

発表No.A2-3

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／

燃料電池システムを搭載した油圧ショベルの研究開発と実証検証

発表者名	山口 拓則
団体名	コベルコ建機株式会社
発表日	7月14日

連絡先 コベルコ建機株式会社
<https://www.kobelco-kenki.co.jp/>

事業概要

1. 期間

開始 : 2021年8月
終了(予定) : 2024年3月

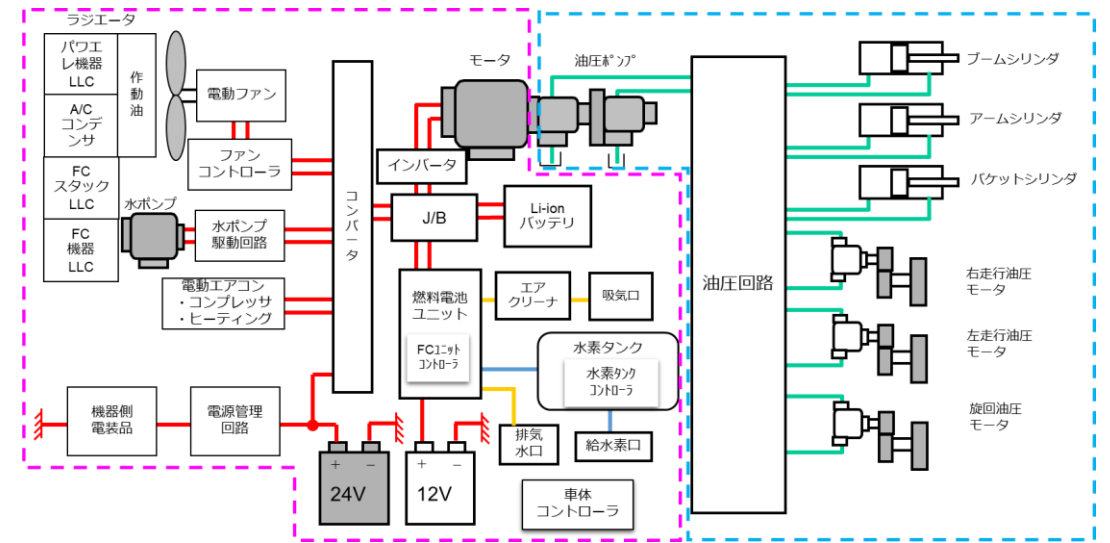
2. 最終目標

本事業における技術開発目標は以下の4項目

1. 燃料電池を動力源とした油圧ショベルの動作確立
2. 動力変動に追従した動力制御システムの確立
3. 燃料電池化に適した冷却システムの確立
4. 油圧ショベルの耐環境(振動・衝撃)を考慮した実装技術の確立

3. 成果・進捗概要

- ・ベンチ試験設備を立上げ
- ・動力制御システムの検証実施
- ・冷却システムの構築
- ・水素安全に関するルール、手順書の作成
- ・上記検討結果を反映した試作機を設計、製作
- ・試作機用水素充填装置導入
- ・機設計に係る特許4件を出願



