

発表No.A2-5

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/  
多用途展開可能なクラウド対応型燃料電池（FC）発電モジュールの開発

発表者名	昆沙賀 徹
団体名	(株) 豊田自動織機
発表日	2023年7月14日

連絡先：  
株式会社豊田自動織機  
<https://www.toyota-shokki.co.jp/>

# 事業概要

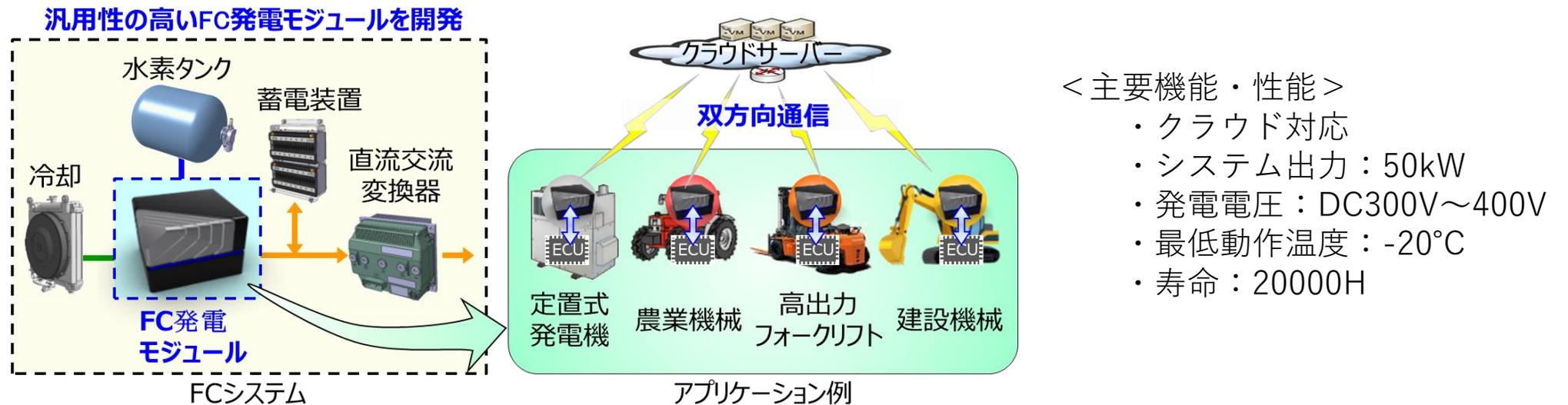
## 1. 期間

開始：2021年8月

終了（予定）：2025年3月

## 2. 最終目標

クラウド対応型FC発電モジュールを開発。  
実証試験を実施し、多用途活用における  
課題抽出/対応方策検討を実施。



