

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

船舶の自動運航化の法的課題及び損害賠償責任の考察

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-11-30 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 田村, 啓 メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/2259

修士学位論文

船舶の自動運航化の法的課題及び 損害賠償責任の考察

2021 年度

(2021 年 9 月)

東京海洋大学大学院

海洋科学技術研究科

海運ロジスティクス専攻

田村啓

修士学位論文

船舶の自動運航化の法的課題及び 損害賠償責任の考察

2021 年度

(2021 年 9 月)

東京海洋大学大学院

海洋科学技術研究科

海運ロジスティクス専攻

田村啓

目次

はじめに	1
1. 研究の背景と目的	1
2. 本論文の概要	1
第1章 自動運航船に関わる研究の動向	2
1. 自動運航船が注目される背景	2
2. 自動運航船の今後の展望	3
3. 自動運転車との比較	4
4. 自動運転と民事責任	7
5. 自動運航技術の開発に関する動向	8
i. NFAS	8
ii. NOVIMAR	9
iii. AAWA	9
iv. MASRWG	10
6. 自動運航船の法的課題の検討	11
7. 自動運航船に関する IMO 審議	11
i. MSC99 (2018年5月)	11
ii. MSC100 (2018年12月)	12
iii. MSC103 (2021年5月)	13
iv. LEG108 (2021年7月)	14
第2章 自動運航の課題	15
1. 自動運転技術による事故例	15
i. Uber 自律走行車事故	15
ii. ボーイング 737MAX 事故	16
2. 課題の整理	17
第3章 船舶の安全基準と船員の訓練	19
1. 海商法の歴史と船舶の概念	19
i. 海商法の歴史	19
ii. 船舶の概念	20
2. 船舶の安全運航に関する条約及び国内法	21
i. 国連海洋法条約	21
ii. SOLAS 条約・船舶安全法	26
iii. COLREG 条約・海上衝突予防法	27
iv. STCW 条約・船員法	30
3. 船員の資格に関する条約及び国内法	31
4. 船員の訓練	34
i. 乗船実習	34
ii. 船舶と航空機の比較	36
iii. 航空パイロットの資格	39

iv.	シミュレータの利点	41
v.	船舶職員の訓練におけるシミュレータ利用	41
vi.	自動運航船が普及した場合の航海士の育成	44
第 4 章	損害賠償責任	49
1.	船主の損害賠償責任	49
i.	概要	49
ii.	スエズ運河コンテナ船座礁事故	50
iii.	船舶の損害賠償に関わる保険について	51
iv.	検討課題	51
2.	自動運転車における損害賠償責任の検討	51
i.	自動車損害賠償保障法の適用	51
ii.	損害賠償責任の所在	56
iii.	AI 設計者の製造物責任	58
iv.	AI 開発ガイドライン案に照らした検討	60
3.	中華航空 B1816 機事故	63
i.	事故の概要	63
ii.	事故当時の状況	63
iii.	名古屋地判（2004 年 5 月 27 日）抜粋	64
iv.	トレードオフな設計選択	65
4.	自動運航船における損害賠償責任の帰属	66
i.	貨物損害について	66
ii.	船舶損害について	67
おわりに	69
謝辞	70
参考文献	71

はじめに

1. 研究の背景と目的

近年、我々の身の回りの様々な分野における自動化の動きは激しさを増すばかりである。乗り物の世界でも、自動車や航空機を中心に様々な運転支援のシステムが開発されている。船舶の運航においても、自動運航船の研究が盛んに行われており、自動化システムによる安全面、労働面での改善が期待されている¹。

そこで、人間を支援する AI の技術革新の様子を広く調査し、船舶の自動運航化の法的課題及び損害賠償責任について検討することを本研究の目的とする。

2. 本論文の概要

第1章 自動運航船に関わる研究の動向

自動運航船に関わる研究の動向と、法的課題の検討状況をまとめた。

第2章 自動運航の課題

自動車や航空機の運転支援技術によってどのような事故が発生しているのかをまとめ、自動運航船の実現に向けた課題を整理した。

第3章 船舶の安全基準と船員の訓練

船舶の運航に関する規定をまとめ、自動運航船が普及した場合における船員の訓練の在り方を検討した。

第4章 損害賠償責任

自動運転車の損害賠償責任について現時点で議論されている内容を挙げ、自動運航船に関する損害賠償責任について考察した。

¹ 国土交通省海事局「自動運航船の安全設計ガイドライン」
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001375699.pdf> 参照、2021年7月5日閲覧

第 1 章 自動運航船に関わる研究の動向

1. 自動運航船が注目される背景

例年、貨物船の海難事故の約 8 割が人為的要因により発生している。図 1.1.1 は、令和元年の、貨物船の海難の原因別の件数及び割合である。

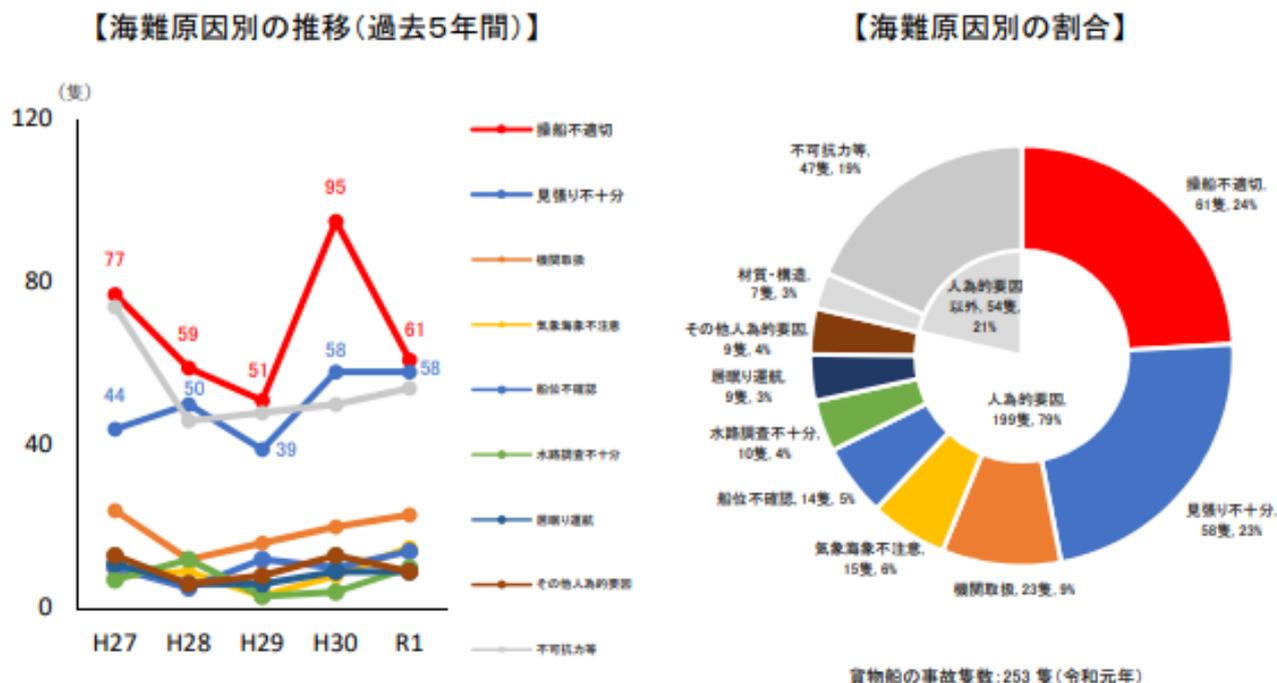


図 1.1.1

(出典:令和元年 海上保安庁「海難の現況と対策」)

https://www6.kaiho.mlit.go.jp/info/keihatsu/20200511_state_measure01.pdf
、2021年6月18日閲覧)

海難事故のうち 9 割以上が、「他事に気を取られていた」や「思い込み」等のヒューマンエラーに起因している²。また、貨物船の事故は年間 200 件程度発生しており³、ひとたびそのような大きな海難事故が発生すれば、沈没等による直接的損失や不稼働による経済的損失、海洋汚染等による第三者への損害は巨額になりうる。こうした認知・判断段階のエラーを減らす操船支援技術、機関故障を未然に防ぐ技術等により、安全性の向上による海難防止及び不稼働損失の減少等による経済的便

² JAPAN P&I CLUB「P&I ロスプリベンションガイド」https://www.piclub.or.jp/wp-content/uploads/2018/04/%E3%83%AD%E3%82%B9%E3%83%97%E3%83%AA%E3%83%99%E3%83%B3%E3%82%B7%E3%83%A7%E3%83%B3%E3%82%AC%E3%82%A4%E3%83%89-Vol.40-Light_1.pdf 参照、2021年9月3日閲覧

³ 運輸安全委員会「船舶事故の統計」<https://jtsb.mlit.go.jp/jtsb/ship/ship-accident-toukei.php> 参照、2021年9月3日閲覧

益が期待されている。

また、船員の需要数は増加が続くことが予想されており、今後、世界の船員需給が逼迫すると考えられる⁴。特に内航海運においては、2015年のパリ協定に伴い、運輸部門において二酸化炭素排出量を削減するために、貨物の主な輸送手段をトラックから船舶へシフトする動きが進んでいるが、船員不足がその大きな障害となっている。さらに中韓における造船所の大型化など日中韓の造船業の競争も激化しており、今後の日本の造船・船用工業の優位分野を確立する必要性が高まっている。

以上のように、海難を防止し、船員不足を解消すると同時に国内の造船業を活発化し国際競争力をつけるために、日本における船舶の自動運航技術の開発が注目されている。

2. 自動運航船の今後の展望

自動運航船は、技術の開発・実用化に伴う段階的な発展が見込まれている。現在運用されている先進的な船は、IoTを活用し航海の判断支援機能を有するIoT活用船である。例えば登録電子海図情報表示装置(ECDIS:Electronic Chart Display and Information System)もIoTを活用したものであるが、このIoT活用船に自律的判断・操作機能を加え操船を自動で行えるようにしたものが自動運航船である。自動運航船というものに明確な定義はないが、国土交通省は自動運航船を「船上の高度なセンサーや情報処理機能、セキュリティの確保された衛星通信、陸上からの遠隔サポート機能等を備えた船舶とその運航システム」としている。図 1.2.1 及び表 1.2.1 は国土交通省による自動運航船のイメージ図である。

⁴ 国土交通省海事局「自動運航船に関する現状等」

<https://www.mlit.go.jp/common/001215815.pdf> 参照、2021年9月3日閲覧

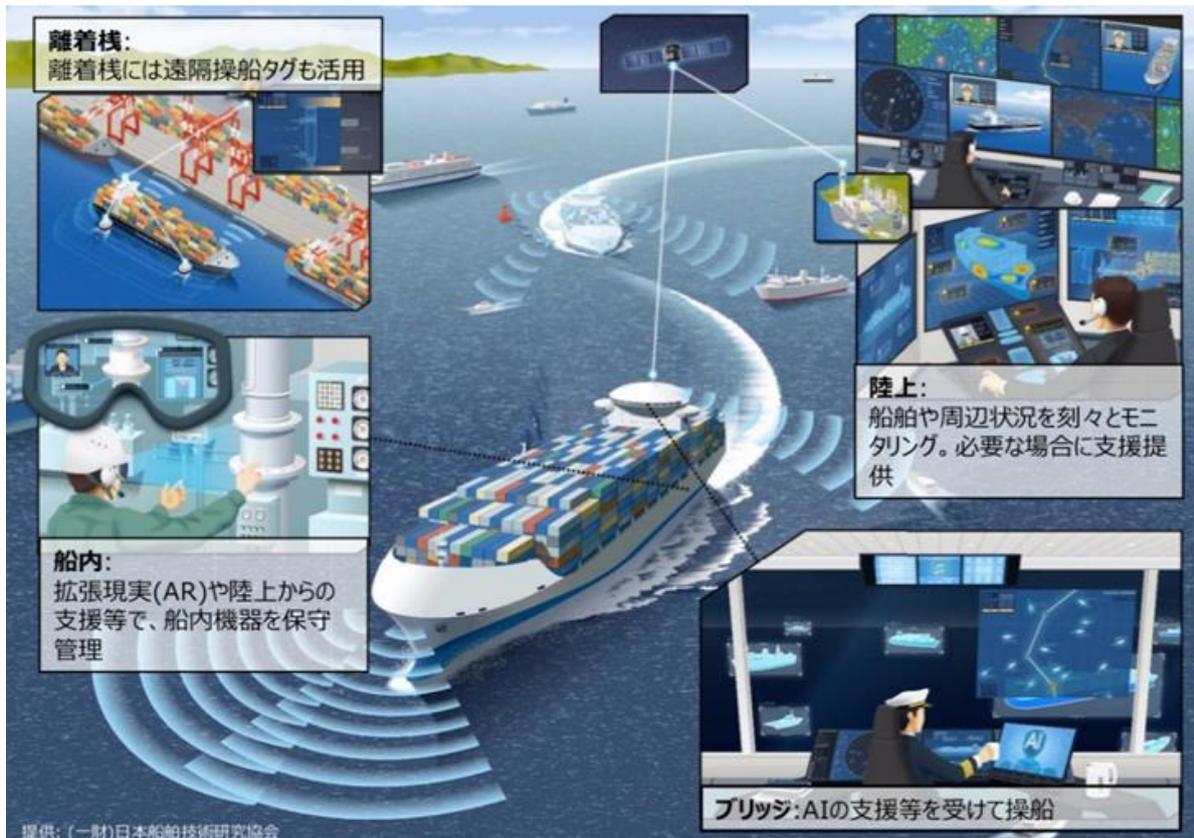


図 1.2.1

(出典:国土交通省海事局「自動運航船に関する現状等」

<https://www.mlit.go.jp/common/001215815.pdf>、2021年6月18日閲覧)

表 1.2.1

外洋上	外洋上は、見張りを機械及び陸上からの遠隔監視により実施
沿岸部	沿岸に近づき、船舶交通が増えてくると、船員も見張りを行うものの、見張り・操船は基本的に自動化。船員は主に機械の下す判断を監督、承認する役割
港内	港内に入り、船体が岸壁と平行になる位置まで自動操船
接岸・荷役	最終の接岸操船及び綱取りは、無人タグのアシスト等を受けつつ有人で実施。荷役は、一部自動化

3. 自動運転車との比較

現在自動運転技術が開発・実用されている乗り物として自動運転車がある。周囲の状況を把握し解析することで障害物を認識し、それを適切に避けるという点で自動運転車と自動運航船の技術は類似しており、船舶の自動運航について検討するうえで非常に参考になるが、一方で両者の特徴や周辺環境には大きく異なる点も多数ある。そこで、国土交通省の「自動運航船に関する現状等」の資料を参考に自動運転車と自動運航船の違いを表 1.2.2 にまとめた。

表 1.2.2

	自動運転車	自動運航船
運転・運航	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1 人の運転手が操縦 ・ 通常何日にも及んで継続的に走行を続けることはなく、定期的に停止してメンテナンスを行うことが可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 操船や機関保守、貨物監視、離着陸等の作業を複数人が行う ・ 船舶は乗組員が 24 時間運用を行う大型プラントの性格を有し、航行を続けながらメンテナンスを行うことが必要
物理特性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 数トン程度である ・ 敏捷性が高く、急発進や急停止、急旋回が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大型のもので数十万トン程度となる ・ 敏捷性が低く、急発進や急停止、急旋回は不可能
走行環境	<ul style="list-style-type: none"> ・ 動きは比較的速く、他の車とほぼ常時近接している ・ 歩行者、自転車などの移動物が周囲に多数存在している ・ 道路や車線、信号など走行の制約が多い ・ 故障時にすぐ支援を得ることができる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 動きは比較的遅く、他の船と近接することがほぼない ・ 周囲の移動物は主に船舶しかないが、漁網や浮遊物が流れてくることもある ・ 輻輳海域等一部を除き走行の制約は少ない ・ 故障時は長時間海上で孤立することになる
開発動向	<ul style="list-style-type: none"> ・ 密度の高い混合交通環境下で安全に走行するため、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 ・ センサー等による自車周辺物認識技術と 3D 位置情報、GPS 等の組み合わせによる高度な自動運転技術の開発が進む 	<p>航海計画策定、操船、船体管理、貨物管理等の作業分野ごとに、安全性および効率性の向上に資する技術開発が進む</p>

自動車の自動運転技術のレベルについては、米国自動車技術会 (SAE:Society of Automotive Engineers) が 2016 年に第 2 版として発行した J3016 の中で、0～5 のレベル区分により定義されている。また内閣官房 IT 総合戦略室が 2017 年 5 月に公表した「官民 ITS 構想・ロードマップ 2017」で SAE の定義が紹介されて以降、わが国における自動運転レベルの定義もこれに沿ったものとなっている。表 1.2.3 にそ

の概要をまとめる⁵。また、表 1.2.3 で用いられている用語の定義は表 1.2.4 の通りである。

表 1.2.3

レベル	概要	運転の主体
運転者 ⁶ が全てあるいは一部の DDT を実施		
レベル 0 運転自動化 なし	・運転者が全ての DDT を実施	運転者
レベル 1 運転者支援	・所定の ODD において自動運転システム（システム）が前後・左右のいずれかの車両制御に係る DDT の車両動作制御サブタスクを実施	運転者
レベル 2 部分的 運転自動化	・所定の ODD においてシステムが前後・左右の両方の車両制御に係る DDT の車両動作制御サブタスクを実施	運転者
システムが全ての DDT を実施		
レベル 3 条件付 運転自動化	・所定の ODD においてシステムが全ての DDT を実施 ・作動継続が困難な場合の運転者は、システムの介入要求等に対して、適切に応答することが期待される	システム (作動継続が困難な場合は運転者)
レベル 4 高度 運転自動化	・所定の ODD においてシステムが全ての DDT および DDT フォールバックを実施	システム
レベル 5 完全 運転自動化	・あらゆる条件下においてシステムが全ての DDT および DDT フォールバックを実施	システム

⁵ 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議「官民 ITS 構想・ロードマップ 2017～多様な高度自動運転システムの社会実装に向けて～」及び「官民 ITS 構想・ロードマップ 2019」、「SAE INTERNATIONAL」<https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic> 参照、2021年7月6日閲覧

⁶ 官民 ITS 構想・ロードマップ中の自動運転の定義では、SAE の定義で使用されている「Driver」を「運転者」と訳している。本定義では、車両を運転する存在として、人間とシステムの 2 種類が登場するが、ここでいう運転者は、DDT を行う人間のみを指すものであり、自動運転システムとは異なるものであると解する。

表 1.2.4

用語	定義
DDT (Dynamic Driving Task)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路交通において、行程計画ならびに経由地の選択などの戦略上の機能は除いた、車両を操作する際に、リアルタイムで行う必要がある全ての操作上及び戦術上の機能 ・ 以下のサブタスクを含むが、これらに制限されない <ol style="list-style-type: none"> 1. ハンドルによる横方向の車両運動の制御 2. 加速及び減速による縦方向の車両運動の制御 3. 物及び事象の検知、認識、分類、反応の準備による運転環境の監視 4. 物及び事象に対する反応の実行 5. 運転計画 6. 照明、信号及び身ぶり手ぶりなどによる被視認性の向上
ODD (Operational Design Domain)	<ul style="list-style-type: none"> ・ ある自動運転システム又はその機能が作動するように設計されている特定の条件 ・ 地理、道路、環境、交通量、速度や時間による制約を含む
DDT フォールバック	<ul style="list-style-type: none"> ・ システムの故障等の事態が発生した際、運転者またはシステムが、DDT を実行するか、または危険を最小化するために行う対応

4. 自動運転と民事責任

運転の自動化の発展の度合いは、次の3つの異なった軸で測ることができる⁷。

- ① どれだけ多くの種類の DDT が自動運転によってカバーされているか
- ② 特定の DDT について、どこまで自動運転装置に依拠できるか（運転者自らが DDT を実行しないことが許容されるか）
- ③ 社会においてどれだけ自動車に自動運転装置が装備されているか（普及度合い）

民事責任の有無を判断するうえで重要な運転者の過失や自動車の欠陥等を考える際には、これらの各要素が与える影響を分けて考える必要がある。この中で、特定の事故における運行供用者⁸の責任を考えるならば、上記②が大きな意味を持つ。例えば、自動運転車が停止しなかったために衝突事故が生じた場合、自動車損害賠償保障法（自賠法）上の運行供用者の責任の有無は、自動車の停止というタスクに関して、運転者⁹がどれだけ自動運転装置に依存し、自らブレーキを踏まないことが

⁷ 藤田友敬編『自動運転と法』（有斐閣、2018年）129-130頁

⁸ 運行供用者については第4章にて後述する。

⁹ 自賠法第2条4項「運転者とは、他人のために自動車の運転又は運転の補助に従事す

許されるか、という基準をもって判断される。この場合、停止以外のタスクについては、自動運転システムがカバーしているか否かは運行供用者の責任の有無を判断するうえで大きな意味を持たないと考えられる。したがって上記④は、主として自賠法上の自動車の構造上の欠陥や製造物責任法上の、停止というタスクにおける自動車の欠陥の判断との関係で意味を持つことが考えられ、この限りで運行供用者の責任に影響を与えることが考えられる。上記③については、事故の相手方との関係において、相手が自動車の運転がどこまで自動化されていると期待して行動すべきかという点から、過失相殺¹⁰等を考える際に影響があると考えられる。

5. 自動運航技術の開発に関する動向¹¹

i. NFAS

ノルウェー自律航行船フォーラム(NFAS:Norwegian Forum for Autonomous Ships)は、2016年にノルウェー海事局(NMA:Norwegian Maritime Authority)やノルウェー沿岸管理局(NCA:Norwegian Coastal Administration)が設立した、自動運航船に関心のある個人や組織のグループである。トロンハイム・フィヨルド¹²やグリーンランドに自動航行船の実験海域を設定し、自動運航のフェリーや小型の自動運航貨物船¹³に関する研究を行っている。図 1.5.1 は実験が行われている海域である。

る者をいう。」とあるが、本論文において「運転者」は自賠法上の「運転者」ではなく「運転を行う者」とする。

¹⁰ 過失相殺とは、被害者が損害賠償請求をするとき、被害者にも過失があった場合、裁判所が被害者の過失に応じて損害賠償額を減額することを指す。

¹¹ 日本船舶輸出組合ジャパン・シップ・センター・日本船舶技術研究協会「スマート SHIPPING 等における重要技術要素の開発・実用化動向の調査」https://www.jstra.jp/html/PDF/research2017_01.pdf 参照、2021年6月25日閲覧

¹² ノルウェー語で「入り江」を表し、氷河による浸食作用によって形成された複雑な地形の湾や入り江を指す。湾の入り口から奥まで幅がほとんど変わらず細長い形状となる。

