

14 リスク評価技術の高度化 — 自動運航船と新規貨物・燃料船のリスク評価 —

柚井 智洋*, 伊藤 博子*, 木村 新太*, 塩莉 恵*
三宅 里奈*, 工藤 潤一*, 石村恵以子*, 河島 園子*

Enhancement of Risk Analysis Methods - Risk Analyses for Maritime Autonomous Surface Ships and New Cargo/Fuel Ships -

by

YUZUI Tomohiro, ITOH Hiroko, KIMURA Arata, SHIOKARI Megumi
MIYAKE Rina, KUDO Junichi, ISHIMURA Eiko and KAWASHIMA Sonoko

Abstract

We have been conducting research to enhance risk analysis methods. In particular, we have been developing and proposing methods applicable to Maritime Autonomous Surface Ships (MASS), new kind of cargo ships, and alternative fuel ships. This paper introduces our recent studies related to risk analyses for MASS and Liquefied Hydrogen Carriers (LHCs). Regarding the risk analysis of MASS, we developed a risk analysis method consisting of a hazard identification (HAZID) method based on the entire MASS system model. In this method, the entire structure of, and tasks performed by a MASS system are firstly modeled by applying Unified Modeling Language (UML) class diagrams. Then, based on the system model, a hazard identification is performed. The methods applied for risk analysis, some of the results, and discussions are presented. For the risk analysis of LHCs, we estimated (liquified) H₂ leakage risk. In this estimation, Bayesian inference was used for frequency analysis, and a simulation was used for severity analysis. Lastly, we discuss future development in the risk analyses for MASS and new kind of cargo/alternative fuel ships.

* 海洋リスク評価系

原稿受付 令和 4年4月26日

審査日 令和 4年6月 1日

1. はじめに

リスクとは安全の指標であり、工学的なリスクは、事故の発生頻度と被害度の積で表現される。リスクを用いた安全性評価はリスク評価と呼ばれる。リスク評価と費用対効果評価を実施し、合理的な規則を策定することを目的に、国際海事機関 (IMO) において、Formal Safety Assessment (FSA)¹⁾の開発が 1990 年代に始まってから船舶分野においてリスク評価が良く知られるようになった。

船舶分野における初期のリスク評価は、FSA、すなわち規則改正を目的に実施されることが多かった²⁾。2005 年頃以降になると SOLAS 条約の同等安全・代替設計への対応のためのリスク評価に関する研究^{3),4)}が実施されるようになってきた。2015 年以降になると、国際ガス燃料船コード (IGF コード) 等の中で、設計時に義務化されているリスク評価の実施件数が増えてきている。また、近年では、燃料の物性等から想定される危険性の他にどんな危険性があるか明確になっていない代替燃料船等の新型式船の安全要件の策定を目的にリスク評価を実施する例⁵⁾も増えている。

このように、船舶分野におけるリスク評価は需要が増大しただけではなく、その目的も多様になりつつある。特に自動運航船や新規貨物・代替燃料船を対象としたリスク評価の需要が増している。著者らは、この多様な目的に適切に対応するため、リスク評価技術の高度化に取り組むと同時に、それらの自動運航船や新規貨物・代替燃料船への適用を進めている。本稿では、そのうち、自動運航船及び液化水素運搬船関連の研究に関する著者らの取組みを報告するとともに、今後の発展について述べる。

2. リスク評価の概要

2.1 リスク評価のプロセス⁶⁾

リスク評価は、大きく分けてハザードを特定する工程と、得られたハザードの重要性を評価する工程から構成される。英国の HSE (安全衛生庁) では、ハザードを特定する工程をリスク解析 (Risk analysis) と呼び、これとハザードを評価する工程を合わせてリスク評価 (Risk assessment) と呼んでいる⁷⁾。また、これらに加え、コスト便益を考慮して最終的にリスク低減措置を選択するという意思決定の工程までを含めてリスク管理 (Risk management) と呼ぶ。これらの関係は図-1 のように表わされる。

2.2 リスク解析の手法

図-1 に示すようにリスク解析は、定性解析、半定量解析及び定量解析に分けられる。定性解析では、ハザード、原因及び結果等の特定を実施する。比較的簡易に実施可能という長所があるが、リスクの定量化は実施しないため各ハザードの重要度に関する議論が不可能という短所がある。半定量解析では、ハザードの発生から結果に至る事故シナリオの発生頻

