

4. MEGURI2040においてNKが実施した 審査・検査の概要

一般財団法人日本海事協会
開発本部 技術研究所

山田智章

これまでの歩み



自律型海上輸送システム研究委員会
• ビジネスモデル (RG-1)
• 技術コンセプト (RG-2)
• 開発・実装に係る制度 (RG-3)

先進安全船舶技術研究開発支援事業 (国土交通省)
船舶の衝突リスク判断と自律操船に関する研究, 等

自動運航船実証事業 (国土交通省)
(1) 自動操船機能 (大島造船他)
(2) 遠隔操船機能 (MTI他)
(3) 自動離着岸機能 (三井E&S造船他)

安全基準
(省令第61号)
検査方法等
(国海安40号)
(国海安100号)

非強制
MASS
Code

無人運航プロジェクト MEGURI 2040
(日本財団助成事業)
(1) 無人運航に関わる技術の実証事業
(2) MEGURI2040に係る安全性評価事業



(概念設計)



(Ver. 1.0)



(Ver. 2.1)

連携（三位一体）



法令・制度

法令整備・制度設計

- 省令改正
- 通達
- 国際対応

課題解決に向けた開発

- 法令・制度との整合
- 技術要件への適合

技術開発

技術要件

NKの役割

- 技術要件の策定
- 評価方法と基準の確立
- 安全審査



組織横断型プロジェクトチームで対応

- * Approval in Principle
- **Technology Qualification



ルールの整備

- ✓ ガイドラインの整備
- ✓ 国際規則作成補助



安全性の評価

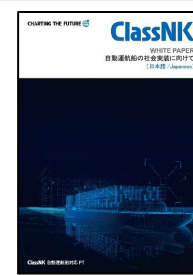
- ✓ リスク評価
- ✓ 認証活動



基本設計承認 (AiP*)
技術認証 (TQ**)
船級符号の付記
(AUTO-XY(Z))

情報発信

- ✓ 社会受容を支える中立的
情報提供



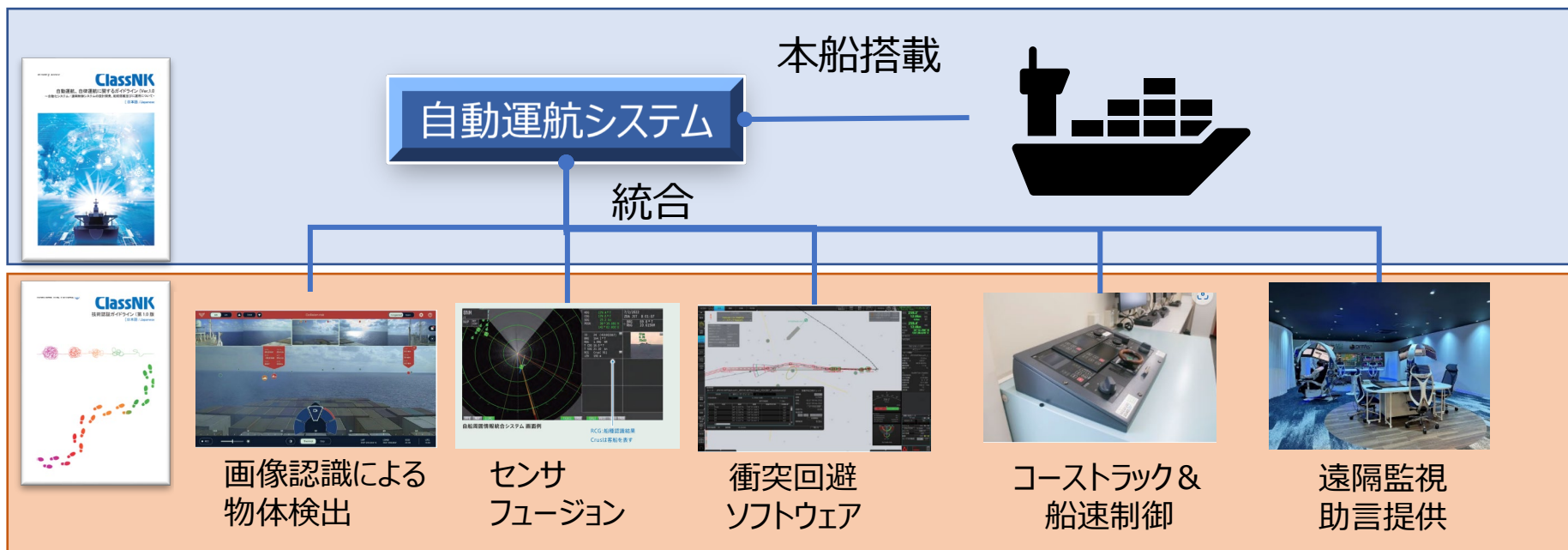
研究活動

- ✓ 自動運航船に取り入れられる技術調査
- ✓ リスク評価手法の選定と機能要件の抽出
- ✓ 安全性評価手法と安全基準

審査方針

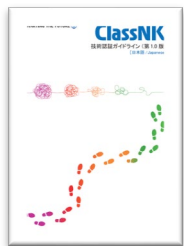
自動運航システムの審査方針

- ✓ 自動運航システム全体とこれを構成するサブシステム単位の安全性を確認。
- ✓ 新規性が認められた重要な機能の評価 ⇒ 技術認証ガイドライン (TQ-GL) ➔ MASS-GL (Ver2.0) 附属書に取り込み
- ✓ 自動運航システムとしての評価 ⇒ 自動運航ガイドライン (MASS-GL)



