on board.

.3 Remotely controlled ship without seafarers on board: The ship is controlled and operated from another location. There are no seafarers on board.

.4 Fully autonomous ship: The operating system of the ship is able to make decisions and determine actions by itself.

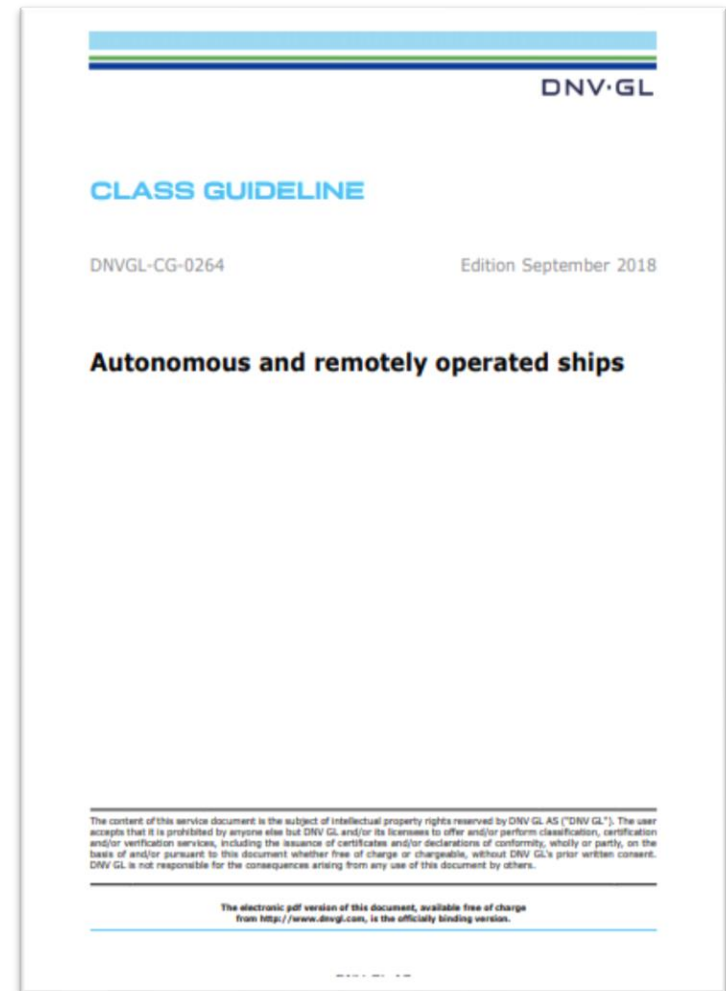
Our current focus is 'manned-autonomous ships', which will be either category 1 or 2, and it doesn't conflict with any regulations in our understanding. However, to run demonstration project smoothly, we are starting discussions with relevant stakeholders.

Q2. System reliability – class matter

- Class societies are publishing guidelines for autonomous ships
 - ✓ E.g.
 - ✓ Lloyds Register, “Ship Right: Design Code for Unmanned Marine Systems”, Feb 2017
 - ✓ DNV-GL, “CLASS GUIDELINE: Autonomous and remotely operated ships”, Sept 2018
 - ✓ Class-NK, “Guidelines for Concept Design of Automated Operation/Autonomous Operation of ships”, June 2018

- The methodologies and system approval framework are being established
 - ✓ Definition of Concept of Operations (CONOPS)
 - ✓ Risk Assessment e.g. HAZID
 - ✓ Simulation-based test