新規開発

現行システムを踏襲

燃料電池ショベルシステム概要図

1. 事業の位置付け・必要性

2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略(令和2年12月)より

建設施工分野においては、2030年度 ICT施工の普及により32000 t /年のCO2削減を目指す。

2050年度のカーボンニュートラルに向けては

「革新的建設機械(電動、水素、バイオ等)の使用を原則とする」



○従来技術の積み上げでは2050年度の目標達成は困難。そのため革新的建設機械の普及が必要

当社は革新的建設機械の一つとして燃料電池ショベルの開発を行う。

○水素社会実現に向け、建設施工分野への燃料電池適用は水素の需要喚起し、コスト低減に貢献するもの
と考える。

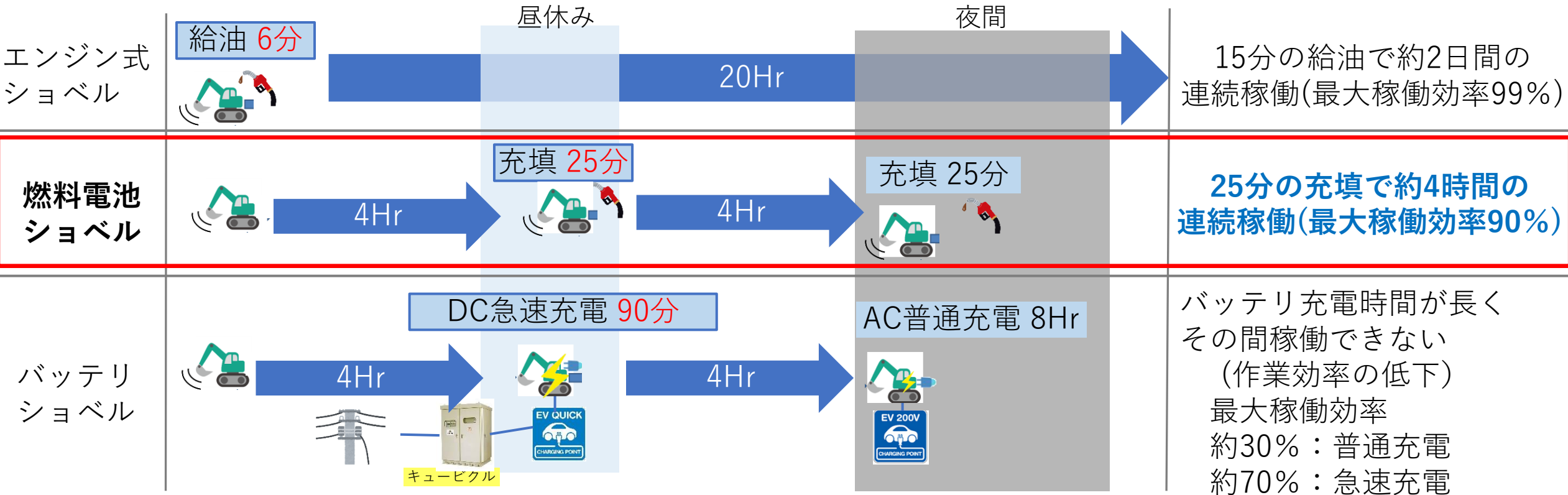
燃料電池を動力源とするゼロエミッションショベルを開発、上市することで建設施工分野の
カーボンニュートラル実現に貢献する。

STEP1：燃料電池を搭載した油圧ショベルの商品化に向けた要素開発 (今回の公募対象)