度と被害度及びそれらの積であるリスクを対数スケール等で表現する。比較的簡易に定量化が可能という長所があるが、定量化された値の不確実性が大きいという短所がある。定量解析では、ハザードの発生から結果に至る事故シナリオの発生頻度と被害度及びリスクを数値的に表現する。定量的な議論が可能であるという長所があるが、手間が掛かる等の短所がある。

これまでの船舶分野におけるリスク解析では、定性及び半定量解析のための手法として、Structured What IF Technique (SWIFT)、Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) 及び Hazard and Operability Studies (HAZOP) が良く用いられている。これらの手法は主にハードウェアを対象とした解析手法であるため、ソフトウェアの比重が大きい自動運航船のリスク解析に適用するには課題が多い。そこで、著者らはシステムモデリング手法の一つである UML (Unified Modeling Language) を応用した手法の開発及び自動運航船への適用を実施中である。その概要を 3 章で述べる。

定量解析のための手法としては、Event Tree (ET)、Fault Tree、Bayesian Network が良く用いられ、また被害度を推定するためにシミュレーションが実施されることもある。定量解析では頻度及び被害度を数値的に推定する必要があるが、頻度に関しては利用可能なデータの不足等の課題があり、被害度に関しては推定のためのシミュレーションツールの未整備等の課題がある。著者らはこれらの課題の解決及び液化水素運搬船の漏洩リスクの定量解析を目的に研究を実施中である。その概要を 4 章で述べる。

3. 自動運航船のリスク解析 (定性解析の高度化)

3.1 研究の概要

前述したリスク評価のプロセスのうち、リスク解析の実施のためには、対象が何なのかを明確にする必要がある。既存船を対象としたリスク解析では、ハードウェアを中心としたシステム構成図を利用し、対象の明確化を実施していた。一方、自動運航船の場合、既存船で人間の船員が行っていた船舶の行動計画や制御について、これらを代行、補助するソフトウェアが追加的に導入され、船舶の運航におけるソフトウ

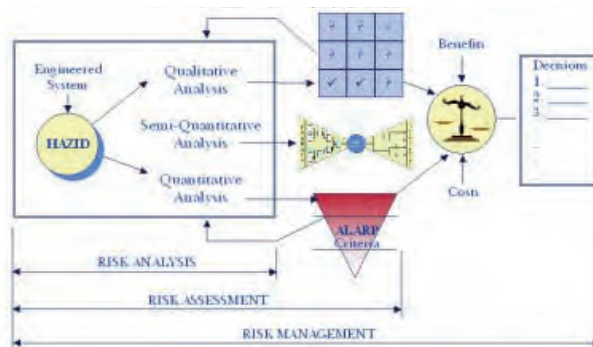


図-1 リスク評価の色々なアプローチ⁷⁾

ウェアのタスクの比重が大きくなるため、自動運航船のリスク解析では、全体システムを構成するハードウェア、ソフトウェア及び人間等の各構成要素が担当するタスク、構成要素間の情報のやり取りや人間による承認が必要なプロセス等を明確に定義する必要がある⁸⁾。

構成要素間の相互作用に着目したリスク解析手法として、STAMP/STPA (Systems-Theoretic Accident Model and Processes / System-Theoretic Process Analysis)⁹⁾が知られており、各構成要素の制御関係のモデル化により対象の明確化を実施する。STAMP/STPAは、航空機分野や他の工学分野、医療分野などで用いられている¹⁰⁾。自動運航船への適用も既に試みられている¹¹⁾が、各構成要素の保有する情報や内部機能に関連する情報の支援は比較的少ないため、著者らは、ソフトウェアのモデル化に使用されるUMLのクラス図を応用し、対象を定義する手法の研究^{8),12)}を進めてきた。本手法では、ソフトウェア内部の機能や保有情報を、解析に必要なレベルまで分解して記述可能なだけでなく、ハードウェア及び人間等の他の構成要素のタスクの記述や構成要素間の情報のやり取り、人間による承認のプロセス等も明記することが可能である。このようなモデル図を利用することで、システム構成の理解が促進され、各構成要素の機能(タスク)や構成要素間の相互作用に関連するハザードの同定が効率的に行える⁸⁾。

