

発表No.A1-1

燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業／  
燃料電池の多用途活用実現技術開発／  
商用運航の実現を可能とする  
水素燃料電池船とエネルギー供給システムの開発・実証

|      |   |
|------|---|
| 発表者名 | 牧平尚久  |
| 団体名  | 岩谷産業株式会社<br>関西電力株式会社<br>株式会社 名村造船所<br>国立大学法人 東京海洋大学 |
| 発表日  | 2025年7月15日  |

連絡先：  
岩谷産業株式会社 牧平  
E-mail：makihira@iwatani.co.jp

# 事業概要

## 1. 期間

開始：2021年8月

終了：2025年3月

## 2. 最終目標

内航船を主な対象とし、商用化にかかる課題を解決し、水素燃料電池船普及に貢献することを目的とする。

## 3. 成果概要

水素燃料電池船やバンクリング設備、それらを繋ぐトータルエネルギーマネジメントシステムの要件や構成要素の調査・整理、各種試験を実施した上で、各設備の建設・建造を完了させた。  
建造した船舶の試験運航を行い、バンクリング設備およびトータルエネルギーマネジメントシステムを含めて実証した。  
また、バンクリングの経済性評価を行った他、異なる船種\*の水素・電気の搭載コンポーネント量の一例を示した。

\*) タグボート・屋形船・フェリー・内航貨物船

※詳細は以下の実施項目ごとに報告。

- 1)トータルエネルギーマネジメントシステムの開発
- 2)エネルギー供給インフラの開発
- 3)船体構造開発
- 4)実証運航

# 1. 事業の位置付け・必要性

## ○研究目的

現時点で事業化、商用運航している水素燃料電池船は我が国では僅かである。

本事業では、以下の船舶コンセプトに基づき、水素燃料電池 + 電気船を建造した。

|     | 従来船 | 水素FC船 | 電気船 | 水素FC+電気船 | 説明  |
|-----|-----|-------|-----|----------|---|
| 先進性 | ×   | ○     | ○   | ○        | 水素・電気ともに先進性が高いが、純水素と電気のハイブリッドはチャレンジ事例が少ない                     |
| 環境性 | ×   | ○     | ○   | ○        | 走行時CO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、SO <sub>x</sub> 、PM、排出ゼロ |
| 快適性 | ×   | ○     | ○   | ○        | 従来船や水素エンジン船に対し、低騒音、低振動。整備・運用の負担も軽減                            |
| 経済性 | ○   | ×     | △   | ×→△      | 船・インフラ整備によるコストが上がる→FC+電気ハイブリッドにすることで全体のコストが下がり汎用化が図れる         |
| 利便性 | ○   | △     | ×   | ×→△      | 充電設備整備に加えて充電時間が長い→ハイブリッドでエネマネすることで設備低減や充電時間が短縮                |

その上で、以下の内容を実施した。

### ・充填/充電の比率やタイミングに係るマネジメントシステム

商用化、普及を目指す上では複数隻の水素燃料電池船が燃料供給をタイミング良く行ない、絶え間なく運航できることが重要。

### ・エネルギー供給インフラ（水素と電気のバンカリング設備）

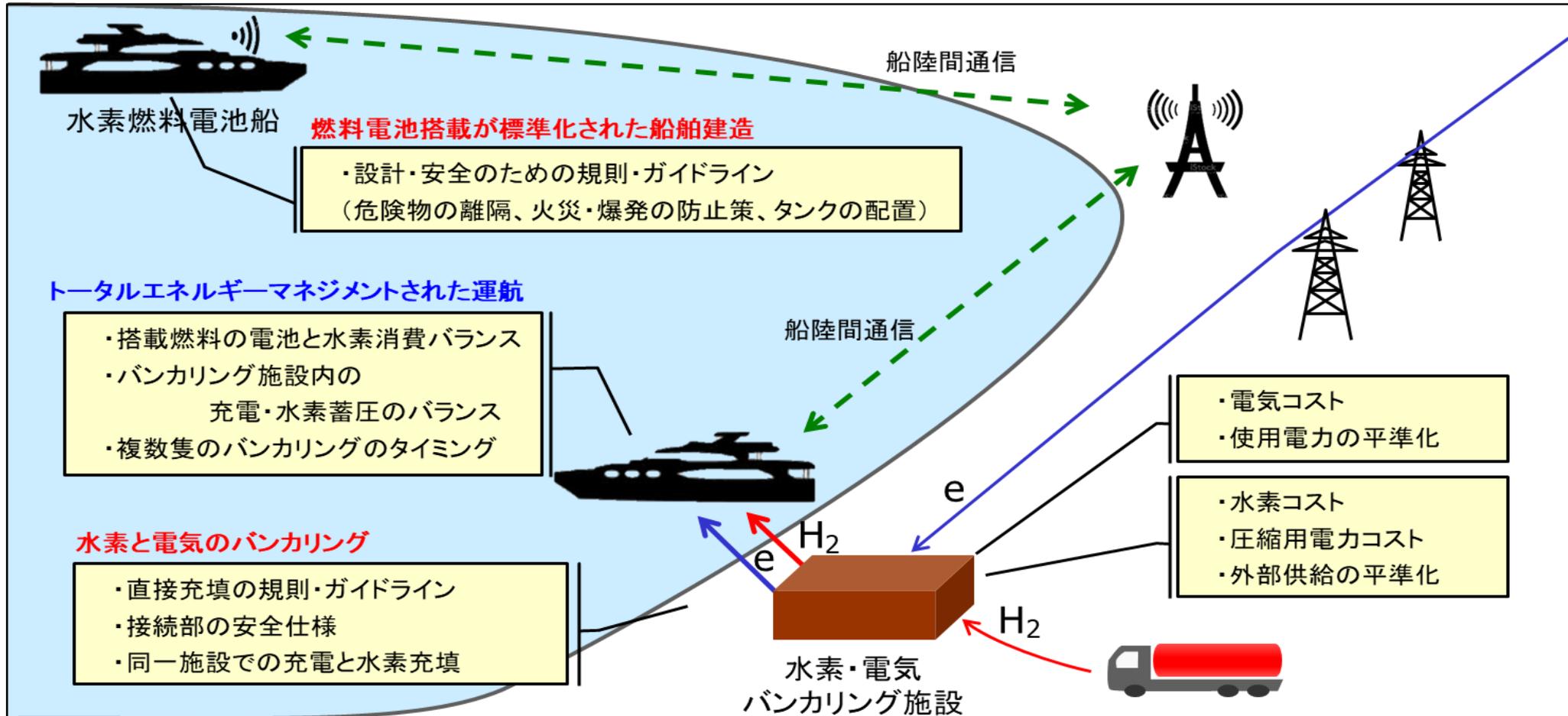
液化水素型燃料電池船の開発検討や水素混焼(軽油)船の運航といった状況変化、あるいは、従前よりある実証試験艇等も存在するが、それらへの水素バンカリング施設については検討が未成熟である。

### ・船体構造（燃料電池等設置）

2021年8月に内航船について国土交通省海事局より「水素燃料電池船の安全ガイドライン」が公表されたが、建造実績は少なく、同等安全証明等も内航船建造の小型造船所ではそこまでの対応は困難であり、ガイドラインに則った国内実績が必要である。

本研究では 日本国内で水素燃料電池船と供給システムを建造・建設した上で、複数隻の運航に向けた基盤となるトータルエネルギーマネジメントシステムの構築を三位一体で開発することを目指す。

# 1. 事業の位置付け・必要性



大阪・関西万博での運航、将来の水素燃料電池船普及を見据え、以下の体制で開発と実証運航を行なう。

- ・**充填/充電の比率やタイミングに係るマネジメントシステム**の開発 (関西電力、東京海洋大学)
- ・**エネルギー供給インフラ** (水素と電気のバンカリング設備) の開発 (岩谷産業、関西電力、東京海洋大学)
- ・**船体構造**の開発 (燃料電池等設置区画の標準化に向けた検討) (岩谷産業、名村造船所、東京海洋大学)