STEP2：水素燃料の供給課題を考慮した差別化技術を確立

1. 事業の位置付け・必要性

燃料電池ショベルの優位性 燃料電池ショベルとバッテリーショベルの稼働効率の違い



中型ショベル稼働イメージ

ショベルの大型化を考慮したとき

燃料電池ショベル：昼休みに充電完了できれば、エンジン式に近い稼働効率および連続稼働が可能

バッテリーショベル：大容量バッテリーを搭載するため充電時間が長くなり、稼働効率が低下する

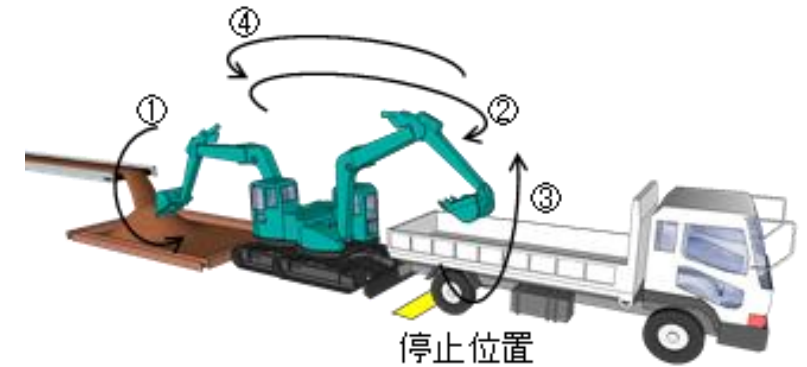
2. 研究開発マネジメントについて

油圧ショベルの基本的な掘削作業について

・右図のように①掘削→②持ち上げ旋回→③排土→④復帰の一連の動作から成る掘削作業について評価を行う。

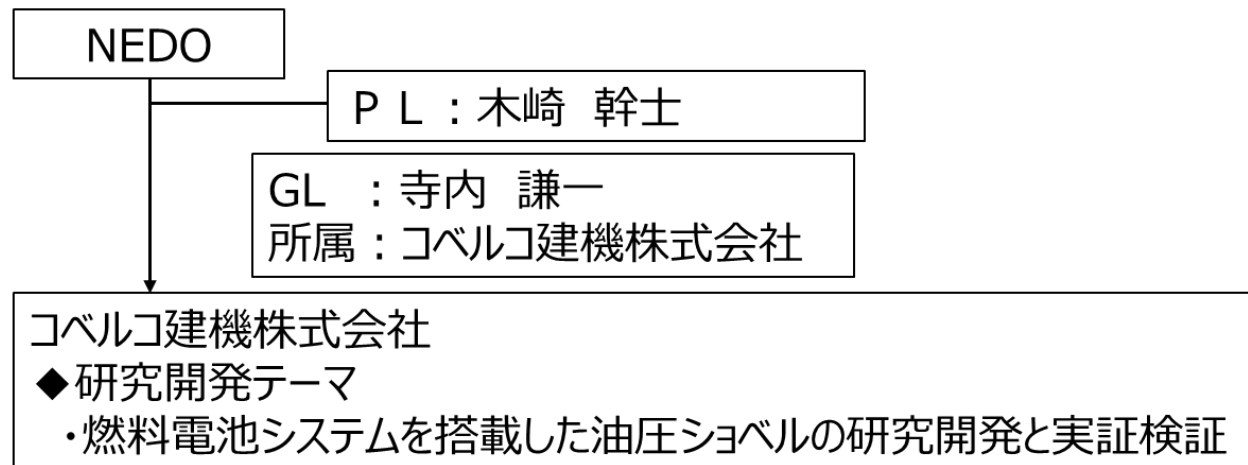
高圧水素を充填し数時間連続して標準的掘削作業ができることを確認する。