写真の出典：DFFAS+ (MEGURI2040)

技術認証ガイドライン



メーカー(申請者)

メーカー&造船所

NK

STEP 1

認証基盤の作成

達成目標

評価範囲

その機器/システムが
どんなもの・何を
するためのものかを確認

STEP 2

技術要素の分析

システムの分割

新規性の評価

リスク評価

技術検証

資料審査

どこが新しいか、故障
したらどうなるかを確認
し、必要と考えられる
解析等を実施

STEP 3

認証計画の策定

検証計画

プロト試験等

評価基準

資料審査

1,2を踏まえ達成目標(安全
等)のため必要な事項を検討

認証計画書承認

STEP 4

認証計画の実行

プロト試験

成績書

フィードバック

フォローアップ

試験立会・資料審査

必要と考えられる試験
等を実施

証明書発行

自動運航、自律運航に関するガイドライン

Ver. 1.0 : 自動化・遠隔化の対象タスクに依らない共通の要件として整理 (2020)

Ver. 2.1 : 操船の自動化・機関遠隔化の詳細要件を附属書にて規定 (2025)



本体 (Ver. 2.1)

1. 一般
2. 用語と分類
3. 自動化システムの設計開発
4. 自動化システムの船舶への搭載
5. 自動化システムの運用
6. リスク評価
7. 遠隔制御システム

船級符号への付記

Autonomous-XY(Z)

X: 自動される機能

Y: 自動化レベル

Z: 航海フェーズ

附属書 I : 自動運航システムに関する要件

自動運航システム (操船の自動化) の詳細な要件

附属書 II : 遠隔制御に関わる機器に関する要件

遠隔機関監視システムの詳細な要件

国際条約や国内法との
整合性も意識

↑
↓
↑
↓

MASS Code PART 2に相当

国土交通省令第61号並びに
国海安第40号及び国海査
100号の2に基づき国内法令
の要件に整合

↑
↓

MASS Code PART 3及び
その詳細要件 (Tier IV)
に相当

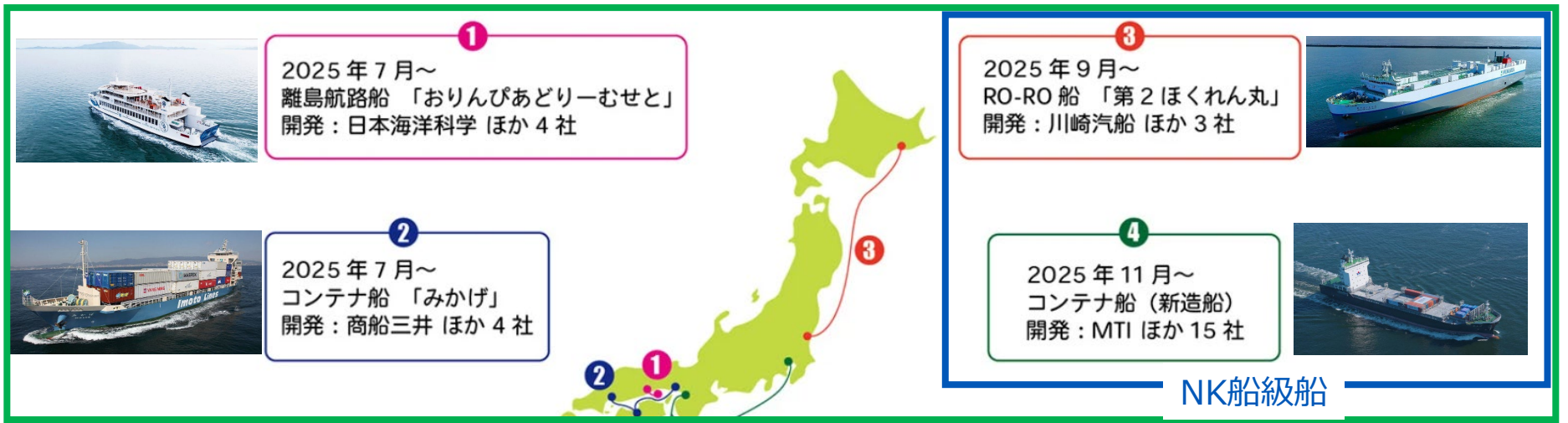
審査実績

第2フェーズ
(2023~2026)



[1]無人運航船プロジェクト「MEGURI2040」 | 日本財団

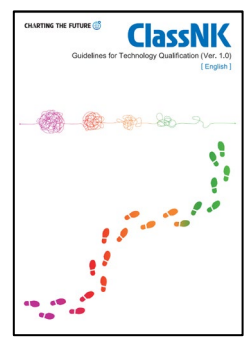
※航路は2023年7月時点のものであり、今後予告なく変更する可能性があります。



NK船級船

船級符号の付記(AUTO-Nav2)

