



水素で進む海の未来 ～HANARIAの成果と挑戦～

2025年11月

つくりたかったのは、
人も、海も、未来も、
微笑む船でした。

国内初のハイブリッド型水素燃料旅客船『HANARIA』。
水素×バッテリー×バイオ燃料を搭載したこの船は、
CO₂などを排出しないゼロエミッション航行が可能。
電気推進方式を採用したことで、船内は驚くほど静か。
“人と環境と未来に寄り添う”。その思想と革新的な技術が
評価され、権威ある2つの賞を史上初ダブル受賞しました。
私たちはこの追い風に乗って、希望と豊かさに満ちた
未来を、HANARIAとともにひらいていきます。

 HANARIA

シップ・オブ・ザ・イヤー2024
受賞

マリンエンジニアリング・
オブ・ザ・イヤー2024 受賞



1. 本船のスペック

本船主要目



項目	仕様
用途	旅客船
航行区域	平水区域
総トン数	238トン
LPP×B×D	29.7m×10.0m×3.7m
載貨重量	19トン
航海速力	10.2ノット（≒時速20km）
旅客定員	103名
推進方式	電気推進
使用燃料	水素／バイオディーゼル

主要な燃料に水素を活用

最先端の環境対策を導入した船舶

水素とバイオディーゼルの
ハイブリッド型電気推進を採用
(船舶では世界初のシステム)

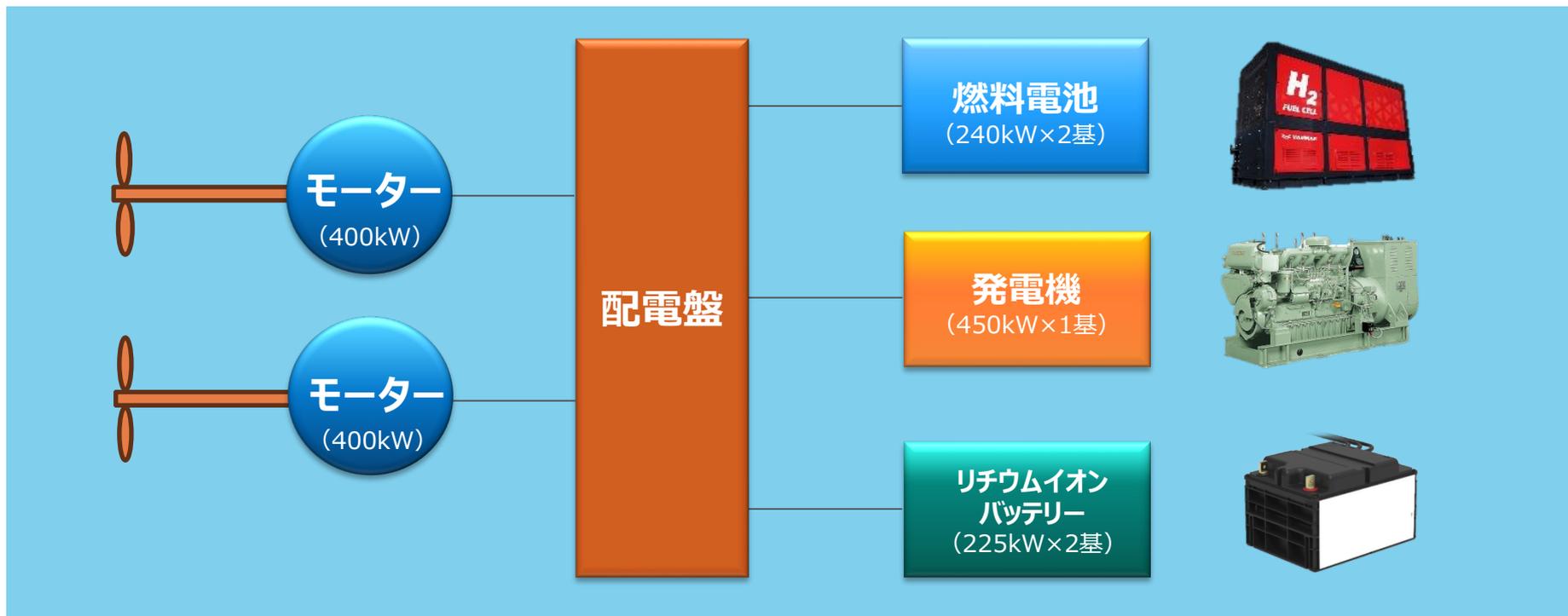
GHG削減率は運航方法によって
53%～100%

*** 電気推進のため静かな船内を実現**



3. 動力システム

システム構成



【発電ユニットの動作モード】

発電ユニットの動作モードは、**停泊モード**、**航海モード**、**陸上電源充電モード**の3つのモードを持つ。
また**航海モード**では、①**ゼロエミッションモード**（燃料電池+リチウムイオンバッテリー）、②**ハイブリッドモード**（燃料電池+リチウムイオンバッテリー+発電機）等の選択が可能。

