

発表No.A2-6

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/
高耐久空冷式燃料電池システムの開発

発表者：吉田 浩

団体名：日清紡ホールディングス株式会社

発表日：2023年7月14日

連絡先：

日清紡ホールディングス株式会社
新規事業開発本部

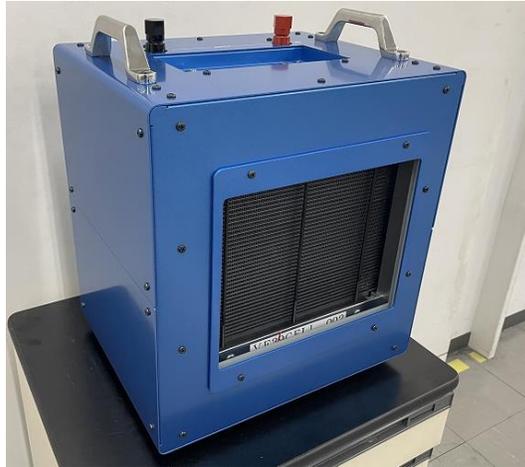
E-mail : tatuki-hanagiri@nisshinbo.co.jp

TEL : 03-5695-8885

◆**実施期間** 2020年9月～2024年3月（予定）

◆**研究開発の概要、最終目標、成果・進捗**

1kW空冷式燃料電池システム



課題

空冷式燃料電池スタックの耐久性を向上させ、スタックの交換頻度を低減することにより経済性を高め、普及を促進する。

開発目標

20,000稼働時間相当の耐久性を目標とした空冷式燃料電池システムのプロトタイプを設計・試作・評価し、製品化および事業化を目指す。

用途

小型移動体

小型フォークリフト、ドローン、無人搬送車、超小型モビリティ、グリーンスローモビリティ、パーソナルモビリティ

農機、建機 等

非常用電源

無線基地局、防災無線設備

医療設備用電源 等

可搬型電源

トンネル工事現場、イベント会場用、冷凍室内用、観測用 等

- プロジェクト期間中に燃料電池システムの設計開発サイクルを2回まわす計画とした。
- 2022年度では、2021年度に試作した機能検証を目的としたプロトタイプシステムAの耐久試験、製品化を目指したプロトタイプシステムBの仕様確定および設計を完了した。
- 現在は、プロトタイプシステムBの設計検証用に、5台のシステム試作を進めている。

1. 事業の位置付け・必要性

◆研究目的

- 利便性が高く、高耐久な空冷式燃料電池システムを開発し、2030年までの燃料電池の多用途展開に貢献する。

◆本研究を実施する意義

産業界のニーズ

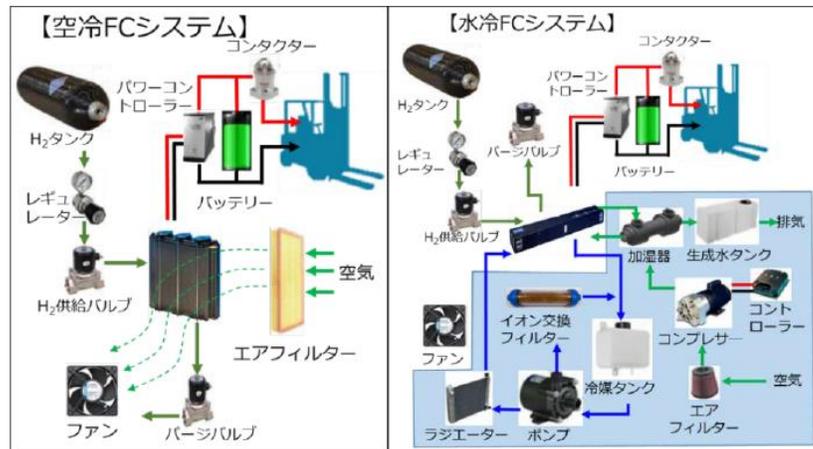
- 燃料電池の多用途展開による水素社会の推進に向けて、低出力帯の用途に適合した仕様や価格を実現する燃料電池システムが求められている。

市場のニーズ

- 北米等で導入が進んでいる小型フォークリフトに使用される燃料電池システムでは、耐久時間は約6,000時間と短く（当社調べ）、車体寿命（約10年）の間に2回から3回の燃料電池の交換を余儀なくされており、より高耐久な燃料電池が求められている。

◆競合する技術に対する優位性

空冷式と水冷式の構成部品比較



海外製空冷FCとの仕様比較

メーカー	当社開発品	海外他社製品
定格出力	1kW	1.2kW
定格電流	20.8A	50A
DC電圧	48V	24V
動作温度	-10~40℃	5~40℃
耐久性	20,000h	3,000h(1年間保証)

2. 研究開発マネジメントについて

◆ 開発目標と目標設定の考え方

2022年度に試作する空冷式燃料電池プロトタイプシステムBを用い、「実運転に対して10倍の加速耐久サイクル試験」3,000サイクル（**20,000時間相当**）後の発電性能で初期値の60%を維持する。