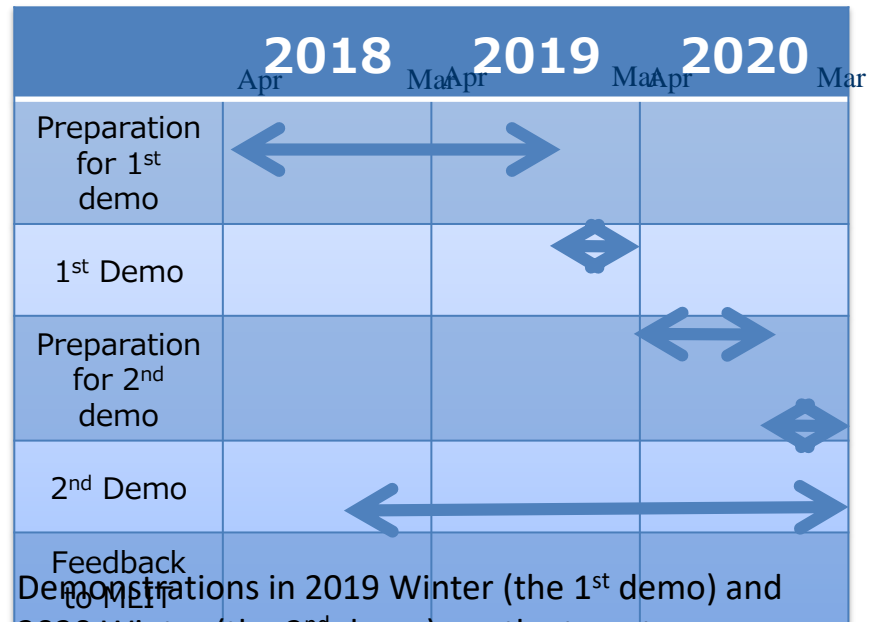
- NYK Group started discussions with DNV-GL and ClassNK to receive their AiP (Approval in Principle) for APS concept



DNV-GL Autonomous and remotely operated ships, Sep 2018
<http://rules.dnvgl.com/docs/pdf/dnvgl/cg/2018-09/dnvgl-cg-0264.pdf>

Demonstration Project in Japan t/w MLIT

- Objective: Demonstrate APS concept
- Target ship: Tug boat (Wing Maritime Service Corp.)
- Period: 2018 – 2020
- Project members: company name (role)
 1. MTI (project coordinator/concept design)
 2. JMS (project coordinator/simulator)
 3. NYK (project coordinator/ship owner)
 4. IKOUS (ship owner)
 5. Furuno Electric (navigation equipment)
 6. Japan Radio (navigation equipment)
 7. Tokyo Keiki (navigation equipment)
 8. BEMAC (DPS)
 9. Keihin Dock (shipyard)
 10. Mitsubishi Shipbuilding (engineering)
 11. Sky Perfect JSAT (satellite communication)
 12. NTT DoCoMo (4G/5G network)
 13. NTT (system provider)
 14. Niigata Power Systems (propulsion)
 15. ClassNK (verifier)
 16. NMRI (risk assessment)



Demonstrations in 2019 Winter (the 1st demo) and 2020 Winter (the 2nd demo) are the targets.

One Seaへの参画

2025年の自律船の実現を目指すエコシステムOne Sea (事務局フィンランド) にアジア初のメンバーとして参画 (2018年5月)

DIMECC One Sea

One Sea Partners

ABB
 Cargotec
 Ericsson
 Finnpilot Pilotage
 Inmarsat
 MTI (NYK Group)
 Kongsberg
 Tieto
 Wärtsilä



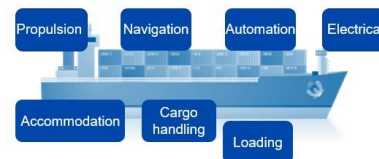
One Sea members

DIMECC One Sea

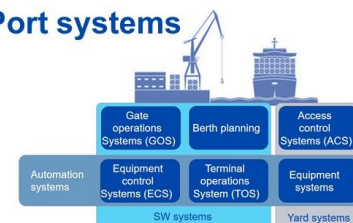
Maritime logistics chain



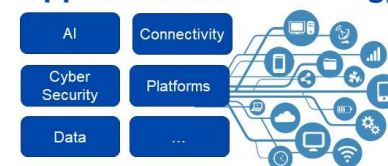
Ship systems



Port systems



Application of technology



標準化議論の対象エリア

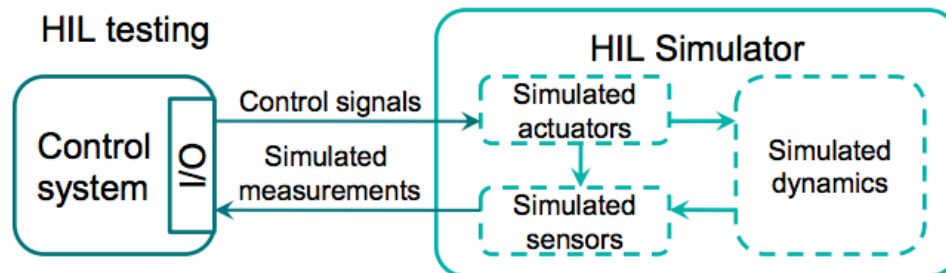


発表の構成

1. 日本郵船及びMTIのご紹介
2. 海運におけるデジタルイゼーション
3. ビッグデータ, IoT, デジタルツイン
4. データ共有のためのオープンプラットフォーム
5. 自律船への取り組み
- 6. 新たな課題**
7. 将来の脱炭素に向けて
8. まとめと今後