著者らはこのモデル図を利用して、SWIFTでリスク解析する手法を提案してきた^{8),12)}。また、ソフトウェアのタスクの比重が大きい自動運航船のリスク解析では、タスクの誤り、未実施、遅延等に着眼してハザードの同定を実施することが有用と考え、タスクベースのハザード同定手法に関する研究も進めてきた¹³⁾。次節では、これらの手法を仮想的自動運航船に適用した結果^{8),13),14)}を示す。

3.2 仮想的自動運航船のリスク解析

リスク解析を実施するためには解析対象の自動運航船が必要である。著者らは、既往研究等¹¹⁾を参考に、実現が可能と考えられる仮想的自動運航船を定義した。以下、定義した仮想的自動運航船の概要、UMLクラス図の応用によるモデル化結果、リスク解析の結果を簡単に報告する。これらの詳細については文献^{8),13),14)}を参照されたい。

3.2.1 仮想的自動運航船の概要

仮想的自動運航船の基本構想を表-1に示す。自動運航は運航設計領域(Operational Design Domain, ODD)内で実行するため、運航中にODD外となった場合等に備え、船上には船員が乗船する。船上船員の通常の主なタスクは船内システムや船外状況の監視等であるが、異常発生時等のODDから逸脱した場合は自動運航システムからの操船を引き継ぐ。

船舶の運航においては、状況によってタスクが異なるため、人間と自動化システムのタスクの役割分担等も状況によって異なる。そのため、運航の状況に応じたフェーズとして、出航前の計画段階、離着岸時及び通常航海中の3つのフェーズを本研究では定義した。これらのフェーズで自動化システ

ムが作動しフェーズの移行も自動的に切替わるものとした。

3.2.2 UMLクラス図の応用によるモデル化

UMLクラス図を応用した手法により各フェーズのモデル化を実施した。紙面の都合上、通常航海中に関する一部システムのみをモデル化結果を図-2に示す。

3.2.3 リスク解析の結果

作成したモデル図を参照しながら、SWIFT手法によって

表-1 仮想的自動運航船の基本構想

航路概要	乗客と船員が乗船する瀬戸内海の航海時間が10分程度のフェリー。日中の定期航路。
操船	船上の機器は基本的に陸上センターの指示通りに自動的に操作される。
安全性	人損・物損を生じさせない。乗客・船員・船舶・貨物の安全を確保する。

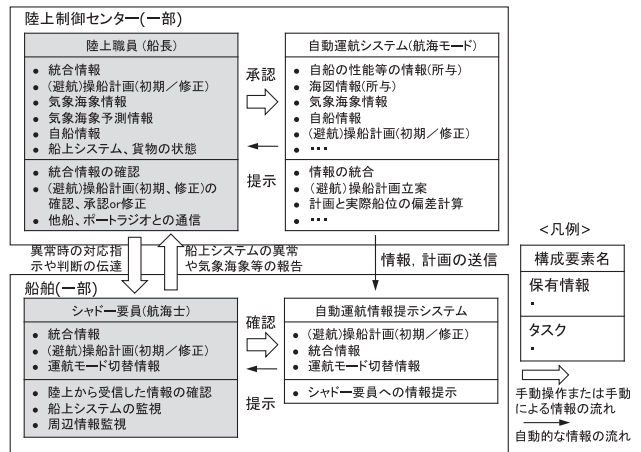


図-2 仮想的自動運航船のUMLクラス図の応用によるモデル化結果(通常航海中、一部システム)¹⁴⁾

表-2 リスク解析結果の一例

フェーズ	通常航海中
システム	自動運航システム
タスク	(避航)操船計画立案
ハザード	不適切な操船計画の立案
原因(一部)	- 自船/他船・漂流物/気象海象情報等の誤り - タイミングが異なる自船/他船・漂流物/気象海象情報等を基にした計画立案 - システム内の不適切なパラメータ設定
結果(一部)	- 避航失敗、衝突 - 自船の制御性能を超えた操船指令による舵・機関等の損傷
対策(一部)	- センサ類、船上システム及び船陸間通信機器の信頼性向上による情報誤りの発生防止 - 自船の制御性能の定期確認とシステム保有情報の定期更新

HAZID 会議形式でリスク解析を実施した。各フェーズ、システム毎に、各タスクのハザード、原因、結果、安全対策の検討を実施した。その結果、重複を含み、およそ 200 弱のハザードが抽出された。その一例を表-2 に示す。