技術認証
証明書



船級符号に“Autonomous-XY(Z) (略号 : AUTO-XY(Z)) ”を付記

Notation: AUTO-XY(Z)

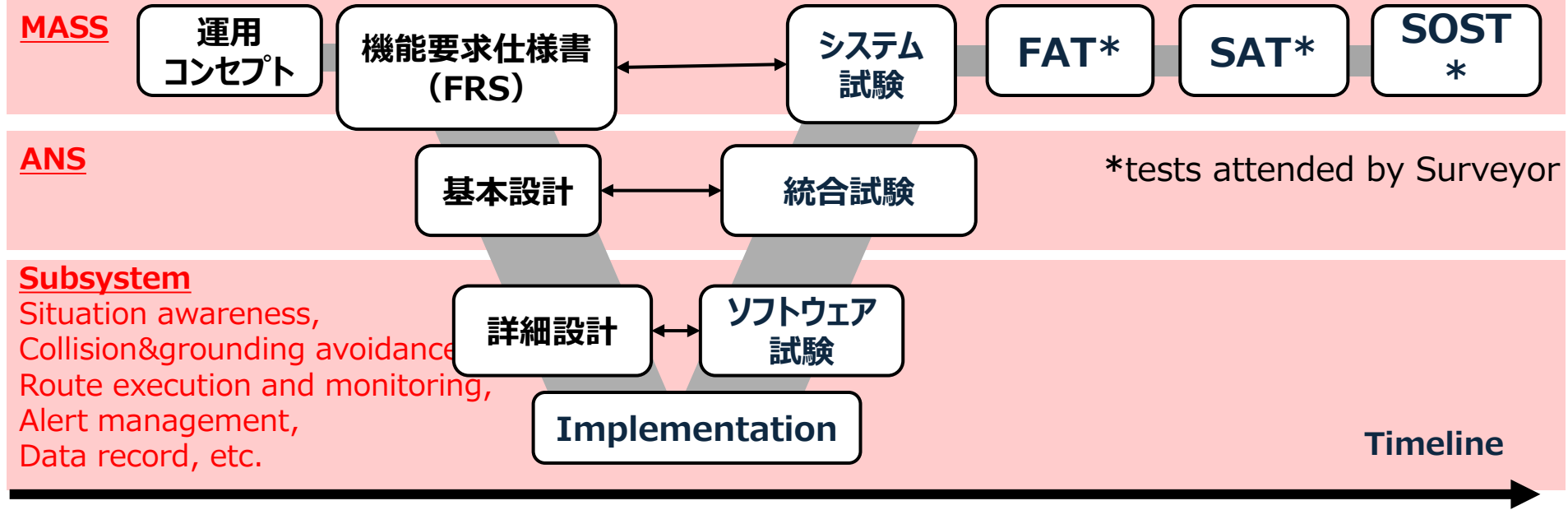
- X: 自動化される機能
 - Navigation (Nav), Engineering (Eng), Safety (Saf), Operation(Ops)
- Y: 自動化レベル
 - 1:支援：部分的自動化。意思決定は人間が実施
 - 2:条件付自律：人間の監視下で使用
 - 3:高度自律：人間の介入は原則不要。ただし，人間の判断でいつでもオーバーライド可能
- Z: 航海フェーズ
 - Berth/Unberth (Be), Harbor (Ha), Coastal (Co), Open Sea (Os) or All
- 例) AUTO-Nav2(Co, Os)
 - 自動化される機能; Navigation
 - 自動化レベル; 条件付自律：人間の監視下で使用
 - 航海フェーズ; Coastal, Open Sea