¹³ ノルウェーはフィヨルド、湖、川が多く、人や貨物の移動に水路が重要な役割を果たしている。そのためノルウェーで行われる自動運航船の研究の多くは、沿岸航行に適した小型の船舶の運用を目的としている。

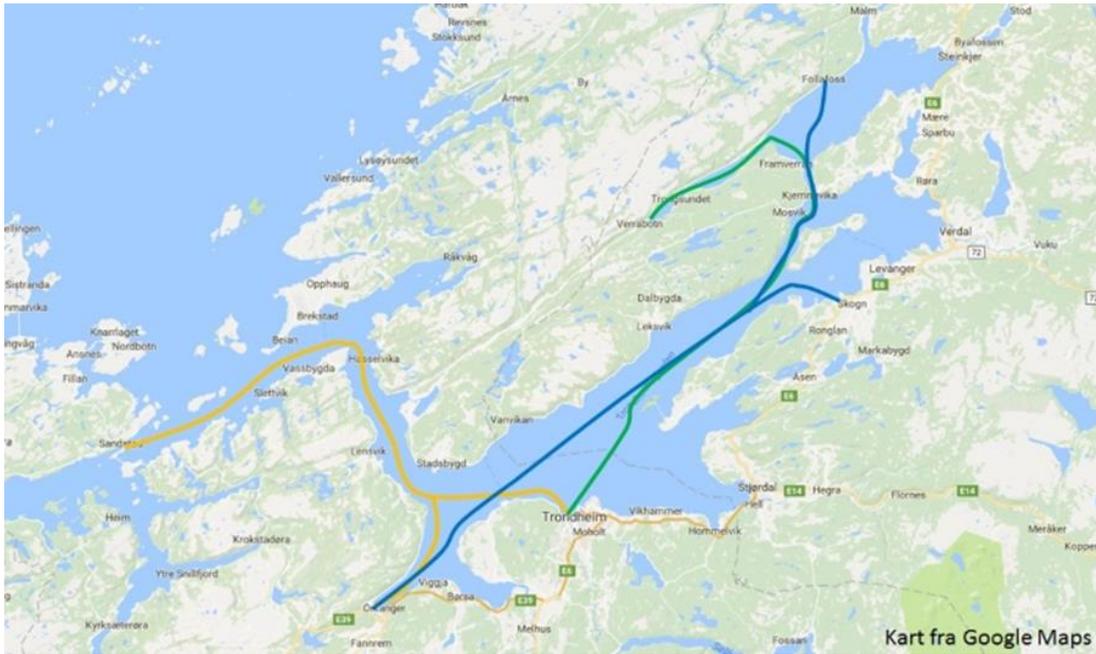


図 1.5.1

(出典:NFAS「ASTAT-Autonomous Ship Transport at Trondheimsfjorden」
<http://astat.autonomous-ship.org/index.html>、2021年6月20日閲覧)

ii. NOVIMAR

NOVIMAR (NOVeI Iwt and MARitTime transport concepts)は、オランダ海事技術財団 (Netherlands Maritime Technology Foundation) が中心となり 2017 年に立ち上げた、近距離内航船の自律運航を実現することを目的とした研究プロジェクトである。NOVIMAR は、船舶を列として運航する、「The vessel train transport concept」を提唱している。このコンセプトでは、先頭となるリーダー船舶に船舶の運航に必要な全ての人員を配置し、後続する複数の船舶には、無人あるいは通常より少ない人員を配置し、一連の船隊として運航するというものである。これにより、より少ない人員で多くの船舶を運航することができると考えられている。

iii. AAWA

AAWA (Advanced Autonomous Waterborne Applications Initiative)は、フィンランドにおいて、Rolls-Royce が中心となり 2015 年に開始された、自動運航船及び遠隔操船に関する基本設計及び基本仕様を完成させることを目的としたプロジェクトである。技術課題の検討として、フィンランドの内航海運会社である FinFerries 社の RORO 船を用いて、Parainen-Nauvo 間の航路 (1,664m) を自動運航と遠隔操船によって往復する実証実験を行った。図 1.5.2 はその航跡である。障害物を避けるという操船や航行する他の船舶を避けることにも成功している。

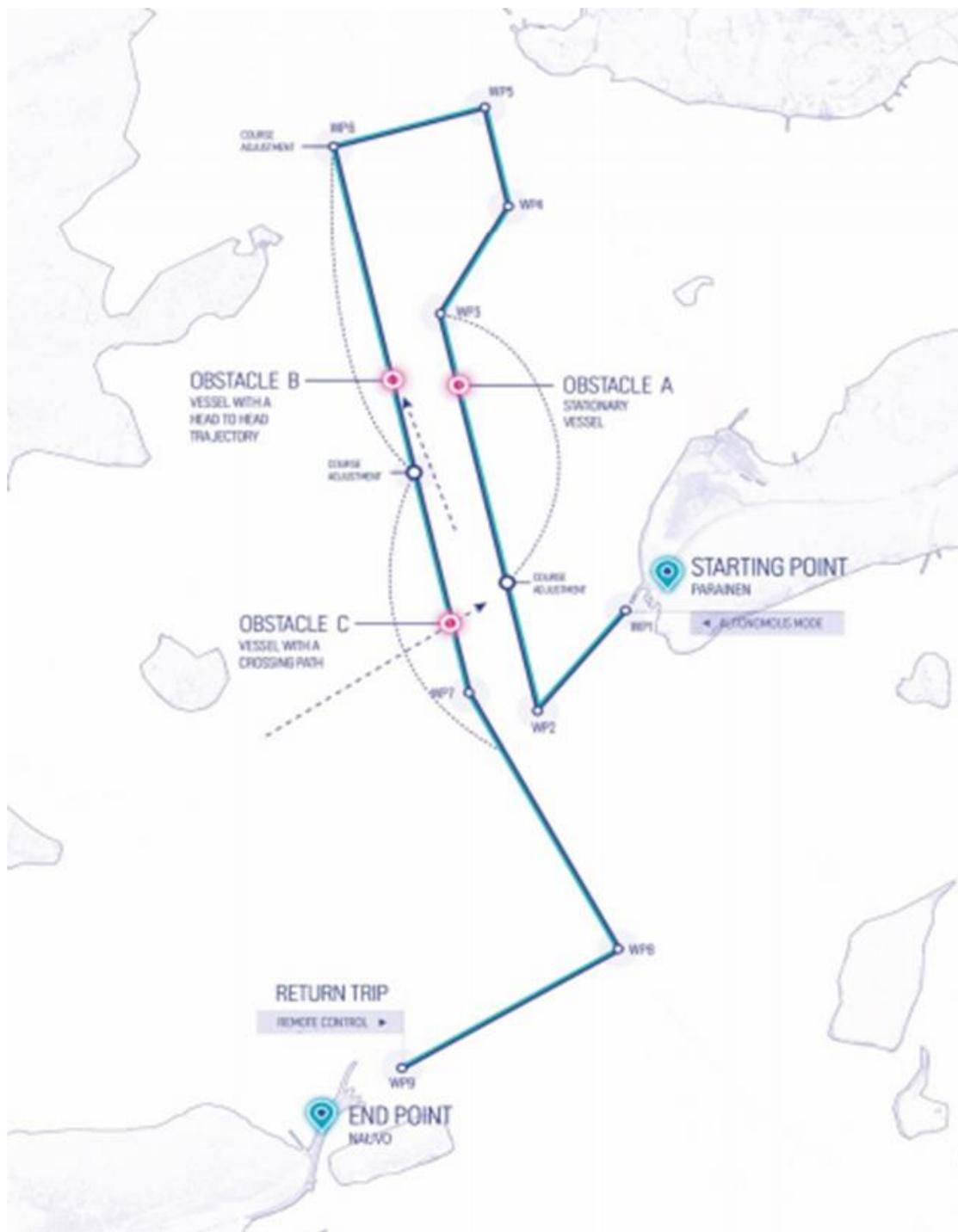


図 1.5.2

(出典: FinFerries 「SVAN-Safer Vessel with Autonomous Navigation」
<https://breakingwaves.fi/wp-content/uploads/2019/06/SVAN-presentation.pdf>、2020年1月22日閲覧)

iv. MASRWG

MASRWG (MAS Regulatory Working Group) は、英国の海洋産業連合 (MIA:UK

Marine Industries Alliance)が中心となって2014年に組織したワーキンググループである。海事分野における自動運航システム(MAS:Maritime Autonomous Systems)に関する英国の国内法、さらには国際的な法的枠組みに関して検討し、規制当局等に対して提案を行うことを目標としている。

6. 自動運航船の法的課題の検討

上述の通り、自動運航船についての研究は各国で盛んに進められているようである。その多くは、政府や研究機関、企業が協働し進められているもので、技術的な検討にとどまらず法的な課題を含め多方面から議論が行われている。しかし一方で、目的とする自動運航船の運航形態は世界的に統一されているものではない。

例えばノルウェーやフィンランドは自動運航船研究の先進国であるが、その目標は主に内航船の自動化にある。ノルウェーやフィンランドのような水路の多い国では、国内輸送をトラックなどの陸上輸送から内航船を利用した海上輸送にシフトすることが、国内の貨物輸送による温室効果ガスの排出量削減への有効な取り組みとなりうる。海運大国である日本においても内航船の自動化によって温室効果ガスの排出量削減が期待されている。

AAWAの実験結果を見る限り、特定の航路を往復する自動運航船の実用化は技術的に可能な段階である。しかし多国間の貨物輸送を行う外航船の運航は、こうした内航船の運航とは大きく異なる。外航船も含めた船舶の自動化の法的課題を研究するためには、関連する国内法だけでなく、その元となった各種国際条約についても検討しなければならない。そこで以下では、現在までの関連する国際条約の検討の動向についてまとめる。

7. 自動運航船に関するIMO審議

i. MSC99 (2018年5月)

2017年6月に開催された第98回海上安全委員会(MSC98)では、日本を含む9ヶ国から、現行の安全に関する国際ルールは自動運航船を念頭においたものではなく、そのまま適用することは適当でないとして、規則の改正の要否、新たに必要となる基準等についてIMOで検討すべきとの提案がなされた。審議の結果、第99回MSCから、自動運航船の安全や環境に関する議題が取り扱われることとなった。

これを受けて、2018年5月に開催されたMSC99では、規制の検討(RSE:Regulatory Scoping Exercise)を目的として、暫定的な自動運航船の定義、自動化のレベル、検討の手法および計画などを含むフレームワークが承認された。

自動運航船はMASS(Maritime Autonomous Surface Ship)と表記され、「様々な程度において、人間の相互作用とは独立して操作することができる船舶」と定義された。自動運航の程度、すなわち運航の自動化のレベルについては以下の通りであるが、これは非階層的なものであり、実際に自動運航船が実用化さ

れた場合には、1回の航海で複数のレベルの自動運航を行う可能性があることに注意が必要だとされている。

- ① 自動化されたプロセスや意思決定支援のある船舶：船員が乗船し、船上システム及び機能の操作及び制御を行う。自動化され、一時的に監視されない操作もあるが、船員は制御を引き継ぐ準備ができています。
- ② 船員が乗船して遠隔操作される船舶：船舶は別の場所から制御及び操船される。船員が乗船し、船上システム及び機能の操作及び制御を引き継ぐことができる。
- ③ 船員が乗船せずに遠隔操作される船舶：船舶は別の場所から制御及び操船される。船員は乗船しない。
- ④ 完全自律化された船舶：船の運航システムが意思決定を行い、行動を決定することができる。

また、こうした自動運航船については CG¹⁴が設置され MSC99 以降も検討が続けられている。

ii. MSC100 (2018年12月)

MSC99 の決定を受け、自動運航船の国際ルールを策定するための具体的な手法および計画が MSC100 にて合意された。その内容によると、検討は2段階で行われ、2020年5月に開催予定の MSC102 までに自動運航船の運航を実現することが目標とされた。

まず第一段階として、IMO 規則について

- ① 自動運航船に適用され、自動運航船の運航を妨げるもの
- ② 自動運航船に適用され、自動運航船の運航を妨げず、従前通りでよいもの
- ③ 自動運航船に適用され、自動運航船の運航を妨げないが、修正や確認が必要であったり、齟齬が生じる可能性があるもの
- ④ 自動運航船に適用されないもの

の特定を、2019年9月頃までに有志国が分担して行う。続いて第二段階として、自動運航船の実現のために必要な IMO 規則について、特に船員、技術、運航の面について考慮し、規則の修正や新たな規則の策定などについて分析を行うとしている。

各種条約検討の担当有志国は表 1.7.1 の通りである。

¹⁴ IMO 会議は全議題を審議する本会議 (Plenary) の他に、特定議題を審議する作業部会 (WG: Working Group) や文書案の仕上げを行う起草部会 (DG: Drafting Group) がある。またそれ以外に、会合と会合の間に、特定議題についてメールベースで審議を行う場が設けられることもあり、これを通信部会 (CG: Correspondence Group) という。

表 1.7.1

1974 海上人命安全 (SOLAS) 条約附属書の分担

章	表題	主担当	副担当
I	一般規定		
II-1	構造 (区画及び復原性並びに機関及び電気設備)	フランス	スウェーデン、イラン
II-2	構造 (防火並びに火災探知及び消火)	日本 (海技研)	
III	救命設備	オランダ	ベルギー
IV	無線通信	トルコ	日本、中国
V	航行の安全	中国	日本、デンマーク、シンガポール
VI	貨物の運送及び燃料油	日本 (海技研)	
VII	危険物の運送	日本 (海技研)	
VIII	原子力船		
IX	船舶の安全運航の管理	ノルウェー	中国、韓国、ロシア
X	高速船の安全措置		
XI-1	海上の安全性を高めるための特別措置	フィンランド	
XI-2	海上の安全を高めるための特別措置	フィンランド	
XII	ばら積み貨物船のための追加的安全措置		
XIII	遵守の確認		
XIV	極水域を航行する船舶の安全措置		

注：各章において義務化しているコード・決議等についても作業を実施する。

各種条約等の分担

条約等	主担当	副担当
Ro-ro 旅客船の復原性に係る 1996 合意 (1996 SOLAS Agreement)		
SOLAS 条約 1978 議定書 (SOLAS Protocol 1978)		
SOLAS 条約 1988 議定書 (SOLAS Protocol 1988)		
1978 年の船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約 (STCW 条約) 及び同コード	米国	日本、ニュージーランド、韓国、ロシア
1995 年の漁船員の訓練及び資格証明並びに当直基準に関する国際条約 (STCW-F 条約)	日本	ニュージーランド
1972 年の海上における衝突の予防のための国際規則に関する条約 (COLREGs 1972)	マーシャル諸島	日本、中国、米国、シンガポール
1972 年のコンテナ安全条約 (CSC 1972)	日本 (海技研)	フィンランド
1966 年の満載喫水線に関する国際条約 (LL 1966)	インド	
LL 条約 1988 議定書 (LL Protocol 1988)	インド	
1979 年の海上における捜索及び救助に関する国際条約 (SAR 1979)	スペイン、フランス	トルコ
1969 年の船舶のトン数の測度に関する国際条約 (TONNAGE 1969)		

(出典：海上技術安全研究所「国際会議報告 MSC100」、2020年1月8日閲覧)

iii. MSC103 (2021年5月)

本論文執筆時の最新の会合である MSC103 では、上述の検討が完了し、海事関連条約等の一部については自動化レベルに応じ条約改正や解釈の整理が必要との結論に達した。その中で、早期導入が期待される「船員の意思決定をサポート

トする自動化システムを搭載する自動運航船」については SOLAS 条約第 IV（無線通信）、V（航海の安全）及び XI-2（海上保安）章に自動化システムの定義を置く必要があるとされたが、それ以外の箇所については条約改正や解釈が不要という決定がなされた。

それに加え、各条約等に共通の課題として、船長、船員、責任者等の用語の定義や遠隔操船者については、如何に自動運航船の運航を安全かつ効率的に規則の枠組みに導入するかにおいて核心となる課題であり、特に優先的に検討することが必要であるとされた。そのうえで、個々の規則改正より、新たに包括的な規則を作成することが望ましく、目標志向型の義務要件や、自動化システムの搭載等の指針となる非義務的ガイドラインの作成を検討することとなった。またこうした規則の作成と並行し、自動運航船や自動化の程度の定義、専門用語の整理の検討も優先的に行うことが合意された。優先検討事項は以下の通りである。

- ① 自動運航船の関係基準作成に係る作業計画策定
- ② 自動運航船の定義と自動化レベルの見直し
- ③ 自動運航に関する用語の定義の策定
- ④ 自動運航船固有の優先課題への対応
（例：自動運航船における「船長」、「遠隔支援センター」等の基準上の位置付け等）
- ⑤ 自動運航システムの適用等に関するガイドライン策定

iv. LEG108（2021年7月）

2021年7月26日から30日まで、第108回法律委員会（LEG108）がWEB会議形式で開催され、自動運航船の運航において現行の条約の規定を適用しようとした際、規定の枠組みがどの程度影響を受けるかの論点整理が実施された。今後、自動運航船の運航時の国際ルール策定に向けて本格的な議論が開始される。

第 2 章 自動運航の課題

1. 自動運転技術による事故例

自動運転の技術、とりわけ人間による運転のサポートをコンピュータ制御によって行う運転支援システムは、自動車や航空機において広く使用されている。そうした技術が一因となった事故について以下にまとめる。

i. Uber 自律走行車事故

2018 年 3 月、米アリゾナ州マリコパ郡テンピで実験走行中の Uber の自動運転車が、車道を横断する歩行者に衝突した。歩行者は死亡し、自動運転車が歩行者を死亡させる初めての事例となった。

① 事故の経緯

2018 年 3 月 18 日夜、エレイン・ハールズバーグ氏は自転車を引き、中央分離帯の植え込みから片側二車線道路を横切ろうとしていた。一方、歩道側の車線を実験走行中であった Uber の自動運転車には「セーフティドライバー」としてラファエル・バスケス氏が乗車していた。Uber 車は左側からほぼ垂直に進路に侵入してきたエレイン氏に対し、スピードを緩めることなく制限を超える速度で衝突した。事故が起きた道路は直線で目立った障害物もなかったものの、事故当時は暗く見通しが悪くなっており、テンピ警察が Twitter で公開した Uber 車のドライブレコーダー¹⁵を確認すると、運転席からエレイン氏を視認してから実際に衝突するまで 2 秒もかかっていないことがわかる。一方、同レコーダーにより運転席を映した映像では、衝突の直前に視線を前方から逸らすラファエル氏が確認できた。

② 事故の原因について

ラファエル氏が事故の直前に前方を見ていなかった事実はあるが、ドライブレコーダーの映像を見る限り、たとえラファエル氏が前方に注意していたとしても、目視によってエレイン氏を避けることは不可能に近い。一方で、事故を起こした車両の自動運転システムは、レーザー光を用いて反響定位を行う LiDAR(Light Detection And Ranging)システムを採用しており、暗闇の中でも図 2.1.1 のように周囲の物体を認識することができる。

¹⁵ <https://twitter.com/TempePolice/status/976585098542833664?s=19>
参照、2021 年 6 月 20 日閲覧

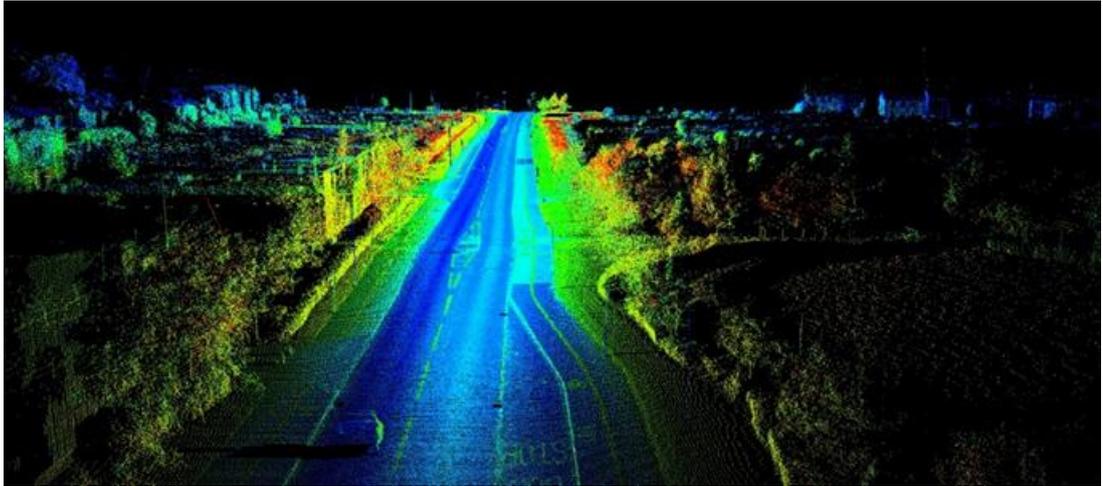


図 2.1.1

(出典:TechCrunch「WTF is lidar?」

<https://techcrunch.com/2017/02/12/wtf-is-lidar/>、2021年6月20日閲覧)

米運輸安全委員会(NTSB:The National Transportation Safety Board)が同年5月24日に公表した事故調査の中間報告書では、事故車両のLiDARは衝突の6秒前にエレイン氏を認識しており、1.3秒前(25m前)にはシステムが緊急ブレーキが必要であると判断していたことが明らかになった。そのうえで、走行時の動きを安定させるため車両に搭載されていた緊急ブレーキが作動する設定になっていなかったこと、ドライバーに衝突の危険を知らせる仕組みが搭載されていないことが報告されている。

ii. ボーイング 737MAX 事故

2017年から運用を開始したボーイング 737MAX は、ボーイング社の 737 型機の第 4 世代となる航空機である。既存の 737 型機に比べ、燃料消費量および CO₂ 排出量を 14%削減し、航続距離も伸びた MAX シリーズはこれまでの受注を全て合わせると 5,000 機を超える契約が結ばれている。しかし 2018 年から 2019 年にかけて墜落事故を相次いで起こしたことから安全性が疑問視され、2019 年 3 月から各国の航空会社で運航停止となった。

① 事故の経緯

2018 年 10 月 29 日、インドネシア・ライオンエアのボーイング 737MAX がジャカルタのスカルノ・ハッタ国際空港を離陸直後、ジャワ島の沖合に墜落し、乗客 181 名と乗員 8 名全員が死亡した。

また 2019 年 3 月 10 日、エチオピア航空のボーイング 737MAX がアディスアベバのボレ国際空港を離陸直後、ボレ空港の南東 62km の地点に墜落し、乗客 149 名と乗員 8 名全員が死亡した。

② 事故の原因について

2008年に日本で公開された、飛行機を舞台にした映画「ハッピーフライト」では、飛行速度を検出する「ピトー管」の不具合によって速度が正しく表示されないといったトラブルが描かれている。こうした事例は実際にも存在し、これまで複数の墜落事故が発生してきた。