これらを通じ、コストの低減や、複数隻の水素燃料電池船に滞りなく充填/充電できるシステムの提案を行なう。

## 2. 研究開発マネジメントについて

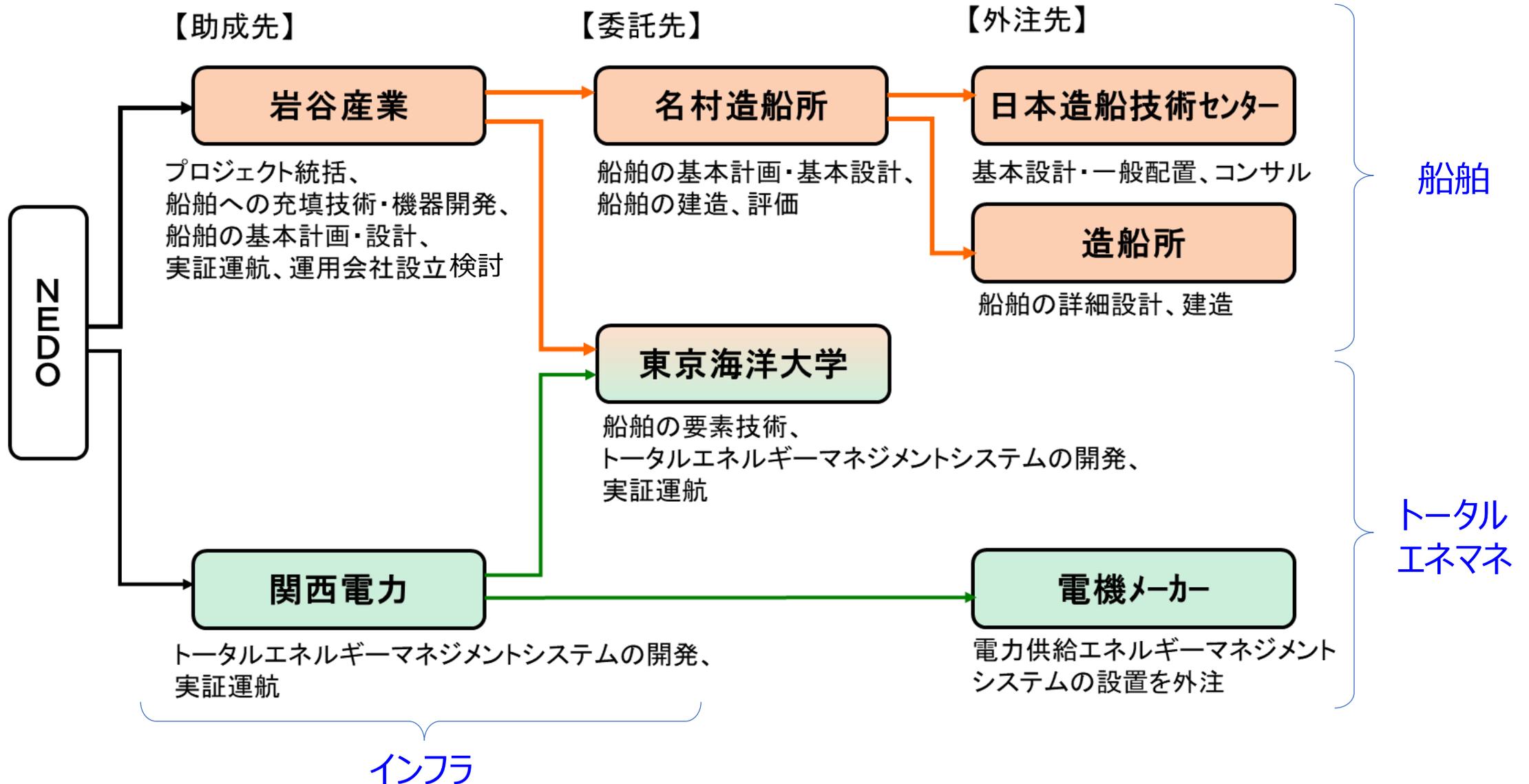
### <開発スケジュール>



|                              | FY2021  |   | FY2022        |    |             | FY2023 |   |    | FY2024 |   | FY2025 |                   |
|------------------------------|---------|---|---------------|----|-------------|--------|---|----|--------|---|--------|-------------------|
|                              | 3       | 4 | 9             | 10 | 3           | 4      | 9 | 10 | 3      | 4 | 9      |                   |
| <b>【NEDO公募・採択】</b>           | ★<br>公募 |   | ★<br>採択(交付決定) |    | ★<br>継続可否審査 |        |   |    |        |   |        | ←<br>万博 2025.4~10 |
| <b>【トータルエネルギーマネジメントシステム】</b> |         |   |               |    |             |        |   |    |        |   |        |                   |
| ①システム開発、設置                   |         |   |               |    |             |        |   |    |        |   |        |                   |
| ②実証試験                        |         |   |               |    |             |        |   |    |        |   |        |                   |
| <b>【インフラ(バンカリング設備)】</b>      |         |   |               |    |             |        |   |    |        |   |        |                   |
| ①充填方式検討                      |         |   |               |    |             |        |   |    |        |   |        |                   |
| ②建設工事                        |         |   |               |    |             |        |   |    |        |   |        |                   |
| ③実証試験                        |         |   |               |    |             |        |   |    |        |   |        |                   |
| <b>【燃料電池船舶】</b>              |         |   |               |    |             |        |   |    |        |   |        |                   |
| ①基本・詳細設計                     |         |   |               |    |             |        |   |    |        |   |        |                   |
| ②予備試験                        |         |   |               |    |             |        |   |    |        |   |        |                   |
| ③船舶建造                        |         |   |               |    |             |        |   |    |        |   |        |                   |
| ④実証運航                        |         |   |               |    |             |        |   |    |        |   |        |                   |

## 2. 研究開発マネジメントについて

- 研究開発の実施体制



# 3. 研究開発成果について (1) トータルエネルギーマネジメントシステム(TEMS)開発

## 研究開発概要

スマートなエネルギーマネジメントのため、船舶と陸上設備の接続化を図り、バンカリング設備に制御を組み込んだシステムを構築する。

(最終目標)

バンカリング設備の消費エネルギーを可視化したシステムを構築・実装し、エネルギーマネジメントを実証

## アプローチ

- ① 船陸間情報連携
- ② 消費エネルギー可視化システム構築
- ③ バンカリング設備へ実装
- ④ エネルギーマネジメント実証

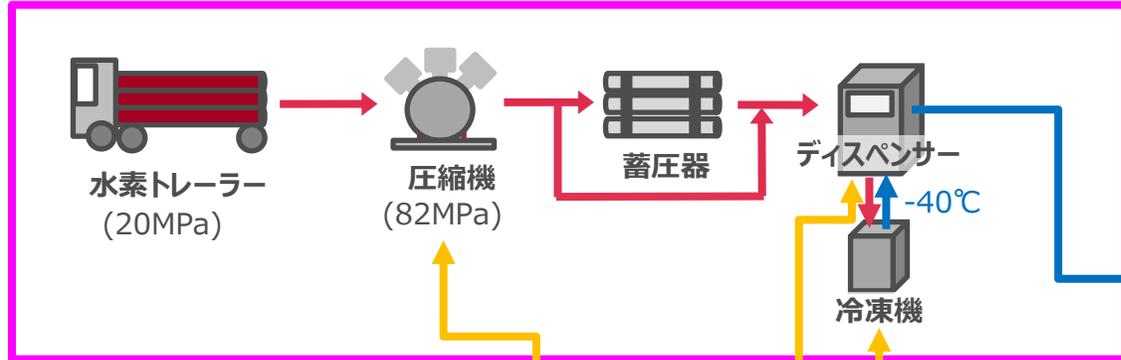
## 【水素・電気 バンカリングシステム概要】

- ・水素充填：トレーラで運んだ水素を圧縮し、蓄圧器に蓄え、ディスペンサーで充填
- ・充電：高圧受変電設備で受電し、急速充電器により船舶蓄電池を充電

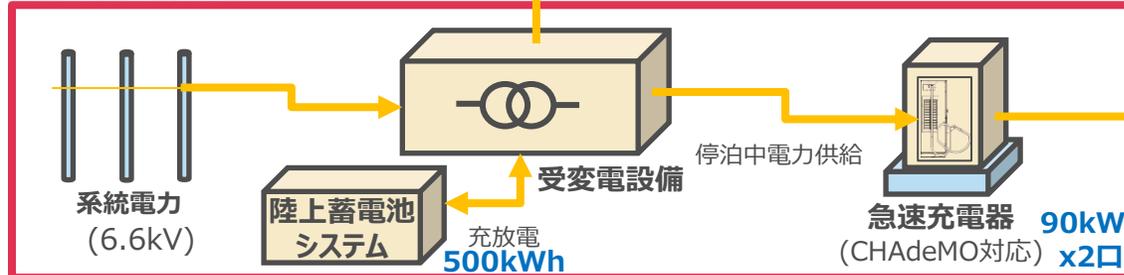
- ・圧縮機および冷凍機で、数10kW~100kW以上の電力消費
- ・船舶蓄電池は約1,000kWhと大容量

