

ハイブリッド型自然エネルギーを有効活用する エネルギーマネジメントシステムの構築

2023年11月28日
株式会社スマートデザイン
前田 幸喜

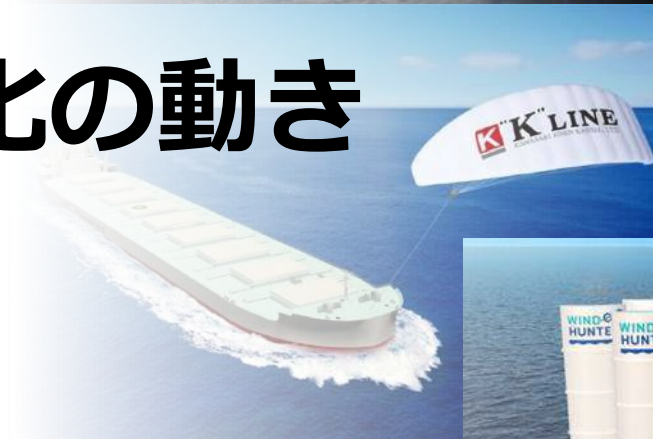
内容

1. 取組みの背景と目標
2. ハイブリッド型自然エネルギー発電設備の構築
3. エネルギーマネジメントシステムの構築
4. 今後の展開



1. 取組みの背景と目標

(I) 船舶の脱炭素化の動き



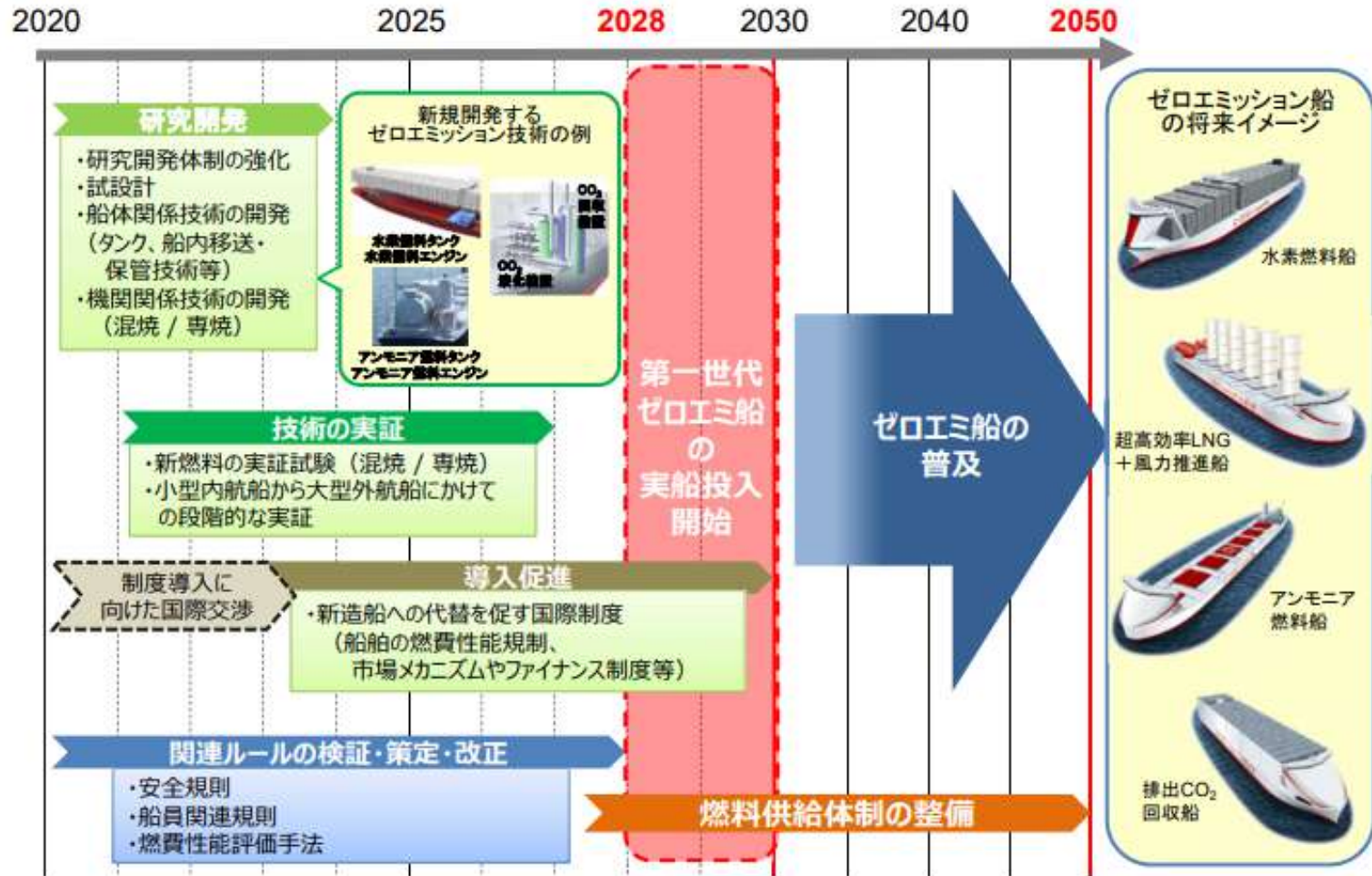
2016年 パリ協定発効

脱炭素化の世界的な機運の高まり

2018年 IMO「GHG削減戦略」採択

国際海運分野からのGHG排出量の削減目標
→ 2050年に半減、今世紀中早期にゼロ

ゼロエミッション船の実現に向けたロードマップ概略



出典：国際海運のゼロエミッションに向けたロードマップ概要 (国土交通省 2020年3月)

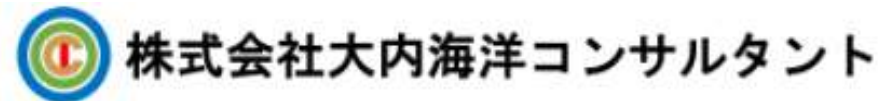
1. 取組みの背景と目標

(Ⅱ) WindHunterプロジェクト



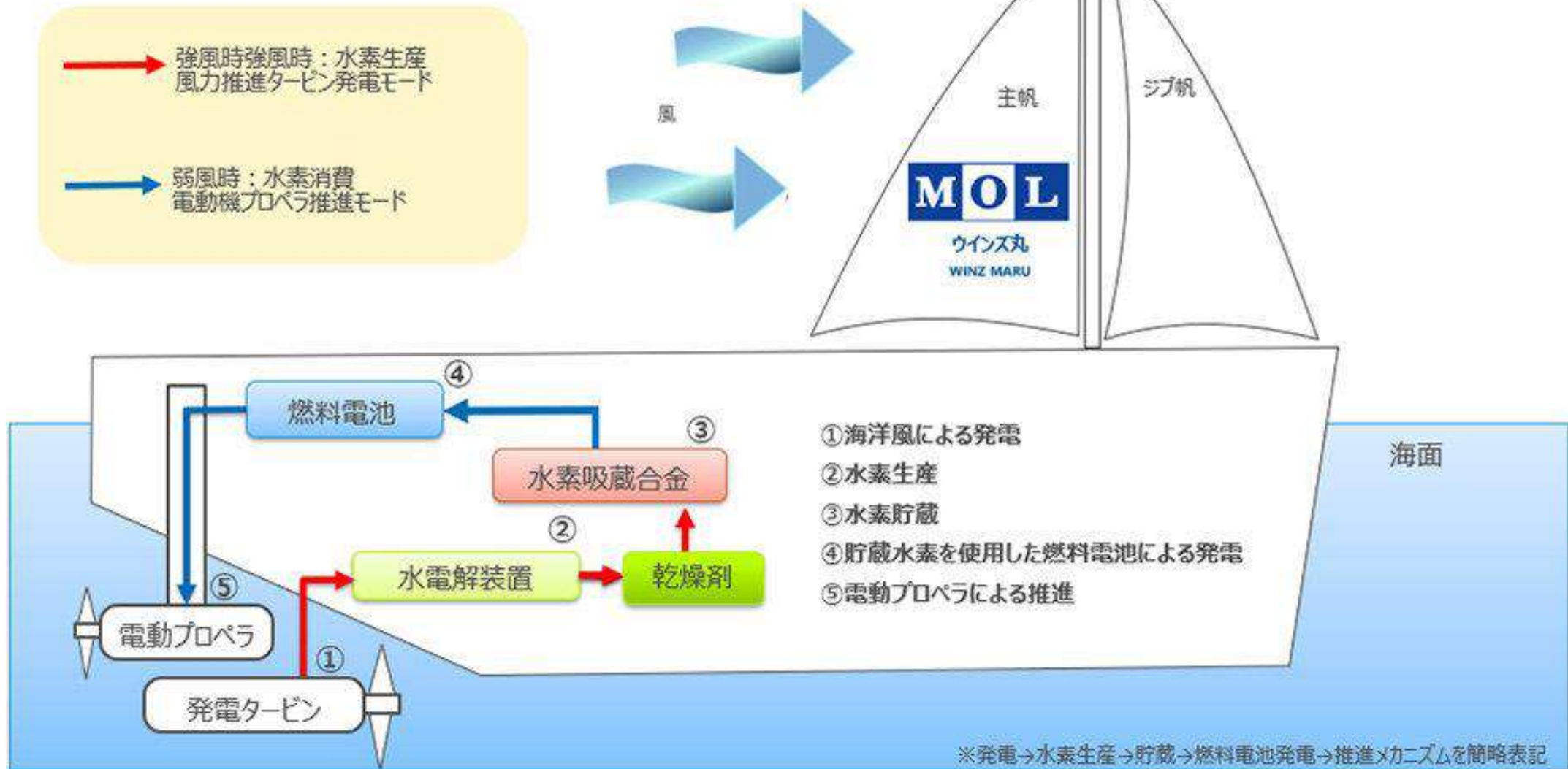
WindHunterプロジェクトへの参画

『WindHunterプロジェクト』とは、洋上風エネルギーを利用する帆の技術と、この**風のエネルギー**で造った**水素による安定エネルギー活用技術**を組み合わせた究極のゼロエミッション事業であり、商船三井がオーナーとなり大内海洋コンサルタントがプロマネを実施。**スマートデザイン**の他にも地元佐世保市の西日本流体技研、日本海事協会、海技研、東京大学、みらいえね企画が参画しています。



