

NEDO水素・燃料電池成果報告会2022

発表No.C-13

超高压水素インフラ本格普及技術研究開発事業 水素ステーションのコスト低減等に関連する技術開発 本格普及期に向けた次世代ステーション・充填技術の研究開発

発表者：ENEOS（株） 前原 和巳

ENEOS（株）
（株）本田技術研究所
トキコシステムソリューションズ（株）
（一社）水素供給利用技術協会
（一社）日本自動車研究所
（一財）石油エネルギー技術センター

2022年7月28日

連絡先
ENEOS株式会社
E-mail:maehara.kazumi@eneos.com
TEL:03-6551-9698

0. 事業概要

1) 期間

開始 : 2018年6月

終了 (予定) : 2023年3月

2) 最終目標

実施項目	最終目標
① 低コスト対応プロトコル開発	<ul style="list-style-type: none">水素ST側の熱容量等の値を適正化した革新的新規充填プロトコルの制御マップ完成水素供給系で使用される各部品のヒートマス測定法の確立
② 低コスト高頻度水素充填システムの開発	<ul style="list-style-type: none">1時間10台の充填を可能とする低コスト高頻度充填システムの完成
③ 水素充填技術基準整備に関する研究開発	<ul style="list-style-type: none">SAE J2601改訂内容の国内適用における妥当性を検討し、充填技術基準案及び充填技術自主ガイドライン案を作成①の成果に基づく革新的新規充填プロトコルを反映した充填技術基準案を策定

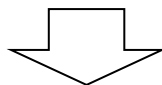
3) 成果・進捗概要

実施項目	成果内容	自己評価 (2022.3末時点)
①	<ul style="list-style-type: none">熱容量等の値を適正化した新規充填制御マップを開発 (MC Multi Map)。実証試験において、本格普及期における連続充填での予冷効果も踏まえ、夏場の気温でもT20相当へのプレクール温度緩和を見通す結果を得た。追い充填等FCVオーバーヒートに対する安全対策を構築動的熱容量を取り込んだ自動プレクール温度制御を開発	○
②	<ul style="list-style-type: none">最小設備構成でダブル充填可能な協調制御システムを開発 (L/T方式及びMC Formula方式)。実証試験において安定的に充填出来ることを確認。	○
③	<ul style="list-style-type: none">①の成果に基づく革新的新規充填プロトコルを反映した充填技術基準案策定に向け、「新規充填プロトコル検討会」を設置し検討を開始・継続。	○

1. 事業の位置付け・必要性

社会的背景

水素社会の実現に向けて水素ステーションの低コスト化が重要な課題となっている。2019年3月に策定された「水素・燃料電池戦略ロードマップ」では2025年に整備費2億円、運営費1.5千万円の目標が示されている。