陸上蓄電池を活用した  
エネルギーマネジメント

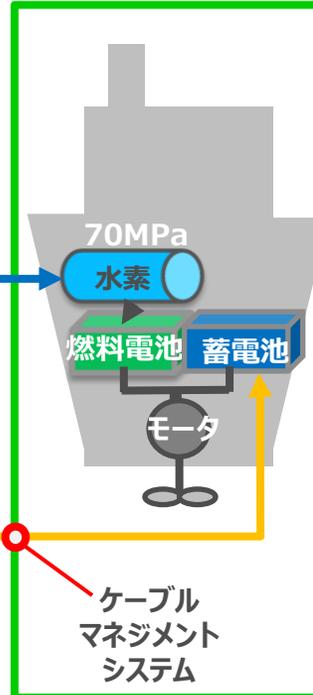
### 水素充填設備



### 電気充電設備



### 水素燃料電池船



### 3. 研究開発成果について (1) トータルエネルギーマネジメントシステム(TEMS)開発

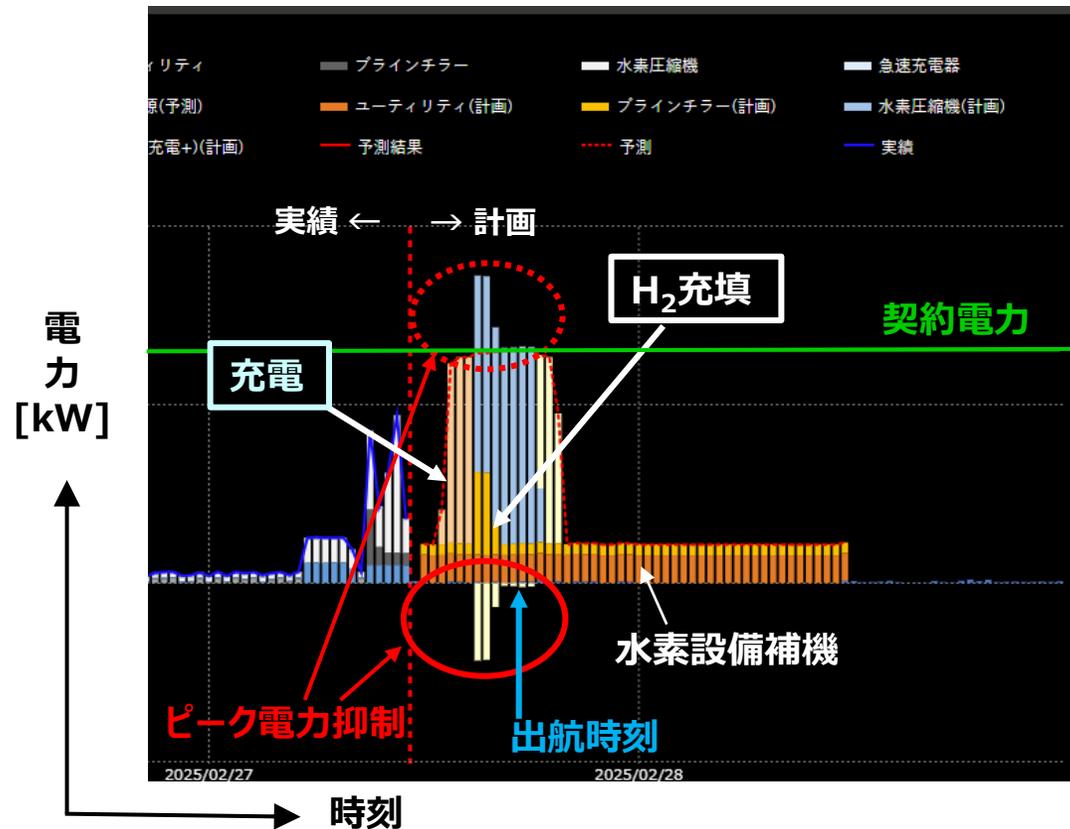
#### 成果

- 船陸間通信および陸上設備との連携によりエネルギー残量取得
- 各種情報（次回運航必要エネルギー量、バンカリング時間および水素・電気料金単価）より、水素と電気の**最適エネルギー供給分量を算出、設備稼働計画立案**

#### TEMSに利用する情報

| 船陸間通信情報                |             |                    | ステーション情報    |        |       |
|------------------------|-------------|--------------------|-------------|--------|-------|
| H <sub>2</sub> 残量 (kg) | 船舶蓄電池残量 (%) | 次回運航必要エネルギー量 (kWh) | 陸上蓄電池残量 (%) | 計画開始時刻 | 出航時刻  |
| 43 (30%)               | 30.2        | 2,500              | 89.4        | 11:30  | 17:00 |

#### 設備稼働計画立案結果



- ピーク電力を陸上蓄電池からの電力供給により**抑制**
- 出航時刻までに**バンカリング完了を計画**

### 3. 研究開発成果について 2) エネルギー供給インフラ開発

#### 研究開発概要

- ① 水素バンカリング：  
エネルギー需給に合わせた水素充填を行なうため、構成機器の最適化を行なう。また、船舶特有の塩害、揺動による水素漏れ等を予防するため、評価試験を行ない、仕様に反映させる。
- ② 電気バンカリング：  
水素圧縮及び船舶充電によるピーク電力を抑制するため、蓄電池を備えた電気バンカリング技術の開発を行なう。

(最終目標)

- ・水素・電気バンカリング施設建設
- ・実証試験により最終仕様・運用マニュアル完成

#### アプローチ

- ① 揺動・塩害に対応した水素・電気バンカリング機器開発
- ② ピーク電力抑制システム開発
- ③ 水素・電気バンカリング施設建設
- ④ 実証試験

#### 【バンカリング施設概要】

同一施設で充填・充電が可能な  
定置式・普及型のバンカリング設備敷設（2024年2月）

##### 水素充填システム

陸：FCV用充填ノズル、ホース(約8m)



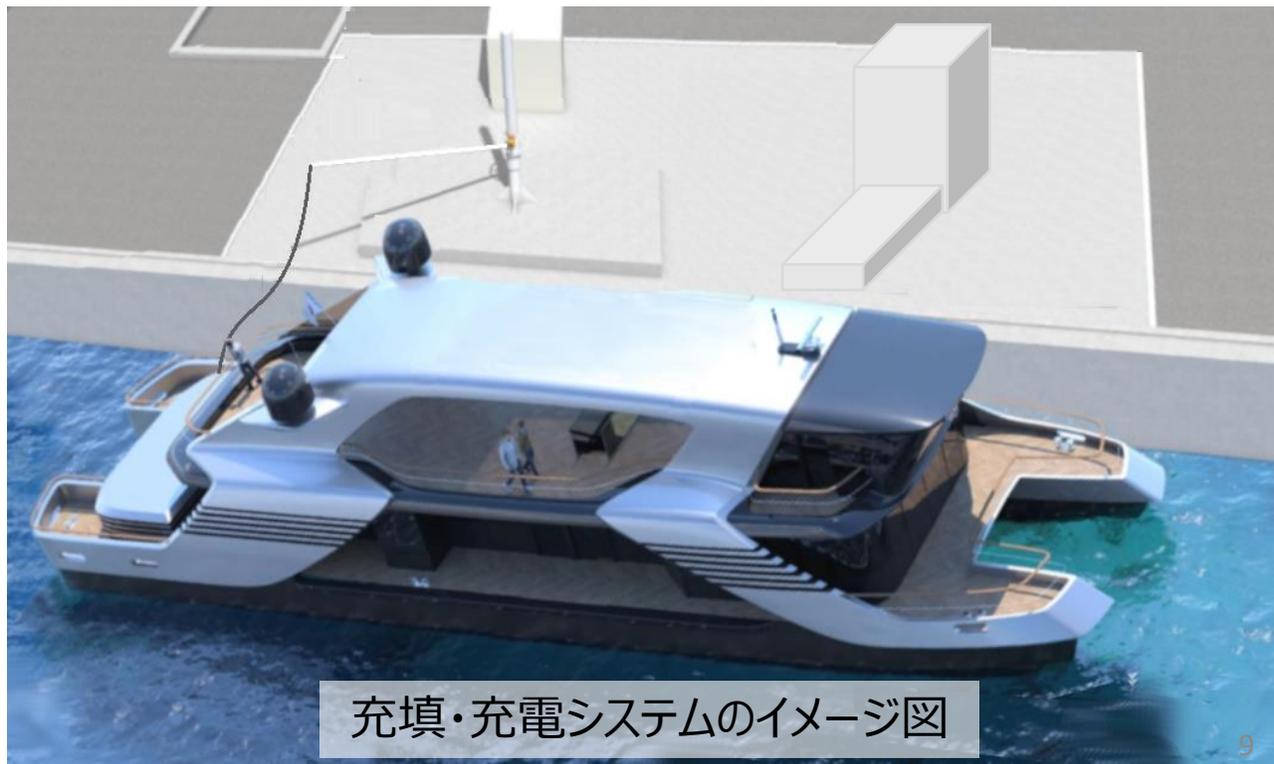
船：燃料電池60kW×4基、  
TypeIV容器、水素 2,000kWh相当

##### 充電システム

陸：急速充電器 90kW×2 (計180kW)  
(200A/450V×2口、ケーブル長約20m)



