

## 2024 年度 船舶基準セミナー

～IMO における安全関係諸基準の策定状況及び  
関係者の取組状況(代替燃料船関係)～

講演資料

2024年12月17日

一般財団法人 **日本船舶技術研究協会**



**2024年度船舶基準セミナー**  
**～IMOにおける安全関係諸基準の策定状況及び関係者の取組状況（代替燃料船関係）～**  
**プログラム**

2024年12月17日（火）14時00分～16時25分

13:30～ **開場**

14:00～14:05 **開会挨拶**

一般財団法人 日本船舶技術研究協会 会長

田中 誠一

**<第一部：IMOにおける安全基準の策定概況について>**

14:05～14:30 **IMOにおける代替燃料船関係の審議動向**

国土交通省 海事局 安全政策課 船舶安全基準室長

前田 崇徳 様

**（講演概要）**

船舶の国際基準はIMOで議論されており、本年9月に開催された第10回貨物運送小委員会（CCC10）では、代替燃料船の安全基準が審議されアンモニアを燃料とする船舶の安全基準案（暫定アンモニアガイドライン）が合意されました。本セミナーでは、これまでの審議の流れや暫定アンモニアガイドラインの概要、今後の代替燃料船関係の審議動向等についてご説明いたします。

14:30～14:55 **IMOにおける安全諸基準の最近の審議動向**

一般財団法人 日本船舶技術研究協会 主任研究員

秋山 直之

**（講演概要）**

IMOでは、船舶の安全基準等を定めた条約である海上人命安全条約（SOLAS条約）についても、その発効以後、技術の進歩等を踏まえた改正が継続して行われております。我が国はこれまで世界有数の海運・造船国として積極的に議論に参画しており、確かな技術的な知見に基づいた提案により、合理的な基準の策定と我が国海事産業の競争力強化に努めております。本セミナーでは、SOLAS条約をはじめとした条約改正のプロセスや、IMOの議論に対する日本国内の検討プロセスをご紹介します。また、自動運航船や水素・アンモニア燃料船の安全基準に関する審議動向等についても併せてご説明いたします。

14:55～15:05 **第一部質疑応答**

15:05～15:25 **ブレイク**

**<第二部：関係者の取組について>**

15:25～15:50 **IMO CCC 10審議結果を踏まえたアンモニア燃料船の開発課題**

一般財団法人 次世代環境船舶開発センター(GSC)

上席研究員

小畑 英郎 様

**（講演概要）**

本年9月に開催されたIMO CCC 10において、暫定アンモニア燃料船安全ガイドラインについて議論が行われ、最終化しました。本講演では、GSCで設計開発したアンモニア燃料バルクキャリアをベースに、その考え得る影響と設計開発における課題を紹介します。

15:50～16:15 水素燃料船の開発状況について

高圧水素燃料供給システムの開発状況について

尾道造船株式会社 設計部 部長

上妻 正和 様

川崎重工業株式会社 レシプロエンジン技術部 燃料供給システム課

水谷 好生 様

(講演概要)

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) のグリーンイノベーション基金事業、「次世代船舶の開発／水素燃料船の開発」プロジェクトにおいて、大型低速2ストローク水素燃料エンジンを主機関として搭載する外航多目的船の開発を進めています。

本講演では、本船舶の計画・配置等の概要、本主機関に高圧水素燃料を供給するシステム (MHFS、Marine Hydrogen Fuel System) の構成及び特長、船舶の燃料として水素を使用する場合の安全性を確認・確保する目的のために実施しているリスク評価活動の事例、並びに水素燃料船・エンジンの社会実装・普及に向けて進めていく実船実証を含む今後の開発計画・予定について紹介します。

16:15～16:25 第二部質疑応答

16:25 閉会

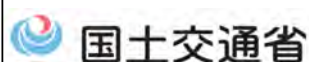
※プログラムは都合により変更になる場合がございます。

# **第1部:IMOにおける安全基準の策定概況について**



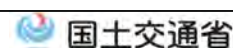
# IMOにおける代替燃料船関係の審議動向

国土交通省 海事局 安全政策課  
船舶安全基準室長 前田 崇徳  
令和6年12月17日



Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

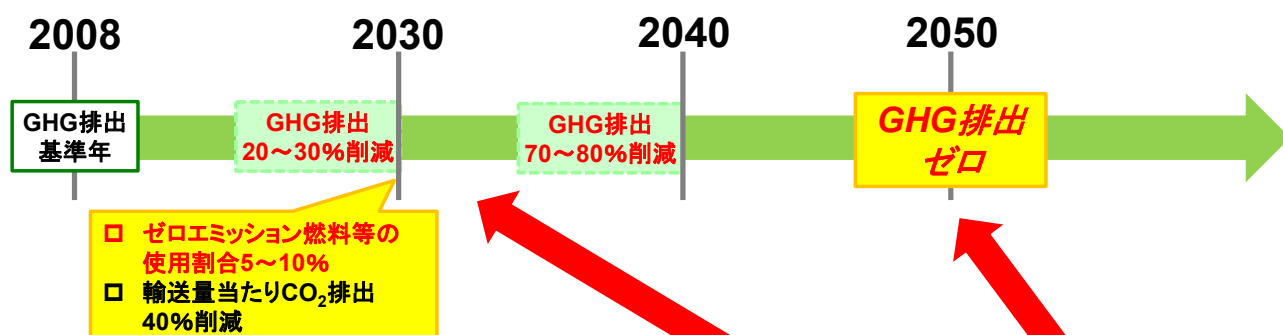
## 国際海運の「GHG削減戦略」



- 2023年7月、国際海事機関(IMO)にて、**国際海運「2050年頃までに温室効果ガス(GHG)排出ゼロ」等の目標に合意**し、「GHG削減戦略※」を改定 ※ 2018年4月採択



### 国際海運からのGHG排出削減目標

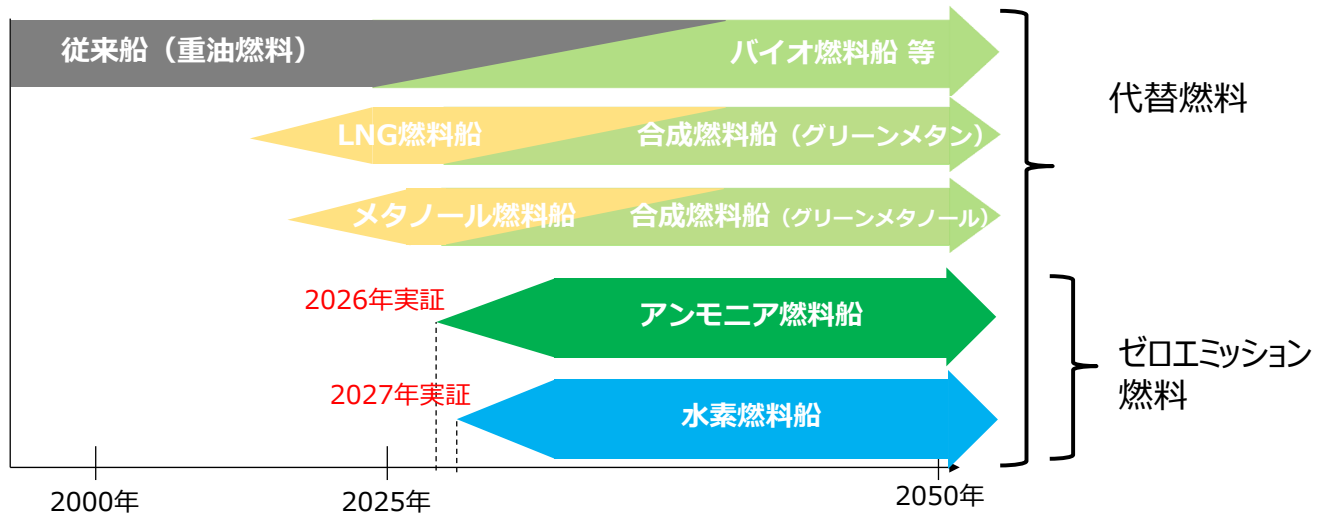


### 参考：2018年GHG削減戦略の削減目標



# カーボンニュートラルに向けた船舶燃料の転換

- 船舶は、他の輸送手段に比べ長距離・大量輸送が特徴で、燃料は**重油**に大きく依存。近年は、**バイオ燃料**との混合使用や、将来的な合成燃料への移行を見越した**LNG燃料船**や**メタノール燃料船**の導入が進むが、炭素を含むこと、グリーン燃料の供給量・価格等が懸念材料。
- 他方、**アンモニア**や**水素**は、エンジン及び船舶実装のための技術開発が必要であるが、炭素を含まない燃料として期待。
- 一般に船舶は、20年以上の長期間にわたり使用されるため、2050年カーボンニュートラルの実現には、**今からゼロエミッション船の導入に向けた環境整備**に取り組むことが不可欠。



2

## アンモニア燃料船及び対応技術の開発状況

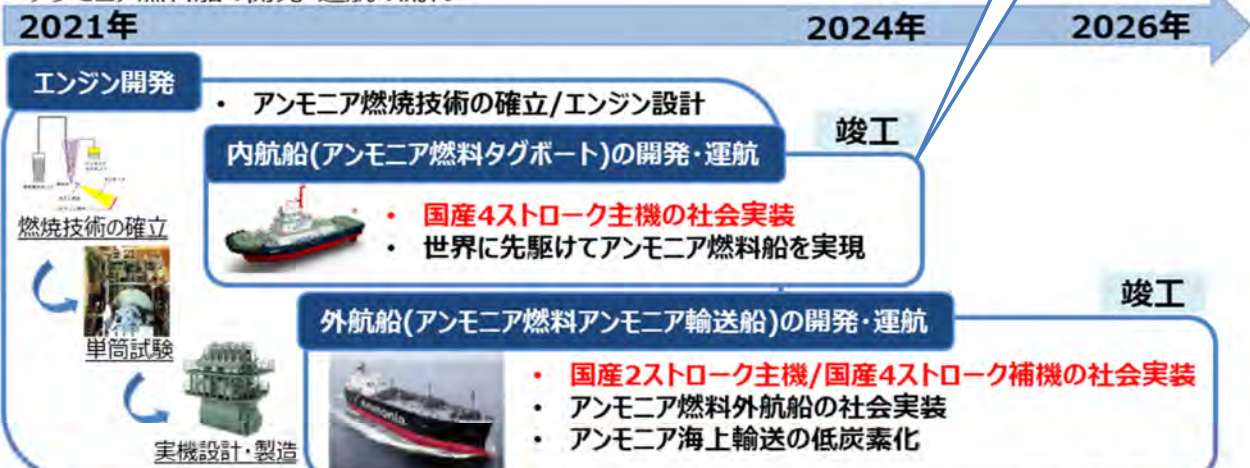
○グリーンイノベーション基金  
「次世代船舶の開発」プロジェクト  
採択事業

アンモニア燃料タグボート「魁」

\*)日本郵船プレスリリース(2024年08月23日付)



<アンモニア燃料船の開発・運航の流れ>



出典：日本郵船(株)、(株)ジャパンエンジンコーポレーション、(株)IHI原動機、日本シッパード(株)

3



- IMOにおいては、2022年4月に開催された第105回海上安全委員会（MSC 105）において、我が国等の提案を踏まえ、アンモニア燃料船の普及促進に向けて国際的な安全ガイドライン策定に向けた検討を開始することが合意。
- これを受け、2022年9月の第8回貨物運送小委員会（CCC 8）から具体的な議論が開始され、我が国は国際ガス燃料船コード（IGFコード）をベースにアンモニア特有の毒性や腐食性を考慮したガイドライン素案を提案。我が国が提案したガイドライン素案は、同時期にノルウェーから提案されたガイドライン素案と統合され、それをベースドキュメントとして議論が進められてきた。
- その後、今年9月のCCC 10においてガイドライン案が最終化され、今月開催されたMSC 109にて承認。策定されたガイドラインは回章としてIMOから発出される。



ロンドンのIMO本部



IMO会議の様子

4

## ガイドラインの構成

- アンモニア燃料船に求められる機能要件を主としてまとめたハイレベルガイドラインという位置付けで作成

1章 序論	12章 防爆対策 爆発の防止と影響の制限に関する規定
2章 一般（適用、定義）	12 bis章 毒性対策 毒性ガスへの曝露防止に関する規定
3章 目標及び機能要件	13章 通風 ガス燃料機器の安全運転のための換気に関する規定
4章 一般規則 リスク評価の実施と、火災・爆発・毒性影響の制限に関する規定	14章 電気設備 電気設備の防爆に関する規定
5章 船舶の設計及び配置 燃料タンクや機器の配置、区画の設計などに関する規定	15章 制御、監視及び安全装置 制御・監視・安全システムの配置に関する規定
6章 燃料格納設備 燃料タンク設計、圧力制御、大気制御などに関する規定	16章 製造法、工作法及び試験 燃料格納システムや配管の試験等に関する規定
7章 材料及び燃料管装置 配管の設計、材料の選定、製造に関する一般的な規定	17章 操縦 定期的な訓練の実施に関する規定
8章 バンカリング 燃料補給ステーション、マニホールド、制御に関する規定	18章 作業 燃料のバンカリング、保管、使用、保守等の手順に関する規定
9章 機器への燃料の供給 燃料供給システムの設計に関する目標と機能要件、規定	19章 訓練 定期的な訓練の実施に関する規定
10章 推進器及び他のガス使用機器を含む動力生成 エンジンやボイラー等の設計に関する規定です。	20章 人員の保護 乗組員の保護具と非常用装置に関する規定
11章 火災安全 防火、火災検知、消火のための規定	

5

### 5章 船舶の設計及び配置

- 燃料調整室、タンクコネクションスペース、バンカリングステーションの配置に係る規定を含む、アンモニア燃料システム全体の一般的な配置に関する規定を追加。

### 6章 燃料格納設備

- アンモニア燃料は、安全性の観点から大気圧で液体状態になるよう冷却した状態（full refrigeration：-33℃/大気圧）で格納する。ただし、他の格納方法（semi refrigerationやpressurized）も代替設計により許容する。
- 燃料貯蔵タンクのアンモニアは、いかなる場合も-30度未満に維持しなければならない。

### 7章 材料及び燃料管装置

- 液体アンモニアの燃料配管システムは、最低でも18barの設計圧力を持つ必要がある。気体アンモニアの燃料配管システムは、最低でも10barの設計圧力を持つ必要がある。

### 8章 バンカリング

- バンカリング管に液アンモニアが残留していないことを確認する手段の要求が追加。
- 開放甲板上に存在するバンカリング管を二重管にすることは必須ではない。
- バンカリングホースの検査の要件（5年に1度外観検査及び水圧試験を実施）が追加。
- バンカリングステーション（開放、閉鎖）の配置要件、ドリフトレイに関する規定は5章に移動。