※寿命初期発電性能が1,700Wを超えており、寿命末期に60%まで低下しても1,000Wの出力を維持

◆ 開発目標が設定された背景

- ・北米等で導入が進んでいる小型フォークリフトに使用される燃料電池システムの耐久時間は約6,000時間ほど（当社調べ）
- ・車体寿命（約10年）の間に2回から3回の燃料電池の交換を余儀なくされている
⇒ 3倍の耐久性である**20,000時間**を目標設定

2. 研究開発マネジメントについて

◆研究開発スケジュール

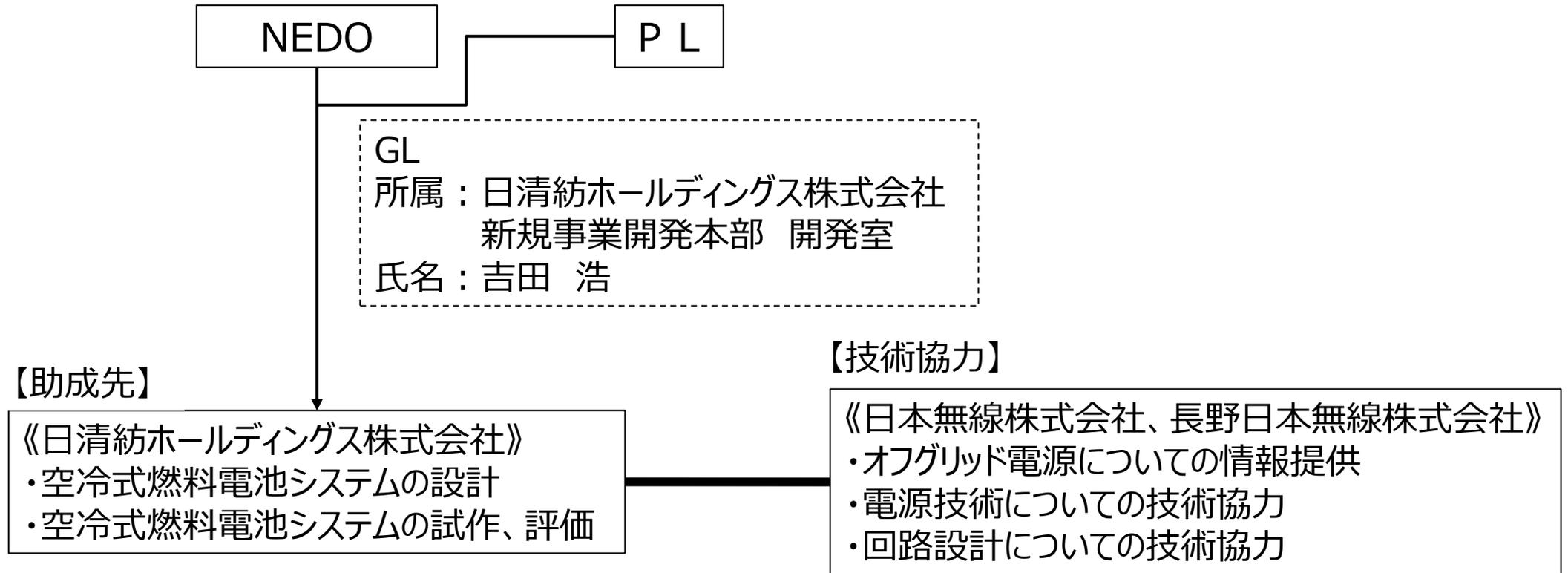
事業項目	2020年度				2021年度				2022年度				2023年度			
	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期
①仕様検討		→							3種用途（①移動体、②非常用、③可搬型）からの絞り込み							
②設計					→				→				プロトタイプシステムB			
③製作			プロトタイプシステムA			→										
④評価															→	

現在

- プロジェクト期間中に燃料電池システムの設計開発サイクルを2回まわす計画とした。
- 2021年度より継続していた機能検証を目的としたプロトタイプシステムAの耐久試験が完了した。
- 製品化を目指したプロトタイプシステムBの仕様を確定するために、上記3種の有望用途より絞り込みを行った。
- 確定したプロトタイプシステムBの仕様を基に詳細設計を行い、設計検証用に5台のシステム試作を開始した。

2. 研究開発マネジメントについて

◆実施体制



- 技術協力先として、グループ企業である日本無線、長野日本無線が保有するオフグリッド電源についての情報、および電源技術、回路設計技術について協力を受ける。
- 日清紡ホールディングスでは、2017年から耐久性の高い空冷式燃料電池スタックの開発に取り組んでおり、本事業の範囲外として、空冷式燃料電池スタックを設計・製造し、本事業に向けて供給する。

