

# 自動運航船に関する技術開発の状況等

---

# 自動運航船の意義

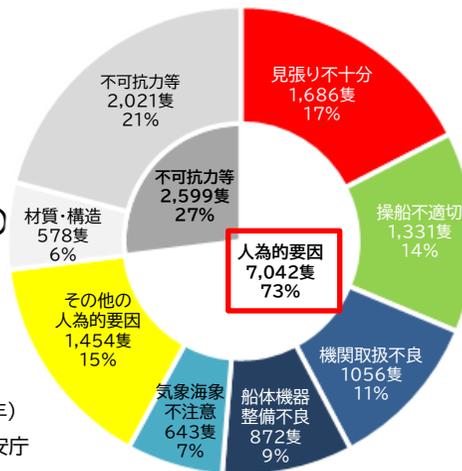
■ デジタイゼーションの進展に伴い、海難事故の減少、船員労働環境の改善、我が国海事産業の国際競争力強化への期待から、自動運航船が注目。

## 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7割はヒューマンエラーに起因(右図)
- 船員の高齢化を踏まえ、若手船員の確保・育成が急務
- 造船業の競争激化

(2019年~2023年)  
出典: 海上保安庁



### 自動運航船への注目

- ✓ ヒューマンエラーに起因する海難事故の防止の期待
- ✓ 船員の労働負荷の軽減の観点から、船員労働環境改善・職場の魅力向上の期待
- ✓ 日中韓の競争が激化するなか、省エネ性能に続く我が国造船・船用工業の競争優位性の確立



### 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



# 自動運転車と自動運航船の比較

- 自動運航船は、しばしば自動運転車と比較されるが、両者の特徴や周辺環境は大きく異なる

	自動運転車	自動運航船
運転・運航	<ul style="list-style-type: none"> <li>一人の運転手が操縦</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>操船、機関保守、貨物監視、離着棧等、複数の人間で作業を分担</li> <li>船舶はクルーで運用される大型システムであり、24時間稼働のプラントという性格も有する</li> </ul>
物理特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>数トン程度であり、急停止、急旋回が可能</li> <li>車の大きさ、運動性能はほぼ同じ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大型船は数十万(重量)トンもあり、急停止、急旋回が困難</li> <li>個船ごとに大きさ、運動性能が異なる</li> </ul>
走行・航行環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>動きが比較的速い</li> <li>周囲に歩行者、自転車が存在</li> <li>道路、車線、信号等があり、進む方向が制御されている</li> <li>故障等があっても支援を得られやすい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>動きは比較的遅い</li> <li>周囲は船舶が主だが、漁網や浮遊物も存在</li> <li>輻輳海域等一部を除き、走行レーンは無く、船によって、進む方向やスピードが異なる</li> <li>長期間海上で孤立</li> </ul>
開発動向	<ul style="list-style-type: none"> <li>衝突被害軽減ブレーキ等、センサー技術を活用した事故防止に資する運転支援技術の開発実用化が進む</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動操船機能、遠隔操船機能、自動離着棧機能等の要素技術の開発・実証事業を実施</li> <li>自動運航船の設計、自動化システムの搭載、運航の各段階において安全上留意すべき事項をまとめた「自動運航船に関する安全ガイドライン」を作成</li> </ul>

# 自動運航船の開発・実証事業

- 国土交通省海事局では、2016年度から、補助金により自動操船機能、遠隔操船機能、自動離着岸機能等の要素技術の開発・実証を支援。
- 2022年2月には、当該実証で得られた知見を踏まえて、自動運航船の設計、自動化システムの搭載、運航の各段階において安全上留意すべき事項をまとめた「自動運航船に関する安全ガイドライン」を作成・公表。
- 併せて、当該実証事業等の成果を基に国際基準の提案を行うなど、国際ルール策定作業を主導。