6

### 12bis章

- 毒性エリアの範囲の設定を以下のとおりとする。
  - ✓ 毒性エリアの範囲の設定は、IGC コードをベースとした固定距離により設定する方法と、漏洩時のガス拡散解析を実施して設定する方法の双方を使用する。
  - ✓ 前者規定の距離の外側にある空気取入口、排気口、居住区域の開口、業務区域、機関区域、制御場所等の特定の場所がガス拡散解析により220ppm を超える可能性がある場合は、距離を適切に延長するか、漏洩時に限定して追加の対策（ウォーターカーテンを設置する等）を講じる。
- 避難場所（Safe Haven）に関する要件を新設し、船上人員全員が避難できる容量をもつ避難場所を1つ以上設ける等の規定を作成。

### 15章 制御、監視及び安全装置

- 乗組員の健康への影響を考慮してアンモニア漏洩検知器の濃度の閾値を以下のとおりとする。
  - ✓ 警報を発するアンモニア濃度：25ppm（閉鎖区画）※1、110ppm（閉鎖区画以外）※2
  - ✓ 乗組員が緊急行動を取る濃度：110ppm
  - ✓ 安全システムが作動する濃度：220ppm
- ※1 ローカルアラーム ※2 可視可聴警報
- アンモニア放出緩和装置（Ammonia Release Mitigation System：ARMS）を通過した気体中のアンモニアの濃度は110ppm を超えないように設計しなければならない。

7

## 18章 オペレーション

- 安全に運用ができるよう船上にアンモニア燃料バンカリングの燃料取り扱いマニュアル等の運用手順書や緊急手順書を備える規定を追加。

## 19章 訓練

- STCW規則の適用について検討し、ほとんどの場合LNGのみを対象としていることからSTCW条約及びコードへの言及は残すが、条約のV/3規則及びコードのセクションA-V/3への具体的な言及は削除。

## 20章 人員の保護

- 非常用設備として、除染シャワー及び洗眼場所の設置位置に救命艇の乗船場所付近を追加
- Safety equipmentとして、双方向通信できる携帯機器の装備を追加。

## 作業計画

MSC 109 (2024年12月)	アンモニア燃料船安全ガイドラインが承認
代替燃料CG (2024～2025年)	アンモニア燃料使用に関する情報収集
CCC 12 (2026年秋)	時間が許せば、アンモニア燃料船安全ガイドラインの改訂を検討する
CCC 13 (2027年秋)	アンモニア燃料船安全ガイドラインの改訂を検討する

## DRAFT MSC CIRCULAR INTERIM GUIDELINES FOR THE SAFETY OF SHIPS USING AMMONIA AS FUEL

2bis The Committee also noted the provisional nature of the guidelines as well as the approach to provide high-level goal-based guidance for the use of ammonia as fuel, not addressing all provisions in detail, recognizing the need for future revision once relevant experience is available.

4 Member States are also invited to recount their experience gained through the use of these Interim Guidelines to the Organization for the Committee to keep the Interim Guidelines under review.

作業計画

ISWG-AF2 CCC 11 (2025年9月)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 水素燃料船安全ガイドラインをさらに策定／最終化する</li> <li>✓ 時間が許せば、低引火点燃料油船安全ガイドラインをさらに策定／最終化する</li> <li>✓ 時間が許せば、義務的文書の作成を視野に入れてメタノール／エタノール燃料船安全ガイドラインの改訂を検討する</li> <li>✓ 時間が許せば、燃料電池船に関する義務的文書の作成に関する議論を開始する</li> </ul>
MSC 111 (2026年春)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 水素燃料船安全ガイドラインを承認</li> </ul>
CCC 12 (2026年秋)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 義務的文書の策定を視野に入れてメタノール／エタノール燃料船安全ガイドラインの改訂をさらに検討する</li> <li>✓ 低引火点燃料油安全ガイドラインをさらに策定／最終化する</li> <li>✓ 時間が許せば、燃料電池船に関する義務的文書の策定をさらに検討する</li> <li>✓ LNGに関するIGFコードの改訂をさらに検討する</li> </ul>
CCC 13 (2027年秋)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 義務的文書の策定を視野に入れてメタノール／エタノール燃料船安全ガイドラインの改訂を最終化する（この改訂で義務化はしない）</li> </ul>

# IMOにおける安全諸基準の 最近の審議動向

2024/12/17 船舶基準セミナー



2

## 目次

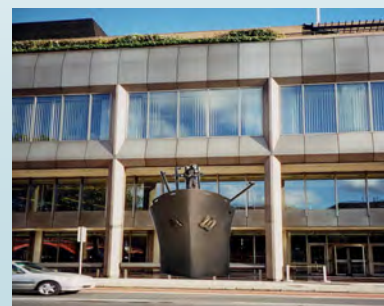
- IMOの議論の流れ、JSIRAの役割・体制
- 安全諸基準の主要事項の概況

## 目次

- ▶ IMOの議論の流れ、JSTRAの役割・体制
- ▶ 安全諸基準の主要事項の概況

## IMOとは

- 1958年に政府間海事協議機構として設立。
- 1982年に国連専門機関IMO(International Maritime Organization)に。
- 本部所在地 英国（ロンドン）
- 加盟国数 175ヶ国(国連加盟国数193)
- 海上安全条約（SOLAS）や船舶汚染防止条約（MARPOL）条約等、約60の条約を採択。





## IMOにおける典型的な基準策定過程

海上における人命の安全のための国際条約（SOLAS）に関する技術基準の制定改廃における典型的な過程は以下のとおり

海上安全委員会（MSC）に新規作業計画を提案

関係小委員会(NCSR,CCC,SDC,SSE等)での  
技術的検討、条約等改正案の策定  
必要に応じ、通信作業部会（Correspondence Group）等にて審議

JSTRAによる調査研究成果、事前集約した国内意見を  
携えた職員及び専門家をIMO委員会／小委員会へ派遣  
し、日本代表団の一員として現地対応を実施

発効

## 安全関係のIMO委員会・小委員会

### 海上安全委員会 (MSC: Maritime Safety Committee)

主な審議事項：義務的要件の採択、自動運航船、GBS構造規則、燃料油の安全性問題、各小委員会の報告事項、海賊・難民問題、海上保安、新規作業計画の承認 etc.

### 船舶設計・建造小委員会 (SDC: Sub-Committee on Ship Design and Constructions)

主な審議事項：復原性、推進・操舵装置、係船・えい航設備、旅客船安全帰港 etc.

### 船舶設備小委員会 (SSE: Sub-Committee on Ship Systems and Equipment)

主な審議事項：救命、防火、その他機装品、陸電 etc.

### 航行安全・無線通信・捜索救助小委員会 (NCSR: Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue)

主な審議事項：GMDSS、デジタル海上通信(VDES & NAVDAT)、ECDIS、パイロットラダー etc.

### 貨物運送小委員会 (CCC: Sub-Committee on Carriage of Cargoes and Containers)

主な審議事項：IGCコード、IGFコード&代替燃料ガイドライン、IMSBCコード、IMDGコード etc.

## JSTRAの役割

- ①IMO議論に対応するため産学官の国内意見集約のためのプラットフォームを設置  
(学識経験者、研究所、試験機関、海運会社、造船所、船用機器メーカ、船級協会等からの意見を集約)
- ②IMO議論対応のために必要な調査研究の実施、IMOへの提案文書を作成
- ③職員、業界関係者等の対応に必要な人員のIMO会議等への派遣



## JSTRAの安全関係委員会①

SG: ステアリング・グループ

WG: ワーキング・グループ

### 自動運航船の開発・実装に係る制度の研究に関する検討プロジェクトSG

検討事項: IMO MSCにおける自動運航船関連の審議に対応

### 航海設備近代化に伴う関連基準の検討プロジェクトSG

検討事項: IMO NCSRにおける航海設備・無線設備関連の審議に対応(SOLAS条約 IV章&V章改正、各種性能基準、ガイドライン、統一解釈 etc.)

#### ラダー類に係わる基準検討WG

検討事項: IMO NCSRにおけるラダーに係る審議等

### ガス燃料船・新液化ガス運搬船基準の策定プロジェクトSG

検討事項: IMO CCCにおける液化ガス運搬船・ガス燃料船関連の審議に対応(IGC Code & IGF Code改正、各種ガイドライン、統一解釈 etc.)

#### 代替燃料WG

検討事項: IMO CCCにおける代替燃料(水素、アンモニア)関連の審議に対応(各種ガイドライン)

### 目標指向型復原性基準プロジェクト SG

検討事項: IMO SDCにおける復原性関連の審議に対応(SOLAS条約 II-1章& 2008 IS Code改正、各種ガイドライン、統一解釈 etc.)

### 救命検討会

検討事項: IMO SSEにおける救命設備関連の審議に対応(SOLAS条約 III章&LSA Code改正、試験勧告、ガイドライン、統一解釈 etc.)

#### 救命艇及び推進装置等の整備要件WG

検討事項: IMO SSEにおける救命艇の基準改正関連の審議に対応



## JSTRAの安全関係委員会②

SG: ステアリング・グループ

WG: ワーキング・グループ

### 火災安全基準検討プロジェクトSG

検討事項: IMO SSEにおける火災安全関連の審議に対応(SOLAS条約 II-2章 & FSS Code & FTP Code改正、各種ガイドライン、統一解釈 etc.)

#### RORO旅客船火災安全WG

検討事項: IMO SSEにおけるRORO旅客船(フェリー)火災安全基準改正の審議に対応

#### 自動車運搬船基準改正WG

検討事項: IMO SSEにおけるPCCでのリチウムイオン電池自動車搭載に係る基準改正の審議に対応

### 推進・操舵装置検討会

検討事項: IMO SDCにおける推進操舵装置関連の審議に対応(SOLAS条約 II-1章改正等)

### 非常用曳航設備・係船設備検討会

検討事項: IMO SDCにおける非常用曳航設備・係船設備の基準策定関連の審議に対応(各種ガイドライン作成)

### サイバーセキュリティ検討会

検討事項: IMO MSCにおけるサイバーセキュリティ関連の審議に対応(ガイドライン作成等)

※: 上記の検討プラットフォームは、IMOの審議状況に応じて適宜、新設・廃止される。

## 目次

- ➡ IMOの議論の流れ、JSTRAの役割・体制
- ➡ 安全諸基準の主要事項の概況

## 自動運航船関係（MSC関係）



### 【背景、現状】

- MSC98(2017年)より、MASSに係わる基準の検討を開始
- MSC105（2022年）において、将来的な義務化を見据えた非義務的MASSコード策定を合意（完了目標年は2024年）
- MSC108（2024年5月）において、非義務的MASSコード策定の目標年を2025年（MSC110）に延長することに合意
- 2024年9月の中間会合（ISWG-MASS3）において、「航行安全」及び「防火」に係るコードが最終化
- MSC109（2024年12月）において、「リスクアセスメント」「通信の接続性」「遠隔操船」に係るコードが最終化。非義務的MASSコード策定の目標年を2026年に更新することに合意

### 【今後の予定】

- MSC110（2025年6月）とMSC111（2026年5月）の間に中間会合を開催予定
- 義務的なMASSコードは2030年採択、2032年発効を目指す

## VHF Data Exchange System（VDES）導入のためのSOLAS改正（NCSR関係）

### 【背景、現状】

- 2023年より、我が国の提案によりVDESをSOLAS条約に導入するためのVDES性能基準案等の検討が行われている
- 我が国（海上保安庁の野口氏）をコーディネータとする通信作業部会（CG）にて、文案を各国と調整中

### 【今後の予定】

- NCSR12（2025年5月）において最終化予定
- その後、MSCにおいて承認。（改正SOLAS条約は2028年1月1日に発行見込み）



次世代AIS（VDES）のイメージ（海上保安庁HP）

VDESは、地上で用いるVHF周波数によるデータ交換(地上VDE：VDE-TER)、低軌道衛星によるVHF周波数によるデータ交換(衛星VDE：VDE-SAT)、自動船舶識別システム(AIS：Automatic Identification System)及びASM(Application Specific Messages：AISを応用したメッセージ交換)をまとめて扱うものであり、従来のAISよりも高速通信可能で多くの周波数帯を利用可能。海上情報ネットワークの構築等への活用が期待される。

## 水先人の乗下船装置にかかる基準改正 (NCSR関係)

### 【背景、現状】

- 2023年より、SOLAS条約において、水先人の乗下船装置の新たな安全対策を要求するルール改正（保守管理要件の追加、設置基準や性能基準の見直し）の具体の検討が行われてきた
- NCSR11（2024年6月）に包括的な改正案がとりまとめられた

### 【今後の予定】

- 新装置に対して2028年1月1日より、既存装置に対して2029年1月1日以降の最初の検査（右記④、⑤の要件については2028年1月1日）までに適用される見込み

### 改正の主な内容

- ① 寸法、強度などの設計や構造  
サイドロープ直径の増大や、パイロットラダーを取り付けるストロングポイント、シャックル及び固定ロープを48kN以上の破断強度とすること
- ② パイロットラダーの固定  
乾舷の変化によりパイロットラダーの全長を使用しない場合に、パイロットラダーの途中の位置で甲板等に固定するための手段を設けること
- ③ パイロットラダーのウィンチリールへの収容  
パイロットラダーをウィンチリールに収容する場合、ウィンチリールのドラムは直径を0.16m以上とし、パイロットラダーの先端部を固定するためのくぼんだ固定点を設けること
- ④ 点検・保守  
指示書に従って定期的な点検・保守を実施し、老朽化したパイロットラダー及びマンロープ（※）は交換すること。また、予備のパイロットラダー及びマンロープを搭載すること。  
※製造日から36ヶ月又は使用開始日から30ヶ月のいずれかを超えるもの
- ⑤ 乗組員に対する点検・保守等の習熟  
上記②～④に関して習熟すること

## アンモニア・水素燃料船の安全ガイドラインの策定（CCC関係）

### 【背景、現状】

- アンモニア燃料船に係る安全ガイドラインの策定は、MSC105（2022年4月）において検討開始が合意され、CCC8（2022年9月）から具体の議論を開始
- CCC10（本年9月）において暫定ガイドラインが最終化
- 先日のMSC109（本年12月）において、承認された
- 水素燃料船に係る安全ガイドラインの策定は、2020年9月のCCC7から検討を進めているところ

### 【今後の予定】

- アンモニア燃料船に係る暫定安全ガイドラインについては、一部、目標と機能要件のみの記載となっている項目があるため、各国から情報を収集し、早ければCCC12（2026年）から改訂を検討予定
- 水素燃料船に係る暫定安全ガイドラインについては、CCC11（2025年）において最終化、MSC111（2026年）において承認見込み



## IGCコード改正関係（CCC関係）

### 【背景、現状】

- 液化ガスのばら積み運送のための船舶の構造及び設備に関する国際規則（IGC コード）の改正作業は、CCC8（2022年9月）より開始
- CCC10（2024年9月）において最終化された