ソフトウェアの安全評価、信頼性評価技術

各種自動化を進める上では、リアルタイム・シミュレーション技術を用いた、ソフトウェアの安全性評価、信頼性評価の手法・ツールが、今後、開発、設計、品質検査、認証で必要となる。



引用) DNV-GL Marine Cybernetics Advisory

<https://www.dnvgl.com/services/hil-testing-concept-explanation--83385>

欧州Open Simulation Platform JIP (OSP-JIP)への参画

OPEN SIMULATION PLATFORM

Joint Industry Project for the maritime industry



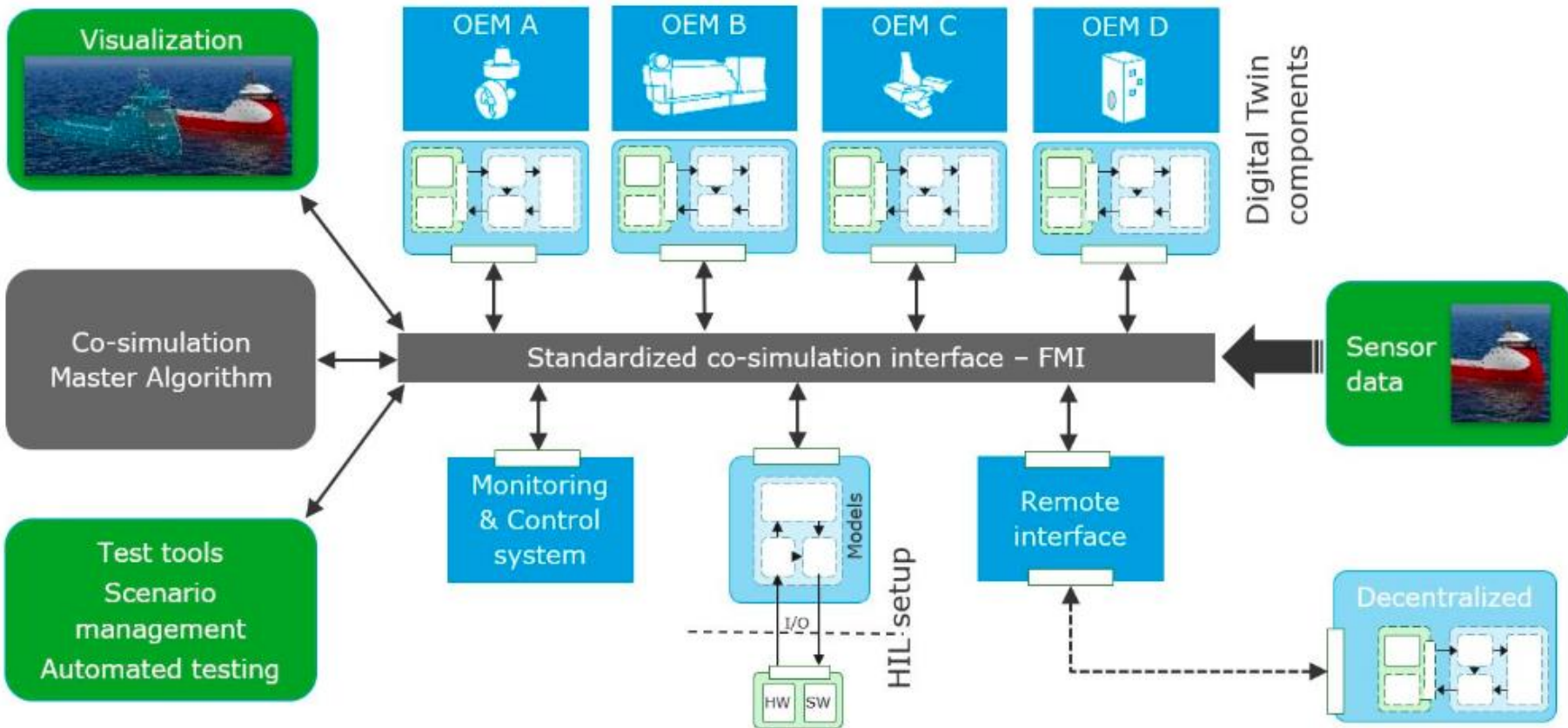
<https://www.dnvgl.com/feature/open-simulation-platform-osp.html>