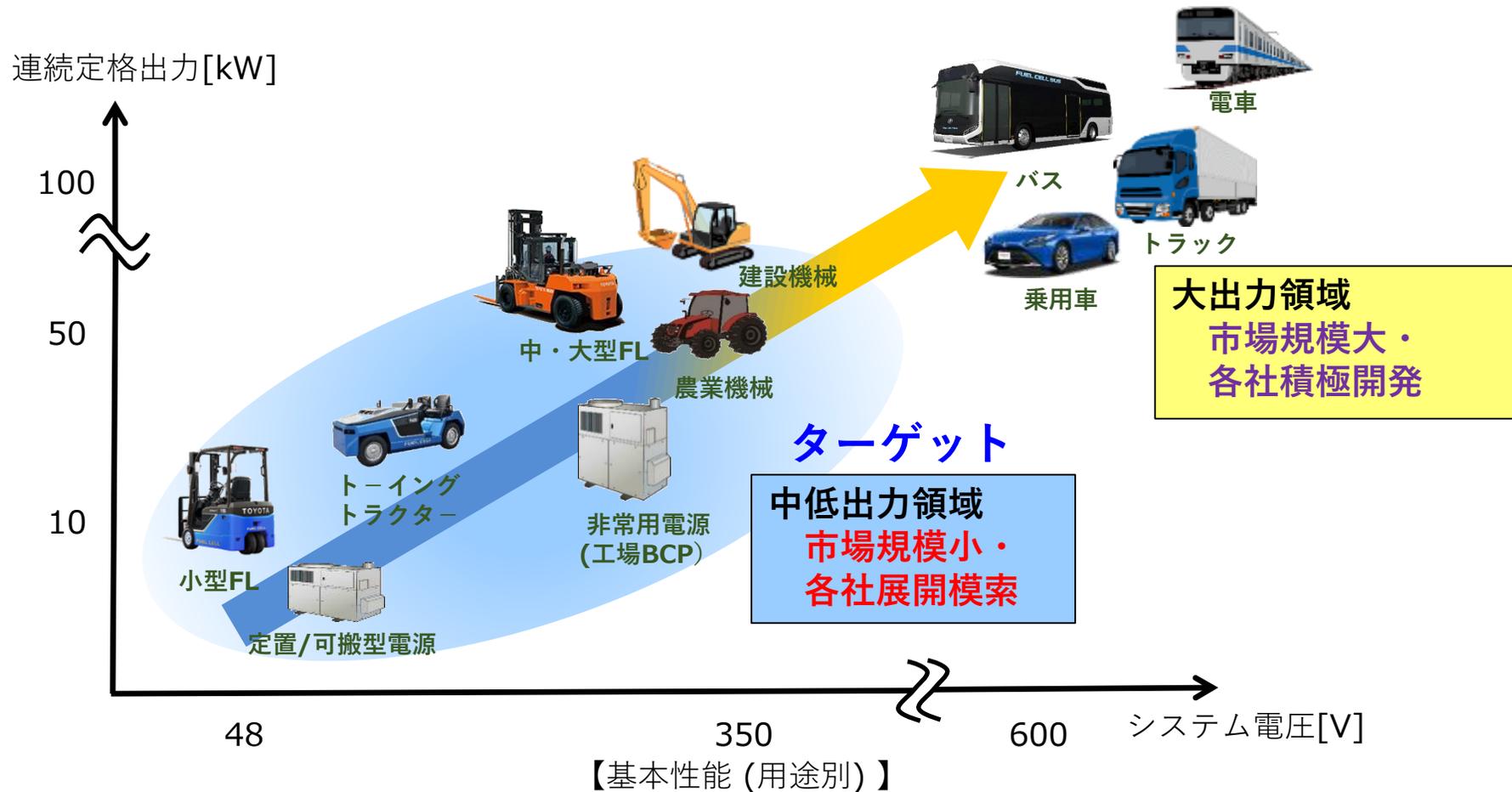
## 3. 成果・進捗概要（2023年3月時点）

基本システム/構成部品開発を実施し、基本動作確認（目途付け）完了。

- ・システム出力：50kW
- ・発電電圧：DC300 V～400V

# 1. 事業の位置付け・必要性

## ■ 本事業実施の背景/目的

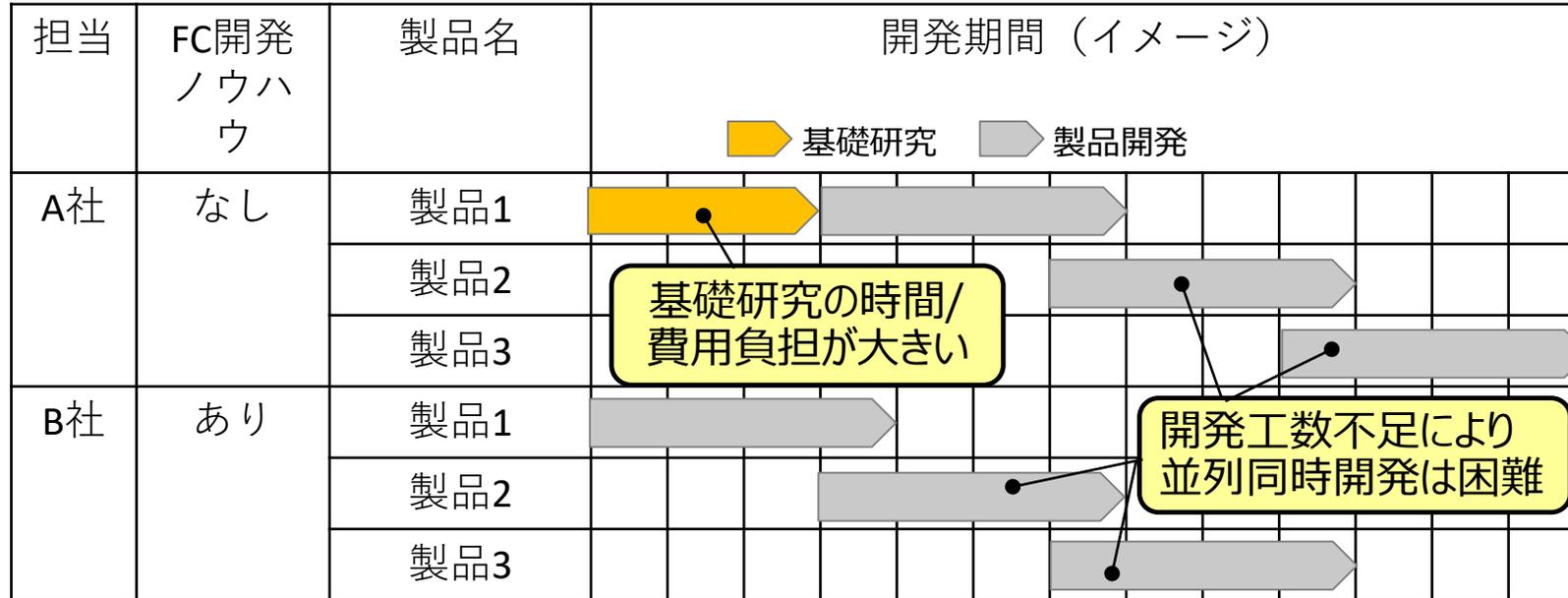


市場規模が小さい中低出力領域の様々なアプリケーション用の汎用的なFC発電モジュールを開発し、FCの多用途展開に寄与

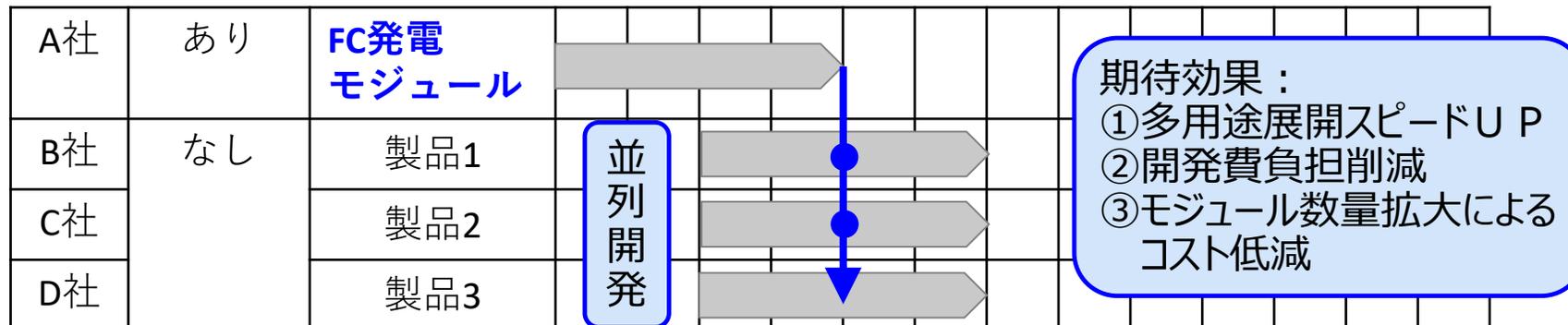
# 1. 事業の位置付け・必要性

## ■ 位置づけ/必要性

＜現状＞ 個社による棒継ぎ開発

