

自動運航船の実用化に向けて ～ 開発実証と基準戦略

国土交通省大臣官房技術審議官
斎藤 英明

令和2年12月10日 第20回 海上技術安全研究所 講演会

□ 自動運航船の開発実証

- 自動運航船に係る課題・背景・効果
- 海事産業の生産性革命（i-Shipping）
- 自動運航船の段階的発展
- 自動運航船の実用化に向けたロードマップ
- 自動運航船の開発・実証事業

□ 自動運航船の基準戦略

- 自動運航船の市場・開発動向と基準戦略
- 自動運航船の基準動向
- Regulatory Scoping Exercise（RSE）
- 自動運航船安全ガイドライン
- 国際基準戦略（性能の見える化）

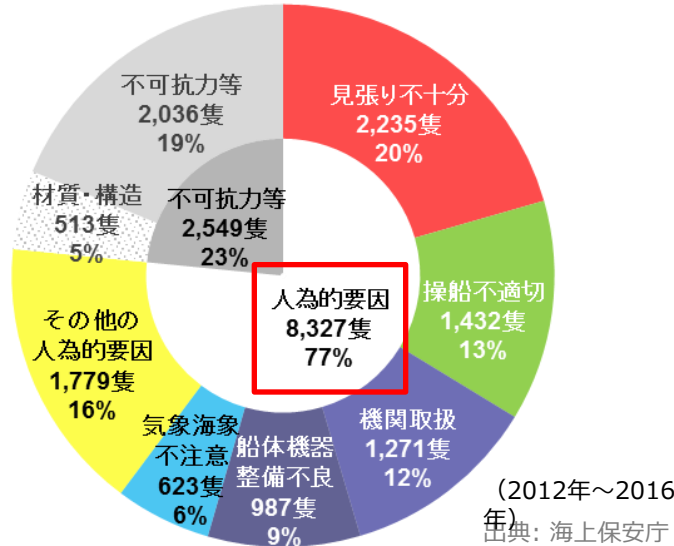
自動運航船の開発実証

- 「海事生産性革命 (i-Shipping)」の一環として、近年注目を集める**自動運航船**について、海難事故の減少、船員労働環境の改善、我が国海事産業の国際競争力強化を目的として、**2025年までの実用化**を目指す。

自動運航船への注目の背景と実用化による効果等

課題

- 海難事故の約8割はヒューマンエラーに起因 (右図)
- 造船業の競争激化



自動運航船への注目

- ✓ ヒューマンエラー起因海難事故の減少
- ✓ 船員労働環境改善・職場の魅力向上
- ✓ 日中韓の競争が激化するなか、省エネルギー性能に続く日本造船・船用工業の競争優位性の確立

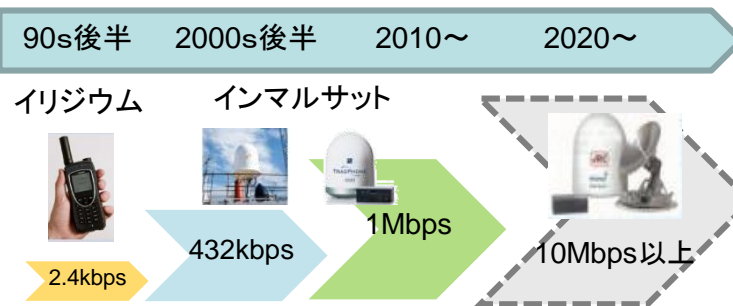


技術の開発・実用化等に伴って段階的に発展

- フェーズⅠ 自動運航船：IoT技術活用船
- フェーズⅡ 自動運航船：陸上からの操船や高度なAI等による行動提案で、船員をサポートする船舶
- フェーズⅢ 自動運航船：自律性が高く、最終意思決定者が船員ではない領域が存在する船舶