ピトー管は通常機首についており、管の先端および側面の穴から空気を取り込みその圧力を検出することで対空速度を計測する仕組みになっている。凍結やバードストライク、メンテナンス不足などの理由により空気をうまく取り込むことができない場合、計測部の圧力が高くなり結果的に速度計の値が実際の速度より高く表示されることになる。そのようなケースでパイロットが速度が十分大きいと判断してしまい、大きな機首上げ操作を行うってしまうと機体は失速し墜落する。

こうした事故例から、航空業界においては機首上げが失速による墜落事故の原因のひとつとされてきており、そのような事態を防ぐため、ボーイング 737MAX には失速防止システム (MCAS: Maneuvering Characteristics Augmentation System) が組み込まれていた。これは上昇時に機首が上がりすぎることによって失速する危険性を抑えるためのプログラムで、機首の角度をセンサーで感知し、自動的に機首を下げる仕組みになっている。ライオンエア機では、センサーの不具合によって速度計が実際の速度よりも低い値を示していたことがわかっており、MCAS が誤った速度によって失速の危険があると判断し、自動的に機首を下げすぎたことで墜落につながったと考えられている。この事故の後、ボーイング社と米連邦航空局 (FAA: Federal Aviation Administration) は、MCAS がこのような不具合を起こした場合の対応マニュアルを作成し、各航空会社に知らせていた。しかしエチオピア航空機で同様の不具合が生じた際には、パイロットがこのマニュアルに従い MCAS を解除したものの、手動で体勢を立て直せず墜落に至っている。

2. 課題の整理

いずれの事故においても、システム自体は既存の事故を減らすことを目的に構築されており、完璧に使いこなすことができれば理論上事故をなくすことが可能だと考えられてきたものである。しかしこれらの技術は現状新たな事故のパターンを生み使用する人間の負担を増やしてしまっている。また、事故の際の損害賠償責任を考えるうえで、システムの設計者に対して製造物責任が問われる可能性も考えられる。

そのため自動運転技術の実社会への実装にあたっては、それを扱う人間の育成と、環境整備が必要不可欠である。船舶の場合、自動運航技術を実装するにあたり、条約の検討に加え、システムを扱う船員の資格・訓練についての考察、また事故の際に発生する損害賠償責任についての検討が課題であろう。

以下の章では、まず船舶の運航に関わる条約と船員教育について考え、自動運航船が普及した場合の船員の訓練について検討する。次に損害賠償責任についてまとめ、自動運航船の実現に向けた課題を検討する。

第3章 船舶の安全基準と船員の訓練

1. 海商法の歴史と船舶の概念

i. 海商法の歴史

ヨーロッパにおける中世の海事慣習法は、主に大西洋または地中海といった同一海上において行われる航海に適用されていたため、多くの海港都市において共通の法として順守されており、各地においてほぼ統一されたものであった。そして19世紀頃、海運の飛躍的な発展により国際間の貿易が盛んになるにつれ、海上運送は多くの海を越え、各国の港に寄港して行われる国際運送が常態となり国際的統一の必要性が認められるものとなった。

海法の国際的統一の方法として、国際的自主規則による統一および条約による統一がある¹⁶。前者の例としては、1873年にロンドンにて設立された国際法協会が、1877年に共同海損に関する「ヨーク・アントワープ規則」を制定している。また、国際商業会議所(ICC:International Chamber of Commerce)による「貿易条件の解釈に関する国際規則」、「荷為替信用状に関する統一規則及び慣例」や、最近では、万国海法会(CMI:Comite Maritime International)による「海上運送状に関するCMI規則」等がある。これらの規則は、法規範として当事者を当然に拘束する効力をもつものではなく、国際的な普通取引約款や自主規則に過ぎないが、実務上広く採用され、中にはその趣旨が各国の国内法に採り入れられているものもある。ただし、これらの規定は当事者の採用が任意であるため、国内法の規定と対立してしまう場合などは、この方法による国際統一は困難となる。

他方、後者については、条約の策定、締結、批准という方法により国際的な統一が図られるものである。この海事国際条約の成立に関しては、古くからCMIが重要な地位を占めてきた。CMIは、海法の国際的統一を目的として、1897年ベルギーに創設された民間国際組織であり、同会は各国海法会と連絡をとりながら海運国の法律家・実務家による会議を開いて条約案を作成し、ブリュッセルで開催される外交会議で条約として採択されてきた。

CMIによる条約の成果としては、例えば、1910年の「船舶衝突に関する統一条約」や「海難救助に関する統一条約」、1924年の「船荷証券統一条約」等がある。そしてその後、条約の策定については、国際海事機関(IMO:International Maritime Organization)、国連貿易開発会議(UNCTAD:United Nations Conference on Trade and Development)および国連国際商取引法委員会(UNCITRAL:United Nations Commission on International Trade Law)がその役割を担っている。

IMOは、国連の専門機関として、海上の安全、効率的な船舶運航および海洋汚

¹⁶ 中村眞澄・箱井崇史『海商法』(成文堂、2010年)27頁

染防止に関する政府間協力を目的としている。IMO では、油濁損害に関する各種条約 (CLC1969、FUND1972 等) や国際海上衝突予防規則 (COLREGS)、海上人命安全条約 (SOLAS 条約) 及び船員の訓練・資格証明・当直基準条約 (STCW 条約) 等、多数の海事条約の作成に携わっている。他にも UNCTAD や UNCITRAL でも各種海事条約の作成が行われている。

ii. 船舶の概念

海上運送をはじめとする海上活動は船舶によって行われる。自動運航船の運用を考えるうえで、まず船舶とは何かを明確にする必要がある。

船舶が何であるかについて、我が国に直接定義する法規定は存在しない。したがって船舶の概念は社会通念上より決せられる。一般に船舶とは、「水上航行のために用いられる構造物」をいう¹⁷。船舶は水上を航行するためのものであるため、浮きドックなど航行を予定していない構造物や、展示船など航行のために用いられることのない構造物は船舶でないと考えることができる。また、飛行船や水上飛行機についても、空中飛行のための構造物であるため、船舶の社会通念上の意義を考えれば船舶には当てはまらない。

このような社会通念に基づく船舶の意義は、船舶に関する各種の法令が対象とする船舶の概念の基礎になるものとして重要である。しかし、こうした一般船舶の意義は漠然としており、船舶の明確な定義とすることはできない。各種法令においての船舶の定義は、基本的には一般的な船舶の概念に基づくものでありながら、それぞれの法令によってさらに明確化されるべきものである。

まず、商法海商編において船舶とは、「商行為を為す目的を以て航海の用に供する」船舶で、「端舟その他ろかいのみを以て運転し、又は主としてろかいを以て運転する舟」を除いたものである¹⁸。このように、商法は対象を「商行為」を目的とする航海船に限定している。したがって、漁船や調査船などは商法上の船舶ではない。

ただし、船舶法 35 条では、商行為を目的としない航海船一般についても、公船を除いて商法海商編が準用されており、実質的意義において海商法上の船舶とは、「端舟・ろかい船及び公船を除いた航海船」といえる¹⁹。したがって、この「航海船」の定義が重要となる。

海商法における航海船は以下の通りである²⁰。

① 海上危険に備えた一定の構造

航海船は海上を航行するため、常に海の危険にさらされることになる。海商法の法規制の多くが、海上の危険を法的に克服するといった目的を有す

¹⁷ 前掲注 16 中村・箱井 38 頁

¹⁸ 商法第 684 条より

¹⁹ 前掲注 16 中村・箱井 39 頁

²⁰ 前掲注 16 中村・箱井 41～44 頁

ると考えれば、海商法の対象となる海上船とは海の危険をある程度想定した構造を有していなければならないといえる。したがって水上バイクなどは海商法の対象とはならない。

また、端舟・ろかい船は海商法の対象ではないが、それらについても海上危険に備えた構造を有していないためと解釈できる。

② 特殊な船舶

水面からわずかに浮上して航行する、ホバークラフトやジェットフォイルの特殊性は、海商法の適用に際しては問題とはならない。航行中、水面からわずかに浮上しても、通常の航行船と状況が変わらないためである。これは、海上および海中を航行する潜水船についても同様である。

③ 内水船と航海船

前述のとおり、航海船とは「航海の用に供する」船舶であるため、海上を航行しない船舶と区別される。ここで、どういった区域までを「海上」として考えるかが問題となる。

海上を、湖川や港湾を除く海洋を指すものとした場合、「湖川・港湾」は船舶安全法施行規則に定める平水区域であると考え、主としてこの区域を航行する船舶は航海船でないことができる。一方、海商法において平水区域を理由に法の適用を区別するのは適当でないと考え、社会通念上、海上と認められる水面を航行する船舶を航海船とすることもできる。

前者の見解では、航海船と、平水区域を航行する内水船が衝突した場合、それぞれ適用法規が異なるという問題が生じる可能性がある。したがって後者の見解の方が妥当と考えられる。

2. 船舶の安全運航に関する条約及び国内法

i. 国連海洋法条約

海洋法に関する国際連合条約（国連海洋法条約、UNCLOS:United Nations Convention on the Law of the Sea）は、船舶の航行の権利や航行に付随する義務等の他、領海、公海、大陸棚等の伝統的制度、国際海峡の通過通航制度、群島水域、排他的経済水域、深海底、海洋環境の保護、海洋の科学調査および義務的裁判による紛争解決制度の創設など、新しい海洋の基本秩序を構築する「海の基本法」としての実体を備える²¹。

UNCLOS の定める、船舶が有する様々な権利に無害通航権がある。

① 無害通航権

UNCLOS 第 17 条では、「すべての国の船舶は、沿岸国であるか内陸国であ

²¹ 杉原高嶺著『国際法学講義第 2 版』（有斐閣、2013 年）307～308 頁

るかを問わず、この条約に従うことを条件として、領海において無害通航権を有する。」と規定されている。UNCLOS には、「船舶」の明確な定義が記載されているわけではなく、この場合の「船舶」とは、商用か商用でないかに関わらず、社会通念上、船舶と認められるもの全てと考えられる。ただし、同条約第 18 条の「通航」の定義を考慮すれば、この場合の「船舶」とは、継続的かつ迅速に航行を行う能力を有するものであるという条件は、最低限満たす必要があると思われる。

また、同条約第 19 条第 2 項では、当該外国船舶の活動内容によっては領海の無害通航権が認められない旨を規定しており、たとえば「兵器（種類のいかんを問わない。）を用いる訓練又は演習」といった行動がこれに該当する。

自動運航船にこうした権利が認められ得るかについて、自動運航船が同条約における船舶に該当するのであれば、領海における無害通航権を有することになるはずであるが、一方で、当該船舶に兵器としての要素が認められる場合には、それが認められないことも考えられる。自動運航船の運航においては、従来船舶には搭載されていなかった技術が多用されるであろう。その中の一部が兵器としての側面を有する場合には、当該船舶の活動内容も十分考慮して判断されなければならない。

一方、UNCLOS 第 52 条、群島水域における無害通航権の規定も、自動運航船への適用の可否を考えるうえでは UNCLOS 上の無害通航権と同様の解釈であると考えられる。

② 船籍

船舶が航行するためには、いずれかの国の国籍、すなわち船籍を有していなければならない。したがって、自動運航船が船籍を取得することができるかは、自動運航船の実現を考えるうえで必要な検討となる。

船舶の航行の権利および船舶の国籍については、UNCLOS 第 90 条および第 91 条がその規定となる。

第 90 条では「いずれの国も、沿岸国であるか内陸国であるかを問わず、自国を旗国とする船舶を公海において航行させる権利を有する。」と規定されており、船舶が国籍を有することは、旗国が自国の船舶を航行させる権利を主張するための必要条件であると考えられる。

また第 91 条では、「いずれの国も、船舶に対する国籍の許与、自国の領域内における船舶の登録及び自国の旗を掲げる権利に関する条件を定める。船舶は、その旗を掲げる権利を有する国の国籍を有する。その国と当該船舶との間には、真正な関係が存在しなければならない。」「いずれの国も、自国の旗を掲げる権利を許与した船舶に対し、その旨の文書を発給する。」と定められている。

他方、船舶の地位については、同条約第 92 条において、「船舶は、一の

国のみの旗を掲げて航行するものとし、国際条約又はこの条約に明文の規定がある特別の場合を除くほか、公海においてその国の排他的管轄権に服する。船舶は、所有権の現実の移転又は登録の変更の場合を除くほか、航海中又は寄港中にその旗を変更することができない。」「二以上の国の旗を適宜に使用して航行する船舶は、そのいずれの国の国籍も第三国に対して主張することができないものとし、また、このような船舶は、国籍のない船舶とみなすことができる。」と定められている。

船舶が国籍を取得するためには、各国によって定められた要件を満たす必要があるが、日本では、船舶法に定められている。

船舶法上、「日本の官庁又は公署の所有に属する」「日本国民の所有に属する船舶」「日本の法令に依り設立したる会社にして其の代表者の全員及び業務を執行する役員の上二分が日本国民なるものの所有に属する船舶」「前号に掲げたる法人以外の法人にして日本の法令に依り設立し其の代表者の全員が日本国民なるものの所有に属する船舶」といった条件を満たす船舶は日本船舶とされる。

具体的には、20 トン以上の船舶の所有者は、船籍港を定め（船舶法第4条）、船舶登記規則に従って登記を行い（商法第686条）、船籍港を管轄する管海官庁に備えた船舶原簿に登録する（船舶法第5条）ことにより、船舶国籍証書の交付を受けることとなる²²。

自動運航船が日本の船籍を取得し航行するためには、こうした要件を満たす必要があるが、自動運航船であることが上記の手続き上、何らかの不都合を生じることはないように思われる。ただ、現状多くの商用船舶が便宜置籍船という形態をとっているため、日本以外の国籍の取得要件についても検討する必要があるだろう。

③ 船舶の安全基準に関する旗国の義務

UNCLOS の第94条では、船舶の安全基準について一定の義務を課している。

【第94条】

第1項 　　いずれの国も、自国を旗国とする船舶に対し、行政上、技術上及び社会上の事項について有効に管轄権を行使しおよび有効に規制を行う。

第2項 　　いずれの国も、特に次のことを行う。

(a) 自国を旗国とする船舶の名称および特徴を記載した登録簿を保持すること。ただし、その船舶が小さいため一般的に受け入れられてい

²² 栗林忠監修・財団法人日本海事センター編『海洋法と船舶の通航改訂版』（成山堂、2010年）10頁

る国際的な規則から除外されているときは、この限りでない。

- (b) 自国を旗国とする船舶並びにその船長、職員及び乗組員に対し、当該船舶に関する行政上、技術上および社会上の事項について国内法に基づく管轄権を行使すること。

第3項 いづれの国も、自国を旗国とする船舶について、特に次の事項に関し、海上における安全を確保するために必要な措置をとる。

- (a) 船舶の構造、設備および堪航性
- (b) 船舶における乗組員の配乗並びに乗組員の労働条件および訓練。この場合において、適用のある国際文書を考慮に入れるものとする。
- (c) 信号の使用、通信の維持および衝突の予防

第4項 第3項の措置には、次のことを確保するために必要な措置を含める。

- (a) 船舶が、その登録前およびその後は適当な間隔で、資格のある船舶検査員による検査を受けること並びに船舶の安全な航行のために適当な海図、航海用刊行物、航行設備および航行器具を船内に保持すること。
- (b) 船舶が、特に運用、航海、通信及び機関について適当な資格を有する船長および職員の管理の下にあること並びに乗組員の資格および人数が船舶の型式、大きさ、機関および設備に照らして適当であること。
- (c) 船長、職員および適当な限度において乗組員が海上における人命の安全、衝突の予防、海洋汚染の防止、軽減および規制並びに無線通信の維持に関して適用される国際的な規則に十分に精通しており、かつ、その規則の遵守を要求されていること。

第5項 いづれの国も、第3項および第4項に規定する措置をとるに当たり、一般的に受け入れられている国際的な規則、手続及び慣行を遵守し並びにその遵守を確保するために必要な措置をとることを要求される。

第6項 船舶について管轄権が適正に行使されずまたは規制が適正に行われなかったと信ずるに足りる明白な理由を有する国は、その事実を旗国に通報することができる。旗国は、その通報を受領したときは、その問題の調査を行うものとし、適当な場合には、事態を是正するために必要な措置をとる。

第7項 いづれの国も、自国を旗国とする船舶の公海における海事損害または航行上の事故であって、他の国の国民に死亡若しくは重大な傷害をもたらしたまたは他の国の船舶もしくは施設もしくは海洋環境に重大な損害をもたらすものについては、適正な資格を有する者によってまたはその立会いの下で調査が行われるようにしなければならない。旗国および他の国は、海事損害または航行上の事故について当該他の

国が行う調査の実施において協力する。

以上の通り、UNCLOS は船舶の安全性の見地から、旗国に対して、船舶の構造、施設及びおよび堪航性、乗組員の配乗及び労働条件、信号の使用、通信の維持および衝突の予防に関して必要な義務を課している。更に、これらの必要な措置には、船舶検査、機関設備に関する内容や乗組員の知識等の確保も含めている。

自動運航船との関係で問題となり得るものとしては、第3項(b)「船舶における乗組員の配乗並びに乗組員の労働条件及び訓練」についての規定および、第4項(b)「乗組員の資格および人数」についての規定である。本条約に「船舶」の明確な定義はないが、これらの規定は船舶に乗組員が乗り組むことだけでなく、その資格や人数についても旗国に必要な措置を義務付けている。自動運航船ではそうした条件、すなわち「船舶の型式、大きさ、機関及び設備に照らして適当な乗組員の人数」等が従来の船舶とは大きく異なることが予想される。旗国はこうした要件に関する自国国内法の規定を見直す必要があるだろう。

また第97条は、船舶が航行上の事故を生じた場合について以下の規定を設けている。

【第97条】

第1項 公海上の船舶につき衝突その他の航行上の事故が生じた場合において、船長その他当該船舶に勤務する者の刑事上または懲戒上の責任が問われるときは、これらの者に対する刑事上または懲戒上の手続は、当該船舶の旗国またはこれらの者が属する国の司法当局または行政当局においてのみとることができる。

第2項 懲戒上の問題に関しては、船長免状その他の資格または免許の証明書を発給した国のみが、受有者がその国の国民でない場合においても、適正な法律上の手続を経てこれらを取り消す権限を有する。

以上のように、公海上において船舶が衝突その他の航行上の事故を生じた際には、当該船舶の旗国と乗組員が属する国の当局のみが船長その他の乗組員の刑事裁判権を有する。仮に船長以下乗組員が乗船していない無人船舶が航行上の事故を生じさせた場合には、少なくともここで規定される「船長その他当該船舶に勤務する者」の刑事上の責任は存在しないことになる。事故の原因が誰にあるかについては、遠隔操船や自動操船など、事故当時の船舶の状況によって変化することになる。そのためそうした船舶の運航に関わる人物が本規定の「当該船舶に勤務する者」に含まれるかについて、どのように解釈していくかが重要となる。

ii. SOLAS 条約・船舶安全法

「海上における人命の安全のための国際条約 (SOLAS 条約: The International Convention for the Safety Of Life At Sea)」は、1912年に北大西洋上で起きたタイタニック号の沈没事故を契機に1914年に制定された国際条約である。タイタニック号の事故の後、それまで各国が独自に規定していた船舶の安全性確保について、条約の形で国際的に取り決める気運が高まることとなる。当時のドイツ皇帝ヴィルヘルム二世の提唱により、1914年1月、「海上における人命の安全のための国際会議」が欧米主要海運国13ヶ国の出席のもとで開催され、SOLAS条約が採択されたが、第一次世界大戦勃発のため、英国、スペイン、オランダ、スウェーデン及びノルウェーの5ヶ国が批准したにとどまり発効には至らなかった。

SOLAS条約はその採択以降、技術革新や社会情勢等に対応するため、度々修正され現在に至っている。現行の1974年条約は、それ以前の1960年条約の採択以降に生じたされて以来の海上輸送構造の変化、造船技術の進歩等の情勢に応じて「政府間海事協議機関 (IMCO: Intergovernmental Maritime Consultative Organization)」の海上安全委員会で審議された技術的安全要件の確実な実施を図るために1974年11月、我が国を含む67ヶ国の参加のもとで開催された「1974年の海上における人命の安全のための国際会議」において採択されたものである。本条約では、安全規制が一段と強化されたほか、今後の技術革新等に即応するため、条約改正手続きの簡素化が図られた。

1974年 SOLAS 条約において附属書により定められた規定は以下の通りである。

- ① 一般規定（検査の種類や時期、条約証書の発給およびPSCについて）
- ② 構造（区画および復原性並びに機関および電気設備、防火並びに火災探知および消火について）
- ③ 救命設備（危険な状態に陥った際に乗船者が脱出するための救命設備の要件や乗組員の訓練等について）
- ④ 無線通信（無線設備の設置要件、技術要件、保守要件等について）
- ⑤ 航行の安全（船舶が安全に航行するため締約国政府及び船舶が執るべき措置、海上における遭難者の救助並びに船舶に備える航行設備の要件等について）
- ⑥ 貨物の運送（貨物の積付け及び固定等の要件について）
- ⑦ 危険物の運送（危険物の包装、積付け要件等および危険物をばら積み運送するための船舶の構造、設備等について）
- ⑧ 原子力船（原子力船の追加的安全要件について）
- ⑨ 船舶の安全運航の管理（運航管理が適切に行われていることを確保するための要件について）
- ⑩ 高速船の安全措置（高速船の安全確保のための要件について）

- ⑪ 海上の安全性を高めるための特別措置（ばら積み貨物船・油タンカーに対する検査強化措置、操作要件に関する寄港国による監督等について）
- ⑫ ばら積み貨物船の安全措置（ばら積み貨物船の追加的安全措置について）

以上の規定のうち、例えば②や③に規定されるような船舶の構造面の安全基準は、乗組員の存在を前提としたものであるため、自動運航船、特に無人で航行する船舶の実用化に際して検討が求められると考えられる。

我が国においては本条約を国内法化した「船舶安全法」が制定され、日本船舶の堪航性確保および人命の安全の確保に必要な施設を定め、船舶に船体、機関、帆装、排水設備、操舵、繫船および揚錨設備、救命および消防設備、居住設備、衛生設備、航海用具、危険物その他の特殊貨物積付け設備、荷役その他の作業設備、電気設備等を施設することが義務づけられているほか、これらの設備の検査についても定められている。このうち、居住設備や救命設備、衛生設備等に関しては前述の通り乗組員の存在を前提としたものであり検討が必要である。

iii. COLREG 条約・海上衝突予防法

海上衝突予防法は 1892 年に制定された。同法は、1889 年の国際海上衝突予防規則に基づき制定されたものである。その後、1960 年に IMCO は 1960 年の国際海上衝突予防規則を採択し、我が国はこれに伴って 1964 年に海上衝突予防法を改正した。そして 1972 年には、「1972 年の海上における衝突の予防のための国際規則に関する条約 (COLREG 条約: Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972)」が採択され、我が国においても、1977 年に海上衝突予防法が全面的に改正されている。