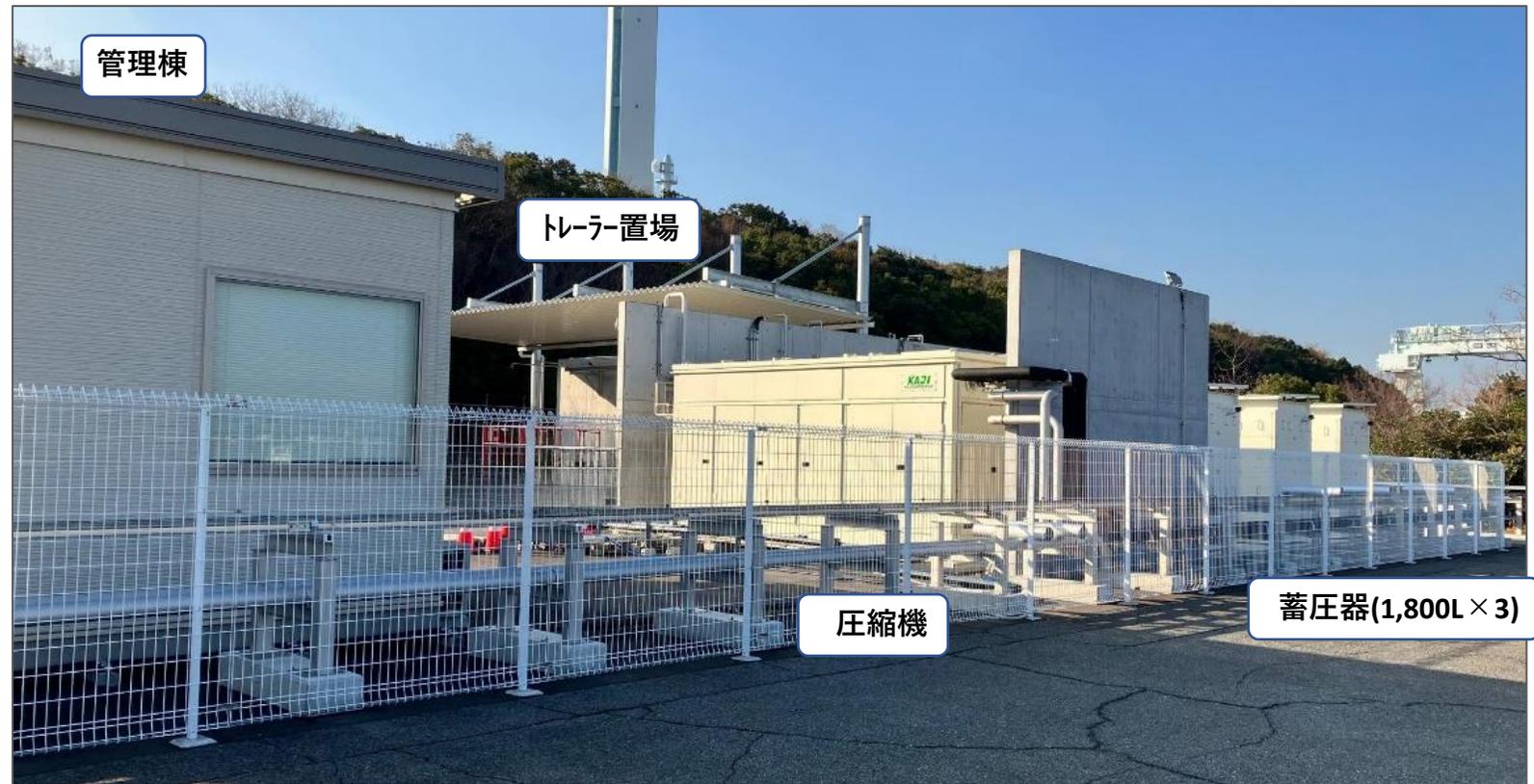
船：蓄電池 約1,000kWh



充填・充電システムのイメージ図

### 3. 研究開発成果について < 設置した水素バンカリング関連設備 >

#### 成果



水素ステーション（トレー置場、圧縮機、蓄圧器など）

#### バンカリングシステム (ディスペンサー、充填アームなど)



### 3. 研究開発成果について < 設置した電気バンク関連設備 >

#### 成果



受配電設備 (40ftコンテナ内収容)



急速充電器 (盤収容)

蓄電池ユニット (コンテナ内)



PCSユニット (コンテナ内)



ケーブルマネジメントシステム (ガイドローラー方式)



蓄電池およびPCS (20ftコンテナ2基内収容)

