

自律船導入の背景と実現に向けた課題 ～DFFASプロジェクトの取り組みから～

2021年12月2日

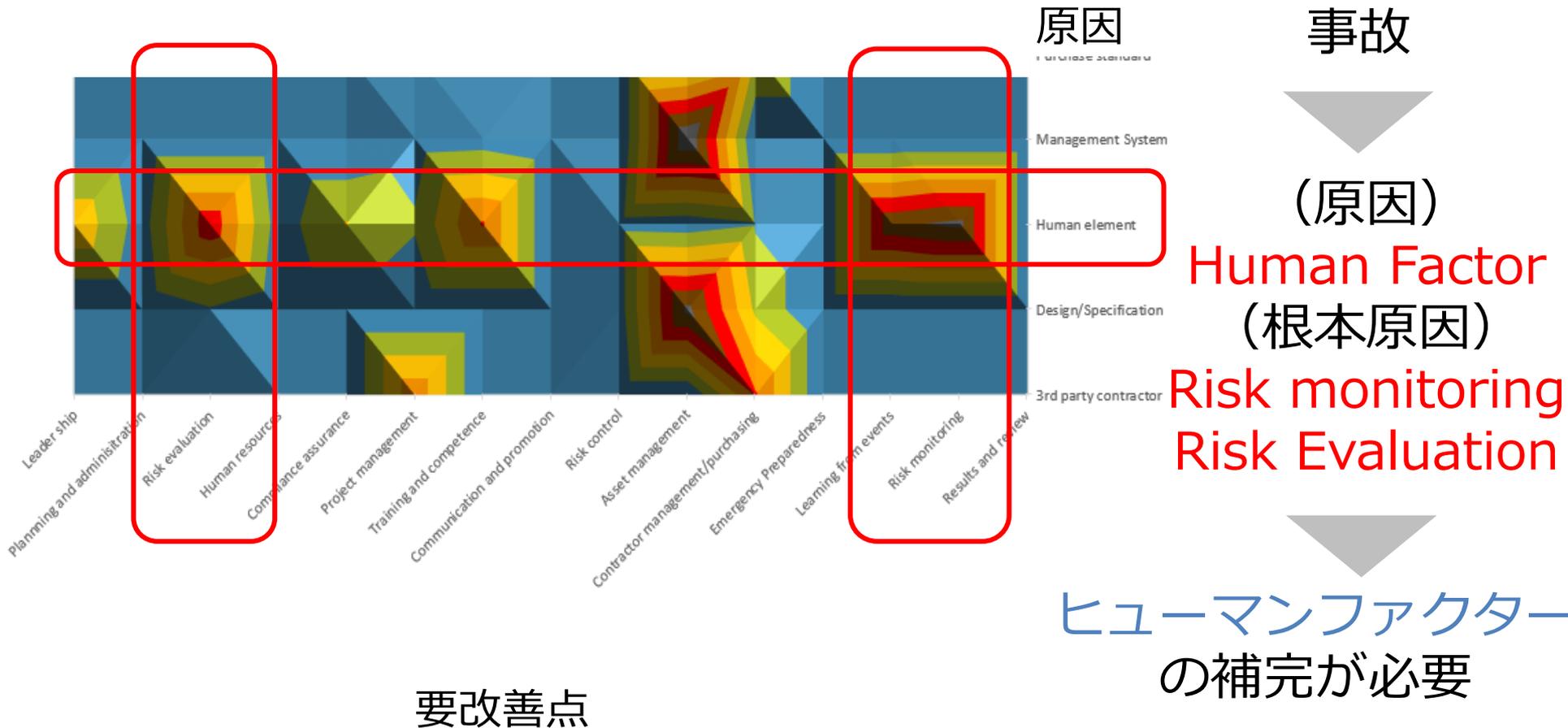
株式会社MTI 船舶物流技術グループ
中村 純

目次

1. 自律機能開発の必要性とその背景
2. 日本財団助成事業 “DFFAS PJ” とは
3. 自律機能導入への課題
4. まとめ

ヒューマンファクター補完の必要性