### 【今後の予定】

- MSCにおいて承認・採択の後、2028年1月1日発効の見込み

#### 改正の主な内容

##### ① 改正の適用範囲

- ・ 2016年7月より前に起工された船舶に対する要件については基本変更しない。
- ・ 今回の改正は、個別の条文中に指定の無い限り、2016年7月以降に起工された船舶に適用。

##### ② 15章の積付制限率（Lashing Limit）

- ・ ベントの妥当性解析は、Type Cに限らず、MARVSが0.07MPa超のタンクが対象となった。
- ・ 現存船を含め、Isolated Vapour Pocketの要件が削除された。

##### ③ LNG以外の燃料使用

- ・ エタン(C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)、プロパン (C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>)、ブタン (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)用の要件が追加された。

##### ④ 緊急遮断（ESD）システム

- ・ IGCコード 表18.1（ESDの起動条件と停止すべき機器）は、現行の記載と違いはあるが、あくまで参考であり、ESDに係る基準は、各条文中に基づくものとなった。

## アンモニア貨物を燃料とする船舶の安全基準（CCC関係）

### 【背景、現状】

- MSC108（2024年5月）において、アンモニア等の毒性貨物を燃料へ使用可能とする規則改正が承認され、我が国等の提案で通常の4年周期の条約改正スケジュールではなく、今年12月のMSC 109での規則改正案の採択を経て2026年7月1日に早期発効することが認められた
- CCC10（2024年9月）において、2026年の早期発効に向けてアンモニア貨物を燃料として安全に使用するためのガイドライン案が審議され、CCC11でも引き続きガイドライン案を検討することとなった

### 【今後の予定】

- 2025年開催予定のCCC 11にて、当該審議をすべく、MSC 109において議題「IGCコードの見直し」を「アンモニア貨物の燃料使用ガイドラインの策定」に変更することとなり、その後通信作業部会（CG）の作業を開始する予定

## 液化水素運搬船の暫定勧告の見直し（CCC関係）

### 【背景、現状】

- 液化水素運搬船に係る技術基準「液化水素ばら積み運送のための暫定勧告（以下「暫定勧告」という。）」について、我が国より当該暫定勧告の見直しを提案し、MSC105（2022年5月）にて見直しの開始が合意、CCC8（2022年9月）より審議が開始
- CCC9（2023年9月）9にて「暫定勧告」の見直し案が合意され、MSC108（2024年5月）において採択なされたところ
- 他方で、韓国からメンブレンタンクをベースとした新たな貨物格納設備を搭載した液化水素運搬船に対応するための更なる見直し提案があり、CCC10（2024年9月）での審議の結果、韓国が主体となり、非公式通信作業部会（非公式CG）を設置し、新たにメンブレン方式のパートの追加案を次回CCC11へ提出することとなった

### 【今後の予定】

- 現在、非公式CGが進行中
- 議論の結果が、CCC11（2024年9月）において、審議される

## 従来型及び非従来型の推進・操舵装置の両方を扱うための及び関連規則の改正（SDC関係）

### 【背景、現状】

- 従来型の推進操舵装置（1つのプロペラと1つの舵で構成された装置）及び非従来型推進操舵装置（アジマススラスター、ポッドスラスター、ウォータージェット等）の両方に対処するためのSOLAS改正の議論がMSC104（2021年）から開始
- SDC10（2024年1月）より具体の検討が開始され、従来型、非従来型の相違点を踏まえた規則となるよう検討中

### 【今後の予定】

- 現在、我が国（HK顧問の吉田氏）をコーディネータとする通信作業部会（CG）において検討を進めており、SDC11（2025年1月）で、SOLAS改正最終化を目指し検討予定
- 仮にSOLAS改正が最終化されれば、SDC12において、関連決議・ガイドライン改正が見込まれる



## 電気自動車等を運送する船舶の火災対策 (SSE関係)

### 【背景、現状】

- 昨今のリチウムイオン電池搭載自動車の電池の自己発火事故等を受け、MSC105（2022年）の中国提案に基づき、EVやハイブリッドカー、水素燃料自動車、CNG車といった新エネルギー自動車を運搬する船舶の火災安全性を向上させるための議題が設置され、SSE10（2024年2月）より審議が開始された
- SSE10では具体的な対策の議論までは進まず、情報収集を含め、継続審議中
- 現在、ノルウェーをコーディネータとする通信作業部会（CG）において検討が進められている

### 【今後の予定】

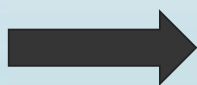
- CGの議論を踏まえ、SSE11（2025年2月）にて更に検討予定



SSE11は弊会の江黒主任研究員が議長を務める

## これからの安全基準の議論について

- 自動運航船や代替燃料船等、今後も次世代技術に係る安全基準の策定に向けた対応がIMOにおいて進められていくことが想定される
- また、AI等の急速な技術革新に伴い、より一層のスピード感を持った対応が求められていく可能性は否定できない
- 安全性を担保しつつ、日本の業界としても競争力の保たれる、より良い国際基準となるよう、引き続き皆様のご意見を広くいただきながら我々としても対応を進めてまいりたい



**皆様からのご意見・ご要望をお待ちしております！**

ご清聴ありがとうございました！



船技協マスコットキャラクター  
Jストラ君





## 第2部：関係者の取組について



# IMO CCC 10の審議結果を踏まえた アンモニア燃料船の開発課題



2024/12/17  
2024年度 船舶基準セミナー

Copyright GSC / Confidential

## 次世代環境船舶開発センター（GSC）概要



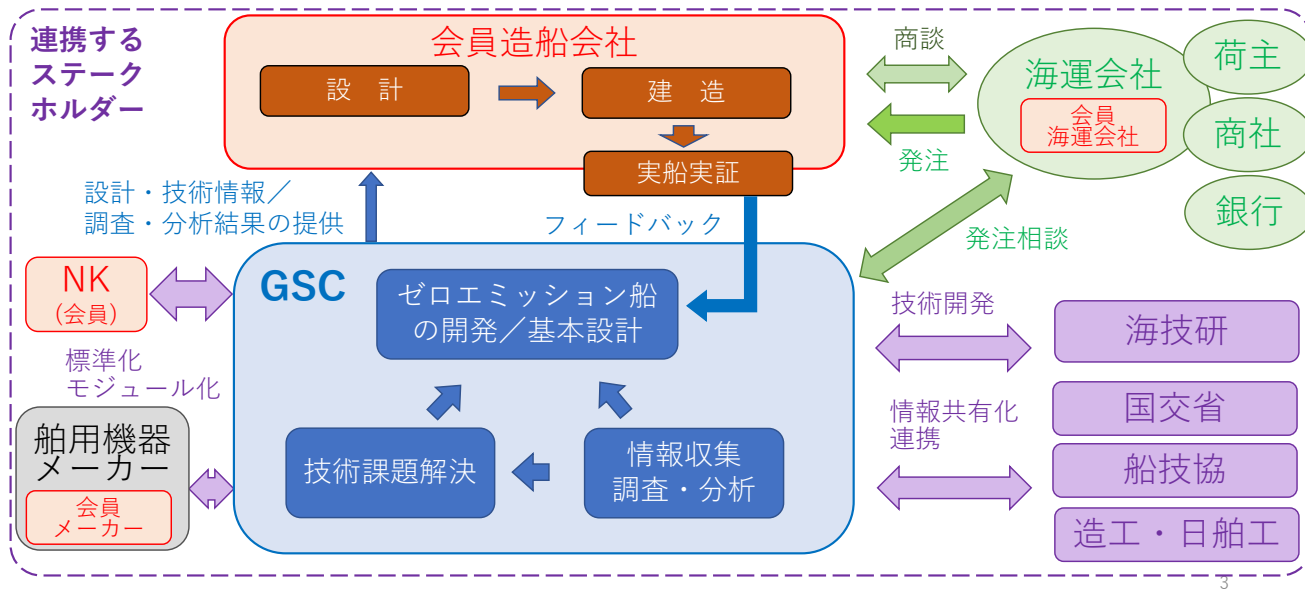
名称 : 一般財団法人 次世代環境船舶開発センター（略称:GSC）  
設立日 : 2020年10月27日  
所在地 : 東京都千代田区麹町5-7-2 MFPR麹町ビル7F  
事業内容 : 高度な環境船舶の開発・商品化に係る各種調査及び研究開発  
代表者 : 代表理事 三島 慎次郎  
職員数 : 24名

### 会員企業（23社）\* 2024年11月時点

S会員 : ジャパン マリンユナイテッド 株式会社 ClassNK 三菱造船  
A会員 : 今治造船株式会社 OSHIMA 尾道造船株式会社 株式会社 名村造船所 株式会社 新来島どつく  
 内海造船株式会社  
B会員 : 株式会社 新来島サノヤス造船 住友重機械マリンエンジニアリング株式会社  
C会員 : MITSUBI E&S JRC J-ENG Japan Engine Corporation BEMAC Kanadevia 株式会社 サンフレイム USHIO  
 TAIKO HOLDINGS TAIYO ELECTRIC CO., LTD.

賛助会員 : FUJITRANS NS ユナイテッド海運株式会社 トヨフジ海運株式会社

Copyright GSC / Confidential S会員、A会員、B会員は造船所と船級協会。 C会員は船用メーカー。賛助会員は、造船所と船用メーカー以外の会社。 2



## 目次

1. GSC アンモニア燃料パナマックスバルクキャリア概要
2. IMO CCC 10での決定範囲
3. 決定した主な要件と設計影響について  
(※造船所視点でのGSCとしての解釈、所感を含む)

## 1. GSC アンモニア燃料パナマックスバルクキャリアが概要



アンモニア燃料パナマックスバルクキャリアの設計を開発し、2022年1月20日、一般財団法人日本海事協会より基本設計承認（Approval in Principle : AIP）を取得。現在、基本/機能/配置設計レベルの作業中。



Copyright GSC / Confidential

5

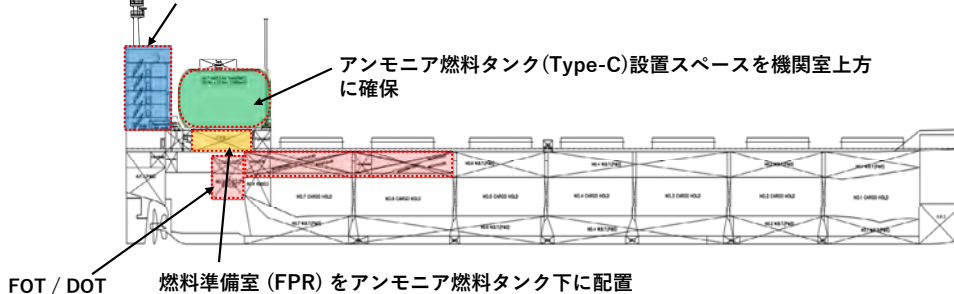
## 1. GSC アンモニア燃料パナマックスバルクキャリア概要



### 特徴

- 主要な船級のアンモニア燃料船ガイドラインを参照の上、安全対策を施した（\*CCC 10決定内容の反映については対応中）
- アンモニア燃料タンク容積は 2,500m³×2で航続距離約17,000SMを確保。HFO燃料モードでは約24,000SMを確保
- 貨物容積は従来のHFO焚きPanamax bulk carrier並を確保
- 斬新な船尾居住区配置で、十分なアンモニア燃料タンク配置場所を確保すると共に、非常時にタンクの近傍を通過しない救命艇への避難経路を確保

船尾居住区配置で、十分なアンモニア燃料タンク配置場所を確保すると共に、非常時にタンクの近傍を通過しない救命艇への避難経路を確保



### Principal Particulars

Length(O.A.)	abt. 228.9 M
Length(B.P.)	225.45 M
Breadth(MLD)	32.26 M
Depth(MLD)	20.10 M
Deadweight	abt. 80,400 MT
NH3 Fuel Tanks	2,500m³ x 2 sets

Copyright GSC / Confidential

6

## 2. IMO CCC 10での決定範囲



※ 今次会合で最終化した、多くの詳細要件は合意に至らず、IGFを参照することに。

MSC Circ. XXX ANNEX, INTERIM GUIDELINES FOR SHIPS USING AMMONIA AS FUEL

章番号	タイトル	Goal 目的	FR 機能要件	Provisions 一般要件	特記事項
1章	Intoroduction			CCC 9で合意済	
2章	GENERAL			CCC 9で合意済 + 残りを合意	
3章	GOAL AND FUNCTIONAL REQUIEMENTS			CCC 9で合意済 + 残りを合意	
4章	GENERAL PROVISIONS			CCC 9で合意済	
5章	SHIP DESIGN AND ARRANGEMENT	合意	合意	合意	
6章	FUEL CONTAINMENT SYSTEM	合意	合意	合意	必要に応じて、IGF Code6章を考慮する事
7章	MATERIAL AND GENERAL PIPE DESIGN	合意	合意	一部合意（ノルウェー提案分のみ）	必要に応じて、IGF Code7章を考慮する事
8章	BUNKERING	合意	合意	合意	
9章	FUEL SUPPLY TO CONSUMERS	合意	合意	合意	必要に応じて、IGF Code9章を考慮する事
10章	POWER GENERATION INCLUDING PROPULSION AND OTHER FUEL CONSUMERS	合意	合意	合意されず	必要に応じて、IGF Code10章を考慮する事
11章	FIRE SAFETY	合意	合意	合意されず	必要に応じて、IGF Code11章を考慮する事
12章	EXPLOSION PREVENTION	合意	合意	合意されず	必要に応じて、IGF Code12章を考慮する事
12bis.章	PREVENTION OF EXPOSURE TO TOXICITY	合意	合意	合意	
13章	VENTILATION	合意	合意	合意されず	必要に応じて、IGF Code13章を考慮する事
14章	ELECTRICAL INSTALLATIONS	合意	合意	合意されず	必要に応じて、IGF Code14章を考慮する事
15章	CONTROL, MONITORING AND SAFETY SYSTEMS	合意	合意	Table-1のみ合意	
16章	MANUFACTURE, WORKMANSHIP AND TESTING			IGF Code Part B-1 16章を引用で合意（議論はなし）	
17章	DRILLS AND EMERGENCY EXERCISES	合意	合意	草案に合意	
18章	OPERATION	合意	合意	合意されず	必要に応じて、IGF Code18章を考慮する事
19章	TRAINING	合意	合意	合意されず	
20章	PERSONNEL PROTECTION	合意	合意	合意されず	

※12bis章は新章であるが現行IGF Codeの章立てと整合を重視し、番号を振り直していない

Copyright GSC / Confidential

7

## 3. 決定した主な要件と設計影響について



章	要件概要
5章	バンカーステーション方式とリスクアセスメント
5章	毒性エリア内に配置できない設備等
5章	FPR、TCS入口外側にwater screen
6章	アンモニア燃料の船上での格納方式と制御方法
7章	液体アンモニアの燃料配管システムの設計要件
8章	バンカーライン内の残留アンモニア液の確認
9章	アンモニア放出緩和装置（ARMS）による処理対象範囲と排出濃度
10章	アンモニア燃料機関補助システムへのアンモニアリークの可能性
12bis.章	毒性エリアの範囲の設定とガス拡散解析
12bis.章	避難場所（Safe haven）の設定
15章	アンモニア漏洩検知器の濃度の各閾値の設定
15章	アンモニアガス燃料供給ラインの露点管理
16章	Type-Cタンクの溶接後熱処理問題
	アンモニアを含む水の海洋放出について（今後、MEPCで議論）