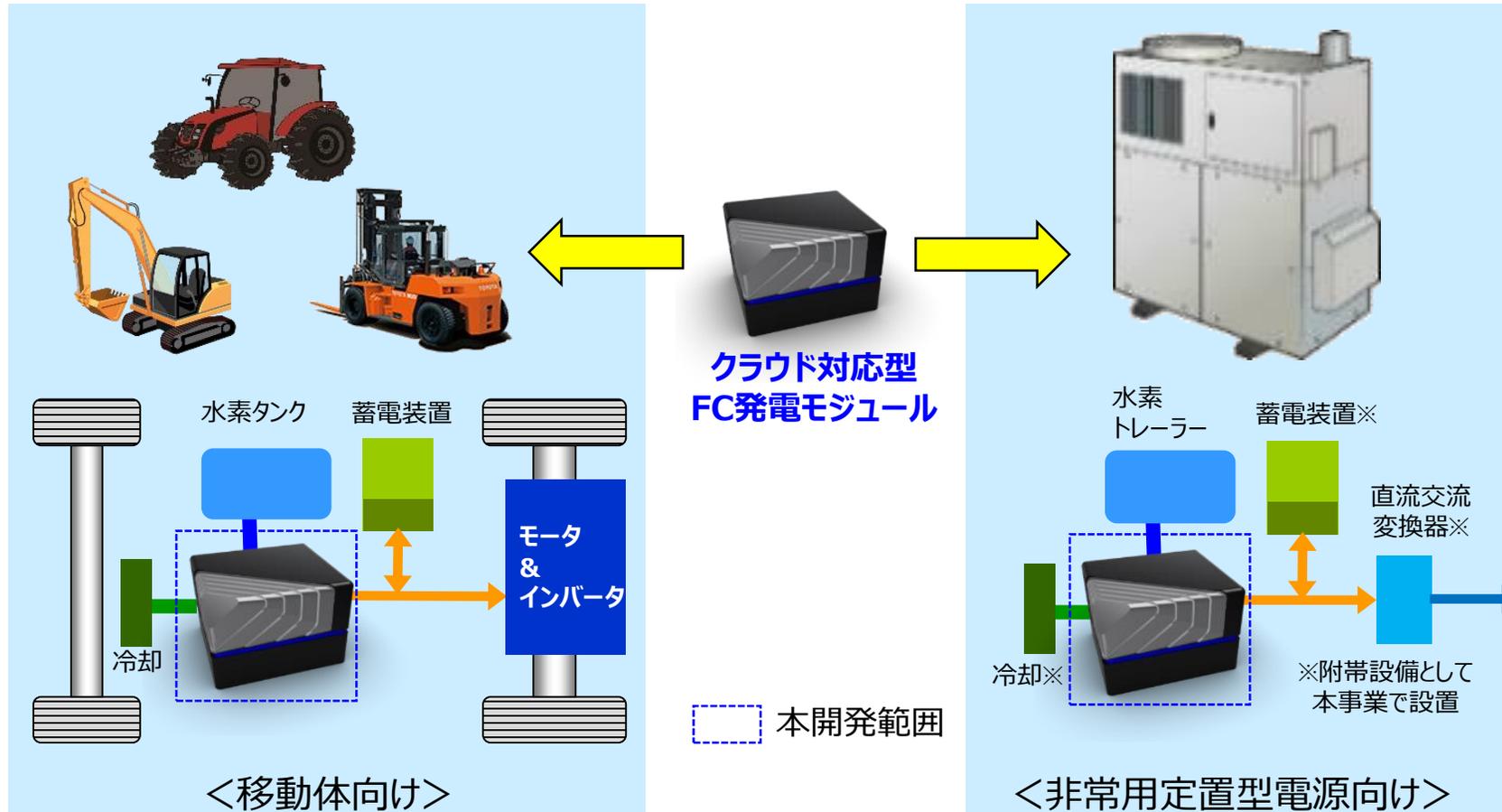


＜今後＞ FC発電モジュールによる並列開発



# 1. 事業の位置付け・必要性

## ■ 本事業での実施内容



汎用的なFC発電モジュールを開発し、移動体及び非常用電源用途向け発電機の実証試験を実施

市場適合に対する課題抽出/多用途展開への有用性を検証

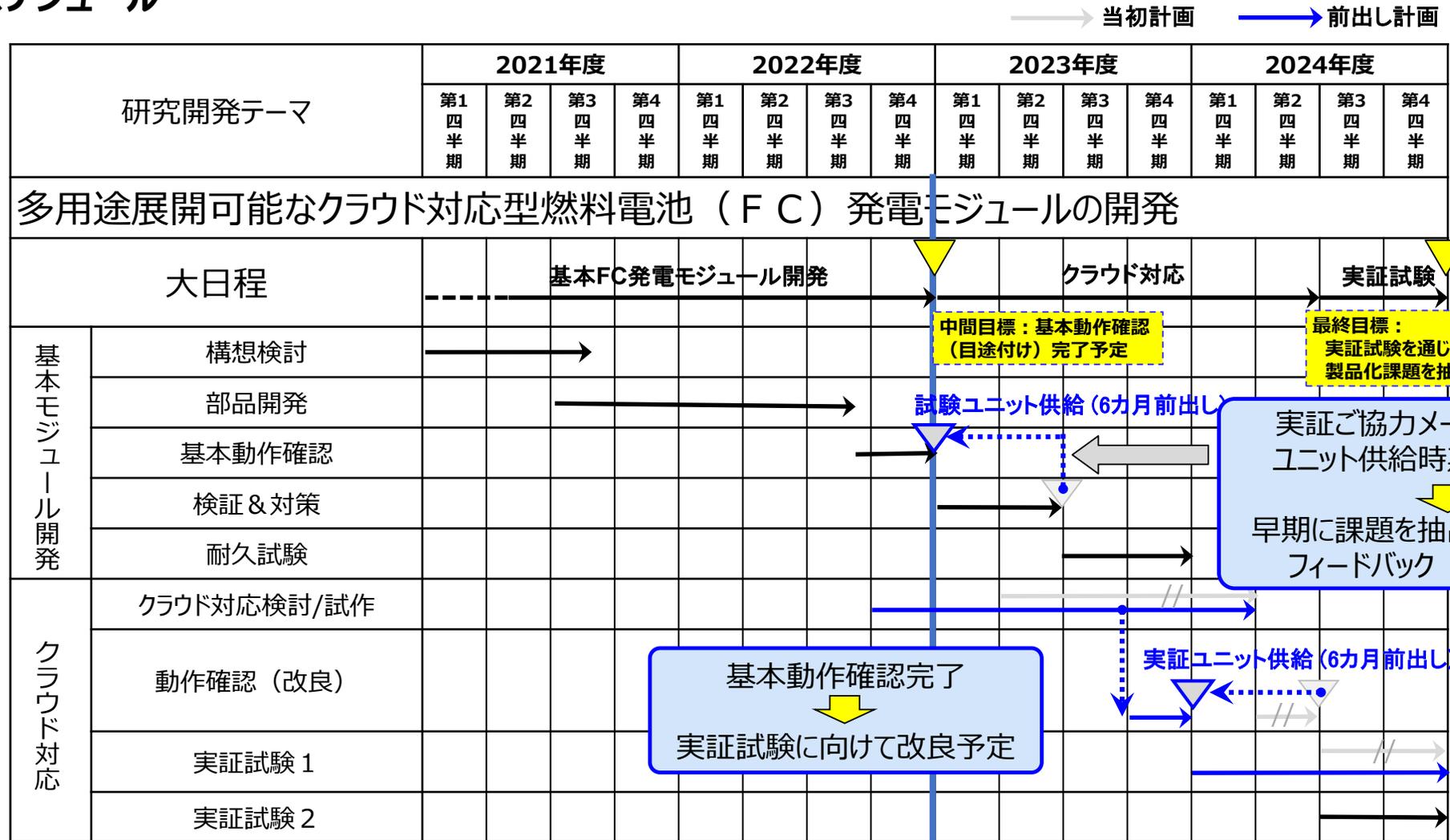
## 2. 研究開発マネジメントについて

### ■ 開発目標設定の背景 <主要機能、性能>

項目	開発目標	設定の考え方
FC発電モジュール構成	クラウド対応あり 冷却系、蓄電装置、 水素タンク別体型	既存市場に製品を供給する事業者が <b>安心して自社製品をFC化</b> できるよう <b>クラウド対応機能を設定</b> ※保守管理のために、発電状態などのモニタリングや遠隔からのFC発電装置起動ができる機能付加
		既存の発電装置構成を最大限活用し、アプリケーションの低コスト化を図るため、 <b>FC発電モジュールは汎用性</b> を持たせた最低限の構成として設定
システム出力	50kW	ターゲット市場とする中低出力領域として設定
発電電圧	DC300V~400V	FCシステム全体の低コスト化を考え、 <b>電動車両</b> として普及がはじまっている <b>蓄電装置</b> の電圧及び、 <b>定置型発電装置の負荷機器</b> の電圧（単相200Vまたは3相200V）を <b>考慮し設定</b>
環境温度(性能保証)	-20℃~40℃	移動体・非常用電源の温度をベンチマークし設定
寿命	20000H	お客様での長期運用を見据え、メンテナンスコスト低減を図る観点から寿命を設定