3. 3 3章のまとめ

著者らが開発した UML クラス図の応用による対象システムのモデル化手法とそれを用いたタスクベースのリスク解析手法を、仮定の自動運航船に適用した結果を報告した。これにより、自動運航船のリスク解析の効率的な実施及び網羅的なハザード同定が期待される。

4. 液化水素運搬船のリスク解析（定量解析の高度化）

4. 1 研究の概要

水素を取り扱う多くの設備における重要ハザードの一つとして「水素漏洩」が挙げられている。陸上の水素ステーションを対象としたリスク解析^{15)・17)}では、「水素漏洩」の定量的なリスク解析が実施されている。一方、液化水素運搬船に関しては、定性的・半定量的リスク解析¹⁸⁾は実施されているが、定量的リスク解析は実施されていない。そこで著者らは、液化水素運搬船の漏洩リスクの定量解析に関する研究を実施中である。以下では、その概要を報告する。

4. 2 解析対象シナリオ

本研究では文献¹⁵⁾を参考に、解析対象シナリオ、すなわち ET を図-3 のように構築した。本研究では ET の太線で示されている噴出火炎 (Jet fire) と爆発 (Explosion) をリスク推定の対象として取扱うこととした。それらのリスクはそれぞれ (4.1)式及び(4.2)式から求められる。

$$R_{Ji}(x) = f_i(x) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 \cdot S_{Ji}(x) \quad (4.1)$$

$$R_{Ei}(x) = f_i(x) \cdot (1 - p_1) \cdot (1 - p_2) \cdot p_3 \cdot S_{Ei}(x) \quad (4.2)$$

ここで、 $R_{Ji}(x)$ 及び $R_{Ei}(x)$ はそれぞれ機器 i の漏洩孔径が x の時の Jet fire と Explosion のリスク、 $f_i(x)$ は機器 i の漏洩孔径が x である場合の頻度、 p_1 、 p_2 及び p_3 は ET の各分岐確率、 $S_{Ji}(x)$ 及び $S_{Ei}(x)$ は機器 i の漏洩孔径が x の時の被害度である。

なお、本研究ではフランジ、バルブ、パイプの 3 種類の機器を対象とした。

4. 3 頻度解析

(4.1)式及び(4.2)式の $f_i(x)$ を推定する必要がある。 $f_i(x)$ は漏洩の発生頻度と漏洩孔径の発生確率の積によって求められるが、利用可能なデータの不足により、これらを直接的に推定することは不可能である。そこで本研究では、水素ステーションにおけるリスク解析^{15)・17)}と同様に、ベイズ推定を利用した。図-4 にベイズ推定の流れを示す。ベイズ推定は二段階で実施した。一段回目では英国 HSE の Hydrocarbon Release Database (HcRD) を尤度とし、漏洩頻度を推定した。二段階目

では、一段階目の結果を事前分布とし、高圧ガス保安協会の事故事例データベースにおける水素漏洩のデータを尤度として、そのベイズ推定結果を液化水素運搬船の漏洩頻度と仮定した。図-5 にフランジに関するベイズ推定結果を示す。

漏洩孔径の発生確率も、漏洩頻度と同様にベイズ推定を実施する必要があるが、本研究では、FLNG における漏洩孔径の発生確率^{19)・22)}を利用した。ベイズ推定による漏洩孔径の発生確率の推定は今後の課題としたい。(4.1)式及び(4.2)式の p_1 、 p_2 及び p_3 は既往研究^{15)・23)}の値を参考に設定した。

4. 4 被害度解析

被害度解析は HyRAM+²⁴⁾を用いて実施した。本解析では、個船の設計は考慮せず、水素漏洩によって生じる潜在的な被害度を解析することを目的として、障害物や大気風が無い空間で鉛直上向きに液化水素が漏れていると仮定した。漏洩した水素ガスによって形成する可燃性の水素/空気混合ガスの遅れ着火によって生じる Explosion に関して乗組員に重大な損害を与える爆風圧 (Overpressure) の基準として、文献²⁵⁾に