地元企業として参画

WindHunter の水素利用サイクル



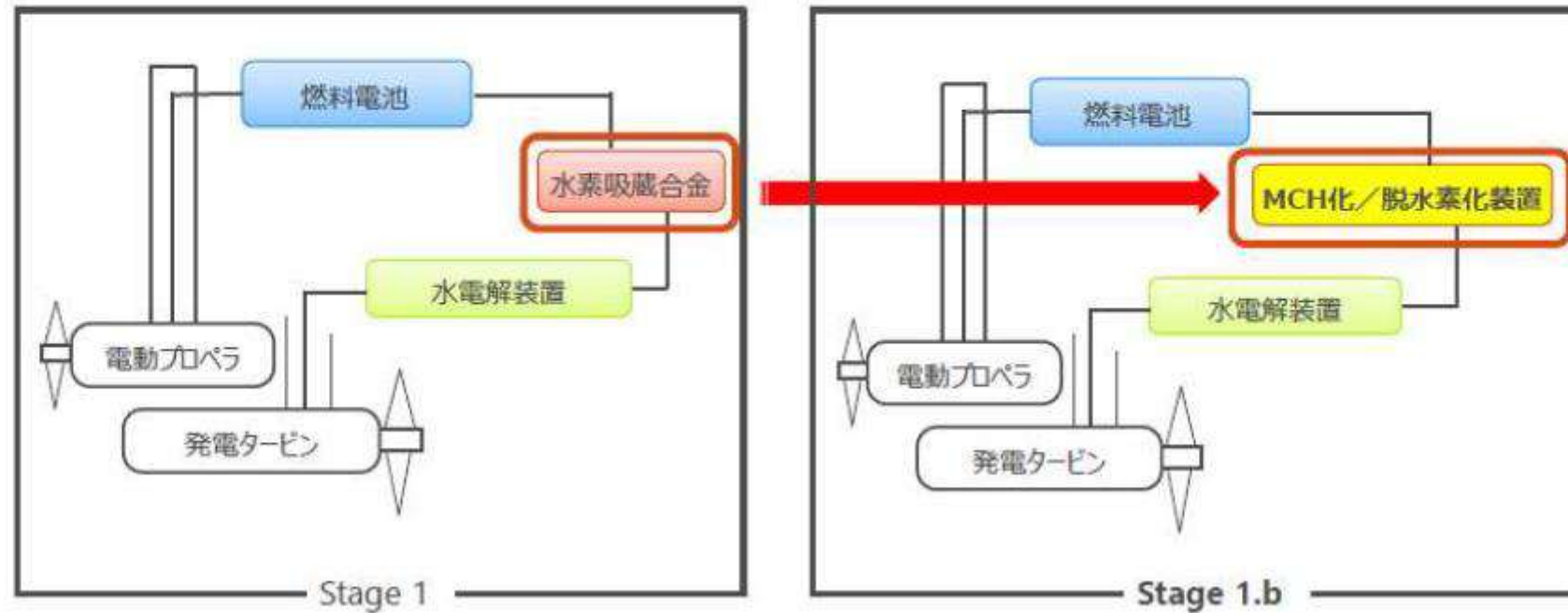
風力+水流 → 発電 → 水素生産 → 貯蔵 → 燃料電池発電 → 推進 のサイクル

商船三井様資料より

WindHunter の水素利用サイクル

強風時強風時：水素生産

- ✓ 水素貯蔵を吸蔵合金ではなくMCHプラントとして、大村湾での水素生産・貯蔵・消費の試運転を実施
- ✓ 洋上風のエネルギーによる発電、水素生産・貯蔵、燃料電池を用いた推進等の機能・性能検証を実施



風力+水流 → 発電 → 水素生産 → 貯蔵 → 燃料電池発電 → 推進 のサイクル

尚加二井様員料より

“ウィンズ丸(Winz Maru)”

総トン数：7.9ton

船長：38ft (11.58m)



