

Monohakobi Techno Forum 2017

船舶のデジタルイゼーション ～現状と今後～

広島会場： 2017年11月17日

東京会場： 2017年11月22日

株式会社MTI 船舶技術部門

安藤 英幸

発表の構成

1. デジタイゼーション
2. ビッグデータ
3. デジタルツイン～実海域性能を例として
4. 自動化技術への段階的な取り組み
5. まとめ

発表の構成

1. デジタイゼーション
2. ビッグデータ
3. デジタルツイン～実海域性能を例として
4. 自動化技術への段階的な取り組み
5. まとめ

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)

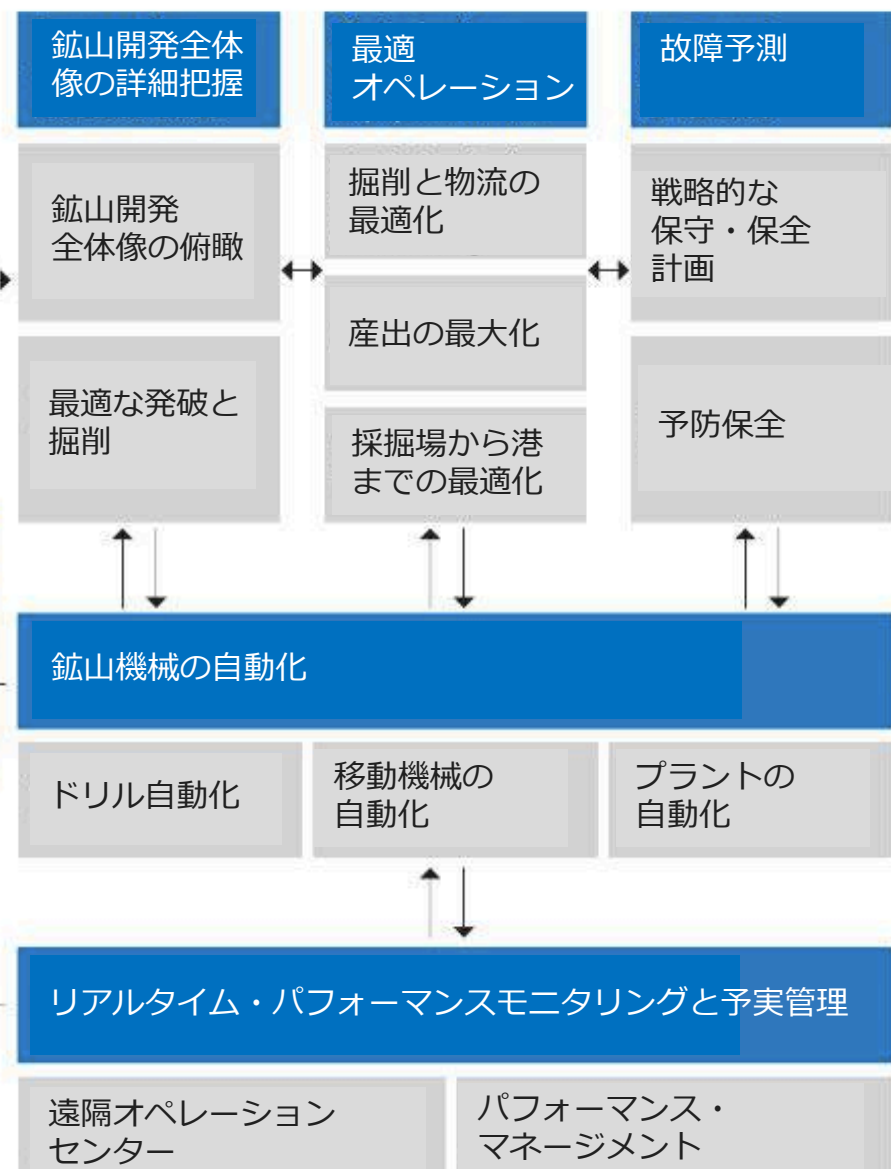
例) 鉱山開発における価値を産み出す5つのデジタルイノベーション分野

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 “価値を産み出す”デジタルイゼーション分野 ～鉱山開発のデジタルイゼーションからの類推～

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. デジタイゼーション
- 2. ビッグデータ**
3. デジタルツイン～実海域性能を例として
4. 自動化技術への段階的な取り組み
5. まとめ