4. 水素供給

水素供給オペレーション

ためる



充填所へ輸送



充填施設で水素を
タンクに充填



岸壁へ輸送

はこぶ

H.Tank Operation

はこぶ



クレーンで水素タンクを
陸上げ

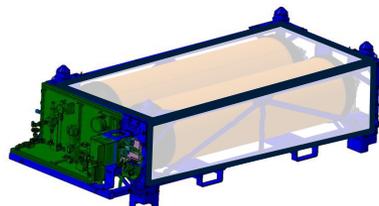
船上でFCに水素供給



クレーンで水素タンクを
積み込む

つかう

水素の供給方法



タンクを載せ替えて水素を供給
(カセットボンベ方式)



水素タンク1基で約18kgの水素を充填
本船には8基(約150kg*)を搭載

*トヨタMIRAIの約30台分



水素充填



- 水素の充填は、燃料電池自動車 (FCV) と同様に、陸上の水素ステーションで充填している。
- 水素ステーションは、全国で179カ所 (2023年3月現在) 設置されているが、高圧ガス保安法の規制により、大半がFCV専用の水素ステーションとなり、FCV以外にも充填可能な水素ステーションは、北九州市近隣で、福岡市及び古賀市の2カ所のみ。



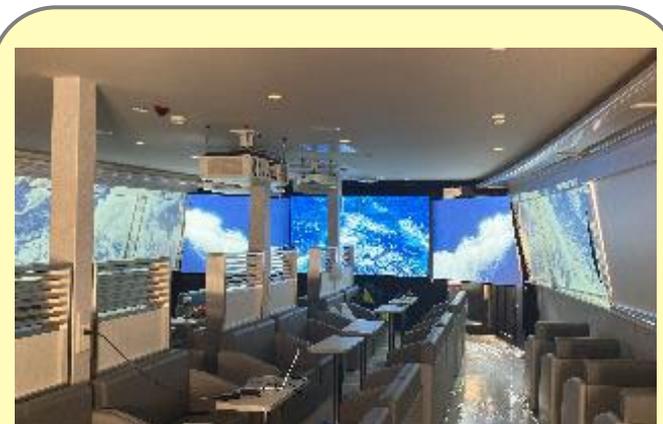
北九州市近隣の水素ステーション

5. 本船内装

【1F客室】



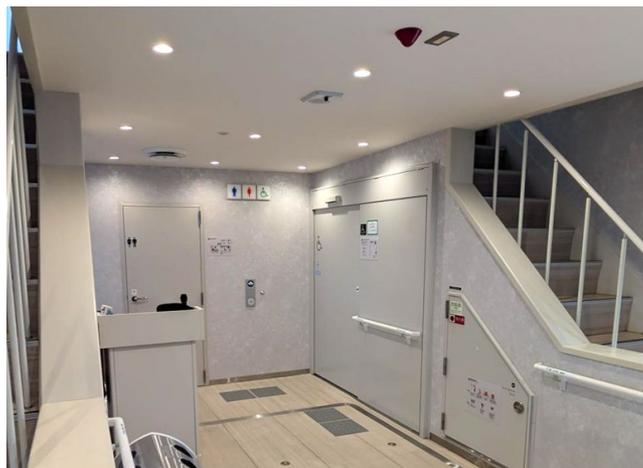
騒音・振動を抑えた快適な船内空間を実現。大型モニターやプロジェクターを有し、座席レイアウトは変更可能です。



98インチモニター/プロジェクターを使用した
船内映像投影の様子



船首方向からみた客室



お手洗い（写真右側はバリアフリースイレ）



ソファー席

5. 本船内装

【2Fデッキ】



オープンエアの2Fデッキでは、ダイナミックな海の景観と潮風を存分に満喫できます。

【操舵室】



最先端の船らしいスタイリッシュなデザイン。コンパクトながら最適な機器配置で操船性を向上。



回航時の操船の様子

6. 本船プロジェクトの目的

背景

水素燃料船について、実証実験等は実施されているものの社会実装には至っていない。本プロジェクトでは既存技術に加え、社会実装に必要な技術要素を開発し、水素燃料船の新たなモデルを構築する。

開発目標

水素燃料を動力とする内航旅客船を開発する。水素燃料電池を主要な動力源とし、冗長性確保の観点から、リチウムイオンバッテリー、バイオディーゼル燃料を補助動力源としたハイブリットシステムを採用する。

【技術開発要素】

- ① 水素燃料電池、バイオディーゼル燃料発電機、リチウムイオンバッテリーによる PMS (Power Management System) の開発
- ② 水素燃料に対応した船体構造、安全システムの構築 (法規制への適合)
- ③ FGSS (Fuel Gas Supply System) の開発
- ④ 船舶向け水素供給モデルの構築