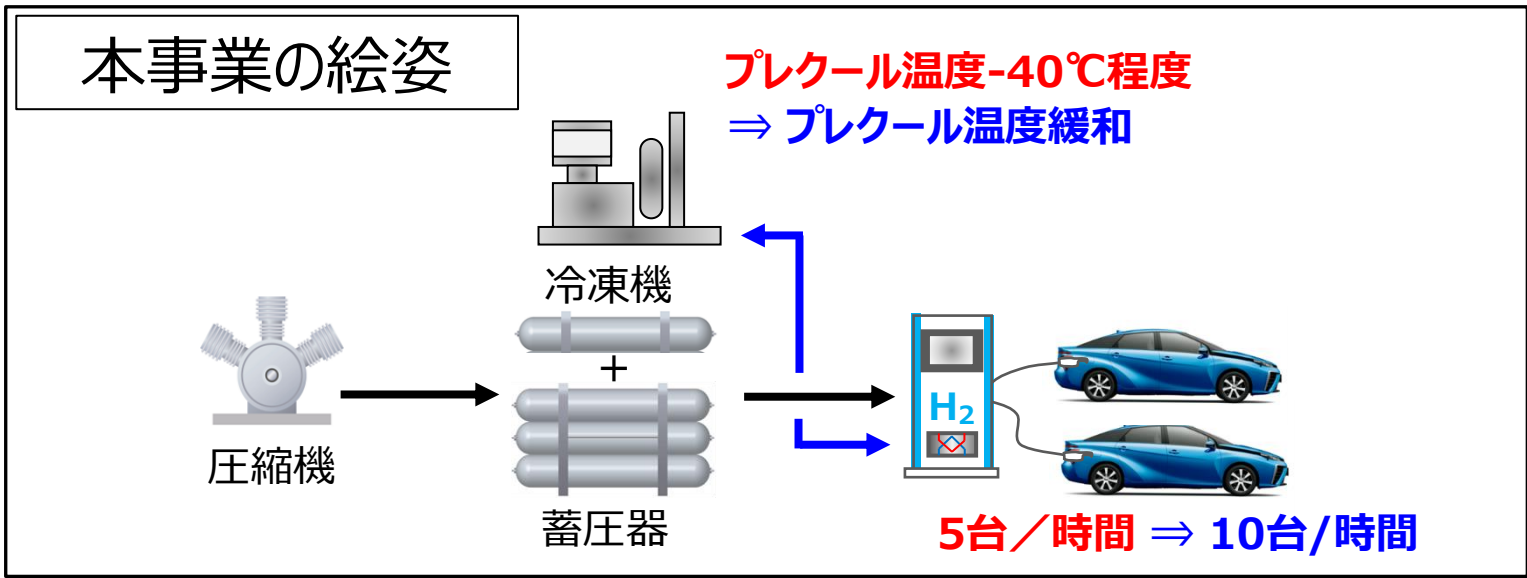


事業の目的

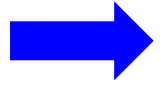
本格普及期のFCV台数に対応可能で低コストな次世代充填技術を開発し、水素ステーションの自立化に繋げる。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発の目標と目標設定



① 低コスト対応プロトコルの開発



③ 水素充填技術基準整備

目標：プレクール温度の緩和 [-40℃ ⇒ -25~-33℃ / -15~-25℃]