<https://opensimulationplatform.com/>

海事産業がモデルを共有しながら、複雑な統合システムの設計、建造、システム統合、試運転、オペレーション時の課題を解決できるデジタルツインシステムの確立をめざす。

OSP Architecture

The Open Simulation Platform Architecture



Cyber Security

制御システム(OT)のサイバーセキュリティ対策を、製品の設計・開発から運用まで、ライフサイクルを通して行う。



The Guidelines on Cyber Security onboard Ships - Version 3, BIMCO – Nov 2018

Cyber security guidelines in shipping

- **IMO, MSC (98)** – Cyber risk management onboard ships should be included in SMS as of 1 Jan 2021 (Jun 2017)
- **BIMCO** – the guidelines on cyber security onboard ships – version 3 (Nov 2018)
- **ABS, DNV-GL, LR, BV etc.** – Guidelines and notations of cyber security onboard ships (2016)
- **IEC 61162-460** – Safety and security standards for navigation and radio communication equipment
- **IACS** Maritime Cyber System Recommendations (MCSR)

Cyber security guidelines

- **NIST Framework and 800-53** – computer security policies, procedures and guidelines
- **ISO 27001/2** – ISMS: Information Security Management System

Source) BIMCO

<https://www.bimco.org/products/publications/free/cyber-security>

高度な自動化の時代に向けた新たな課題

サイバーリスクマネジメントとサイバーレジリアント船

<<サイバーリスクマネージメント(運航船)>>

IMO MSC(98) -船のサイバー
リスクマネージメントのSMS
(Safety Management System)
への記載 (2021年1月以降)

船技協 CS研究会ターゲット

国内
ガイドライン

規格
ISO TC8/SC1/WG6

BIMCO, ICS, InterTanko
(BIMCO guideline)

Joint
Working
Group

<<サイバーレジリア
ント船(新造船)>>

各船級 Framework/Program/Guideline
LR ... Cyber Security Maturity Framework
ABS ... CYBERSAFETY Program
DNV-GL ... RP: Cyber Security Resilience
Management
ClassNK ... Cyber Security Guidelines

IACS - Cyber
Systems Panel

Security Test
• **DNV-GL** ... DNV-GL
Marine Cybernetics
• **LR** ... QinetiQ
• **ABS**
• **BV**

