

# 自動運航、自律運航の概念設計 に関するガイドラインについて

一般財団法人 日本海事協会  
技術研究所

© Copyright by NIPPON KAIJI KYOKAI

# 目次

---

1. 背景
2. ガイドラインの目的
3. ガイドラインの基本的な考え方
4. ガイドラインの構成
5. 最後に

# 背景

---

## 1. 技術革新

- センシング技術やAI、IoT等の技術の急速な進歩
- 自動車分野においては、世界各国で自動運転技術の研究開発や実証実験が積極的に行われている。

## 2. 自動運航への期待

- ヒューマンエラー防止による安全性の向上
- 船員の作業負担の軽減による労働条件の改善
- 運航の効率化等

## 3. 自動運航特有の課題

- 乗組員が行っている船上作業は極めて多岐に及ぶ
- 自動化の対象も様々
- 多様な形態やコンセプトのもとでの設計・開発

# 海外プロジェクト動向

## ReVoltプロジェクト（ノルウェー）

- DNV-GL、ノルウェー運輸経済研究所、他
- コンセプト船開発（無人、ゼロエミッション、ゼロバラスト、高度自律、自律離着棧、他）

## MUNINプロジェクト（ドイツ+ノルウェー+スウェーデン他）

- Fraunhofer-Gesellschaft、MARINTEK、チャルマーシュエ科大等8機関
- 陸上を含めた自律航海システムの開発

## 3港間を航行する無人コンテナ船の計画（ヤラ社、コングスバーグ社）

- ノルウェー国内の近距離輸送が対象
- 自律航行、遠隔操船が可能な電気推進船の建造および運用

## 船舶の自律航行に関連した共同研究（ロールスロイス、グーグル）

- 航路上の物体を自動認識するシステムの開発
- 海洋のデータを解析する機械学習モデルの製作

# 国内プロジェクト動向

## 自律型海上輸送システム研究委員会

委員長：今津東京海洋大名誉教授

事務局：日本船舶技術研究協会

期間： 2017年～2019年3月

- 自律型海上輸送システムのビジネスモデル研究委員会 (RG-1)
- 自律型海上輸送システムの技術コンセプトの開発 (RG-2)
- 自動運航船の開発・実装に係る制度の研究に関する検討会 (RG-3)

### 参加者

東京海洋大学、三井E&S造船、日本船主協会、日本造船工業会、日本船用工業会、海上・港湾・航空技術研究所、日本海事協会など



提供：日本船舶技術研究協会

# 国内プロジェクト動向

## i-Shipping (operation) 「衝突リスク判断と自律操船」プロジェクト 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

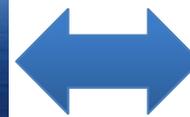
- 作業効率化
- 状況認識支援
- 意思決定支援
- 陸からの支援
- 陸からの操船
- 自律化

### 共同研究

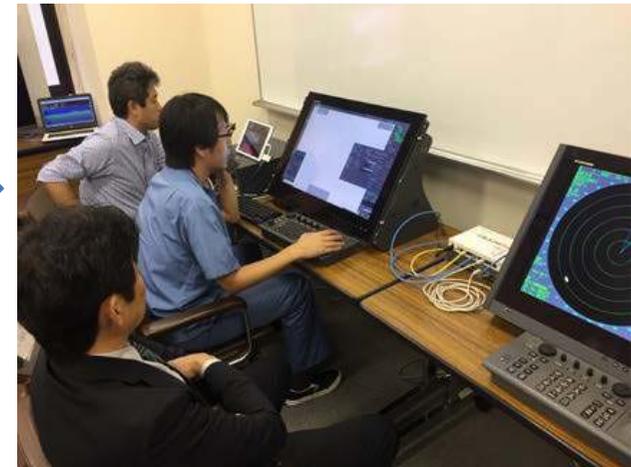
- ・日本郵船
- ・MTI
- ・日本海洋科学
- ・古野電気
- ・日本無線
- ・東京計器
- ・日本海事協会



操船支援シミュレーター



衛星  
通信



陸からの航路編集・上書き

出典: MTI, MonohakobiTechnoForum2017

# 目次

---

1. 背景
2. ガイドラインの目的
3. ガイドラインの基本的な考え方
4. ガイドラインの構成
5. 最後に

# 自動運航に関するガイドライン発行

- 船舶の多種多様な機能・船上業務(タスク)
- 多様な形態やコンセプト出現の可能性
- 一般商船の自動化は、機能・船上業務(タスク)の一部を対象とし、段階的に進んでいくと予想
- 自動運航、自律運航の概念設計における安全性確保のためには、**一律に規範的要件を規定することは適切ではない。**