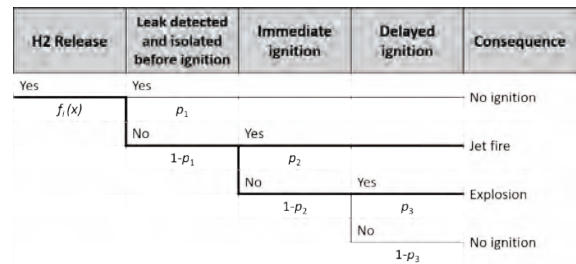


図-3 漏洩に関する ET

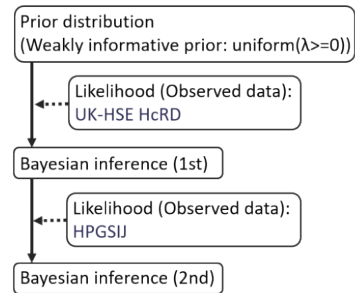


図-4 ベイズ手法による漏洩頻度推定の流れ

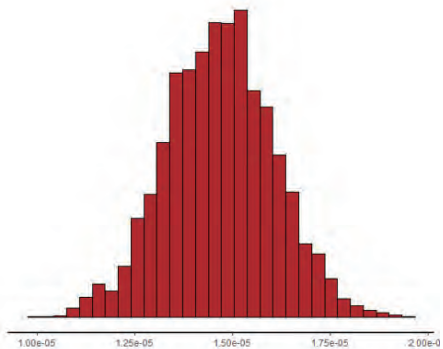


図-5 ベイズ推定による漏洩頻度の推定結果 (フランジ)

従って 24.1 kPa を使用し、影響が到達する距離 (Effective distance) を被害度の指標として算出した。また、漏洩ガスに瞬時着火して生じる Jet fire について、文献²⁶⁾によると 60 秒以内に II 度の火傷を引き起こす放射熱強度は 5kW/m² と報告されており、この値を用いて、影響が到達する距離 (Effective distance) を被害度として計算した。これらの計算は複数の孔径に対して実施し、各事象の被害度と孔径の関係を求めた。その結果を図-6 に示す。

図-6 から Effective distance は漏洩孔径のべき乗で表されることが分かる。すなわち、 $S_{fi}(x)$ 及び $S_{ei}(x)$ は次の式で表される。なお、本研究では $S_{fi}(x)$ 及び $S_{ei}(x)$ は全ての機器で同じであると仮定した。

$$S_{fi}(x) = 1.471x^{1.106} \quad (4.3)$$

$$S_{ei}(x) = 3.982x^{0.946} \quad (4.4)$$

4.5 リスク解析

頻度解析と被害度解析の結果を(4.1)式及び(4.2)式に代入し、それを漏洩孔径に関して積分することで各機器のリスクが求められる。その結果を図-7 に示す。

この結果から、機器によらず、Jet Fire の方が Explosion よりリスクがやや大きいこと、Jet Fire と Explosion によらずバルブ、パイプ、フランジの順にリスクが大きいことが分かる。

本研究のリスクモデルは、漏洩孔径をパラメータとしている。すなわち漏洩孔径別のリスクの大きさの相対比較も可能である。その一例として、図-8 にフランジの計算結果を示す。図-8 から Jet Fire、Explosion とともに漏洩孔径 1mm から 2mm で最もリスクが大きくなることが分かる。

4.6 4章のまとめ

著者らが実施中の液化水素運搬船の漏洩リスクの定量解析に関する研究の概要を報告した。本研究では、多くの仮定を置いて、リスクを推定しているため、その結果の信頼性は低いと考えられる。今後は推定結果の信頼性向上のための研究を実施していく。

5. 今後の発展

5.1 自動運航船のリスク解析の今後の発展

3章では、UML クラス図の応用による対象システムのモデル化手法とそれを用いたタスクベースのリスク解析手法を、仮定の自動運航船に適用した結果を報告した。今後は、これらの手法を実船のリスク解析にも適用し、手法の改良を進める必要がある。これに関連し、著者らは海上技術安全研究所が開発中の小型実験船「神峰」の遠隔操船システムへの手法の適用²⁷⁾²⁹⁾を進めている。

また、自動運航船では多くのタスクが同時並行で動的に実施されるが、タスクベースのリスク解析手法では、タスクを静的に捉えているため、動的に同時並行で実施されるタスクを考慮した解析が困難である。そこで著者らは、UML アクティビティ図を使用した動的なタスクベースのリスク解析手