## ① 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

## ② 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



<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

## ③ 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

# 要素技術の実証(①自動操船機能)

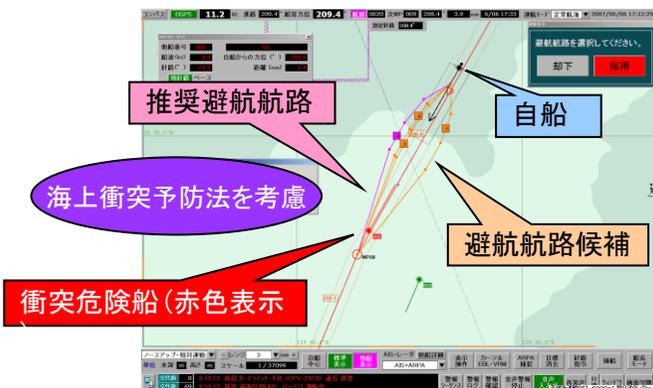
自動運航船の実現に必要なとなる環境の整備(基準の策定等)に向けて、自動操船機能について実証事業を行い、自動操船プログラムの健全性を評価する手法等の確立に必要なデータの収集等を行った。

## 実証事業の概要

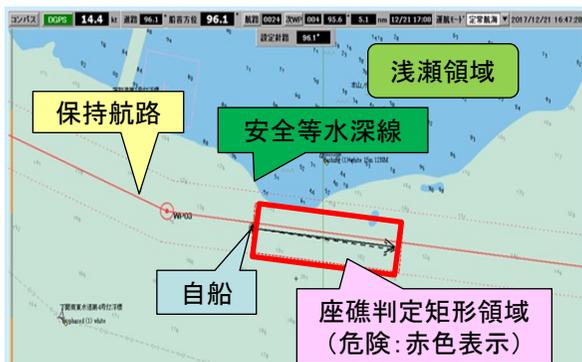
### 実証・検証項目の整理

### シミュレーションによる評価等

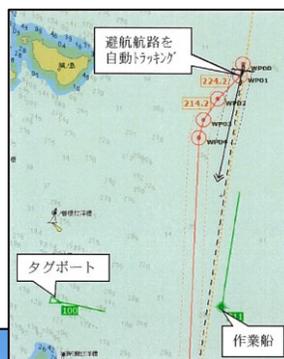
#### ○他船との衝突防止機能 【項目例】



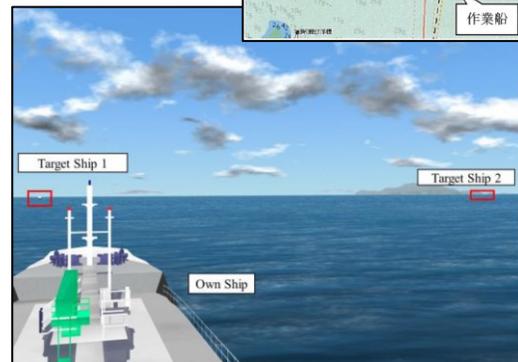
#### ○座礁予防機能



○自動操船機能が正しく作動し、他船等を問題無く回避することを確認する手法の確立に向けたシミュレーションによるデータ収集等。



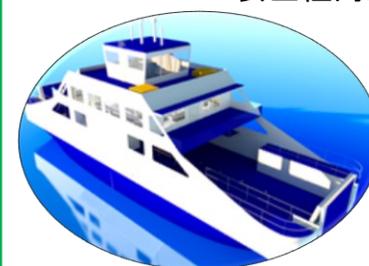
#### 衝突予防避航 操船海上試験例



### 実船による検証・基準作り



安全性向上、労働環境改善



成果を将来の実船検証、基準作り等に活用



# 要素技術の実証(②遠隔操船機能)

遠隔で操船する場合の安全要件等の検討につなげるため、多様なニーズに応えうる要素技術を踏まえた遠隔操船機能等に関する実証事業を通じ、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した。