## 本ガイドラインの目的

- 多様な条件、コンセプトの設計開発に対応できるよう、**考慮すべき安全性に関する共通の基本要素を明確化**
- 自動運航、自律運航に関する**概念設計が、適切かつ十分な安全性検討を踏まえて行われること。**
- 自動車における自動運転の考え方を適宜参考

# 目次

---

1. 背景
2. ガイドラインの目的
3. ガイドラインの基本的な考え方
4. ガイドラインの構成
5. 最後に

# 自動車の自動運転

## 自動車の自動運転レベル

出典: 藤田友敬、自動運転と法

レベル	名称	定義の説明	DDT		DDT フォールバック	ODD
			横方向および縦方向の車両動作制御の維持	OEDR		
運転者はDDTの一部または全部を実行する。						
0	運転自動化なし	運転者が(予防安全システムの有無にかかわらず)すべてのDDTを実行する。	運転者	運転者	運転者	—
1	運転者支援	所定のODDにおいて、運転自動化システムがDDTの横方向または縦方向の車両動作制御サブタスクを継続的に行う。運転者がDDTの残りの部分を実行することが期待されている。	運転者およびシステム	運転者	運転者	制限あり
2	部分的運転自動化	所定のODDにおいて、運転自動化システムがDDTの横方向および縦方向の車両動作制御サブタスクを継続的に行う。運転者がOEDRサブタスクを完遂し、運転自動化システムを監視することが期待されている。	システム	運転者	運転者	制限あり
ADSが、その動作中にDDT全体を実行する。						
3	条件付き運転自動化	所定のODDにおいて、ADSがすべてのDDTを継続的に実行する。DDTフォールバックの準備ができていない使用者が、ADSが出す介入要求およびDDT性能に関するシステム障害を知覚し、適切に対応することが期待されている。	システム	システム	フォールバックの準備ができていない使用者(フォールバック中は運転者になる)	制限あり
4	高度な運転自動化	所定のODDにおいて、ADSが継続的にすべてのDDTとDDTフォールバックを実行する。使用者が介入要求に反応することは期待されない。	システム	システム	システム	制限あり
5	完全な運転自動化	ADSがすべてのDDTとDDTフォールバックを継続的かつ無条件に実行する。使用者が介入要求に反応することは期待されない。	システム	システム	システム	制限なし

# 自動車の自動運転

---

## 自動車と船舶との差

自動車：基本的に対象業務は運転のみ

船舶：多種多様な機能・業務

一方、自動運転における基本的な考え方(下記)は、船舶の自動運航でも参考にできる。

- 自動運転の機能を使える範囲・条件(限定領域)  
例)地理、道路、交通量、速度...
- フォールバック  
システムの故障等の事態が発生した場合、  
危険を最小化するために行う対応

# 自動化設計の安全性に関する基本要素

---

船舶の「自動化設計の安全性に関する基本要素」を規定

- 自動化の対象とする機能、船上業務(タスク)の明確化
- 自動化システムと人間の役割分担の明確化
- 自動化システムが適切に機能するための範囲、条件(限定領域)の明確化
- 自動化システムが正常に機能しない状態に対する対応(フォールバック)の明確化

# 自動化設計の安全性に関する基本要素

## 自動化の対象とする機能、船上業務(タスク)の明確化

- 船舶には多種多様な「タスク(船上業務)」が存在
- 自動化の対象や範囲、程度によって「タスク」は異なる。
- 自動化する「タスク」を明確にし、「タスク」に対する認識を共通のものとするのが重要である。

### タスクの例

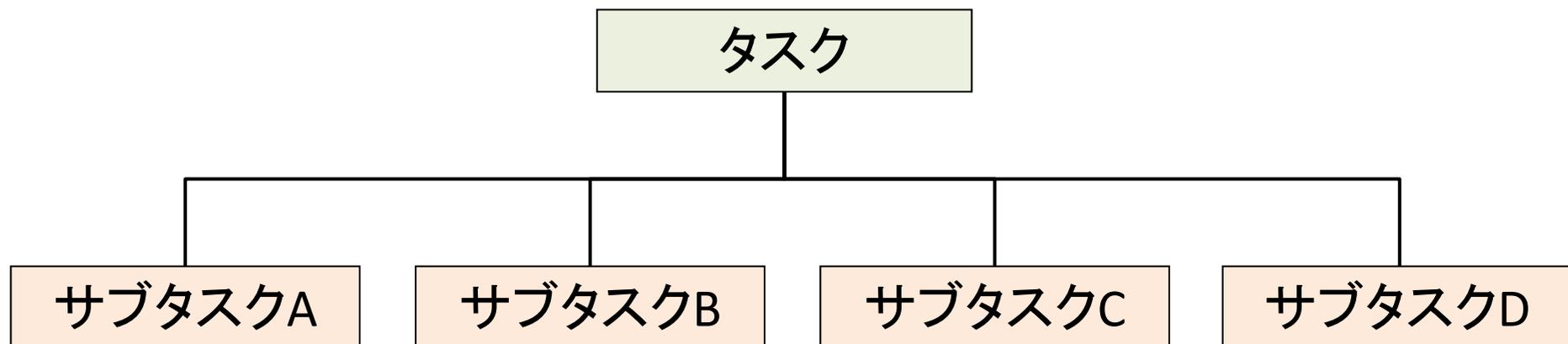
・ 操船    ・ 見張り    ・ 推進    ・ 電力管理    ・ 貨物管理