- ・水素を燃料とすることを気にせず安全に作業できる
- ・標準的な掘削作業において、ディーゼルエンジン式と遜色なく使える

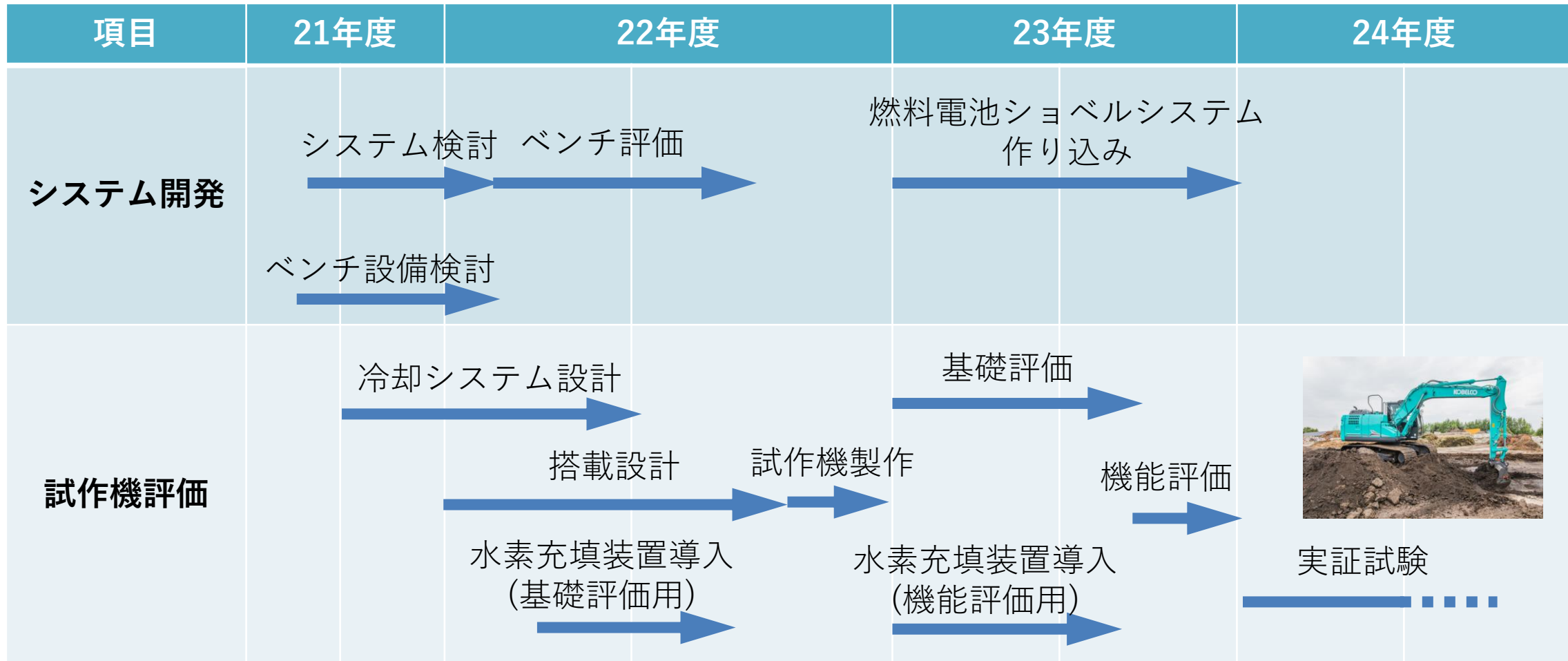


典型的な掘削作業の例

体制



3. 研究開発計画

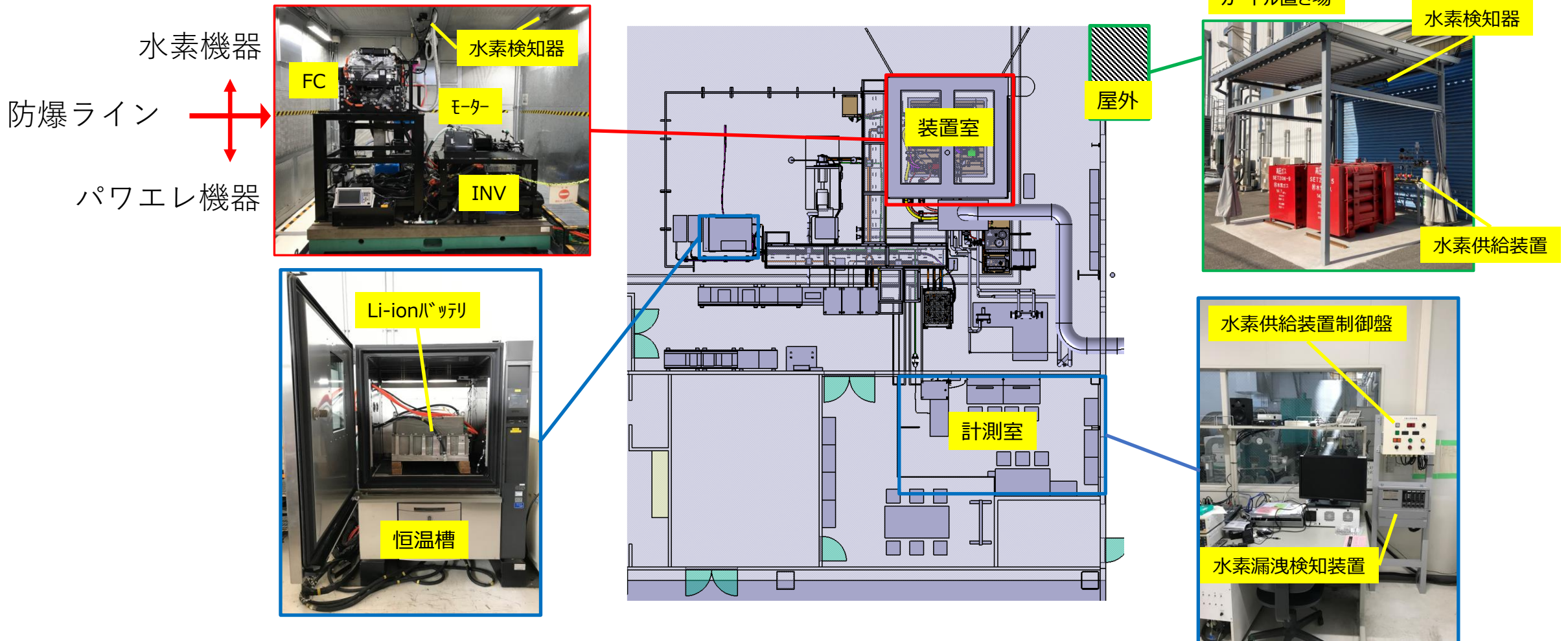


4. 研究開発成果について

ベンチ設備の構築 実機への燃料電池搭載前にベンチ設備にて動力制御システムの検証を行った

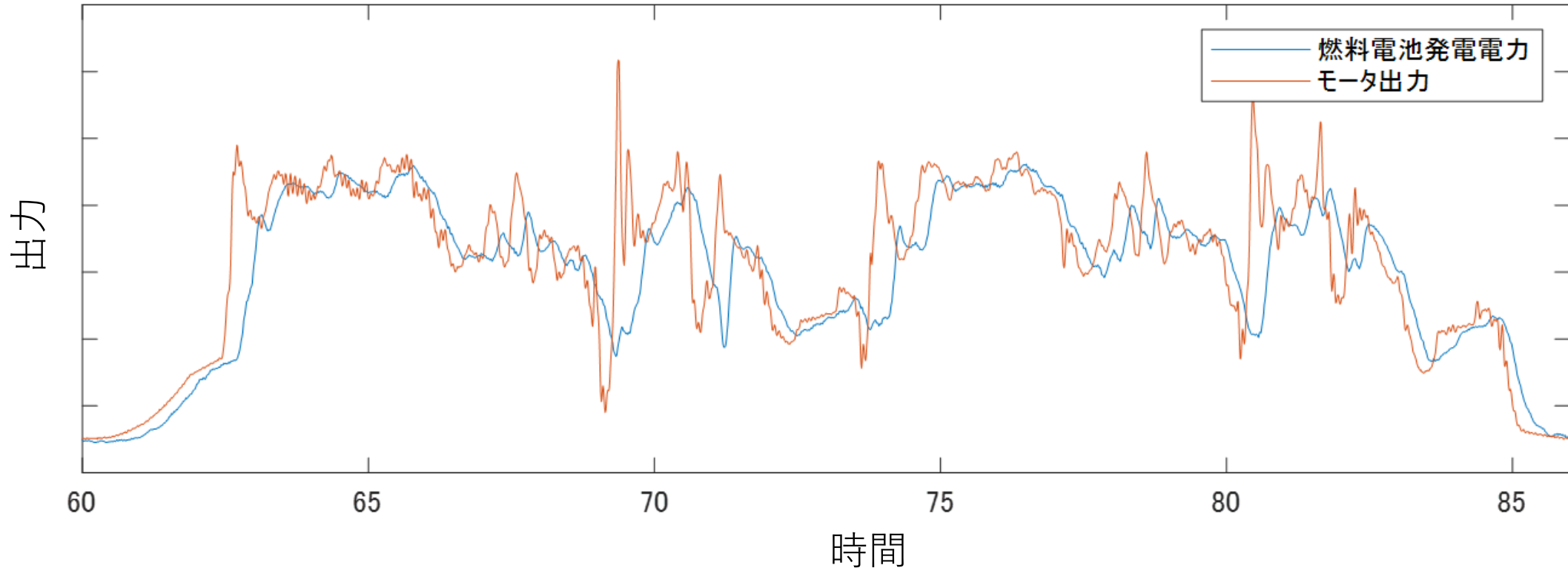
安全対策 何度も消防局と打合せを行い設備、運用の合意を得た

- ・ 水素漏洩、換気、動力系システムのいずれかの異常を検知すると、水素供給を自動停止するシステムを構築した
- ・ 装置室内は、水素関連機器とパワエレ機器を上下に分けて、水素漏洩時の引火リスクを低減した。



4. 研究開発成果について