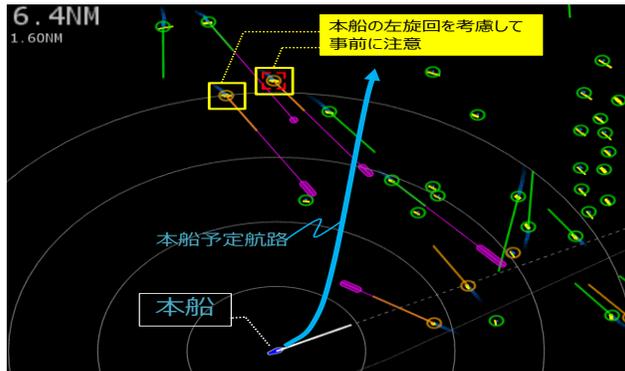
## 実証事業の概要

### 実証・検証項目の整理

○現実的な遠隔操船システムの【項目例】  
のコンセプトの構築と妥当性



○衝突リスクの遠隔表示機能



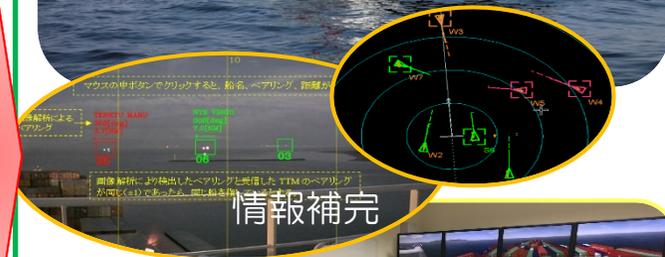
### シミュレーションによる評価等

○遠隔操船システムの安全を確保するための要件(船舶側に備える機能、陸側に送信すべき情報、通信途絶時の安全確保策等)の検討に向けた、シミュレーションによりデータ収集・検証等。



### 実船による検証・基準作り

安全な遠隔操船の実現



成果を将来の実船検証、基準作り等に活用

# 要素技術の実証(③自動離着棧機能)

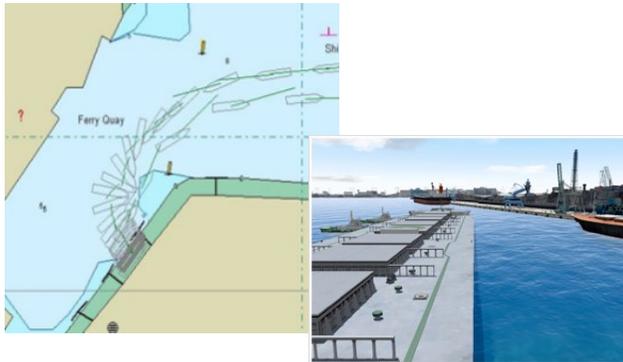
自動運航船の実現に必要な環境の整備(基準の策定等)に向けて、自動離着棧機能について実証事業を行い、自動離着棧システムの健全性の評価手法、緊急時の安全確保策等の確立に必要なデータの収集等を行った。

## 実証事業の概要

### 実証・検証項目の整理

#### ○離着棧制御機能

【項目例】

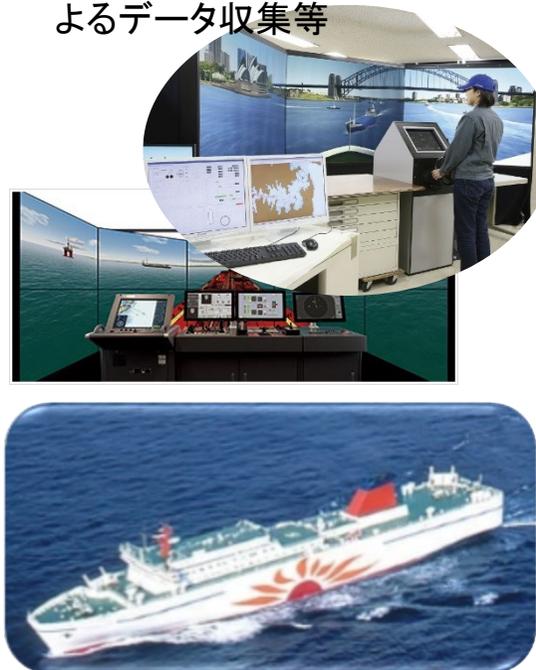


#### ○検証用シミュレーションシステム



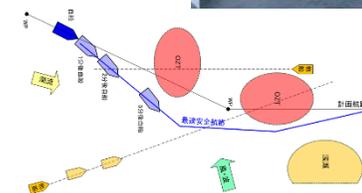
### シミュレーションによる評価等

○自動離着棧システムが正しく動作することを確認する手法等の確立に向け、シミュレーション・仮想岸壁による実証によるデータ収集等



### 実船による検証・基準作り

安全な自動離着棧システムの実現



成果を将来の実岸壁による実船検証、基準作り等に活用

# 自動運航船に関する安全ガイドライン

## □ 自動運航船に関する安全ガイドライン

- 海事イノベーション戦略推進本部の下に設置された有識者で構成される「自動運航船安全検討WG」（2019年1月設置）での検討結果を踏まえ、最終意思決定である船員をサポートする船舶を対象とした「自動運航船に関する安全ガイドライン」を策定（2022年2月）
- 設計・搭載・運航時において、システムを供与する者、統合する者、船舶所有者らが留意すべき事項をまとめたもの