Approval and Certification Process-Outlines



ConOps designer / System supplier

System Integrator



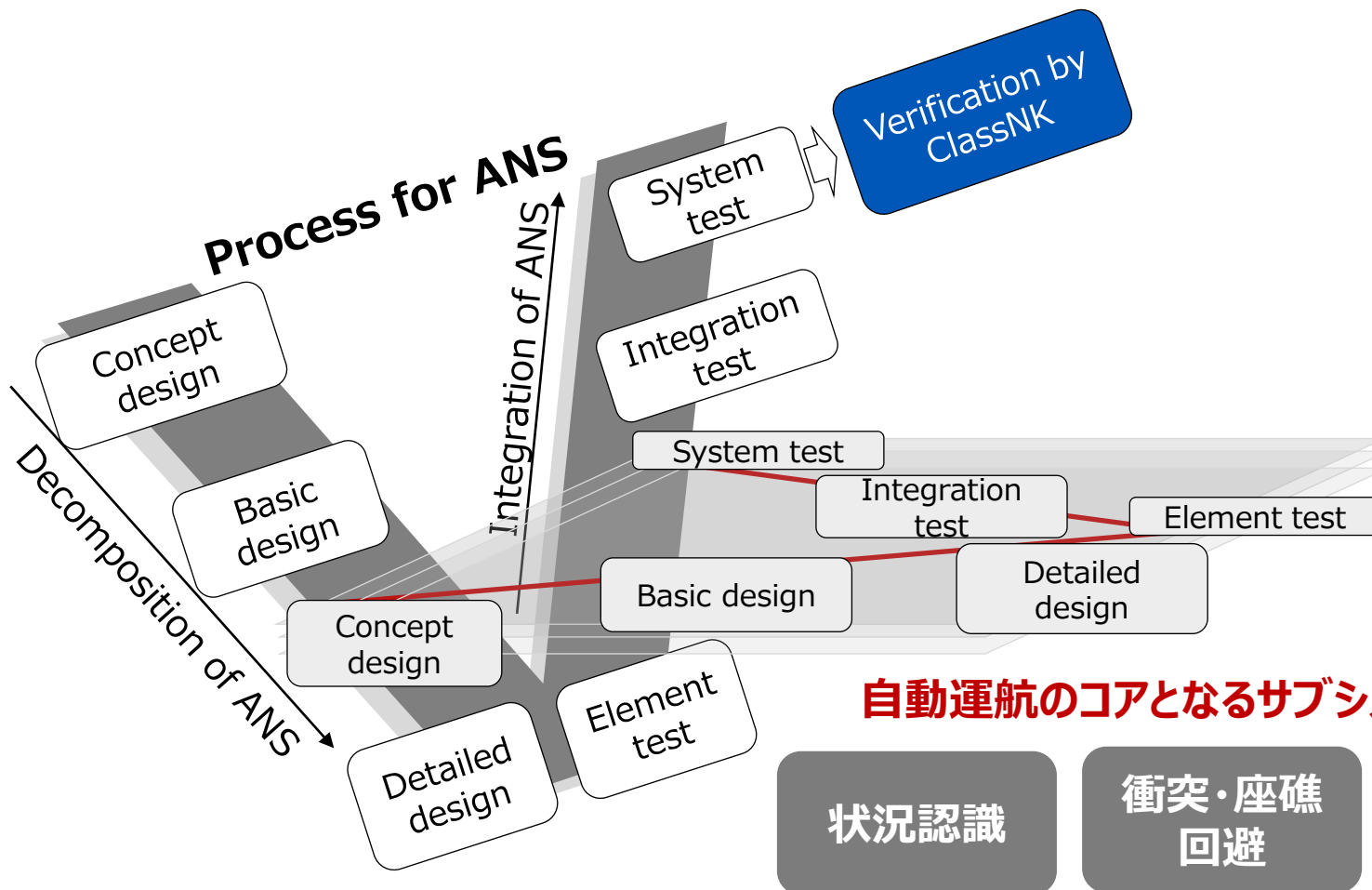
Design and Development phase

- Examination of design and development process
- Document-based review (Review of ConOps, RA results, function confirmation test results, etc.)