法の研究³⁰⁾³¹⁾も始めている。

これらの手法は定性解析手法であり、世界的に見ても多くの研究が実施されている。一方、自動運航船の定量解析に関する研究の例は殆ど存在せず、今後は自動運航船の定量的リスク解析に関する研究も進めて行く予定である。

5.2 新規貨物・代替燃料船のリスク解析の今後の発展

4章で報告した液化水素運搬船の漏洩リスクの定量解析に関する研究は、実際のパイプやバルブ等の配置や個数等を考慮しておらず、実船を想定した解析が今後の課題である。また、Effective distance を被害度の指標として考慮したが、人命損失数等を被害度の指標とするのが一般的なため、被害度を人命損失数等としたリスク解析も実施する必要がある。

水素燃料電池船やアンモニア燃料船の定性的/半定量的なリスク解析結果⁵⁾³²⁾においても、漏洩は重要なハザードの一つとして挙げられている。4章で示した定量的なリスク解析のフレームワークは、これらの船舶にも適用可能であると

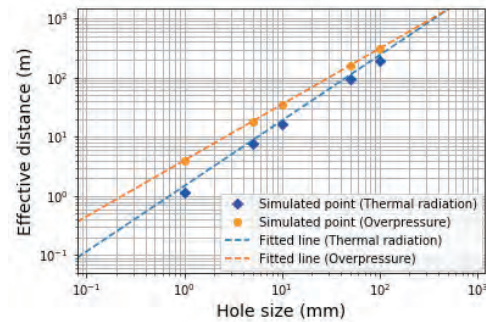


図-6 漏洩孔径と Effective distance の関係

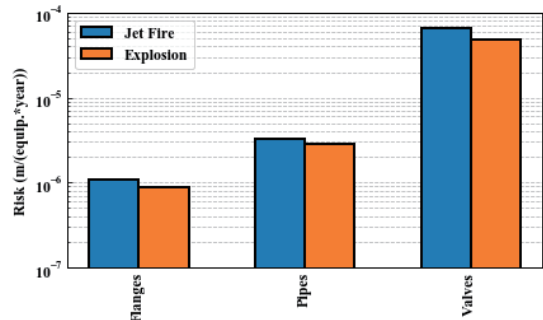


図-7 機器別のリスクの推定結果

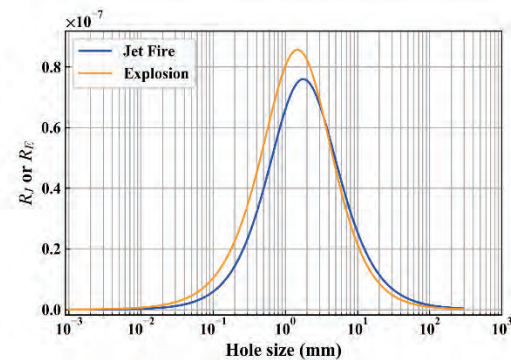


図-8 漏洩孔径を変数とするリスクの分布 (フランジ)

考えられ、その研究を進める必要がある。

6. まとめ

本稿では、著者らが実施中のリスク評価技術の高度化に關する研究のうち、自動運航船及び液化水素運搬船関連の研究の取組みを報告するとともに、今後の発展について述べた。船舶分野においてリスク評価の需要は増加傾向にあり、その目的も多様になってきている。著者らはこれらの需要・目的に適切に対応できるように、今後もリスク評価技術の高度化に取り組んでいく。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP20K14969 の助成を受けたものです。