吸気・排気管



船首部、水素スペース

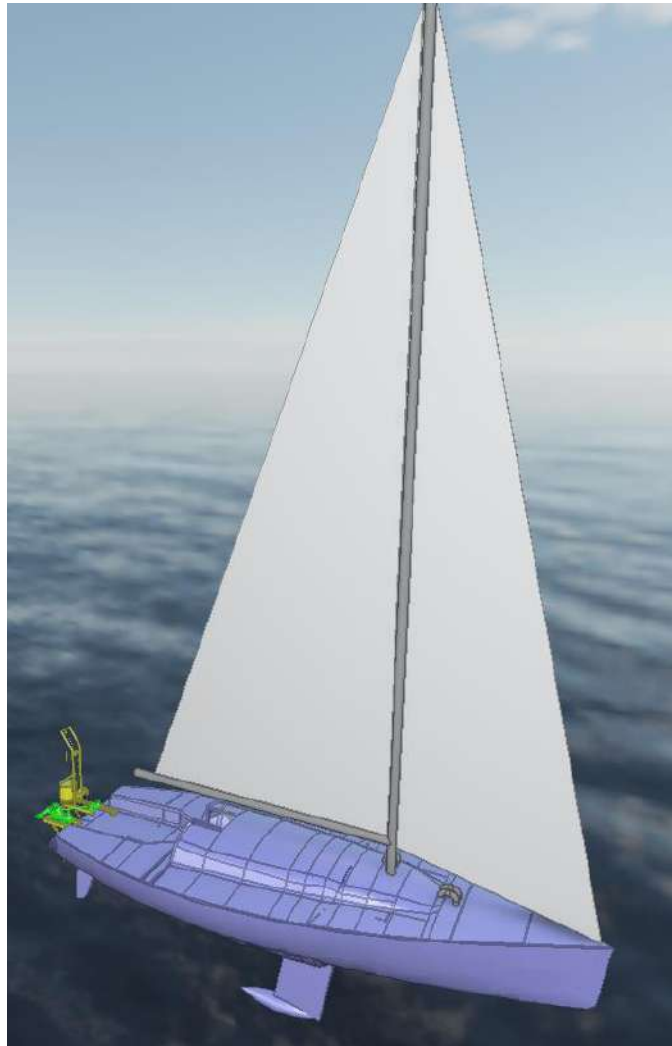


船尾の水流発電装置と電動推進器

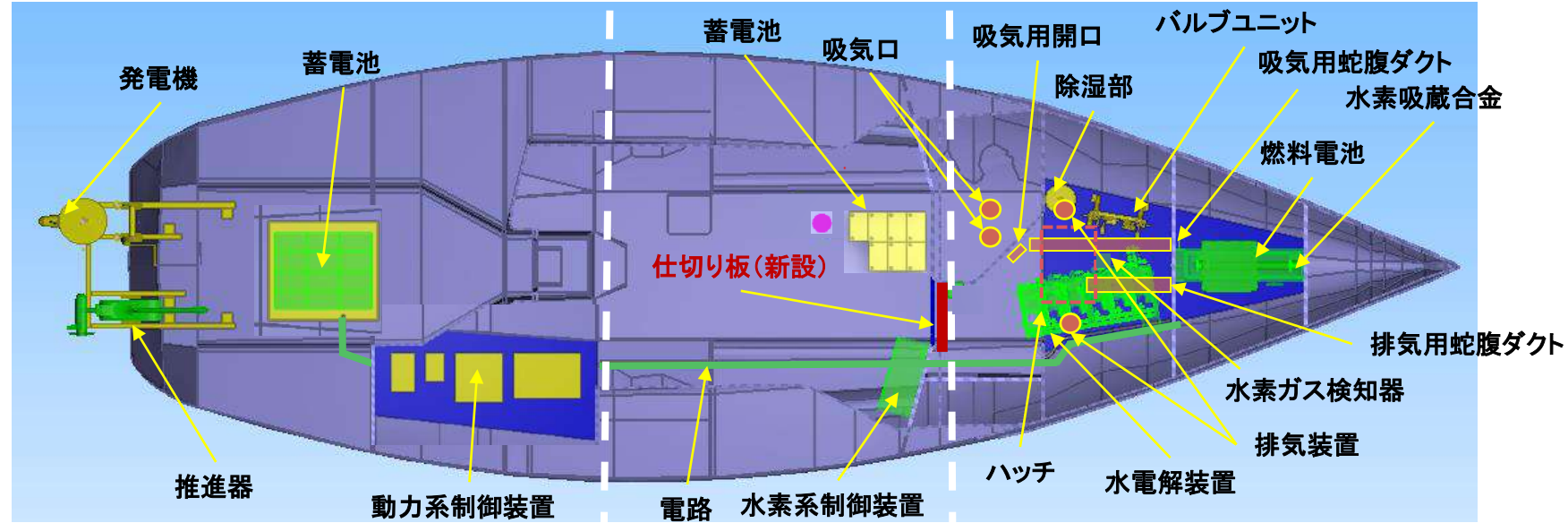


水素機器制御パネル

“ウィンズ丸” 機器配置図



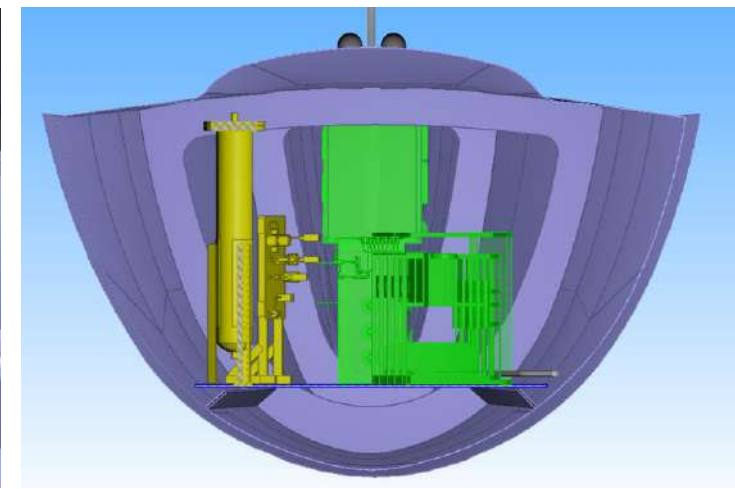
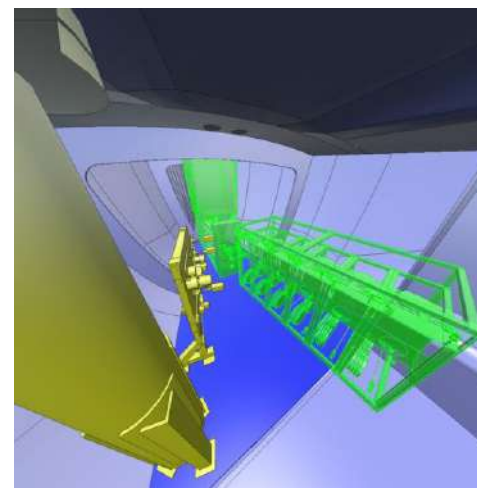
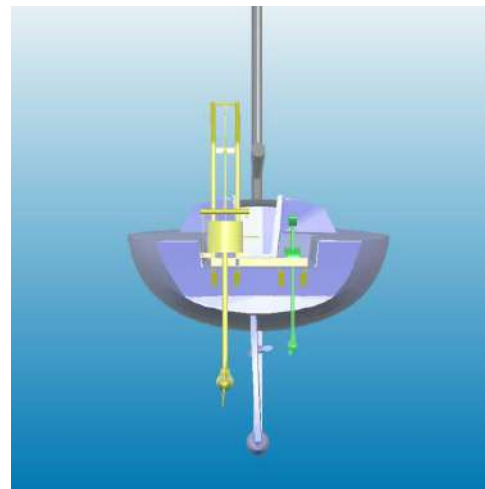
3Dモデル作成、配置設計
 (スマートデザイン)



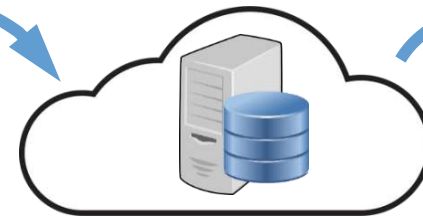
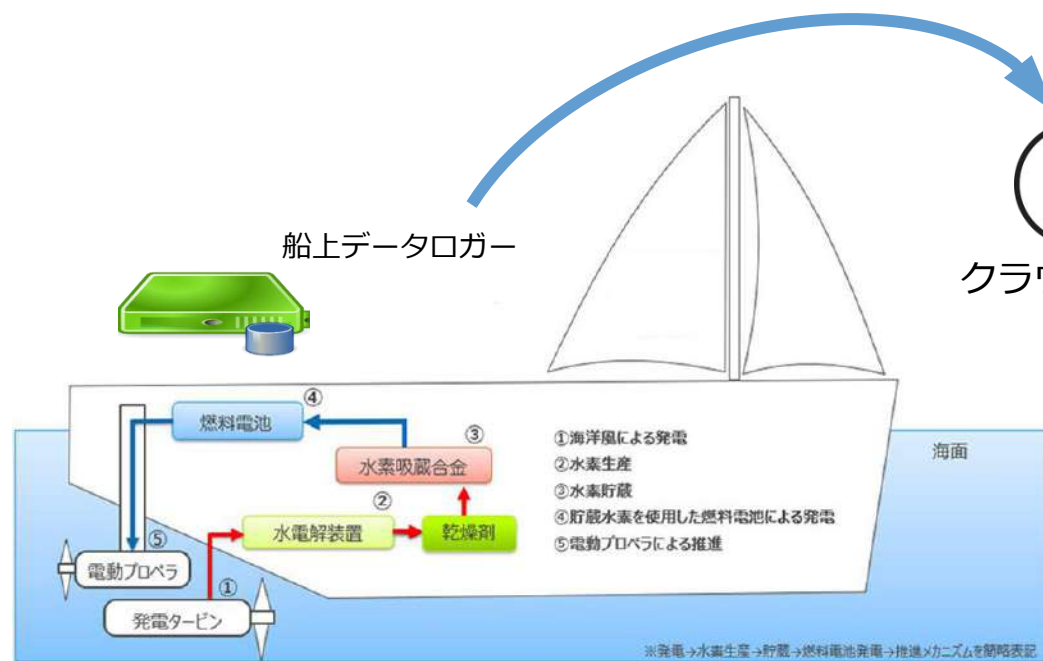
発電機・推進器スペース

計測スペース

水素スペース



クラウドモニタリングシステムの開発



クラウドモニタリングシステム

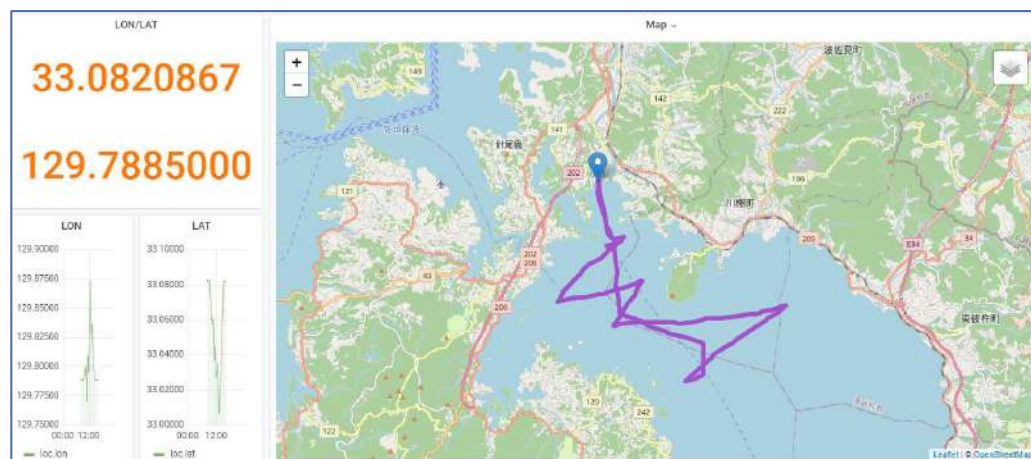


モニタリング画面



詳細トレンドチャート

航跡モニタリング
 (@長崎県大村湾)



1. 取組みの背景と目標

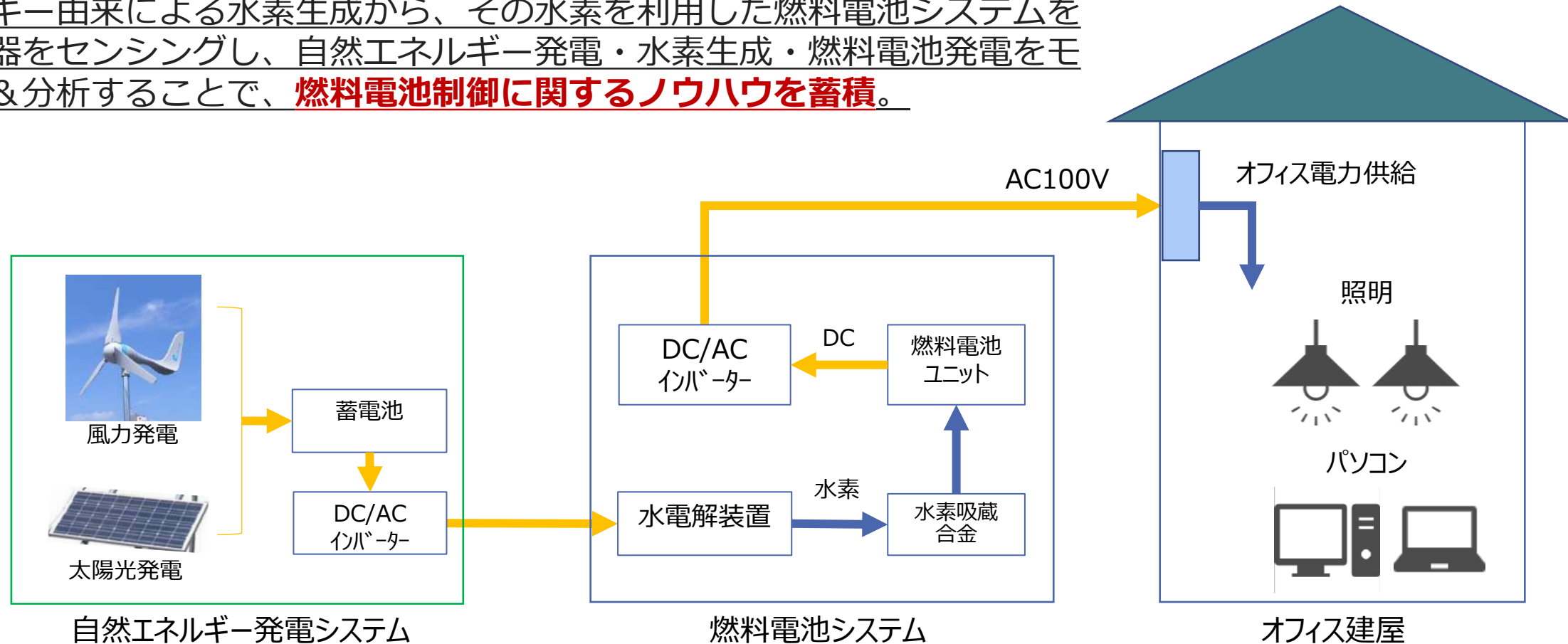
(Ⅲ) 小規模設備での燃料電池制御の実験



燃料電池制御の実証実験室 "SmertLABO" の開設

2021年、燃料電池の一連のシステム構築ノウハウを得るため、自社敷地内に自然エネルギー利用の **スマート発電実験室「Smert LABO (スマートラボ)」** を開設。