Copyright GSC / Confidential

8

## 6章：アンモニア燃料の船上での格納方式と制御方法

### 【ガイドライン要件：6.3.1、6.9.1.1】

- ✓ アンモニア燃料タンクは、安全性の観点\*1から**完全冷却状態（フルレフ方式）**で格納する。  
（\*1：常圧であるため漏洩部位からの加圧アンモニアガスの噴出が理論上ゼロ、また 常圧低温アンモニアと常圧大気が接触しても蒸散速度は非常に低いことが知られているため。）
- ✓ ただし、**他の格納方法（セミレフ方式他）も代替設計により許容\*1**。
- ✓ 燃料タンク内の液体アンモニア温度は、**常時－30℃以下の温度に維持**する。
- ✓ タンク内環境制御は、**圧力ではなく温度のコントロール**となり、タンク内環境制御方法として当初ドラフトにあった蓄圧（pressure accumulation）が除かれた。

	フルレフ式 Fully refrigerated	セミレフ式 Semi-refrigerated	常温加圧式 Pressurized
使用温度範囲	-33.4℃～-30℃程度	-33.4℃～0℃程度	abt.0～45℃程度
使用圧力範囲	0barG程度	0～4.0barG程度	4.5～18barG程度
対応タンクタイプ	独立Type-A, B 防熱あり	独立Type-C 防熱あり	独立Type-C 防熱なし
タンク設計圧力	<0.7barG	<4.0barG程度	<18barG程度
タンク形状	方形型	円筒型	円筒型
			

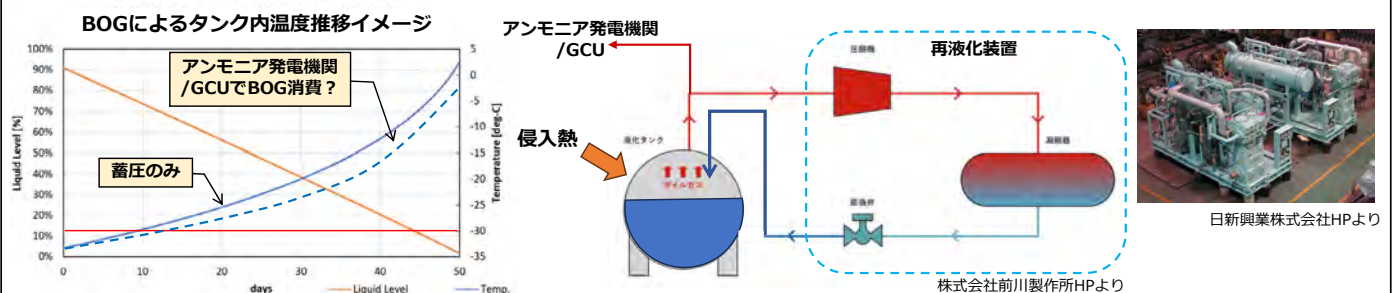
Copyright GSC / Confidential

\*1: CCC 10/WP.5 17 9

## 6章：アンモニア燃料の船上での格納方式と制御方法

### 【考え得る設計影響と課題】

- ✓ **フルレフ方式をベースとしたガイドライン**となった。
- ✓ **再液化装置、液体アンモニア冷却装置、気相部の冷却装置等を要すれば装備し**、燃料タンク内の液体アンモニアを、**常時－30℃以下に維持**することが必要。
- ✓ 燃料タンクタイプは制限されておらず、常時－30℃以下に維持すればType-Cタンクも採用可能。
- ✓ 一方、セミレフ、常温加圧式を採用するには、**フルレフ方式と同等の安全性を証明して主管庁の代替設計承認が必要**。そもそも各旗国が代替設計でフルレフ方式以外を認めるか不透明か。



Copyright GSC / Confidential

10



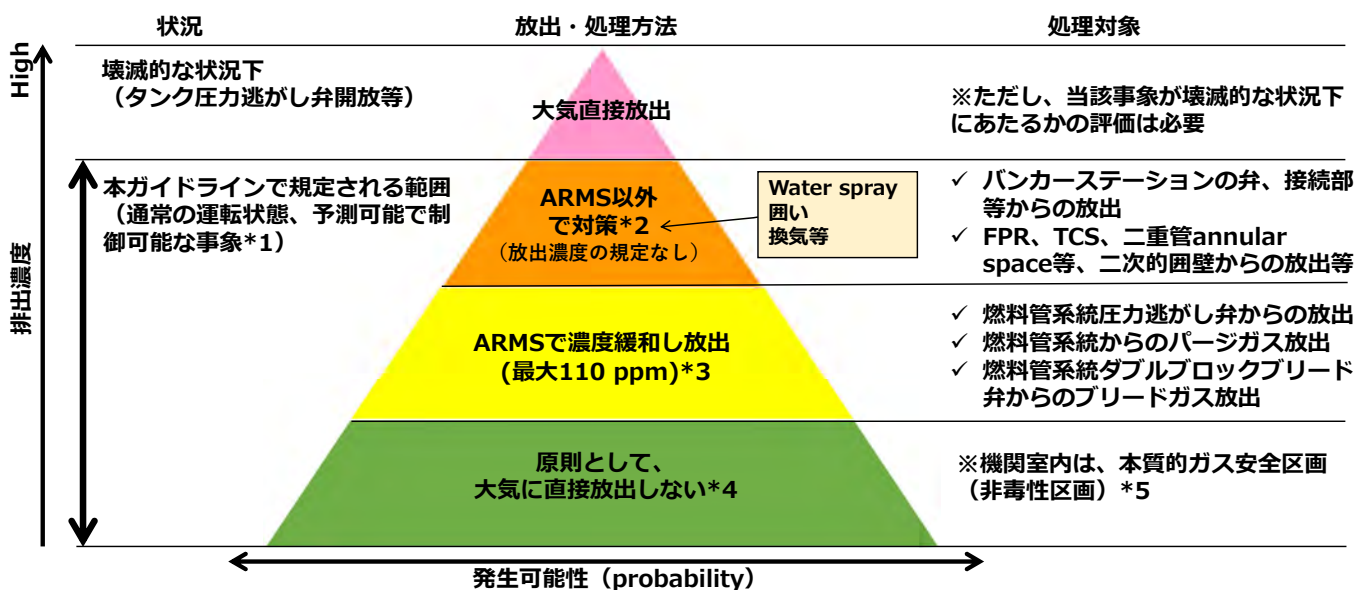
## 本会合にて合意されたアンモニア放出に関する3段階の基本コンセプト



以下の3段階の放出コンセプトは、ガイドライン内には明記されていないが、IMO CCC 10 WGにおけるガイドライン最終化の際に、議論の前提として合意された基本的な考え方。  
(CCC 10/WP.6 パラグラフ22)

1. 通常の運転状態においては、原則として、**燃料アンモニアを大気に直接放出しない**ことを設計コンセプトとする。
2. アンモニアの放出が必要であるものの、それが**予測可能であり、また制御可能な場合は**、その放出量を最小化するために、**アンモニア処理システム**の装備が必要。
3. アンモニア燃料を一切制御せず、また処理せず放出することは、たとえば燃料タンクの圧力逃し弁が開くような壊滅的な状況下でのみ許される。

## 本会合にて合意されたアンモニア放出に関する3段階の基本コンセプト についてのGSCの理解



\*1: MSC.1/Circ.[...], ANNEX 3.2.11, 9.2.1

\*2: CCC10/WP.6 para.23.5、MSC.1/Circ. [...], ANNEX 12bis.2.2.5

\*3: MSC.1/Circ. [...], ANNEX 9.2.5, 9.4.7, 9.4.8

\*4: MSC.1/Circ. [...], ANNEX 3.2.11, 9.2.1

\*5: MSC.1/Circ. [...], ANNEX 2.2.6, 5.5.1

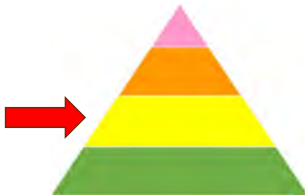


## 9章：アンモニア放出緩和装置（ARMS）による処理対象範囲と排出濃度

### 【ガイドライン要件：9.4.7, 9.4.8】

- ✓ 燃料供給システムは、少なくとも以下のアンモニア放出を収集、処理できるアンモニア放出緩和装置（Ammonia Release Mitigation System：ARMS）を含むものとする。
  1. 燃料管系統のダブルブロックブリード弁からのブリードガス
  2. 燃料管系統の安全弁からの放出ガス
  3. 燃料管のパージ、ドレン排出による放出ガス
- ✓ ARMSを通過した気体中のアンモニア濃度が**110 ppmを超えない**性能を有するものとする。  
（110ppmを超えた場合には警報のみであり、自動停止などは要求されていない）
- ✓ 冗長性確保の為にARMSの二重化の議論もあったが、ARMS故障時にはパージ作業の中止等で対応可能として、二重化規定は盛り込まれていない\*1。

\*1: CCC 10/WP.6 24



Copyright GSC / Confidential

ARMSの方式



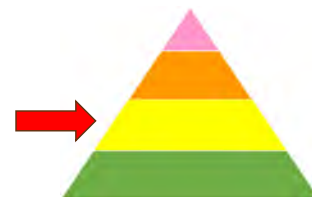
IMO CCC 10/3/11文書より

13

## 9章：アンモニア放出緩和装置（ARMS）による処理対象範囲と排出濃度

### 【考え得る設計影響と課題】

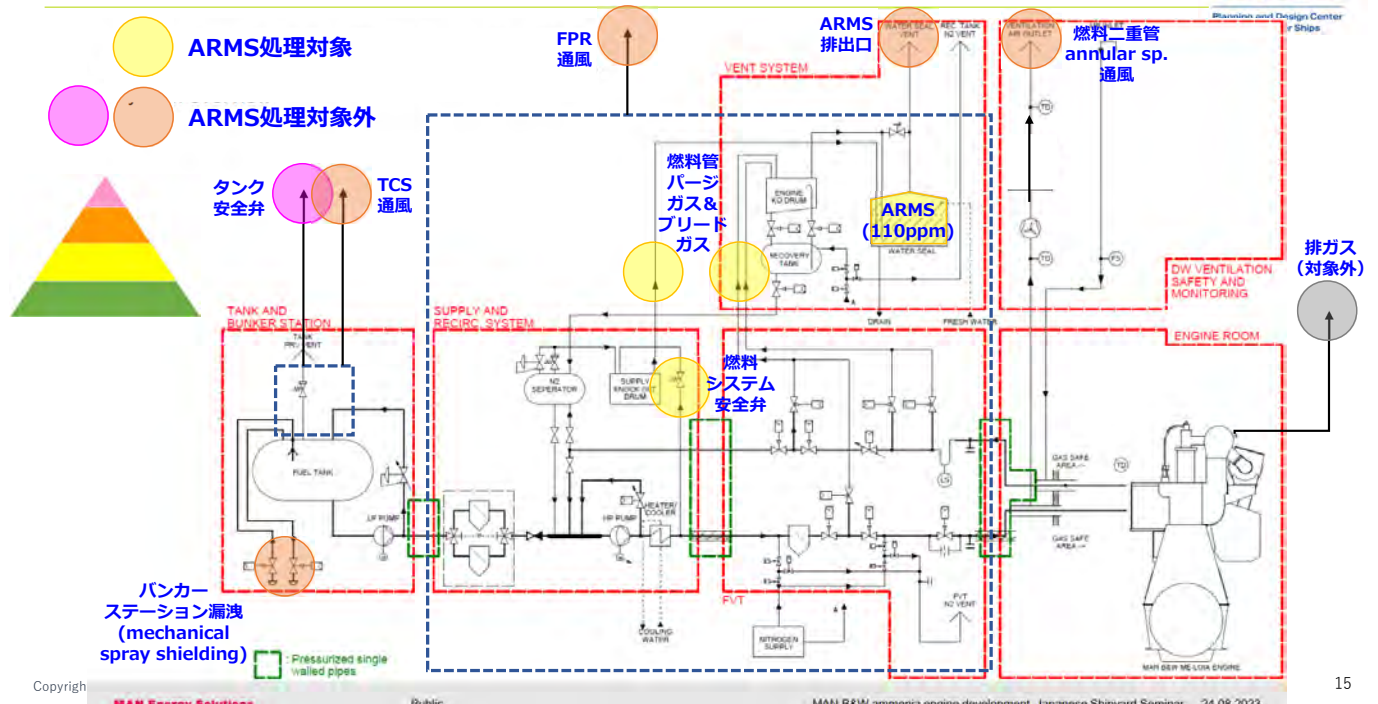
- ✓ 最低限のARMSの処理対象が明記された。
- ✓ **全て燃料管内の一次ガスを対象としており、FPR内等の二次的囲壁内の漏洩ガス\*は対象としていない。**  
（\*強制換気かつ指定箇所からの排気、アンモニア気体に対するWaterスプレー、囲い等で対応する事がポイント。）
- ✓ 「予見可能で制御された異常なシナリオ」の内、operational gas releaseである燃料管のパージガス等だけでなく、燃料供給システム安全弁からの放出等が、ARMSでの処理対象。
- ✓ 緊急時等の「制御されていない放出」であるタンク安全弁からの放出や、**FPR等からの漏洩/換気**については、ARMSの**110 ppmの性能要件の対象範囲外**という解釈。
- ✓ ここでのARMSには、**機関排ガス中のアンモニアスリップ**などを処理する後処理装置は含まれていない。  
CCC10では、排ガス後処理装置については議論されていない。



Copyright GSC / Confidential

14

## 9章：アンモニア放出緩和装置（ARMS）による処理対象範囲と排出濃度



15

## 液体アンモニア漏洩時の対策について



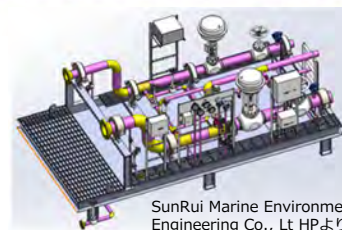
### 【ガイドライン要件：5.9.6】

- ✓ ドリフトトレイには、**保持 (contain) 又は処理 (treat) すべきアンモニアを含む流出物 (spills) を、安全に排出 (drain) または移送 (transfer) する手段を備えるべき。**  
(アンモニアを含む流出物には、アンモニア水も含む。)

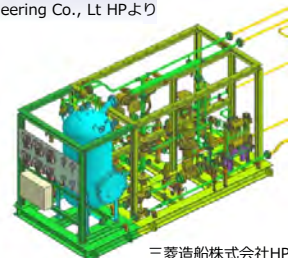
5.9.6 Drip trays should be provided with means to safely drain or transfer spills that contain ammonia to be contained or treated.