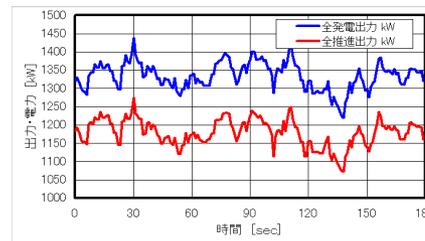


7. 本船の開発について

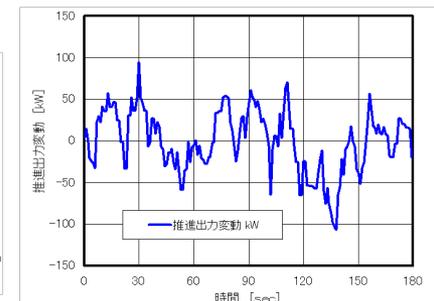
①PMS(Power Management System)の開発

1. 課題

従来のディーゼル電気推進システムにおいては、推進システムによって発生する負荷変動が配電システムの電力変動となっていた。これによりディーゼル発電機が電力変動を受け、特に荒天航行においては大幅なピーク電力が発生し、不要な発電機を始動・運転しなければならず、発電系統の高効率化が進んでいなかった。また水素燃料電池、リチウムイオンバッテリー及びディーゼル発電機の3種の電源を制御するシステムも技術的に確立されていない。



発電出力と推進機出力 (180秒)

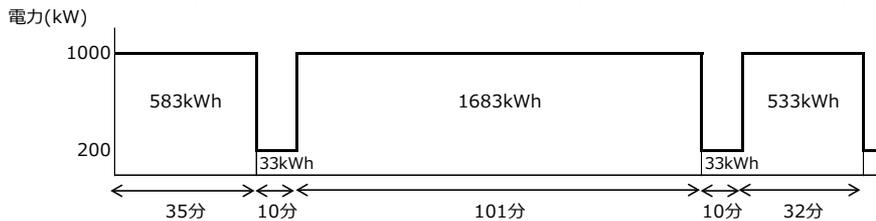


推進機出力の変動 (平均を0kW)

2. 開発内容

水素燃料電池、リチウムイオンバッテリー及びディーゼル発電機において、負荷変動の吸収に有利なのはバッテリーシステムであり、水素燃料電池（必要に応じてディーゼル発電機）がベース電力を賄い、推進に伴う負荷変動をバッテリーシステムが吸収(充放電)することで、船内システムに発生する電力変動を安定化させることが出来る。

本船では、水素燃料電池システムの仕様検討のため、①運航に必要となる電力や②想定航路での燃料消費等のシミュレーションを行い、本船のシステム構成及び発電ユニットの動作モード等の仕様を検討した。



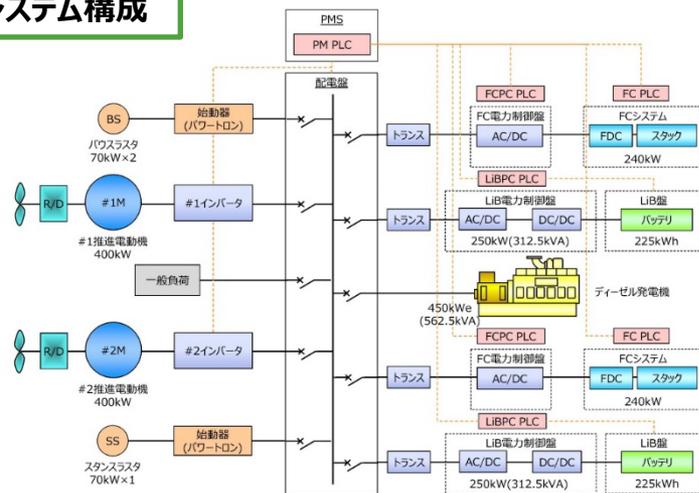
エネルギー消費シミュレーション

	操船	船速(kt)	直線距離(m)	所要時間(h)	ディーゼル(kg)	水素(kg)
乗組員係	① 発航離岸	3.0	100	0.018	0.00	0.58
門司港⇒小倉⇒豊前(岸上風力)⇒小倉⇒門司港	② 舵針増速	8.0	200	0.013	1.08	0.44
	③ 増速	12.0	9,100	0.409	32.89	13.24
	④ 減速	8.0	800	0.054	4.34	1.75
	⑤ 減速着岸	3.0	100	0.018	0.00	0.58
	⑥ 停泊	0.0	-	0.250	0.00	0.00
	⑦ 発航離岸	3.0	200	0.036	0.00	1.16
	⑧ 舵針増速	8.0	700	0.047	3.80	1.53
	⑨ 増速	12.0	9,000	0.405	32.53	13.09
	⑩ 舵針	12.0	4,900	0.220	17.71	7.13
	⑪ 舵針減速	8.0	1,900	0.128	10.30	4.15
	⑫ 減速	8.0	2,300	0.155	12.47	5.02
	⑬ 増速	12.0	4,900	0.220	17.71	7.13
	⑭ 舵針	12.0	9,000	0.405	32.53	13.09
	⑮ 減速	8.0	800	0.054	4.34	1.75
	⑯ 減速着岸	3.0	100	0.018	0.00	0.58
⑰ 停泊	0.0	-	0.250	0.00	0.00	
⑱ 発航離岸	3.0	200	0.036	0.00	1.16	
⑲ 舵針増速	8.0	700	0.047	3.80	1.53	
⑳ 増速	12.0	9,100	0.409	32.89	13.24	
㉑ 減速	8.0	200	0.013	1.08	0.44	
㉒ 減速着岸	3.0	100	0.018	0.00	0.58	
㉓ 停泊	0.0	-	0.250	0.00	0.00	
				54.400	3.23	88.15