### ■ ①設計段階における留意事項

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の操船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. 自動化システムの重要パラメータの特定
9. リスク評価の実施
10. 自動化システムの手引き書等の作成
11. 自動化システムの不具合発見時の迅速な通知と対応

### ■ ②搭載段階における留意事項

1. 自動化システムと他の機器・設備との連携確保
2. 船上におけるシステム統合試験の実施
3. 離着岸機能を安全に実行するための作動環境確保
4. 遠隔制御機能を実行するための作動環境確保
5. 実海域における試験を実施する場合の手続きと緊急時安全手順の文書化
6. 自動運航船へ備え付ける図書

### 自動運航船安全検討WG

座長 今津 隼馬 東京海洋大学名誉教授

委員 東京海洋大学

日本大学

海上技術安全研究所

日本海事協会

海技教育機構

日本船長協会

日本船舶機関士協会



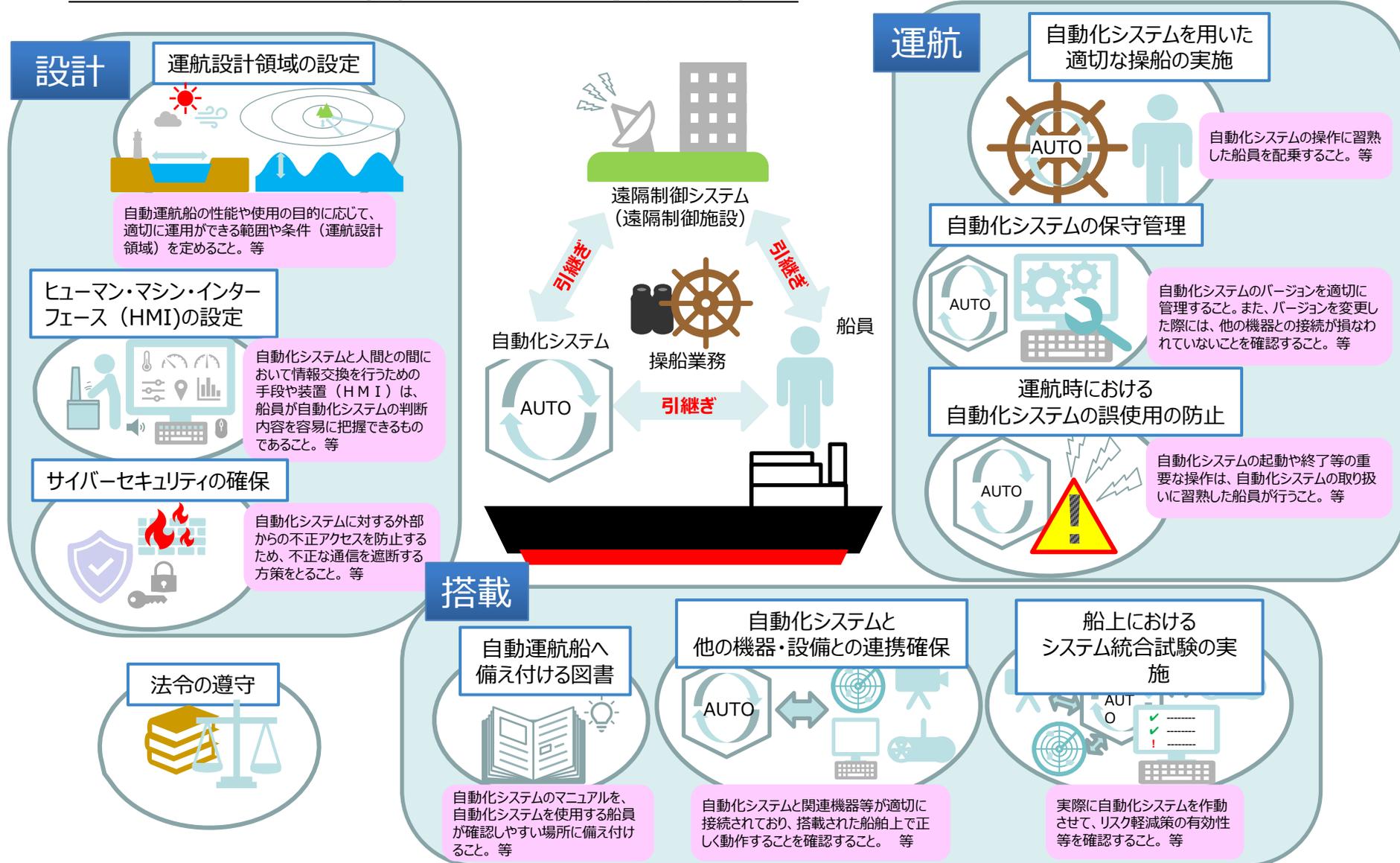
### ■ ③運航段階における留意事項

1. 自動化システムを用いた適切な操船の実施
2. 自動化システムの操作習熟と知識獲得に必要な教育及び訓練