### 3. 研究開発成果について <バンカリング作業>

#### 成果

充填ノズル  
接続時

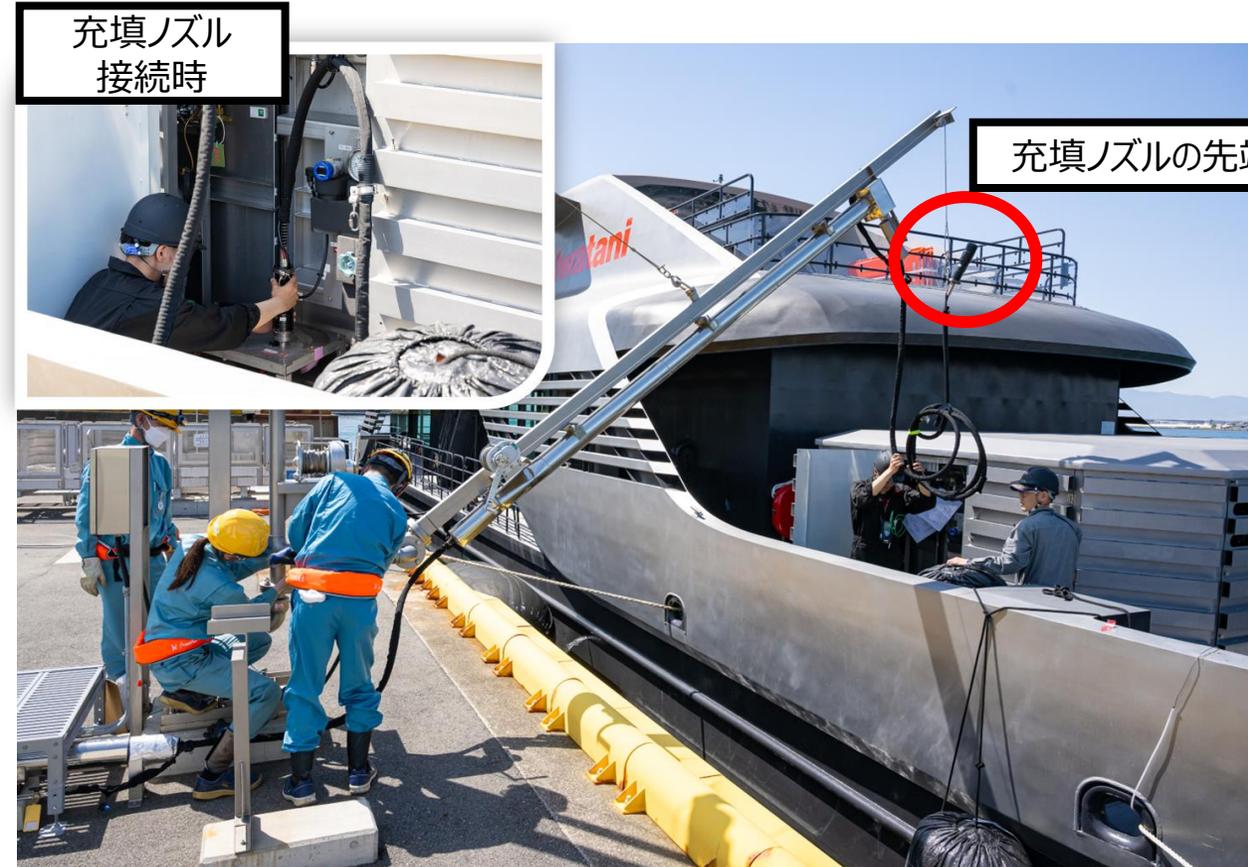
充填ノズルの先端

充電ケーブル  
接続時

充電ケーブルの先端

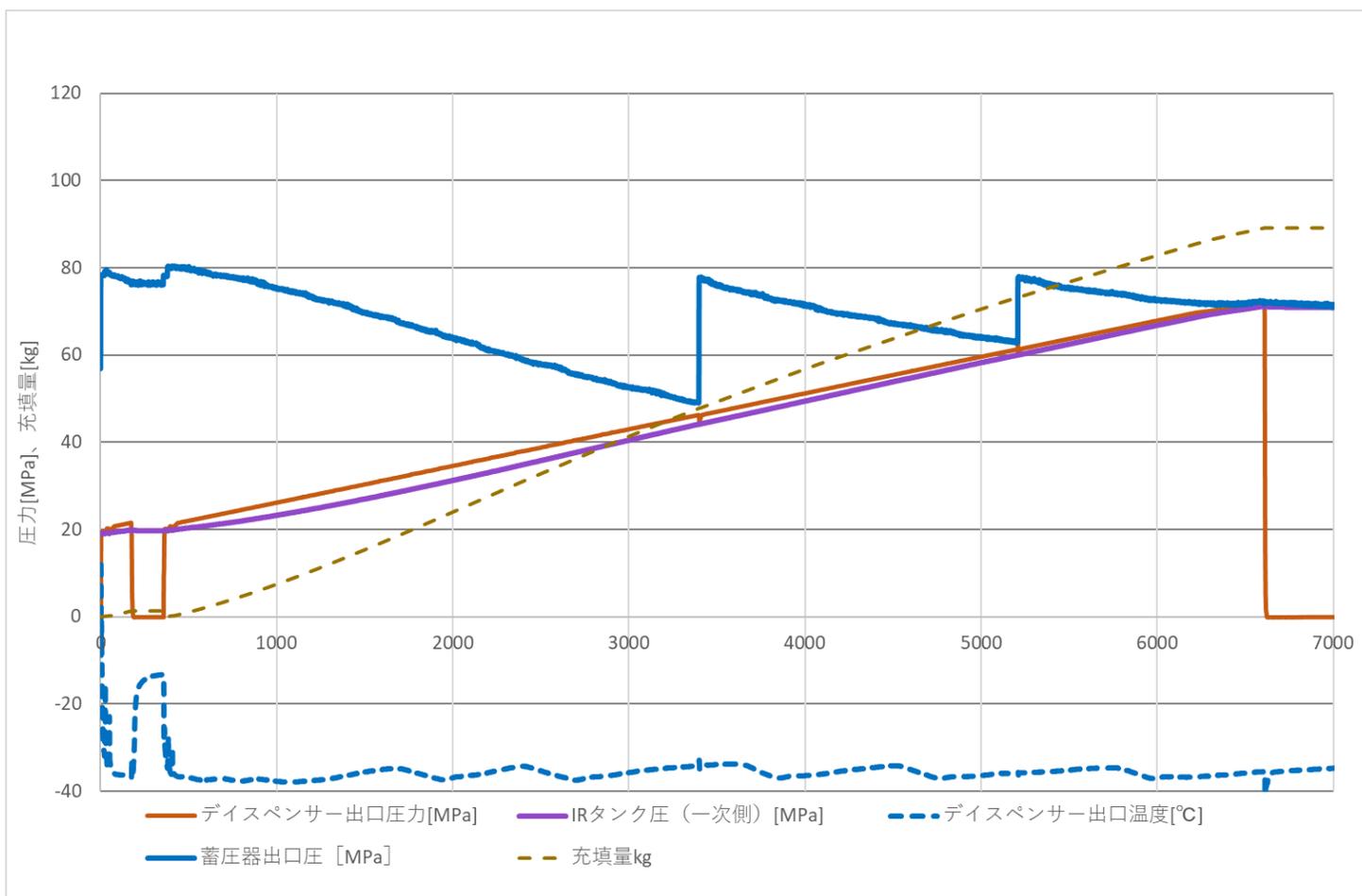
水素充填ノズル移動中の様子

充電ケーブル移動中の様子

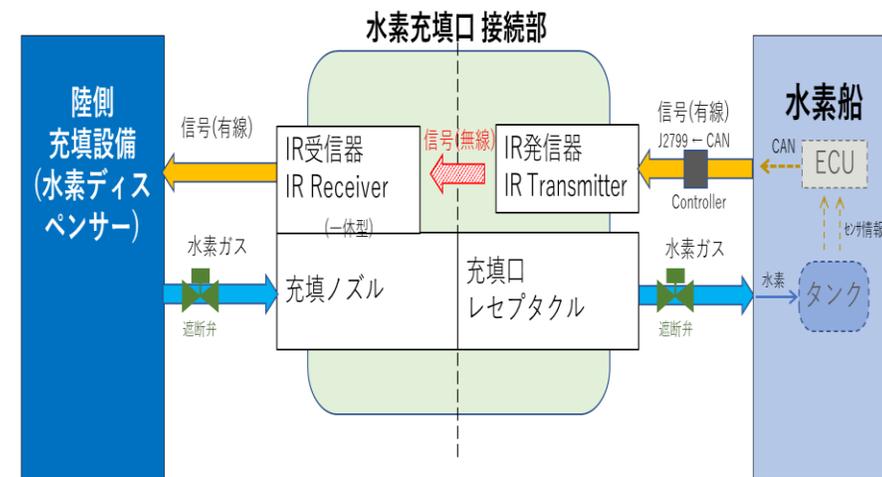


成果

水素ガス充填例



水素充填試験 [実績]



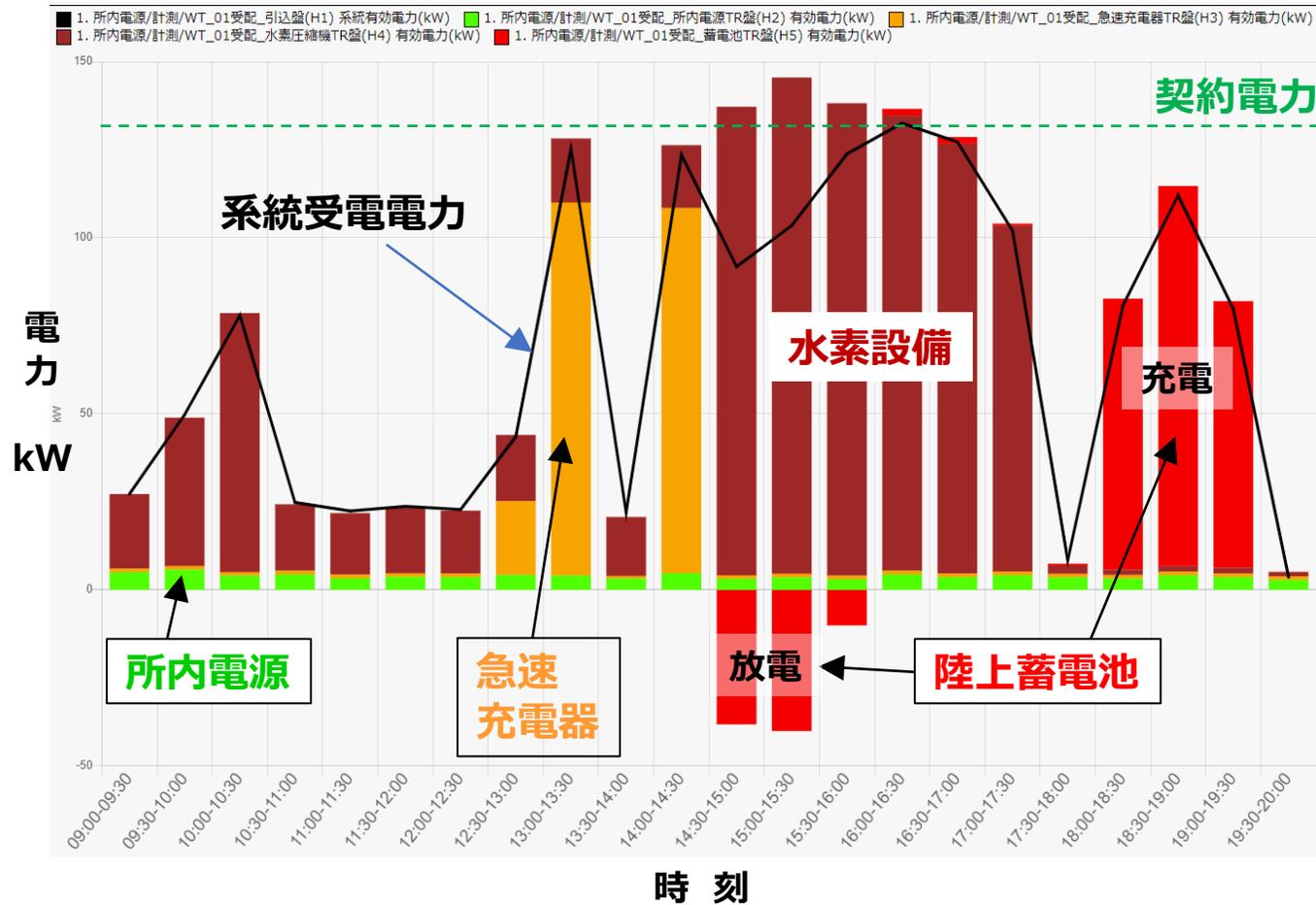
IR通信イメージ図

水素充填は、陸用と同様のIR通信を実装し、各種充填条件（昇圧率0.5～0.9MPa/min）で**70MPa充填を実現**

# 3. 研究開発成果について 2) エネルギー供給インフラ開発

## 成果

### TEMS検証例



負荷電力推移 [実績]

系統受電電力は、  
陸上蓄電池からの電力供給によりピーク  
電力を抑制し、**契約電力以下に抑制可**

## 3. 研究開発成果について 3) 船体構造開発

### 研究開発概要

開発した構造を船体に組み込み、内航旅客船を建造するとともに、装備配置や設計、図面等の詳細設計書を作成した。建造した船舶は実証試験に供し、その運航を通じて開発したコンポーネントの課題点抽出および改良設計を行う。

(最終目標)

- ・水素燃料電池を搭載した内航旅客船の建造
- ・開発したコンポーネントの評価

### アプローチ

- ① 基本設計および詳細設計
- ② 電気推進システムの開発
- ③ 制御システムの開発
- ④ コンポーネントの評価

### 成果

#### 【水素燃料電池船の概要】

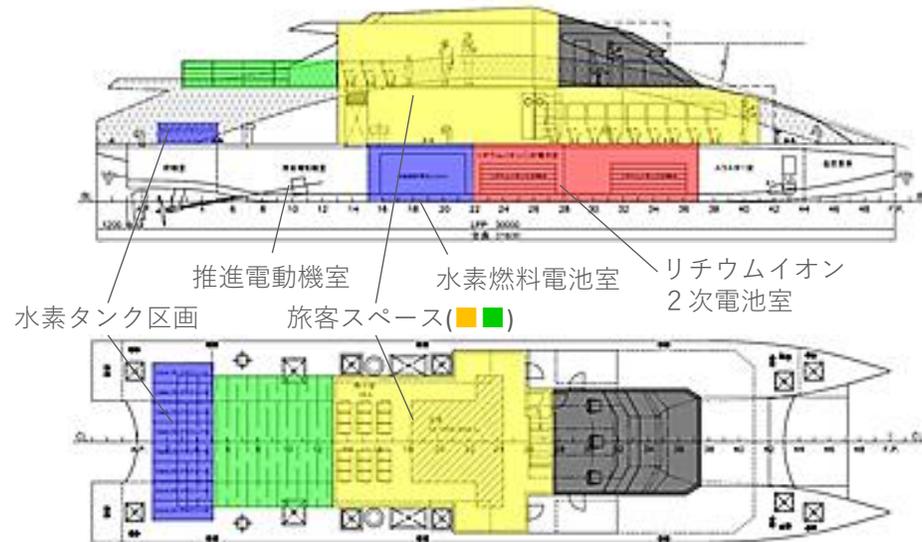
燃料電池や水素タンク、リチウムイオン2次電池などの配置を検討し、以下の水素燃料電池船を建造した。

|           |         |        |        |
|-----------|---------|--------|--------|
| 長さ(登録長) : | 約29.5m  | 幅 :    | 約8m    |
| 総トン数 :    | 約177トン  | 旅客定員 : | 150名   |
| 航海速力 :    | 10ノット以上 | 航続距離 : | 約130km |