7. 本船の開発について

①PMS(Power Management System)の開発

電力システム構成



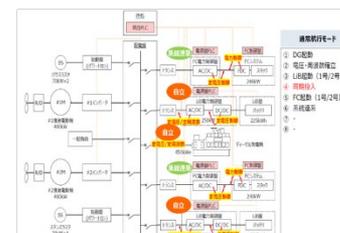
①ゼロエミ

- FCとLiBのフル電動(DG停止)
- 実証試験時や停泊時/緊急時を想定



②DGハイブリッド

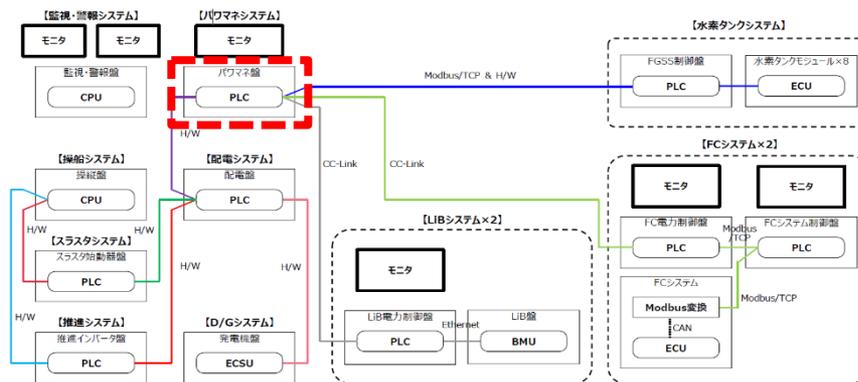
- DGとFC/LiBのハイブリッド
- 停泊/出入港/航海の全条件を想定



【発電ユニットの動作モード】

発電ユニットの動作モードは(1)停泊モード、(2)航海モード、(3)陸電充電モードを持つ。また(2)航海モードの中に、①ゼロエミ、②DGハイブリッド等の電源構成の選択が可能。

制御システム構成



水素燃料電池（水素タンクシステム含む）、バイオディーゼル燃料発電機、リチウムイオンバッテリーの各システムをパワマネ盤にて統合制御を行う。

②水素燃料に対応した船体構造、安全システムの構築

1. 課題

本船は、国土交通省海事局の「水素燃料電池船の安全ガイドライン」（以下、「FCガイドライン」という。）が策定されてから初めて建造される水素燃料電池船であり、過去に同様の船舶での建造実績も無いことから、ゼロから設計を行う必要があった。

2. 開発内容

水素燃料電池船の安全ガイドラインやNK鋼船規則等の基準に基づき、船体部、機関部、電気部等の主要目及び船型・機器配置について検討した。また国土交通省との技術検討会及び有識者によるHAZID会議を開催し、各設備の仕様を検討した。

【主な検討内容】

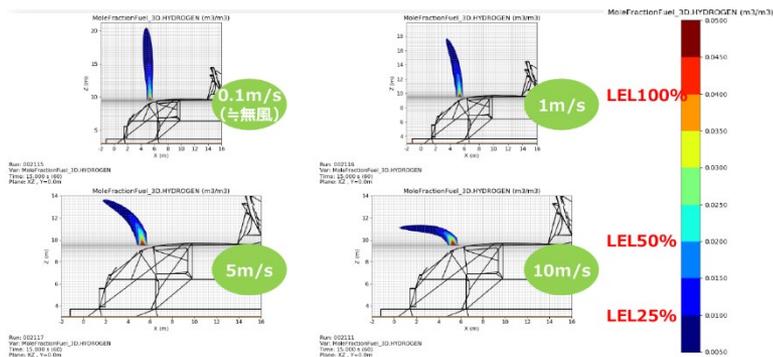
- 動力源装置、燃料貯蔵装置、燃料供給装置の機械的損傷から保護するための船体設計及び配置
→ESD保護機関区域の設定およびESD保護機関区域への機器配置
- すべての運航状態において水素燃料の安全な取り扱いを確保するための配管装置の仕様検討
→熱伸縮の考慮、水素燃料に適合性のある材質、配管設計圧力の計算等
- 水素ガスの貯蔵・移送・使用に関わる全ての装置に対する防火・火災探知及び消火についての対策
→区域の防火構造化、散水装置・消火装置の配置、火災探知及び警報装置の設置等
- 爆発の防止及び爆発による影響を制限するための対策
→換気・通風装置の設置、ガス検知器作動後の自動遮断制御、危険場所の設定及び発火源の排除、水素防爆機器の採用等
- 水素燃料機器及び設備の安全な操作を担保するための通風装置の仕様
→水素防爆型通風用ファンの採用、必要風量及び必要換気回数の設定等