### 【考え得る設計影響と課題】

- ✓ **液体アンモニアに水をかけてはいけない。**可能な限り液体のまま回収し、その上で処理を考えるべき。(SGMF、シンガポール等の認識)
- ✓ **ドリフトトレイ設置場所：**アンモニア燃料機器の直下 (FPR、TCS内等)、バンカーステーション等？
- ✓ **ドリフトトレイに溜まった液体アンモニアの処理方法：**吸着材等の利用？
- ✓ **ドリフトトレイからの排出、移送手段：**ドレン弁等？



SunRui Marine Environment Engineering Co., Lt HPより



三菱造船株式会社HPより

## 12bis.章：毒性エリアの範囲の設定とガス拡散解析



### 【ガイドライン要件: 12bis.4.3】

- ✓ IGCコードをベースとした「**固定距離により設定する方法**」に加え、「**漏洩時のガス拡散解析を実施して設定する方法**」を適用する。
- ✓ 固定距離の設定に加え、ガス拡散解析により**220 ppmを超えるアンモニアガスが、以下の区画に達しないことを示す必要**あり。

- .1 居住区画への空気取入口、出口、その他の開口部
- .2 サービス区画、及び機関区画
- .3 コントロールステーション
- .4 船内のその他の無毒スペース (non-toxic spaces)
- .5 主管庁によって指定されるその他のエリア

- ✓ 解析により上記のいずれかの場所が、**220 ppmを超えた場合**、該当場所を毒性エリアから外すため、**固定距離を延長するか、漏洩時に限定して追加の緩和対策**を講じる。

## 12bis.章：毒性エリアの範囲の設定とガス拡散解析



### 【ガイドライン要件: 12bis.4.5】

- ✓ ガス拡散解析の**境界条件は、主管庁の承認を得る**こと。
  - ・放出シナリオ（放出状態、放出量、放出時間、放出速度、等）
  - ・外部環境条件（相対風速/風向、温度、等）
- ✓ ガス拡散解析（ガス放出源）は、最低でも以下を含む。
  - ・燃料タンク安全弁からの放出（具体的な排出シナリオを確認中）
  - ・燃料タンク周囲の二次防壁内からの放出（Type-A、Bタンクホールドスペース等）
  - ・アンモニア漏洩源周囲の二次的囲壁からの放出（FPR, TCS, 二重管annular space等）

## 12bis.章：毒性エリアの範囲の設定とガス拡散解析

### 【考え得る設計影響】

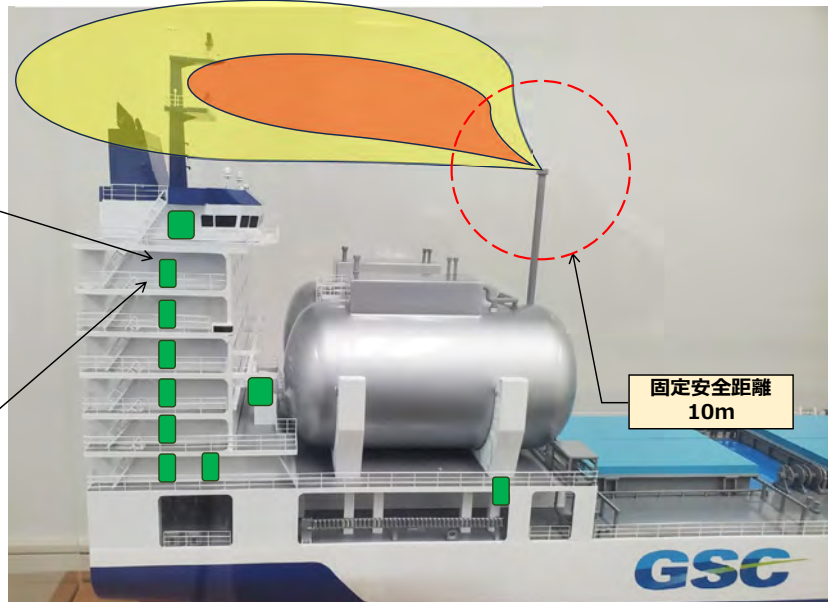
- ✓ 少なくとも新設計船毎にガス拡散解析の実施が必要。
- ✓ 計算モデル、境界条件次第で結果は変わる可能性あり。

ガス拡散解析によって  
規定の開口等が  
瞬間的にも**220 ppm**  
に達しないこと

もし、**220 ppm**を超えることが  
想定された場合であっても、  
**追加の緩和対策**を取ることで  
配置に関わる再設計を避けること  
が可能  
(閉鎖装置、Water screen、居  
住区内与圧等を検討)

### \*イメージ図

(FPRからの強制換気をベントマストから放出を想定)



Copyright GSC / Confidential

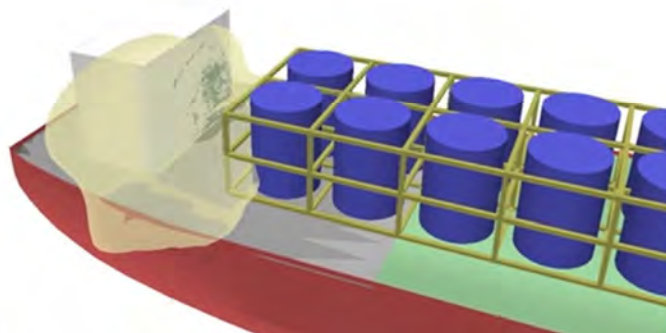
19

## 12bis.章：毒性エリアの範囲の設定とガス拡散解析

### 【考え得る設計影響】

- ✓ ガイドラインには、使用する解析ソフトウェアの指定はない。
- ✓ ガス拡散解析ソフトの一例：DNV PHAST 3D

[Phast computational fluid dynamics \(CFD\) add-on - Complex geometries for modelling circular and rectangular pool fires and jet fires software](#)



DNV HPより

Copyright GSC / Confidential

20



## 15章：アンモニア漏洩検知器の濃度の各閾値の設定

### 【ガイドライン要件: 15.8.8, Table-1】

- ✓ 人が立ち寄る区画のアンモニア漏洩検知器の濃度の閾値を以下の通り。
  - ・ 閉囲区画の入り口に局所的な警報を発する濃度：25 ppm\*1
  - ・ 有人場所で音と視覚による警報を発し、乗組員が緊急行動を取る濃度：110 ppm
  - ・ 安全システムが作動する濃度：220 ppm
- ✓ 2つのセンサーによる感知は、冗長性のためではなく（複数の場所での感知による）votingのため。\*2

Table-1：アンモニア燃料供給設備の監視（主な内容抽出）

検知場所/要因	警報	安全システム (ESD)	備考
閉囲区画入口 ガス検知	○ 25 ppm*	—	局所可視表示のみ
TCS/FPR/二重管 ガス検知	○ 110 ppm	○ 220 ppm (2個検知で発動)	ESDはVoting機能 1個が220 ppmでは ESD発動しない
TCS/FPR/二重管 漏洩検知	○	○	液体アンモニア漏洩想定 温度計、温度センサー等
ARMS放出口 ガス検知	○ 110 ppm	—	ARMSのESD規定なし
その他 通風喪失等	○	○	

\*1：閾値25ppmは、センサー等の検出限界や誤作動を避ける観点から設定したものであり、同濃度以下では人体健康影響リスクが許容範囲であることを意味しているものではないとGSCは理解。

\*2: CCC 10/WP.6 17

Copyright GSC / Confidential

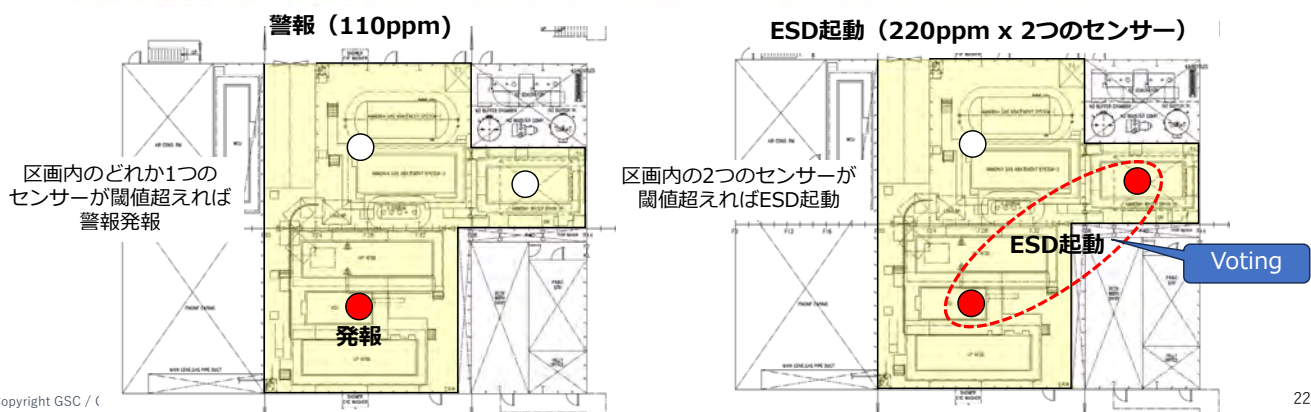
21

## ガス検知器のvotingについて

### 【CCC 10 WP.6 17記載内容】

- ✓ 冗長性というよりも、voting（ESD頻発の防止目的）の為に、2つの検知器が必要。
- ✓ 区画内の複数の場所での感知によるvotingという考え方と理解。

17 Where the use of two gas detectors is required, the Group considered the proposal to also accept one gas detector of self-monitoring type. Following discussion, the Group agreed to the understanding that the two suitable gas detectors were needed for voting, rather than for redundancy, having decided to maintain the provision for two gas detectors where defined in table 1 of the guidelines.



Copyright GSC / Confidential

22

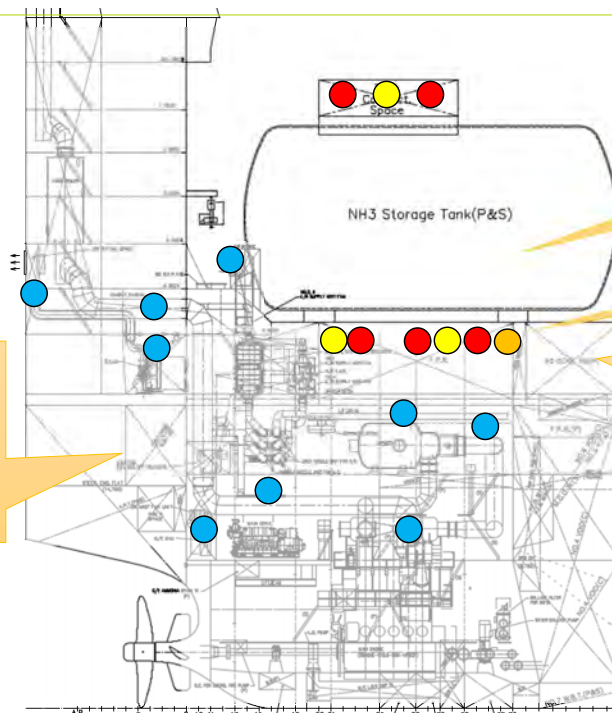
## 15章：アンモニア漏洩検知器の濃度の各閾値の設定

### 【考え得る設計影響】

- ✓ アンモニアガス検知器設置数が増加か。  
(ただし同じ場所に複数個必要は無いため多少減らせるか)

●：その他の区画の設置場所例  
\* 検知濃度閾値の審議はなかった。

機関室内  
機関室換気入口  
居住区換気入口  
(Safe haven換気入口)  
等



●：ESD関係 (110/220 ppm)

TCS x 4 (両舷)  
FPR x 3  
二重管(M/E二重管) x 2  
二重管(G/E二重管) x 6 (3sets)  
二重管(GCU燃料管) x 2

●：ARMS排出口 x 1 (110 ppm)

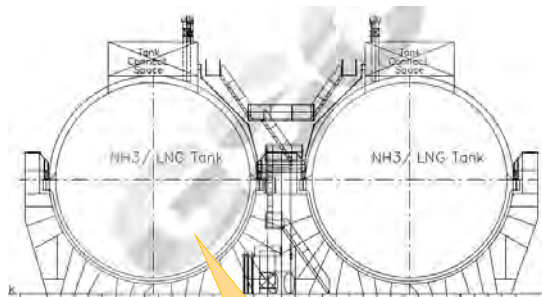
●：閉鎖区画入口(25 ppm)

TCS x 2 (両舷)  
FPR x 2

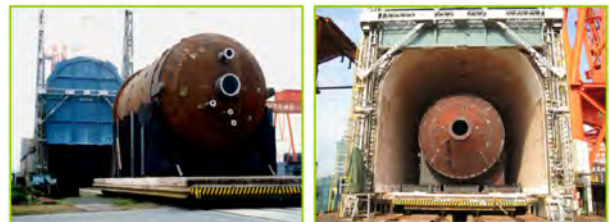
## 16章：Type-Cタンクの溶接後熱処理問題

### 【ガイドライン要件：16章、7.3.3】

- ✓ 同章の全てがIGF Code Part B-1 16章に置き換わった。つまり、Independent tankの要件もIGF Codeと同じとなり、**-10℃以下のType-Cタンクへの溶接後熱処理の要件が消えた。**
- ✓ 一方、7章にアンモニア応力腐食割れ（SCC）に関する要件は残っている。  
7.3.3：「SCCの発生するリスクを最小限に抑えるために、**IGCコードの17.12.2から17.12.7に詳述されている措置を適切に講じる。**」



直径12m



大型焼鈍炉により、最大10m (32') 径の压力容器に対して溶接後熱処理が可能

## 16章 : Type-Cタンクの溶接後熱処理問題

Type-Cタンク 材料/構造要件	MSC.1/Circ.[...] ANNEX, 16章	応力腐食割れ 要件	MSC.1/Circ.[...] ANNEX, 7.3.3
<p>(対象)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>炭素鋼/炭素マンガン鋼製TypeCタンク</li> <li>設計温度&lt;-10℃</li> </ul> <p>(要件)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>溶接後熱処理の実施 または</li> <li>機械的応力除去（水圧）の実施 ただし、<math>YP/TS &lt; 0.8</math>を満たす必要あり (YP: 降伏応力, TS: 最終引張り強さ)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>規格最小降伏点<math>\leq 355\text{MPa}</math> かつ</li> <li>実際の降伏値<math>\leq 440\text{MPa}</math> かつ</li> <li>次の4要件のいずれかを満たす <ul style="list-style-type: none"> <li>規格最小引張強さ<math>\leq 410\text{MPa}</math></li> <li>溶接後熱処理の実施</li> <li>貯蔵温度を<math>-33^\circ\text{C}</math>付近に維持 ただし、<math>-20^\circ\text{C}</math>以上にはしない</li> <li>0.1wt%の水を含むNH<sub>3</sub></li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>IGC Code: 6.6.2 Independent tank</li> <li>NK代替燃料ガイドライン(3.0.2)C編: 16.4.2</li> </ul>	両方の要件を満たす必要あり	<ul style="list-style-type: none"> <li>IGC Code: 17.12 SPECIAL REQUIREMENT – Ammonia（応力腐食割れに対するアンモニア特別要件）</li> <li>NK代替燃料ガイドライン(3.0.2)C編: 7.4.4.1</li> </ul>	