ベンチ設備での検証結果：実機模擬負荷試験により動力制御システムの挙動検証
模擬負荷に対して必要な電力が供給できることを検証



油圧シヨベルの実負荷に応じて燃料電池から電力を供給できることを確認した

4. 研究開発成果について

熱マネジメントシステム開発：試作機向け冷却システムの構築

- ・ エンジン駆動機(従来)と比較して必要放熱量が増加
- ・ 冷却水温度要件がエンジン駆動機に比べ低い



ベース機の搭載寸法制約内でラジエタの大型化と風量確保することで冷却性能を成立させた

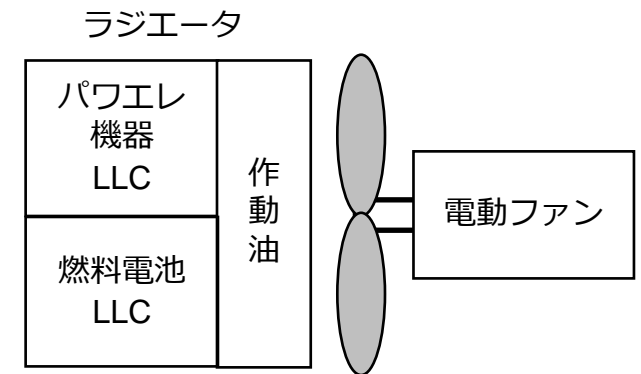
- ・ パワエレ機器増加に伴い冷却回路が増加し複雑化



温度要件、発熱条件が異なる回路を1カ所にまとめて冷却



- * ラジエタ能力および機器レイアウト、外気温を考慮したシミュレーション、および冷却性能検証用ベンチ試験を通じて冷却性能を確定した。
- * 目標とする冷却性能を達成する試作機を設計・製作した。