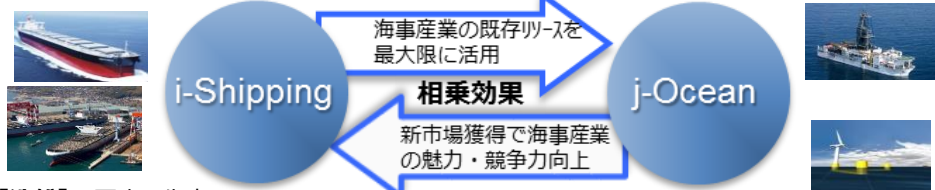
技術革新

- 海上ブロードバンド通信の発展 (右図)
- IoT・AI技術等の急速な進歩
- 自動船舶識別装置 (AIS)、電子海図等の普及等



○2016年6月、交通政策審議会が「海事産業の生産性革命(i-Shipping)による造船の輸出拡大と地方創生のために推進すべき取組について」を答申

○造船の輸出拡大・海運の効率化を図る「i-Shipping」と海洋開発市場を獲得し、資源確保にも貢献する「j-Ocean」の2つのプロジェクトからなる「**海事生産性革命**」をさらに強力に推進



[造船] ・国内で生産 **86%**
・地方で生産 **93%**
・国内で部品調達 **85%**
[海運] ・日本の輸出入貨物輸送 **99.6%**

・世界市場 **40兆円**
・今後の成長市場
・日本の成長と資源確保に貢献

交通政策審議会による答申から1年以上経過し、
当時の状況からは大きな変化が生じている。

- **新造船受注量の激減**
- 造船現場を支える必要不可欠な存在となっている**外国人造船就労者の受入が2022年度末に終了**
- **中国・韓国における公的支援の実施**
- **ロット発注が増加**。中国・韓国が受注し、**日本はほとんど受注できていない。**
- ICTの発展により、自動運航船の導入に向けた動きが世界的に活発化

**答申の内容をレビューし、新たに取り組むべき課題、
施策等について検討・提言**

重要課題及び今後の方向性

1. i-Shipping

- ◆ サプライチェーンの改善等による**生産性向上に資する支援措置**を検討
- ◆ 外国人材について**2023年度以降の制度のあり方を早期に決定**
- ◆ OECDにおける新しい国際規律について、**早期に交渉を開始するとともにWTO提訴の是非を早期に決定**
- ◆ 造船業の受注力強化のため、オペレータに**競争力がある用船料提示可能な環境整備**

2. 自動運航船

- ◆ 技術動向を踏まえつつ、**2025年の実用化に向けたロードマップの作成**
- ◆ 早期実現のため、IMOにおける非強制がドラインの策定等により**必要最低限の条約改正を目指す**
- ◆ 技術開発支援、実証を円滑に実施可能とする**国による支援措置の検討**
- ◆ システム化・モジュール化の技術トレンドを踏まえ、当該開発を**支援する措置を検討**

3. j-Ocean

- ◆ **海洋資源開発技術プラットフォームの活用等によりプロジェクトを組成し、エンジニアリング力を強化**
- ◆ **我が国の優れた技術の普及のための環境を整備**（海のドローン、浮体式風車）
- ◆ パッケージ化によるユーザーニーズへの対応を通じた市場参入と付加価値ビジネスへの転換
- ◆ O&Mノウハウを日本企業が獲得できる案件の発掘及び**JOIN活用**に向けた円滑な案件形成

- 自動運航船は、技術の開発・実用化等に伴って段階的に發展
- 当初は、船員等の判断支援等が主たる機能。その後、機械による自律的判断の領域は次第に増えていくものの、人間の判断が引き続き重要