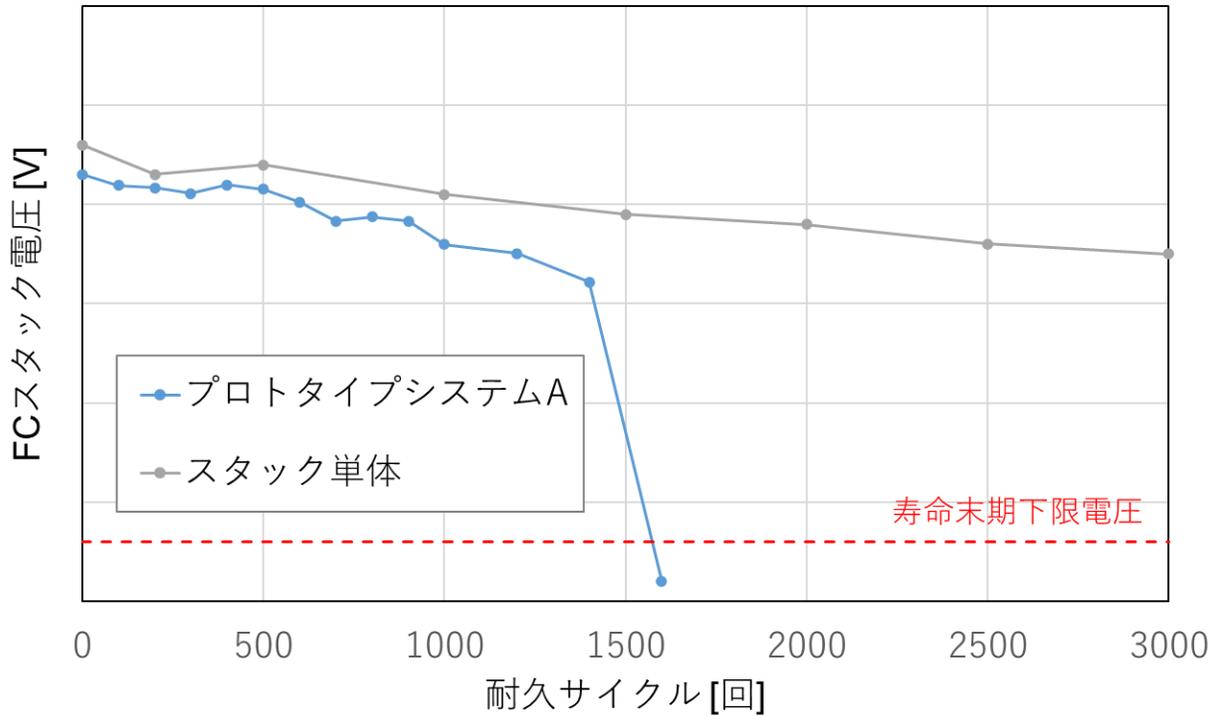
3. 研究開発成果について

◆研究開発の目標及び進捗状況、目標達成に向けたアプローチ

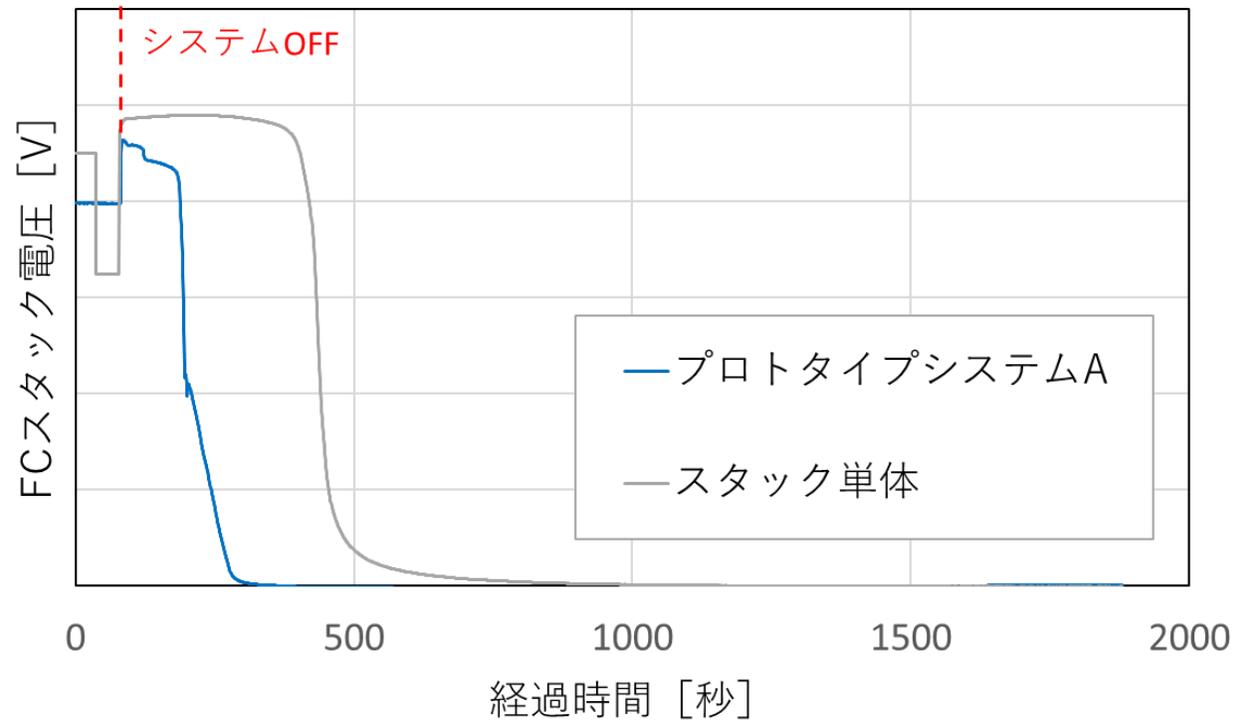
開発目標	進捗	達成度	成果・状況	今後のアプローチ
機能検証用空冷式燃料電池プロトタイプシステムAを設計・試作・評価し、製品化に向けた基本動作を確認する。	 計画通り	 75%	プロトタイプシステムAの加速耐久サイクル試験において、目標未達となった。プロトタイプシステムBでは改善対策を盛り込んだ。	改善対策を盛り込んだプロトタイプシステムBにて再検証する。
用途ターゲットを特定し、製品化に向けた空冷式燃料電池プロトタイプシステムBの設計および検証を完了する。			外部調査機関を活用したマーケティングの結果、（小型）移動体用途に絞り込み、設計を完了した。	設計検証用にプロトタイプシステムBを5台試作する。
空冷式燃料電池プロトタイプシステムBを用い、「実運転に対して10倍の加速耐久サイクル試験」3,000サイクル（20,000時間相当）後の発電性能で初期値の60%を維持する。			設計検証用にプロトタイプシステムBを5台試作予定であり、内組立検証のため1台の試作が完了した。	引き続き試作を進め、各種検証を進める。