# 2. 研究開発マネジメントについて

## ■ 開発スケジュール



### 3. 研究開発成果について

#### ■ 目標及び進捗状況（2023年3月時点）

研究開発テーマ	中間目標	達成度	進捗状況
基本FC発電 モジュール開発	構想検討	○	<ul style="list-style-type: none"><li>・自社保有技術を用いたモジュール構成ユニットの検討を実施し、FC発電モジュール基本構成を決定。</li><li>・移動体への搭載要件をヒアリングし、構想図作成。</li></ul>
	部品開発	○	<ul style="list-style-type: none"><li>・大電力変換器（昇圧コンバータ）の試作機を開発。必要連続出力の目途付けを完了。</li></ul>
	基本動作確認	○	<ul style="list-style-type: none"><li>・発電制御ソフト基本構成検討完了。</li><li>・クラウドからのFC発電モジュール起動シーケンス検討完了。</li><li>・試作機を製作し、50kW連続発電及び効率目標達成確認。</li></ul>

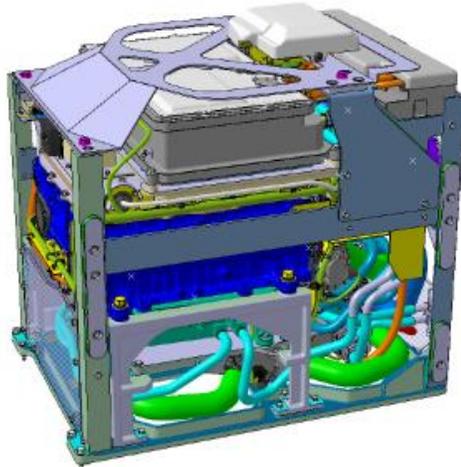
中間目標（22年度末）達成済み



今後、基本FC発電モジュール改良及びクラウド対応機能織り込みを実施予定

# 3. 研究開発成果について

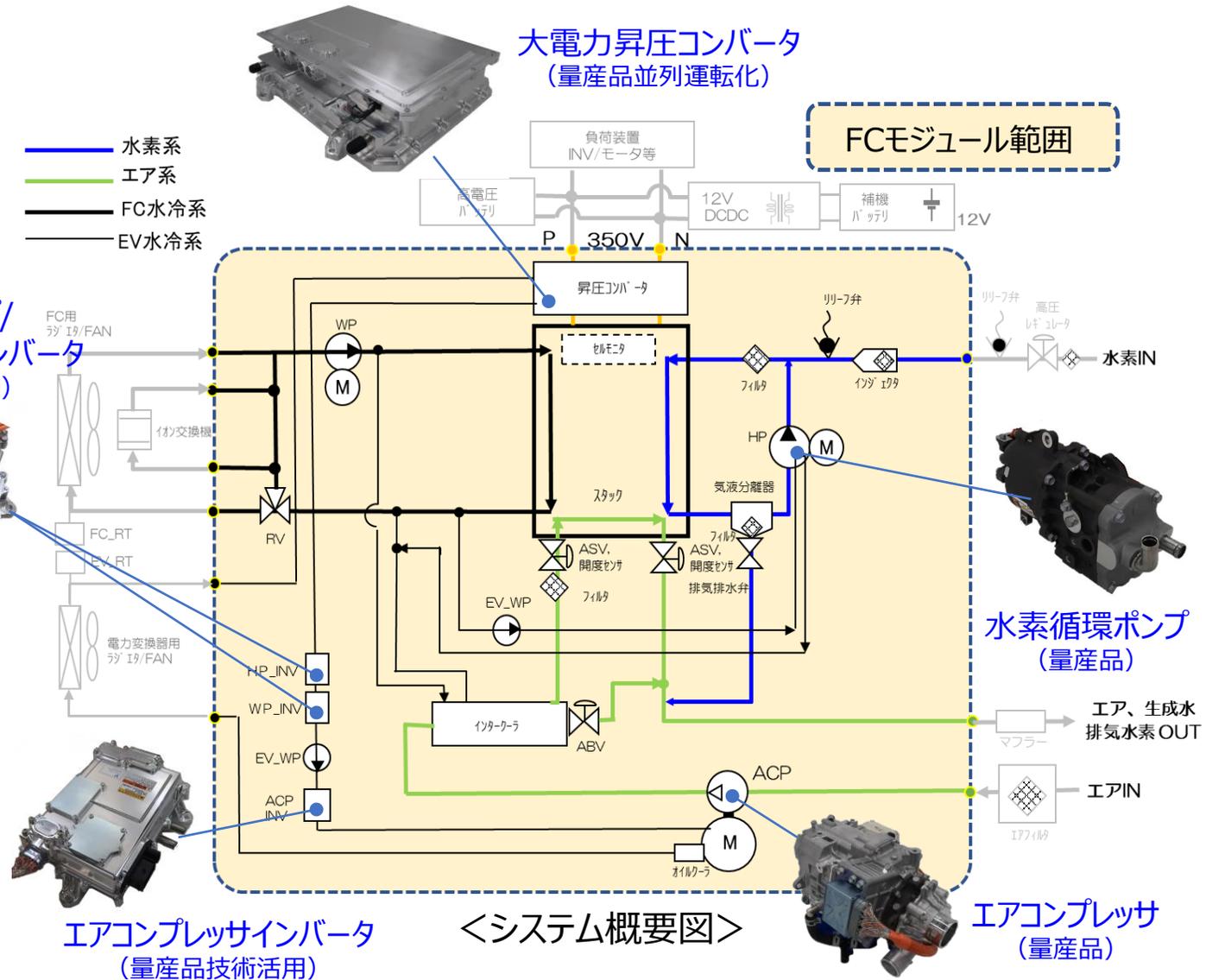
## ■ 構想検討



＜FC発電モジュール構想＞

＜システム主要仕様＞

項目		単位	TICO
電気仕様	連続定格 出力電力	kW	50
	出力電流	A	145
	出力電圧範囲	V	300~400
水素	供給圧	MPa	最大1.6
環境温度（動作保証）		℃	-30~45
システム効率@連続定格点		%	48以上
耐久性		hr	20,000以上
オーバーヒート		℃	80