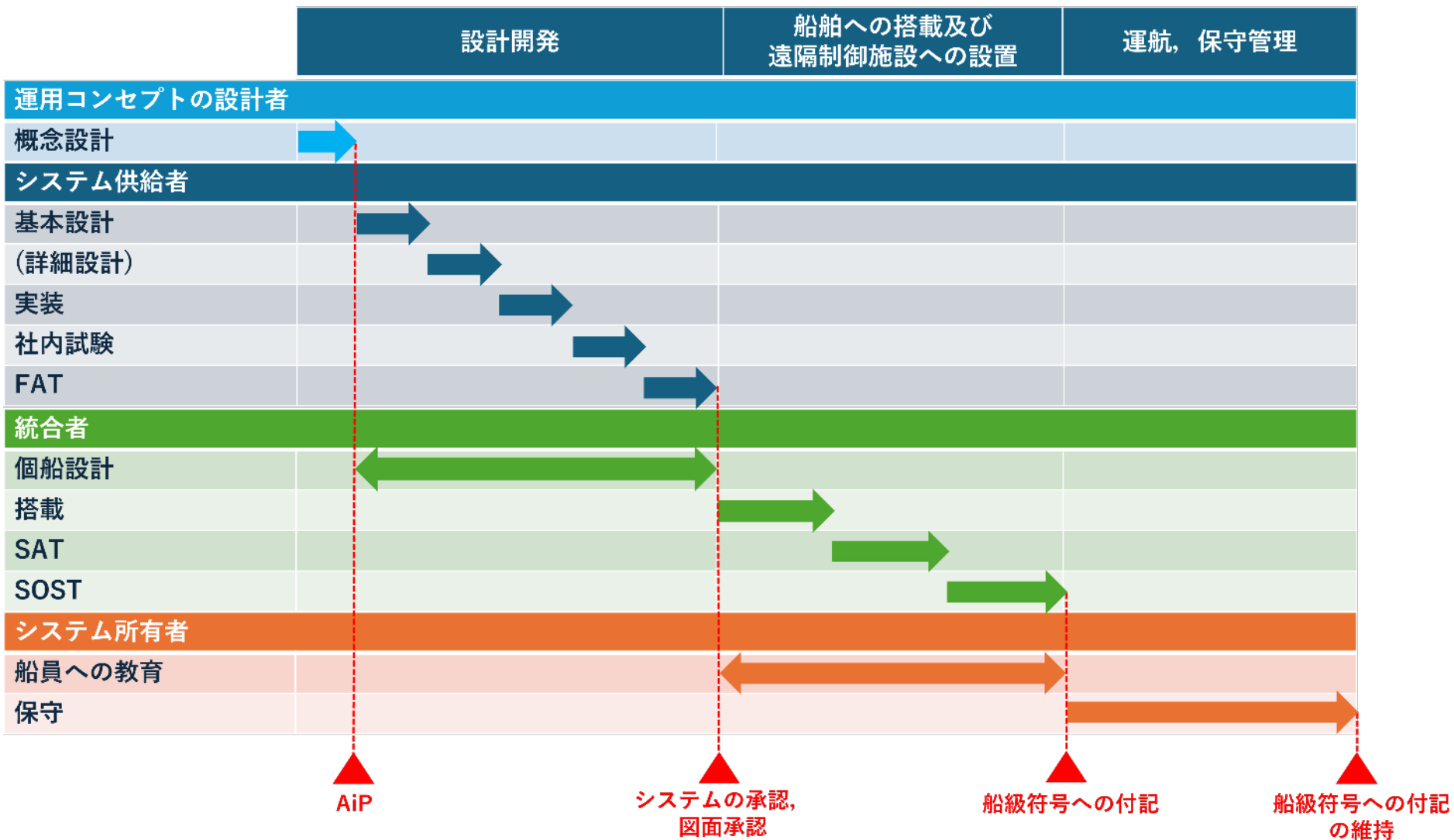
Verification and validation phase

- Testing on hardware base under the presence of surveyor
- Simulation utilization

サブシステムレベルでのV&V



初回審査及びその後の流れ (MASS-GL 1章)



図面審査 (MASS-GL 3章)

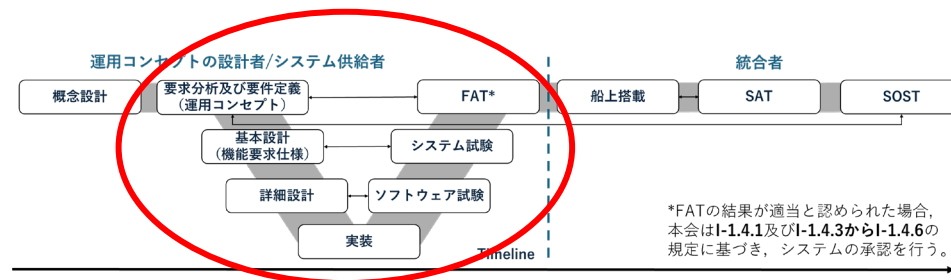
システム供給者

<承認用資料>

- (1)自動運航船の運用コンセプト (ConOps)
- (2)ANSの機能要求仕様書及び設計書
- (3)リスク評価の報告書
- (4)設計開発体制に関する資料 (品質計画書及び品質マニュアルを含む)
- (5)設計開発プロセスに関する資料
- (6)ソフトウェア試験報告書
- (7)システム試験報告書
- (8)FAT方案
- (9)変更管理手順章
- (10)その他, 本会が必要と認める資料

<参考用資料>

- (1)環境への適合性を示す資料
- (2)FAT報告書
- (3)ANSの手引書
- (4)その他, 本会が必要と認める資料



- ✓ システムの利用及び運用の概念並びに概要をまとめた文書 (承認・運用の基盤文書)

1. Overview of MASS Functions

自動／遠隔機能の目的・範囲・ユースケース航海フェーズとの対応関係

2. Technical Characteristics of MASS

- ・船舶諸元 (Particulars) (寸法、速力、積荷、推進等)
- ・Key systems : MASSに必須の機能 (セキュリティ, 警報管理, メンテナンス等)
- ・自動化／遠隔化されている機能 (航海、通信、機関、火災保護等)

3. Operational Envelope (OE)

- ・Mode of Operation : 役割分担 (人／システム) , 監視・切替条件
- ・制約条件 : 環境 (風・波・視程等) , 地理的制約, 通信 (接続性、遅延、冗長性) , 交通, 運用条件