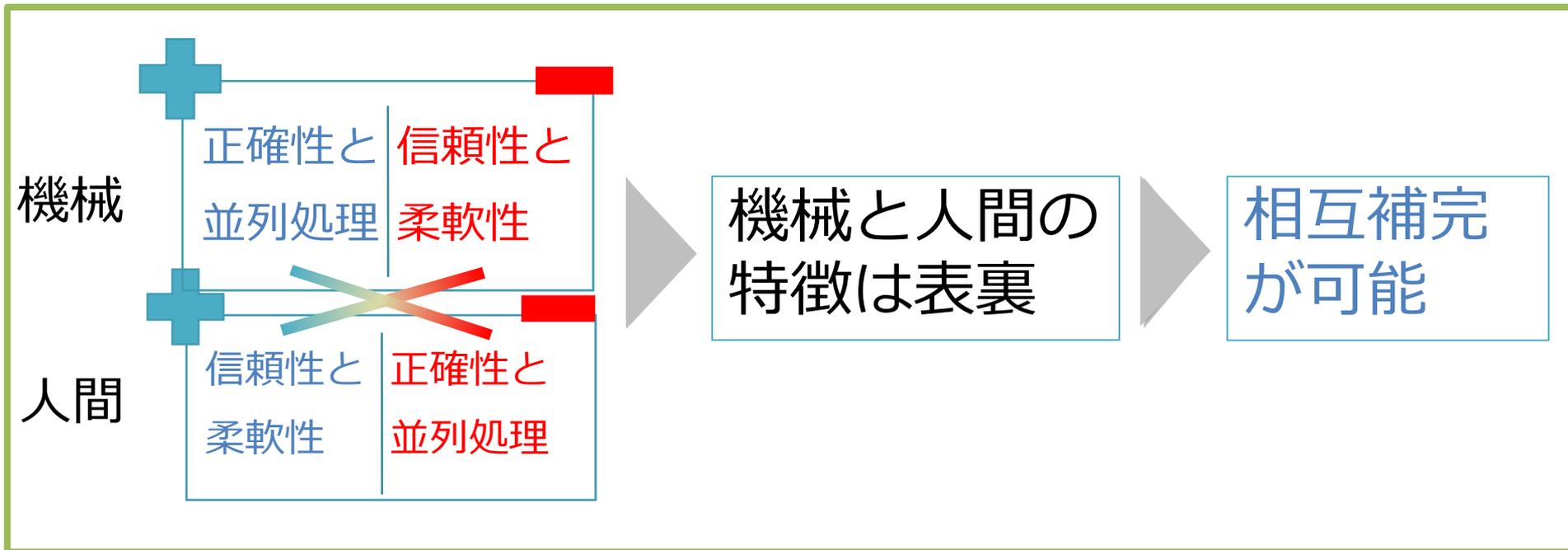
主要な航海事故の原因と要改善点の分析



ヒューマンファクターの補完による事故防止

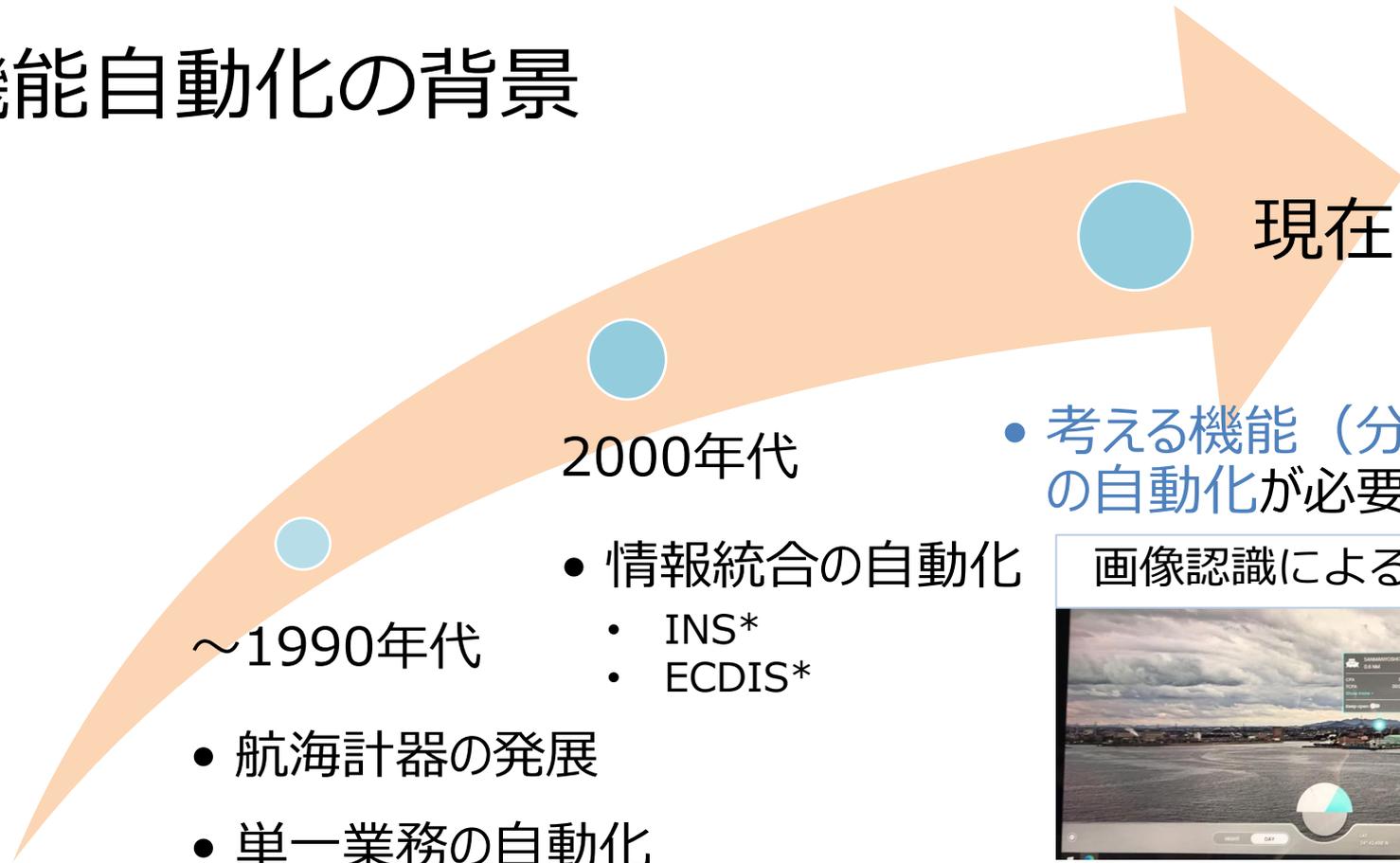
- 自律機能開発とは、機能の高度化を図り、人間を支援する機能（認知・判断・行動）を作る

ヒューマンファクターの補完による安全運航の達成



安全性が向上し、安定輸送に貢献

機能自動化の背景



現在

● 考える機能（分析/計画）の自動化が必要

～1990年代

- 航海計器の発展
- 単一業務の自動化

2000年代

- 情報統合の自動化
 - INS*
 - ECDIS*

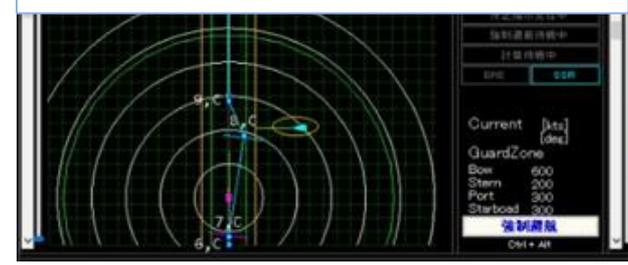
- 接近距離計算（ターゲットトラッキング）
- 針路保持（オートパイロット）
- 進路保持（トラックコントロールシステム）
- 測位（GPS）