# 3. 研究開発成果について 3) 船体構造開発

## 成果

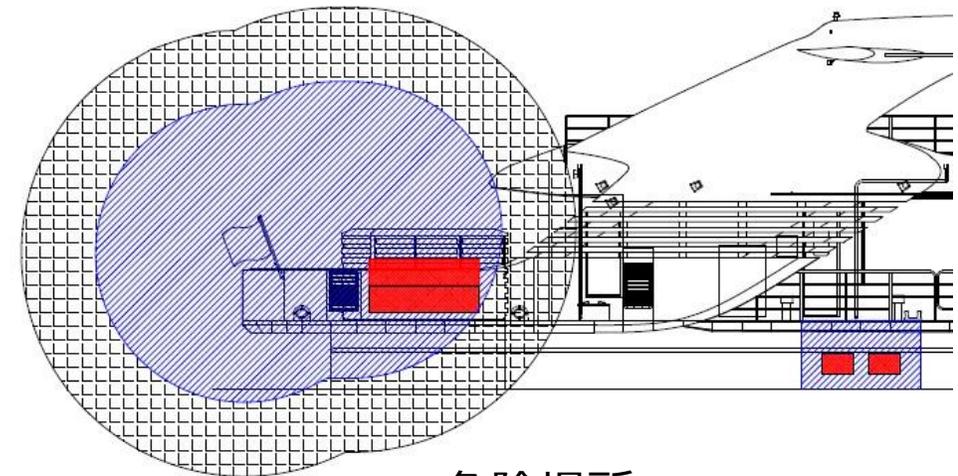


船舶の基本設計 ■:水素、■:蓄電池



水素供給系統

- 0種危険場所
- 1種危険場所
- 2種危険場所

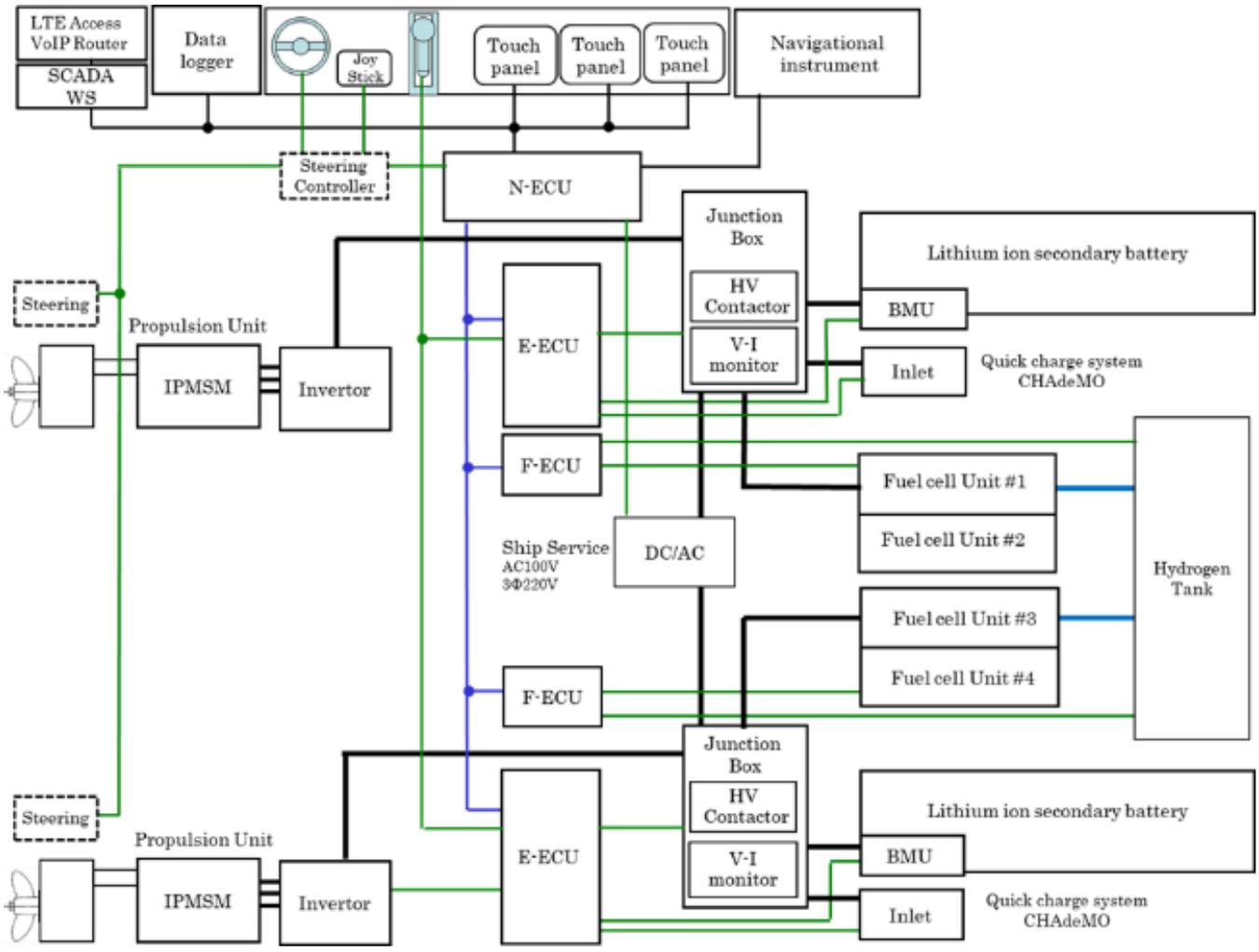


危険場所

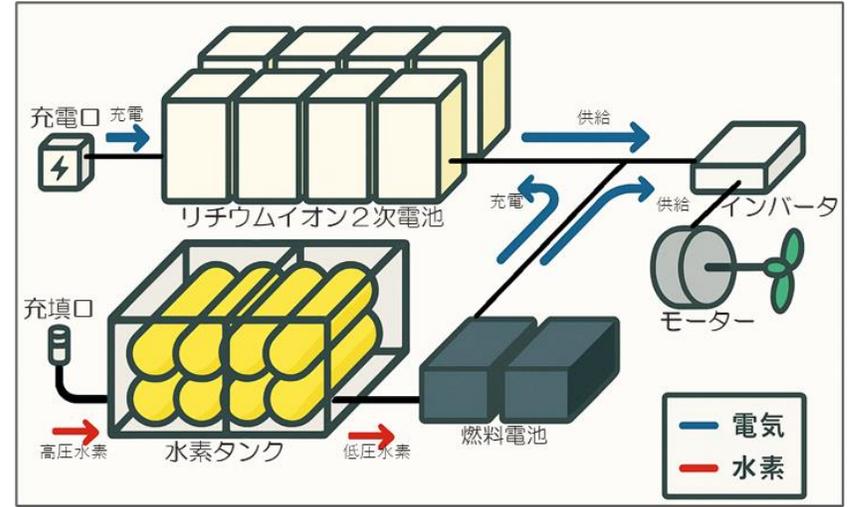
- 安全性、経済性も考慮し、基本設計の配置を定めた。これらを基にHAZIDなどを行ない、妥当な設計であることを確認。
- 水素供給系統に関し、本船では今後の普及を視野に入れ、陸上用の技術を転用。また、水素充填口などを起点とする危険場所が旅客スペースにかからないよう設計。