自然エネルギー由来による水素生成から、その水素を利用した燃料電池システムを構築。各機器をセンシングし、自然エネルギー発電・水素生成・燃料電池発電をモニタリング&分析することで、**燃料電池制御に関するノウハウを蓄積。**



スマート発電実験室 *Smert LABO* (スマートラボ)



風力発電 + 太陽光発電システム



← 風力発電装置 (600W)

↓ 太陽光パネル (170W)



← 駐車場内に設置

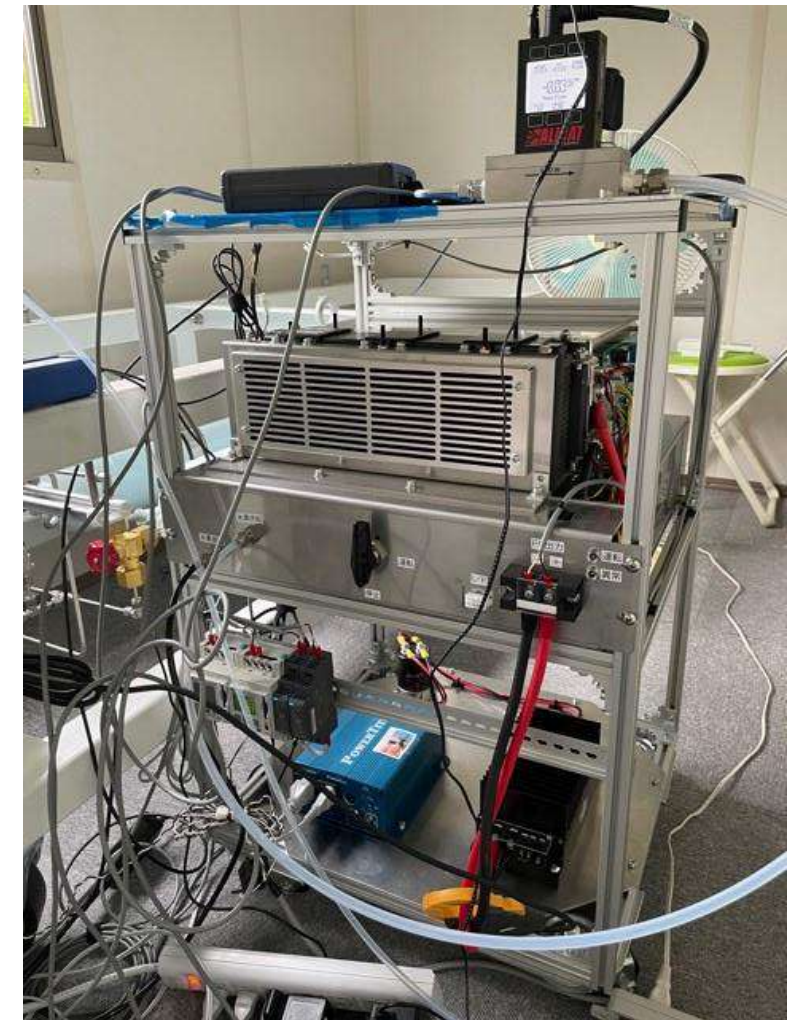
水素生成 + 燃料電池システム



水素発生装置



水素吸蔵合金



燃料電池システム

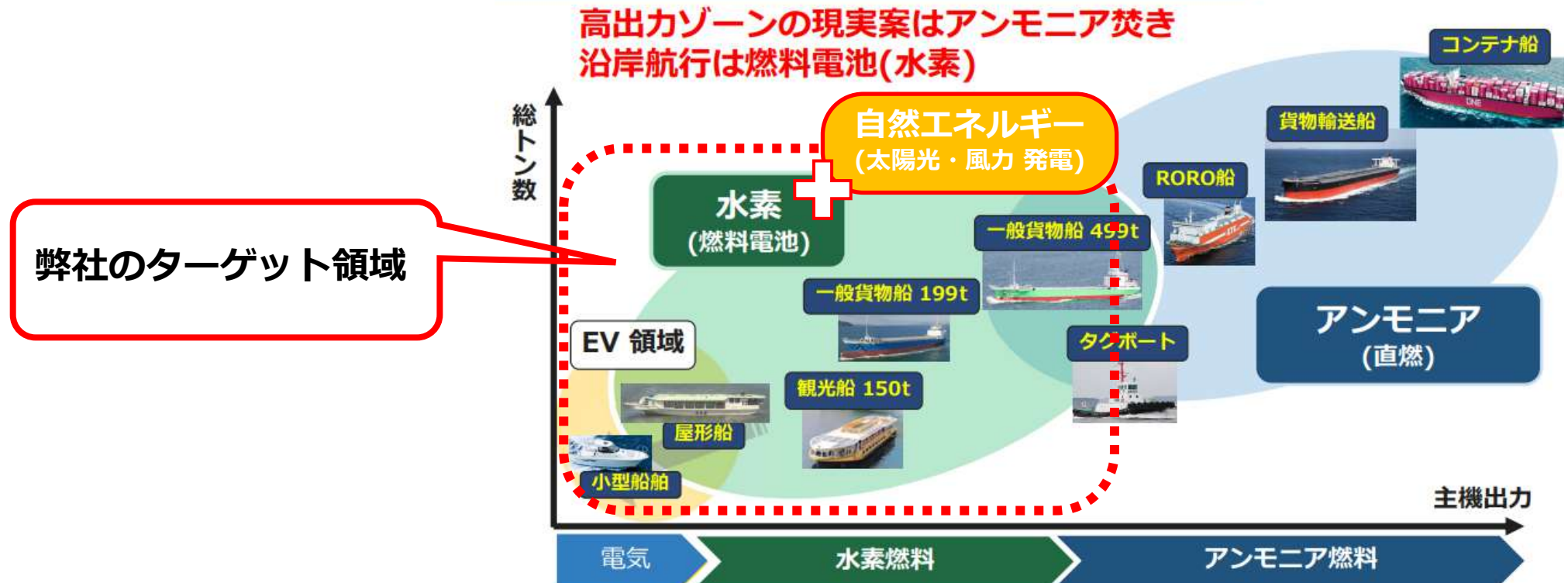
1. 取組みの背景と目標



(I) 自社オフィスのゼロエミッション化

(II) 小型船のゼロエミッション化

代替燃料の棲み分けイメージ (2030年代、NYK予測)