異なる冷却回路のラジエタを1カ所に集めて同一のファンにより冷却

4. 研究開発成果について

簡易充填装置の導入 基本評価試験用の水素充填を行うため、簡易充填装置を導入

安全対策 消防署との打合せを重ねて届出を承認頂く

- ・水素充填時：電気機器、稼働中の油圧ショベル等の火気と見なされるものとの安全距離の確保
- ・水素カードル保管 油圧ショベルが近付かない場所に設定



簡易水素充填設備

水素充填作業

一般高圧ガス保安規則に準じたルール、手順書を作成

- ・作業者の携行品
- ・充填作業向け安全教育実施
- ・充填中の安全距離の確保
- ・水素充填作業について
リスクアセスメントを実施
⇒充填手順書を作成

3. 研究開発成果について

試作機の製作 組立に関しても一般高圧ガス保安規則に準じたルールを作成し対応

○組立作業

- ・ 作業者の服装、使用工具、携行品のルールを作成
- ・ 防爆のための安全距離、換気ルール、電気設備の扱いを決定
- ・ リスクアセスメントを実施 ⇒ 組立手順書を作成
電気設備の多い建屋内での水素漏洩リスクを減らす
組立途中、ショベルを起動する直前に屋外で水素充填
水素ガス検知器での漏洩チェック

○試作機完成(2023.3)

燃料電池仕様に改造した上部旋回体に
ベース機の下歩走行体、アタッチメントを組合せた
試作機を完成した



4. 研究開発成果について

● 現状、4件を出願済み

・発明の名称：冷却装置

出願番号：特願2022-038377

出願日：2022年3月11日

・発明の名称：熱交換装置

出願番号：特願2022-079501

出願日：2022年5月13日

・発明の名称：建設機械

出願番号：特願2022-135255

出願日：2022年8月26日

・発明の名称：建設機械

出願番号：特願2022-142071

出願日：2022年9月7日

5. 今後の見通しについて

○2023年度以降計画

期間	23年/4月～12月	24年/1月～3月	24年/4月～
評価レベル	基礎評価	機能評価	連続稼働評価
水素充填手段	簡易充填装置/低圧	簡易充填装置/中圧	水素ST
試験場所	当社工場敷地内試験場	社内掘削試験場	検討中 (社外水素STおよびその近傍)
目標稼働時間	約1Hr	約2Hr	約4Hr
掘削試験	×	○(短時間)	○(連続)
主な評価	各機器の搭載要件適合確認 ⇒基本動作の確認	掘削作業評価 走行振動 ⇒掘削・走行作業確認	数時間連続した 掘削作業 ヒートバランス評価

※当初の計画からの遅れ発生：水素安全、法規対応に関して設備計画で試行錯誤が多い
(業者との法規関係の打合せ、安全対策の社内合意)

※連続稼働評価：社外で水素供給が可能かつ油圧ショベルが稼働できる自治体、企業を探索中
一方、機能評価によりできるだけ広範囲の検証ができるよう計画して行く

5. 今後の見通しについて

○今後の実証に向けた課題

分野	課題	足元の対応
法規制の整備・緩和 (高圧ガス保安法、一般高圧ガス保安規則)	<ul style="list-style-type: none">・ 稼働現場毎に許可または届出が必要・ 水素タンクと作動油(第四類危険物)を搭載する燃料電池ショベルの輸送が認められるか	<ul style="list-style-type: none">・ 消防局に対して法への適合性、安全策を設備毎に説明し許可申請や届出を行う・ 輸送経路の都道府県に対して安全性について説明を行い許可申請を行う
インフラ関係	<ul style="list-style-type: none">・ 水素STから建設機械が稼働する現場までのラストワンマイルの供給手段	<ul style="list-style-type: none">・ 水素STを保有する企業、自治体、団体に協力頂けるところを探索中
水素貯蔵技術関係	<ul style="list-style-type: none">・ 高圧充填できない場合の稼働時間の短さ	<ul style="list-style-type: none">・ 水素充填インフラおよび水素貯蔵手法の最新動向把握

上記法規制の課題に対して中長期的対応

- ・ ・ ・ 建機工で検討に挙げてもらうよう働きかける、JH2Aの活動にも参画