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



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

SIMS Data

レポートData

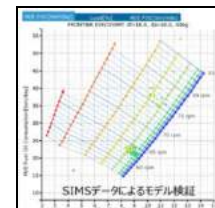
AIS Data

気象・海象

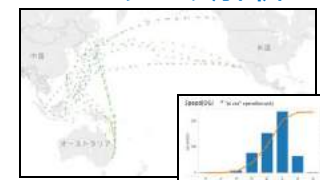


解析技術

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

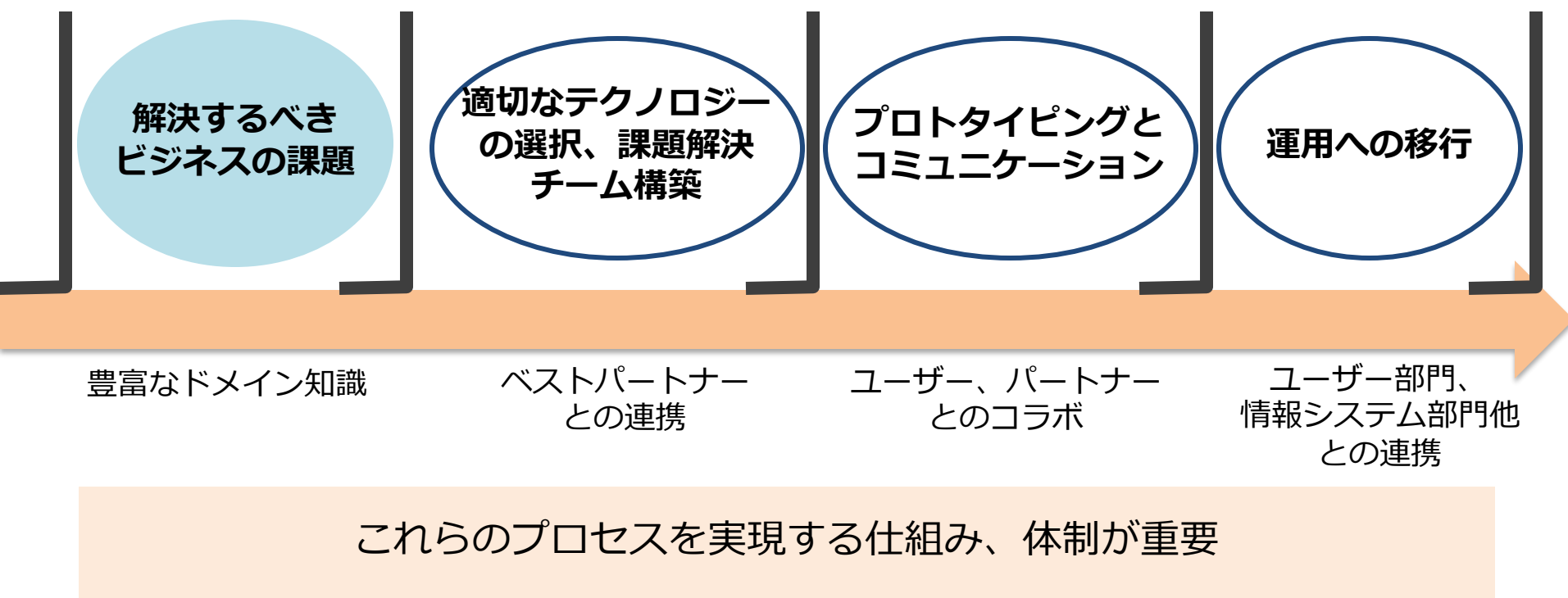
- ・ 燃料油価格
- ・ 傭船価格
- ・ 市況データ

ビジネス

- ・ 顧客
- ・ 船隊計画
- ・ 傭船

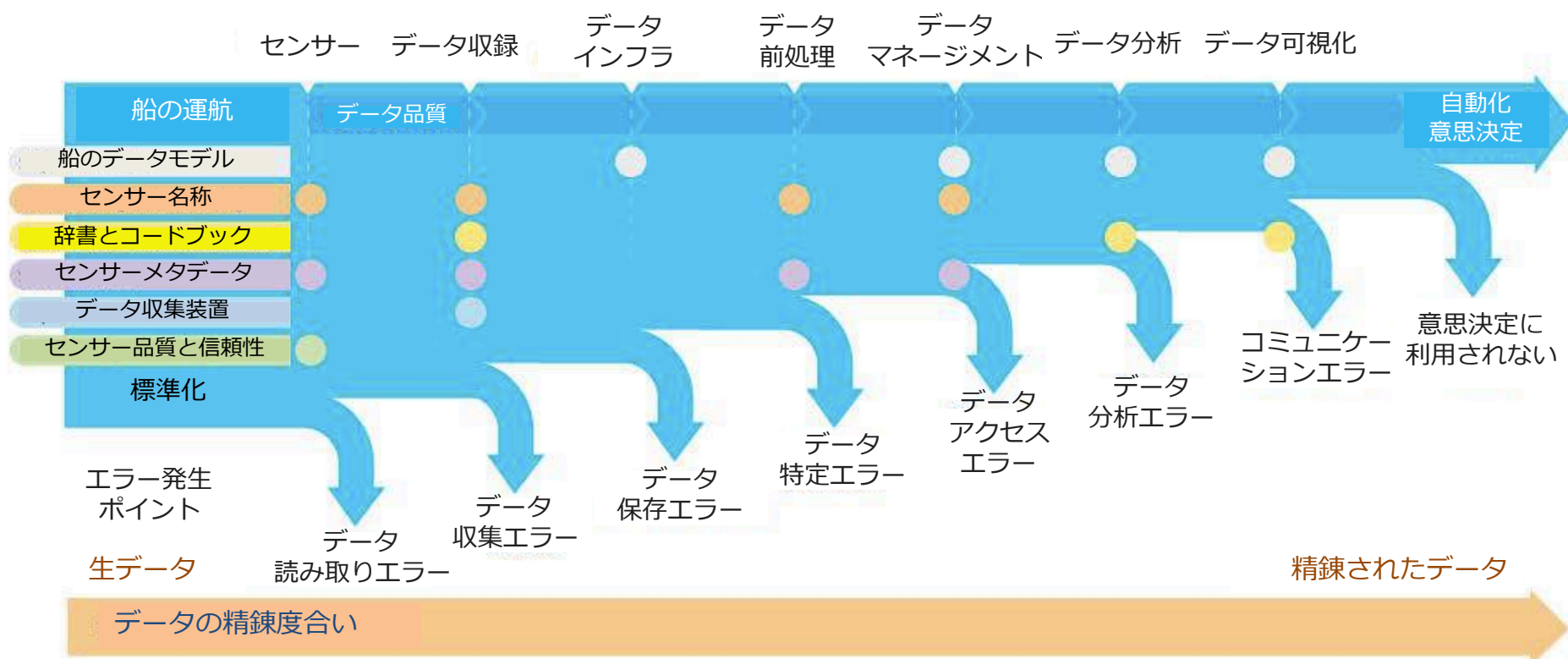
ビッグデータ活用の手法②

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