両方の要件を満たすには、タンク全体の溶接後熱処理を実施する必要があるが、国内には、直径10m超のタンクを熱処理（焼鈍）できる大型焼鈍炉がない。

## 16章 : Type-Cタンクの溶接後熱処理問題

### 【考え得る設計影響と課題】

- ✓ 結果的に、規則上は、大型タンクの熱処理問題（巨大焼鈍設備がない問題）は回避できそう。
- ✓ 溶接後熱処理を回避するためには、以下の手段が考えられる。
  - 適正な材料選定（規格最小引張強さ $\leq 410\text{MPa}$ ）：低温鋼材KL24Bが使用可能  
または、
  - 貯蔵温度を $-33^\circ\text{C}$ 付近に維持：低温鋼材KL24B、KL27、KL33-440Uが使用可能  
（\* 今回のフルレフ要件により、満たすとも考えることもできる）
- ✓ 本来IGC Code（アンモニア含むガス運搬船対象）由来の規則が、IGF Code（LNG燃料船対象）に置き換えられた。
- ✓ 念のため、残留応力除去の為の、機械的応力除去（水圧）は実施した方がよいかもしれないが。。。  
（今後、NK殿に相談）

## ご清聴ありがとうございました

### GSCのミッション

- 日本の造船産業が蓄積した知見を糾合
- 中長期的な環境船舶(GHG排出削減船)の技術的・経済的可能性を評価
- 世界に先んじて、様々な環境関連技術を統合した最先端の船舶を企画・具体化



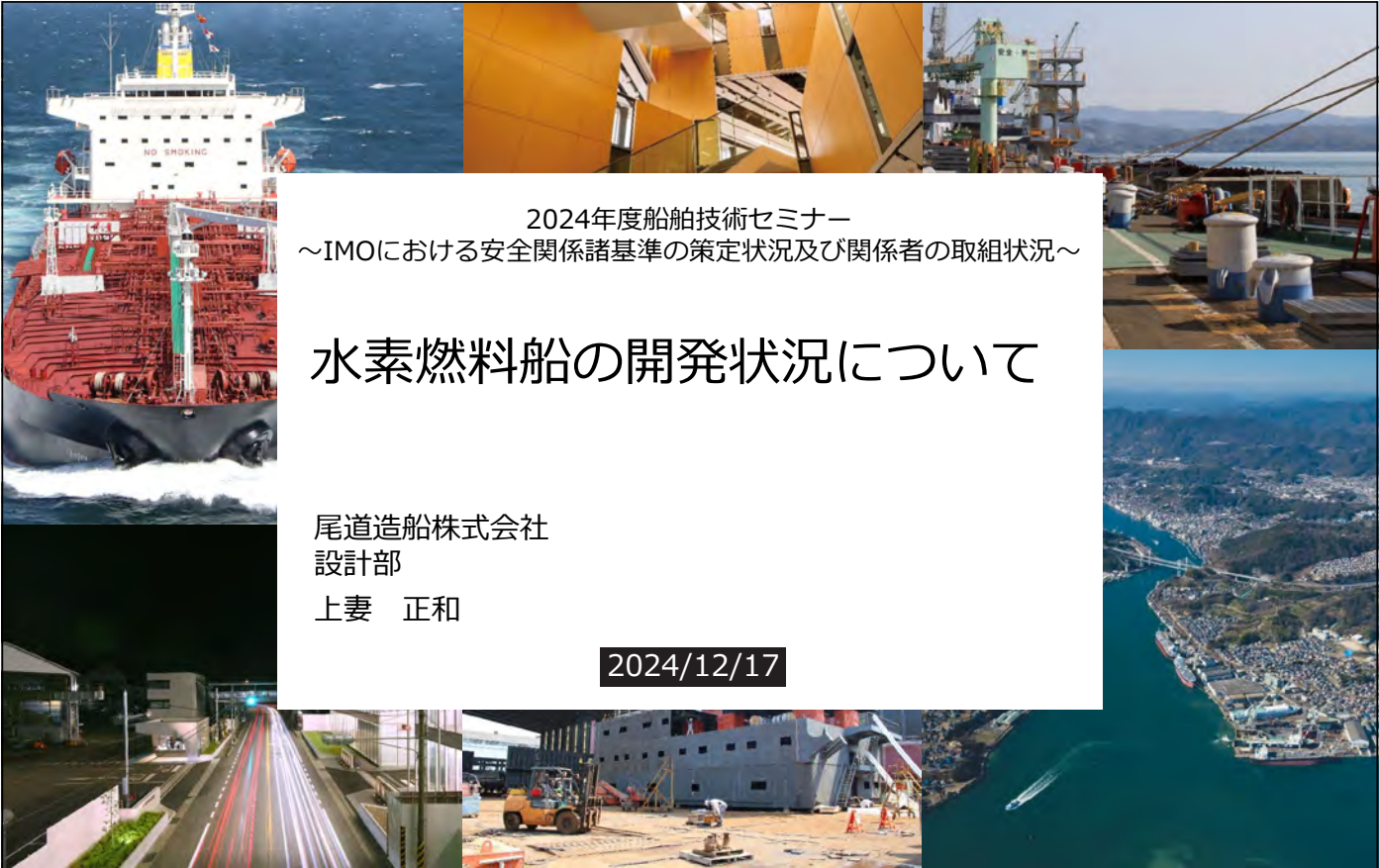
お問い合わせ先：  
一般財団法人次世代環境船舶開発センター  
Tel：03-6256-8941  
Email：rep@pdcgs.or.jp

End of Presentation



- 本資料は、GSC会員企業・機関への情報提供、及び会員各社・機関でのご検討に利用することを主目的として作成しております。
- 本資料は、信頼できると考えられる情報に基づいて、GSCにおいて仮定をしたうえで作成しておりますが、その正確性、妥当性、完全性について、GSCが保証するものではありません。
- 記載された内容は、通知無く変更されることがあります。
- 本資料に基づくGSCからの提案につきましては、各社・機関において自らその採否をご判断下さい。
- いかなる目的でも、無断で本資料の第三者への閲覧または複製はご遠慮ください。





2024年度船舶技術セミナー  
～IMOにおける安全関係諸基準の策定状況及び関係者の取組状況～

## 水素燃料船の開発状況について

尾道造船株式会社  
設計部  
上妻 正和

2024/12/17

 **ONOMICHI DOCKYARD**  
©ONOMICHI DOCKYARD CO., LTD. All Right Reserved.

 **ONOMICHI DOCKYARD**

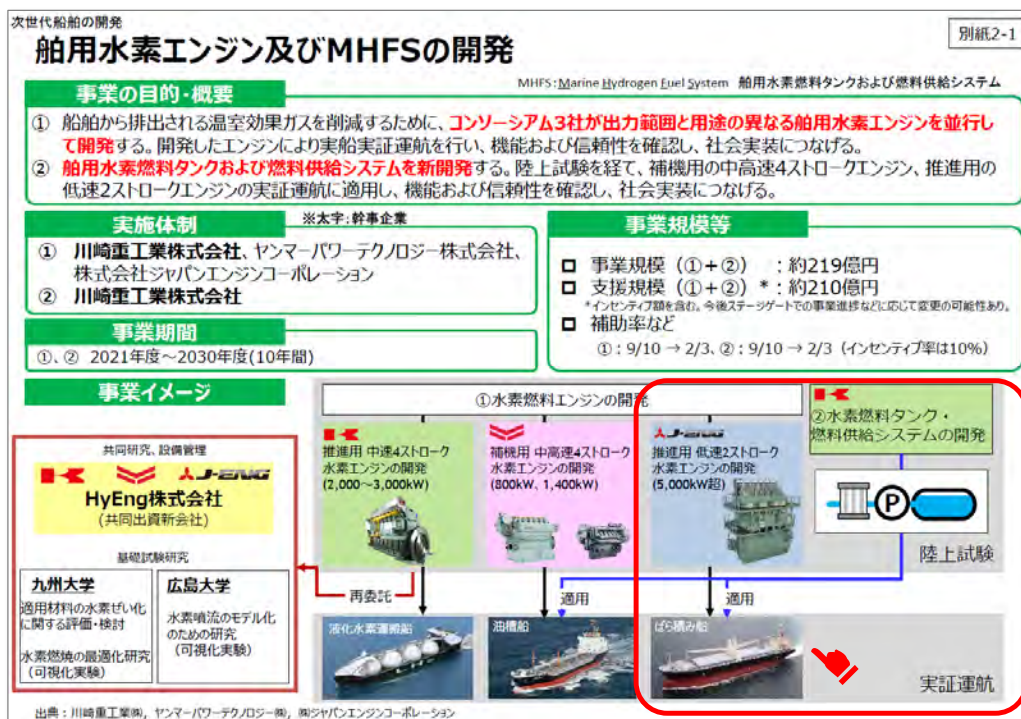
page.01

©ONOMICHI DOCKYARD CO., LTD. All Right Reserved.

### 目次

1. NEDO・GI基金事業「舶用水素エンジン及びMHFSの開発」について
2. 開発・実船実証スケジュール
3. 水素燃料船の概要
4. 水素燃料エンジンの開発スケジュール
5. 水素燃料関連設備の配置
6. 水素爆発時のFPR構造におけるFEM解析
7. AiPの取得

## 1. NEDO・GI基金事業「舶用水素エンジン及びMHFSの開発」について



## 2. 開発・実船実証スケジュール

年度	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
J-ENG殿 低速2スト水素エンジン	三社にて開発・ 基本設計を実施						
川崎重工殿 高圧MHFS							
尾道造船 水素燃料船(外航)			水素詳細設計			建造	
実船実証運転							

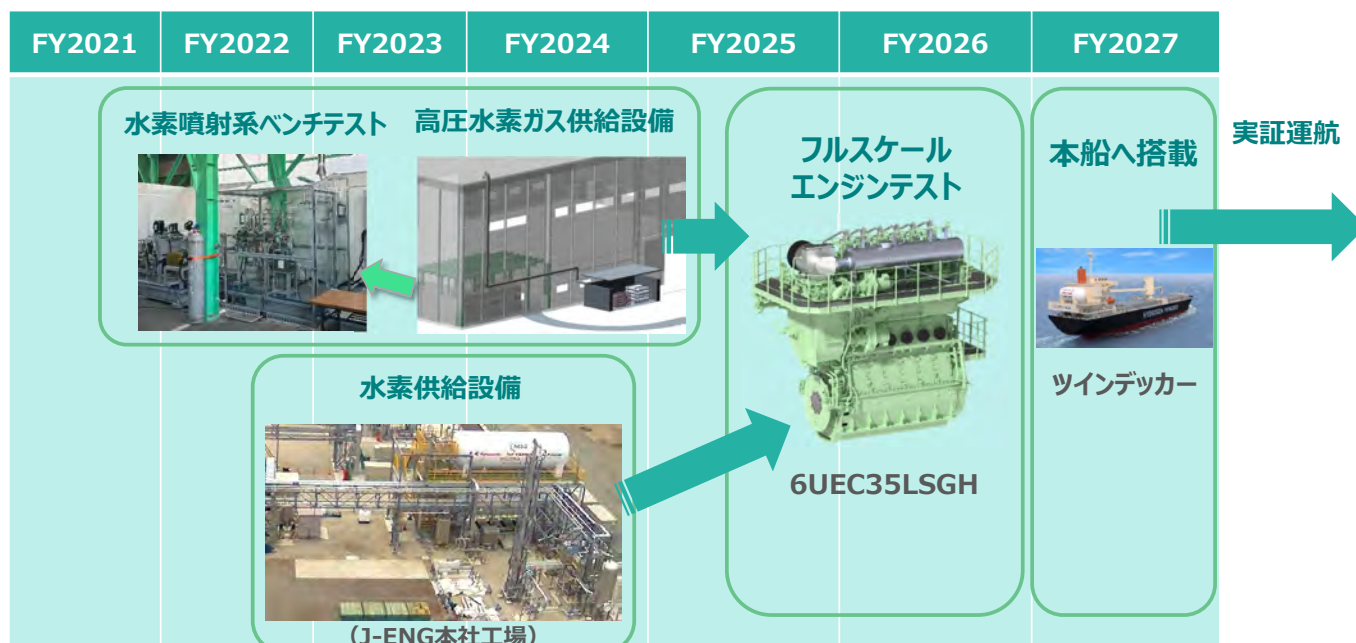
### 3. 水素燃料船の概要



6UEC35LSGH  
水素燃料DFエンジン

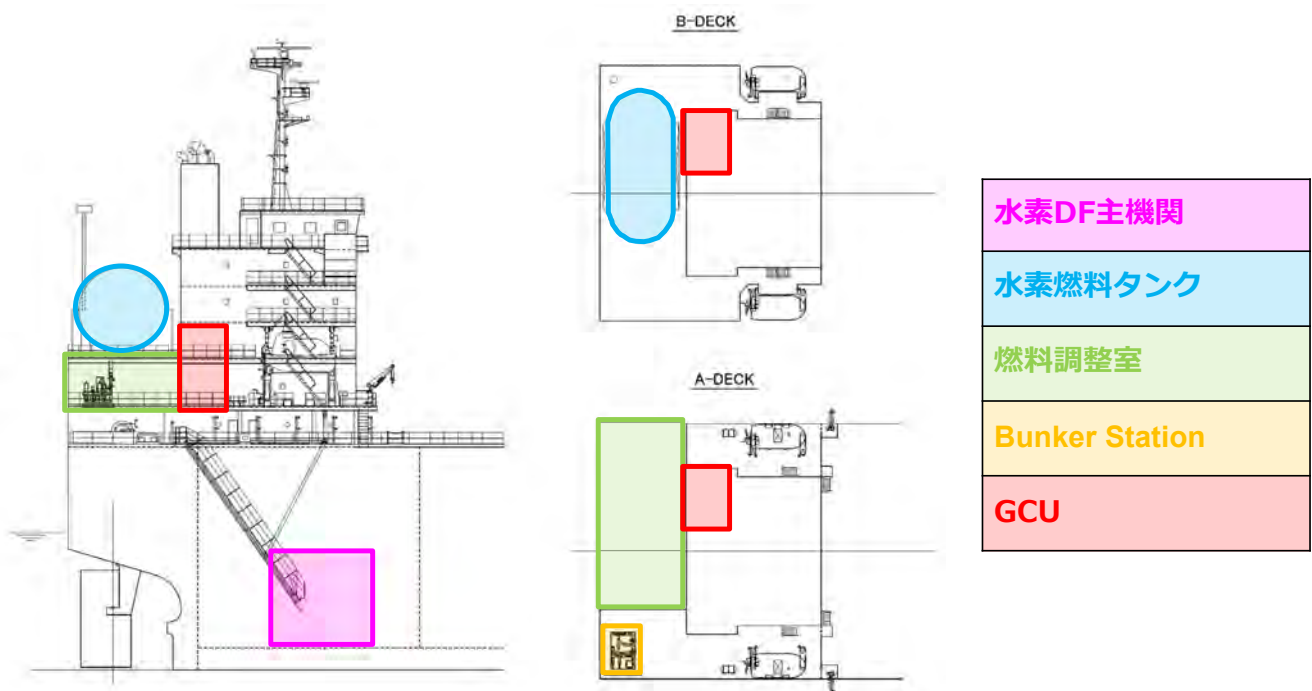
船種	二層甲板船（ツインデッカー）
Loa x B x D	130m x 23.6m x 15.85m
船籍 / 船級	日本 / NK
航行海域	遠洋 国際
主機関	<b>J-ENG 6UEC35LSGH x 1 set (水素燃料DFエンジン)</b>
発電機関	YANMAR 6EY18ALW x 3 sets (重油エンジン)
燃料タンク	HFO : abt. 850m <sup>3</sup> <b>水素 : abt. 200m<sup>3</sup> x 1 set</b>