※ 自動化の対象タスクは設計者が選定。自動化の対象や範囲、程度によって「タスク」の階層や内容も異なる。

# 自動化設計の安全性に関する基本要素

## 自動化の対象とする機能、船上業務(タスク)の明確化

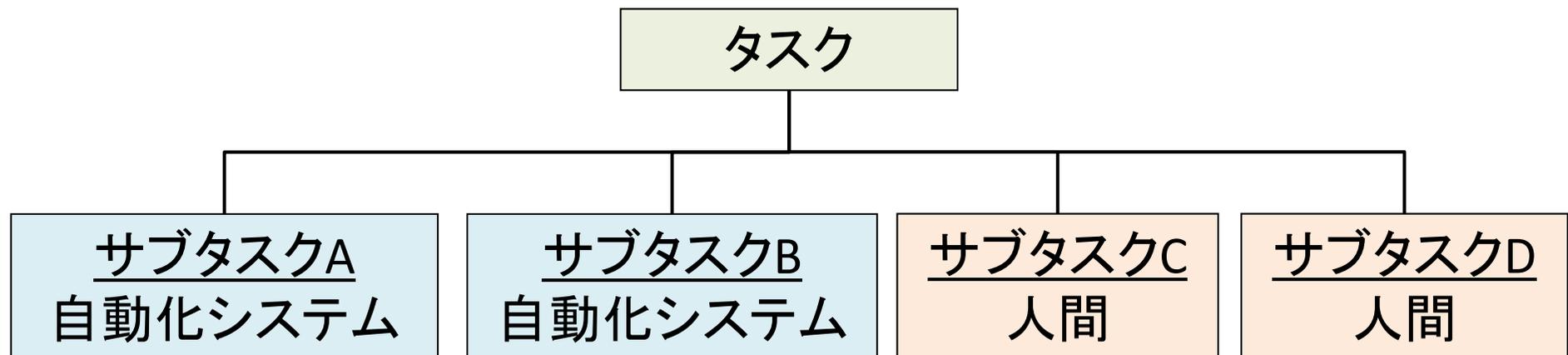
- タスクは関連する操作、作業(サブタスク)で構成されている。
- 「タスク」と同様に、「サブタスク」についても明確にすることが重要



# 自動化設計の安全性に関する基本要素

## 自動化システムと人間の役割分担の明確化

- 自動化システムと人間の役割分担を明確にすることが重要
- 自動化システムと人間の間でサブタスク実行の移行がある場合には、その移行が安全性に影響を及ぼさないように、適切な手順(プロセス)を確立することが必要