3. 研究開発成果について

◆プロトタイプシステムAの加速耐久サイクル試験結果



試験中のFCスタック電圧推移



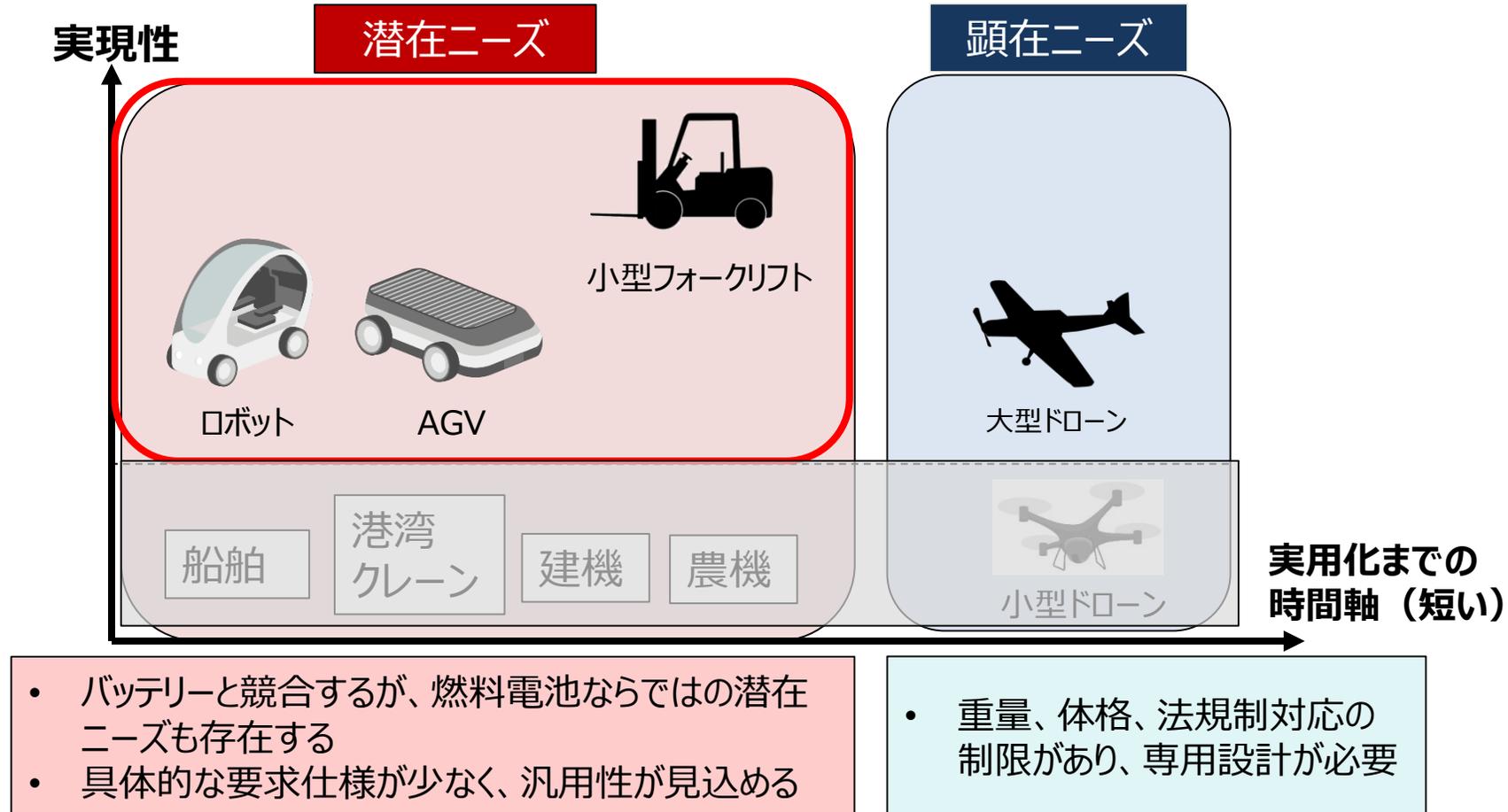
FCシステムOFF時のFCスタック電圧推移

- 1,600サイクルにて寿命末期下限電圧を下回り、連続稼働時間20,000時間相当である3,000サイクルを達成できなかった。
- スタック単体試験と比較し、システムOFF時のスタック電圧低下が早く、システム制御基板の消費電力が原因と考える。

〔 水素供給が停止した状態でスタックから負荷電流が流れ続けると、やがてスタック内は水素欠乏状態となり、触媒の白金担持カーボンと水よりCO₂、プロトン、および電子を形成する化学反応が生じスタックの劣化促進を招いたと推定 〕