海上衝突予防法は、行会い船の航法や横切り船の航法など、海上交通における基本原則が規定されている、海における「道路交通法」に相当する。本法第 3 条第 1 項では、「この法律において『船舶』とは、水上輸送の用に供する船舶類（水上航空機を含む。）をいう。」と定義されている。したがって、船舶と認めるうえでどのような設備を有しているか等、構造的な条件は定義されていない。自動運航船が本法の対象となるかを検討するうえでは、自動運航船が「水上輸送の用に供する」かどうかを検討しなければならない。本研究は貨物船の自動運航化を題材としているため、自動運航船に本法は適用されるものとする。

① 見張り

視界制限状態の有無にかかわらず適用される航法として、「適切な見張り」についての規定がある。同法第 5 条第 1 項は、「船舶は、周囲の状況及び他の船舶との衝突のおそれについて十分に判断することができるように、視覚、聴覚及びその時の状況に適した他のすべての手段により、常時適切な見張りをしなければならない。」と規定している。この規定では、船舶がしな

ければならない適切な見張りとして視覚及び聴覚を用いることが規定されているが、無人の自動操船では人間の視覚、聴覚を直接用いずコンピュータが衝突のおそれを判断し避航する操船が想定される。

海上衝突予防法をはじめ、船舶の運航に関するほとんどの国内法及び条約では、乗組員が船内から操船を行う形態の運航が前提となっており、本規定の内容も無人操船については想定していないと考えられる。そのため無人操船の実用化では「人間の」視覚、聴覚を適切な見張りであることの必要条件に含まないよう条項を改正する必要がある。そのうえで、適切な見張りの目的が「周囲の状況及び他の船舶との衝突のおそれについて十分に判断すること」であるから、コンピュータにその能力があることが技術的に認められる場合には、コンピュータによる見張りを適切な見張りとして許容することも可能と考えられる。その場合、カメラの性能や設置場所、配置の数について基準を定める必要がある。

また、船内が無人であっても、船外からカメラ等を用いて操船を行う遠隔操船も自動運航船として想定されている。この場合は、同規定の文言「視覚、聴覚」について、機器を通じた視覚、聴覚による認識は禁じられていないことから、改正の必要はないように思われる。船橋に設置されたカメラなど、可能な限りの装備を船舶に搭載したうえで、適切に見張りを行うことで、本規定を遵守していることとなると考えられる。

② 安全な速力

同法第6条では、「船舶は、他の船舶との衝突を避けるための適切かつ有効な動作をとること又はその時の状況に適した距離で停止することができるように、常時安全な速力で航行しなければならない。」と規定されている。またその際には以下の要素を考慮する必要がある。

- A) 視界の状態
- B) 船舶交通のふくそうの状況
- C) 自船の停止距離、旋回性能その他の操縦性能
- D) 夜間における陸岸の灯火、自船の灯火の反射等による灯光の存在
- E) 風、海面及び海潮流の状態並びに航路障害物に接近した状態
- F) 自船の喫水と水深との関係
- G) 自船のレーダーの特性、性能及び探知能力の限界
- H) 使用しているレーダーレンジによる制約
- I) 海象、気象その他の干渉原因がレーダーによる探知に与える影響
- J) 適切なレーダーレンジでレーダーを使用する場合においても小型船舶及び氷塊その他の漂流物を探知することができないときがあること。
- K) レーダーにより探知した船舶の数、位置及び動向
- L) 自船と付近にある船舶その他の物件との距離をレーダーで測定するこ

とにより視界の状態を正確に把握することができる場合があること。

この中で、自船の灯火の反射や風、海面の状態などが規定されていることから、遠隔操船を行う場合にはこれらの規定との関係を整理しておく必要があるだろう。

③ 船員の常務

海上衝突予防法第 38 条第 1 項では、「船舶は、この法律の規定を履行するに当たっては、運航上の危険及び他の船舶との衝突の危険に十分に注意し、かつ、切迫した危険のある特殊な状況（船舶の性能に基づくものを含む。）に十分に注意しなければならない。」と規定されている。また同法第 39 条では、「この法律の規定は、適切な航法で運航し、灯火若しくは形象物を表示し、若しくは信号を行うこと又は船員の常務として若しくはその時の特殊な状況により必要とされる注意をすることを怠ることによつて生じた結果について、船舶、船舶所有者、船長又は海員の責任を免除するものではない。」と規定されている。

海上においては、具体的にルール化することが困難な状況が多々あり、こうしたルール化が困難な点について、海上衝突予防法では船舶の運航にあたって長い間に培われてきた良き慣行である「グッドシーマンシップ」に基づいた操船者の適切な判断に委ねられており、操船者が、その状況に応じて当然必要とされる注意を怠ったときには責任を免れないとしている²³。以上のことから、海上衝突予防法第 38 条第 1 項に言う「危険」とは、人の意思を介在させたいうでの判断を含んでいるものと思われる。また、「十分に注意」という文言の注意という言葉には、一般的に「人の意識」を含むことからすれば、注意を払う主体は当然人であり、人による判断を必要とすることとなる。

遠隔操船の場合、同法第 38 条については、見張りによる情報収集を船橋で行うか、陸上等船外（母船から遠隔操縦船をコントロールする場合なども含む）から行うかの違いはあっても、最終的には人の意思決定が介在する限り、遠隔操縦者による無線を介した切迫した危険の判断は許容されているものと思われる。

第 39 条については、「船員の常務」における「船員」に、船外から遠隔操船を行う者が含まれるのかが問題となる。海上衝突予防法上、船員についての定義はない。船員法第 1 条第 1 項では、船員とは、「日本船舶又は日本船舶以外の国土交通省令で定める船舶に乗り組む船長及び海員並びに予備船

²³ 国土交通省海難審判所「船員の常務」

<https://www.mlit.go.jp/jmat/monoshiri/houki/houkinyumon/jyoumu/jyoumu.htm> 参照、2021 年 6 月 25 日閲覧

員をいう」と定義されている。ただし、船員法は、船長の権限や海員の規律を定めた部分とそれ以外の船員の労働条件に関する部分からなっており、労働法規としての性格を持つ。したがって、船員法は交通法規である海上衝突予防法とは目的を異にし、海上衝突予防法上の船員概念は船員法上のそれと同一ではないと考えられる²⁴。

以上のように、海上衝突予防法上の操船者の範囲よりも、広く船員が定義されているのが船員法上の船員概念である。このことから、両法規の船員概念については法規の目的に照らして異なったものと解釈されるべきである。そして、海上衝突予防法第39条の「海員の責任」とは「結果についての責任」であり、それらの責任を負う主体である操船者と解することができるから、遠隔操縦する者も海員に含まれると解することが可能である。

海上衝突予防法第38条第1項では、「十分に注意」という文言を用い、同法第39条は、「必要とされる注意」という文言を用いている。ここでの主体はあくまでも人間であり、人ではないコンピュータが注意を払う主体となることは現行法の解釈上、許容されていないと思われる。また第39条の適用についても、操船についての決定を行う人工知能等は、少なくとも現行法下においては、刑事上、民事上、行政上の責任を負う主体とすることは困難であるため、船員には人工知能等は含まれないと思われる。このため、人工知能等への第39条の適用は困難であろう。

iv. STCW条約・船員法

「船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約(STCW条約:The International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers)」は、1967年、ドーバー海峡にて、リベリア籍タンカー、トリーキャニオン号の座礁により大規模な海洋汚染事故が発生した海難を契機として制定された国際条約である。トリーキャニオン号座礁事故の後、ロンドンにおいて船員の訓練および資格証明に関する国際会議が開催され、先進海運国はもとより、発展途上国をはじめ、便宜置籍国、社会主義国など海運に関係のあるほぼ全ての国が代表を派遣し、72ヶ国以上が参加する会議となった。そして1978年7月7日にSTCW条約が採択され、1984年4月28日に発効した。

STCW条約では、乗組員の乗船を想定したそれらの資格や当直基準について詳細な規定が置かれている。本条約を国内法化したものとして「船舶職員および小型船舶操縦者法」や「船員法」等の関係法令があるが、中でも船員法は、主として海上労働法として、労働基準法の特別法的な位置づけのある一方で、海

²⁴ 梅田綾子・清水悦郎・南健悟・三好登志行「自動運航の実現に向けた法的課題報告書」https://www.jlf.or.jp/assets/work/pdf/kenkyu-no130_houkoku.pdf、76頁参照、2021年6月25日閲覧

上危険や海上労働の特殊性も相俟って、船舶航行の安全確保の側面も有している。

船舶の安全性や船内秩序維持のため、船長は船内の者に対する指揮命令権を有するとともに、国土交通省令の定めるところにより、発航前の堪航能力検査義務を有する。また、船長は出入港時及び狭水道航行時等における甲板上の指揮義務、在船義務、船舶に危険がある場合における処置義務、船舶衝突時の処置義務、遭難船舶等の救助義務、操練実施義務等を負うとされる。

航海当直や船員の資格等については、他にも多くの規定を有している。

例えば、船員法第 117 条第 2 項では、船舶所有者は航海当直をすべき職務を有する部員として部員を乗組ませようとする場合には、国土交通大臣により航海当直をするために必要な知識および能力を有すると認定され、船員手帳に認定の証印のある者を航海当直部員として乗組ませなければならないと定められている。また同条第 3 項では、船舶所有者は、平水区域を航行区域とする以外のタンカー（石油若しくは石油製品、液体化学薬品、または液化ガス物質をばら積みで輸送するために使用される船舶）には、国土交通大臣より危険物または有害物の取扱いに関する業務を管理するために必要な知識および能力を有すると認定され、船員手帳に認定の証印のある者を危険物等取扱責任者として乗組ませなければならないと定められている。

船員法は海上労働安全だけでなく船舶交通の安全に関する規定を有した、船舶の安全に関する規則であるといえる²⁵。自動運航船の実用化との関係では、特に無人船舶を想定する場合、乗組員がいない船舶に対しこれらの規定をどのように適用するかが問題となるだろう。

3. 船員の資格に関する条約及び国内法

STCW 条約附属書第 2 章以下に、甲板部の当直を担当する職員の資格証明のための要件、船長、一等航海士の要件が規定されている。枠組みとしては、総トン数 500 トン以上の船舶の当直職員の資格を一般的に定めたうえで、総トン数 3,000 トン以上の船舶の船長及び一等航海士の資格証明書を得るためには、船長は 36 ヶ月以上、一等航海士は 12 ヶ月以上の海上航行業務を行ったことがあること、さらに承認された教育・訓練の修了、総トン数 3,000 トン以上の船舶の船長や一等航海士にふさわしい能力（航海計画及び航海の指揮、船位の決定や当直体制及び手順の確立）があることを要件としている。船長と一等航海士に要求する知識面で大きな差がないのは、STCW 条約では、航行する区域が同じであれば、船舶職員に必要とされる知識及び技能は船舶の大きさに関わらず同一であるべきとの考え方が取り入れられているためである。

²⁵ 国土交通省「船員法の概要」

<https://www.tb.mlit.go.jp/kyushu/senpakutouken/pdf/bunyabetu-4-siryouseninhou.pdf> 参照、2021 年 6 月 25 日閲覧

船員の資格について定めた国内法として、船舶職員及び小型船舶操縦者法（船舶職員法）が 1951 年に制定され、1952 年 8 月 1 日から施行された。同法は、1896 年に制定された旧船舶職員法を廃止して新たに立法されたものであり、20 トン未満の船舶のための小型船舶操縦士の資格や、丙種船長及び丙種機関長の資格が新たに設けられている。

その後、船舶職員法は 1982 年に大幅な改正がなされているが、この改正は STCW 条約を国内法に反映させるべく行われたものである。

船舶職員法の適用船舶については以下の通り定められている。

船舶とは、第 29 条第 3 項（外国船舶の監督）に規定する場合を除き、日本船舶（船舶法第 1 条に規定する日本船舶をいう）、日本船舶を所有することができる者が借り入れた日本船舶以外の船舶（国土交通省令で定めるものを除く。）又は本邦の各港間若しくは湖、川若しくは港のみを航行する日本船舶以外の船舶であつて、次に掲げる船舶以外のものをいう。

- ① ろかいのみをもつて運転する舟
- ② 係留船その他国土交通省令で定める船舶

ここで、上述の「国土交通省令で定める船舶」とは同法施行規則第 2 条第 2 項で以下の通り規定されている。

- ① 長さが三メートル未満であり、推進機関の出力が一・五キロワット未満である船舶であつて、国土交通大臣が指定するもの
- ② 係留船、被えいはしけその他これらに準ずる船舶
- ③ 国土交通大臣が指定する水域のみを航行する船舶
- ④ 前三号に掲げる船舶のほか、船舶の航行の安全の確保に支障がないものとして告示で定める船舶

上記④の「告示で定める船舶」については、「船舶職員及び小型船舶操縦者法施行規則第 2 条第 2 項第 3 号の水域を指定する件（平成 20 年 3 月 31 日国土交通省告示第 411 号）」があり、例えば、東京ディズニーランド内の人工池やユニバーサル・スタジオ・ジャパン内の人工池などがその水域に該当する。したがって、これらのテーマパーク内の船舶については、同法の定める船舶に該当せず、同法の適用が除外される。図 3.3.1 は東京ディズニーランド内で運航されている「マーク・トウェイン号」である。



図 3.3.1

(出典：東京ディズニーランド「アトラクション」

<https://www.tokyodisneyresort.jp/tdl/attraction/detail/159/>、2021年6月23日閲覧)

自動運航を実施するうえでも、船舶の航行の安全の確保に支障がない場合には、当該自動運航船の航行区域を含む一定の水域を上記告示の対象とすれば、同法の適用は除外されるため、同法で規定される船舶職員の資格要件についての議論を回避することは可能であると考えられる。したがって以下ではこうした船舶については扱わないこととする。

我が国の従来 of 船舶職員法は、上記の STCW 条約と異なり同じ航行区域の船舶であっても、総トン数が大きい船舶に乗組む船舶職員の資格は、総トン数の小さい船舶に乗組む者の資格より上のレベルを要求してきた。この趣旨は、「船舶の大きさが操船の容易性、航法の違い、関係の海事法規による規制の違い等に密接に関係しているために、船体が大きくなればそれだけ船舶職員に対して、より高度な知識・技能が要求されると考えられ、また我が国のように大型タンカーから小型漁船に至るまで様々な大きさの船舶が様々な海域を航行しているような国においては、同一海域における船舶職員の資格を船舶の大きさに関わらず同一としておくことは、現実的ではない」との判断によるものである²⁶。このような従来 of 我が国の法体系を踏まえたうえで、船舶職員法第 18 条第 1 項では、船舶の大きさ、航行区域、大きさ、推進機関などに応じて船長及び船長以外の船舶職員を乗組ませるよう、乗組み基準を規定している。そして同法施行令第 5 条では配乗表が定められ、平水・

²⁶ 運輸省海技資格制度研究会『改正船舶職員法の解説』（成山堂書店、1985年）16頁

沿海・近海・遠洋²⁷といった4つの区分に応じて、船舶及び漁船の総トン数が5,000トン、1,600トン、500トン、200トンの4つの基準（船長及び航海士）、並びに推進機関の出力が6,000kW、3,000kW、1,500kW、750kWの4つの基準（機関長及び機関士）をもとに、乗り組ませる船舶職員が受有すべき資格が規定されている。

また、船舶職員が上記の乗り組み基準を満たすためには、試験を受けるほか一定の期間、職員として乗船し履歴をつける必要がある。このように、海技士（航海）及び海技士（機関）の免状を取得してから特定の乗船履歴を積むまでの間、船舶への乗り組みに一定の制限が課せられ、船舶の航行区域や推進機関の出力の大きさの区分ごとに、それぞれの乗船履歴に応じた海技免状により就くことのできる船舶職員の職に限定がつく仕組みを、履歴限定制度という。

例えば、海技士（航海）の場合、表3.3.1のようになっている。

表 3.3.1

	200 トン未満	200 トン以上 1,600 トン未満	1,600 トン以上
海技免許取得時	船長できない (遠洋船のみ)	船長できない	船長、一等航海士 できない
1 段階限定解除 (1 年間の履歴)	限定なし	船長できない	船長できない
2 段階限定解除 (3 年間の履歴)	限定なし		

以上のように、一部の船員は実際に乗船し経験を積むことが必要になる。そこで以下では船員の訓練について検討する。

4. 船員の訓練

i. 乗船実習

海技士の免許のうち、操船や荷役の管理などを担当する航海士の免許、海技士（航海）は一級から六級に分けられるが、遠洋外航商船に航海士として乗船する場合に必要となるのは三級海技士（航海）の免許である²⁸。

²⁷ 船舶安全法施行規則第1条第6項～第9項に定められている航行区域の区分は以下の通りである。

「平水」湖、川及び港内の水域

「沿海」概ね本邦、樺太本島及び朝鮮半島の各海岸から20海里以内の水域

「近海」東経175度、南緯11度、東経94度、北緯63度の線により囲まれた水域

「遠洋」全ての水域

²⁸ 船舶職員法施行令第5条に定められた乗組基準では、運航する船舶の総トン数及び航行区域に応じて配乗すべき航海士や機関士の免許が定められているが、そのうち遠洋区域を航行区域とする船舶で総トン数5,000トン以上の船舶では、三等航海士及び二等航海士は三級海技士（航海）、一等航海士は二級海技士（航海）、船長は一級海技

三級海技士の免状取得のためには筆記試験、身体検査及び口述試験に合格する必要がある²⁹が、船舶職員法第14条では口述試験の受験資格として、国土交通省令で定める乗船履歴が必要とされている。この乗船履歴は、大手船社の社船実習や、独立行政法人海技教育機構が練習船で行う乗船実習を修了することなどにより得られる。

海技教育機構のHPでは、練習船を用いた乗船実習の意義について「練習船では、海運界の将来の担い手を育成するため、船舶職員に必要な応用実践力と高度な知識技能の修得、さらに指導性や行動習慣の体得を目指した実習訓練が行われています。また、国際航海に従事する上で必要な幅広い視野と教養を高めることも実習の大きな目的となっています。」と記載されている³⁰。

① 応用実践力

船舶の運航においては、気象、海象や周囲の船舶の動向などが常に変化するものであり、船舶職員はそれらの要素を把握して船舶を安全に航行させなければならない。そうした様々な変化に対応する能力が船舶職員に必要な応用実践力であるといえるだろう。

乗船実習では、実際に練習船を動かし航海を行っている。航海科の実習の場合、海潮流に応じて適切に舵をとることや、他の船舶との衝突を避ける避航等の操船技術を学べるほか、海図を使用した航路の選定や離着岸にも関わることで船上業務を実践的に学ぶことができる。

② 知識技能

船舶を安全に運航するためには、船の構造や航海術、関連する法規の内容等幅広い専門知識が必要であり、かつそれらを適切に活用できなければならない。知識を習得し、それを実際に使って船舶の運航にあたることで船舶職員に必要な高度な知識技能を修得できる。

乗船実習では、座学がカリキュラムに組み込まれており実習生はそこで法規などの専門知識を学ぶ。また船の構造や航海計器、機関の扱いなどについては実際の設備を見て触れることで学ぶことができる。

③ 行動習慣

船舶職員は、陸から隔離され限られた空間で数日～数ヶ月過ごさなければ

士（航海）の免許を有していなければならないと定められている。

²⁹ 船舶職員法第13条の2では、国土交通大臣の登録を受けた船舶職員養成施設の課程を修了した者については、国土交通省令で定めるところにより、学科試験の全部又は一部を免除できると定められており、その場合、筆記試験は免除され、身体検査及び口述試験の合格をもって最終合格となる。

³⁰ 独立行政法人海技教育機構「練習船」

<https://www.jmets.ac.jp/academic/ship/index.html> 参照、2021年9月4日閲覧

ばならないという点で、特殊性の強い職務体系を有するといえる。船内では娯楽が限られる中、常に業務と隣合わせで過ごさなければならないため、船舶職員になるうえで自己のメンタルをコントロールすることは重要な課題である。また、通常1つの船舶には複数の船舶職員が乗船しており、乗員の居住区にまとまって生活している。そうした環境下では自分だけでなく他者にも配慮しつつ集団生活を送らなければならない。以上の理由で、船内における適切な行動習慣も船舶職員が身につけておかなければならないものである。

練習船では多くの実習生が同時に実習を行い、また起床や就寝、食事の時間が適切に管理されるため、船内の行動習慣を身につけることができる。

④ 乗船実習で得られないもの

乗船実習は海技士の免許を取得するために必要な実習であり、上記のように、練習船では船舶を安全に航行させるための実習ができる。その一方で、一般商船のように貨物の輸送に関する設備や業務があるわけではないため、この点は実習ではほぼ学ぶことができない。

海技教育機構は、現在、日本丸、海王丸、青雲丸、銀河丸、大成丸の5隻を練習船として運航している。航行区域はいずれも遠洋で、総トン数は最小のもので海王丸の2,556トン、最大で銀河丸の6,185トンである。そのため、練習船の士官は三級海技士以上の免状を取得していなければならない。

上述のとおり、学生が三級海技士の免状を取得するためには実際に船で実習を行わなければならない³¹。船員が乗り組まない、もしくは少数の船員で運航を行う自動運航が主流となった場合に、どのように若い船員を育成するかが重要な課題となる。

そこで、船舶との比較対象として航空機を挙げ、航空業界で行われるパイロットの養成がどのように行われているかを調べることにする。

ii. 船舶と航空機の比較

① 船舶と航空機の共通点

船舶と航空機の間には、構造や国際法上の扱い、運用上の慣行等に多くの共通点がある³²。操縦という場面において、船舶、航空機のいずれも、その船体、機体は大規模かつ複雑な機械であり、これを操作するためには高度な

³¹ 海技教育機構以外に、東海大学や東京海洋大学の海洋科学専攻科、水産高校においても実習船を用いた航海実習が行われている。

³² 例えば、船舶に搭載が義務付けられている舷灯は、右が緑色で左が赤色に統一され、航空機も同様である。また船舶にも航空機にも、原則として旗国主義が採用されている。運用上の共通点としては、どちらも距離の単位として「NM」を使用する点や、船長及び機長を「Captain」と呼ぶ点が挙げられる。

専門知識及び技能が求められる点で共通している。また、ブリーフィングの実施や日誌の記入など、業務の内容にも類似する部分が多い。

② 船舶と航空機の相違点

一方で、航海士と航空機の操縦士では、業務の性質にいくつかの違いがある。

まず、位置決定について、航海士は航海中、周囲を目視することで自船が海図上のどこにいるかをできる限り正確に把握できる。一方、航空機の操縦士は、周囲を目視して機体の位置を把握するわけではなく³³、ドップラーレーダーや慣性航法装置のような自蔵航法装置を用いる航法や、地上航行援助施設からの信号等による無線航法により、機体の位置を把握する。