画像認識による物標検知



（提供：ORCA AI）

航路計画策定



（提供：日本海洋科学）

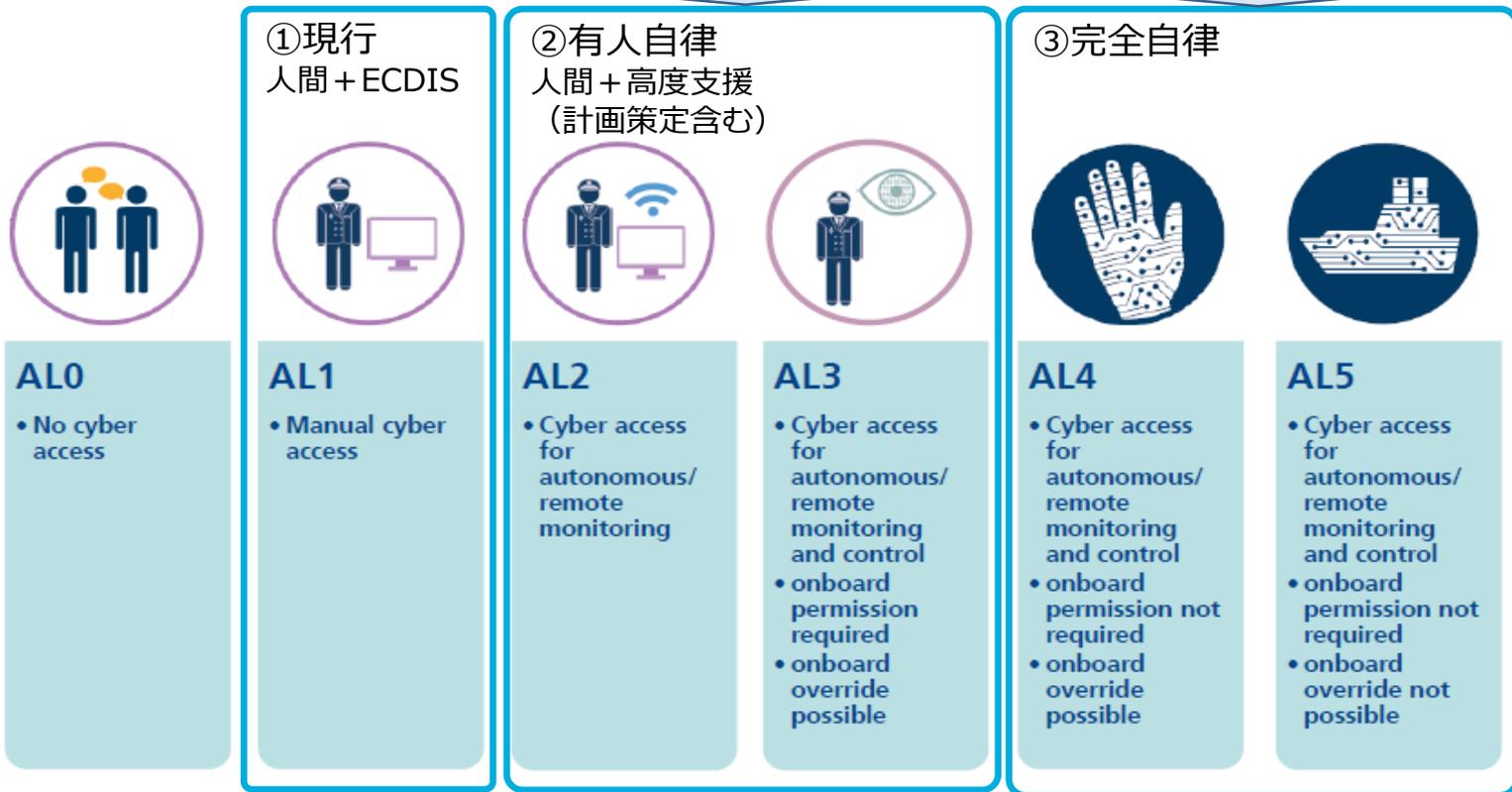
* INS（Integrated Navigation System）：航海計器群の情報統合
ECDIS：電子海図表示装置、海図と航海計器の情報統合