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



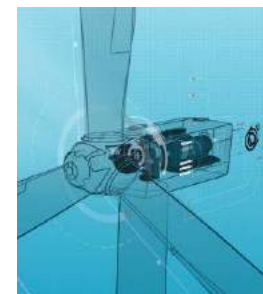
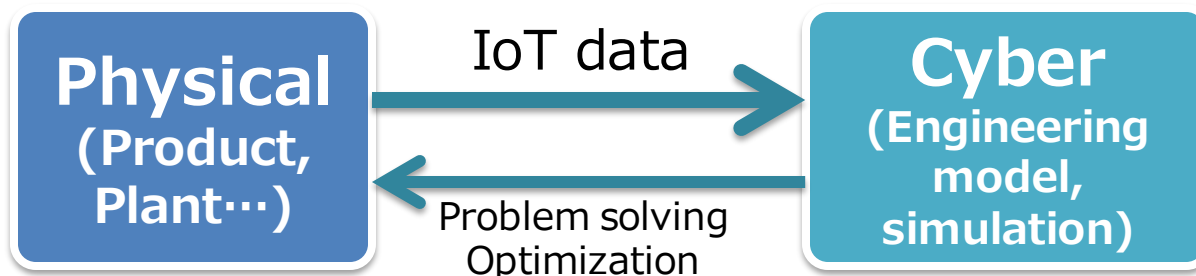
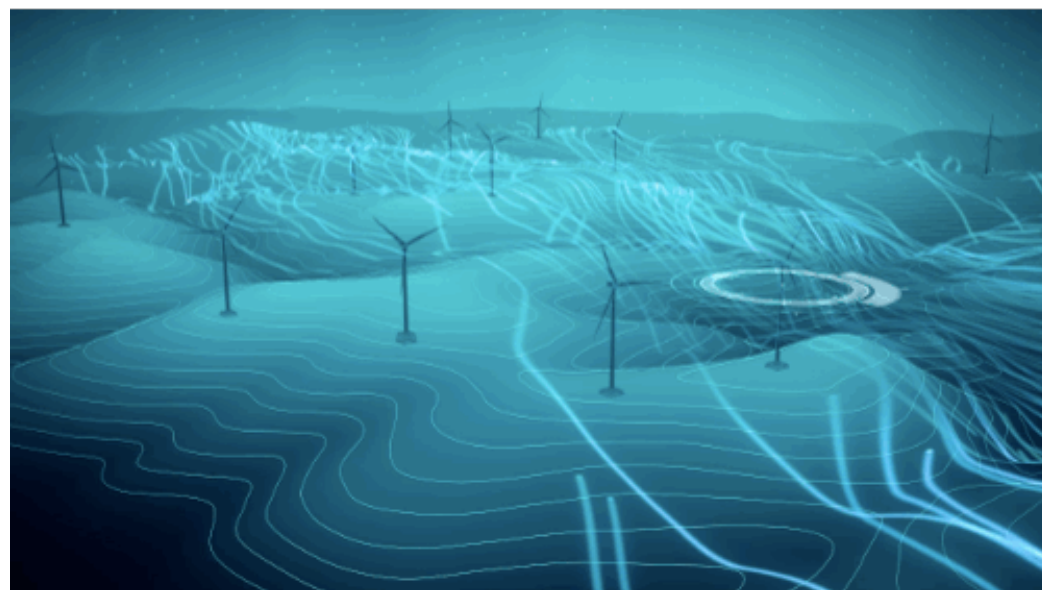
引用) DNV-GL, STANDARDISATION AS AN ENABLER OF DIGITALISATION IN THE MARITIME INDUSTRY,
GROUP TECHNOLOGY & RESEARCH, POSITION PAPER 2017

発表の構成

1. デジタイゼーション
2. ビッグデータ
- 3. デジタルツイン～実海域性能を例として**
4. 自動化技術への段階的な取り組み
5. まとめ

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

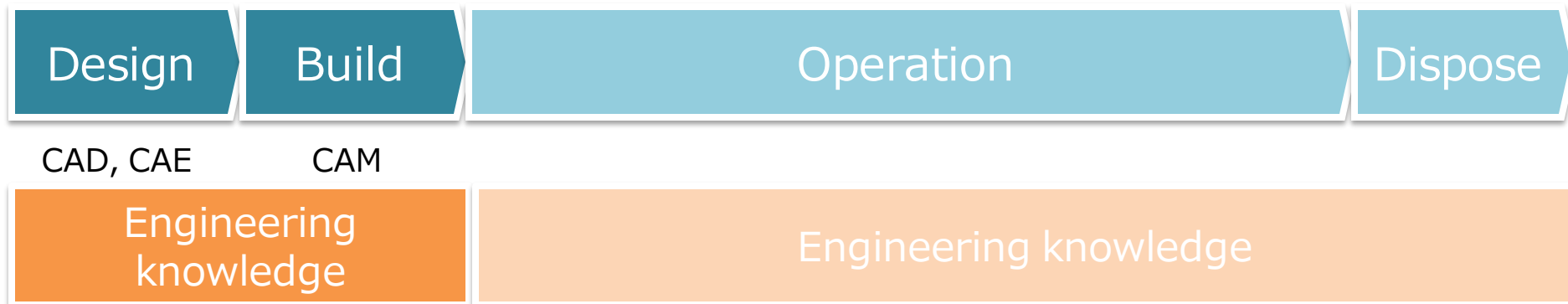


引用)

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

従来:

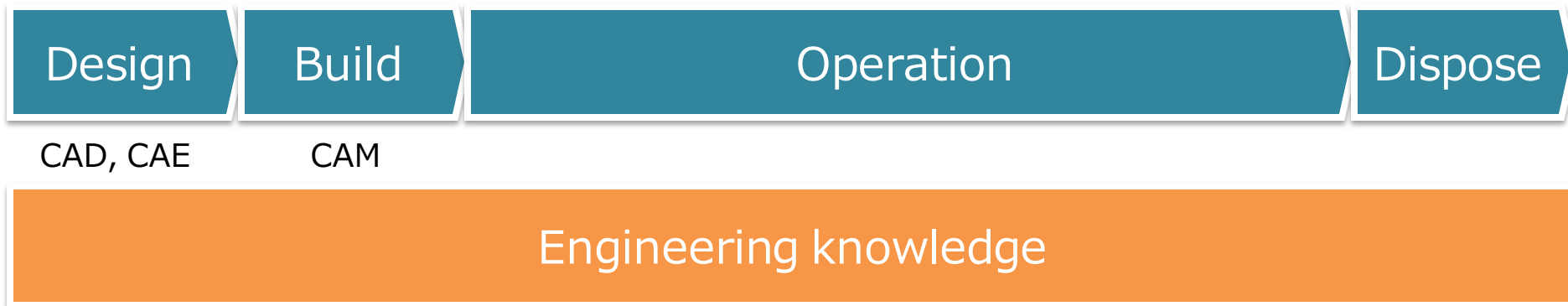
エンジニアリング知識・手法・ツールの活用は専ら
設計・生産フェーズで利用される



- 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

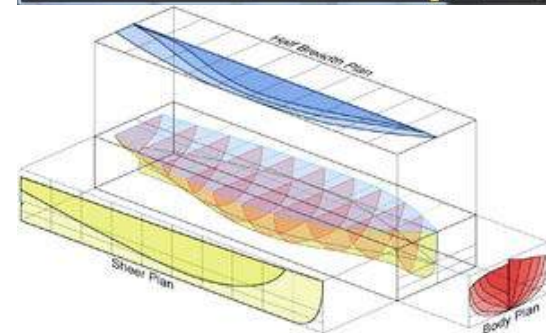
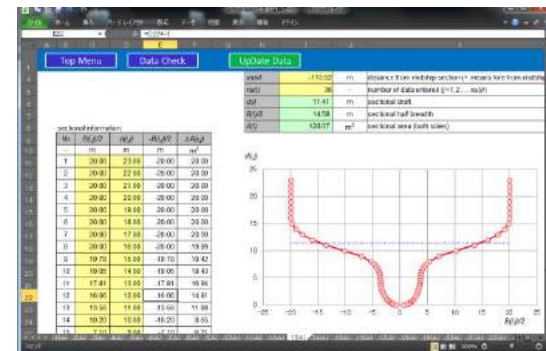
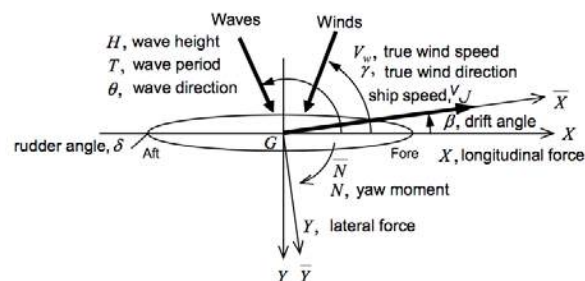
エンジニアリング知識の例

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



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

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

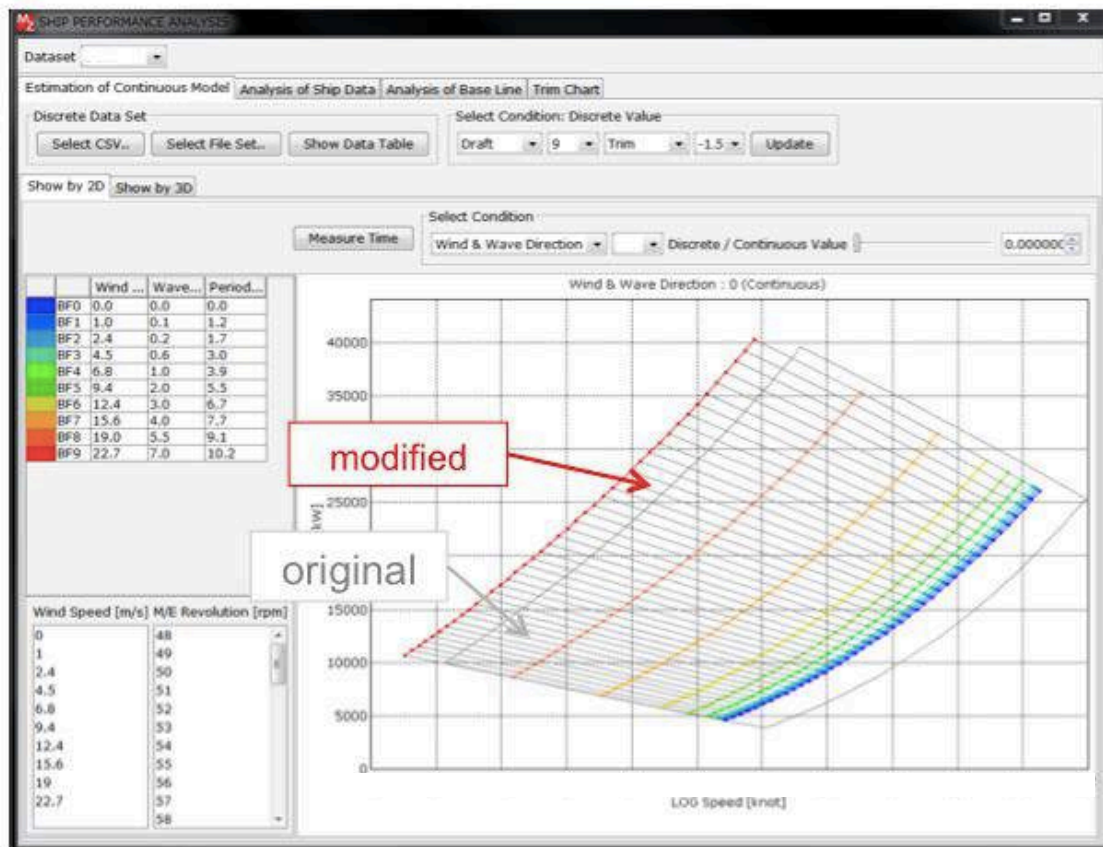
$$N = N_D(\beta) + N_R(\beta, \delta) + N_A(V_r, \gamma_r) \quad (29)$$

引用) 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～

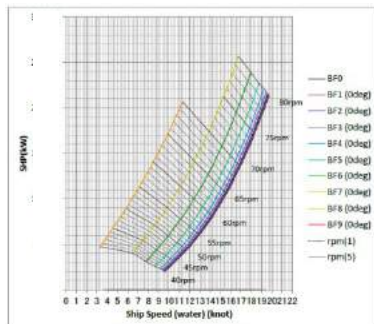


- 船の実海域性能に関するエンジニアリング知識と、性能のIoTデータを使って、現実の船をデジタル化
- 気象データ等とかけあわせて様々なシナリオでの数多くのシミュレーションを実施
- 結果を統計的に評価し、現実の運航の課題を、合理的に解決