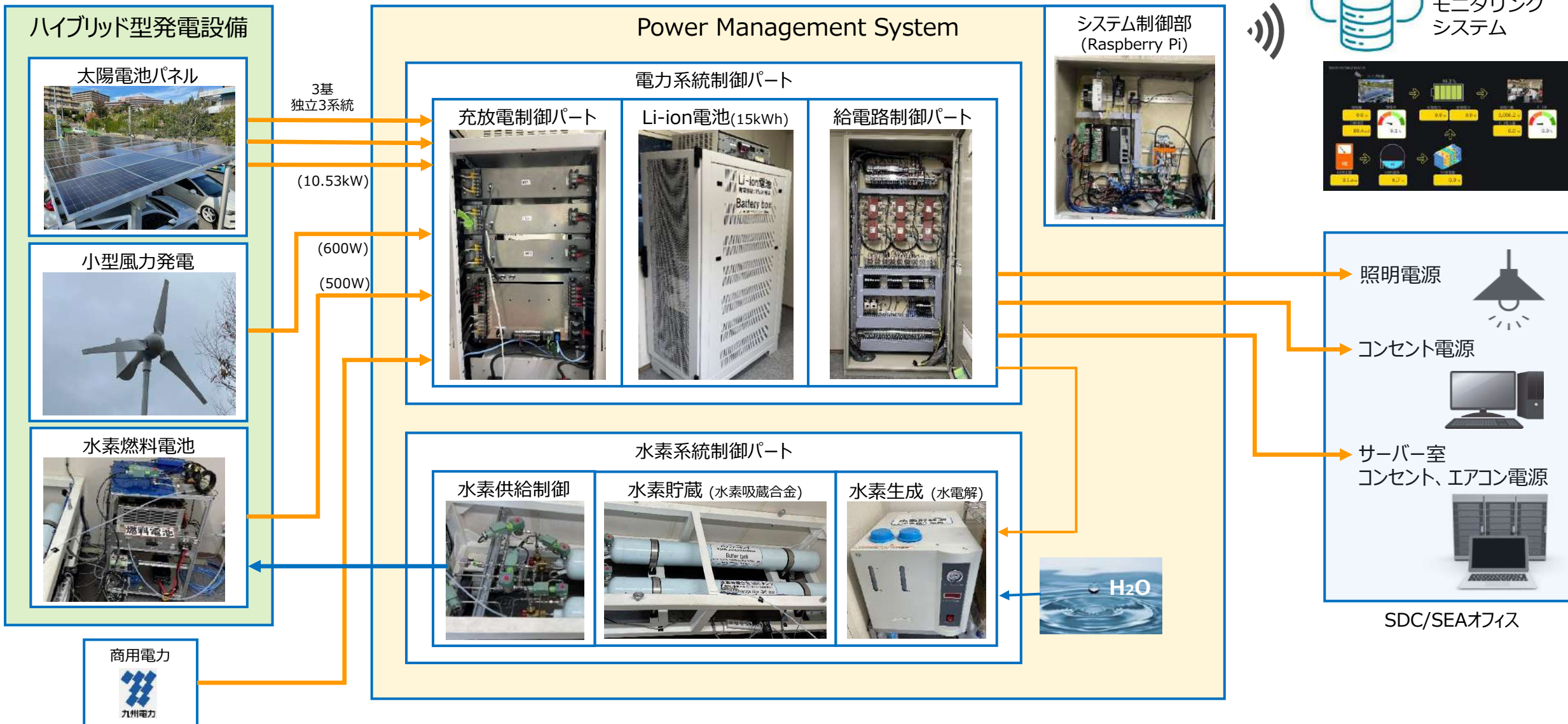


出典：脱炭素化に向けた取り組みについて (日本郵船 2021年3月4日)

2. Hybrid型自然エネルギー発電設備の構築



システム概要



Hybrid型自然エネルギー発電設備の各部



太陽電池パネル発電設備



風力発電設備



水素燃料電池設備

タイプ : 単結晶シリコン太陽電池 (両面) x 3基
準拠規格 : IEC 61215, 61730
最大出力 : 10.53kW DC106.4V (裏面発電を除く)
寸法 : 150.32m² (10,206 x 4,930 mm)

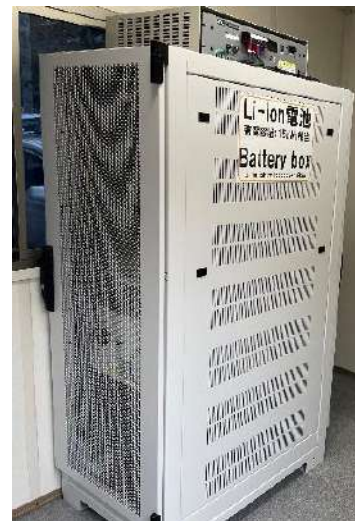
発電機 : コアレス永久磁石多極型 (三相交流)
駆動方式 : ダイレクトドライブ
定格出力 : 600W (14.0m/s)
耐風速 : 50m/s

燃料電池 : 空冷式 18セル
出力電圧 : 18-9V
最大出力 : 500W
水素圧力 : 36-56kPaG

パワーマネジメントシステムの各部



パワーマネジメントシステム制御中枢部



Li-ion電池ユニット(15kWh)



充放電制御機器



電力系統制御機器
各種センサ集約



産業用Raspberry Pi



水素生成器(水電解)



水素系統制御機器 水素貯蔵(吸蔵合金)

システム設備の外観

太陽電池パネル



水素系統制御棟

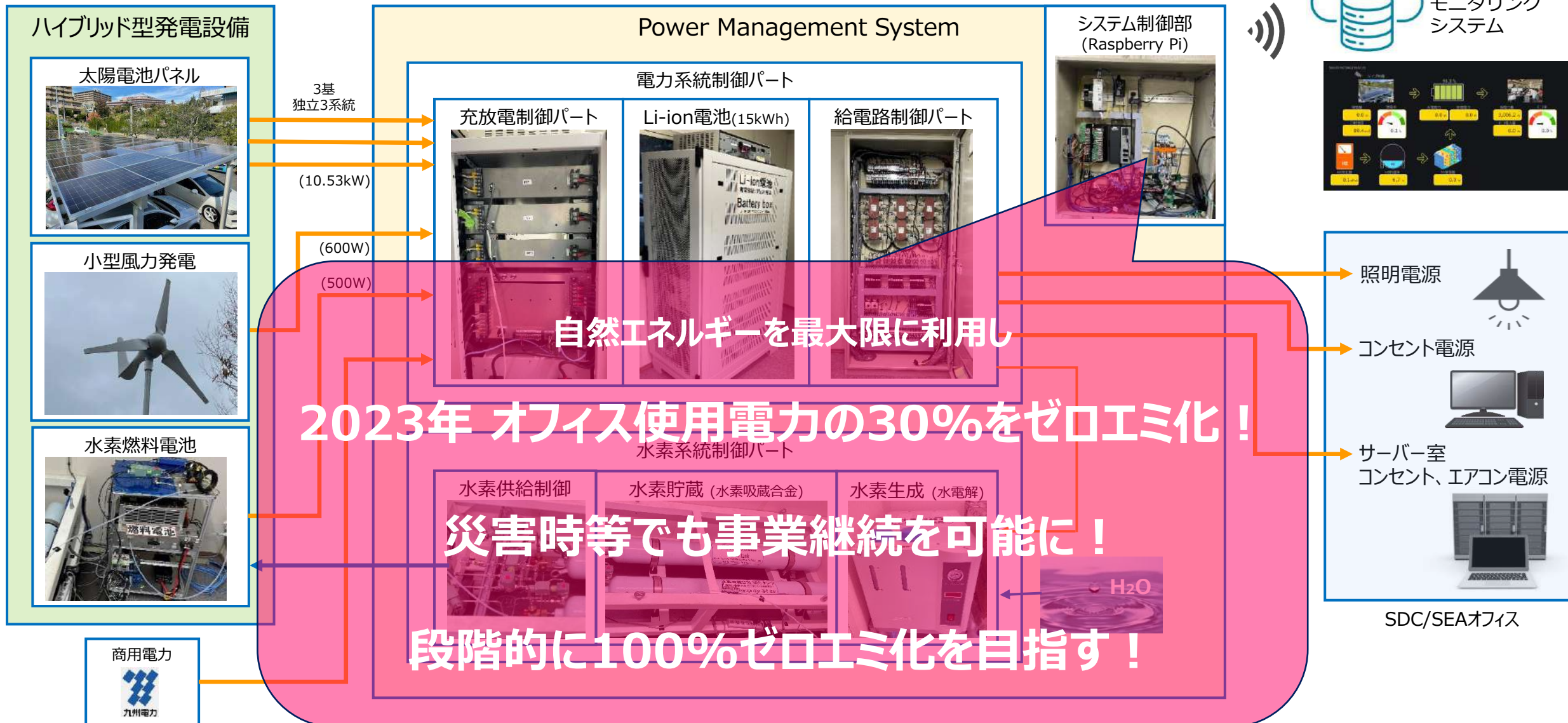
電力系統制御棟



3. エネルギーマネジメントシステムの構築



エネルギーマネジメントシステム



Raspberry Pi の利用

Raspberry Pi とは？



Raspberry Pi 63の言語版

ページ ノート 閲覧 編集 履歴表示

出典: フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』

Raspberry Pi (ラズベリーパイ) は、ARMプロセッサを搭載したシングルボードコンピュータ。イギリスのRaspberry Pi 財団によって開発されている。日本語では略称としてラズパイとも呼ばれる^[2]。

教育で利用されることを想定して制作された。IoTが隆盛した2010年代後半以降は、安価に入手できるシングルボードコンピュータとして趣味や業務（試作品の開発）等としても用いられるようになった。

概要 [編集]

Raspberry Piは、かつてイギリスで教育用コンピュータとして普及したエイコーン社の「BBC Micro (1981年)」の再来として、学校で基本的なコンピュータ科学の教育を促進することを意図している^{[3][4][5]}。Model A、Model Bという名称もBBC Microに由来しており、サポートされるコンピュータ言語の中にはBBC Microで利用されたBBC Basicも含まれている。

ハードウェア的にはエイコーン社のCPU部門 (Acorn RISC Machine、略してARM) が独立したARM社の開発するARMプロセッサを搭載している。また、エイコーンのオペレーティングシステム (OS) であるRISC OSも、Raspberry Pi用がRISC OS Open Limitedより公式リリースされている。内蔵ハードディスクやソリッドステートドライブを搭載しない代わりに、SDメモリーカード (SDカード) またはmicroSDメモリーカード (microSD Card) を起動および長期保存用ストレージに利用する^[6]。



-- 出典 Wikipedia --

産業用 Raspberry Pi の出現

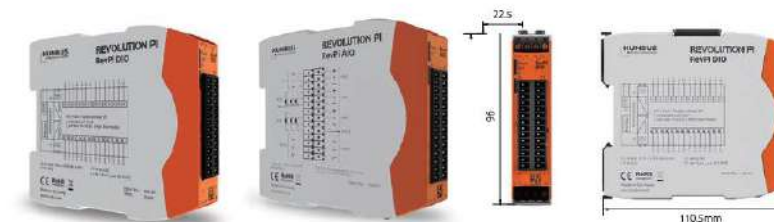
ドイツの KUNBUS社 が開発・製品化した産業用Raspberry Pi
 耐環境性に優れた、高信頼性ハードウェア

RevPi Core 3+ シリーズ 標準モデル eMMC 8GB/32GB



プロセッサ	Broadcom BCM2837
コア数	4
クロック数	1.2GHz
RAM	1GByte
eMMC Flash Memory	4GByte
初期OS	Debian Stretch (2018/07/17)
動作温度範囲	-40~+55 °C