NIST Framework

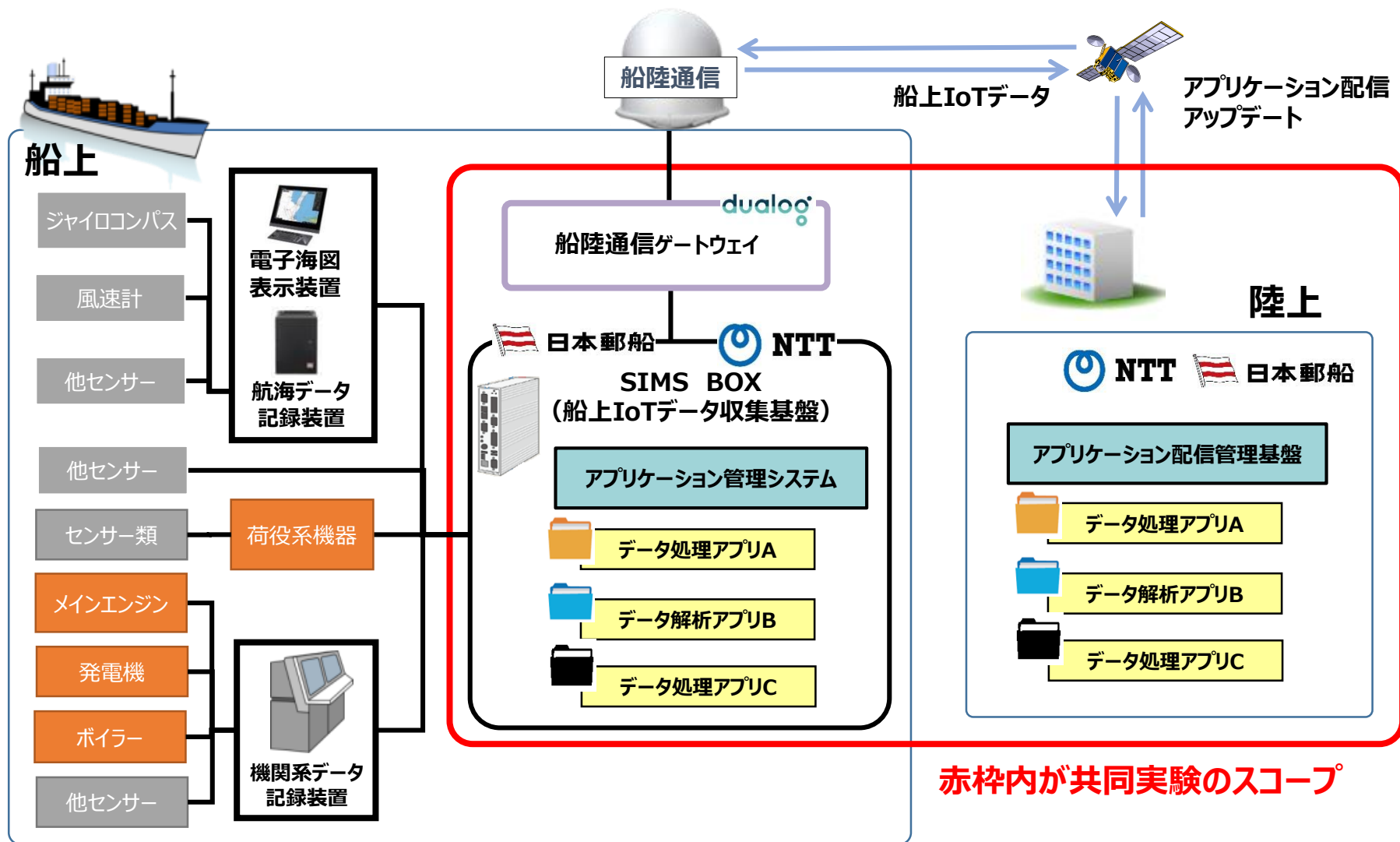
規格
• **IEC 61162-460**

NIST 800 series

ISO 27001/2

次世代船舶IoTプラットフォームの開発

NTTグループとのコラボレーション





発表の構成