- 船舶のネットワーク環境を活用した各種センサ等のデータを収集・通信する機能
- 収集データの分析結果に基づく最適航路の提案やエンジン異常の通知等の判断支援機能

- 離着岸や各気象海象条件下でも適切に機能するシステム
- 自律性が高く最終意思決定者が船員ではない領域が存在

2025年実用化目標

フェーズⅠ自動運航船

フェーズⅡ自動運航船

フェーズⅢ自動運航船

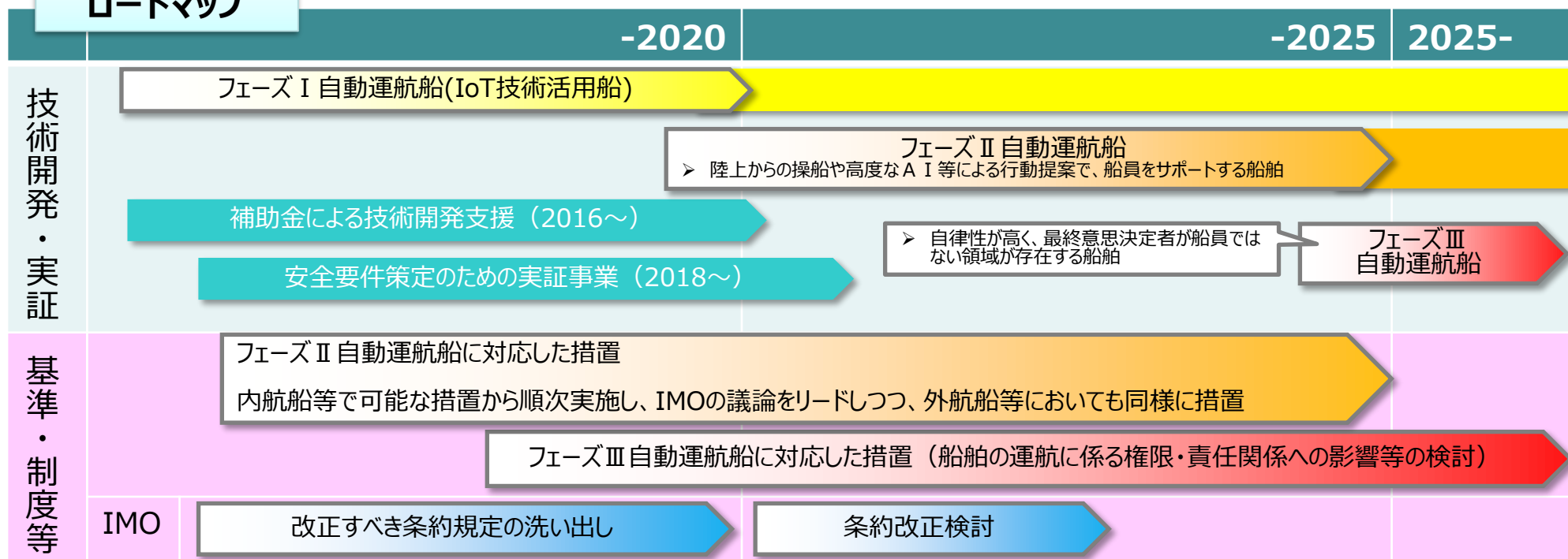
在来船

- 高度なデータ解析技術やAI技術を活用して船員がとるべき行動の具体的な提案
- 判断に必要な情報を視聴覚的に掲示
- 陸上からの船上機器の直接的操作が可能
(最終意思決定者は船員)

「自動運航船」の開発・実用化に向けたロードマップの策定等の基本戦略を検討

- 技術開発の動向を踏まえ、基準・規制制度が足枷とならないように可能な措置を講じつつ；
 - フェーズⅡ自動運航船は、2020年よりも前に国内で先進的取組が開始される見込み。技術開発・実証を積極的に支援。基準・制度等についても内航船等で可能な措置から実施。また、IMOの議論をリードしつつ、外航船等においても内航船等と同様の措置を検討。
 - フェーズⅢ自動運航船は、船舶の運航に係る権限・責任関係への影響等の検討など、技術的側面以外の内容を含めて中長期的に検討。