他社仕様ベンチマークし決定

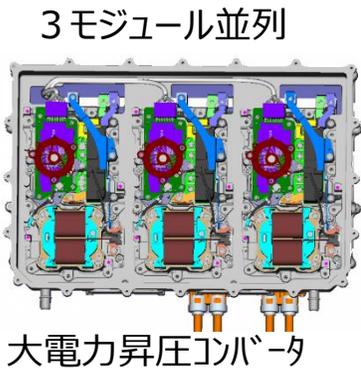
量産ユニットを最大限活用したシステムを構築

# 3. 研究開発成果について

## ■ 部品開発 (大電力昇圧コンバータ)



TICO量産モジュール(18kW)の並列使用を検討



【開発課題と対応】

開発課題	対応
低コスト・小型化のための 並列台数削減 (4台⇒3台)	冷却強化による単体出力のUP (約18kW/台⇒20kW/台)
	並列運転制御技術確立による バランス動作の実現

量産ユニットの並列台数の削減 (4並列⇒3並列) を実現し、  
低コスト・小型の大電力昇圧コンバータの開発目途付けを実施

# 3. 研究開発成果について

## ■ 基本動作確認

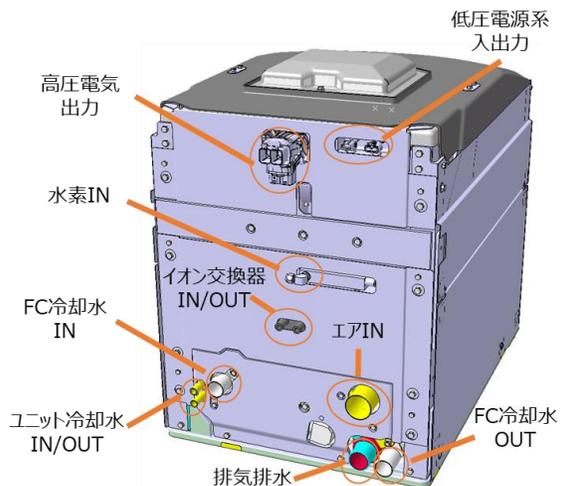
### <試作機製作>



<全景>

### <内部構造>

体格：D925 × W630 × H837



<接続インターフェース面>

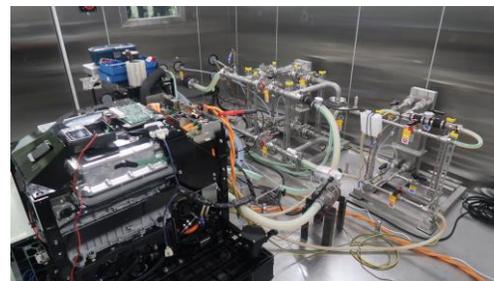
実証試験ご協力メーカーと調整し、  
 搭載可能な外観計上/接続インターフェースを決定。

### <動作確認時の主な発生課題>

試作機課題	試作機対応（暫定）
センサノイズ影響大	ノイズフィルタ追加
出力電流ハンチング大	電流制御フィードバック定数見直し

今年度の実証機に恒久対策織り込み予定

### <評価設備導入>



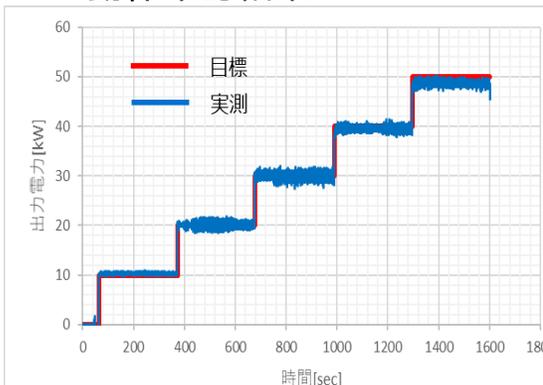
<大型恒温槽内部風景>



<実験風景>

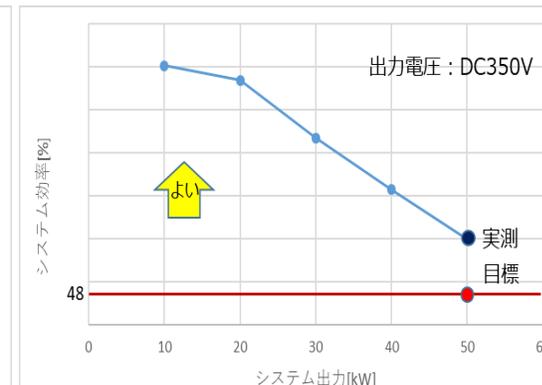
評価設備を導入し、特性取得を実施

### <動作確認結果>



<出力特性>

目標出力50kW確認  
 (各指令電力追従良好)