3. 運航時における自動化システムの誤使用の防止
4. 自動運航船へ備え付ける図書
5. 自動化システムの保守管理
6. 遠隔操船を安全に実行するための準備と定期的な保守管理

※下線の留意事項の詳細は、次頁の参考図に例示したものを。

# 自動運航船に関する安全ガイドライン

## 設計・搭載・運航の各段階における留意事項の具体例

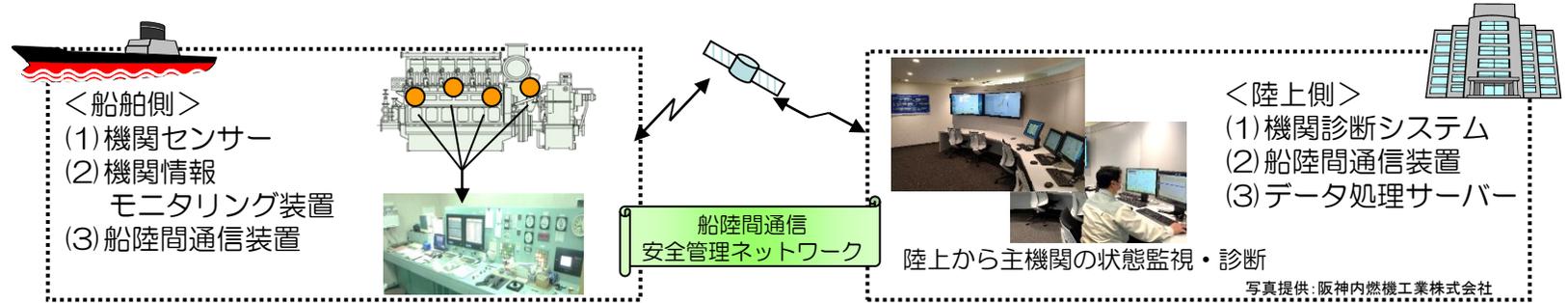


# エンジンの遠隔監視(高度船舶安全管理システム)

■ 「次世代内航船に関する乗組み制度検討会」(座長：野川忍 明治大学教授)において、2006年10月より高度船舶安全管理システム搭載船における機関部職員の配乗基準の特例等について検討を行ってきた。

## 高度船舶安全管理システム

船舶のエンジンの状態を陸上から遠隔監視・診断し、当該監視等の結果に基づきその状態に応じた適切な保守管理を行うことで、重大な故障等の未然防止を図るとともに、機関部の省力化に資するシステム。



## 特例措置

限定近海を航行区域とする機関出力1,500kW以上6,000kW未満の高度船舶安全管理システムを搭載した船舶において、個船ごとに安全性等に問題ないことを検証・確認(1ヶ月の実船検証及び3ヶ月の検証運航)の上で、特例として、機関部職員の3名から2名への減(1名減)による運航を許可。(2012年8月運用開始)