# 自動化設計の安全性に関する基本要素

## 自動化システムが適切に機能するための範囲、 条件(限定領域)の明確化

- 安全な運航のために、自動化システムが適切に機能できる範囲、条件を共通の認識としておくことが大切
- 限定領域を明確にすることが重要

### 限定領域の例

- 気象
- 海象
- 時間帯
- 輻輳海域での海上交通管制システムの支援
- 限定された短航路

# 自動化設計の安全性に関する基本要素

---

## 自動化システムが正常に機能しない状態 に対する対応(フォールバック)の明確化

- 自動化システムが正常に作動しなくなった場合、危険を最小化するための対応(フォールバック)が実行されることが重要

### 正常に機能しない状態の例

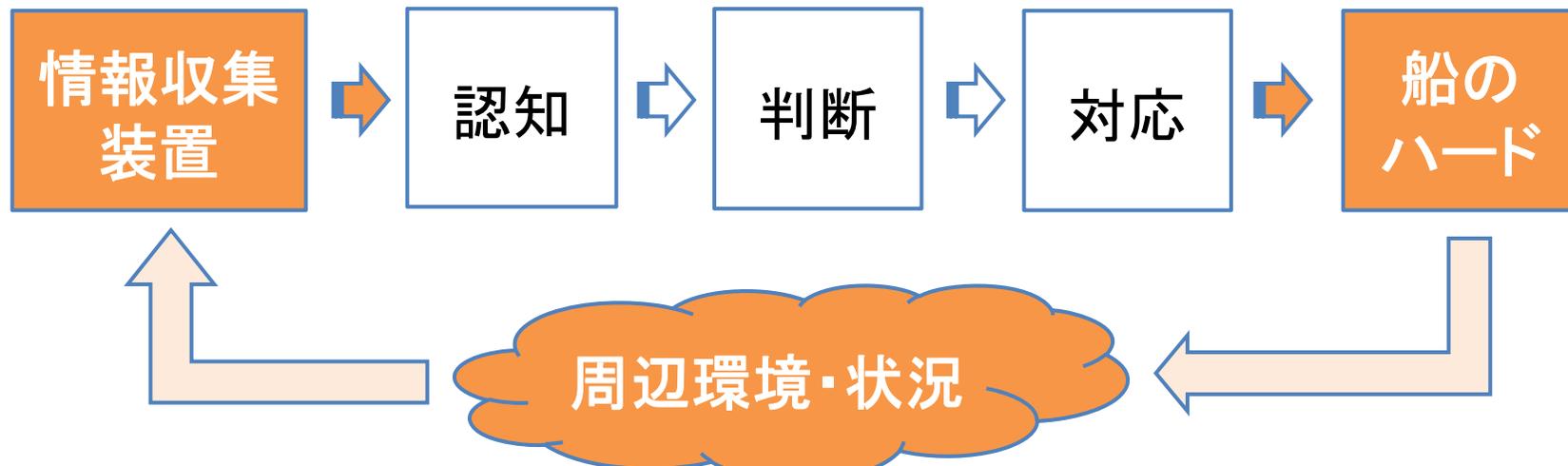
- 自動化システムの故障
- 限定領域からの逸脱
- サイバー攻撃による侵入

# 適用対象

## 本ガイドラインの適用対象

- 人間の**意思決定プロセス**を有するサブタスクの一部または全てを自動化する場合が適用対象
- 意思決定プロセスに関係しない自動化は、基本的には既存の規則や基準等を適用

## 船上で作業を行う人間の意思決定プロセスフロー



## ガイドライン適用の前提条件

---

- 特に本ガイドラインで規定するもののほかは、本会の適当と認めるところにより鋼船規則、設備規則及び検査要領を適用しなければならない。
- 自動化の対象、範囲や程度に関わらず、対象船舶に適用される国際条約や船籍国政府の法規、寄港地の国内法規は全て満足すること。
- これらの条約や法規、国内法規について弾力的な適用を必要とする場合には、船籍国政府の承認をその都度得なければならない。

# 自動化の分類、識別

---

自動化設計の安全性に関する基本要素を考慮し、以下の指標をもとに自動化の分類・識別を行うことができる。

- 自動化の対象タスク
- 自動化システムが実行を担当するサブタスク
- 限定領域  
(適切に機能するための範囲、条件)
- フォールバックの実行主体  
(正常に機能しない状態に対する対応)

# 自動化の分類、識別

- 自動化の対象タスクごとに分類・識別を行い、状態を表示

## 自動化の分類、識別の代表例

分類	意思決定 サブタスク	フォールバック	限定領域 による制限
	人間	人間	---
I	人間 / 自動化システム	人間	制限あり
II	自動化システム	人間	制限あり
III	自動化システム	他の 自動化システム	制限あり
IV	自動化システム	他の 自動化システム	制限無し

# 目次

---

1. 背景
2. ガイドラインの目的
3. ガイドラインの基本的な考え方
4. ガイドラインの構成
5. 最後に

# ガイドラインの構成

## <目次>

- 1章 一般
- 2章 用語及び定義
- 3章 自動化、自律化設計における  
安全性確保のための基本要素
- 4章 リスクアセスメント
- 5章 承認のための提出資料
- 6章 自動化の分類、識別
- 7章 遠隔制御について
- 付録、解説

注: ガイドラインはNKホームページ(マイページログイン)で  
閲覧、入手可能。 <http://www.classnk.or.jp/>



# 遠隔制御

---

- 自動運航には、遠隔制御技術が活用される可能性がある。
- 本ガイドラインに「遠隔制御に関する要件」を規定

## 概要

- 遠隔制御の実行が自動化システム、人間のいずれの場合でも、遠隔制御を「船陸一貫システム」と考えて、本ガイドラインの関連要件を適宜適用する。
- 遠隔制御の実行が人間による場合、ガイドラインの要件が全て適用可能とは限らない。このような場合は個々のケースについて適宜適用内容を考える。

# 目次

---

1. 背景
2. ガイドラインの目的
3. ガイドラインの基本的な考え方
4. ガイドラインの構成
5. 最後に

# 最後に

---

- 本ガイドラインは概念設計を対象
- 「暫定版」とし、一定期間の運用を経て必要な修正や見直しを行い、最終版を確定
- 今後 ライフサイクルの各段階について、要件や規定、手続き等の整理を適宜 行っていく。

## 自動運航船の開発ライフサイクル