<効率特性>

目標効率48%以上確認  
 (50kW@350V)

## 4. 今後の見通しについて

### ■ 今後の課題と対応方針

<試作機発生課題対応（暫定対応の恒久化）>

No	項目	現状	対応方針
1	ノイズ対策	追加可能カ所すべてにノイズフィルタ追加	ノイズフィルタの削減（最適化）
2	適合	昇圧コンバータに起因する出力電流ハンチング発生。最大出力を確認優先のため、定数適合未実施（1点のみで適合）	昇圧コンバータ外部から適合可能とするため、CAN通信によるソフト書き換え機能を実装し、定数適合を再実施
3	評価	基本動作（最大出力、効率）のみ確認	出力温度特性、高温動作試験、振動試験等を実施

<機能/性能向上>

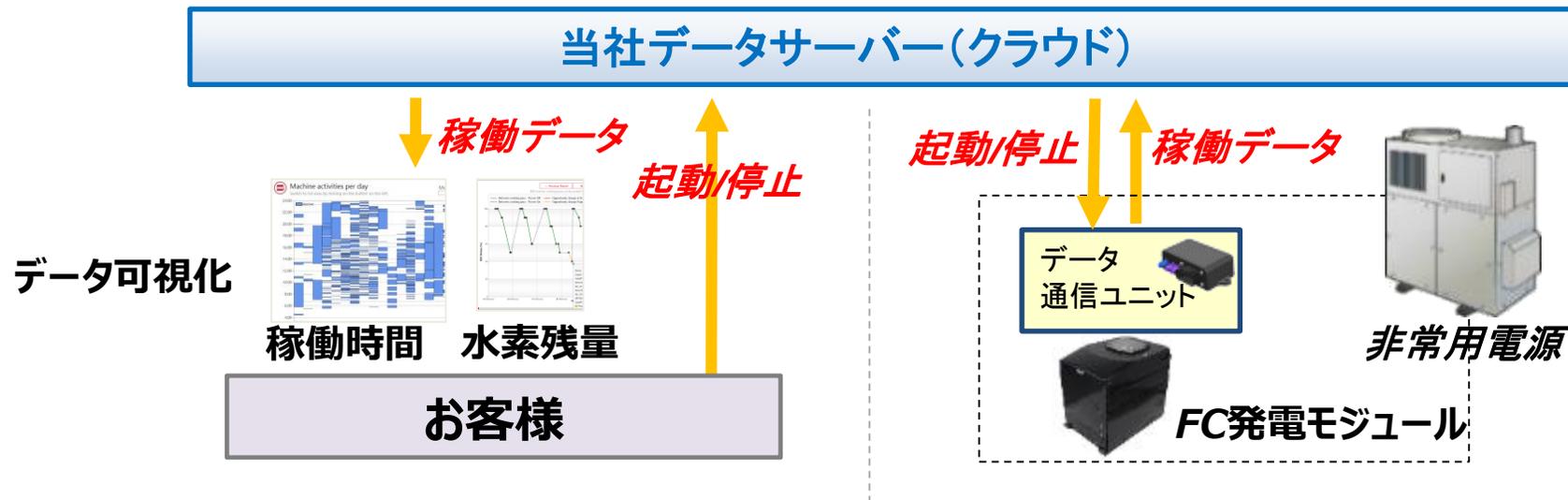
No	項目	課題	対応方針
1	クラウド対応	FCモジュールの起動・停止/動作データ取得制御シーケンス開発	基本FC発電モジュールを改造（通信機能付与）し、クラウド側からのモジュール起動シーケンスを実装/課題の洗い出しを行う。
2	アプリケーション連携	アプリケーション側との通信による協調制御 実使用環境における過渡的動作（負荷急変等）時の制御適合	協力メーカ（移動体）との通信制御のすり合わせを実施。先行試作機を供給し、アプリケーションの異常時を含む実動作時における課題の有無を確認する。
3	耐久寿命	アプリケーション毎の負荷パターンによる耐久寿命の確保	①負荷パターンを模擬した耐久試験を実施環境整備 ②実証試験データ活用し耐久試験を実施 課題を洗い出し長寿命化する。