自律船の区分とスコープ

開発検討の対象とロイド船級及びIMO自動運航レベル

IMO Degree 1 & 2

IMO Degree 3 & 4



開発方針

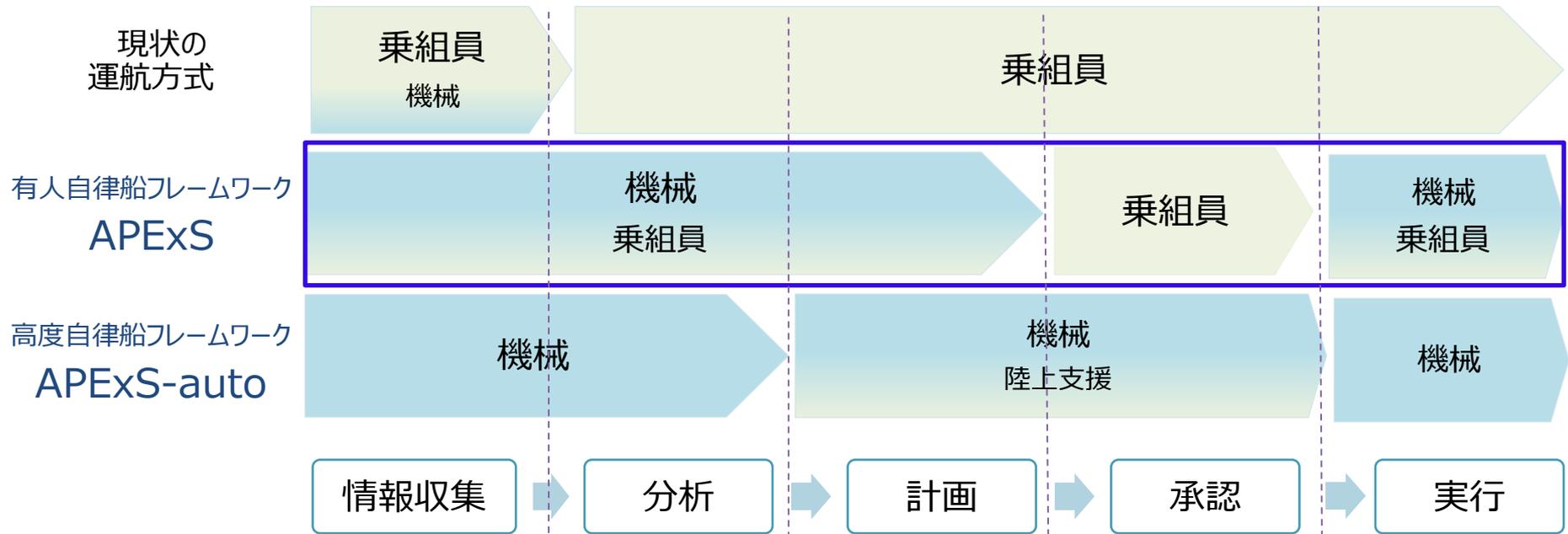


完全自律を見据えつつ
有人自律船
開発目指す

国土交通省：
海事産業集約連携促進技術開発
補助事業

日本財団：
MEGURI2040

自律船における運航システムとは



例：
他船はどこにいて、どう動いているか？
自分はどこにいるか？
自分はどこを向いているか？

例：
どの船が危ないか？
どの浅瀬が危ないか？

どのように行動すればよいか？

計画どおりに操船するには、
どう操作したらよいか？

*APExS: (Action Planning and Execution System)

(参考) 国内初、自律船フレームワークの船級認証を取得 (2020年5月14日)

https://www.nyk.com/news/2020/20200514_01.html



DFFAS プロジェクト概要

プロジェクト目標

- 高度な自律機能による世界初の輻輳海域における実証
- 各企業の技術底上げ & 技術の標準化による日本の競争力強化
- 社会実装を実現・継続できる多種多様な企業が参画するOpen Innovation体制の構築

実証航海イメージ

From 東京湾

To 伊勢湾

2022年2月 実証予定

749GT型
コンテナ船
「すざく」を
改造し実証

(提供：イコーズ)

コンソーシアムメンバー

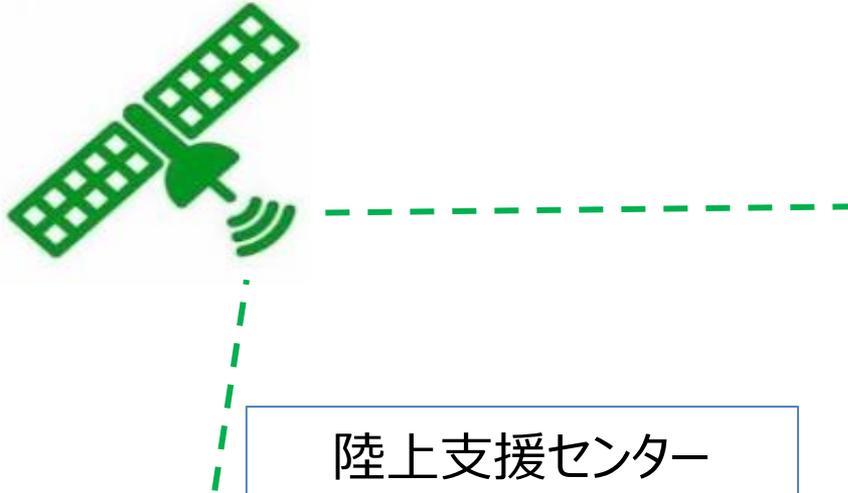
- 日本海洋科学(代表)
- イコーズ
- ウェザーニューズ
- EIZO
- NTT
- NTTドコモ
- NTTコミュニケーションズ
- MTI
- 近海郵船
- サンフレム
- 三和ドック
- ジャパンハムワージ
- ジャパンマリンユナイテッド
- スカパーJSAT
- 鈴与海運
- 東京海上日動火災保険
- 東京計器
- ナブテスコ
- 日本海運
- 日本郵船
- 日本シップヤード
- 日本無線
- BEMAC
- pluszero
- 古野電気
- 本田重工業
- 三浦工業株式会社
- 三井住友海上火災保険
- 三菱総合研究所
- 横河電子機器