ロードマップ



- 国土交通省海事局では、2016年から補助金による要素技術の開発支援を行うとともに、2018年からは自動運航船の実現に必要な安全要件の策定などの環境整備を進めるため、我が国で初めての実証事業を本格的に開始。
- 2018年にはシミュレーション試験によって安全性の検証に必要なデータの収集等を、2019年には実船実証によるシミュレーション・データの妥当性等の検証実施。2020年からは実船実証の継続と安全ガイドラインの作成に着手。

自動操船機能

扱いやすいひとと機械のインターフェースの要件等、自動操船システムの安全確保に必要な知見の収集整理

自動操船機能を有する先進的なバッテリー船（海のEV）による実証



<実施者>

大島造船所、MHI マリンエンジニアリング

遠隔操船機能

船舶から陸上に送信すべき情報とその量、通信途絶等の緊急時の安全対策等を整理

400km離れた陸上施設から遠隔操船機能を実証



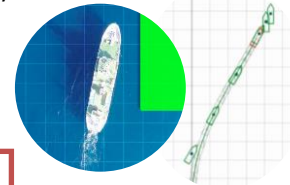
LTE / 衛星通信



自動離着岸機能

自動離着岸システムの健全性の評価手法、緊急時の安全確保策等の確立に必要なデータの収集等

11,410GTの大型船でも自動着岸機能を実証



<実施者>

三井E&S造船、東京海洋大学、商船三井、三井造船昭島研究所

<実施者>

MTI、日本海事協会、海上・港湾・航空技術研究所、イコーズ、日本郵船、京浜ドック、三菱造船、IHI原動機、BEMAC、スカパーJSAT、東京計器、日本電信電話、NTTドコモ、日本無線、古野電気、日本海洋科学

2025年までのフェーズII自動運航船の実現

自動運航船の基準戦略

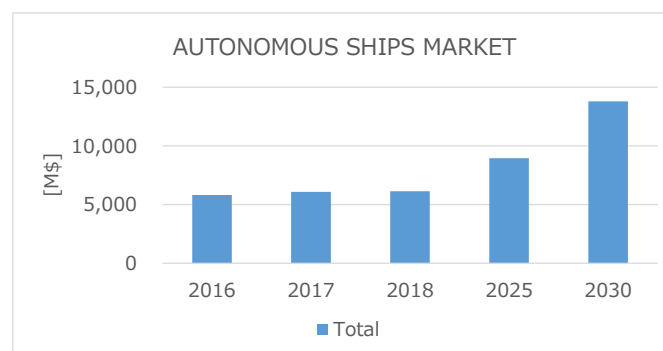
□ 市場動向

- 自動運航船の市場は、2030年には6000億円規模に拡大見込み
- 部分的な自動運航が先行するが、2025年から自動運航船が拡大
- 我が国メーカーが生産・開発で世界市場をリードしている電子機器等のシステム分野が更に拡大

□ 開発動向（各国政府の取組み）

- 欧州：2021年開始のEU第9次研究開発フレームワーク（Horizon Europe）で開発支援を実施
- 韓国：2025年までの開発プロジェクトを開始・自動運航性能実証センターを建設（22年完成予）
- 中国：2019-21年までの開発アクションプランを策定中

市場・開発動向を踏まえ国内産業の更なる発展に資するには、如何なる自動運航船の基準が必要か？



自動運航システムの市場予測)

□ 国際基準の動向 (IMO)

我が国の提案による次が実施。

- 2018年～ **Regulatory Scoping Exercise (RSE) の開始** ※2021年のMSC 102まで
 - ✓ 現行基準の改正の要否、新たに必要となる基準等についての検討
- 2019年 **自動運航船トライアルガイドラインの採択** (MSC.1/Circ.1604)
 - ✓ 実証試験の準備から実施後の処理に至るまでの推奨事項をまとめたもの