4. Fallback & Contingency Plan

- ・フォールバック状態への移行条件 (各航海フェーズ)
- ・OE逸脱時のコンティンジェンシープラン

5. Remote Operations Centre (ROC)

ROCの機能, システム数・配置・冗長性, ROC間の制御移管手順

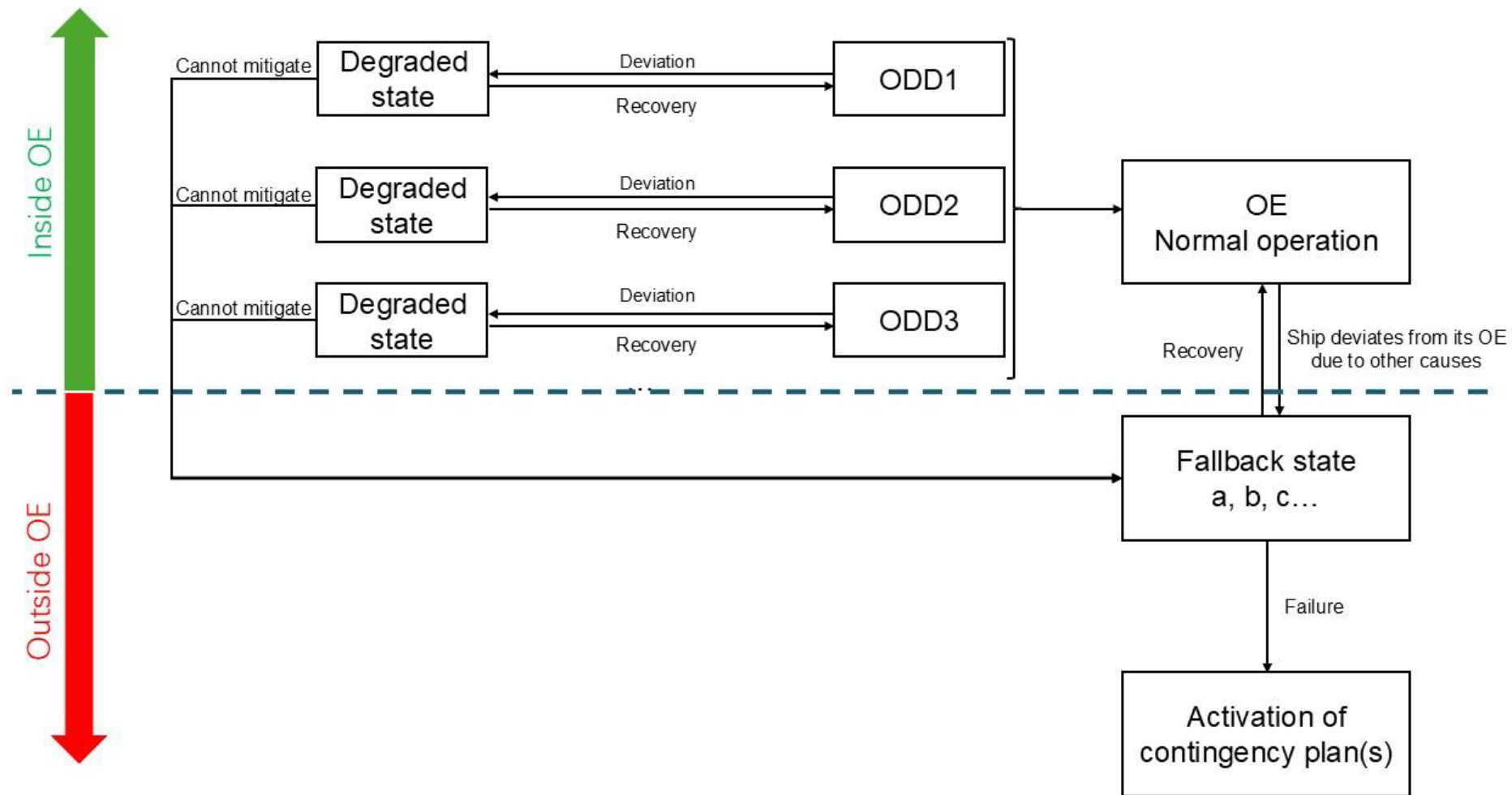
6. Human Involvement

船上／ROCにおける人の役割と関与最小安全配員, タスク配分 (自動 vs 人間)

7. Rules & Regulatory Gap

適用規則 (国際・国内・地域) 規則逸脱とリスクベースの代替措置

運用領域 (OE) 等の関係図



図面審査 (MASS-GL 4-5章)

統合者

<確認用資料>

- (1) 船舶上のシステムアーキテクチャ
- (2) 運航設計領域
- (3) リスク評価結果
- (4) 自動運航システムに関連するソフトウェアバージョン管理に関する資料
- (5) SAT方案
- (6) SOST方案
- (7) SAT報告書
- (8) SOST報告書
- (9) その他、本会が必要と認める資料

システム所有者

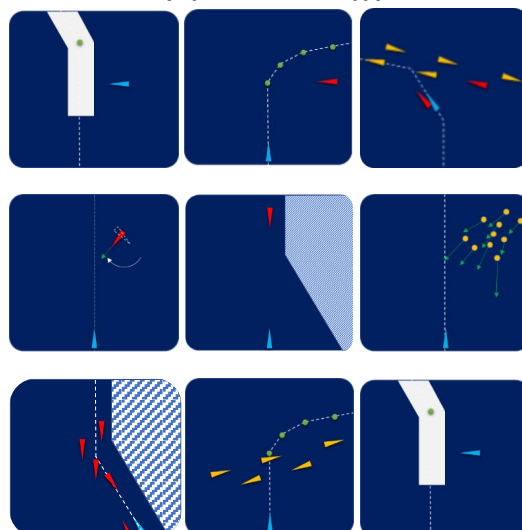
- (1) 自動運航システムの運用手順書
- (2) 自動運航システムの保守管理書