# 3. 研究開発成果について 3) 船体構造開発

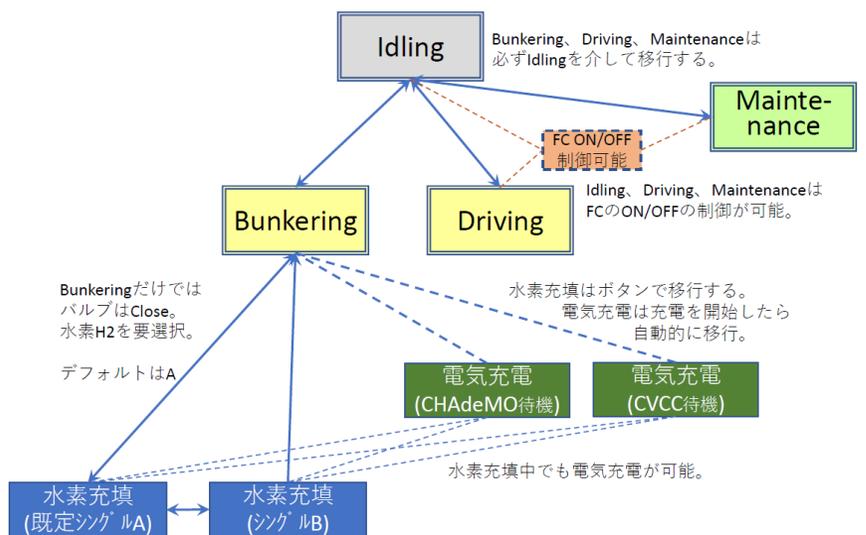
## 成果



システムブロック図



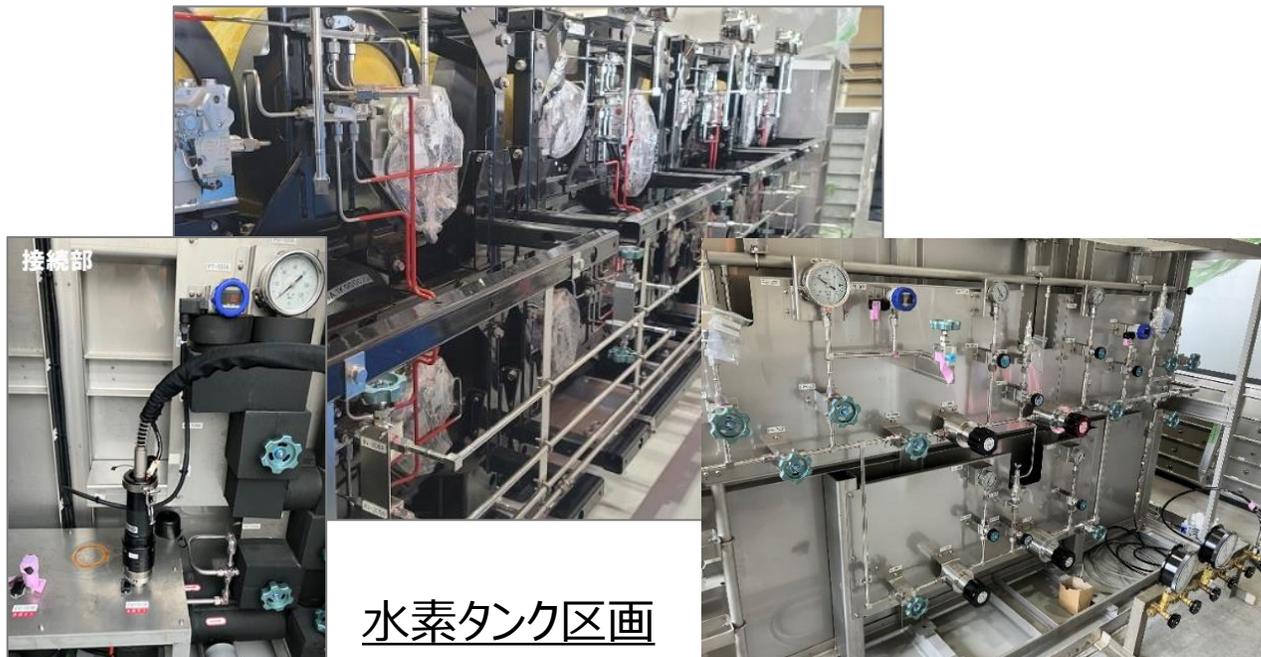
電気推進システム概要



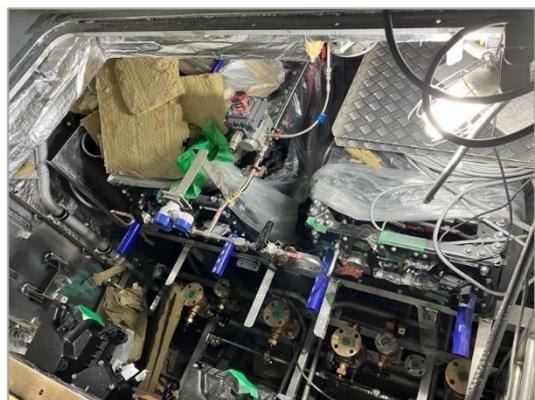
制御システム概要

# 3. 研究開発成果について 3) 船体構造開発

## 成果



水素タンク区画



水素燃料電池室



推進電動機室



リチウムイオン2次電池室

| コンポーネント            | 評価・確認項目                                   |
|--------------------|---|
| 水素タンク区画            | 区画配置、水素受入・供給、水素漏洩、発熱、通気                   |
| 水素燃料電池室<br>(ESD区画) | 区画配置、区画内配置、排熱、排気、排水、区画通気<br>ESDの動作確認、区画通気 |
| リチウムイオン2次電池室       | 蓄電容量、発熱、区画通気、ビルジ                          |
| 推進電動機室             | 騒音・振動、排熱                                  |
| 制御盤室               | 排熱、操作性                                    |

各コンポーネントの確認項目

### 3. 研究開発成果について 4) 実証運航

#### 研究開発概要

建造した船を用いて試験運航を行い、運航およびバンキング時のデータ取得を行う。また、経済性評価を行う。

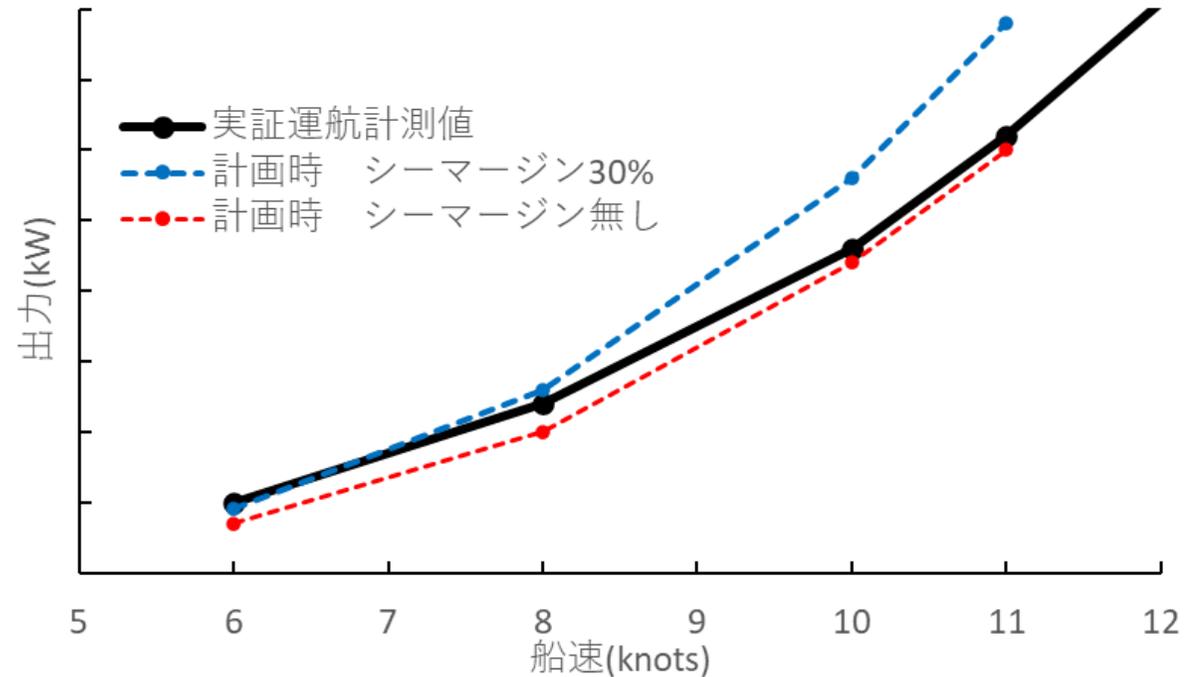
(最終目標)

船舶の実運航およびバンキング設備の実稼働データ取得、および水素燃料電池船の経済的運航を実現するための指針提示

#### アプローチ

- ① 船舶実証運航
- ② バンキング実証
- ③ 経済性評価

#### 成果 【①船舶実証運航】

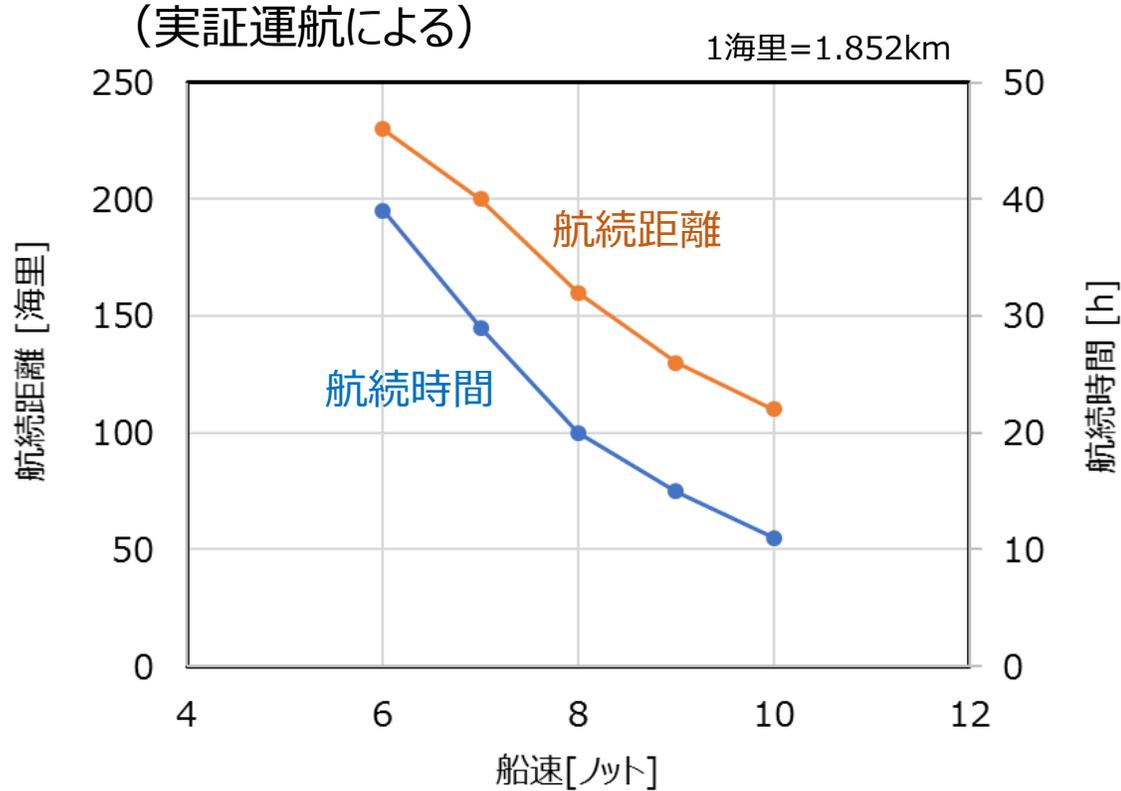


出力-船速の関係図

- ・出力-船速の関係は、当初計画の範囲内に収まった。
- ・燃料電池の出力設定は、手動による出力値(%)設定と自動の負荷追従設定の2パターンとも想定通りの動作。