□ 国土交通省の取組み

国際基準の動向・国内開発状況を踏まえ次を実施中。

- 2020年～ **自動運航船安全ガイドラインの整備**
 - ✓ 自動運航船の安全な設計・製造・運航を実現するための基準
- 2021年～ **国際基準戦略 (性能の見える化)**
 - ✓ 自動運航船の開発技術の市場獲得を実現するための基準

～日本財団のMEGURI2040などのプロジェクトの成果も活用し、基準のブラッシュアップを図る～

□ フェーズII自動運航船（船員サポート船）に関するRSE 結論の見込み

➤ 用語・定義の追加は必要だが、多くは既存のルールが適用できると考えられる。

条約	対応	該当箇所	分析結果
SOLAS IV	改正	IV/2 規則 用語及び定義	既存船とほぼ変わらない運航形態であり、既存のルールが適用できると考えられるものの、自動化システムについて新たな 用語及び定義を追加する必要がある。
SOLAS V	改正	V/2 規則 定義	既存船とほぼ変わらない運航形態であり、既存のルールが適用できると考えられるものの、自動化システムについて新たな 用語及び定義を追加する必要がある。 特にMASSの定義について、高速船（HSC）や移動式海底資源掘削船（MODU）のように、新たな種類の船舶として検討する必要がある。
SOLAS XI-2	改正	XI-2/1 規則 定義	MASSの 定義について新たに追加する必要がある。
COLREG	解釈の明確化、同等手段の適用 又は 改正	第3規則 一般規定、第7規則 衝突の危険 第8規則 回避行動 第11規則 適用 第13規則 追い越し	3規則 新たな定義を追加する必要がある。 7規則 自動化システムがどの程度船員の業務を支援するか明確化が必要 8規則 規則中にある表現「十分に余裕のある時期」、「適切な慣行」、「容易に認めることができる」、「十分に広い」（ample time, good seamanship readily apparent large enough）について解釈を明確にする必要がある 11規則 「互いに船舶の視野の内にある」（in sight of one another）について解釈を明確にする必要がある 13規則 「追い越しているかどうか疑わしい場合」について明確にする必要がある。
STCW	解釈の明確化、同等手段の適用 又は 改正	第1章 一般規定 第2章 船長・甲板部 第3章 機関部 第4章 無線通信・通信士 第5章 特別訓練の要件 第8章 当直	1章 MASS運航に関連する 新たな定義を追加する必要がある。 2、3、5章 新たな技術の導入に伴い、既存の要求事項について再検討する必要がある。 4章 関連する電波規則（RR）やSOLASの規則が改正された場合、4章も一部改正する必要がある。 8章 B0 運航時における当直について、当直担当船員の物理的位置や責任について新たに規則に定める必要がある。