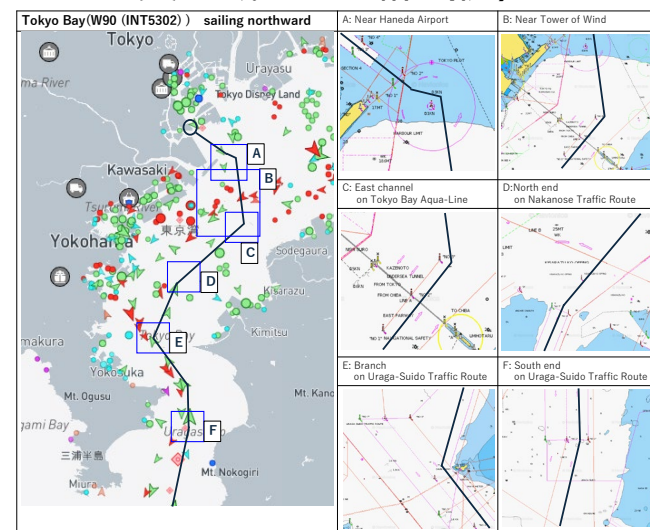
基本シナリオ群

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
K	L	M	1 on 1 traffic scenario (13 cases)						
AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ
AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD
CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN
CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX
CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH
DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR
DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	EA	EB
EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL
EM	EN	EO	EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV
EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC	FD	FE	FF
FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FM	FN	FO	FP
FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FW	FX	FY	FZ
GA	GB	GC	GD	GE	GF	GG	GH	GI	GJ
GK	GL	GM	GN	GO	GP	GQ	GR	GS	GT
GU	GV	GW	GX	GY	GZ	HA	HB	HC	HD
HE	HF	HG	HH	HI	HJ	HK	HL	HM	HN
HO	HP	HQ	HR	HS	HT	HU	HV	HW	HX
HY	HZ	IA	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH
II	IJ	IK	IL	IM	IN	IO	IP	IQ	IR
IS	IT	IU	IV	IW	IX	IY	IZ	JA	JB
JC	JD	JE	JF	JG	JH	JI	JJ	JK	JL
JM	JN	JO	JP	JQ	JR	KA	KB	KC	KD
KE	KE	KE	KE	1 on 1 traffic scenario with course alteration (4 cases)					

中間シナリオ群



実海域シナリオ群 (例)



- ✓ 基本シナリオ： 1対1の遭遇状況を網羅的にカバー
- ✓ 中間シナリオ： 実海域で実際に発生し得る実用的な要素を詳細に抽出したの
- ✓ 実海域シナリオ： 過去のAISおよびレーダーのTT情報に基づいて作成されたもの



評価指標

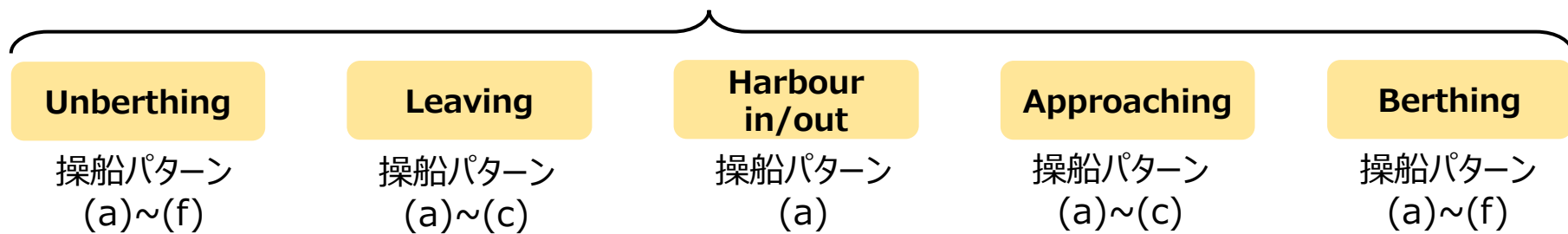
- 最小離隔距離
- 航過距離
- 相対方位変化率
- 航跡 (船首方位角もしくは回頭角速度, 並びに, 船速を含む), 等