7. 本船の開発について

②水素燃料に対応した船体構造、安全システムの構築

危険要因のリスク評価(HAZID評価)やガス拡散シミュレーションを実施し、安全対策についての妥当性評価を実施。

【ガス拡散シミュレーション】



【HAZIDワークシート (一例)】

HAZIDワークシート

No.	Sub system	Hazard	mode (状態)	Cause	Consequences	Current safeguards	Index(現状)	Proposed Safeguards	Index(提案)	Comments	Estimation
1	稼働中の機関	フェーズ1中乗降時の乗客の落下(転倒)	乗客	乗客の転倒	ケガの発生・船舶	フェーズ1中乗降時の乗客用補助柵による保護	3.0 3 0.3	フェーズ1中乗降時の乗客用補助柵の強化	3.0 3 0.3	フェーズ1中乗降時の乗客用補助柵の強化(フェーズ1中乗降時の乗客用補助柵の強化)	3.0 3 0.3
2		乗客の侵入	乗客	乗客の侵入	ケガの発生・船舶	フェーズ1中乗降時の乗客用補助柵による保護	3.0 3 0.3	フェーズ1中乗降時の乗客用補助柵の強化	3.0 3 0.3	フェーズ1中乗降時の乗客用補助柵の強化(フェーズ1中乗降時の乗客用補助柵の強化)	3.0 3 0.3
3		乗客への乗客の侵入	乗客	乗客の侵入	ケガの発生・船舶	フェーズ1中乗降時の乗客用補助柵による保護	3.0 3 0.3	フェーズ1中乗降時の乗客用補助柵の強化	3.0 3 0.3	フェーズ1中乗降時の乗客用補助柵の強化(フェーズ1中乗降時の乗客用補助柵の強化)	3.0 3 0.3
4		乗客の乗客への乗客の侵入	乗客	乗客の侵入	ケガの発生・船舶	フェーズ1中乗降時の乗客用補助柵による保護	3.0 3 0.3	フェーズ1中乗降時の乗客用補助柵の強化	3.0 3 0.3	フェーズ1中乗降時の乗客用補助柵の強化(フェーズ1中乗降時の乗客用補助柵の強化)	3.0 3 0.3
5	稼働中のシステム	システム稼働時の乗客の落下(転倒)	乗客	乗客の転倒	ケガの発生・船舶	システム稼働時の乗客用補助柵による保護	3.0 3 0.3	システム稼働時の乗客用補助柵の強化	3.0 3 0.3	システム稼働時の乗客用補助柵の強化(システム稼働時の乗客用補助柵の強化)	3.0 3 0.3
6		システム稼働時の乗客の落下(転倒)	乗客	乗客の転倒	ケガの発生・船舶	システム稼働時の乗客用補助柵による保護	3.0 3 0.3	システム稼働時の乗客用補助柵の強化	3.0 3 0.3	システム稼働時の乗客用補助柵の強化(システム稼働時の乗客用補助柵の強化)	3.0 3 0.3
7		システム稼働時の乗客の落下(転倒)	乗客	乗客の転倒	ケガの発生・船舶	システム稼働時の乗客用補助柵による保護	3.0 3 0.3	システム稼働時の乗客用補助柵の強化	3.0 3 0.3	システム稼働時の乗客用補助柵の強化(システム稼働時の乗客用補助柵の強化)	3.0 3 0.3
8		システム稼働時の乗客の落下(転倒)	乗客	乗客の転倒	ケガの発生・船舶	システム稼働時の乗客用補助柵による保護	3.0 3 0.3	システム稼働時の乗客用補助柵の強化	3.0 3 0.3	システム稼働時の乗客用補助柵の強化(システム稼働時の乗客用補助柵の強化)	3.0 3 0.3
9		システム稼働時の乗客の落下(転倒)	乗客	乗客の転倒	ケガの発生・船舶	システム稼働時の乗客用補助柵による保護	3.0 3 0.3	システム稼働時の乗客用補助柵の強化	3.0 3 0.3	システム稼働時の乗客用補助柵の強化(システム稼働時の乗客用補助柵の強化)	3.0 3 0.3
10		システム稼働時の乗客の落下(転倒)	乗客	乗客の転倒	ケガの発生・船舶	システム稼働時の乗客用補助柵による保護	3.0 3 0.3	システム稼働時の乗客用補助柵の強化	3.0 3 0.3	システム稼働時の乗客用補助柵の強化(システム稼働時の乗客用補助柵の強化)	3.0 3 0.3
11		システム稼働時の乗客の落下(転倒)	乗客	乗客の転倒	ケガの発生・船舶	システム稼働時の乗客用補助柵による保護	3.0 3 0.3	システム稼働時の乗客用補助柵の強化	3.0 3 0.3	システム稼働時の乗客用補助柵の強化(システム稼働時の乗客用補助柵の強化)	3.0 3 0.3
12		システム稼働時の乗客の落下(転倒)	乗客	乗客の転倒	ケガの発生・船舶	システム稼働時の乗客用補助柵による保護	3.0 3 0.3	システム稼働時の乗客用補助柵の強化	3.0 3 0.3	システム稼働時の乗客用補助柵の強化(システム稼働時の乗客用補助柵の強化)	3.0 3 0.3