□ 安全設計ガイドライン

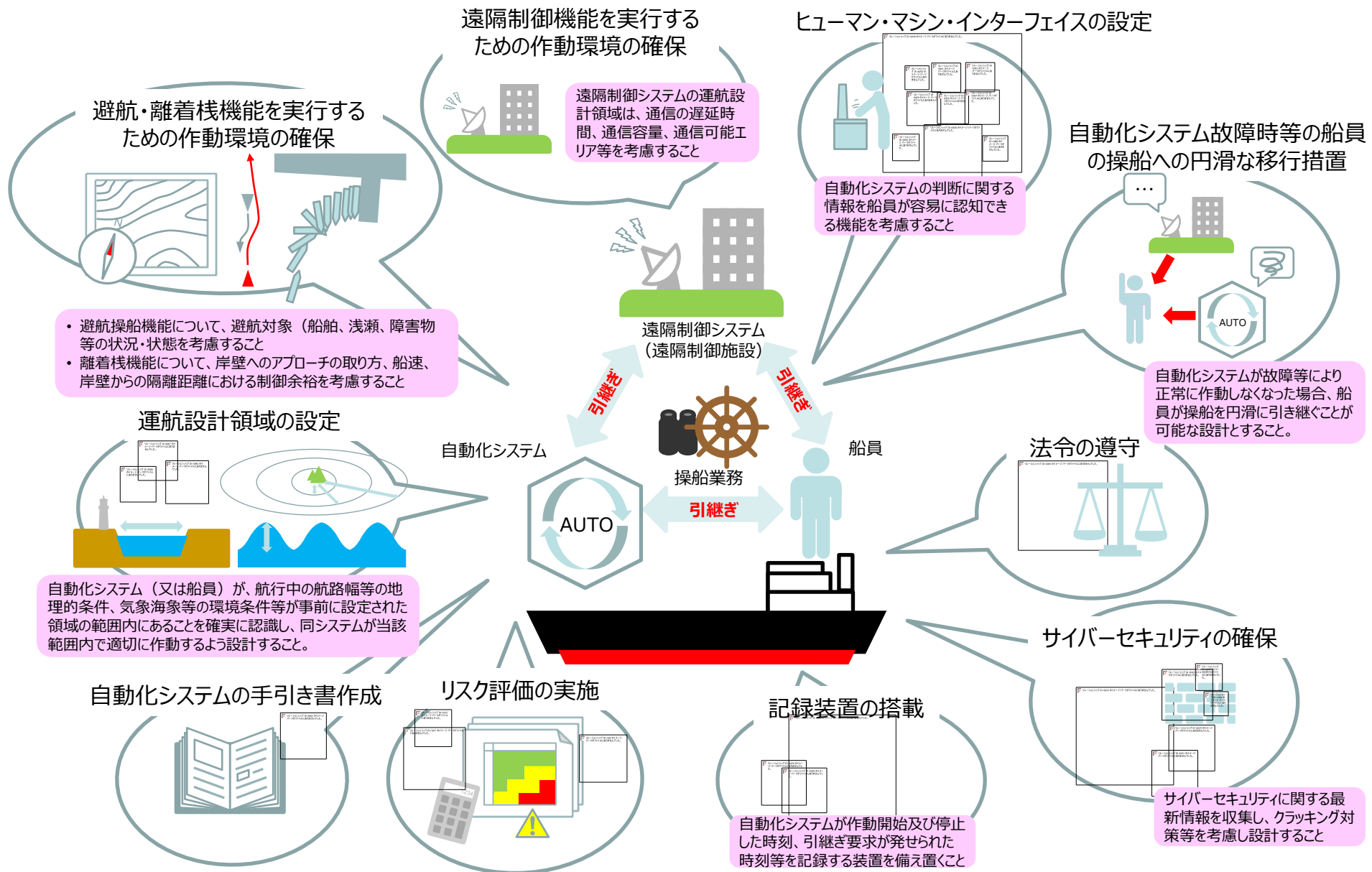
- 自動運航船の安全な設計、製造及び運航を実施するための環境整備として実証事業を実施し、それぞれのフェーズにおいて留意すべき事項などをガイドラインとして順次整備
 - ✓ 設計ガイドライン：自動化装置の設計段階において留意すべき事項
 - ✓ 搭載ガイドライン：船舶搭載の自動化装置が的確に機能を発揮するための機器や船舶の条件
 - ✓ 運航ガイドライン：船員・陸上操船者が自動化装置を扱う際に留意すべき事項
- 2020年12月、自動運航船の安全設計ガイドラインを策定
これにより、事業者による自動運航船の開発・実用化が一層促進が期待

■ 設計段階で安全上留意すべき10項目

1. 運航設計領域の設定
2. ヒューマン・マシン・インターフェイスの設定
3. 自動化システム故障時等の船員への円滑な移行措置
4. 記録装置の搭載
5. サイバーセキュリティの確保
6. 避航・離着岸機能を実行するための作動環境の確保
7. 遠隔制御機能を実行するための作動環境の確保
8. リスク評価の実施
9. 自動化システムの手引き書作成
10. 法令の遵守すること。