専門家評価

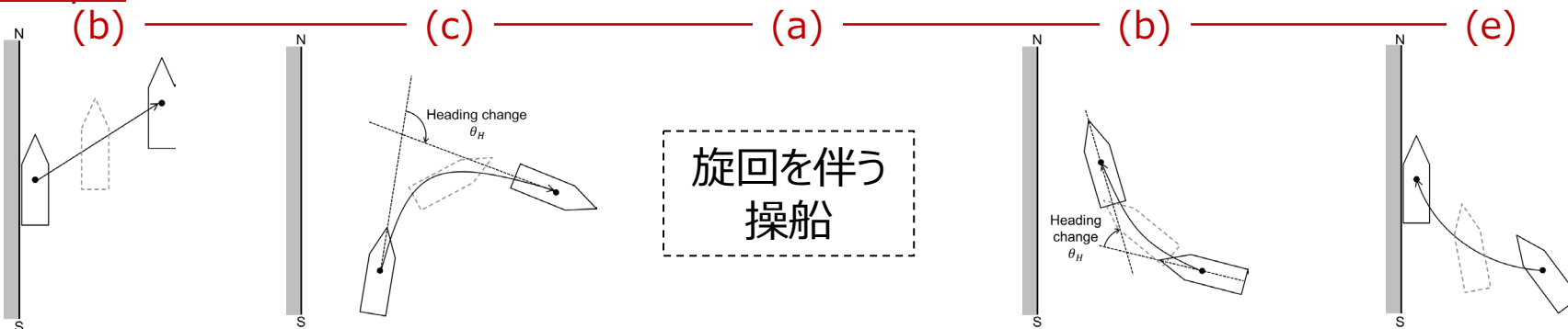
- 対象海域での航行に関する豊富な知識を有する経験豊かな船長等

経路の実行・監視機能

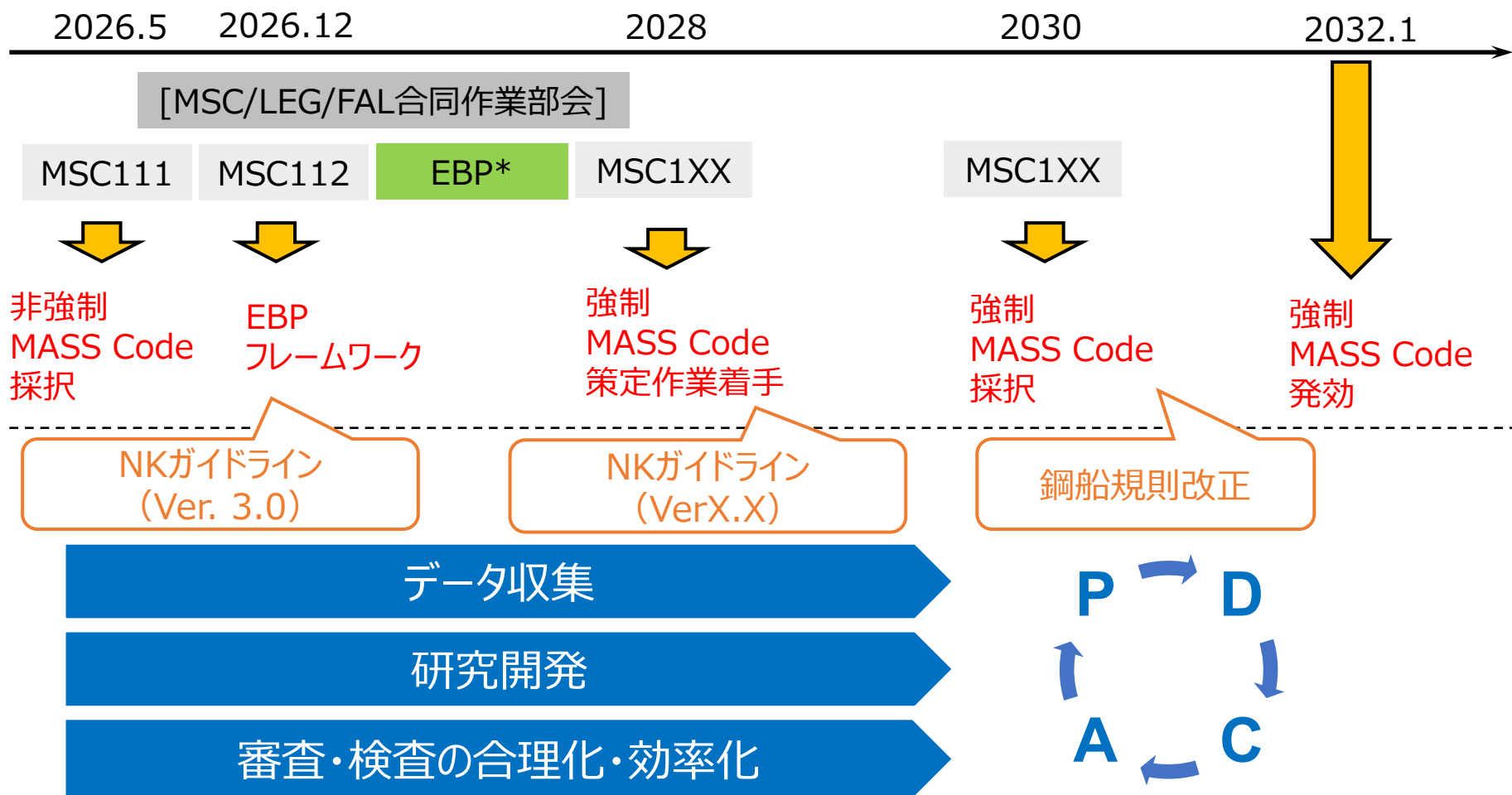
シミュレーションシナリオ = 操船計画 X 外乱条件



Example

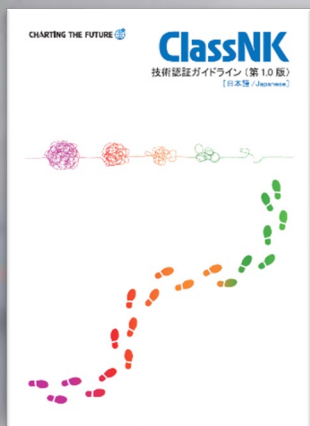


PDCAサイクルで規則を磨く



THANK YOU

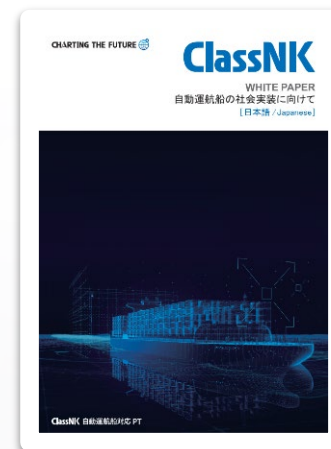
for your kind attention



技術認証ガイドライン



自動運航、自律運航に
関するガイドライン
(Ver. 2.1)



WHITE PAPER
自動運航船の
社会実装に向けて