1. 深刻度指標 (SI)				2. 頻度指標 (FI)				3. リスクマトリクス (RI)			
SI	深刻度	乗客への影響	定義	FI	頻度	定義	F	RI	深刻度指標 SI	頻度指標 FI	リスクマトリクス
7	乗客への影響	乗客への影響	乗客への影響	5	頻度	本船において、年に10回以上発生 (1回毎に1回程度発生)	10	5	5	5	5
6	乗客への影響	乗客への影響	乗客への影響	4.5	頻度	本船において、年に10回以上発生 (今までに1回程度発生)	2	4.5	4	4.5	4.5
5	乗客への影響	乗客への影響	乗客への影響	4	頻度	本船において、年に10回以上発生 (今までに1回程度発生)	1	3.5	3	4	3.5
4	乗客への影響	乗客への影響	乗客への影響	3.5	頻度	本船において、5年に1回以上発生 (今までに1回程度発生)	0.2	3	3	3	3
3	乗客への影響	乗客への影響	乗客への影響	2.5	頻度	本船において、10年に1回程度発生 (今までに1回程度発生)	0.02	2	2	2	2
2	乗客への影響	乗客への影響	乗客への影響	2	頻度	本船において、50年に1回程度発生 (今までに1回程度発生)	0.01	1	1	1	1
1	乗客への影響	乗客への影響	乗客への影響	1	頻度	本船において、100年に1回程度発生 (今までに1回程度発生)	0.001	1	1	1	1

③FGSS(Fuel Gas Supply System)の開発

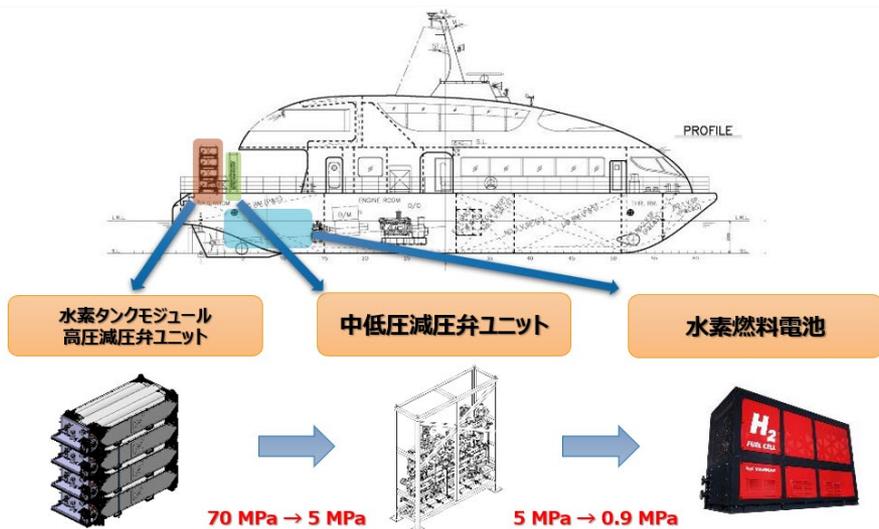
1. 課題

自動車やフォークリフトでは、水素燃料タンク・供給システムの技術が確立し、実用化されているが、船舶で必要な大容量の水素を供給する技術は未だ確立されていない。また船舶向けの水素関連機器（特に高圧のバルブ等）については、技術の成熟度も低い状況であり、機器の選択肢が少ない。

2. 開発内容

本プロジェクトでは、既存の船用機器等に限らず、自動車産業や陸上プラント等で実績のある様々な機器・技術を活用することで、水素ガス供給システムの仕様を検討した。

70MPaの水素圧縮ガスを1MPa以下に減圧して水素燃料電池システムに供給する必要があるが、当初は燃料電池自動車の供給システムを採用する計画であったが、自動車用に比べ多量の水素ガスを供給する必要があることから、制御システムを含め、新規に開発を行った。