安全設計ガイドライン



□ 背景

- 自動運航船の国際基準はIMOで検討が行われており、条約改正の要否等は次の結論となる見込み
 - ✓ 船上の船員をサポートするシステムを利用する自動運航船（フェーズⅡ自動運航船）
 - 基準をほぼ変えることなく運航可能（ただし性能評価手法は存在せず）
 - ✓ 高い自動化レベルの船舶（フェーズⅢ自動運航船）
 - 条約基準・枠組みの改正が必要

- 国内外で自動運航システム（主にフェーズⅡ自動運航船）の実用化に向けた開発競争が加速中であり、我が国は、自動運航システムのコア技術であるセンサー分野技術に強みをもつ

- 近い将来、基本性能や制約条件が大きく異なる様々な「自動運航システム」が市場に出てきて、劣後品・不良品が乱立し、その中で我が国のセンサー技術等の先進的な技術を利用したシステムが埋没することを業界が懸念

IMOの安全基準の検討と並行し、我が国の開発品が評価される基準の整備が必要

～ 性能の見える化 ～

□ 対応戦略

➤ 技術の優劣が正当に判断され、我が国の優れた技術（センサー等）を利用したシステムが売れるための環境を早期に整備することが必要。

✓ 性能評価手法（ものさし）の導入・第三者による認証の仕組みを構築

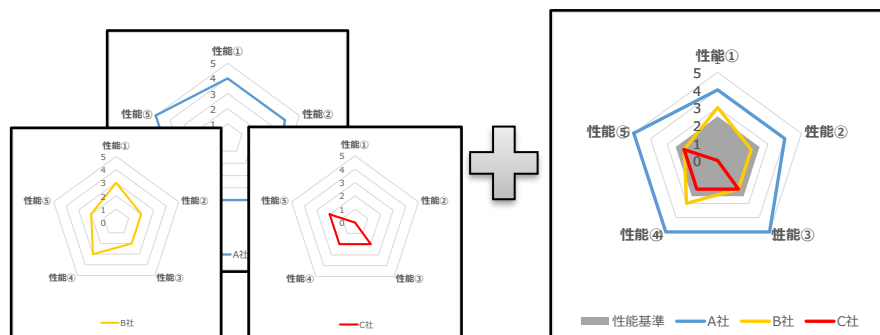
✓ 短期的対応

- フェーズⅡ自動運航船について、IMO非強制ガイドラインとして普及を目指す

✓ 中長期的対応

- フェーズⅢ自動運航船について（改正）条約に基づくガイドラインへの格上げを目指す

➤ 我が国が高い競争力を持ち、且つ、自動運航システムに不可欠な技術分野（コア技術：センサー等）について、**戦略的に性能基準を策定**。コア技術を性能評価する基準認証枠組みとすることで、我が国メーカーによる自動運航システム市場（2030年には6000億円規模に拡大）の獲得を目指す。



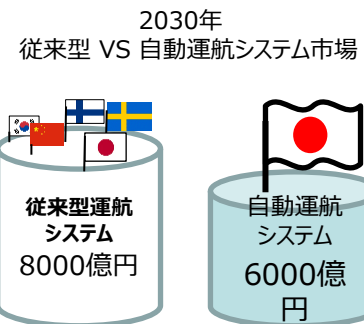
適切に性能評価される環境を整備⇒

性能基準未達の製品を市場から排除⇒

運航システム（既存のオートパイロット等含む）市場規模



出典：Allied market research



2030年には運航システム市場が1.4兆円規模に成長。うち6000億円は自動運航システムが占める見込み

ご清聴ありがとうございました



2020年8月に発足した我が国を含む合計8カ国（シンガポール（事務局）、日本、中国、韓国、ルウェー、デンマーク、フィンランド、オランダ）からなる自動運航船の実用化に向けた国際連携枠組みである「MASSPorts」の第1回会合の様子。

国土交通省からは海事局・港湾局・海上保安庁が連携して参画し、日本代表として講演者が参加。