RevPi 拡張I/Oモジュール デジタル入出力 DIOモジュール/アナログ入出力 AIOモジュール



Raspberry Pi の利用

システム制御の概略

- 各種センサからのデータセンシング → クラウドへの送信
 - 発電系電力
 - Li-ion電池充放電電力
 - 給電路電力 & 電力変換系入出力電力
 - 水素系：生成量、
 - 環境系：気温・湿度(内外)、風向・風速、日射量
 - 装置温度：太陽電池温度、水素吸蔵合金温度
- 電力系制御
 - 発電系統切替制御
 - Li-ion電池充放電制御
 - 給電路電力切替制御
- 水素系制御
 - 水素生成 & 貯蔵制御
 - 水素燃料電池発電制御
- タッチパネルによる手動制御



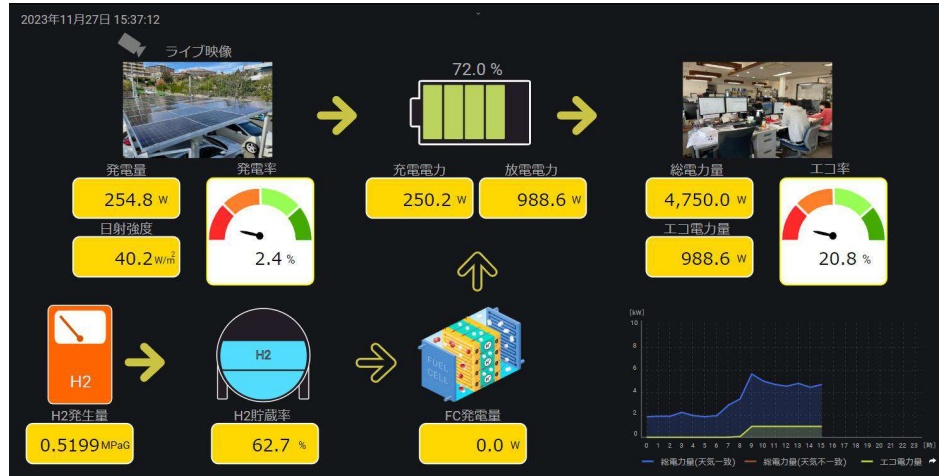
クラウドモニタリング

- クラウドサーバ環境
 - AWS Lightsail 仮想サーバ
 - OS：Linux / Debian 13.13
 - Web：Nginx 1.14.2
 - スクリプト言語：JavaScript, Ruby, etc.
 - データベース：InfluxDB (TSDB 時系列データベース)
- クラウドモニタリング機能
 - データ処理
 - * センシングデータ受信
 - * データベース化
 - * データクレンジング
 - データ可視化
 - * リアルタイムデータモニタの配信
 - * センシングデータのトレンドチャートの配信
 - 遠隔操作
 - * インターネット経由での設備遠隔操作



クラウドモニタリング

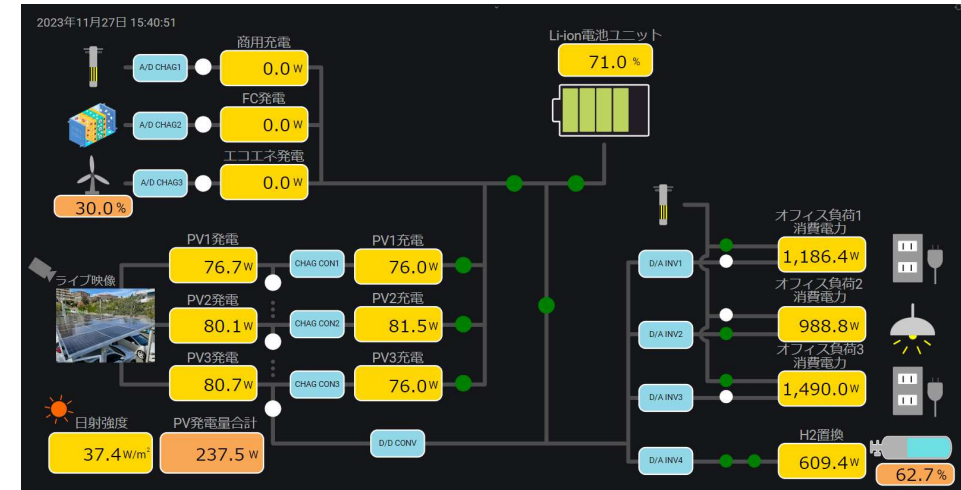
モニタリングダッシュボード画面



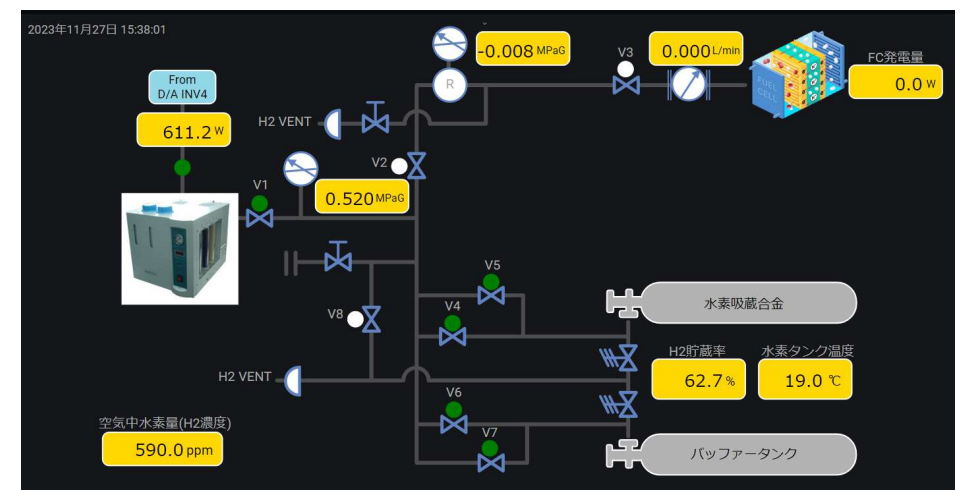
センシングデータ詳細画面(トレンドチャート)