### 4. 水素燃料エンジンの開発スケジュール

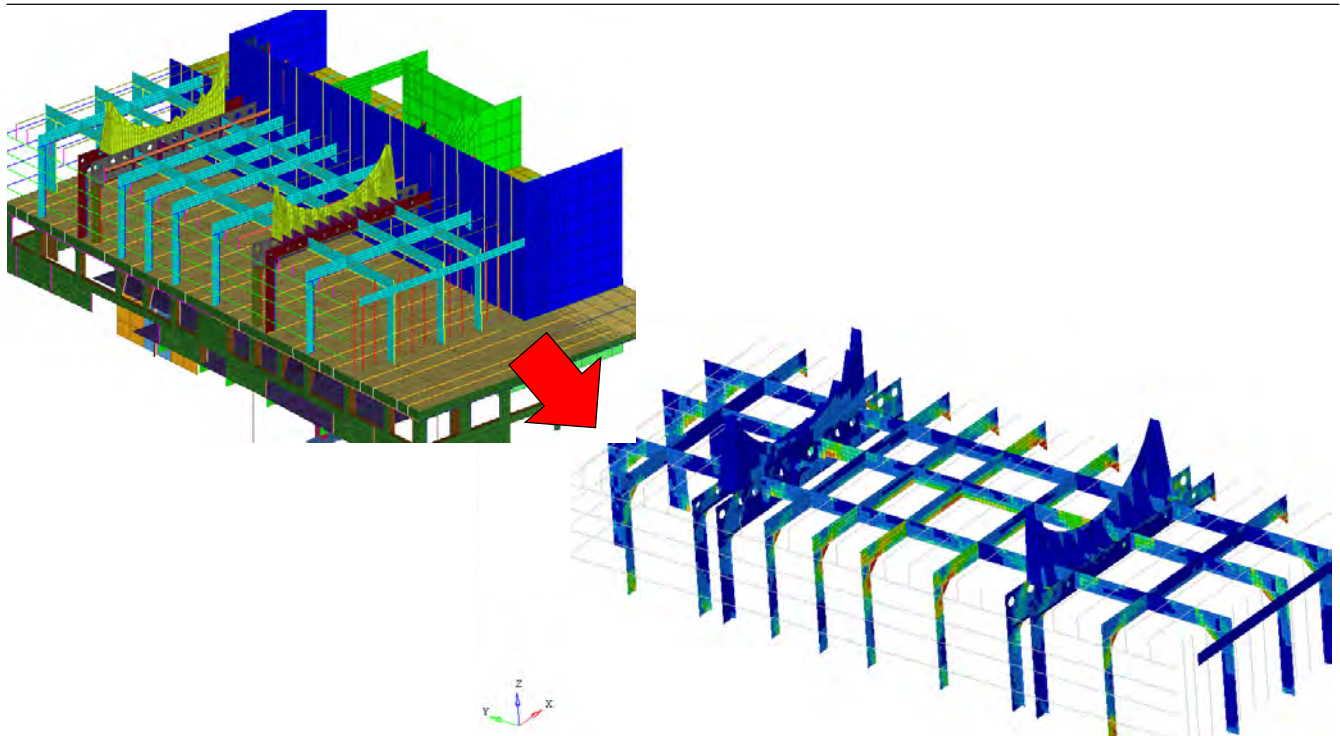




## 5. 水素燃料関連設備の配置



## 6. 水素爆発時のFPR構造におけるFEM解析



## 7. AiPの取得



株式会社商船三井、商船三井ドライバルク株式会社、尾道造船株式会社、川崎重工業株式会社および株式会社ジャパンエンジンコーポレーションの5社は、ゼロエミッション燃料である水素を燃料とする多目的船(以下「本船舶」)のリスク評価を行い、一般財団法人日本海事協会から区画配置コンセプト(※1)に関する基本設計承認(Approval in Principle:以下、「AiP」)を取得しました。

大型低速 2 ストローク水素燃料エンジンを主機関として搭載する船舶に関する AiP 取得は世界初となります。



プレスリリース

証書授与式の様子



2024年度船舶技術セミナー

～ IMOにおける安全関係諸基準の策定状況及び関係者の取組状況（代替燃料船関係） ～

# 高圧水素燃料供給システムの開発状況について

2024年12月17日

川崎重工業株式会社

エネルギーソリューション＆マリンカンパニー  
エネルギーディビジョン  
レシプロエンジン技術部  
水谷 好生

カワる、  
サキへ。  
Changing forward

 **Kawasaki**  
Powering your potential

## 目次

- NEDO・GI基金事業「舶用水素エンジンおよびMHFSの開発」について
- 高圧MHFSの開発・実船実証スケジュール
- 高圧MHFSのシステム・機器構成
- 高圧MHFSの配置計画（液化水素タンクおよび燃料調整室）
- 船舶・水素に関連する規則やガイドラインの現状
- 水素の特性およびハザード
- 水素燃料船・高圧MHFSのリスクアセスメント活動
- シミュレーションによる評価事例（１）
- シミュレーションによる評価事例（２）
- まとめ
- （参考）低圧MHFS



# NEDO・GI基金事業「舶用水素エンジンおよびMHFSの開発」について

Source; [https://www.khi.co.jp/pressrelease/news\\_211026-2\\_2.pdf](https://www.khi.co.jp/pressrelease/news_211026-2_2.pdf) (川崎重工プレスリリース)

「2050年カーボンニュートラル」の実現に向けた、NEDO（国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構）殿のGI（グリーンイノベーション）基金事業として採択された“次世代船舶の開発”プロジェクトの一つ。

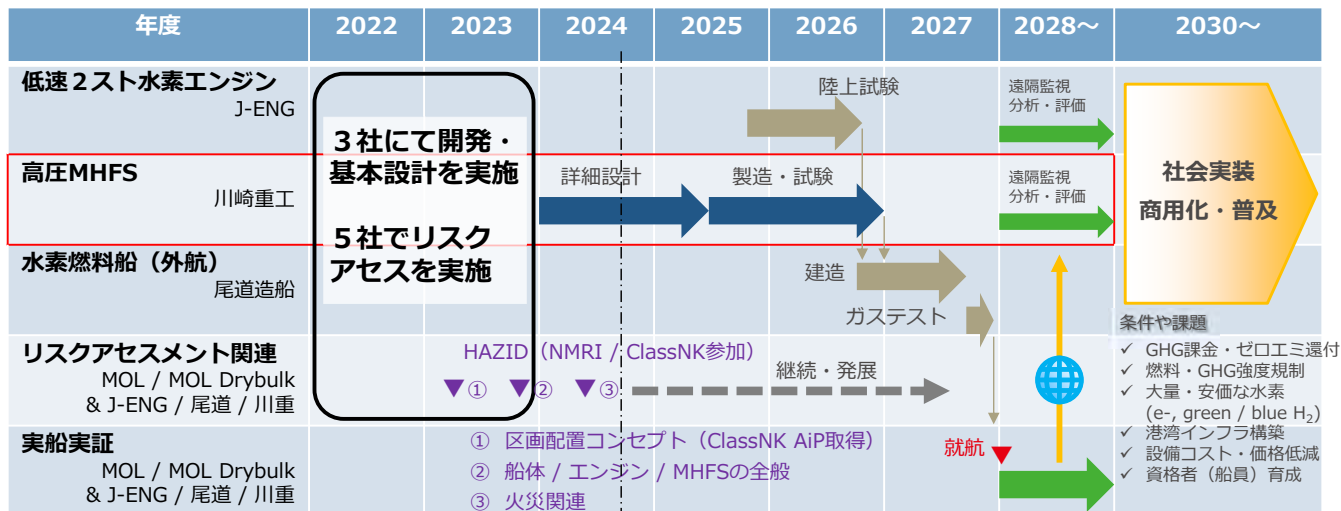


川崎重工は水素エンジンの開発と共に、「舶用水素燃料タンク・水素燃料供給システム」（MHFS；Marine Hydrogen Fuel System）の開発を担当。開発コンソーシアム3社が協力して水素燃料推進システムの実現を目指します。

今回は、ジャパンエンジン殿が開発する低速2ストローク水素エンジン用の高圧MHFSの開発状況を紹介します。

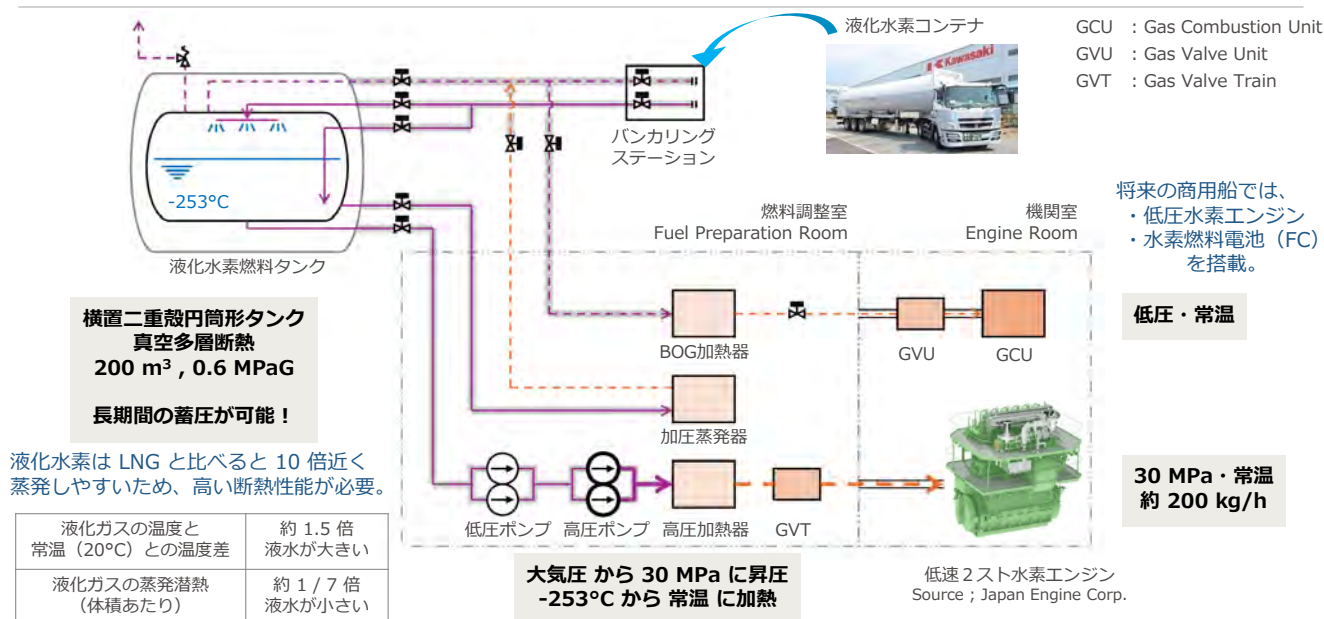
## 高圧MHFSの開発・実船実証スケジュール

液化水素を推進用燃料とする実船実証の2028年の開始に向け、船主殿・運航者殿、造船所殿、エンジンメーカー殿、川崎重工が協力して水素燃料船（外航）、水素エンジン、高圧MHFSの開発を進めている。





## 高圧MHFSのシステム・機器構成



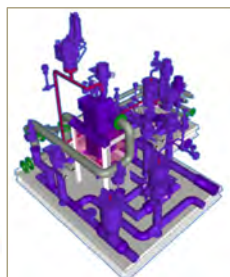
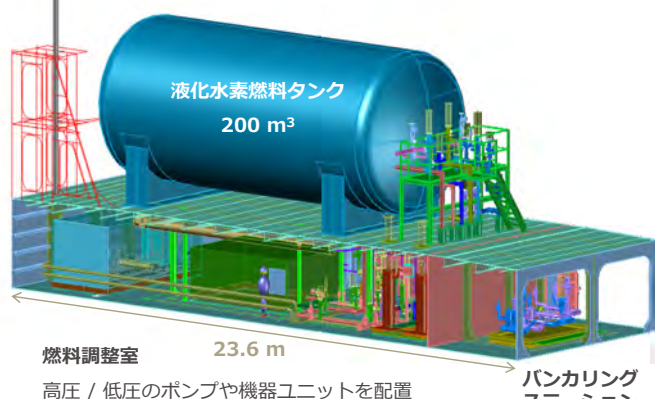
© Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

Kawasaki  
Powering your potential

5

## 高圧MHFSの配置計画（液化水素タンクおよび燃料調整室）

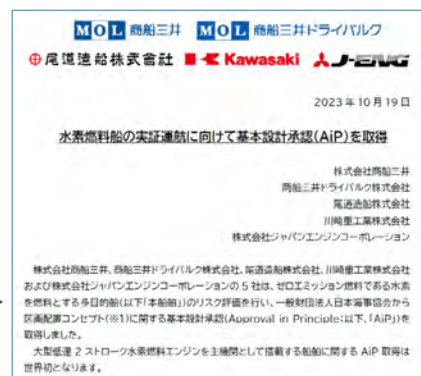
- 水素燃料船の船尾エリアの開放甲板の上に、燃料調整室（Fuel Preparation Room）を配置。
- 燃料調整室の右舷にパンカリングステーション、上部に液化水素燃料タンクを配置。
- 区画配置コンセプトについてHAZIDを実施し、ClassNK AiPを取得。
- 機器類を機能・グループごとにユニット化して、船上の配置や施工の容易化を図る。



（例）30 MPa水素ユニット

30 MPa・高圧加熱器、  
関連する高圧水素の配管 /  
分類 / 計装品を集約

Source; [https://www.khi.co.jp/pressrelease/news\\_231019-1.pdf](https://www.khi.co.jp/pressrelease/news_231019-1.pdf) (川崎重工業プレスリリース)



© Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

Kawasaki  
Powering your potential

6

## 船舶・水素に関連する規則やガイドラインの現状

国際統一規則であるIGF Code (Pt. A-1 / B-1 / C-1) は、天然ガス（メタン）を燃料として使用する場合のみ、詳細要件が規定されており、水素燃料に関する国際規則・ガイドラインはIMO（MSC / CCC）にて審議中で正式な発行がされていない。

☞ IGF Code “Alternative design” (2.3) に従い、Codeに準じ、同等の安全性が確保されるように開発・設計を実施中。

2.3.2 Fuels, appliances and arrangements of low-flashpoint fuel systems may either:

- .1 deviate from those set out in this Code, or
- .2 be designed **for use of a fuel not specifically addressed in this Code.**

Such fuels, appliances and arrangements can be used provided that **these meet the intent of the goal and functional requirements concerned and provide an equivalent level of safety** of the relevant chapters.