## 4. 今後の見通しについて

### ☆機能/性能向上 1)クラウド対応

#### <織り込み機能>

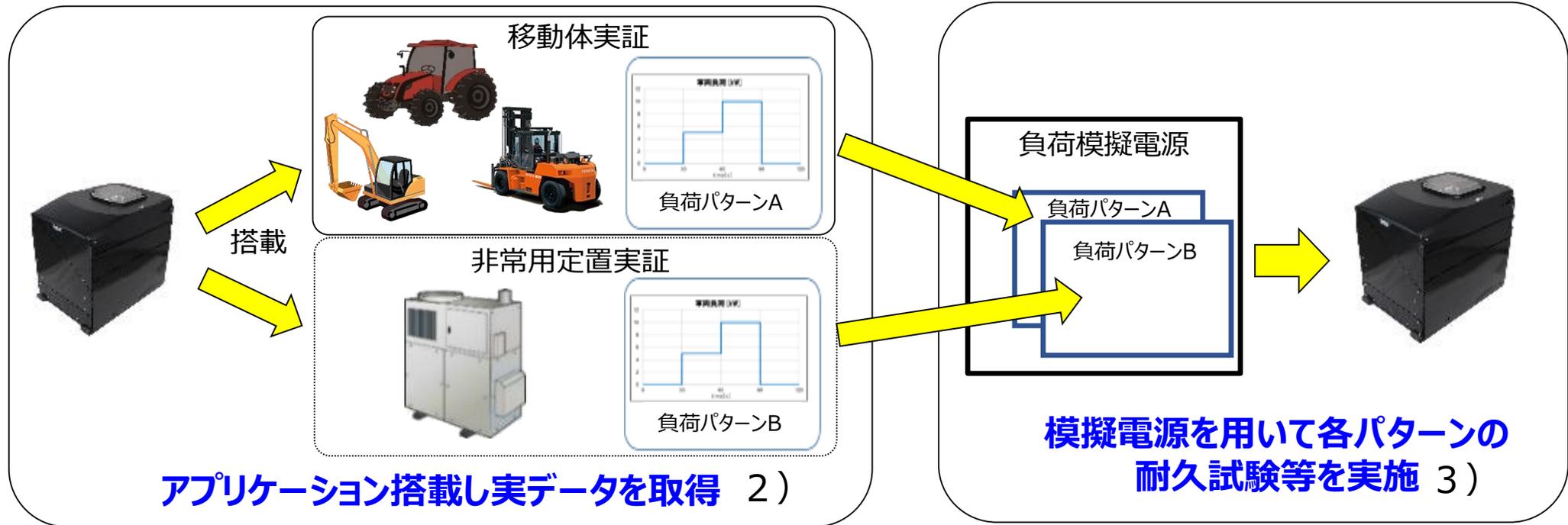
No	機能	概要	
1	データ収集	運転中のFCモジュール、およびアプリケーション内部状態をクラウドにて収集 メンテナンス時期等 お客様へのサービスに活用	
2	遠隔操作	FC発電モジュール	FCモジュールのリモート起動/停止
		アプリケーション	FCモジュールを介してアプリケーションをリモート制御



基本FC発電モジュールを改造（通信機能付与）し、クラウド側からのモジュール起動/停止シーケンスを実装/市場導入に向けた課題の洗い出しを実施

## 4. 今後の見通しについて

- ☆機能/性能向上 2)アプリケーション連携  
3)耐久寿命



実証ご協力メーカー様にモジュールを供給（23年3月）実施。

以下の課題検証/対策を行い、クラウド対応型FC発電モジュールへ織り込み予定。

- ・アプリケーション側との通信による**協調制御の適合**
- ・実使用環境における**過渡的動作**（負荷急変等）への耐性
- ・模擬電源を用いた耐久評価による**寿命推定**（実使用データ活用）

# 4. 今後の見通しについて

## ■ 標準化戦略

欧州にてHeavy Duty向け  
FCモジュールの規格化STASHH が進行中  
(2022年3月発表)

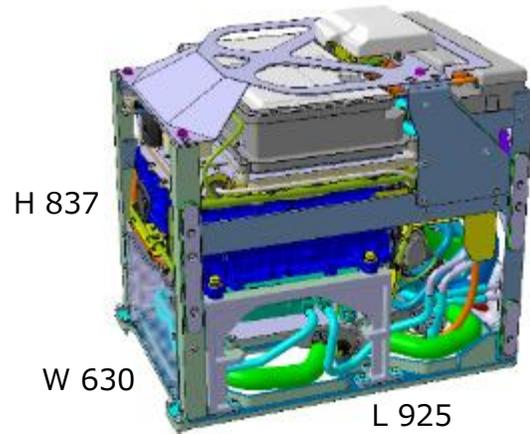
レイアウト、およびインターフェースについて、  
適合を検討中



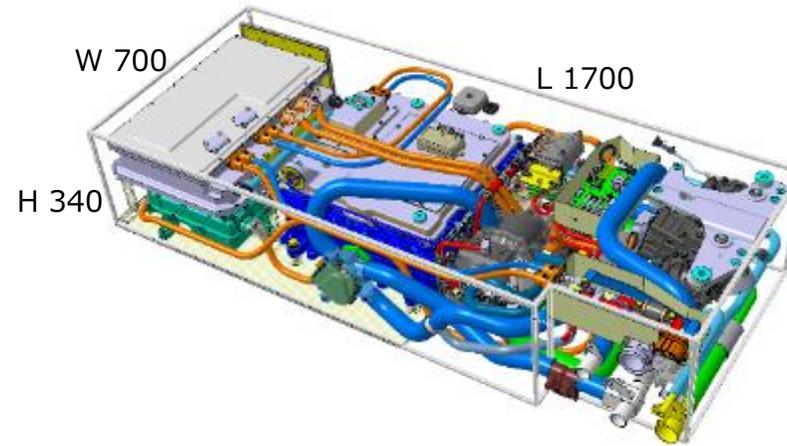
STASHH  
Towards a standardised fuel cell module

StasHH	Length* mm	Width* mm	Height* mm
HH <sub>A</sub>	1.020	700	340
HH <sub>AA</sub>	1.020	700	680
HH <sub>B</sub>	1.360	700	340
HH <sub>BB</sub>	1.360	700	680
HH <sub>BBB</sub>	1.360	700	1.020
HH <sub>C</sub>	1.700	700	340

<レイアウト>



縦型 HH<sub>BBB</sub> (今回開発品)



横型 HH<sub>c</sub>対応 (検討中)

**小型化によるサイズダウンも今後検討**

欧州で計画中のSTASHH (外形形状) 規格案への適合を検討中

以上