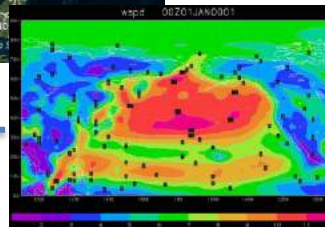
課題

季節毎のシーマージン把握

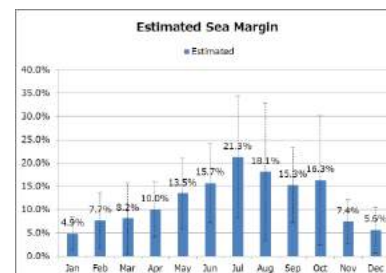
Service route



実海域性能モデル



過去の気象データ上での航海シミュレーション



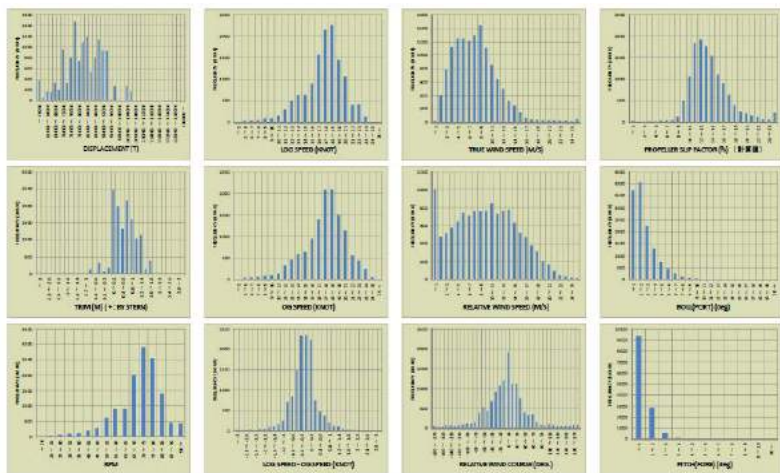
- 季節毎の
- シーマージン
 - 燃料消費量
- 推定

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。

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 構造ヘルスモニタリング

推進効率モニタリング

i 機関プラント事故防止

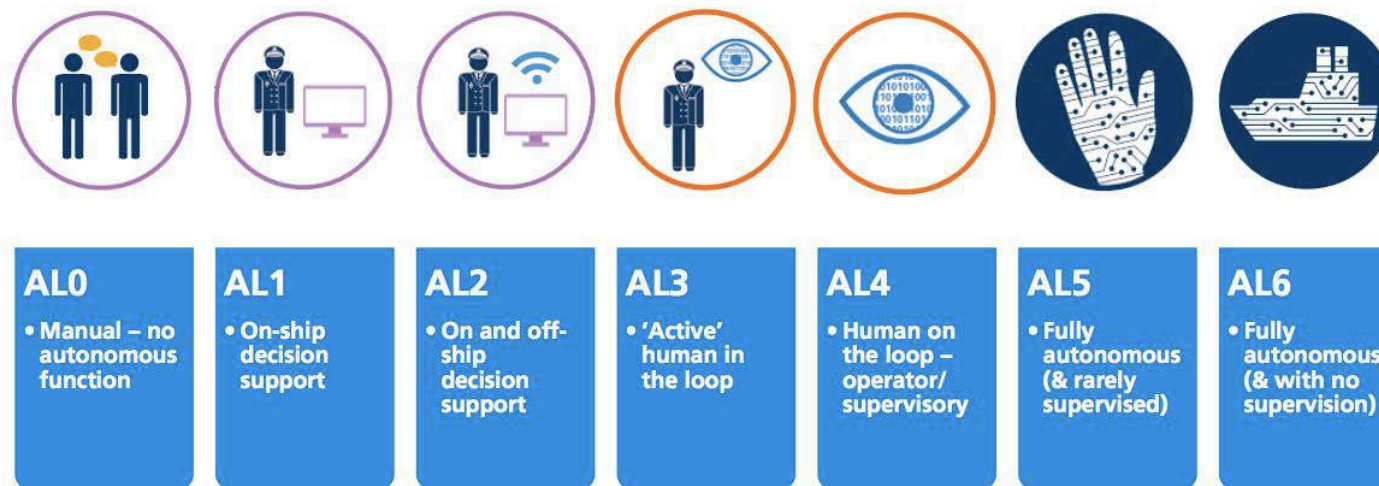
i 国プロ「先進船舶技術研究開発支援事業」
i-shipping (operation)
NYK/MTI及び社外パートナーとの共同研究案件

発表の構成

1. デジタイゼーション
2. ビッグデータ
3. デジタルツイン～実海域性能を例として
- 4. 自動化技術への段階的な取り組み**
5. まとめ

船舶における高度な自動化への取り組み

例) Lloyds Registerの自動化レベル(Automation Level) AL1~AL6



AL0 … 自動化なし
 AL1 … 船上の意思決定支援
 AL2 … 陸上からの意思決定支援
 AL3 … 人がアクティブに介在する自動化
 AL4 … 人の役割は監視に限定
 AL5, 6 … 自律化

対象船上システムの例

- Propulsion and steering
- Power generation, management and distribution
- Navigation and communication
- Ventilation & chilled water
- Cargo and ballast management
- Fuel, lubrication & other ancillaries
- Fire fighting and emergency systems
- ...

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

高度な自動化が、機器システム毎に進むイメージ。システム毎の重要度・自動化技術レベルの進捗等をみて、段階的に技術導入を進められるので、ユーザーにとって受け入れ易い。

世界初のCyber enabled ship ～Lloyd's Register認証～

- 船上のシステム毎に、陸からの支援・自動化・自律化が進む。



建造造船所: Hanjin Heavy Industry
建造年: 2017年
(プレスリリース 2017年5月)

引用) <http://www.lr.org/en/news-and-insight/news/first-ships-in-the-world-to-be-certified-cyber-safe-delivered.aspx>

Navigation, cargo and machinery systems

- AL2 'systems provide on and off-ship decision support for operators'
陸からのモニタリングによるサポート

Air Handling Unit

- AL3 'systems that operate autonomously, but with an active human 'in-the-loop''
基本的には自動運転・運転状態の自動監視で、制御パラメーターについても自動更新

ユーザーとメーカーのコラボによる技術開発①

次世代運航支援装置 J-Marine NeCST(ネクスト)