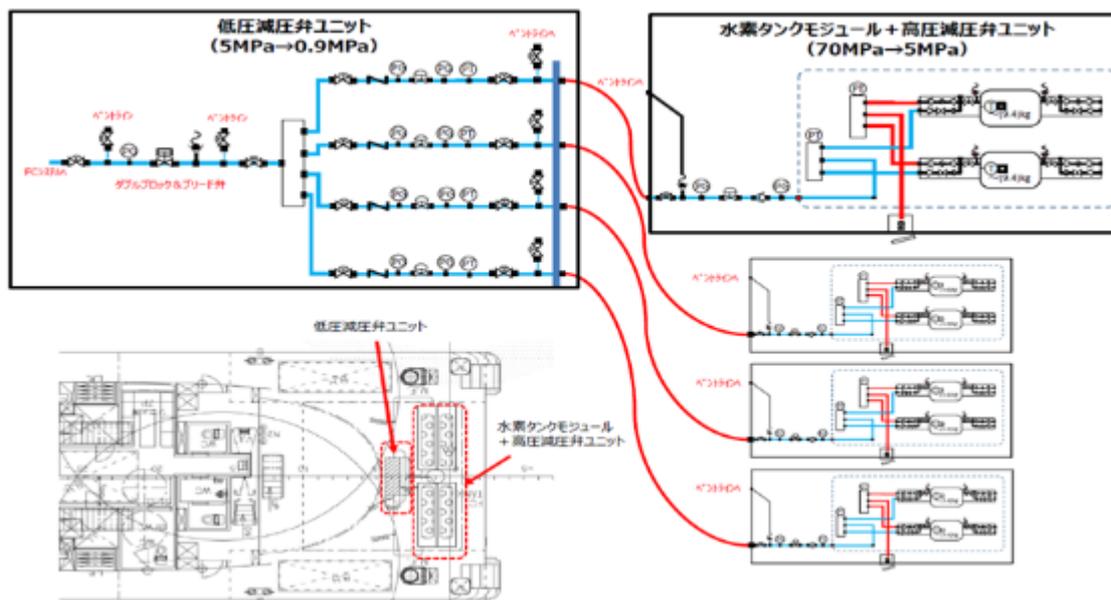


減圧弁ユニットについて、シミュレーションの結果、1段減圧では、2次側の圧力（0.9MPa）が、不安定になるため、水素タンクモジュール側に「高圧側減圧弁ユニット」を、本船側に「低圧側減圧弁ユニット」を設け70MPa→5MPa→0.9MPaと2段階での減圧を行うこととした。

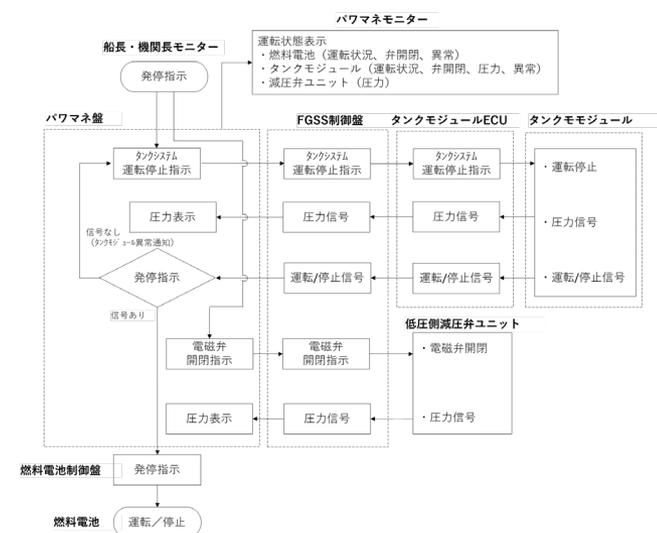
7. 本船の開発について

③FGSS(Fuel Gas Supply System)の開発

通常運航時や異常発生時など想定される各状態に応じた制御フローを検討し、制御システムの構成を検討した。



水素供給配管計装図



通常運航時の制御フロー（一例）

④ 船舶向け水素供給モデルの構築

1. 課題

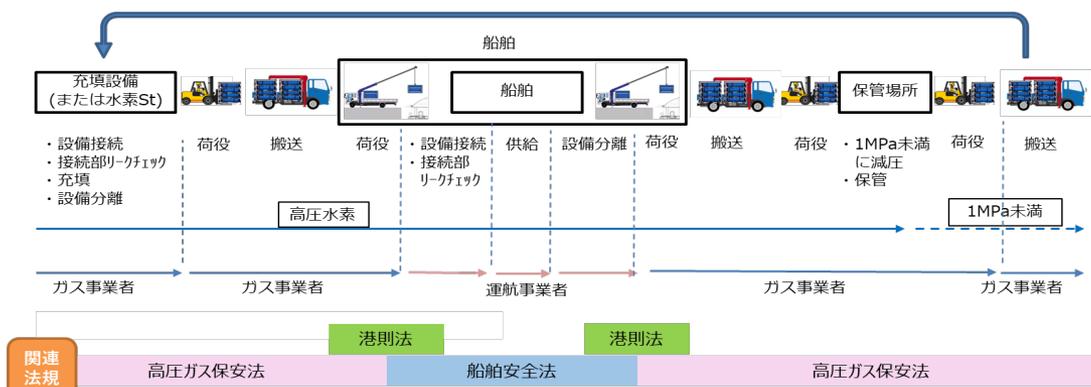
船舶向けの水素供給インフラが存在しないため、水素タンクモジュールによるポータブルタンク方式による水素供給を検討した。水素タンクモジュールは、陸上で充填・輸送するため、船舶向けの法令に加えて、高圧ガス保安法など陸上法令への対応も必要となる。