### 3. 研究開発成果について 4) 実証運航 【① 船舶実証運航（運航における指針）】

#### 成果



限られたエネルギー搭載量で**経済的な運航**の実現には、

- ① 8ノット以下の可能な限りの**減速運航**
- ② 可能な限り水素燃料電池の出力を**最高効率点**に近づけるように運転

ただし、運航スケジュールとのバランスをとることが必要

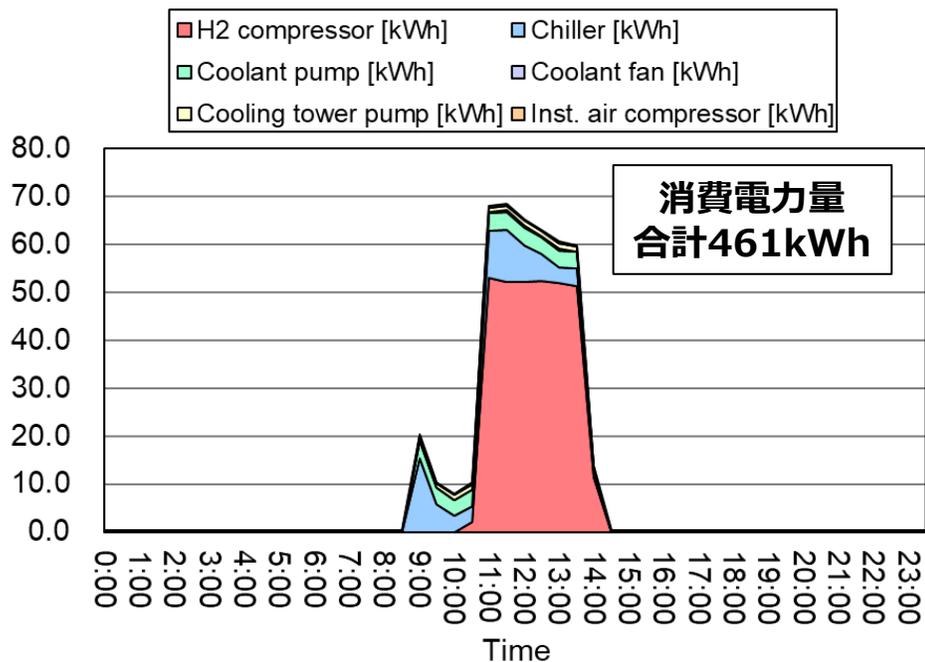
#### 船速と航続距離・時間の関係

低速にすると

- ・航続距離が**より**長くなる
- ・航続時間が**より**延びる

### 3. 研究開発成果について 4) 実証運航 【②バンカリング実証、③経済性評価】

#### 成果

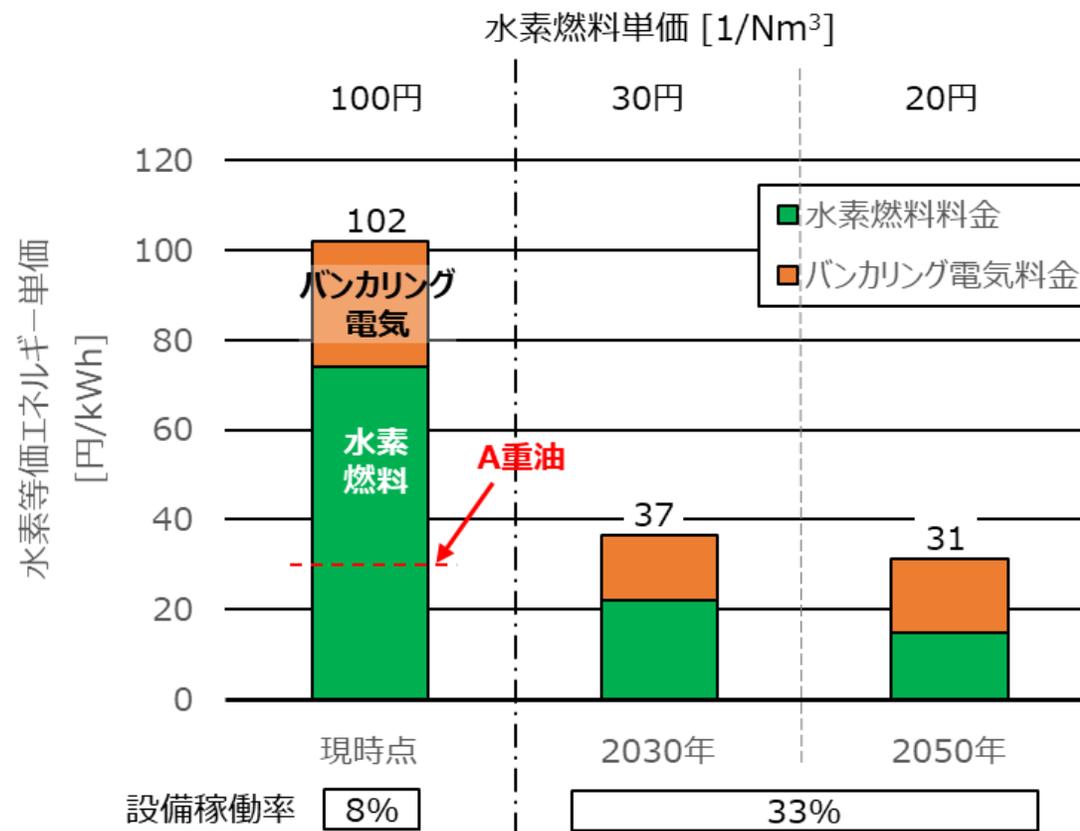


水素関連機器の消費電力量推移データ例 (30分毎)

(水素充填量約95kg)



水素充填に伴う消費電力量：約5kWh/kg



水素等価エネルギー単価の試算例

- ・現時点：バンカリング時の電気料金を考慮すると、A重油の3倍以上
- ・電気料金のウエイト高く、バンカリング設備の効率向上要
- ・バンカリング設備の稼働率向上要（複数隻対応等）
- ・将来、政府目標に従って水素燃料価格が低減すれば、十分に優位に立つ可能性あり。ただし、設備費や運営の人件費などの他の追加要素にも注意要

### 3. 研究開発成果（特許，論文，対外発表、プレスリリース等）

#### 特許出願

| 出願者                 | 出願番号          | 国内・国外・PCT | 出願日        | 状態    | 名称                             |
|---------------------|---------------|-----------|------------|-------|--------------------------------|
| 東京海洋大学、関西電力<br>岩谷産業 | 特願2023-120175 | 国内        | 2023/07/24 | 特許出願中 | ハイブリッド移動体制御システム、制御方法および制御プログラム |
| 岩谷産業                | 特願2024-039956 | 国内        | 2024/03/14 | 特許出願中 | (公開前)                          |
| 岩谷産業                | 特願2024-039957 | 国内        | 2024/03/14 | 特許出願中 | (公開前)                          |

#### 主な論文・対外発表など

- ・ マリンエンジニアリング学会誌,第58巻,第1号,2023,「水素燃料電池を搭載した内航客船の概要」  
(東京海洋大学、名村造船所、岩谷産業、関西電力)
- ・ 水素エネルギー協会 HESS会誌,第48巻,第4号,2023,「水素燃料電池船の社会実装」 (東京海洋大学)
- ・ 書籍「水素の製造・貯蔵・利用技術」(株式会社エヌ・ティー・エス発行),第4章第2節,2024 (東京海洋大学、名村造船所、岩谷産業)
- ・ 日本船舶海洋工学会誌 KANRIN,第120号,2025,  
「電気推進船とEV船の技術動向 — EV船の普及加速と水素燃料電池船の実運航開始 —」 (東京海洋大学)
- ・ 日本船舶海洋工学会誌 KANRIN,第120号,2025,  
「水素燃料電池船"まほろば"の開発について — 大阪・関西万博での運航に向けて —」 (東京海洋大学、名村造船所、岩谷産業)

# 4. 今後の見通しについて

## 今後の実施予定内容について

- ・2025年度は、大阪・関西万博をフィールドとした運航を行なう。
- ・2025年度以降は、建造した船を用いて実証運航を継続し、船舶の信頼性を確認する。  
また、運航データの蓄積を行うことで、商用運航に資するデータを取得する。

## 今後の事業化について

### ○事業化想定線表

|                 | 2024年度               | 2025年度            | 2026年度  | 2027年度 | 2028年度 | 2029年度 | 2030年度 | 2031年度 | 2032年度 |
|-----------------|----------------------|-------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 大阪・関西万博<br>向け運航 | <b>NEDO<br/>実証試験</b> | 万博をフィールド<br>とした運航 |   |        |        |        |        |        |        |
| 新航路による<br>運航    |                      |                   | [Blue arrow indicating start from 2026 to 2032] |        |        |        |        |        |        |

様々な条件下での運航データの取得

さらなる課題点の整理・改善

商用化に向けては、既存業者のない新規航路を構築する必要があり、周辺自治体や企業と新規航路開拓に向けた協議を開始