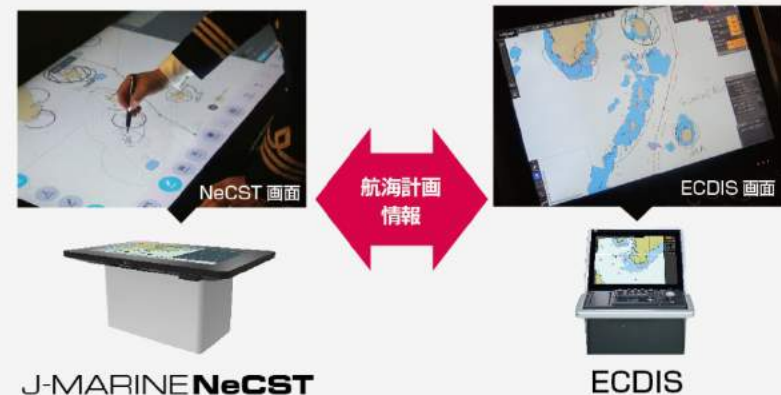
- 次世代運航支援装置「J-Marine NeCST（ネクスト）」を日本郵船グループと日本無線で共同開発
(2017年5月17日 プレスリリース)
- IoT時代における航海情報管理の核
- あらゆる船舶運航情報を集約管理
- さらなる安全・効率運航の実現に寄与



「J-Marine NeCST」の特長

1. 手書き機能
2. ECDISとの連携
3. 気象・海象予測システムとの連携
4. 陸上・他船との情報の共有
5. フレキシブルなカスタマイズ性

※ J-MARINE NeCSTは日本無線（株）の登録商標です。



ユーザーとメーカーのコラボによる技術開発②

操船支援に関する高度な自動化技術への取り組み

目的

- 衝突予防
- 船員負荷低減

手段

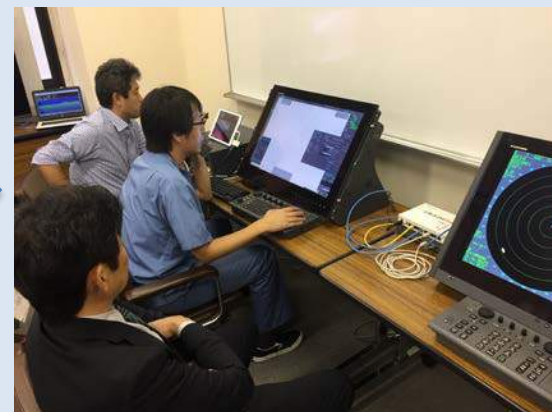
- 作業効率化
- 状況認識支援
- 意思決定支援
- 陸からの支援
- 陸からの操船
- 自律化

国プロ「先進船舶技術研究開発支援事業」
i-shipping(operation)
「衝突リスク判断と自律操船」PJ

共同研究者)日本郵船、MTI、日本海洋科学、
古野電気、日本無線、東京計器、日本海事協会



遠隔操船される操船シミュレーター



陸からの航路編集・上書き

衛星
通信

陸⇄陸での遠隔操船実験の様子(2017年10月)

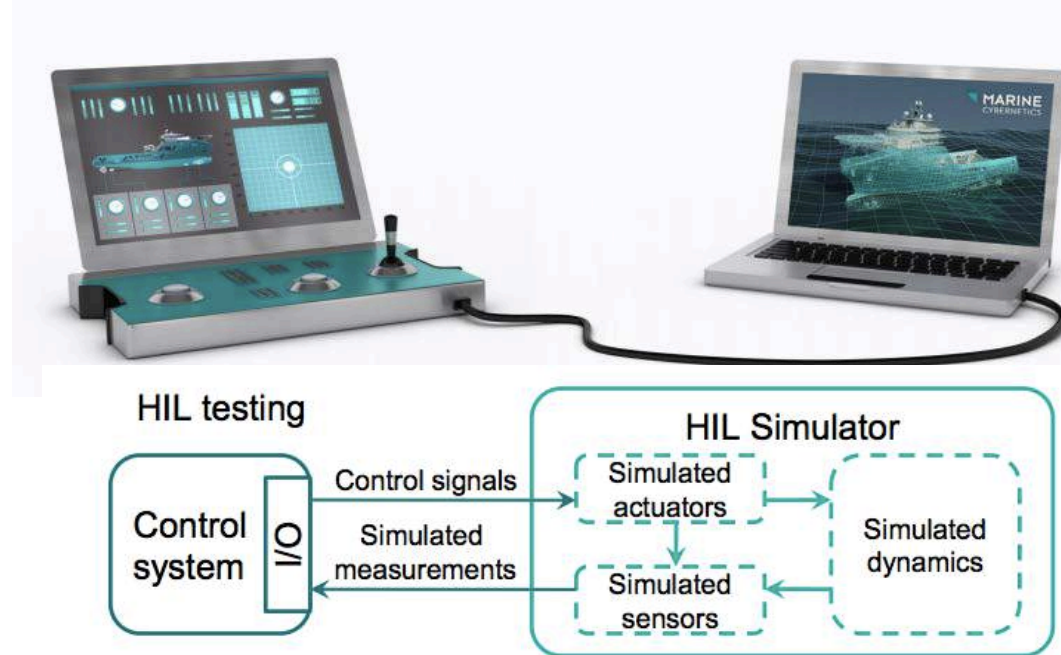
課題1：法規則との整合性 → 技術導入時に、導入前と同等以上の安全性があることを試験などを通して証明し、合意形成の議論を進めるイメージ

課題2：トータルシステムとしての安全性をどのように証明するのか → システム毎に型式承認をとるイメージ（例えば、ソフトウェアの信頼性、人-機械-システム、通信、データ、サイバーセキュリティ等の観点で）