※船舶職員及び小型船舶操縦者法(職員法)第20条の特例許可

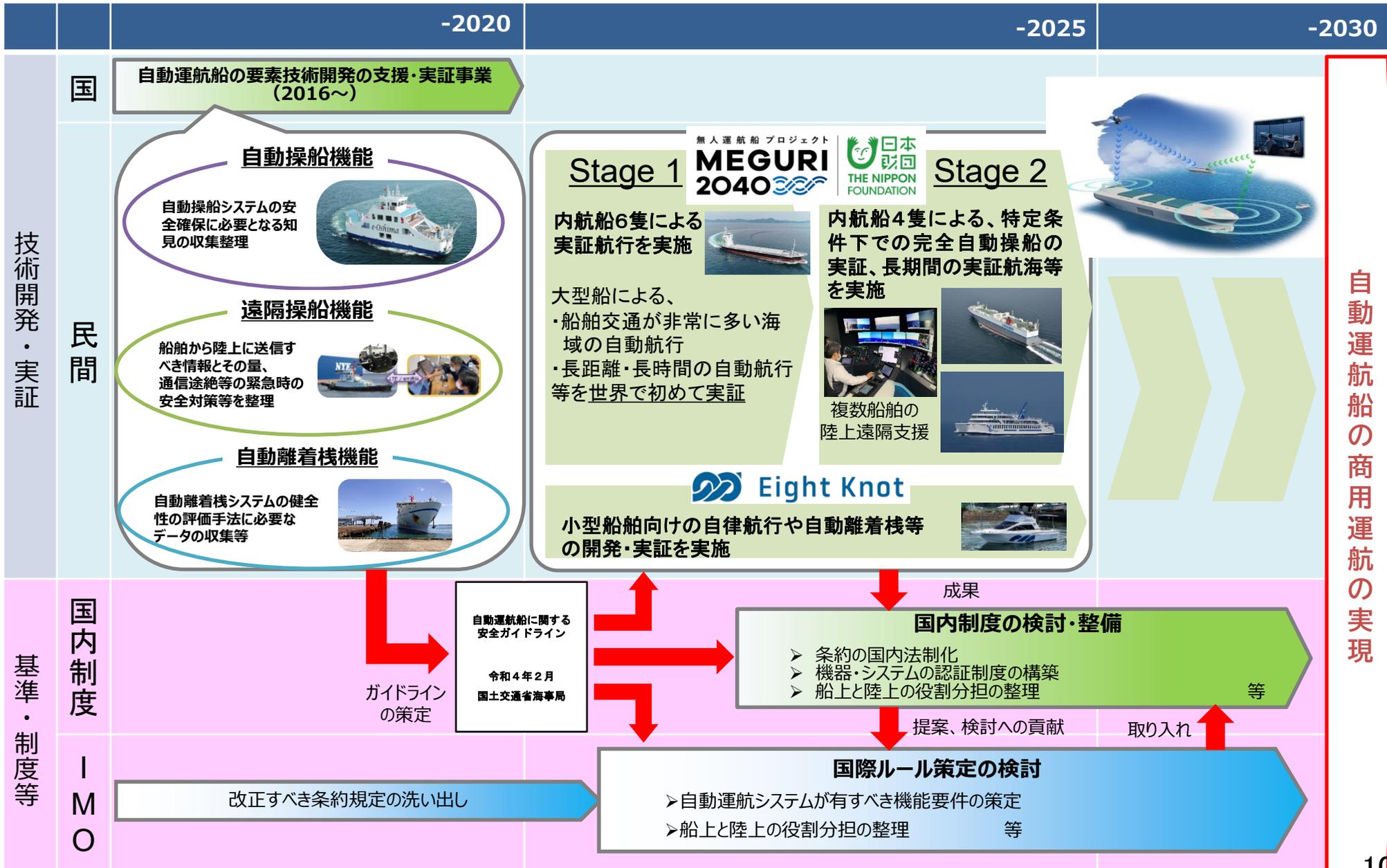
○船舶職員及び小型船舶操縦者法施行令(昭58政令13)別表第一第二号表(機関部)

機関部 航行区域	遠洋区域 甲区域			近海区域 乙区域			近海区域 (限定近海区域) 丙区域		沿海区域 丁区域		平水区域	
	機関長	一等機関士	二等機関士	機関長	一等機関士	二等機関士	機関長	一等機関士	機関長	一等機関士	機関長	二等機関士
機関出力 (kW) 6,000 未満	一級	二級	三級	一級	二級	三級	一級	二級	三級	四級	五級	五級
3,000 未満	二級	三級	四級	二級	三級	四級	二級	三級	四級	五級	五級	五級
1,500 未満	三級	四級	五級	三級	四級	五級	三級	四級	五級	五級	五級	五級
750 未満	四級	五級		四級	五級		四級	五級	五級	五級	五級	五級