3. 研究開発成果について

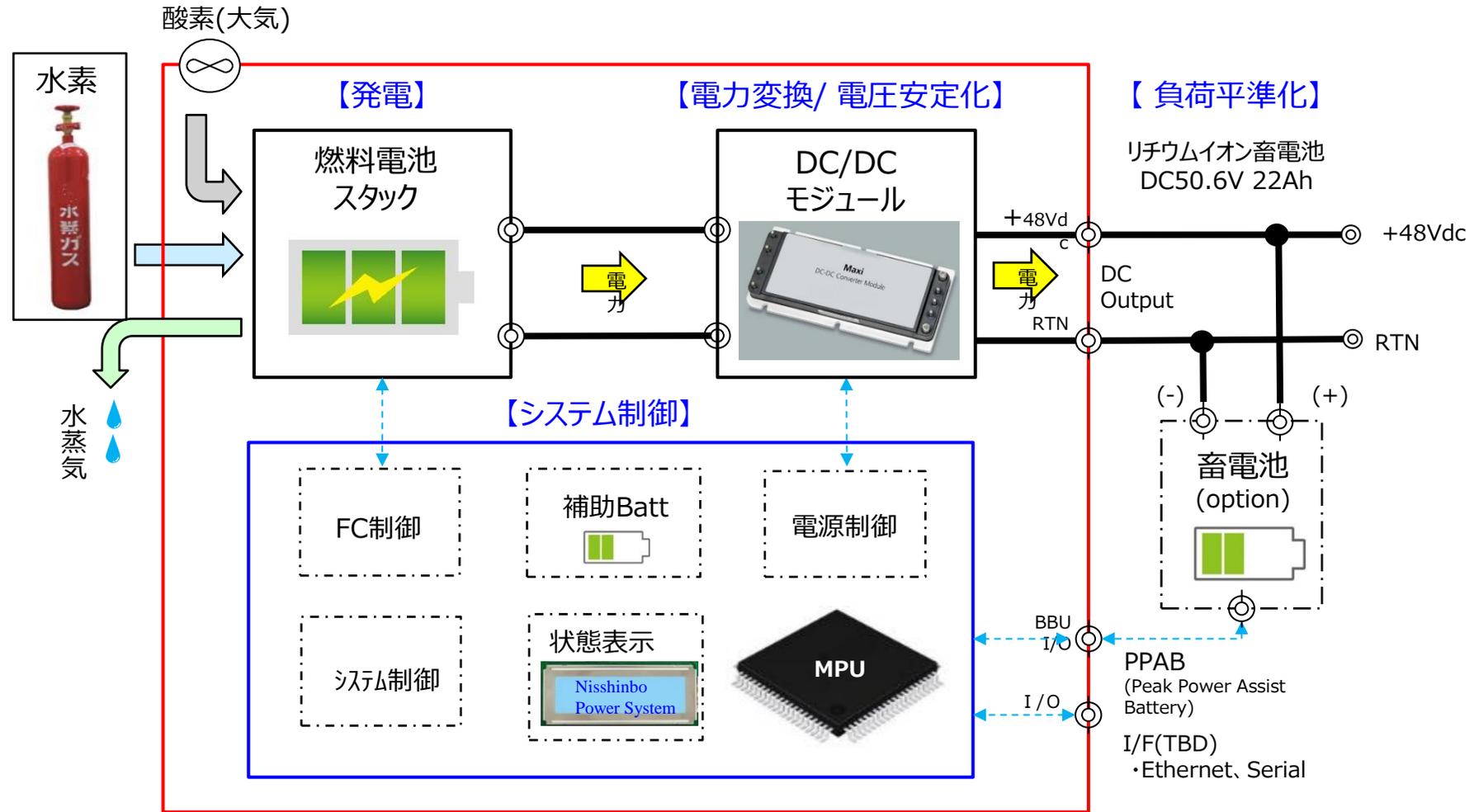
◆プロトタイプシステムB仕様確定向けマーケティング結果



- 小型燃料電池市場は未成熟であり、顕在化したニーズは少ない結果となった。
- ドローン用途を目指すには部材設計等に特化した開発が必要であり、本事業ではターゲットとしない。
- 潜在的なニーズがある用途にアプローチできるよう、プロトタイプシステムBの目標仕様を設定した。

3. 研究開発成果について

◆プロトタイプシステムBのシステムブロック図



- 外部電池との通信を行うマイコンを搭載。
- プロトタイプシステムAの課題を受け、システムOFF時にはFCスタックから電力を取らないように制御する。

3. 研究開発成果について

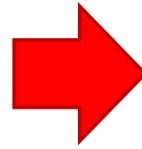
◆プロトタイプシステムBの外観仕様



プロトタイプシステムA

寸法：483(W)×421(D)×578(H)mm

重量：35kg



プロトタイプシステムB

寸法：380(W)×300(D)×400(H)mm

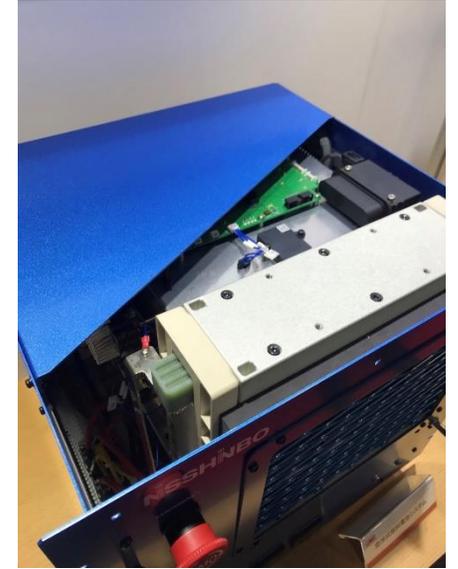
重量：17.5kg

- プロトタイプシステムAでは、メンテ性・汎用性を持たすために19インチラック搭載型を採用した。
⇒ 装置の大型化、重量増
- プロトタイプシステムBでは、FCユニットと電源ユニットを一体化し、軽量コンパクトなシステムを設計した。
⇒ 体積約60%減、重量約50%減

3. 研究開発成果について

◆特許や論文、学会発表、広報等の取り組み

年度	特許出願			論文		その他外部発表			発電デ モ 実績
	国内	外国	PCT 出願	査読 付き	その他	学会 発表 講演	プレス 発表	展示会 への出展	