2. 開発内容

水素タンクモジュールは、UNR134（水素および燃料電池自動車の安全基準）の認証を取得したトヨタ自動車製のタイプ4（樹脂ライナー）高圧水素タンクを採用した。

水素のバンカリングは、ポータブルタンク方式とし、水素タンク搭載に関する船用の規則に加えて、充填・輸送に関する陸上の規則（高圧ガス保安法）にも対応するため、高圧ガス保安法上の各種認可を取得した。

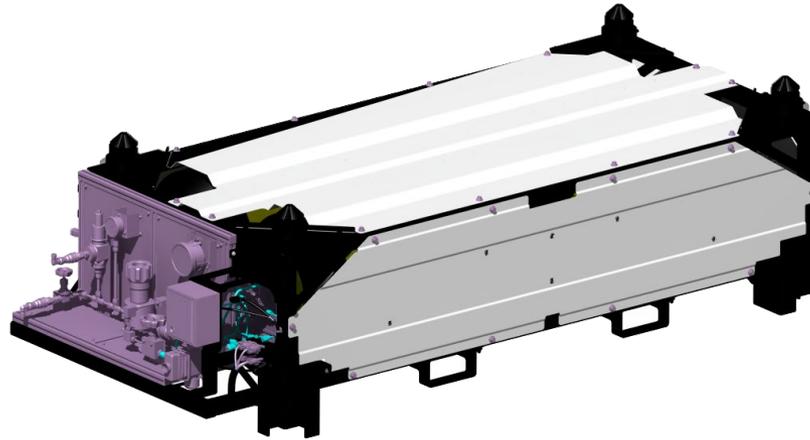
また本船への水素タンクモジュールの積み下ろしは、ユニック車を使用して行うため、ハンドリング性や落下した際の強度などを考慮し、水素タンクモジュールの仕様を決定した。



水素タンクモジュールのオペレーションイメージ



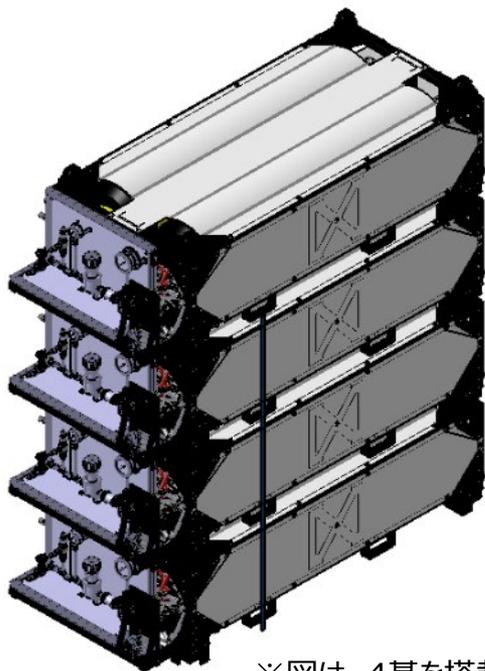
④ 船舶向け水素供給モデルの構築



水素タンクモジュール

④ 船舶向け水素供給モデルの構築

【水素タンクモジュール】



※図は、4基を搭載した状態

タンク容積：460L / 基
水素搭載量：18.8kg / 基（充填圧力70MPa）
※各タンクモジュールに水素タンク2本搭載。
本船には、水素タンクモジュールを8基搭載。

【高圧ガス保安法上の申請項目】

容器保安規則や一般高圧ガス保安規則に関し、一部の項目については大臣特認や事前評価を申請し、必要な対策や安全立証を実施した。



● 水素供給体制

- 現状、船舶へ直接水素を供給する施設がない、もしくは限られている。
※本船では、陸上の水素ステーションで充填し、陸送・船積みを行う。

● 水素関連機器

- 舶用の水素関連機器の選択肢が少ない。（コスト高につながる要因）
- 陸上向けの機器を流用して対応している現状であり、高圧ガス保安法と船舶安全法の両方に対応する必要がある。

● 水素燃料船の実績

- 水素燃料船の運航実績が少なく、データの収集と解析が必要であり、
今後は、海外動向や国際規格等を見据えたシステム開発が必要。

水素燃料船を普及させるためにも、上記の課題を解決していく必要がある。



ともに出航しよう、みらいの海へ。



商船三井テクノトレード株式会社