限定近海区域：灰色及び黄色の範囲

2等機関士  
1名減



自動運航船の商用運航の実現

## 物流革新に向けた政策パッケージに基づく「2030年度に向けた政府の中長期計画」

(2024年2月16日 我が国の物流の革新に関する関係閣僚会議資料)

### 主要施策のポイント(3) 多様な輸送モードの活用推進

自動運航技術の進展に対応した国際ルールの策定を主導して、2026年までに国際合意を形成することにより、自動運航船の2030年頃までの本格的な商用運航を実現することを目指す。

## 経済財政運営と改革の基本方針2024

(2024年6月21日 閣議決定)

### 第2章 社会課題への対応を通じた持続的な経済成長の実現

～賃上げの定着と戦略的な投資による所得と生産性の向上～

#### 3. 投資の拡大及び革新技術の社会実装による社会課題への対応

(交通・物流DX)

(前文略) 自動運航船の2030年頃までの実現を目指す。

## 欧州



### AUTOSHIP

(期間:2019~2023年)  
(総事業費3000万ユーロ)  
(政府助成:約34億円)

- EUプロジェクトとして、コングスベルグ社(ノルウェー)等の10企業・団体が協力して近海輸送と内陸航路輸送における自律船(2隻)の実証実験を行う
- 2023年に実証試験を実施し、2024年頃の実用化を目指す



### Yara Birkeland

(期間:2017~)  
(政府助成:約20億円)

- 化学肥料メーカーのヤラ社(ノルウェー)及びコングスベルグ社の共同プロジェクト
- 電動コンテナ船の商業運航を目指す(国内内陸航路)
- 2022年から有人での商用運航を開始し、2年間の試験運航後、無人運航を開始予定



### One Seaプロジェクト

(期間:2016~)  
(政府助成:不明)

- ABB社(フィンランド)やMTI(日本)等の14企業が協力して自動運航を目指すフィンランドの共同プロジェクト
- 技術だけでなく法整備等も総合的に検討
- 2025年までの自動運航船の実用化を目指す



\* 参画するABBが考える遠隔通信のコンセプトイメージ

【その他】「Seafar Vessel Control Systemプロジェクト(ベルギーの船舶管理会社Seafar NV社による遠隔操船技術開発プロジェクト)」等の技術開発プロジェクトが存在。

## アジア



### 智飛号プロジェクト(中国)

(期間:2019年~)(総事業費:不明)

- 中国船舶集团上海船舶設備研究所(SDARI)、大連海事大学及び民間の航海機器メーカーが連携し、大型船での無人自動運航の実現を目標としたプロジェクト
- 2020年に有人運航、遠隔操船、無人運航の3モードの運航が可能なシステムを搭載した300TEUコンテナ船を起工
- 2021年9月に青島海事局監督の下、海上試験を実施し、2022年4月に商業運航を開始(詳細及び今後の予定不明)



### KASS (Korea Autonomous Surface Ship) プロジェクト(韓国)

(期間:2020~2025年予定)(総事業費:1,603億ウォン(約176億円))

- 韓国政府による自動運航船のコア技術開発・早期実用化を目的とした技術開発プロジェクト
- 2024年1月に従来型と比べ安全性が高く環境負荷が低い新たな経路追従機能を開発
- 自動運航船の性能実証センターを建設し、2024~25年に試験船(1800TEUコンテナ船)での実証を実施予定



## 英国・米国



### MAS(Mayflower Autonomous Ship)プロジェクト(英国・米国)

(期間:2020~2022)(総事業費:不明)

- IBM、Wartila及び海洋研究の非営利組織であるプロマア(ProMare)による共同プロジェクト
- 海上で数カ月間過ごすことができる完全自律型の海洋調査船の開発を行う
- 2021年6月、3日間、450マイルの航海実証を実施
- 2022年4~6月、英国プリマスから北米までの大西洋横断の航海実証(3,500マイル)を40日間で実施



### Maju 510 Autonomous tug プロジェクト(シンガポール)

(期間:2018年~)(総事業費:不明)

- シンガポール海事港湾庁(MPA)が関連企業と共同で設立した自動運航船の開発プロジェクト
- 狭水道航行、着岸、係船、曳航等のタグオペレーションにおける自動化を目指している
- 2021年4月に遠隔操船の実証、2022年3月に遠隔監視下での自動衝突回避の実証を実施し、いずれも成功(今後の予定は不明)