船舶もレーダー等の航海計器により、計器のみに頼って自船の位置を決定することは可能である。実際に周囲に顕著な物標がない公海上や夜間で周囲が見えない場合には、航海士も計器により位置決定を行うことになる。しかし、船舶運航における基本的な位置決定手段は、周囲の物標の目視による測位であり、訓練においても重点的に教育されている。

次に避航動作についてである。船舶を安全に運航するため、船橋で当直にあたる航海士の業務として最も重要視されているのは周囲の見張りである。それは航海士による周囲の目視が位置決定の目的だけではなく、主に他船との衝突のおそれを判断する手段でもあり、他船と衝突するおそれがある場合には、法律の内容に従い針路を転じる等の避航操船が必要となる。上空で航空機と他の航空機との間に衝突のおそれが生じることは稀であり、仮に衝突のおそれがあっても操縦士がそれを目視で判断し衝突を避けることは不可能である。したがって、航海士と航空機の操縦士の訓練には、「衝突のおそれを判断し避航する」訓練の有無という違いがある。

こうした相違の根本は、海上と空中の環境の相違であろう。船舶の航行環境と異なる、航空機の飛行環境として、

- A) 停止できない（回転翼機除く）
- B) 高度の変化をともしなう
- C) 高速に移動する

等の特徴がある。そのため、日常生活のナビゲーションが2次元（位置、時

³³ もっとも、航空機の航法として目視による位置決定手段がないわけではなく、古くから船舶と同じく推測航法や地文航法、天測航法が発展を遂げてきた歴史がある。中でも、航空機と気流との相対運動の方向及び大きさを知ることによって位置を求める推測航法は、現在でもさまざまな航法の原理となっている。しかしこうした古来からの航法は、現在は実務上ほとんど使われておらず、この点も船と同様であるといえる。

間)であるのに対し、空中における環境は「姿勢」と「高度」の次元を加えた4次元(位置、高度、姿勢、時間)のナビゲーションといわれる³⁴。一方で船舶のナビゲーションには「姿勢」や「高度」の操作はなく、代わりに「測位」と「避航」という特殊性がある。

こうした違いにより、船舶と航空機では運航上警戒すべきエラーの種類に違いがある。

航空機の墜落事故の多くは、パイロットによる機器の操作ミスや、機体の整備不良が原因である。表3.4.1は1950年代～2010年代における、原因が判明している航空機事故の件数である。

表 3.4.1

RAW DATA								
Cause	1950s	1960s	1970s	1980s	1990s	2000s	2010s	All
Pilot Error	82	119	112	67	77	48	28	533
Mechanical	43	62	45	36	35	22	10	253
Weather	25	15	22	22	10	8	5	107
Sabotage	6	9	20	20	13	9	4	81
Other	9	21	31	16	22	10	2	111
	165	226	230	161	157	97	49	1,085

(出典:PlaneCrashInfo.com「Accident statistics」

<http://www.planecrashinfo.com/cause.htm>、2021年6月24日閲覧)

以上の内容から、航空機の操縦士が最も訓練しなければならないことは機体の操作方法であり、高高度で飛行中、いかに機体の姿勢を維持するかが最も重要であるといえる。

一方で船舶の事故の多くは、航海士の見張り不十分や、不適切な操船による座礁や衝突である。したがって航海士が最も訓練しなければならないことは見張りによる周囲の状況の把握、衝突回避のための操船であることがわかる。

さらに、航海士と航空機の操縦士の大きく異なる点として、当直業務以外の生活環境の違いも挙げられる。航海士は、通常数ヶ月～半年程度を船上で過ごしているため、その間は常に業務と隣合わせの生活が続く。また、船に

³⁴ 相羽裕子「航空機のナビゲーションについて」<https://psych.or.jp/wp-content/uploads/2017/10/63-27-28.pdf> 参照、2021年6月24日閲覧

は複数の職員が乗船しており、彼らと集団生活をしなければならない。一方航空機は数時間～十数時間でフライトを終えるため、操縦士は1日ごとに乗務時間が決められており、勤務日以外は休日となる。そのため機内では操縦以外の日常生活を送ることはない。

航海士の訓練と航空パイロットの訓練とを比較するときには、こうした違いのあることに注意しなければならない。

iii. 航空パイロットの資格

航空業務を行おうとする者は、国土交通大臣の航空従事者技能証明（ライセンス）を受けなければならない。この技能証明を受けた者を「航空従事者」と呼び、そのうちパイロット（操縦士）には、

- ① 自家用操縦士
- ② 事業用操縦士
- ③ 定期運送用操縦士

の3種類の資格がある。操縦士になろうとする場合、通常①の資格から順次上位の資格を取得し③の資格を取得していくこととなる。

それぞれの資格によって行うことができる業務の範囲は以下のとおりである

³⁵。

① 自家用操縦士

航空機に乗り組み、報酬を受けずに、無償の運航を行う航空機の操縦を行うこと。

② 事業用操縦士

航空機に乗り組んで次に掲げる行為を行うこと。

- A) 自家用操縦士の資格を有する者が行うことができる行為。
- B) 報酬を受けて、無償の運航を行う航空機の操縦を行うこと。
- C) 航空機使用事業の用に供する航空機の操縦を行うこと。
- D) 機長以外の操縦者として、航空運送事業の用に供する航空機の操縦を行うこと。
- E) 機長として、航空運送事業の用に供する航空機であって、構造上、一人の操縦者で操縦することができるもの（特定の方法又は方式により飛行する場合に限りその操縦のために二人を要する航空機にあつては、当該特定の方法又は方式により飛行する航空機を除く。）の操縦を行うこと。

³⁵ 国土交通省「パイロットになるには」

<https://www.mlit.go.jp/about/file000041.html> 参照、2021年9月4日閲覧

③ 定期運送用操縦士

航空機に乗り組んで次に掲げる行為を行うこと。

- A) 事業用操縦士の資格を有する者が行うことができる行為。
- B) 機長として、航空運送事業の用に供する航空機であって、構造上、その操縦のために二人を要するものの操縦を行うこと。
- C) 機長として、航空運送事業の用に供する航空機であって、特定の方法又は方式により飛行する場合に限りその操縦のために二人を要するもの（当該特定の方法又は方式により飛行する航空機に限る。）の操縦を行うこと。

これらの操縦士になるためには、一定の年齢及び飛行経歴を充足し、さらに資格別、航空機の種類（飛行機・回転翼航空機・飛行船及び滑空機）別に行われる国家試験を受け、これに合格し技能証明の交付を受ける必要がある。また、操縦士は常に健康の保持に留意しなければならないため、定期運送用操縦士の場合は半年に1回、その他の乗組員の場合は1年に1回、国土交通大臣又は指定航空身体検査医による身体検査を受けて合格し、航空身体検査証明の交付を受ける必要がある。したがって、航空機乗組員が航空機に乗り組んで航空業務を行う場合は、技能証明書と航空身体検査証明書の双方を所持しなければならないこととなる。また電波法に基づく無線従事者の資格も必要となる。

国内にある航空パイロットの養成機関は以下の通りである。

① 学校

独立行政法人航空大学校は、国内で唯一の公的な操縦士教育訓練機関であり、入学して2年間もしくは4年間、座学とフライト訓練を行うことでライセンスを取得できる。受験するためには身長や年齢の制限のほか、以下の条件を満たす必要がある。

- A) 学校教育法による修業年限4年以上の大学に2年以上在学し、全修得単位数が62単位以上の者
- B) 学校教育法による短期大学又は高等専門学校を卒業した者
- C) 専修学校の専門課程の修了者に対する専門士及び高度専門士の称号の付与に関する規程による専門士、又は高度専門士の称号を付与された者

また東海大学や千葉科学大学など、修了時に操縦士になるためのライセンスを取得することができるコースのある、4年制大学がある。

② 自社養成

ANA や JAL といった大手エアラインのように、大学および大学院の新卒者を対象に、未経験者を操縦士として入社後に育成する自社養成コースを有

する航空会社がある。

自社養成コースの訓練内容は会社によって異なるが、多くの会社で実機のほか、シミュレータによる訓練を取り入れている。

例えば、エアラインの自社養成コース入社や航空大学校入学に際して、操縦適性検査がある。操縦適性試験はフライトシミュレータを使って、人間性・学習能力・適応力・判断力を図ることが目的とされており、操縦士としての技能よりも適性を見極めるために行われる。

また操縦訓練においても、フライトシミュレータは多用されている。航空機は型式によって構造や操縦方法が大きく異なっており、操縦士は型式ごとの訓練を積む必要がある。そのため、フライトシミュレータは、特定の型式の航空機のコックピットとして完全に再現され、計器や操縦桿が実機と同一の配置・材質で構成されている。さらに、操縦士の操作に合わせてコックピットから見える外界の光景が変化するほか、シミュレータ自体が傾斜・振動することで、実際の運航に近い環境下で訓練が行える。

iv. シミュレータの利点

フライトシミュレータで訓練を行う利点は、まれにしか起こらない機体のトラブルや悪天候など特殊な条件を簡単に再現できることにある³⁶。操縦士は、様々な非常事態・緊急事態を想定した訓練を行う必要がある。航空機は、離着陸途中にエンジンの1つが故障しても、飛行を継続できるように設計されているが、フライトシミュレータでは、例えば「離陸滑走の途中で、片方のエンジンが火災により停止する」というシナリオに基づき、機器から発せられる警報の把握とそれに基づく操作、管制への通報、パイロット同士の連携といった一連の手順を繰り返し訓練している。こうしたシナリオ訓練を行う際、訓練を行うパイロットは、「どのタイミングで、どの機器が故障するのか」等のシナリオの内容を知らされないため、想定される様々な非常事態への対応を、実際のコックピットに近い環境下で行うことができる。

v. 船舶職員の訓練におけるシミュレータ利用

① 学校教育

一般商船に関する文部科学省所管の高等教育機関は、東京海洋大学及び神戸大学海事科学部の2大学である。この2大学は船員のライセンスである三級海技士（航海）、（機関）に関しての登録船舶職員養成施設及び登録免許講習の登録を国土交通大臣から受けている。さらに富山高等専門学校と、

³⁶ 国土交通省「パイロットの取組み」

<https://www.mlit.go.jp/koku/haneda/archive/column/pilot.html> 参照、2021年7月6日閲覧

鳥羽、広島、大島、弓削の4つの商船高等専門学校においてもライセンス教育が行われている³⁷。

大学では登録船舶職員養成施設として、操船シミュレータ、レーダ ARPA シミュレータ等を用いた教育訓練が行われている。

② 海運会社における訓練

我が国における民間の商船会社の一部では、自社の船員に対しシミュレータを用いた訓練が実施されている。

例えば、日本郵船グループは NYKSM (NYK Shipmanagement) 社のトレーニングセンターにおける操船シミュレータを使用し、年間約 100 名の操船教育・訓練を実施している。本論文執筆時は COVID-19 の感染の拡大により各国が渡航を制限していることを受け、船舶の安全運航維持のための教育・訓練のためのオンライン操船訓練コースを開設している。

この訓練ではトレーニングセンターにある操船シミュレータルーム内のビデオカメラ映像及び接続した機器の画像を、オンライン会議ソフトウェア上で共有することで、受講者がソフトウェアを介して操舵号令など、操船の指示を行うことができる。これによりシミュレータ映像とともに、レーダーや電子海図など、操船に必要な航海計器も同時の確認が可能になっている。図 3.4.1 は日本の大手船社で実際に利用されるシミュレータの画像である。

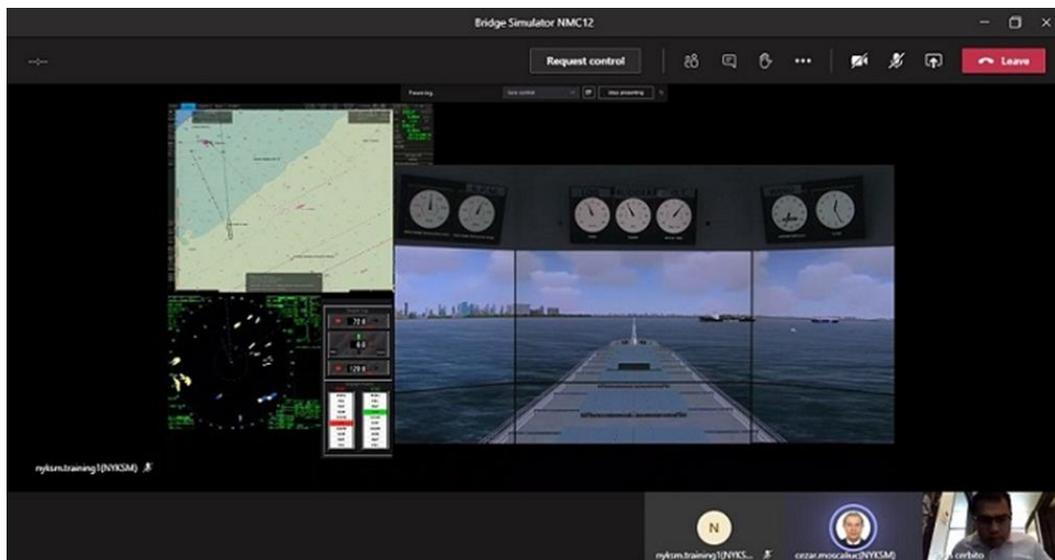


図 3.4.1

(出典：日本郵船「オンラインにおける操船訓練コースを開設」)

³⁷ 国土交通省「船員教育訓練機関及び関係船員教育機関」
<https://www.mlit.go.jp/common/001141941.pdf> 参照、2021年9月4日閲覧

https://www.nyk.com/news/2020/20201008_01.html、2021年6月23日閲覧)

③ 水先区の航行訓練

水先人の養成でもシミュレータ訓練が実施されている。従来、水先人になるためには船長としての実務経験が必要であったが、日本人船長の減少に伴う後継者の減少により、現在は船長経験を持たない者にも水先人の免許が取得できるような等級制免許となっている。

水先人の免許は業務を行う水先区ごとに異なるほか、案内できる船舶の総トン数によって一級から三級に分かれている。それぞれの等級で修了しなければならない養成教育の内容が決まっており、例えば三級水先人であれば、「航海、運用、法規、英語等の座学」9.5ヶ月、「操船シミュレータ」6ヶ月、「商船等の乗船」4ヶ月、「タグ乗船」0.5ヶ月、「水先現場」10ヶ月の課程となる。

また、強制水先制度についても述べておく。水先人が業務を提供する水先区は、水先法に基づく政令（水先法施行令）により、外航船が多く出入りする港、湾、内海の水域に設定されている。現在は「釧路港等、港の水域毎に設定された水先区」と「東京湾など複数の港を含む湾・海峡・内海の水域に設定された広域の水先区」と、合わせて34の水先区がある。

水先区の中でも、特に船舶が混雑し、地形や水路が複雑で、気象や潮流の状況が厳しい港や水域があり、そのような場所では海難事故が発生するおそれが高い。そうした海域では、海上交通の秩序を維持し、港湾施設や水域環境を保護する観点から、水先人を要請するか否かを船長の判断に委ねるのではなく、水先法により一定基準以上の船舶に対して水先人の乗船が義務づけられている。このような港や水域を「強制水先区」と呼び、この制度を「強制水先制度」という。現在、日本では横須賀や関門等の港域と、伊勢三河湾や大阪湾等の水域に11の強制水先区が設定されている。この強制水先区を航行する船舶の船長に対する航海実歴回数軽減のために、操船シミュレータ講習が行われている。

強制水先区の航行における水先人の免除について、「水先法施行規則の一部を改正する省令附則第4項の国土交通大臣が定める回数を定める告示(平成17年国土交通省告示第506号)」及び「水先法施行令の一部を改正する政令及び水先法施行規則の一部を改正する省令の施行に伴う航海実歴認定等に係る事務の取扱いについて(平成17年4月1日付け国海資第1-2号)第3条」の規定に基づき、国土交通大臣が認める操船シミュレータ講習の課程が実施されることになった。

強制水先区における水先人の免除は、以前から一定期間内に規定の水先人乗船実履歴回数を満たすことで、航海実歴認定として行われていた。2005年、この水先法の改正により航海実歴認定に必要な履歴回数が増加された

が、この新しい制度では、これまでの乗船実履歴のみの制度から、乗船実履歴と操船シミュレータ講習による履歴回数が加算され、当該強制水先区の航海実歴認定を行うことになっている。

vi. 自動運航船が普及した場合の航海士の育成

以上の内容を踏まえたうえで、船舶の自動運航が普及した場合の航海士の育成について検討する。

① 操船技術

A) 遠隔操船

貨物輸送の場面で遠隔操船が多く利用されるようになった際に、航海士の操船技術訓練をどのように行うべきかを考える。

船長及び航海士の操船には離着棧や避航といった作業が含まれる。離着棧においては自船の操縦性能、避航操船には、海上衝突予防法等の法規や運用上の慣行といった知識が求められる。こうした知識は座学によって学習できるが、それを実際の業務に活かすことができるかどうかは、経験によるところが大きい。したがって、操船技術を有する人材の育成においては船舶を用いた実習を行うか、シミュレータを利用するといった実践型の訓練が必要であろう。

まず離着棧操船についてであるが、離着棧操船は、船舶を陸岸近くで動かす繊細な操船であり、自船の操縦性能を理解しておくと同時に、気象や海象の変化に柔軟に対応しなければならない。

操船シミュレータを使用し演習を行った三級水先修業生へのインタビュー³⁸では、現場実習とシミュレータの相違について以下の意見が挙げられている。

「感覚的な違いが大きい。具体的には、距離感や速力感、気象・海象の感覚など現場で感じるものとはやはり違いは大きい。」

「画面が動くことと自分が動くことでは違いがあるが仕方のないこと。」

「現場で受ける責任の重さはシミュレータでは感じる事が出来ない。」

「操縦性能が異なる。」

これらの意見の中で、「距離感や速力、画面が動くか自分が動くか」といった感覚の違いは、シミュレータのハード面によるもので、「操縦性能」の違いはソフト面の課題である³⁹。

³⁸ 日本バーチャルリアリティ学会誌第 16 巻 2 号 14 頁（村井康二「船橋シミュレータ（水先教育）」）。

³⁹ ただし、現在の操船シミュレータがどれほどの精度で船橋の環境を再現できるかを自分は経験したことがないので、現在のシミュレータにおいてどの程度こうした感覚

いずれにしても、前述した離着棧操船の性質上、こうした感覚のずれによる影響は大きいものとなることが予想される。

一方実際の船舶を用いた実習の方法については、

- (a) 乗船して行う訓練
 - (b) 遠隔操船による訓練
- が考えられる。

(a) 乗船して行う訓練

船橋から行う離着棧操船は、現時点ではほぼ全ての貨物船が採用している手段である。前述のとおり離着棧は経験によって培われた操船感覚が求められ、陸岸との距離や船速などを、五感を駆使して把握しながら行う難易度の高い作業である。船橋は自船の動きや周囲の状況を最も敏感に肌で感じることができる環境であり、この点において船橋は船上で最も離着棧操船に適した場所であるといえる。

(b) 遠隔操船による訓練

遠隔操船によって陸から離着棧操船を行う場合、操船者はモニター越しに周囲の状況を把握することになる。こうした環境は、ハード面において操船シミュレータと同様である。したがって、前述のシミュレータ利用についての議論と同じく、船上からの操船と遠隔操船には距離や速力の感じ方に隔たりがあると考えられる。

ただし、遠隔操船では操縦性能が異なるなどのソフト面のずれは生じにくく、あくまでも体感的な相違が大きいと考えられる。したがって、もともと遠隔操船により離着棧の経験を積んでいる職員は、遠隔操船をする場合に限り十分な操船技能を有すると判断できるのではないだろうか。

遠隔操船が一般的になり、職員が陸上から離着棧を行うようになった場合、その訓練はシミュレータを利用したり船上で実施したりするよりも実務との感覚のずれが少ないだろう。以上の結果から、遠隔操船に従事する職員の訓練としては、遠隔操船による訓練が最も適していると考えられる。

次に避航操船では、他船との衝突を回避するための大胆な操船が必要になる。この操船は自船の動きに加え、他船がどう動くかを的確に判断しなければならないが、そのためには関連法規の内容や船員の慣行を頭に入れておく必要がある。

的な相違を感じるのかについての検証が必要であろう。また、通常離着棧操船を行うのは船長クラスの熟練者であり、彼らはシミュレータで体感した感覚的な相違を、経験によってある程度修正できるといったことも考えられる。

シミュレータで避航操船をする場合、一般的には過去に実際に生じた見合い関係、船舶の動向をプログラムし当時の状況を再現することで練習する。この手法を用いれば、シミュレータを利用した場合でも実際の船舶の動きを再現することは可能であろう。また、シミュレータと実際の船橋の「感覚の違い」について、どちらの避航訓練も経験した自分自身の主観では、操船に影響があるほどの大きな相違は感じられなかった。

一方、実際の船舶を用いた訓練も行うことは可能であるが、避航に失敗する可能性がある以上、失敗しても実害のないシミュレータ訓練の方が訓練の手段として有用ではないだろうか。以上の結果から、避航操船の技術を身につけるためには、シミュレータによる訓練を積極的に取り入れていくべきだと考える。

B) 自律航行

次に、人の判断で操船を行わず、プログラムが判断を行う自律航行船が多く利用されるようになった際に、航海士の操船技術訓練をどのように行うべきかを考える。そのうえで、まず AI による運航支援についての展望を以下にまとめる。

国土交通省の自動運航船の実用化に向けたロードマップでは、現在の技術開発の動向を踏まえて、フェーズⅠ、ⅡおよびⅢの自動運航船が定義されており、図 3.4.2 の通り展望が見込まれている。

まずフェーズⅠ自動運航船とは、陸上との通信を含む船舶のネットワーク環境が整備され、そのネットワークを活用して、各種センサー等によりデータを収集し、通信する機能が搭載されている、IoT 活用船に相当する船舶である。収集データの分析結果に基づき、最適航路を提案したり、エンジン異常を知らせたりする等の判断支援機能が備わっているフェーズⅠ自動運航船の技術は、すでに一部で導入が始まっており、2020 年以降は、より普及が進むと考えられる。

フェーズⅡ自動運航船は、最終的な意思決定者である船員に対して、システムが具体的な「行動提案」（例えば、機関異常の徴候を検知し、未然予防のための保守方法を提案）や「情報提示」（例えば、輻輳海域における高リスク船のハイライト表示）を行うことができる船舶を指す。ここで船員は提案、提示された内容を参照しつつ、総合的・戦略的な判断を下すこととなるが、依然として各種判断や作業実行の最終意思決定者である。したがって「行動提案」が承認された場合にのみ、システムは必要な行動を自律的に実行することができる。