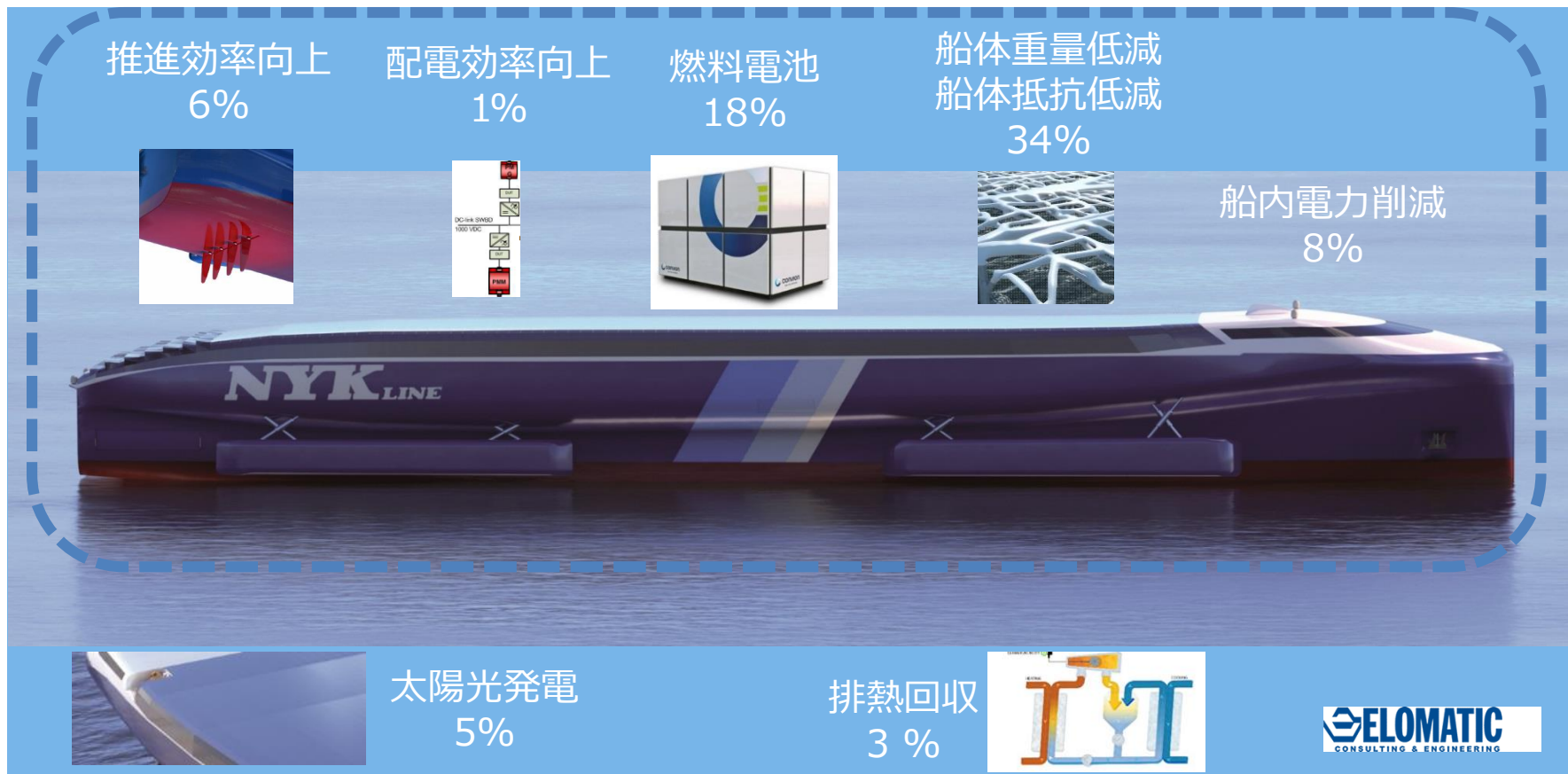
1. 日本郵船及びMTIのご紹介
2. 海運におけるデジタルイゼーション
3. ビッグデータ, IoT, デジタルツイン
4. データ共有のためのオープンプラットフォーム
5. 自律船への取り組み
6. 新たな課題
- 7. 将来の脱炭素に向けて**
8. まとめと今後