参画企業: **30社**

国内外協力企業・団体: **60社超**

DFFASシステム 自律機能概要

通信インフラ [LTE・衛星]



すざく：自律航行設備を搭載



(提供：イコース)



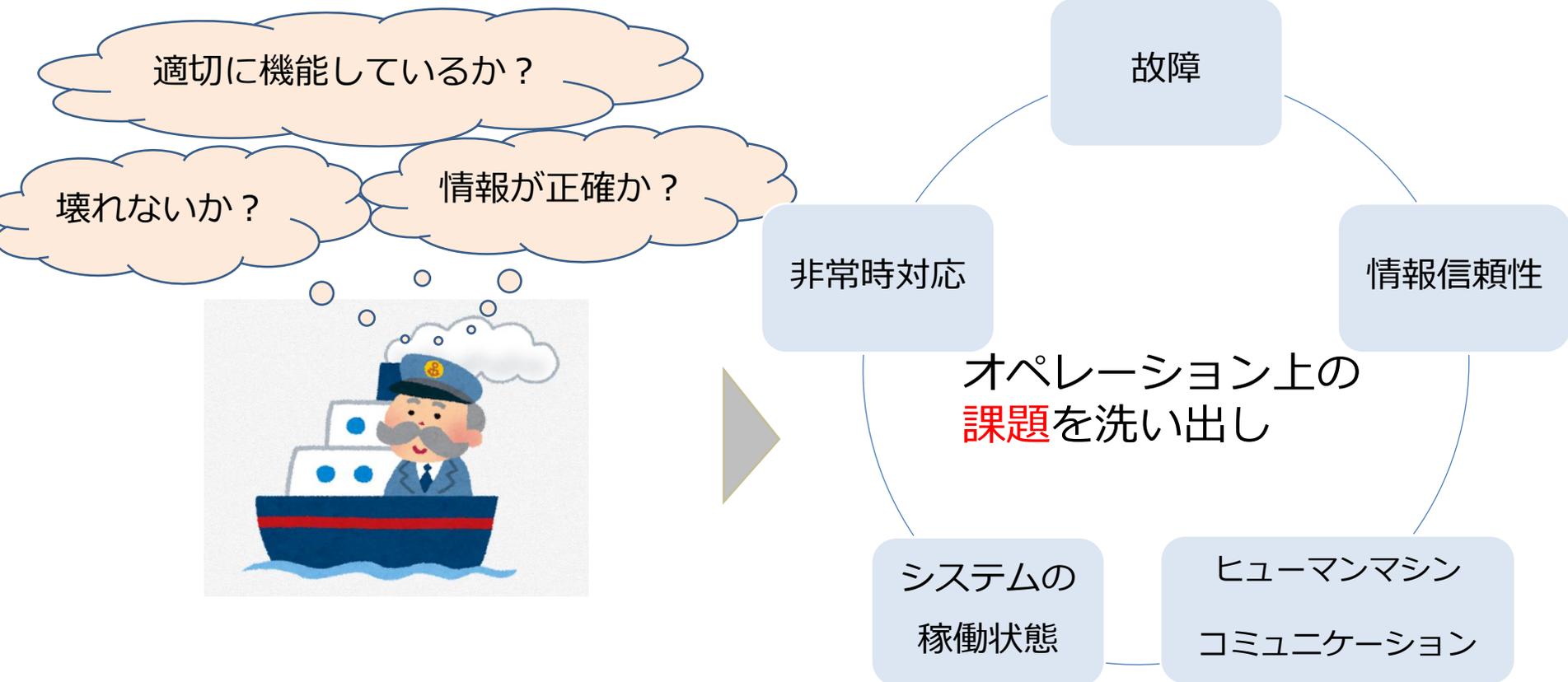
(提供：日本無線)

陸上から本船の運航を支援する機能
(航海計画策定、航海監視、停泊監視、機関プラント監視、経済性確認)

DFFASシステムの構成

サブシステム名	役割	主な機能
Maneuvering	計画を立てて動かす	<ul style="list-style-type: none"> ・本船周辺情報を収集する ・短期航海計画を策定する ・Actuatorを制御する ・遠隔から機器を監視・制御する
Propulsion	船の動力及び電力を管理する	<ul style="list-style-type: none"> ・機関プラントの状態を収集する ・遠隔から機関プラントを監視・制御する
Communication	船陸で情報をやり取りする	<ul style="list-style-type: none"> ・船陸間の通信を実現する ・通信品質を測定する ・複数の通信方法から最適な通信方法を選択する
Fleet Operation	陸上から航海を支援する	<ul style="list-style-type: none"> ・広範囲環境情報を収集する ・長期航海計画を策定する
CIM (Central Information Management)	システムの状態を管理する	<ul style="list-style-type: none"> ・サブシステムの状態を収集する ・自律システムの状態を決定する ・決定した自律システムの状態を各サブシステムに配信する