フェーズⅢ自動運航船では、陸上との一体化もより進み、陸上からのモニタリングにとどまらず船上機器の直接的操作も可能となる。フェーズⅠ自動運航船と比較して、船舶のネットワーク機能がより強化、統合されたものとなり、収集されるデータもより大量なものとなる。船上機器は、システム

として統合され、相互に通信しながら一体的に機能することとなる。収集データを有益な「知見」に変換するデータ解析技術や人工知能(AI)技術は格段に進化し、その「知見」は船員の最良の判断のためにフィードバックされる。このフィードバックは、船員がとるべき行動に関するシステムからの具体的な「行動提案」として行われたり、判断に必要な情報を整理して視覚的・聴覚的インターフェースを通じて提示したりすることで行われる。こうした段階では、ネットワーク化、システム化が高度に進むことから、サイバーセキュリティの確保がきわめて重要な課題となる。

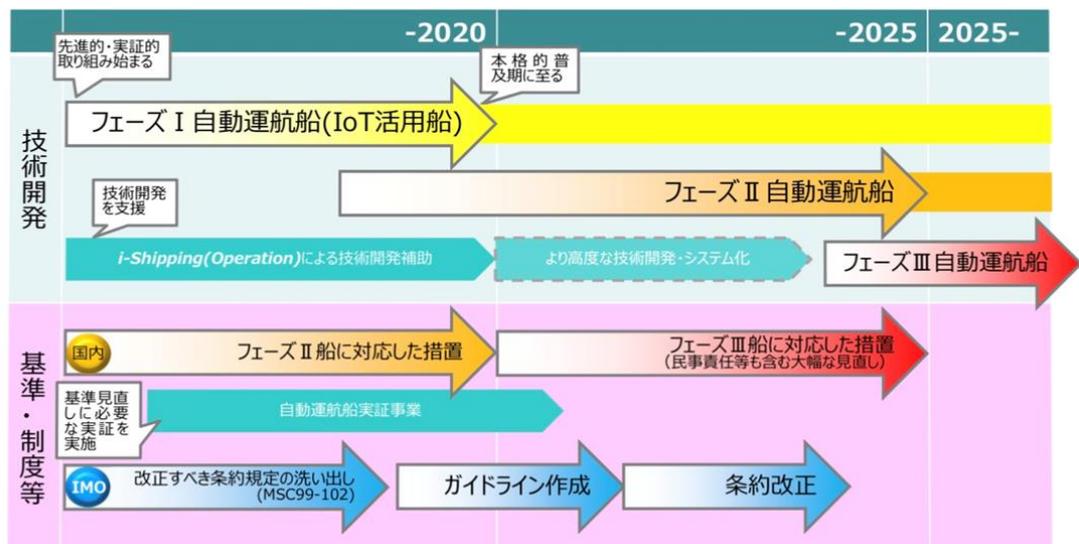


図 3.4.2

(出典:国土交通省海事局「課題の整理と検討の方向性(自動運航船)」
<https://www.mlit.go.jp/common/001215809.pdf>、2021年7月25日閲覧)

今回検討する自律航行船とは、このフェーズⅢ自動運航船が普及した場合を想定する。フェーズⅢ自動運航船の自律化レベルについては、緊急時以外は人間の介入が不要なレベルとされており、離着岸も含む、主要な業務がAIによる自律航行の適用対象となる。この段階において、船員の操船行動はAIの決定を承認するかしないかの選択を行うのみに限られることになるが、そうした環境下では、人間が自発的に最適な操船行動を判断する訓練を行うことは難しいだろう。したがって、航海業務に精通した船舶職員の育成のためには、自律航行船ではなく人間が主体的に操船を行う場が必要不可欠であると考えられる。

② 操船以外の業務

航海士が船で行う業務は操船に関するものだけではない。船舶は24時間稼働する巨大なプラントであるという性質を有しており、欠かさずメンテナンスが必要になる。フェーズⅢの自律航行船においても、運航形態として

操船者に加えて船内機器を保守管理する乗組員の乗船が想定されている。

こうした船舶設備の保守管理には、船内の設備の管理や航海計器の調整等、幅広い作業が含まれており、船上ではこれを航海士や部員が協働して行っている。

これらの作業においては現場で受け継がれてきた知識、技術が必要不可欠でありそれを学ぶことができるのも船上の現場に他ならない。常時動揺がある海上は陸上と大きく環境が異なり、陸上において海上の環境を完全に再現することは難しい。したがってこうした作業について学ぶためにも、船舶を用いて行う訓練の場がなければならない。

③ 船内生活

船員の訓練において、無視できない大きな要素として「集団生活」、すなわち限られた空間内で長期間他者と共同生活を送ることに慣れていかなければならないというものがあるが、自身の経験上、実際に乗船しその環境に身を置く以外に効果的な訓練方法はないと考える。

理由として、船上の環境を船以外で再現することが非常に難しいということがある。船内は非常に狭い空間であり、航海中は常に動揺があるなど陸上とは異なる特殊な空間である。それ故に、船内生活を経験したことの無い状態で乗船をすると、その空間で生活をするだけでストレスを感じることもある。そして、船上は陸上の施設と違い外に逃れることができない。この特殊な環境が船内業務に与える影響は大きく、訓練ではこの生活に慣れるため一定の期間、船内で過ごす必要があるだろう。

第4章 損害賠償責任

1. 船主の損害賠償責任

i. 概要

前述の通り、海上衝突予防法では遭遇しうる様々な状況に対し、船員の常務による衝突事故の防止を定めている。そこで、特に船員ではなくAIが操船を行う自動運航船が衝突事故を起こした場合、損害賠償責任の検討が必要になる。

船舶の衝突事故における損害賠償について、我が国では以下のように定められている。まず日本籍船同士の衝突の場合には、商法第690条に基づく船舶所有者の損害賠償責任と第788条に基づく過失割合に応じて損害賠償の負担が決まる。一方で、日本籍船と船舶衝突統一条約⁴⁰の締約国船舶との衝突については、日本の商法にはよらず、同条約が適用される構造となっている。ただし、商法は2018年に改正され、船舶衝突統一条約に準じた内容となるよう見直された⁴¹ため、以下では、商法における船舶衝突に伴う損害賠償責任について整理する。

商法が適用される場合には、商法第690条に基づき「船長その他の船員」がその職務を行うに当たって故意又は過失によって他人に損害を与えた場合には、船舶所有者がその賠償責任を負う。そして、衝突によって生じた損害の分担については、商法第788条に基づき、裁判所がこれらの過失の軽重を考慮して、各船舶所有者について、その衝突による損害賠償の責任及びその額を定める。過失の軽重を定めることができないときは、損害賠償の責任及びその額は、各船舶所有者が等しい割合で負担する。

ところで、船舶所有者が船長その他の船員による故意又は過失によって発生させた船舶衝突等により第三者に対して損害を生じさせた場合、商法第690条に基づき損害賠償責任を負うが、一方で船舶所有者の責任は、船主責任制限法に基づき、一定の例外はあるものの損害賠償責任は限定される⁴²。船主責任制限

⁴⁰ 船舶衝突ニ付テノ規定ノ統一ニ関スル条約（船舶衝突統一条約）は、日本においては1913年に批准された、締約国の船籍を有する船舶の衝突事故における損害賠償について規定した条約である。

⁴¹ 改正前の商法では、損害賠償請求権の消滅時効、準衝突、非航行船との衝突に関する規定について条約と異なる部分や明示していない部分があった。また、双方の過失による衝突によって生じた損害の負担のうち、被害を受けた荷主に対する関係は、商法ではなく民法第719条に規定される連帯債務が適用される一方で、条約では過失割合に応じた分割債務となるが、この点については論点からずれるので検討を避ける。

⁴² 船主の責任制限制度の沿革は古く、中世地中海の海事慣習法「コンソラート・デル・マーレ」にまで遡る。責任が制限される債権の代表的なものとして、船舶上又は船舶の運航に直接関連して生じる人身損害又は当該船舶以外の物の滅失・損傷による損害に基づく債権が挙げられるが、人命尊重の観点から自船の旅客の人身損害に関する債権を非制限とするなど、上記制限債権に該当しても、例外的に責任が制限されない債権もある。

制度の根拠は、海上企業は海上での危険にさらされている点、航海中の船員の行為について船主のコントロールが困難であるうえ、一旦、海難が発生した場合、損害が巨大になり、国の経済をも担う海上企業の存立にも影響してしまう点にある⁴³。自動運航船については、衝突事故が生じた場合、船主が航海中の操船をコントロールすることが困難であるか等において、同法の適用が問題となることが考えられる。

以上の概要を踏まえ、以下では、船舶の損害賠償の具体的な事例についてまとめる。

ii. スエズ運河コンテナ船座礁事故⁴⁴

① 事故の経緯

2021年3月23日、愛媛県今治市に本社を置く日本の船主が所有し、台湾の海運会社が運航するコンテナ船「Ever Given」がスエズ運河の入り口付近で座礁し、運河が封鎖された。これにより、1週間近く多数の船が運河を通航できず貨物輸送が遅延し、スエズ運河庁(SCA:Suez Canal Authority)から船主に対し、多額の損害賠償が求められる事態となった。

同船は3月29日に離礁し、SCAが離礁作業のサルベージボーナスや風評被害の賠償等を含む、総額9億1,600万ドルの支払いを要求したものの、船主側がこれを拒否したため4月13日、エジプト当局が同船の差し押さえを実行した。

② 賠償に関する合意

事故の賠償については、船主が責任を問われるが、今回は賠償金の大半が保険で賄われる。事故の賠償を巡り、SCAと船主側の交渉が行われ、船主責任保険(P&I保険:Protection&Indemnity Insurance)を担当するイギリスの保険組合は7月4日、正式な合意に至り、船の運航再開に向けた準備が進められることを発表した。

今回SCAが請求している金額の内訳は、離礁のための費用、離礁作業のサルベージボーナス、風評被害の3点である。通常、離礁に関するものは船舶保険で賄われ、風評被害についてはP&I保険で賄われる。

一方、船主は共同海損(GA:General Average)を宣言している。今回船主側はP&I保険と、その上限を超えた分をGAの枠組みによって処理する模様であるが、GAに関する国際的な統一規則であるヨーク・アントワープ規則に基づけば、離礁に関する費用は船主と荷主が共同で分担することとなる。船主の負担は船舶保険、荷主の負担は貨物保険によって処理される。

⁴³ FJKLawOffice「船主の責任は制限できるのか」<http://www.fjk-law.com/q7.html> 参照、2021年6月28日閲覧

⁴⁴ 日本海事新聞電子版「『Ever Given』解放へ。正栄汽船と運河庁が基本合意」<https://www.jmd.co.jp/article.php?no=268611> 参照、2021年6月25日閲覧

iii. 船舶の損害賠償に関わる保険について⁴⁵

船舶に関わる保険には、大きく分けて船舶保険と貨物保険の2種類がある。貨物保険は、海上輸送中の貨物に火災や船舶の衝突、座礁などによって発生した損害をカバーするためのものである。船舶保険は船舶自体にかける保険で、船舶の火災や衝突による損害を対象とする普通保険、建造中の損害を対象とする船舶建造保険、海難事故などによって船舶が動けない場合のための船舶不稼働損失保険などの種類に分かれている。

こうした保険は、自動車や建造物などと同じく保険会社が保険を引き受け、損害が発生すると保険金を支払うが、こうした保険会社による通常の船舶保険では引き受けていない損害がある。その主なものとして、油などによる海洋汚染、船舶が沈没、座礁した際の撤去費用など船舶の運航に伴って発生するものが挙げられるが、これらはP&I保険により船主が相互に経済的な損失を補填しあう形でカバーされる。

保険の適用範囲は、原則それぞれの約款により定められているため、どういった費用がどの保険で賄われるかは最終的には事例ごとに個別に判断される。したがって、以下ではこういった保険による賠償金の支払いについては触れず、あくまでも賠償責任がどこに帰属するかを重点を置くこととする。

iv. 検討課題

上述からわかる通り、現在の規定では船舶が事故を起こした際の損害賠償責任は原則として船主の責任である。しかし、操船が人の手によらず設計されたシステムによる場合、事故原因にシステムの設計者が関与する可能性が出てくるだろう。自動運航船のうち、遠隔操船ではなく、そもそも人間が操船の判断を行わない自律航行船について、損害賠償責任を考察する。

2. 自動運転車における損害賠償責任の検討

自動運航船の損害賠償責任を細かく検討するにあたって、現在の自動車事故の損害賠償責任、自動運転車の損害賠償責任について調べる。

i. 自動車損害賠償保障法の適用

① 自動車の定義

自賠法第2条第1項では、「自動車」は「道路運送車両法第2条第2項に規定する自動車（農耕作業の用に供することを目的として製作した小型特殊自動車を除く。）及び同条第3項に規定する原動機付自転車をいう。」と定義されている。また道路運送車両法第2条第2項は、「この法律で『自動車』

⁴⁵ 日本船主協会「船の保険」https://www.jsanet.or.jp/qanda/text/q2_22.html
参照、2021年6月25日閲覧

とは、原動機により陸上を移動させることを目的として製作した用具で軌条若しくは架線を用いないもの又はこれにより牽引して陸上を移動させることを目的として製作した用具であつて、次項に規定する原動機付自転車以外のものをいう。」、同条第3項は「この法律で『原動機付自転車』とは、国土交通省令で定める総排気量又は定格出力を有する原動機により陸上を移動させることを目的として製作した用具で軌条若しくは架線を用いないもの又はこれにより牽引して陸上を移動させることを目的として製作した用具をいう。」というものである。以上の定義には、「自動車は人間が車両を操作し運行するもの」という要素は含まれておらず、レベル0～5の全ての自動運転車がこれに該当することになると考えられる。

なお、道路運送車両法に基づいて定められている、道路運送車両の保安基準（以下、保安基準）には、現在のところ、運転者が操車することを当然の前提とした基準が含まれている⁴⁶ため、完全に運転が自動化されブレーキやアクセルがない車両は現在の保安基準を満たさない可能性が高い。しかし、保安基準が対応していない完全自動運転車が製造されたとしても、それが道路運送車両法および自賠責法の適用外となるわけではない⁴⁷。保安基準が完全自動運転車を想定していないということは、現在の保安基準のままではそのような自動車を運行の用に供することができない⁴⁸ことを意味するのであり、そのような自動車が道路運送法上の「自動車」でなくなるということではないからである。

したがって、自動運転車が道路上で運行の用に供されることを可能にするためには、保安基準を改定する必要があると考えられるが、「自動車」の定義について見直す必要はなく、自動運転車も現行の道路運送車両法および自賠法の対象となると考えられる。

② 運行の定義

自賠法第2条第2項では、「運行」は「人又は物を運送するとしないうにかかわらず、自動車を当該装置の用い方に従い用いることをいう。」と定義されている。したがって、レベル0～5の全ての自動運転車がこの定義を満たしており、自動運転車を運行した場合にも自賠法上の「運行」にあたりと考えられる。

③ 運行供用者と運転者

自賠法第3条では、「自己のために自動車を運行の用に供する者は、その運行によつて他人の生命又は身体を害したときは、これによつて生じた損

⁴⁶ 道路運送車両の保安基準第10条（操縦装置）、同基準第11条（かじ取装置）等

⁴⁷ 前掲注7 藤田 133頁

⁴⁸ 道路運送車両法第40条

害を賠償する責に任ずる。ただし、自己及び運転者が自動車の運行に関し注意を怠らなかつたこと、被害者又は運転者以外の第三者に故意又は過失があつたこと並びに自動車に構造上の欠陥又は機能の障害がなかつたことを証明したときは、この限りでない。」と規定されている。

ここで、「自己のために自動車を運行の用に供する者」は「運行供用者」と呼ばれ、以下の 2 点によって自賠法上の責任主体とされる⁴⁹。すなわち、

- A) 車という危険物をコントロールできる立場にある者が、運行によって生じた損害についての責任を負うべきである（危険責任）。
- B) 車の運行により利益を得ている者は、運行によって生じた損害についての責任も負うべきである（報償責任）。

したがって、自賠法上の責任主体である「運行供用者」は、運行における「支配」と運行によって生じる「利益」が帰属する者を指す⁵⁰。自動運転車において運行支配が帰属する者は、車両の運行を指示すべき立場にあれば、たとえ他人が運転していた場合であっても運行支配が認められる⁵¹。自動運転車についても、自動運転装置を利用して自動車を運行する者は、たとえ直接乗車し車両を操作していなかった場合であっても運行支配が認められると考えられる。一方で、運行利益については、自動運転車にも従前と同様の解釈をすることができるだろう。

したがって、レベル 0～5 の全ての自動運転車について、運行供用者が存在しなくなるとはいえず、自賠法上の責任主体がなくなる心配はない。ただし、自動運転レベルが高度になり、人間に運行に関するどのような役割も期待されなくなった場合は、誰を運行供用者とするかについて、現行の解釈では不十分となると考えられる。自動運転車における運行供用者の解釈は今一度検討すべき問題であろう。

一方、「運転者」については自賠法第 2 条第 4 項で「他人のために自動車の運転又は運転の補助に従事する者をいう。」と定義されている。レベル 0～3 の自動運転車の運転主体は人間であり、その者が他人のために運転または運転の補助に従事すれば、自賠法上の運転者に該当することは言うまでもない。これに対して、レベル 4 および 5 のいわゆる完全自動運転車については、運転主体が人間ではなくなるため、自賠法上の運転者が存在しなくなるケースとなる。

⁴⁹ 交通事故弁護士解決ナビ「運行供用者が責任を負う根拠」

<https://atomfirm.com/media/28652> 参照、2021 年 6 月 26 日閲覧

⁵⁰ 例えば、昭和 42(オ)1438 最高裁判決

⁵¹ 例えば、昭和 44(オ)79 最高裁判決

自賠法上で「運転者」に関する規定は第3条但書⁵²、第11条⁵³があるが、運転者が存在しない場合、これらに規定される法的効果は発生しない。しかし、その場合においても、運行供用者の責任を考えるうえで支障が生じるわけではない。運行供用者が運転を行う場合には、運転者不在の運行となるが、そうした運行は実際に多く行われている。

したがって、自動運転車の事故における損害賠償責任を考えるうえで、運転者の不在が問題になることはないと考えられる。

④ 免責3要件

自賠法第3条では「自己及び運転者が自動車の運行に関し注意を怠らなかつたこと、被害者又は運転者以外の第三者に故意又は過失があつたこと並びに自動車に構造上の欠陥又は機能の障害がなかつたことを証明したとき」に、運行供用者の損害賠償責任が免除されると規定されている。以上の3点は、運行供用者の免責の3要件とされている。

A) 自己及び運転者が自動車の運行に関し注意を怠らなかつたこと

運行に関する注意義務には、自動車運転に関する注意義務と、自動車の点検整備に関する注意義務とがあるとされる。自動運転車を前提とする場合、前者の注意義務は、人間が自動運転車を運転する役割を有する、レベル1～3や、限定領域内において運行しているレベル4の自動運転車に関係するものと考えられ、運転中の自動運転システムの使用およびシステムからの要求があつた場合における、適切な運転操作についての注意義務となる。すなわち、運行供用者や運転者が、事故を起こした瞬間の状況において、安全のために適切な動作を取っていたのかが主要な問題となる。

一方、後者の注意義務については、全てのレベルの自動運転車について関係するものであり、自動運転装置を含む自動運転車の機能維持のための点検や整備についての注意義務といえる。この場合に点検整備の対象となるものとして、従来は基本的に自動車という機械のメンテナンスにとどまっていたものに加えて、自動運転車の機能維持のためには、自動運転システムのソフトウェアや情報の管理、アップデートなどが必要

⁵² 第3条は運行供用者の自動車損害賠償責任の規定であり、但書はその免責事項である。免責要件については後述。

⁵³ 自動車損害賠償責任保険（条文中では責任保険）契約および自動車損害賠償責任共済（条文中では責任共済）契約について、運転者が損害賠償責任を負うべきとき、当該運転者による損害を保険者（条文中では保険会社）や共済責任を負う者（条文中では組合）によるてん補を約すことを規定している。運転者が故意または過失によって事故を起こし他人に損害を与えた場合、自賠法第3条の運行供用者には該当しないが、民法第709条の不法行為責任を負うことになる。

となる。こういった情報の点検整備を、個々の運行供用者にどこまで要求することができるかを考える必要がある。

B) 被害者又は運転者以外の第三者に故意又は過失があったこと

自賠法上の被害者は、事故によって生命または身体が害された者である⁵⁴。自動車事故の原因が被害者や運転者以外の第三者にある場合は、本要件を満たすことになるが、この免責要件は自動運転車の場合でも従前と同じように判断できるだろう。

C) 自動車に構造上の欠陥又は機能の障害がなかったこと

自動運転装置による運行の制御が功を奏することなく事故につながった場合に問題となる要件である。自動車の運転を自動運転機能に依拠することが許容される範囲が広がるほど、すなわち自動運転レベルが高度なものになるほど、運行供用者の過失に代わって、自動運転車の構造上の欠陥や機能の障害があったかどうか、運行供用者の責任の有無の大きな判断基準となりうる。

従来、問題とされてきたブレーキや車輪の備え付け状況等と自動運転装置を比べた場合に、大きく異なる点がある。それは、当該装置の欠陥や障害が、安全に自動車を運行するうえで必要不可欠なものであるかという点である。ブレーキや車輪、操舵装置の欠陥や障害が、安全な運行を阻害し事故を引き起こす直接的な原因となる一方で、自動運転装置はあくまで運転を行う者の負担を減らすための補助的な機能である。ただし、高度に自動化された自動運転車で運転主体が自動運転システムとなっている場合は、もはや人間の運転への介入が想定されていないため、補助的な機能とはいえ、自動運転装置の欠陥や障害が事故の直接の要因となることは大いに予測できる。

以上の点を踏まえ、人間が自動運転車を運転する役割を有する場合と有しない場合それぞれについて本要件を検討する。

人間が運転の役割を有する場合について、前述の考え方からすれば、自動運転装置が装備されていない従来の自動車であっても、安全に運行でき、構造上の欠陥や機能の障害があるとはされない以上、自動運転装置が作動するはずの場面で作動しなかったことによって事故が起こった場合、それが自動車の構造上の欠陥や機能の障害といえるかといった問題がある。もし自動運転装置の不具合が事故の原因となり、かつそれが自動車の構造上の欠陥や機能の障害と認められない場合、本要件を満た

⁵⁴ 自賠法第1条「この法律は、自動車の運行によつて人の生命又は身体が害された場合における損害賠償を保障する制度を確立することにより、被害者の保護を図り、あわせて自動車運送の健全な発達に資することを目的とする。」