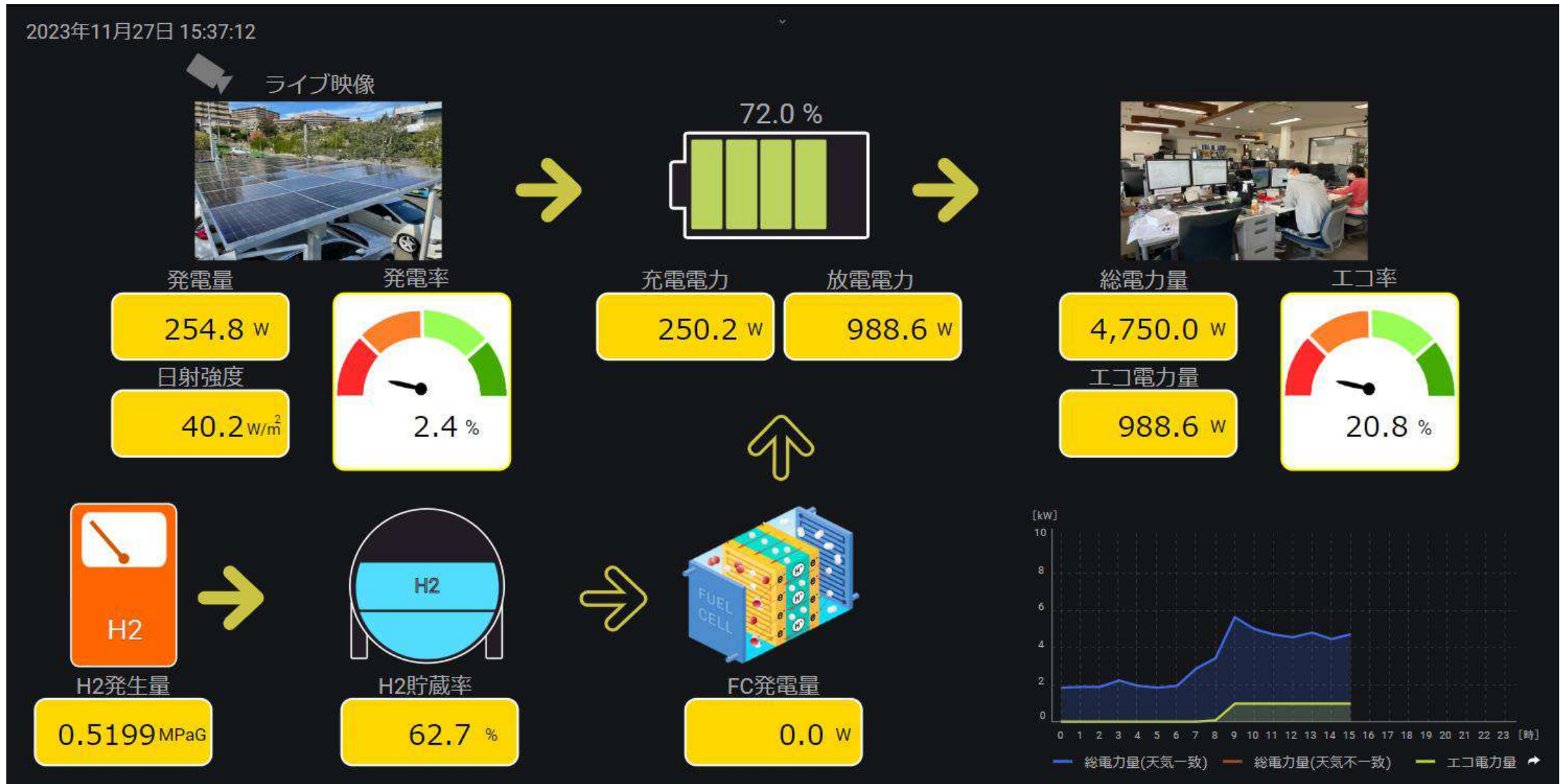
電力系統モニタリング画面



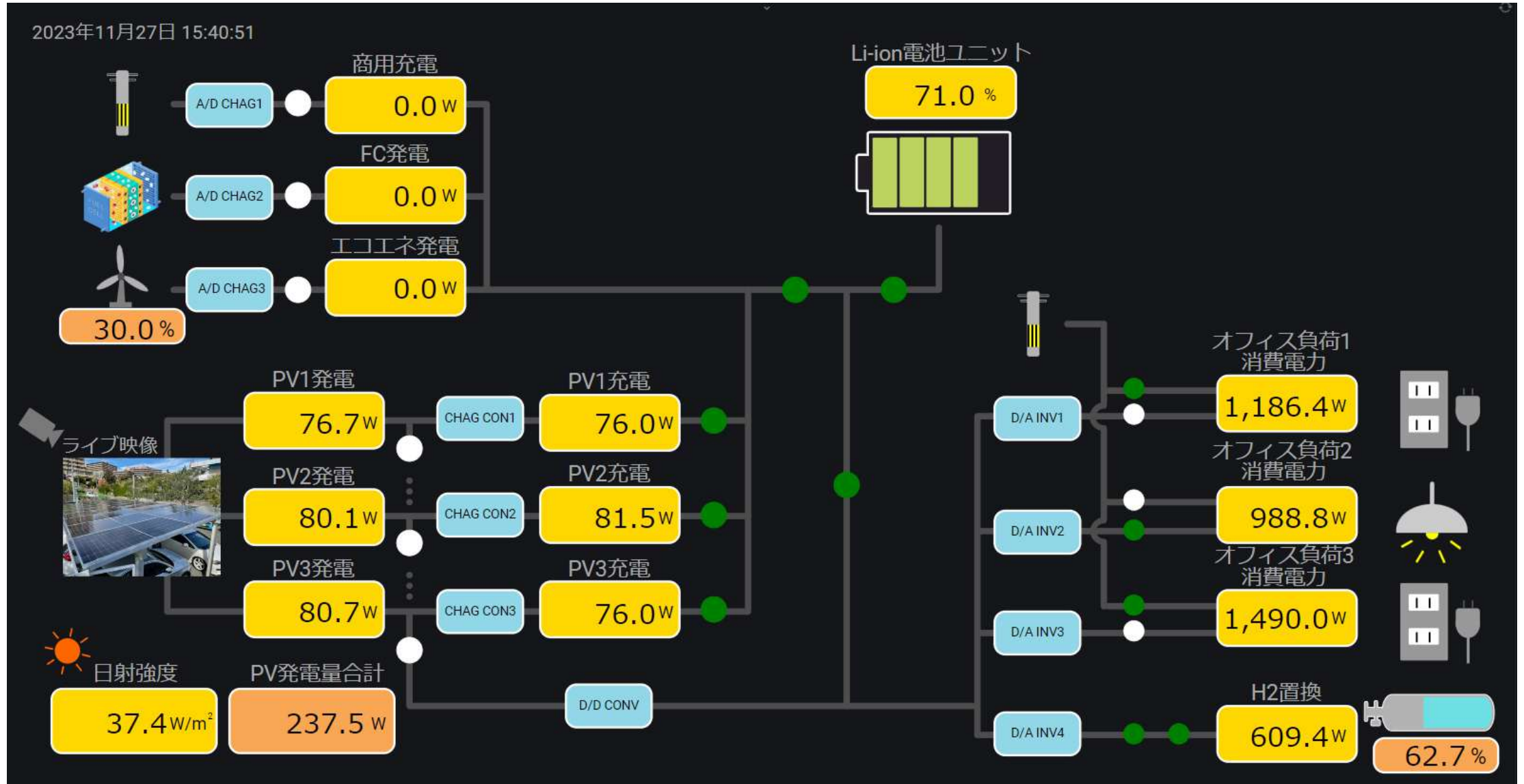
水素系統モニタリング画面



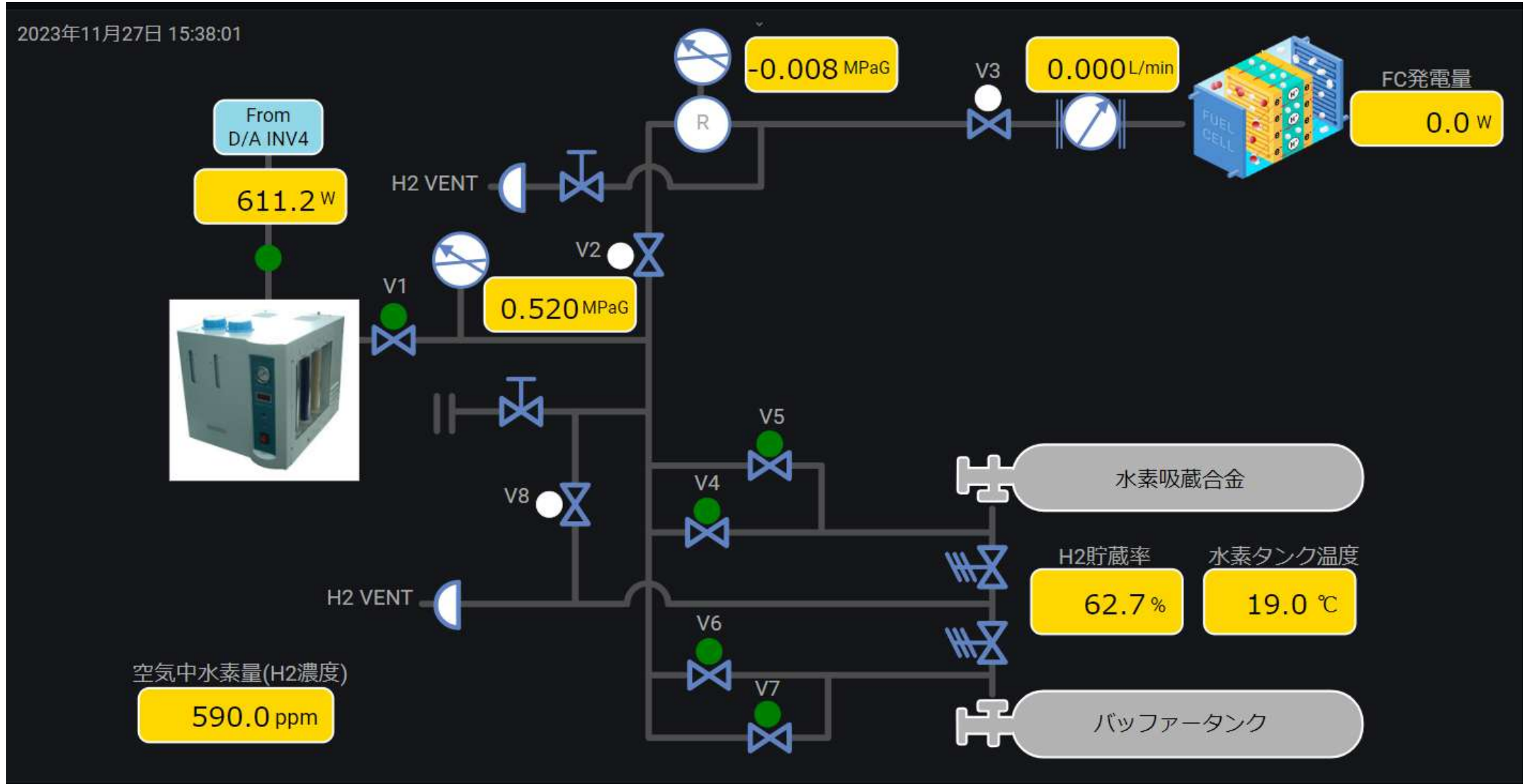
モニタリングダッシュボード画面



電力システムモニタリング画面



水素システムモニタリング画面



センシングデータ詳細画面(トレンドチャート)

水素ライン



> エコエネライン発電 (風力/太陽光P小) (5 panels)