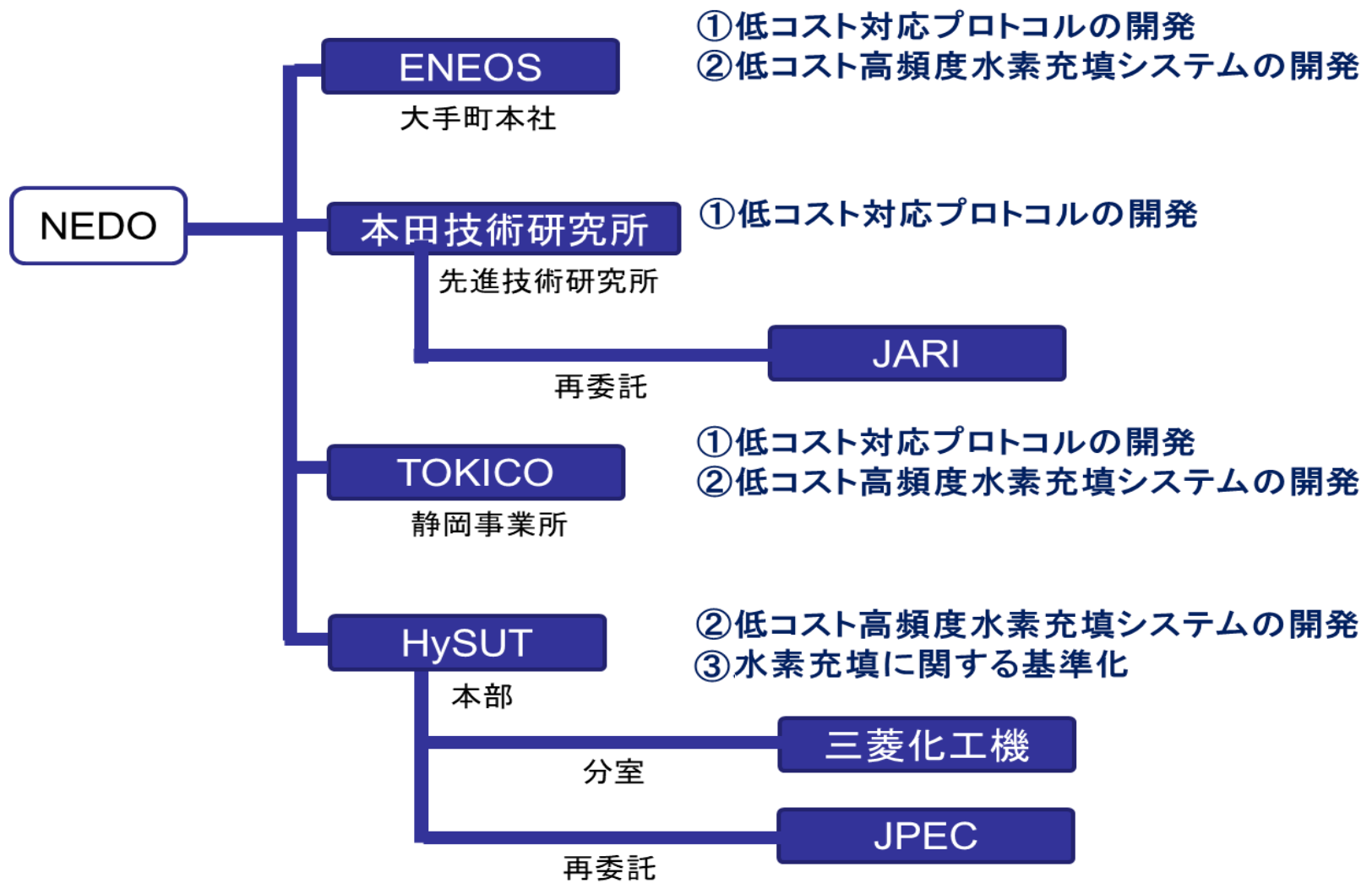
⇒ 冷凍機の電気代低減、ホース等の信頼性向上、鋼材の脆化影響低減

② 低コスト高頻度水素充填システムの開発

目標：必要最小限の設備での10台/時間の実現

圧縮機 1台 + 蓄圧器 最小限 + 充填ノズル2系統

2. 研究開発マネジメントについて (2) 実施体制



2. 研究開発マネジメントについて

(3) 開発スケジュール

開発スケジュール

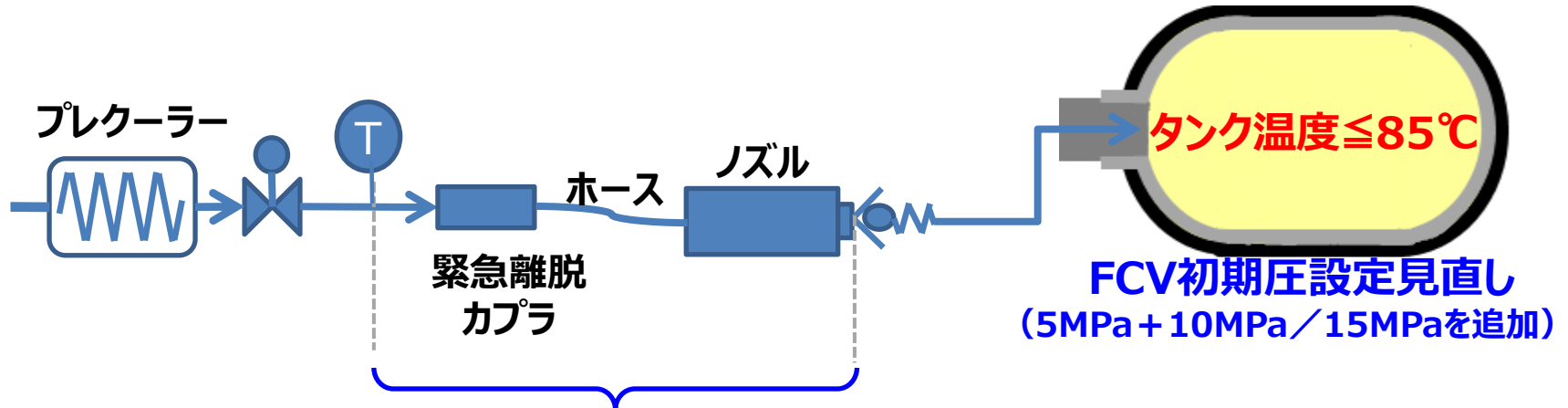
開発項目	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
① 低コスト対応 プロトコル開発	<p>MCフォーミュラ検証</p> <p>ヒートマス評価</p>	<p>新充填制御マップ開発 → 実証試験 → マップ改良</p> <p>▲ 米国試験 (10月) ▲ 国内試験 (2月) ▲ 国内試験 (8月)</p>	<p>T20相当の 技術的見通し ★</p>	<p>実証試験 → マップ改良</p> <p>▲ 夏試験 ▲ 冬試験 ▲ 夏試験 ▲ 冬試験</p> <p>追い充填対策</p> <p>ヒートマス測定法確立</p>	<p>新規プロトコル 技術完成 ★</p> <p>データベース 作成</p>
② 高頻度充填シ ステムの開発	<p>シミュレーション</p>	<p>試験設備追加工事@HySUT水素技術センター</p>	<p>10台/hの 技術完成 ★</p>	<p>協調制御改良 (MC-F)</p> <p>▲ 夏試験 ▲ 冬試験</p>	<p>協調制御、冷凍機制御 技術完成 ★</p> <p>冷凍機制御改良</p> <p>協調制御 (MC-MM)</p> <p>▲ 夏試験 ▲ 冬試験</p>
③ 水素充填に関 する基準化			<p>ガイドライン 案作成 ★</p> <p>SAE J2601改定に対 応した充填技術基準 案・ガイドライン案作成</p>	<p>水素ST側の熱容量等の値を適正化した革新的 新規プロトコルに関わる充填技術基準案・ガイドラ イン案の作成</p>	<p>新規プロトコル 基準案作成 ★</p>