2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2023 (見込み)	0	0	0	0	0	0	0	(1)	1



「InterBEE 2022」出展の様子

<2022年度の主な実績>

- ▶ 映像・放送機器の展示会「InterBEE 2022」に出展（2022年11月）
プロトタイプシステムAを展示し、非常用や可搬型のニーズ調査を行った。

<2023年度の実績と見込み>

- ▶ 豊洲公園のイベント会場で可搬型電源としてFCシステムによる発電デモを実施（2023年5月）
大型モニタ、パソコン、iPad、AR機器等の平均550W、約6時間（3.3kWh）の実証を実施した。
今回の実証で発動発電機を使用した場合と比較して、約4.9kgのCO2排出を削減したと推定する。
- ▶ 映像・放送機器の展示会「InterBEE 2023」に出展予定（2023年12月）



豊洲公園イベントでの発電デモの様子 12

4. 今後の見通しについて

◆ 実用化・事業化のイメージ



[参考] 発電機代替
(イベント会場用可搬電源)

軽量

可搬

- ・工事現場
- ・祭り・イベント会場
- ・アウトドア 等

移動体

- ・小型フォークリフト
- ・小型モビリティ
- ・自動搬送ロボット

非常用

- ・避難所、自治体
- ・医療現場
- ・無線通信機器、
基地局、等



[参考] 自動搬送ロボット
(出典: Alibabaプレスリリース)



小型 [参考] 無線通信システム_バックアップ
(出典: 日本無線HP)

- 主要用途である小型移動体においては、本プロジェクトの開発成果を基に、移動体メーカーと専用システム開発が必要である。
- プロトタイプシステムBとしては、移動体、非常用、可搬型用途への展開が可能であり、水素供給者との連携が鍵と考える。