たすことになる。

これについては、事故の原因となった特定の運転タスクについて、自動運転装置に依拠することが許容されるのかどうかを状況に応じて判断すべきだと考えられる。自動運転機能を使用した結果、車両が想定される運転とは別の動作を取ってしまった場合には、たとえ事故の直前に運転者が事故を避けるための動作を取ることが可能であったとしても、自動運転装置に問題があったと言わざるを得ない。したがって、事故の原因となった自動運転機能がなくても安全な運行ができることを根拠に構造上の欠陥や機能の障害を判断するのではなく、状況によっては自動運転機能の不具合が事故の直接的な原因となり得るという考え方に基づいて判断すべきだろう。

一方、運転が完全に自動化された自動運転車の場合は、人間による運転操作を想定していないため、自動運転装置のみで安全な運行ができるよう機能が働いていなければならない。したがって、自動運転装置がどこまで安全に運行する能力を有しているかが重要となるだろう。

上記の免責要件を全て満たしたとき、運行供用者の責任は免除されることになるが、C)の要件については、技術的な問題が大きく関係することになる。A)とB)の要件は人間の過失の有無であるのに対し、C)の要件は自動運転装置の不具合の有無だからである。自動運転システムに限らず、どのようなプログラムにも不具合はつきものである。自動運転装置もあらゆる状況に対応し、事故を完全に防止できるわけではないと考える方が自然であろう。システムの構築時に想定されていない状況や、あらゆる動作を取った場合でも、事故の回避ができない状況に陥ったために事故が起こってしまった場合、それを構造上の欠陥や機能の障害としてよいのかどうか問題となる。どのような事例にも対応した基準を作成することは現段階では困難なため、個々の事例ごとに判断を行うほかない。

ii. 損害賠償責任の所在

自動車事故によりヒトを死傷させたり、モノを壊した場合、民事上の責任として損害賠償責任が問われる可能性がある。損害賠償責任は複数の法律に基づき規定されており、「ヒト」に対する賠償と「モノ」に対する賠償とで原則、責任の所在が異なっている。「ヒト」に対する賠償の場合、自賠法に基づき、上述の通り原則として「運行供用者」に損害賠償責任が生じる。迅速な被害者の救済を目的とする自賠法では、加害者の故意や過失により損害が生じたことを被害者が証明する必要はない。「モノ」に対する賠償の場合、民法に基づき加害者に損害賠償責任が生じる。また、「ヒト」に対する賠償の場合と異なり、加害者の故意や過失により損害が生じたことを被害者自身が証明しなければならない。

また、自動車事故は運転者の不注意に起因するケースが大半である一方で、

仮に車の「構造上の欠陥」による事故が生じた場合には、製造物責任法に基づき自動車メーカー等に損害賠償責任が生じる可能性がある。この場合、自動車事故の被害者自身が、車に「構造上の欠陥」があったことを証明する必要がある⁵⁵。

現状、多くの自動車事故は漫然運転や脇見運転、操作ミスといった運転者の不注意に起因しており、責任の所在は以上のように自賠法等で明確化されている。しかしながら、自動運転技術の高度化に伴い運転者以外を原因とする事故が増加することで、将来的に責任関係が複雑化する可能性がある。

そこで国土交通省に設置された「自動運転における損害賠償責任に関する研究会」では、従来の自賠法における考え方を踏襲したうえで、レベル0～レベル4の自動車が混在する当面の過渡期である2025年頃までの対応について、次のように整理されている⁵⁶。

① システムの欠陥による事故

自動車事故の被害者に対する迅速な救済を引き続き確保するため、自動運転システムを搭載した自動車の構造上の欠陥や機能の障害を原因とした事故についても、自賠法に基づき運行供用者に損害賠償責任を負わせることとし、従来どおり自賠責保険からの支払いが行われる。

② 外部情報の誤りによる事故

自動運転システムは、地図情報やインフラ情報等、外部から入手した情報を活用しながらの走行が想定されている。そのため、外部情報に誤りがあった場合も想定した安全な自動車づくりを促す観点から、こうしたケースにおける安全性が確保されていない自動車は「構造上の欠陥または機能の障害」を有する可能性があるとされる。この場合には、運行供用者が損害賠償責任を負うこととなり、自賠責保険から支払いが行われることになる。ここで、「構造上の欠陥または機能の障害」により損害が生じたことを被害者が証明する必要はない。

③ ハッキングによる事故

悪意をもった第三者によるハッキングを原因とした事故については、盗

⁵⁵ 消費者庁「製造物責任法の概要」

https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_safety/other/pl_qa.html 参照、2021年7月1日閲覧

⁵⁶ 損害保険料率算出機構「自動運転における損害賠償責任と保険」

https://www.giroj.or.jp/publication/accident_prevention_report/pdf/autonomous_car.pdf#view=fitV

自動運転における損害賠償責任に関する研究会「とりまとめに向けた整理に向けて（概要）」<https://www.mlit.go.jp/common/001219352.pdf> 参照、2021年7月2日閲覧

難車による事故と同様に、政府保障事業⁵⁷により対応することが妥当とされている。ただし、自動車の保有者がセキュリティ対策に必要なソフトウェアのアップデートを怠っていた場合等は、保有者の損害賠償責任が追及される可能性もある。

iii. AI 設計者の製造物責任

① AI の運転に伴う倫理的課題

自動運転車の損害賠償責任を検討するにあたり、「派生型トロッコ問題」への対応が不可欠であると、欧米では指摘されている。「トロッコ問題」とは、暴走するトロッコの先にいる 5 人が轢かれて死ぬか、または進路を変えればその先にいる 1 人が死ぬかもしれないジレンマにおいて、進路を変えるべきか否かを問う思考実験である。こうした問題は、以前は単なる思考実験に過ぎなかったが、トロッコに自動運転車が置き換わる「派生型トロッコ問題」として現実味を帯びてきている。

【トンネル問題】

あなたは自動運転車の乗員で、狭い山道をドライブし、トンネルの入り口にさしかかろうとしている（図 4.2.1）。そのとき、子どもが突然道路に入り、クルマの前に飛び出してきた。ブレーキをかけても、子どもへの衝突を回避する時間はなさそうだ。進路を変えようと、今度はトンネルの壁に激突してしまう。子どもを轢けば子どもが死亡し、壁に激突すれば乗員のあなたが死んでしまう。このとき、自動運転車はどう判断すべきか。

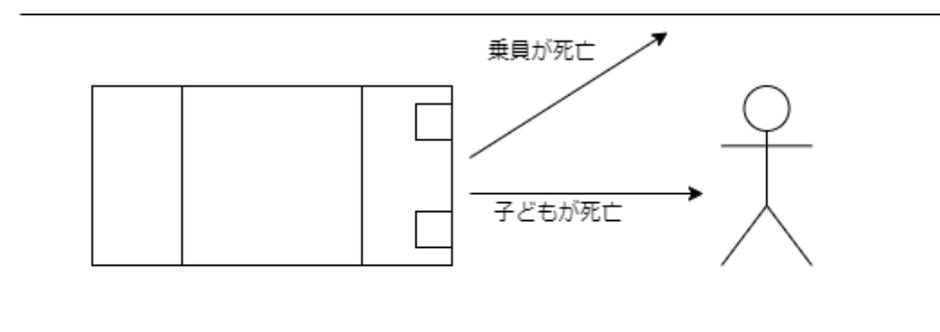


図 4.2.1

⁵⁷ 加害車両が自賠責保険に加入していない「無保険車」である場合や、加害車両が特定できないひき逃げ事故や盗難車による事故の場合、自動車事故の被害者は運行供用者責任に基づく損害賠償を請求することができなくなってしまう。このような被害者を救済するため、政府の「自動車損害賠償保障事業」により被害者への補償が行われる。なお、盗難車による事故の場合、自動車の管理について保有者の落ち度があるときに、保有者の損害賠償責任が問われることがある。

この場合に起きうる問題は大きく2つである。

- A) 自動運転車は進路を変えるべきか否か
- B) 自動運転車がどう反応するかを誰が決定すべきか

AIが目の前の子どもを救うという判断を下した場合、乗員の遺族に対する損害賠償の必要性が生まれ、またその逆の判断を下した場合、子どもの遺族に対する損害賠償の必要性が生まれる。この場合、例えばAIの設計上の欠陥であると認められ、設計者に対し製造物責任や過失責任が問われることが想定される。自動運転車の実用化に向けて、こうした自動運転機能の設計段階における選択の倫理的な妥当性の検討が必要不可欠である。同様の問題について、「エッカート対ロング・アイランド鉄道事件」という事例がある⁵⁸。

この事件は、ヘンリー・エッカート氏が、目の前の線路に幼児が座っていて電車に轢かれそうな場面に遭遇し、とっさに幼児を救ったもののエッカート氏が轢かれ死亡したというものである。エッカート氏の遺族が鉄道会社に賠償を求めた裁判において、エッカート氏の寄与過失⁵⁹が問われたものの、ニューヨーク州最上級審はとっさの判断で幼児の命を救ったエッカート氏に注意義務違反はなかったと評価し、エッカート氏の寄与過失は認められなかった。

本件はエッカート氏の命か幼児の命かのいずれかが失われるしかないという場合におけるとっさの判断の妥当性が問われた事件であり上述の派生型トロッコ問題と類似しているが、エッカート氏の事例と異なり、派生型トロッコ問題では、設計の開発段階において、十分に検討の時間が与えられたうえで意識的な設計選択が行われるため、「とっさの判断」であることを理由に責任なしと評価されることはない。

② AIの学習方法⁶⁰

AIの学習法として、機械学習というものがある。これは、AIのプログラムが大量のデータを学習し、識別や予測を行うアルゴリズムを自動で構築する技術のことで、そのうちのひとつが強化学習と呼ばれる学習法である。

⁵⁸ 平野晋『ロボット法—AIとヒトの共生にむけて』（弘文堂、2017年）131頁

⁵⁹ 寄与過失(contributory negligence)とは、被害者が損害発生につき適切な注意を果たしていないために、過失によって損害を発生させた加害者に対して損害賠償責任を追及できないことを指す。アメリカ不法行為法では、被告の過失による不法行為が成立しても、被告が新しい事実を主張し、認められれば損害賠償が免責される。これを積極的抗弁(affirmative defense)と呼び、抗弁により寄与過失が認められると原告は一切損害賠償を得ることができなくなる。

⁶⁰ 角田美穂子・工藤俊亮『ロボットと生きる社会 法はAIとどう付き合う?』（弘文堂、2018年）19-21頁

強化学習では、仮想空間において AI に目標を設定し、AI が行動する毎に報酬や罰を与えることで、システム自身が試行錯誤しながら最適なシステム制御の実現を学んでいく。

自動運転の場合、まず「車同士接触しない」、「障害物と接触しない」などの目標を設定する。同時に「なるべく早くゴールに到達する」という目標を設定し、シミュレータの中で AI によって車を運転させる。このとき、車が衝突したりゴールと反対側に進んだりする度に罰を与え、ゴールに到達する度に報酬を与える。これを繰り返すと、AI は少しでも罰を受けず報酬を得られる行動を試行錯誤しながら学んでいき、最終的にぶつからずに目的地へたどり着くことができるようになる。

シミュレータ上で問題なく行動できるようになると、次に模型を使用して現実の空間で実験を行い、再度強化をしてから公道で実験を行うこととなる。

したがって、AI による自動運転機能は、あくまでも事前に設定された「目標」や「報酬」、「罰」といった条件のもとで統計的に判断をするものであり、実際に運用される中で学習し成長を続けるのではなく、開発段階で学習したとおりの行動をとるものである。以上のことから、AI の判断に設計者の意図が反映されることは明らかである。

iv. AI 開発ガイドライン案に照らした検討

2017 年の総務省 AI ネットワーク社会推進会議では、「国際的な議論のための AI 開発ガイドライン案」として以下の内容が挙げられている。

- ① 連携の原則：開発者は、AI システムの相互接続性と相互運用性に留意する。
- ② 透明性の原則：開発者は、AI システムの入出力の検証可能性及び判断結果の説明可能性に留意する。
- ③ 制御可能性の原則：開発者は、AI システムの制御可能性に留意する。
- ④ 安全の原則：開発者は、AI システムがアクチュエータ⁶¹等を通じて利用者及び第三者の生命・身体・財産に危害を及ぼすことがないよう配慮する。
- ⑤ セキュリティの原則：開発者は、AI システムのセキュリティに留意する。
- ⑥ プライバシーの原則：開発者は、AI システムにより利用者及び第三者のプライバシーが侵害されないよう配慮する。
- ⑦ 倫理の原則：開発者は、AI システムの開発において、人間の尊厳と個人の自律を尊重する。
- ⑧ 利用者支援の原則：開発者は、AI システムが利用者を支援し、利用者を選択の機会を適切に提供することが可能となるよう配慮する。

⁶¹ 動力源や機構部品からなり、入力信号をもとに機械的な動作を行う装置

- ⑨ アカウンタビリティの原則：開発者は、利用者を含むステークホルダ⁶²に対しアカウンタビリティ⁶³を果たすよう努める。

この内容をもとに上述の派生型トロッコ問題について考察する。

まず、安全性の高い相手が標的にされる可能性である。自動運転車の前方に、ヘルメット着用者のバイクとヘルメット非着用者のバイクが現れ、どちらと衝突するかを選択しなければならないとき（図 4.2.2）、ヘルメット非着用者が避けられヘルメット着用者が標的とされる場合が多いとされている。

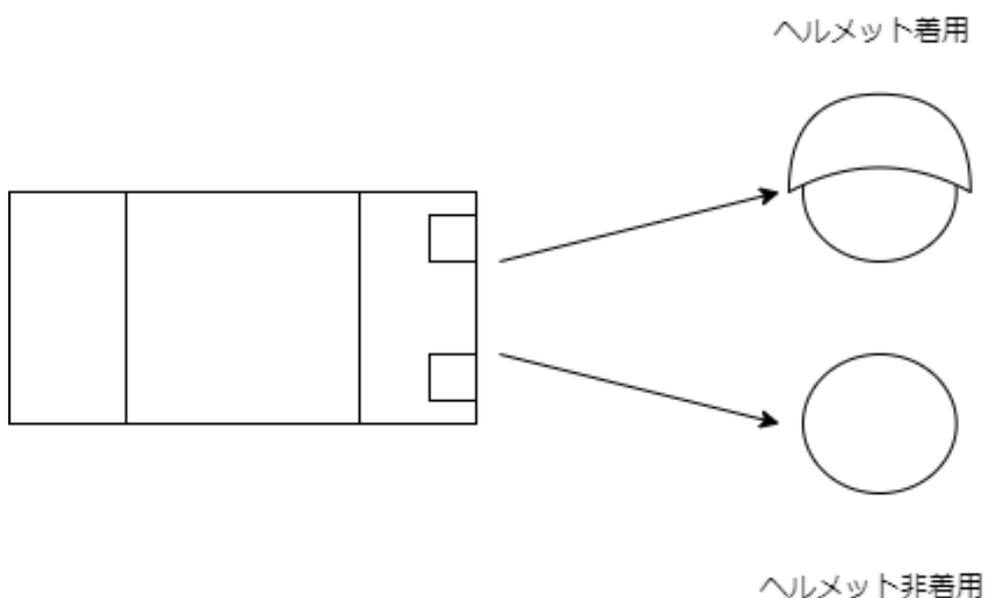


図 4.2.2

これは、製造者にとって事故の場合の損害賠償責任のリスクを最小化しようとする選択である。また自賠法にしたがって賠償責任を負うリスクを引き受ける損害保険会社も、賠償額の最小化を考えるうえでは安全性の高い相手を標的とすることに利益がある。

このような設計は、結果的にヘルメット着用を怠る者を優遇し、ヘルメットを着用する者をより危険に曝すことになり、矛盾が生じる。ガイドライン案における④安全の原則や、⑦倫理の原則、⑨アカウンタビリティの原則上の問題が考えられる。

次に、富裕者が優遇される可能性である。自動車同士が衝突する事故の場合は、前述の通り、乗員の人身損害の他に対物損害が焦点となる。自動運転車の

⁶² あらゆる利害関係者

⁶³ 詳細な内容の説明責任

前方に、高額な自動車と廉価な自動車が現れどちらと衝突するかを選択しなければならないとき（図 4.2.3）、高額な自動車が避けられ廉価な自動車が標的とされる場合が多いとされている。

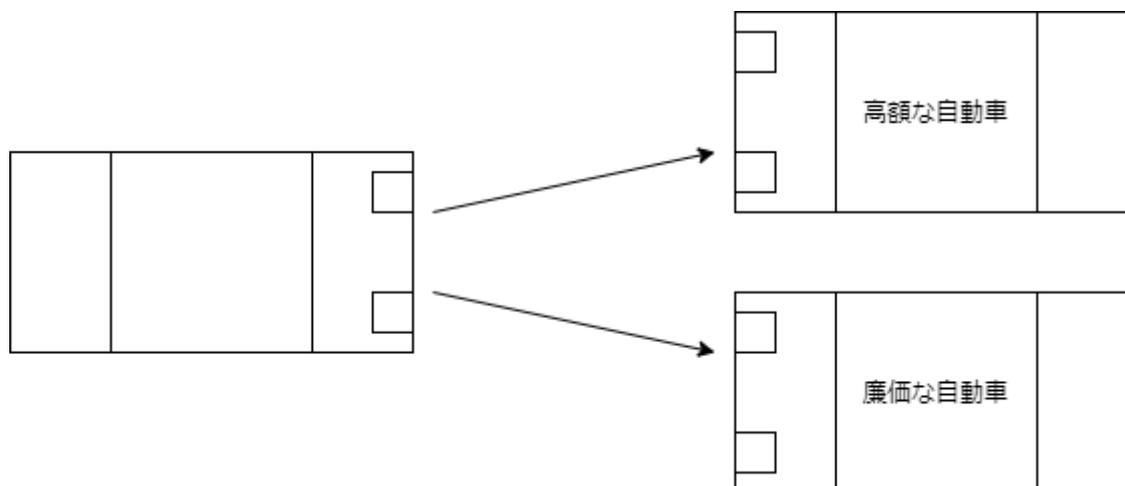


図 4.2.3

この選択についても、上述の例と同じく損害額の最小化を図るものだが、このような設計は高額な自動車を買うことのできる富裕者が優遇されることになり、公平性が失われてしまう。したがってガイドライン案における④安全の原則や、⑦倫理の原則、⑨アカウントビリティの原則上の問題が残るだろう。

また上述の例の他に、トンネル問題の発展的な内容として、自動運転車の前方に複数の児童が現れ、衝突回避のために車が壁に衝突するか、前方の児童を轢くかを選択しなければならないケースも考えられる。この場合、社会全体の利益を最大化する考え方からすれば、自動運転車に求められる行動は児童を避けることである。しかし、設計を行う製造者からすれば、自社の製品の乗員を犠牲にして他人を守る自動車は購入されないため、児童を避けず乗員を守るような設計がなされる可能性があるという。

以上のように衝突する相手の選択を製造者に委ねるのはさまざまな問題が発生しうるため、衝突する相手をそのつどランダムに決定する設計を採用する案も示されている。しかし、これについては利用者に選択の機会が与えられないという問題や、自動運転車の能力を意図的に使用しない設計であるという点で、自動運転導入の趣旨に反するといった批判がある。

いずれにせよ、自動運転機能の衝突の選択に関わる問題においては、AI 開発ガイドライン案におけるアカウントビリティの原則や安全の原則のほか、透明性や利用者支援の原則の観点からも検討すべき課題が残っている。自動運転車が公道を走る社会では、ほぼ全ての人間が自動運転機能の関係者となるので、自動運転機能の実用化においては社会全体の合意形成が必要不可欠であると思われる。

また上述の派生型トロッコ問題の例は、設計者がどのような選択をしようとも、事故の危険性を伴ってしまうことを示している。こうした設計選択の問題に関連し、以下に事例を挙げる。

3. 中華航空 B1816 機事故

i. 事故の概要

本事故は 1994 年 4 月、台北発名古屋行きの中華航空 140 便が、名古屋空港（現名古屋飛行場）への着陸中に墜落し、乗員乗客 271 名のうち 264 名が死亡したものである。

この事故は自動操縦と手動操縦の二つの系統の制御が反発し合ったことが原因となったため、人間とコンピュータのどちらの命令が優先されるかということが問題となった。

ii. 事故当時の状況

- ① 名古屋空港に着陸しようとしていた事故機は、20 時 12 分 19 秒にアウトマーカ―を通過し、着陸態勢に入った。
- ② 同機は手動操作で正常に着陸進入を続けていたが、20 時 14 分 05 秒に副操縦士が誤ってゴー・レバー（着陸やりなおしや離陸開始時に、推力を最大にするために使うレバー）を作動させたため、機体はゴー・アラウンド（着陸やりなおし）モードとなって推力が増加した。機長は副操縦士に対しゴー・レバーを作動させた旨を注意し、「それを解除して」と指示したが、これを解除できなかった。その結果、推力を増加させた同機は正規の経路から浮上した。
- ③ 機長は副操縦士に対し、高くなった降下経路を修正するように指示し、副操縦士は機長の指示により操縦輪を機首下げ方向に操作した。その結果、水平尾翼後部の昇降舵が機首下げの方向に動いた。また、副操縦士は自動着陸モードを使用すれば、本来の着陸高度にコンピュータが誘導してくれると考え、オートパイロット（自動操縦装置）を作動させた。しかしゴー・レバーが入っていたため、自動操縦装置がゴー・アラウンドモードになり、水平尾翼前部の水平安定板は副操縦士の機首下げの動作に反発して、機首上げの方向へと急速に動いた。これは自動操縦のコンピュータがあくまでもゴー・アラウンドを遂行しようとしたためである。機長は繰り返し副操縦士に降下を指示し、副操縦士はこれに従おうとして操縦輪を押し続け、水平安定板は上昇姿勢を維持するために、機首上げ方向に限界まで移動した。
- ④ 機体は機首上げを起し、仰角を増大させた。このため失速防止装置が作動、14 分 57 秒にエンジンの推力が一気に増大し、機体をさらに機首上げに回転させた。15 分 03 秒に機長が操縦を代わったが、推力を増した機体は、機首角を 10 度以上に持ち上げた状態であった。
- ⑤ 着陸をあきらめた機長は 15 分 14 秒頃、着陸をやりなおすことを管制官に

通報した。

- ⑥ しかしながら、水平尾翼は機首上げ状態になっていたため、エンジン推力増大とともに機体は急上昇し、機首角は最大 53 度にまで達したため失速し 15 分 40 秒頃墜落した。

iii. 名古屋地判（2004 年 5 月 27 日）抜粋

1995 年、遺族と生存者からなる原告団は、中華航空及び事故機を製造したエアバス社に対し 196 億 2,020 万円の損害賠償を求める民事訴訟を提訴した。このとき、原告団はエアバス社に対しては、「機体に手動操縦と自動操縦が競合する欠陥があり、同様の事故が何度も発生して危険性を認識しながら何ら改善措置を講じなかった製造物責任がある」と主張し、エアバス社は「日本の裁判所は当該訴訟の管轄権を有さず、事故原因は機体の欠陥ではなく、操縦乗員の重過失が原因で事故の予見可能性は全くなかった」とした。