References

- 1) IMO: Revised Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for use in the IMO Rule-Making Process, MSC-M EPC.2/Circ.12/Rev.2 (2018).
- 2) P. Lois et al.: Formal safety assessment of cruise ships, *Tourism Management*, Vol. 25, Issue 1 (2004), pp.93-109.
- 3) AD. Papanikolaou: Risk-Based Ship Design Methods, Tools and Applications (2009), Springer.
- 4) 柚井他：リスクベースの安全性評価手法を適用した設計技術の確立及び安全基準の策定に関する研究，海技研報告，第17巻，第3号(2018)，pp.233-245.
- 5) Japan: Hazard Identification of ships using ammonia as fuel, MSC 104/15/10 (2021).
- 6) 伊藤他：自動運航システムのリスク評価，ClassNK 技報，No.4(2021)，pp.9-18.
- 7) UK HSE: Marine Risk Assessment. Offshore Technology Report 2001/063 (2001), Prepared by DNV for HSE.
- 8) 塩荻他：システムモデリングによるリスク解析手法の自動運航船の概念設計への適用，日本船舶海洋工学会講演会論文集，第32号(2021)，pp.355-366.
- 9) NG. Leveson and JP. Thomas: STPA handbook, (2018).
- 10) Nancy Leveson's Home Page at MIT: <http://sunnyday.mit.edu/>
- 11) K. Wróbel, et al.: Towards the development of a system-theoretic model for safety assessment of autonomous merchant vessels, *Reliability Engineering and System Safety*, Vol.178 (2018), pp.209–224.
- 12) 塩荻他：自動運航船のリスク解析手法の構築に向けて，日本船舶海洋工学会講演会論文集，第30号，(2020)，pp. 393–396.
- 13) 石村他：仮想の自動運航船を対象としたタスクベースのハザード抽出について，JIME 学術講演会第91回講演論文集，(2021).
- 14) 石村他：仮想の自動運航船を対象とした安全性評価，海技研第21回研究発表会(2021)，pp.85-86.
- 15) KM. Groth, et al.: Early-Stage Quantitative Risk Assessment to Support Development to Codes and Standard Requirements for Indoor Fueling of Hydrogen Vehicles, SAND2012-10150 (2012).
- 16) 産業技術総合研究所：水素ステーションとその周辺のリスク評価書(2019).
- 17) 木原他：有機ハイドライド型水素ステーションの漏洩頻度のベイズ推定，安全工学，56号(2017)，pp.245-254.
- 18) K. Nishifuji: Hazard Identification Study of Liquefied Hydrogen Carrier, Proc. of the 7th International Maritime Conference on Design for Safety (2018), pp.20-30.
- 19) 金湖他：FLNGにおける極低温流体漏洩事故を想定した漏洩ホール径の確率分布について，日本船舶海洋工学会講演会論文集，第15号(2012)，pp.277-280.
- 20) 柚井他：FLNGにおける極低温流体漏洩頻度について，日本船舶海洋工学会講演会論文集，第15号(2012)，pp.285-288.
- 21) 金湖他：FLNGにおける極低温流体漏洩頻度解析，海技研報告，第13巻，第4号(2015)，pp.1-12.
- 22) A. Usami, et al.: Cryogenic leakage risk analysis for FLNG and use of brittle crack arresting material as a risk mitigation measure, SNAME Maritime Convention (2015), pp.518-527.
- 23) Canadian Hydrogen Safety Program: Quantitative Risk Comparison of Hydrogen and CNG Refueling Options. Presentation at IEA Task 19 Meeting (2006).
- 24) DE. Brian and SH. Ethan: Walkup. HyRAM (Hydrogen Risk Assessment Models), Version 3.0. Sandia National Laboratories (9/30/2020); software available at <http://hyram.sandia.gov>.
- 25) RK. Zipf and KL. Cashdollar: Explosion and refuge chambers, effects of blast pressure on structures and the human body. NIOSH Docket Number 125 (2007), Columbus, OH:National Institute for Occupational Safety and Health.
- 26) Federal Emergency Management Agency, U.S. Department of Transportation, and U.S. Environmental Protection Agency: Handbook of Chemical Hazard Analysis Procedures (1989).
- 27) 塩荻他：小型実験船「神峰」の遠隔操船システムのモデル化，JIME 学術講演会第91回講演論文集 (2021).
- 28) 工藤他：小型実験船「神峰」による遠隔操船実験におけるハザード抽出，JIME 学術講演会第91回講演論文集 (2021).
- 29) M. Shiokari et al.: Application of Risk Analysis Method with System Modeling to Remote Operation of Experimental Ship, Shinpo, AUTONOMOUS SHIPS CONFERENCE (2022).
- 30) 三宅他：小型実験船「神峰」の遠隔操船実験に基づくタスク分析，JIME 学術講演会第91回講演論文集 (2021).
- 31) R. Miyake et al.: Application of Dynamic-Task-Based Hazard Identification Method to Remote Operation of Experimental Ship Shinpo, Proc. of ICMAS/MTEC 2022 (2022).
- 32) 国交省：水素燃料電池船の安全ガイドライン付録1 水素燃料電池船の Hazard Identification ガイドライン (2021).