4. 今後の見通しについて

◆ 実用化・事業化に対する今後の課題と対応方針

小型移動体用途

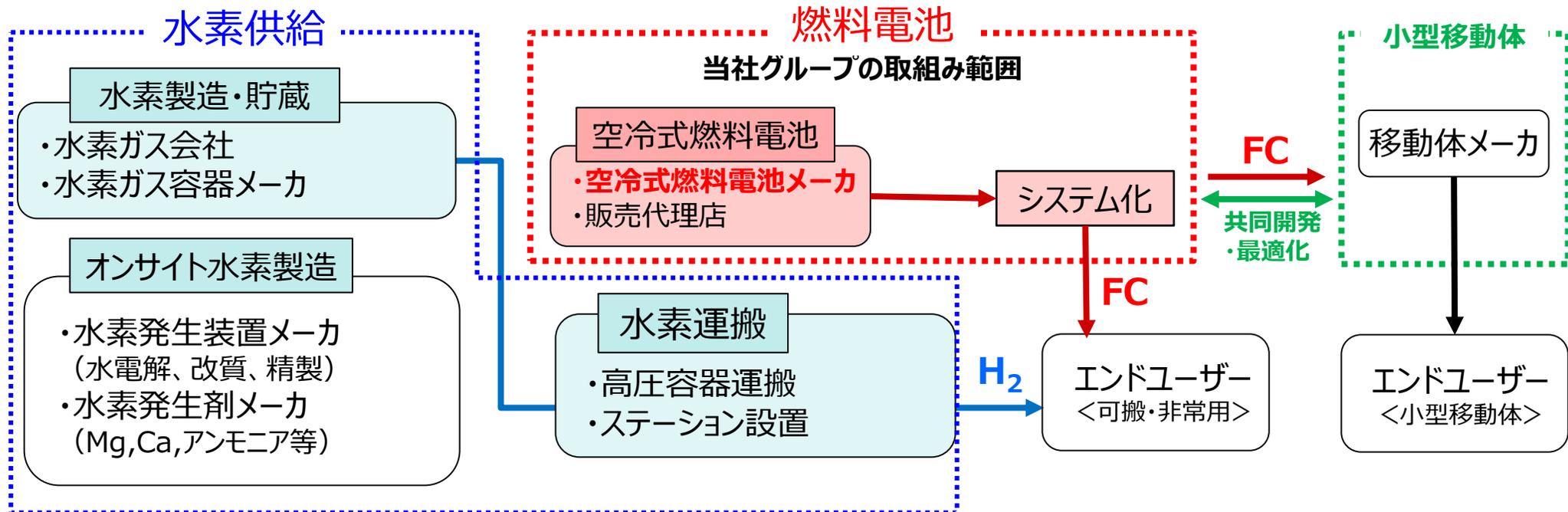
➤ 実用化に向けて、移動体メーカーとの専用システム開発を通じて用途に応じたシステムの最適化を行う必要がある。

可搬用途、非常用用途

➤ 水素供給体制の構築：得られた顧客ニーズにアプローチするために、水素供給者との連携も含めた提案が必要である。

水素供給側 への要望事項

- 小型高圧容器の提供および水素供給サポート（充填・運搬）
- 小口の水素供給インフラおよび法整備



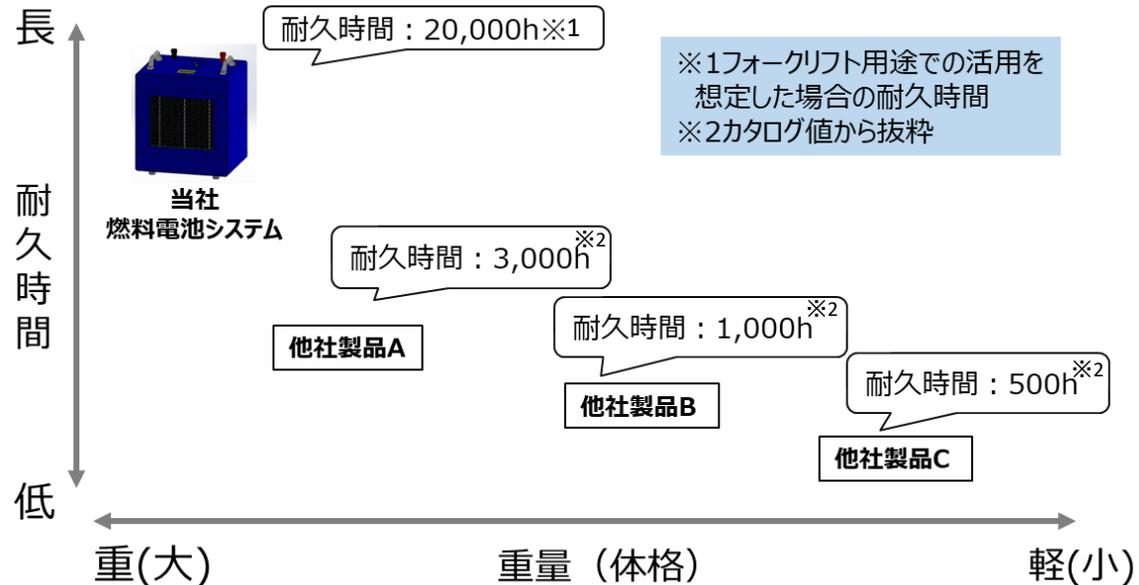
4. 今後の見通しについて

◆競争力

- ▶ 他社よりも高い耐久性とロバスト性を有する空冷式燃料電池システムを開発
- ▶ 当社グループの燃料電池材料技術、顧客基盤とリソースを活用し、水素エネルギーの利活用を求める顧客にアプローチ