高度な自動化の時代に向けた新たな課題①

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。



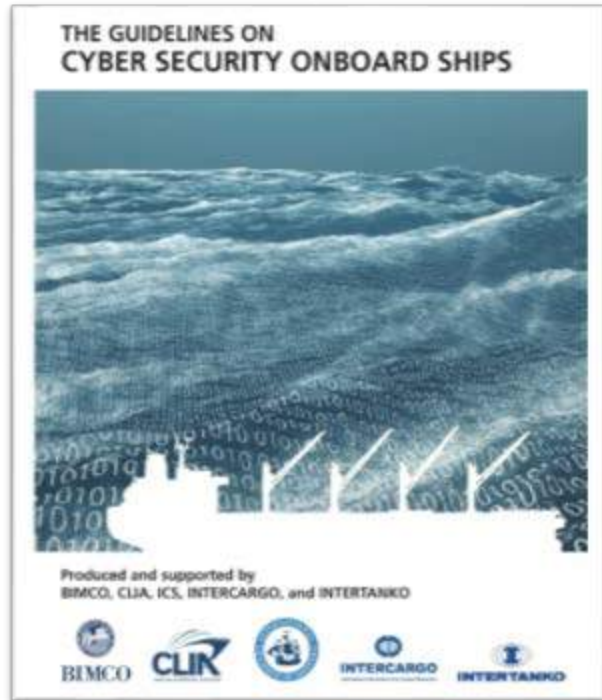
引用) DNV-GL Marine Cybernetics Advisory

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

欧州では、ACPS (Automatic Cyber Physical Systems)の時代を見据えて、こうしたソフトウェアの試験技術に関する大型プロジェクトが進行中。⇒ ENABLE S3 <http://www.enable-s3.eu/>

高度な自動化の時代に向けた新たな課題②

船のサイバーセキュリティとサイバーレジリエント船



BIMCO, Feb 2016

海事分野におけるサイバーセキュリティに関するガイドライン等

- **IMO, MSC (98)** – Cyber risk management onboard ships should be included in SMS as of 1 Jan 2012 (Jun 2017)
- **BIMCO** – the guidelines on cyber security onboard ships (Feb 2016)
- **DNV-GL, LR, ABS** – Recommended practice or notation of cyber security onboard ships (2016)
- **IEC 61162-460** – Safety and security on IEC 61162-450
- **IACS** – Cyber systems panel