以下、名古屋地裁の判決言渡の抜粋である。

A) アウトオブトリムの状態を招く危険性の検討

航空機を操縦するのは人間であり、それ故に多数回、長時間の飛行中には、本来の手順とは異なる誤った操作がなされることも当然に予想される場所であるから、航空機は、操縦士による誤った操作があっても安全に飛行を継続できるように設計されるべきである。そして、航空機は、相当の教育・訓練を受けた、資格を有する者が操縦することが予定されているものであるから、このような者であれば当然有する操縦に関する最低限の基本的知識及び技能に明らかに反するような操縦がなされることを予見し、それを前提として設計する法的義務まで、製造者に負わせることは相当でない。したがって、本件事故機に設計上の欠陥があったといえるか否かについては、資格を有する操縦士であれば当然有する操縦に関する最低限の基本的知識及び技能に基づいて操縦されることを前提として、通常有すべき安全性を欠いているかどうかによって判断すべきである。

本件設計の内包するアウトオブトリム状態を招く危険性があるという点は、航空機の墜落という重大な結果を生じさせる可能性を有するものではあるが、操縦に関する最低限の基本的知識及び技能を有する者が操縦することを前提とすれば、そのような重大な結果に至ることは通常想定されず、その蓋然性は極めて低いというべきであるから、上記のような危険性があることをもって、直ちに、本件設計が通常有すべき安全性を欠くものであるとはいえない。

B) 操縦輪を強く押すことによりオートパイロットが解除されるという代替設計の検討

コンピューター技術の発達とその航空機への導入により、航空機の安全

性は格段に高まったが、他方、コンピューターの故障による事故が発生することとなり、進んだ技術をもってしてもコンピューターの故障の可能性を全くなくすことは不可能であるから、航空機は、コンピューターの故障が発生した際に操縦士が安全に操縦を引き継ぐことができるように設計されなくてはならない。

オートパイロットの異常作動に対応するためには、オートパイロットを解除せずにオーバーライドを許容するといった本件設計の他に、原告らが主張するような、操縦輪を強く押すことでオートパイロットが解除されるという設計にすることも可能であり、このような設計においては、オートパイロットと手動による操作が相反することによりアウトオブトリム状態を招くという危険は生じない。しかしながら、このような設計もまた、墜落に至り得る重大な危険性を有するものといえる。

本件設計も、操縦輪を強く押すことでオートパイロットが解除されるという設計も、どちらの設計もそれぞれ危険性を内包するものであって、どちらの設計を採用すべきかは、諸般の事情を総合的に考慮した上で決定されるべき高度に専門的な判断であるといえる。したがって、本件設計を採用した本件事故機に欠陥があるというためには、設計が内包する危険により生じ得る結果の重大性、危険発生の蓋然性、危険防止のための方策等の点について、本件設計と操縦輪を強く押すことでオートパイロットが解除されるという設計とを比較して、本件設計を採用したことが安全性の点で不合理であるといえることが必要である。

本件設計と、操縦輪を強く押すことによりオートパイロットが解除されるという設計とを比較しても、必ずしも本件設計の方が安全性の点で劣ると評価することはできず、本件設計においても、オートパイロットの異常作動への対応として、意図的にオートパイロットを解除することは容易であることを考慮すれば、操縦輪を強く押すことによりオートパイロットが解除されるという設計ではなく本件設計を採用することが合理性に欠けていないといえない。

以上のとおり、本件設計は、オートパイロットの異常作動に対応するとともに、意図せずにオートパイロットを解除してしまう危険を防止するものであって、他の採りうる設計と比較しても、不合理な設計であるとはいえず、墜落といった重大な結果に至る蓋然性が極めて低いことも考慮すれば、本件設計を採用した本件事故機が通常有すべき安全性を欠いていたとまではいえない。

iv. トレードオフな設計選択

仮に操縦輪を強く押せばオートパイロットが解除されるような設計をエアバス社が選択していれば、本件のように手動操作とオートパイロットの作用が反発しアウトオブトリムに至ることは回避できたと考えられる。しかしこの設計

案では、操縦士の意図に反したタイミングでオートパイロットが解除されてしまう可能性がある⁶⁴。

したがって、本件エアバスの設計と代替設計案はトレードオフな関係にあり、どちらの設計を選択しても事故の危険が伴うといえる。

4. 自動運航船における損害賠償責任の帰属

以上の内容を踏まえ、自動運航船における損害賠償責任について考察する。

i. 貨物損害について

船荷証券に関し、現在世界には以下の規制条約が存在する。

- ① ヘーグルール
- ② ヘーグヴィスビールール
- ③ ハンブルグルール
- ④ ロッテルダムルール

1924年、船荷証券統一条約（船荷証券に関するある規則の統一のための国際条約：ヘーグルール）が成立し、主要海運国はそれに対応する国内法を制定した。その後1968年、ヘーグルールの改正議定書（ヘーグヴィスビールール）が先進国を中心に策定され、日本を含む各国がこれに批准した。

先進国を中心に策定されたヘーグヴィスビールールは、開発途上国から先進国の海運会社に有利ではないかとの問題提起を受け、南北問題是正の観点から、船荷証券約款の規制条約として1978年、海上物品運送人に関する国連条約（ハンブルグルール）が制定された。

また2008年には、全部又は一部が海上運送による国際物品運送契約に関する国連条約（ロッテルダムルール）が国連総会で条約として承認され、2009年に署名式が行われた。ロッテルダムルールの発効には、国連に加盟する20ヶ国以上の批准が必要だが、批准国は20ヶ国に達しておらず発効は未定である。

上記の条約には、いずれも船主の責任区間や運送人の責任に関する定めがあるが、その内容はそれぞれ異なっている。表4.4.1に、各条約の船主の免責要件についてまとめた。

⁶⁴ この事故の後エアバス社は、操縦桿に33ポンド(15kg)を超える力が加わると強制的に自動操縦を切るように操縦システムを修正している。強い力をかけることで自動操縦が切られるシステムは他の航空会社においても採用されているが、そうした航空機においては、過去に操縦桿に意図せず強い力がかかってしまい墜落してしまう事故が発生している。例として、アエロフロート航空593便墜落事故やイースタン航空401便墜落事故など。

表 4.4.1

ヘーグヴィス ビールール	航海過失、火災、海固有の危険、天災、戦争、海賊、裁判、 検疫、荷主の行為、ストライキ、離路、運送品の性質、隠 れた欠陥、荷造り不完全
ハンブルグル ール	過失責任主義のため免責事由を廃止し、航海過失、甲板積 み貨物、生動物にも貨物として適用
ロッテルダム ルール	ヘーグヴィスビールールの内容と同様だが、航海過失につ いては有責

以上のとおり、ヘーグヴィスビールールでは航海過失がある場合に船主の責任が免責される。

自動運航船が誤った操船を行い貨物に損害を与えた場合、そのエラーの原因が「欠陥」であるか「堪航能力担保義務違反」であるか⁶⁵が争点となると考えられる。前者であった場合、ヘーグヴィスビールールの免責要件に該当するため船主は免責されると考えられる。後者であった場合、ヘーグヴィスビールールの規定では運送人に賠償責任が課されるが、同ルール上の運送人は船舶所有者及び傭船者と定義されている。所有者と傭船者が例えば定期傭船契約を結んでいた場合、船員の手配や船舶の管理は船主が行うことになる。したがって、こうした場合には船主が賠償責任を負うことになると考えられる。

ii. 船舶損害について

事故によって生じた船体の破損や処理費用などの賠償について考察する。まず上述の派生型トロッコ問題については、強化学習による AI が利用される限り船舶の自律航行システムにおいても同様の問題が発生し得る。自動車においては、上述の「自動運転における損害賠償責任に関する研究会」による整理によれば、システム上の欠陥は運行供用者に損害賠償責任が課されるが、これはそもそもその運行供用者にある「危険責任」及び「報償責任」を考慮したものであろう。船舶について同様に考えるとすれば、損害賠償責任は原則として従来と変わらず船主に課されて然るべきではないだろうか。

一方で、車に「構造上の欠陥」があり、それが原因で事故が生じた場合には、車に「構造上の欠陥」があったことを証明することで、自動車メーカー等に損害賠償を請求できる。これは製造物責任法に基づくものであるが、この考え方を船舶においても準用できるだろうか。これについて自分の考えを述べると、船舶の製造者にこうした損害賠償責任を与えるのは望ましくないだろう。その根拠は 2 つある。

⁶⁵ 商法第 739 条

まず第一に、船舶のように複雑で高度な運航システムについて、船主が構造上の明らかな欠陥を見出し事故との因果性を立証することは非常に難しいという点である。また前述の中華航空事故で挙げたように、トレードオフな設計選択により事故の可能性をなくすことができない以上、どのような設計選択をしたとしても必ず一定の危険性が伴うことを考慮し、システムを運用する必要がある。

そして第二に、製造者に対して船舶事故によって生じる多大な損害賠償責任を負わせること自体が、自動運航システムの普及や技術開発を阻害してしまうということである。そもそも自動運航船は、船員が不足しヒューマンエラーによる事故が多発する現在の海運業界において、船員を助け安全運航を支援する役割として開発が進められているものである。したがって、こうした自動化へ向けた動きに歯止めをかけるような仕組みは、当初の開発意義に反しているため慎重に議論しなければならない点であろう。

ただし、自律航行システムによって実際に事故が発生し損害が生じた場合、事故を起こしたシステムと、考えられる代替設計案を比較し、採用された設計が安全性の点で不合理であると認められれば設計者の製造物責任が問われる可能性も十分あるといえる。そしてそうなれば、製造者には多額の損害賠償責任が課せられる。したがって、可能な限り合理的な代替設計案を模索する姿勢が製造者に求められると同時に、製造者を対象とした保険制度の早急な導入が望まれると考える。

おわりに

今回の研究で、自動運航船と一口に言っても、その形態は一通りではなく、陸上からの遠隔操船や自律航行、乗組員の運航支援と様々なシステムが混在し運用されていくことがわかった。IMOのMSC103においても条約の検討が終了し、今後自動運航船の国際ルール作りが一層加速することが期待されている。こういった動きを知る中で、これから内航船の航海士として海運業界に身を投じる自分は船員の必要性について改めて考えさせられることとなった。

自動運航船が普及した場合に、船員の仕事がAIに取られるのではないかと、という問いをよく耳にする。確かに可能性がないとは言いきれない。しかし自分は、人間が船員として乗船しなくなった未来においても、専門知識・技能を有した海技者の存在は必要不可欠であると思う。船を動かすだけの人材ではなく、船舶に関する知識・技能を身に着けた海技者は、世の中から船というものが無くならない限り、必ず必要とされる。自動運航のシステムに頼ることなく、あくまでも自身の業務のサポートとしてのシステムであるということを忘れずに、海技者として成長していきたい。

謝辞

本論文の作成にあたり、終始丁寧に指導して下さった逸見真教授に深く感謝しております。また副査を快く引き受けて下さった國枝佳明教授、竹本孝弘教授にも大変感謝しております。ありがとうございました。

参考文献

- 藤田友敬『自動運転と法』有斐閣、2018年
- 中村眞澄・箱井崇史『海商法』成文堂、2010年
- 杉原高嶺『国際法学講義』有斐閣、2013年
- 角田美穂子・工藤俊亮『ロボットと生きる社会 法はAIとどう付き合う?』弘文堂、2018年
- 平野晋『ロボット法—AIとヒトの共生にむけて』弘文堂、2017年
- 山下友信『高度道路交通システム(ITS)と法—法的責任と保険制度』有斐閣、2005年
- 外務省経済局海洋課監修『国連海洋法条約〔正訳〕』成山堂書店、2012年
- 瀬田真『自動運航船に関する海洋法規則の現状と展望』海洋私法研究会会報第5号、2021年
- H・Bハード著・今泉敬忠・坪井昭彦訳『船舶の衝突と海上保険』成山堂書店、1973年
- 運輸省海技資格制度研究会『改正船舶職員法の解説』成山堂書店、1985年
- 栗林忠監修・財団法人日本海事センター編『海洋法と船舶の通航改訂版』成山堂書店、2010年
- Rolls-Royce「Autonomous Ships The next steps」<https://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/%20customers/marine/ship-intel/rr-ship-intel-aawa-8pg.pdf>
- 福田ミホ「Uberの自動運転車、初の死亡事故を振り返る。」
<https://www.gizmodo.jp/2018/04/uber-accident-think.html>
- 自動運転LAB「米ウーバー死亡事故 米当局が中間報告書公表」https://jidounten-lab.com/x_2191
- Newsweek「ボーイング737MAXはなぜ墜落したのか?エチオピア政府報告書を検証」
<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2019/04/737max-5.php>
- BOEING「民間航空機部門737MAX」<https://www.boeing.jp/ビジネス部門-紹介/ボーイング民間航空機部門/737-MAX.page>
- 杉江弘「ボーイングやエアバスの最新ハイテク航空機、悲惨な墜落事故が多発している理由」
https://biz-journal.jp/2019/02/post_26854_2.html
- HondaJet「速度の計測方法」<https://www.honda.co.jp/jet/know/02/>
- Newsweek「ピトー管原因の墜落」
<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2009/06/post-203.php>
- 国土交通省海事局「自動運航船に関する現状等」
<https://www.mlit.go.jp/common/001215815.pdf>
- 海上保安庁「令和元年 海難の現況と対策」
https://www6.kaiho.mlit.go.jp/info/keihatsu/20200511_state_measure01.pdf
- 国土交通省海事局「自動運航船の安全設計ガイドライン」

<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001375699.pdf>
大川幸雄「自動運航船の現状と動向」
https://www.mod.go.jp/msdf/navcol/assets/pdf/column192_01.pdf
Twitter「Tempe Police」
<https://twitter.com/TempePolice/status/976585098542833664?s=19>
TechCrunch「WTF is lidar?」<https://techcrunch.com/2017/02/12/wtf-is-lidar/>
IMO「IMO takes first steps to address autonomous ships」
<http://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/08-MS-C-99-MASS-scoping.aspx>
IMO「MSC 100th session」
<http://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/MS-C-99/Pages/MS-C-99-100th-session.aspx>
海上技術安全研究所「国際会議報告 MSC100」
IMO「MSC 101st session」
<http://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/MS-C-99/Pages/MS-C-99-101st-session.aspx>
国土交通省「IMO MSC99における審議結果の詳細」
<https://www.mlit.go.jp/common/001236185.pdf>
国土交通省「IMO MSC103の開催結果」
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001404871.pdf>
国土交通省「IMO LEG108の開催結果概要」
https://www.mlit.go.jp/report/press/kaiji01_hh_000522.html
塩苅恵・太田進「自動運航船の実現のためのIMO条約等に共通する規則上の課題」
https://www.nmri.go.jp/_src/202100/PNM2A210007-00.pdf
NFAS「ASTAT-Autonomous Ship Transport at Trondheimsfjorden」
<http://astat.autonomous-ship.org/index.html>
NOVIMAR「NOVIMAR and the vessel train concept」<https://novimar.eu/concept/>
FinFerries「SVAN-Safer Vessel with Autonomous Navigation」
<https://breakingwaves.fi/wp-content/uploads/2019/06/SVAN-presentation.pdf>
FinFerries「Finferries' Falco world's first fully autonomous ferry」
<https://www.finferries.fi/en/news/press-releases/finferries-falco-worlds-first-fully-autonomous-ferry.html>
日本船舶輸出組合ジャパン・シップ・センター・日本船舶技術研究協会「スマート SHIPPING等における重要技術要素の開発・実用化動向の調査」
https://www.jstra.jp/html/PDF/research2017_01.pdf
梅田綾子・清水悦郎・南健悟・三好登志行「自動運航の実現に向けた法的課題報告書」https://www.jlf.or.jp/assets/work/pdf/kenkyu-no130_houkoku.pdf
国土交通省海難審判所「船員の常務」
<https://www.mlit.go.jp/jmat/monoshiri/houki/houkinyumon/jyoumu/jyoumu.htm>

日本経済新聞「中国造船 1、2 位が統合」

<https://www.nikkei.com/article/DGXMZ051434220V21C19A0FFN000/>

日本海事センター「船員需要予測について」

http://www.jpmac.or.jp/information/pdf/287_1.pdf

寺尾淳「自動運転の海洋版『自動運航船』」

<https://www.sbbit.jp/article/cont1/33910>

国土交通省海事局「海事生産革命(i-Shipping)の推進～IoT活用船から自動運航船に向けて～」
https://www.nmri.go.jp/_src/4227/17kouen_1.pdf

SAE INTERNATIONAL「LEVELS OF DRIVING AUTOMATION」

<https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic>

高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議「官民 ITS 構想・ロードマップ 2017～多様な高度自動運転システムの社会実装に向けて～」

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20170530/roadmap.pdf>

高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議「官民 ITS 構想・ロードマップ 2019」

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20190607/siryou9.pdf>

国土交通省「船員法の概要」

<https://www.tb.mlit.go.jp/kyushu/senpakutouken/pdf/bunyabetu-4-siryou-seninhou.pdf>

東京ディズニーランド「アトラクション」

<https://www.tokyodisneyresort.jp/tdl/attraction/detail/159/>

国土交通省地方運輸局関東運輸局「履歴限定解除早見表」

https://www.tb.mlit.go.jp/kanto/kaiji_sinkou/senin/date/hayamiyou.pdf

独立行政法人海技教育機構「練習船」

<https://www.jmets.ac.jp/academic/ship/index.html>

相羽裕子「航空機のナビゲーションについて」
<https://psych.or.jp/wp-content/uploads/2017/10/63-27-28.pdf>

PlaneCrashInfo.com「Accident statistics」

<http://www.planecrashinfo.com/cause.htm>

国土交通省「パイロットになるには」

<https://www.mlit.go.jp/about/file000041.html>

航空大学校「令和 4 年度航空大学校学生募集要項」
https://www.kouku-dai.ac.jp/02_enter/05.html

国土交通省「パイロットの取組み」

<https://www.mlit.go.jp/koku/haneda/archive/column/pilot.html>

日本郵船「オンラインにおける操船訓練コースを開設」

https://www.nyk.com/news/2020/20201008_01.html

日本バーチャルリアリティ学会誌第 16 巻 2 号 村井康二「船橋シミュレータ（水先教育）」

国土交通省海事局「課題の整理と検討の方向性（自動運航船）」
<https://www.mlit.go.jp/common/001215809.pdf>
FJKLawOffice「船主の責任は制限できるのか」<http://www.fjk-law.com/q7.html>
日本海事新聞電子版「『Ever Given』解放へ。正栄汽船と運河庁が基本合意」
<https://www.jmd.co.jp/article.php?no=268611>
日本船主協会「船の保険」https://www.jsanet.or.jp/qanda/text/q2_22.html
交通事故弁護士解決ナビ「運行供用者が責任を負う根拠」
<https://atomfirm.com/media/28652>
消費者庁「製造物責任法の概要」
https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_safety/other/pl_qa.html
損害保険料率算出機構「自動運転における損害賠償責任と保険」
https://www.giroj.or.jp/publication/accident_prevention_report/pdf/autonomou_s_car.pdf#view=fitV
自動運転における損害賠償責任に関する研究会「とりまとめに向けた整理に向けて（概要）」<https://www.mlit.go.jp/common/001219352.pdf>
総務省 AI ネットワーク社会推進会議「国際的な議論のための AI 開発ガイドライン案」https://www.soumu.go.jp/main_content/000490299.pdf
国土交通省「道路運送車両の保安基準」
https://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha_fr7_000007.html
裁判所「昭和 42(オ)1438 最高裁判決全文」
http://www.courts.go.jp/app/files/hanrei_jp/616/066616_hanrei.pdf
裁判所「昭和 44(オ)79 最高裁判決全文」
http://www.courts.go.jp/app/files/hanrei_jp/745/066745_hanrei.pdf
裁判所「平成 8(ワ)1433 名古屋地裁判決全文」
https://www.courts.go.jp/app/files/hanrei_jp/551/007551_hanrei.pdf
寺岡司「強化学習を用いた自動運転シミュレーションの実行及び課題」
https://www.mms.co.jp/technology/gihou/2018/vol26/ronbun_1.pdf
交通事故トラブル解決ガイド「交通事故損害賠償請求の法律上の根拠」<http://jiko-nego.com/baisyou/entry29.html#title2>
交通事故オンライン「運行の意義に関する裁判例」<http://www.jiko-online.com/unkouigi.htm>
失敗知識データベース「名古屋空港で中華航空 140 便エアバス A300-600R が着陸に失敗炎上」<http://www.shippai.org/fkd/cf/CA0000621.html>
JETRO「『国際海上物品運送法』と船荷証券に関する国際条約（ヘーグ・ルール等）：日本」<https://www.jetro.go.jp/world/qa/04A-A11052.html>
JAPAN P&I CLUB「P&I ロスプリベンションガイド」https://www.piclub.or.jp/wp-content/uploads/2018/04/%E3%83%AD%E3%82%B9%E3%83%97%E3%83%AA%E3%83%99%E3%83%B3%E3%82%B7%E3%83%A7%E3%83%B3%E3%82%AC%E3%82%A4%E3%83%89-Vol.40-Light_1.pdf
運輸安全委員会「船舶事故の統計」[74](https://jtsb.mlit.go.jp/jtsb/ship/ship-</p></div><div data-bbox=)

accident-toukei.php

「商法」 <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=132AC0000000048>

「民法」 <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=129AC0000000089>

「船舶安全法」 https://elaws.e-gov.go.jp/document?law_unique_id=308AC0000000011_20190401_429AC0000000041

gov.go.jp/document?law_unique_id=308AC0000000011_20190401_429AC0000000041

「船舶安全法施行規則」 <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=338M50000800041>

gov.go.jp/document?lawid=338M50000800041

「海上衝突予防法」 <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=352AC0000000062>

「船員法」 https://elaws.e-gov.go.jp/document?law_unique_id=322AC0000000100_20200401_429AC0000000045

gov.go.jp/document?law_unique_id=322AC0000000100_20200401_429AC0000000045

「船舶職員及び小型船舶操縦者法」 https://elaws.e-gov.go.jp/document?law_unique_id=326AC0000000149_20160401_426AC0000000069

gov.go.jp/document?law_unique_id=326AC0000000149_20160401_426AC0000000069

「船舶職員及び小型船舶操縦者法施行令」 <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=358C00000000013>

gov.go.jp/document?lawid=358C00000000013

「航空法」 <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=327AC0000000231>

「水先法施行令」 <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=339C00000000354>

「道路運送車両法」 https://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=326AC0000000185#283

gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=326AC0000000185#283

「自動車損害賠償保障法」 https://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=330AC0000000097#A

gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=330AC0000000097#A