太陽光発電

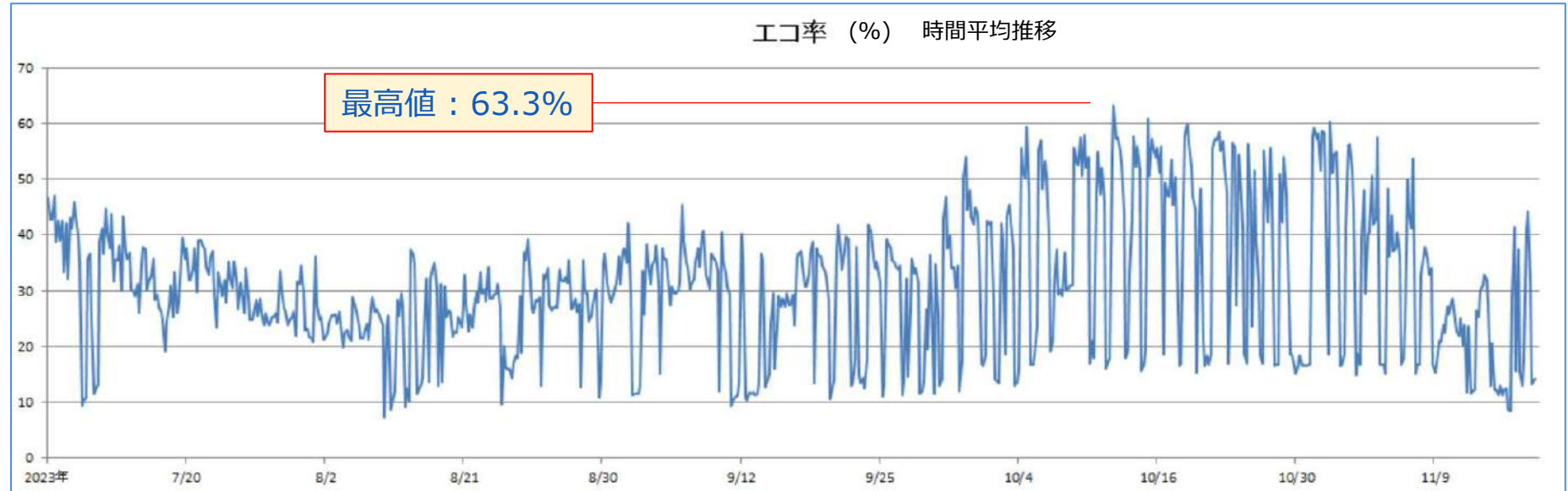


マネージメント状況

エコ率推移

$$\text{エコ率} = \frac{\text{自然エネルギー発電使用量}}{\text{総電力量}}$$

時間平均の推移



日平均の推移



4. 今後の展開



(I) 自社オフィスのゼロエミッション化

- ・ 毎年利益の20%程度をゼロエミ化対応予算として計上
- ・ 7年後（2040年）に自社オフィスの100%ゼロエミ化を目指す
- ・ 自然エネルギー源としては、太陽光と風力を考える
- ・ 今後の太陽光発電パネルは、柔らかく曲げ易い薄膜型製品を利用
- ・ 自社オフィス近辺でコンスタントな風力はあまり期待できないが…
マグナス風車などの新しい形のものを試みる

(高効率な蓄電池の製品化にも期待)

(Ⅱ) 小型船舶のゼロエミッション化

Hybrid型小型発電システムのノウハウを活かし、自然に恵まれた九十九島を航行するカタマランヨット「99TRITON」のゼロエミッション化を検討



(Ⅱ) 小型船舶のゼロエミッション化

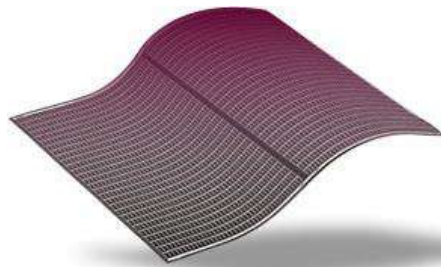
ハイブリッド型エネルギーシステムを搭載したゼロエミッション船

- ・ハイブリッド型発電（太陽電池 + 燃料電池 + 水流発電）
 - 帆（セイル）に薄膜型太陽電池を搭載
 - 水素吸蔵合金を利用した燃料電池システム
 - 風力による推進力を利用した水流発電
- ・リチウム電池をバッファとしたエネルギーマネジメントシステム
- ・エネルギー制御を遠隔管理するクラウド型モニタリングシステム



【特徴】

①セイル（帆）に薄膜型太陽電池の利用



②水素吸蔵合金を利用した燃料電池システム



③水流発電/推進装置



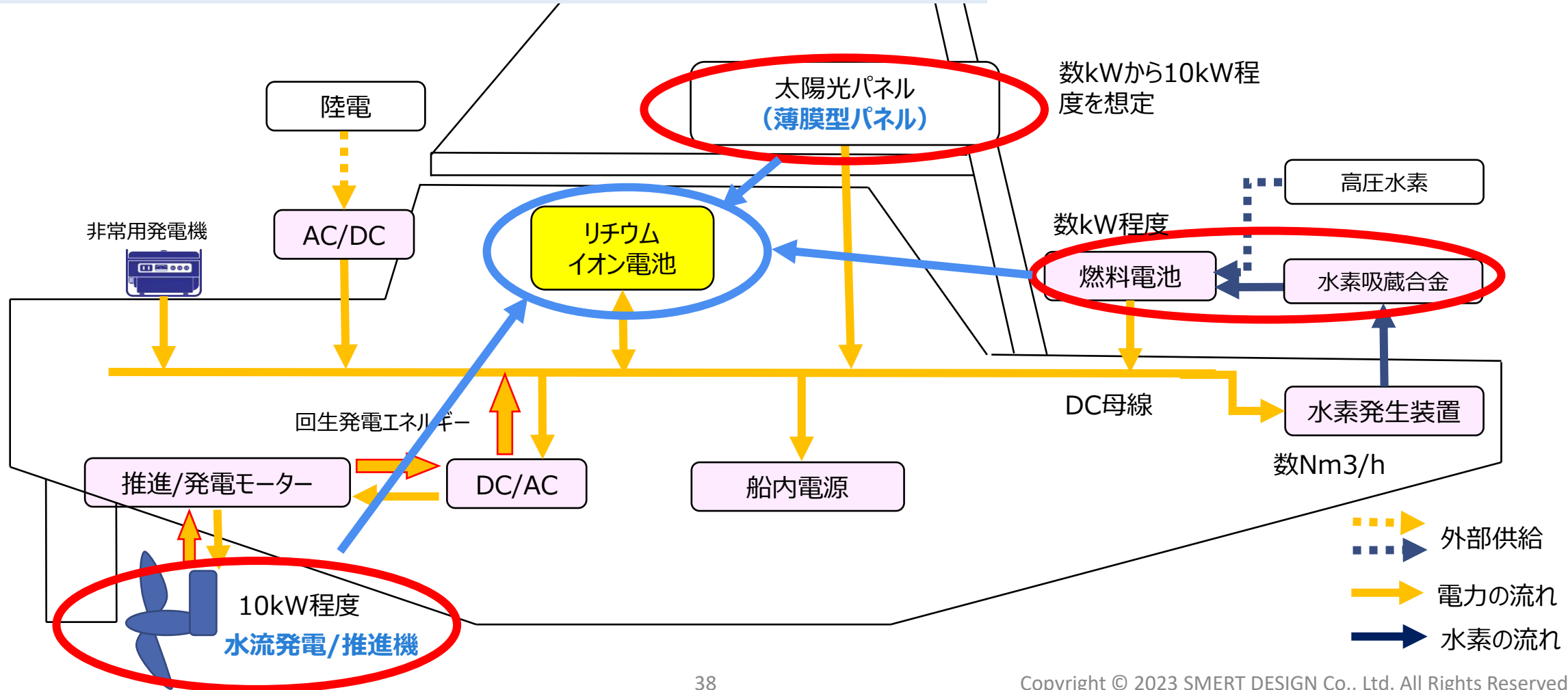
④エネルギーマネジメントシステム



(Ⅱ) 小型船舶のゼロエミッション化

- ・ 自然エネルギー発電は気象条件の影響を受けやすく、安定した電力供給が課題
- ・ リチウム電池をバッファとしたエネルギーマネジメントシステムを構築することにより、自然エネルギーを使いながらも安定したエネルギー供給を目指す

<無風、無太陽光のときの航続可能距離>
1日あたりの発電量で夏では30km、冬では5km程度を想定
<航行可能水域>
普及初期の段階では平水区域を想定



(Ⅱ) 小型船舶のゼロエミッション化

高専ネットワークとの連携

長岡・小山工業高等専門学校
 長岡高専オリジナルの化合物薄膜太陽電池や多数の知財を取得している塗布型太陽電池に関するノウハウを活かし、洋上でかつ照射方向に対する角度変化が太陽電池の発電特性にどのような影響を及ぼすか調査

Foldable or Retractable type for storage

佐世保工業高等専門学校
 風や折り畳みを想定した繰り返し曲げによる発電特性への影響調査

大阪公立大高専
 低コストな次世代型燃料電池の開発
 Pt削減による低コスト化に成功

繰り返し曲げ荷重を加えることで太陽電池そのものの強度特性の評価を行う

繰り返し曲げ荷重や塩分水分環境の影響などによる耐久性への影響を調査

株式会社スマートデザイン
 現在取り組み中のハイブリッド発電のパワーマネジメントシステムのノウハウを活用

H2Osakaビジョン推進会議のFC船研究会のメンバー等との連携についても検討し大阪における観光ビジョンの計画を紹介予定

帆に太陽電池を搭載した双胴船 ヨットイメージ

カーボンニュートラルとともに、雇用創出、経済効果、産業活性化を狙う

5. 今後の展開

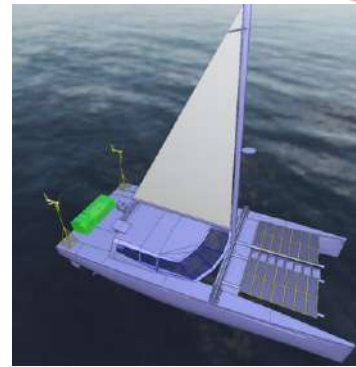
(Ⅲ) 地域と連携した水素社会の推進



地域一体となったゼロエミッション化への取り組み案

長崎県

- ・ 環境問題、SDGs取り組み
- ・ 五島沖の洋上風力発電の活用



九十九島遊覧船の ゼロエミッション化

佐世保市

- ・ 環境問題、SDGs取組み
- ・ 観光事業拡大



SDC

- ★ゼロエミ船設計
- ★システム制御、モニタリング
 - ・ 燃料電池制御ノウハウ
 - ・ Bigデータ蓄積→新Bizへ展開

佐世保高専

- ★燃料電池、水素ノウハウ提供
 - ・ 研究テーマ、論文作成
 - ・ 学術機関連携



**Sasebo
Marine
Engineering & Research
Team**