- 2050に向けた構想 -

NYK SUPER ECO SHIP 2050

CO2排出
▲ 100%

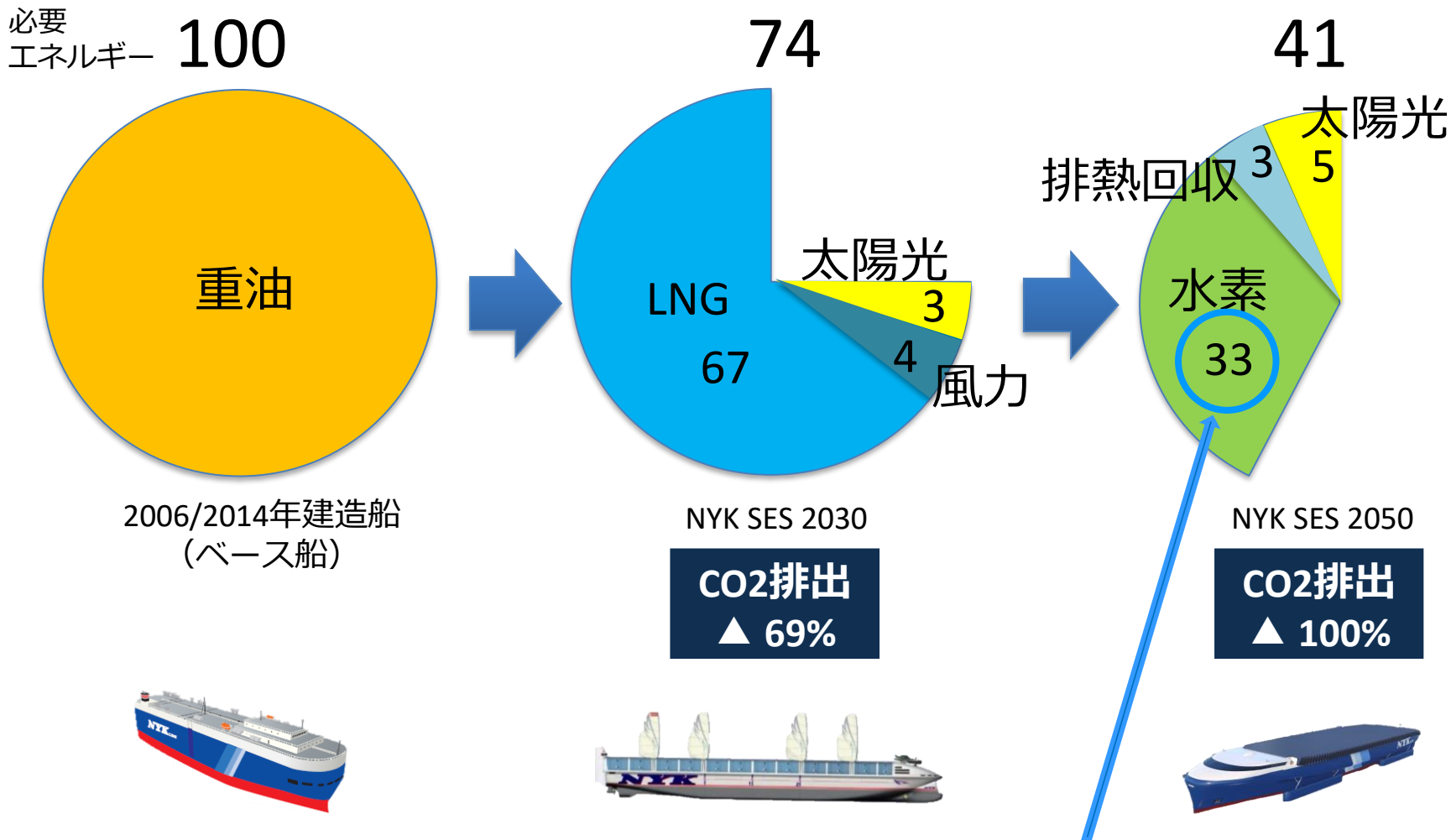
燃料由来の必要エネルギーを2014年建造船比**67%**削減



<https://youtu.be/OKakRA2D7KU>

- 2050に向けた構想 -

2030と2050 必要エネルギーとCO2排出比較



燃料由来の必要エネルギーを2014年建造船比67%削減



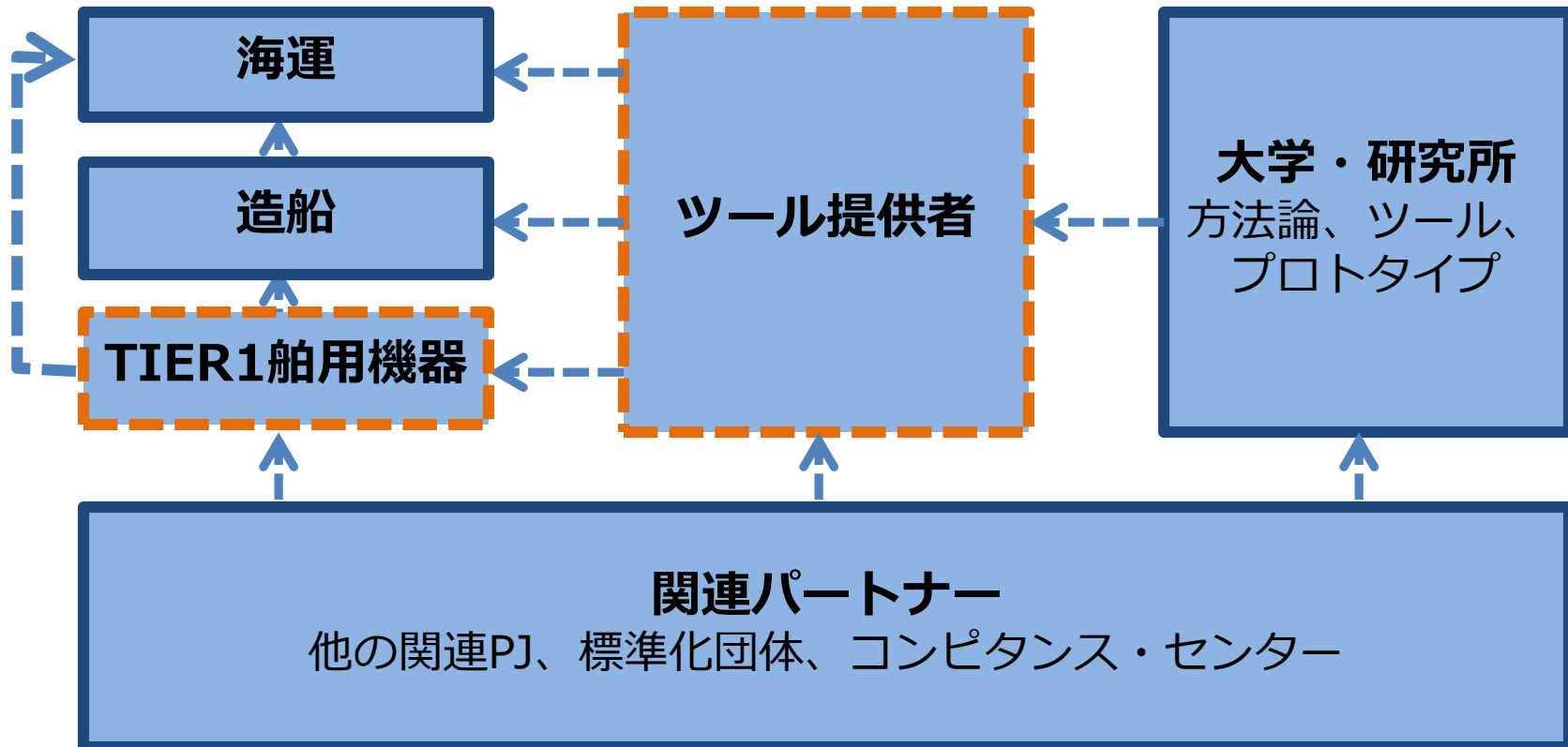
2030年に向けた技術開発の方向性

- 電気化(electrification)
- 燃料電池の船舶での利用
- 船型開発
- デジタル化技術

発表の構成

1. 日本郵船及びMTIのご紹介
2. 海運におけるデジタルイゼーション
3. ビッグデータ, IoT, デジタルツイン
4. データ共有のためのオープンプラットフォーム
5. 自律船への取り組み
6. 新たな課題
7. 将来の脱炭素に向けて
- 8. まとめと今後**

デジタル化を進める上での課題 ～我が国海事産業の場合～



日本の海事産業においては、TIER1船用機器ベンダーとツール提供者が少ない。大学・研究所の豊富な学術の蓄積のツール提供者と、システム・インテグレーションできる、TIER1を張れるプレイヤーが必要。

オペレーションと船舶の全体最適に向けた取り組み

- 脱炭素・グリーンの追求
 - 電気化、燃料電池、船型開発、デジタル化
 - システムインテグレーション
- 海事クラスターにおけるデータ活用
 - オープンプラットフォーム活用、プラットフォーム連携
 - 故障予測、状態診断フリートモニタリング
- 高度な自動化システムの開発、実証、標準化
 - 自律化システムの開発、実証、標準化
 - ソフトウェア信頼性とサイバーセキュリティ
 - PPTO (人, プロセス, 技術, 組織) のベストプラクティス
- デジタル化技術の国際化と人材育成
 - 国際化、人材育成
 - 学術、研究成果のソフトウェア化、ツール化
 - 標準化 (日本の強み活かす)

Integration across companies

- Integrated operator and vendor centers
- Automated processes
- Digital services and 24/7 operations

Integration across on- and offshore

- Integrated onshore and offshore processes and centers
- Continuous onshore support

Example) from O&G offshore

Limited integration

- Traditional practice
- Periodic onshore support

引用)

T. Rosendahl and V. Hepso, Integrated Operations in the Oil and Gas Industry: Sustainability and Capability Development 1st Edition, IGI Global, 2012

ご清聴ありがとうございました