自律機能導入における課題



- 例)
- 故障
 - 情報信頼性
 - ヒューマンマシンコミュニケーション
 - 非常時対応
 - システムの稼働状態

- : レーダーが**使用出来ない**
- : 異なるセンサー間でデータが**一致しない**
- : 人が機械**出力の背景を理解できない**
- : **緊急対応が間に合わない**
- : **システム健全性を把握できない**

故障への対応例

自律機能を利用するためには故障の予防保全が必要

①故障の見える化

システムの状態を確認できる



(提供：BEMAC)

②故障の知らせる化

システムにて異常を検知して知らせる

③予防保全

データを収集し、システムの異常を予測して知らせる



故障に対し前広に対応する機能が必要

情報信頼性の確保

多様なセンサーの組合せによる情報信頼性の確保が必要



(提供 : ORCA AI)

周囲の明度による
物標認識漏れ

周囲環境



(提供 : 古野電気)

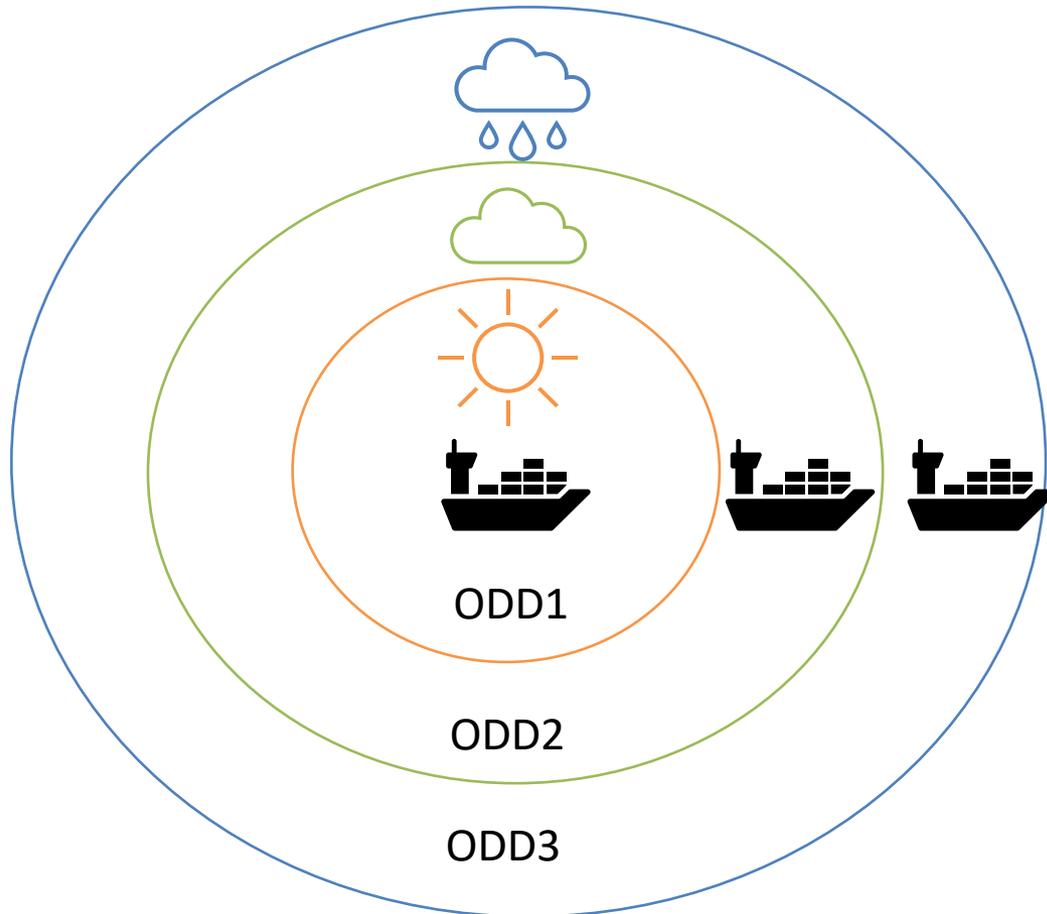
多重反射による偽像

各機器の特徴、運用方法を理解して
相互補完を実施

システムの稼働状態

システムの稼働状態を知るために適切な限定領域が必要

- ODD (Operational Design Domain)
: 自動化システムが適切に機能する範囲
- 機器の稼働状態を考慮して、システムの稼働状態を判断する