水素燃料供給システムの“代替設計”の同等性はリスクアセスメント活動によって検証を進めているが、非常に多くの時間・労力を要するため、国際統一基準となるIMOガイドライン（GL）の発行が待たれる。

ただし、IMO-水素GLへの準拠が非合理的 / 非現実的にならないよう、水素GLのIMO審議に参画していく必要あり。

年	～ 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
代替燃料船 IMO Code & Guideline	☆ マニュアル (2020) ★ IGF (2015)	CCC 7	CCC 8	☆ LPG CCC 9	☆ アンモニア CCC 10	CCC 11	MSC 111 ★ 水素
船級協会、水素燃料船		✓ DNV Handbook		✓ LR ✓ ABS	✓ BV ✓ DNV ✓ ClassNK		
液化水素“運搬船”	★ IMO暫定勧告 (2016) ○ 第1.0版			○ 第2.0版	★ Rev. ○ 第3.0版	ClassNK 液化水素設備の指針として有用	ClassNK 液化水素運搬船ガイドライン

現在、IGF Codeの他、既に発行されている各種の規則やガイドラインも参考にしている。

## 水素の特性およびハザード

### ■ 水素の物理的な特性

項目	単位	水素	メタン
標準沸点	°C	-253	-162
液体密度	kg/m <sup>3</sup>	71	423
ガス密度	kg/Nm <sup>3</sup>	0.090	0.717
可燃範囲	%	4 - 75	5.3 - 17
低位発熱量	MJ/kg	120	50
液体I <sub>引</sub> 密度	GJ/m <sup>3</sup>	8.5	21.2
最小着火I <sub>引</sub> 密度	mJ	0.017	0.274
空気中拡散係数	cm <sup>2</sup> /s	0.61	0.16
臨界圧力	MPaA	1.315	4.595

水素の特性として、液化温度が極低温、非常に軽い、可燃範囲が広い、発熱量が大きい、エネルギー密度が小さい、最小着火エネルギーが小さい、空気中で拡散しやすい、などが挙げられる。

### ■ （液化）水素に考慮すべきハザード

～ 液化水素運搬船・IMO暫定勧告、MSC.420(97)より ～

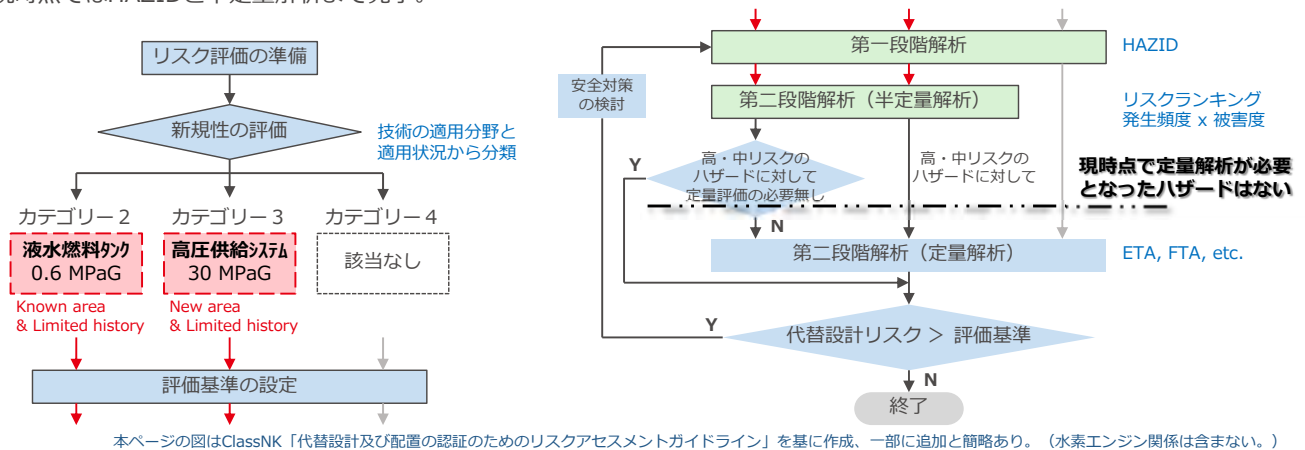
- A) **低温** : 材料の低温脆性、空気の液化・固化
- B) **水素脆化** : 材料の破壊
- C) **透過性** : 配管継手、部品シール部からの漏洩
- D) **低密度・高拡散性** : 上方に早く広範囲に拡散  
可燃性雰囲気を形成しにくい
- E) **着火性** : 静電気等による着火の可能性
- F) **火災** : 無色・視認しにくい、消火が難しい
- G) **高圧** : 漏洩頻度・量の増加
- H) **人体・健康** : 凍傷、漏洩による窒息
- I) **広い可燃範囲** : 火災・爆発 ... E) 項と併せて要検討

**これらを水素燃料船のリスクアセスにて考慮・検討した。**

## 水素燃料船・高圧MHFSのリスクアセスメント活動

水素燃料船が、IGF Code適用の天然ガス燃料船と同等の安全性（代替設計の同等性）が確保されることを立証するために、また、主管庁 / 船級協会の承認を得るために、リスクアセスメント活動を実施中。

リスク評価は、MSC.1-Circ.1455; Guidelines for the Approval of Alternatives and Equivalents as Provided for in Various IMO Instruments（各種IMO文書の規定による代替および同等性の承認に関するガイドライン）に準じて検証中であり、現時点ではHAZIDと半定量解析まで完了。



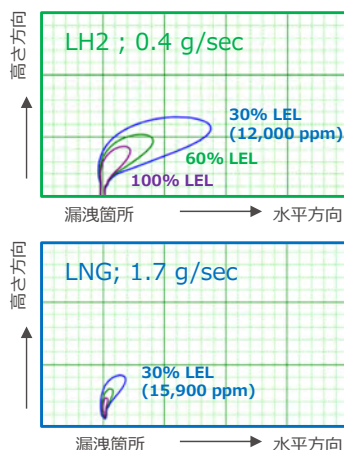
本ページの図はClassNK「代替設計及び配置の認証のためのリスクアセスメントガイドライン」を基に作成、一部に追加と簡略あり。（水素エンジン関係は含まない。）

## シミュレーションによる評価事例（1）

### ■ 液化ガス漏洩時のガス拡散解析

フランジガスケット部から液化ガスが漏洩した場合の、ガス拡散状況について、**水素 (LH2)** と **メタン (LNG)** を比較

<条件> 液圧 0.6 MPaG



水素のほうが漏洩質量は少ないが、大気圧・常温のガスに体積膨張したときには拡散範囲は広がる。

液圧、漏洩穴（フランジガスケット / リングジョイント / 弁軸グラウンド等）、横風をパラメータ化して、様々なケーススタディを実施。

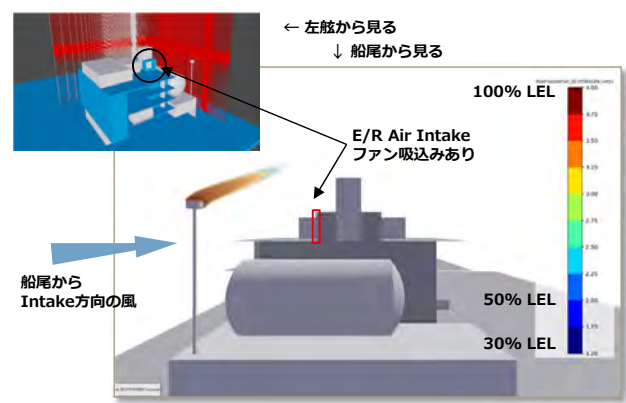
拡散範囲とIGF CodeのZone 1 / 2 (3 + 1.5 mR) との大小を評価。

### ■ タンク真空喪失、ベントガス 3D 拡散解析

液水燃料タンク（真空断熱）が真空喪失した場合の、タンク圧力逃し弁・ベントマストから排出される水素ガスの3D拡散解析。

高濃度の水素が、機関室の空気取入口に到達しないか？、を検証。

<条件> 断熱性能が低下した状態のBoil-off Gas量（低温）、機関室通風機は運転（吸込みあり）

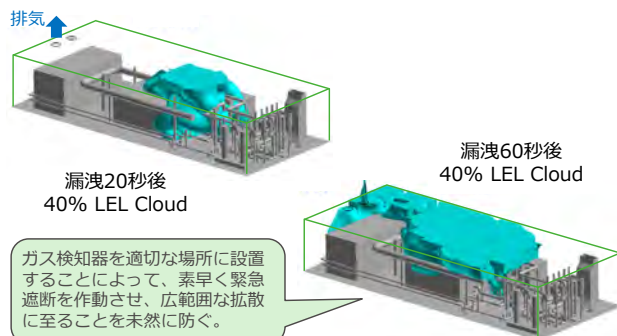


## シミュレーションによる評価事例（２）

### ■ 燃料調整室内、高圧液水漏洩時の 3 D 拡散解析

高圧ポンプ吐出側の“30 MPa弁”の弁軸グランド部から液化水素が漏洩した場合の、室内における水素ガスの 3 D 拡散解析。

<条件> 液圧 30 MPaG、毎時30回換気



極低温・高圧の液化水素は、漏洩しても速やかに気化する。

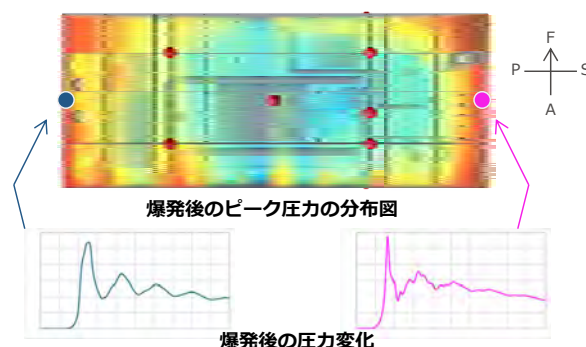
換気回数・流れ場の有効性や、効果的なガス検知器の設置場所について、解析を利用して検討している。

### 【参考】燃料調整室内、爆発（爆風）影響解析

燃料調整室内に漏洩・拡散した水素ガスに万が一着火した場合\*の、爆発（爆風）による圧力波の解析。

\* 室内は水素・1種危険場所として、着火源は適切に排除される。

<条件> 想定しえるワーストシナリオにおいて、室内に滞留する水素ガスに着火



燃料調整室の構造強度評価用のインプットデータ ⇒ 造船所殿へ

## まとめ

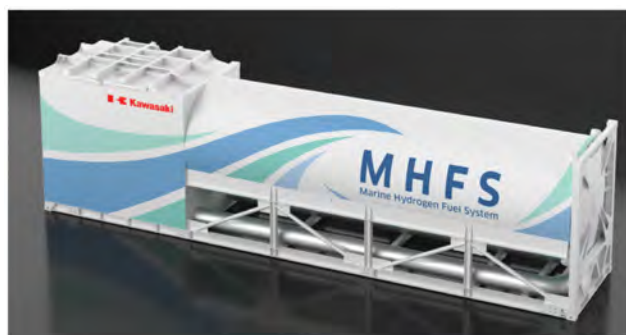
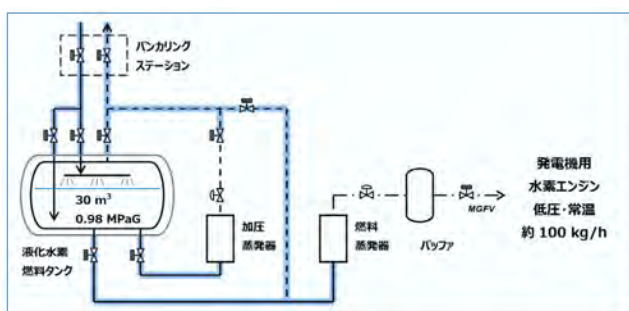
- 2028年から外航・水素燃料船の実船実証を開始するため、川崎重工では、低速2ストローク水素エンジン用の高圧MHFSの開発を進めています。（NEDO / GI基金事業）
- 実船実証が完了する2030年頃から、高圧MHFSの商用化と普及を目指しています。
- 高圧MHFSは、船用・燃料供給用としては世界最大の200 m<sup>3</sup>の液化水素タンク、世界初の高圧水素エンジン用の30 MPa・水素燃料供給システムです。
- 水素燃料船の高圧MHFSの安全性については、リスクアセスメントによって検証を進めています。 リスクアセスメント活動には多くの関係者が参加しています。
- 水素燃料船を対象とする国際的に統一された基準（規則・ガイドライン）が策定されることを切望しています。（IMOガイドラインは2026年に発行の見込み）
- 川崎重工では、各種シミュレーションツールを活用して、リスクに関する定量的な予測・検証を行いながら高圧MHFSの開発・設計を実施しています。



## (参考) 低圧MHFS

ヤンマーパワーテクノロジー殿が開発する  
中・高速4ストローク水素エンジン用の低圧MHFSの紹介

- 40-ft コンテナサイズにシステム一式をパッケージ化  
(パンカリングステーションは別置き)
- 30 m<sup>3</sup> の液化水素燃料タンクから、自己加圧による水素ガス供給
- 1 MPaG 未満の低圧（可変設定）、常温の供給条件に対応
- 2027年以降、内航貨物船の甲板上に搭載して実船実証を行う



© Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

**Kawasaki**  
Powering your potential

13

世界の人々の豊かな生活と地球環境の未来に貢献する  
“Global Kawasaki”

**Kawasaki**  
Powering your potential





発 行 2024 年 12 月  
発行所 一般財団法人 日本船舶技術研究協会  
〒107-0052  
東京都港区赤坂 2-10-9  
大阪ガス都市開発赤坂ビル  
電 話 03-5575-6427  
F A X 03-5114-8940  
ホームページ <http://www.jstra.jp/>

本書の無断転載・複写・複製を禁じます。

Supported by  日本 THE NIPPON  
財団 FOUNDATION