一般的なサイバーセキュリティに関するガイドライン等

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

国内では、船技協において、「海事分野におけるサイバーセキュリティ対策に関する調査研究」が2016年8月から3年間の予定で進められている。

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

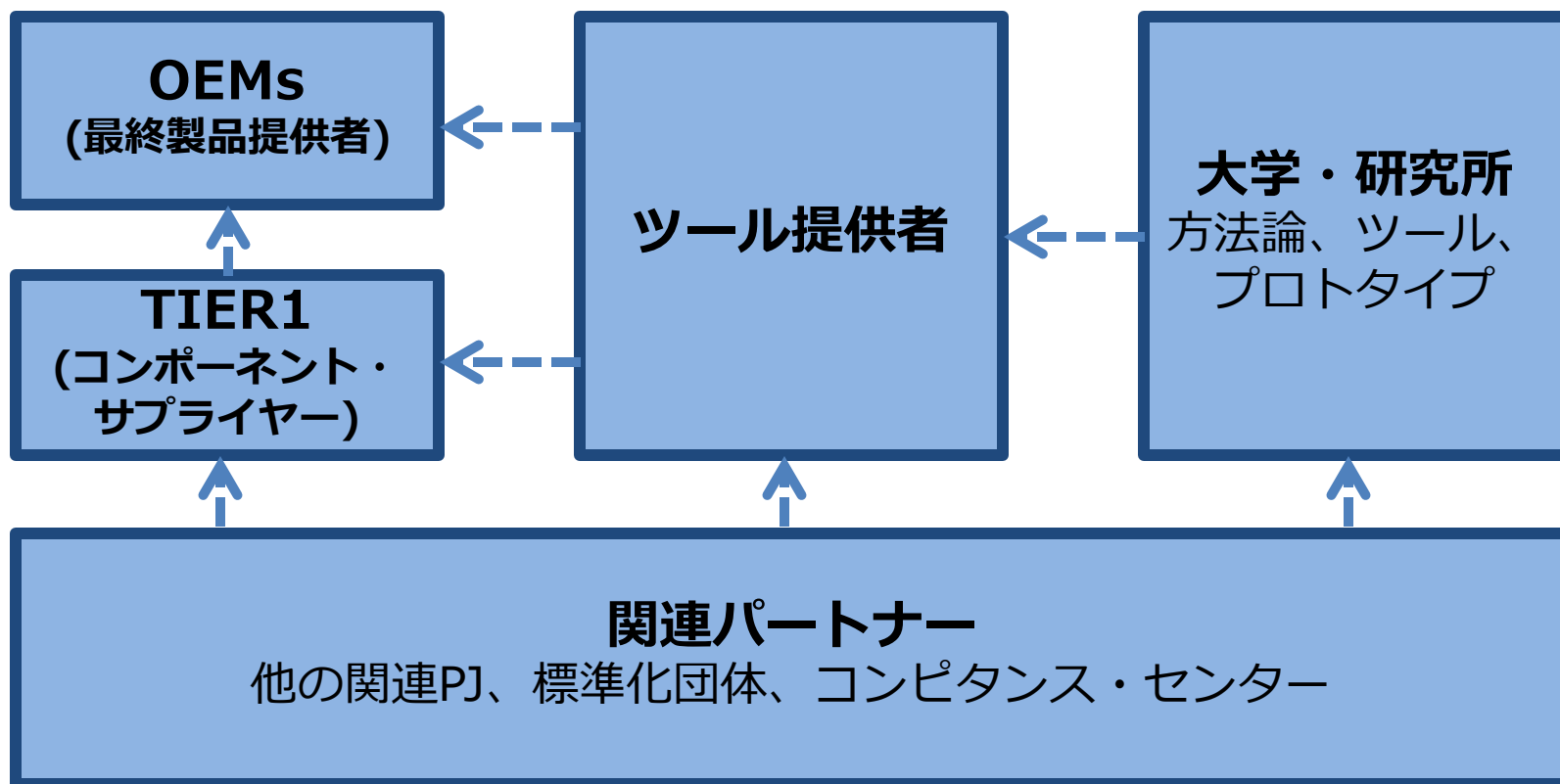
発表の構成

1. デジタイゼーション
2. ビッグデータ
3. デジタルツイン～実海域性能を例として
4. 自動化技術への段階的な取り組み
- 5. まとめ**

高度な自動化に向けた研究開発と技術開発

例) 欧州におけるソフトウェア信頼性評価技術の体制

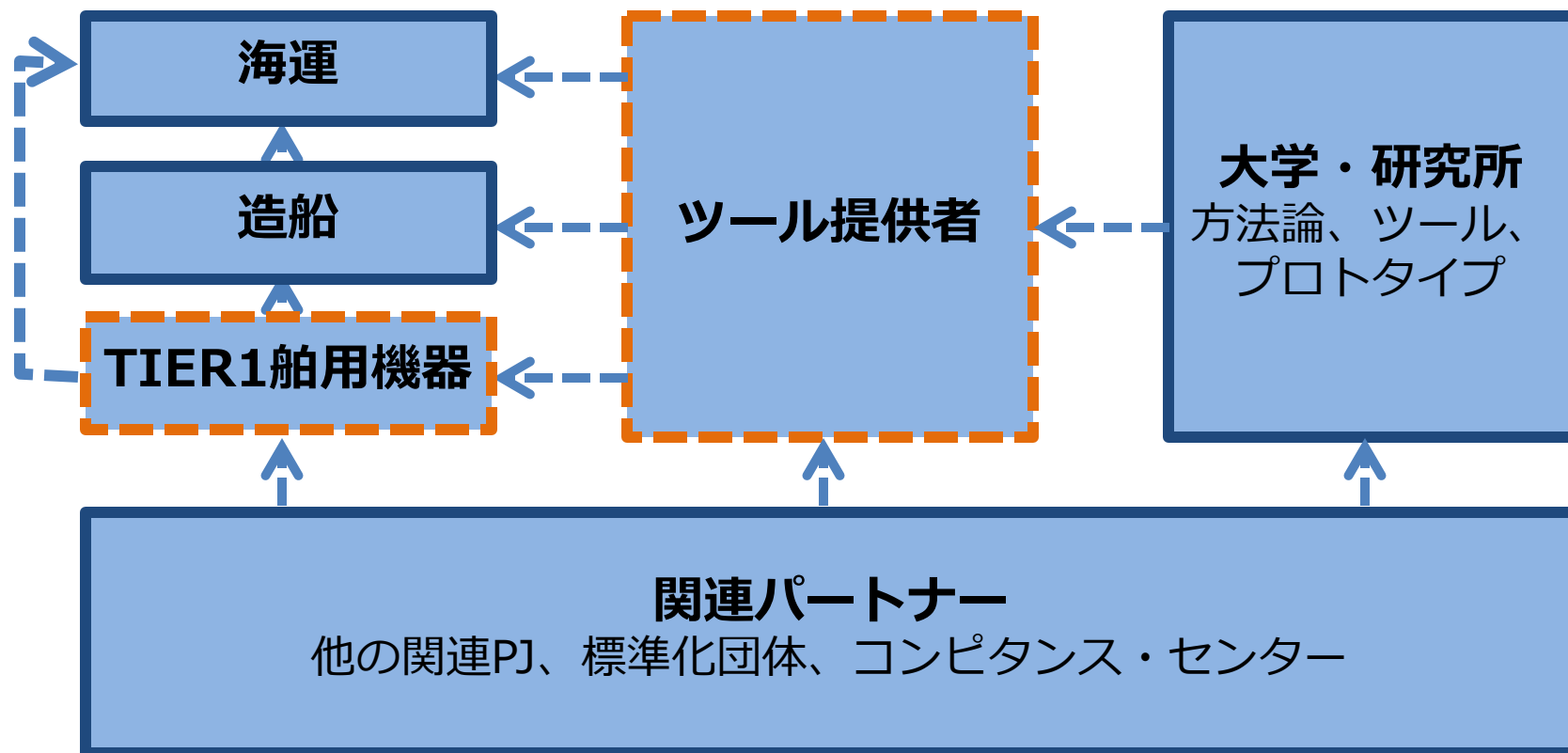
対象ドメイン) 航空宇宙、自動車、農業、医療、船舶、鉄道



引用) ENABLE-S3 Consortiumより

<http://www.enable-s3.eu/about-project/consortium/>

デジタル化を進める上での課題 ～我が国海事産業の場合～



日本においては、特に、ツール提供者とTIER1的な船用機器ベンダーの役割を担うプレイヤーが従来少ない。大学・研究所の豊富な学術の蓄積のツール化、システム・コンポーネント毎にTIER1を張れるプレイヤーが必要と思われる。

ソフト・ハードの全体最適への段階的な挑戦

システム・インテグレーションとインテグレートド・オペレーション

・ システム・インテグレーション

- ・ 各システムの高度化・自動化の推進
- ・ ユーザー視点、現場データ活用したシステム最適化
- ・ サイバーセキュリティ、ソフトウェア信頼性

・ インテグレートド・オペレーション

- ・ PPTO (人, プロセス, 技術, 組織) のベストバランス
- ・ 船-陸、企業間連携、自動化技術の活用
- ・ IoT, ビッグデータの活用

・ デジタル化の学術研究、ツール開発、ビジネス活用

- ・ 学術、研究成果のソフトウェア化、ツール化
- ・ 産官学の連携
- ・ 国際連携

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)

- ・ http://www.iocenter.no/system/files/sites/default/files/IO_Conference/IO14/Presentations/P5_Heitmann%20Hansen.pdf
- ・ T. Rosendahl and V. Hepso, Integrated Operations in the Oil and Gas Industry: Sustainability and Capability Development 1st Edition, IGI Global, 2012

まとめ

1. デジタル化の時代には、現場を持つユーザーの視点で現場のデータを活用して、創意工夫でハードとソフト（オペレーション）の全体最適が目指される。
2. オペレーションの最適化においては、ビッグデータの活用が重要。豊富なビジネス知識に基く課題設定、データ解析スキル、インフラを整えていく必要がある。
3. 現実世界をIoTで取り込み、コンピューティング・パワーで解析し、現実世界に戻すデジタル・ツインのアプローチがコア技術になる。このため工学知識のデジタル化、ツール化が必要。
4. 来る高度な自動化においては、システム毎に、段階的に自動化の導入が進むと考えられる。その際には、ソフトウェア信頼性、サイバーセキュリティ、システムインテグレーター、ツールプロバイダーの登場と言った、業界としてのチャレンジがある。



ご清聴ありがとうございました