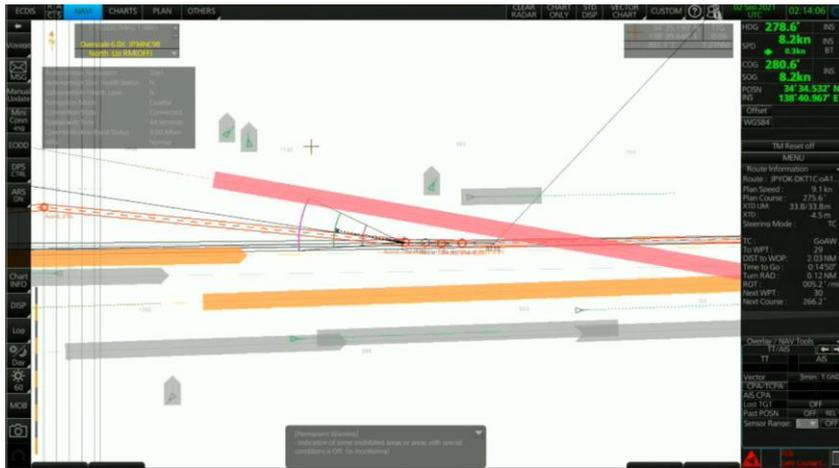
例) 天候によりシステムの稼働状態が変わる例

ODD1 : 晴れ

ODD2 : 曇り

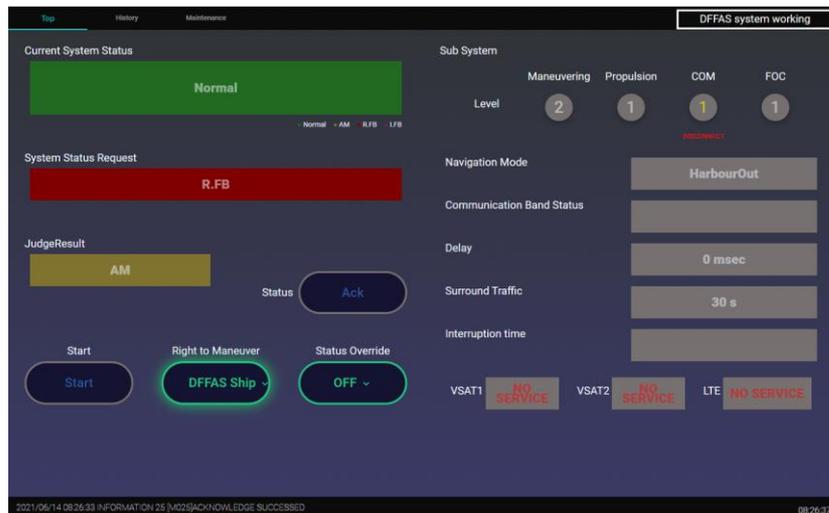
ODD3 : 雨

ヒューマン・マシン・コミュニケーション 出力の背景を適切に人間へ伝えることが必要



適切な避航ルート
を理由と共に表示

(提供：古野電気)



自律システムの健全性
を分かりやすく表示

(提供：BEMAC)

非常時の対応

具体的なフォールバック遂行の環境を定義

- ・ フォールバック：機能が異常に陥った際に、機能を制限したり別の方式に切り替えるなどして、限定的ながら使用可能な状態を維持すること。

DFFASの具体例（Remote Fallback）

短期航海計画機能の故障



(提供：日本海洋科学)

陸上船長による短期航海計画策定



(提供：日本無線)

まとめ

- 安全運航を達成するために
ヒューマンファクターを補完する自律化が重要
- 実用的な自律運航機能を達成するために
オペレーションを考慮した開発課題の洗い出し
- 日本財団支援事業のDFFAS PJや
国土交通省“海事産業集約連携促進技術開発補助事業”内で
開発を実施中

謝辞：

国土交通省、日本財団及び関係各社に置かれましては、弊社にて実施している自律船開発に対し、ご支援・ご協力を頂きこの場を持ってお礼申し上げます。

ご清聴ありがとうございました。