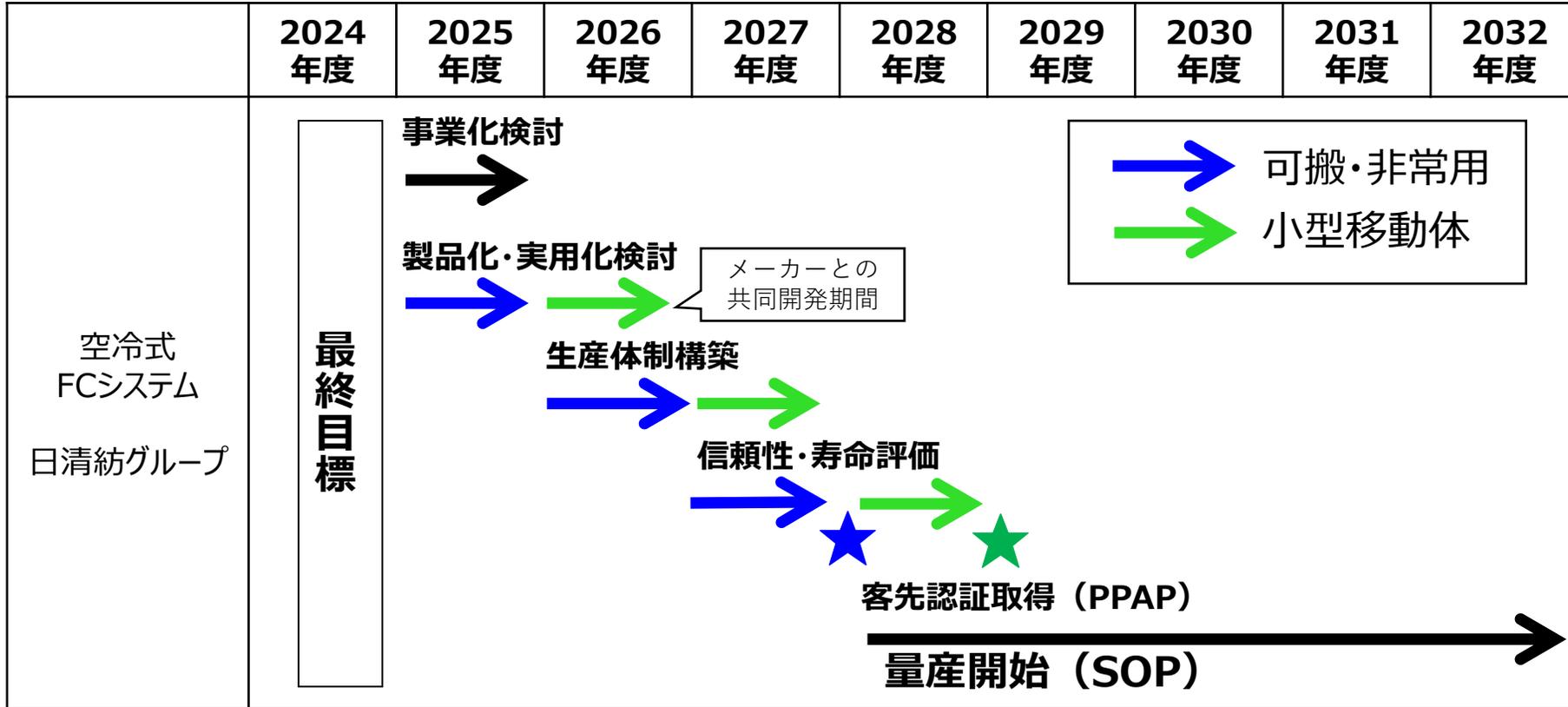
本プロジェクトで開発した空冷式燃料電池システムは、競合他社と比較して耐久性と、低温環境での発電等ロバスト性が高い。

移動体向け以外にも、日本無線の各種ソリューション事業の顧客基盤を活用し、オフグリッド電源等、非常用、可搬型用途への展開も考えている。



4. 今後の見通しについて

◆事業化スケジュール



- 2030年の燃料電池の本格普及に合わせて2028年以降の本格量産移行を想定している。
- 本プロジェクトで開発したプロトタイプシステムを2025年度から顧客に提供し、システムの製品化と実用化の検討を行う。
- 2026年には生産体制を構築し、2027年までに客先認証を終えるスケジュールを計画している。まずは、本プロジェクト完了までに製品化に進む顧客の獲得を目指す。