3. 研究開発成果

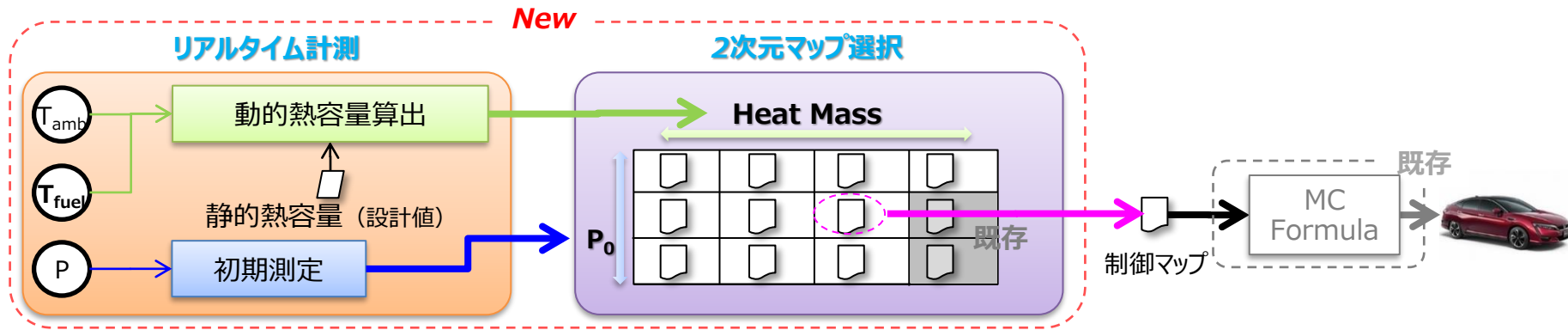
(1) 研究開発の目標及び進捗状況

① 低コスト対応プロトコルの開発

各部品で奪われる冷熱（熱容量）は、現行規格の設定（ワーストケース）よりも小さい。



この範囲で奪われる冷熱（静的熱容量）の実態に合わせた見直し、
コールドディスペンサ（動的熱容量）の影響を統合してプレクール温度緩和



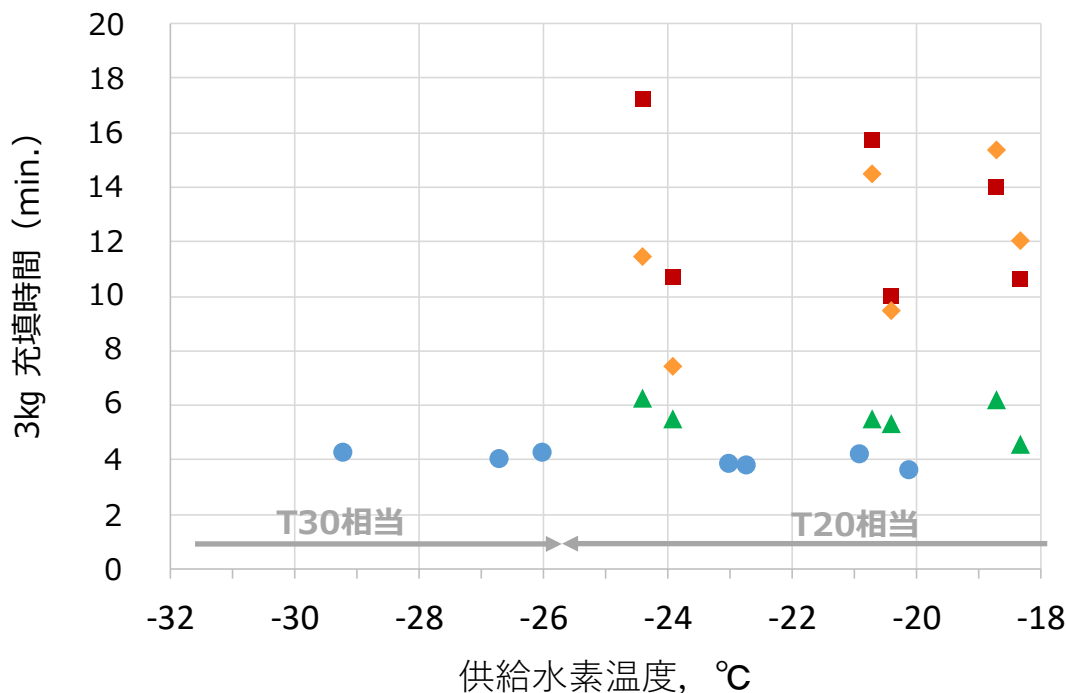
同等の充填時間でプレクール温度緩和可能な革新的充填プロトコルを開発

3. 研究開発成果

(1) 研究開発の目標及び進捗状況

HySUT水素技術センターでの国内試験の結果 (2020年8月)

連続充填5台/h相当のコールドディスペンサで、夏季（気温：25～35℃）、T20相当で4分程度の充填が可能であることを確認した。



【実証結果例：3kg 充填時間】

現行法 (L/T) : 約10～18分

MC-Formula : 約8～15分

新規充填プロトコル : 約5～6分

新規充填プロトコル-CD : 4分程度

■ 現行法 (L/T) : 計算値

◆ MC-Formula : 計算値

▲ 新規充填プロトコル (Phase-1)

● 新規充填プロトコル (Phase-1) - CD

連続充填5台/h相当のコールドディスペンサ

夏季充填試験結果 (気温：25～35℃)

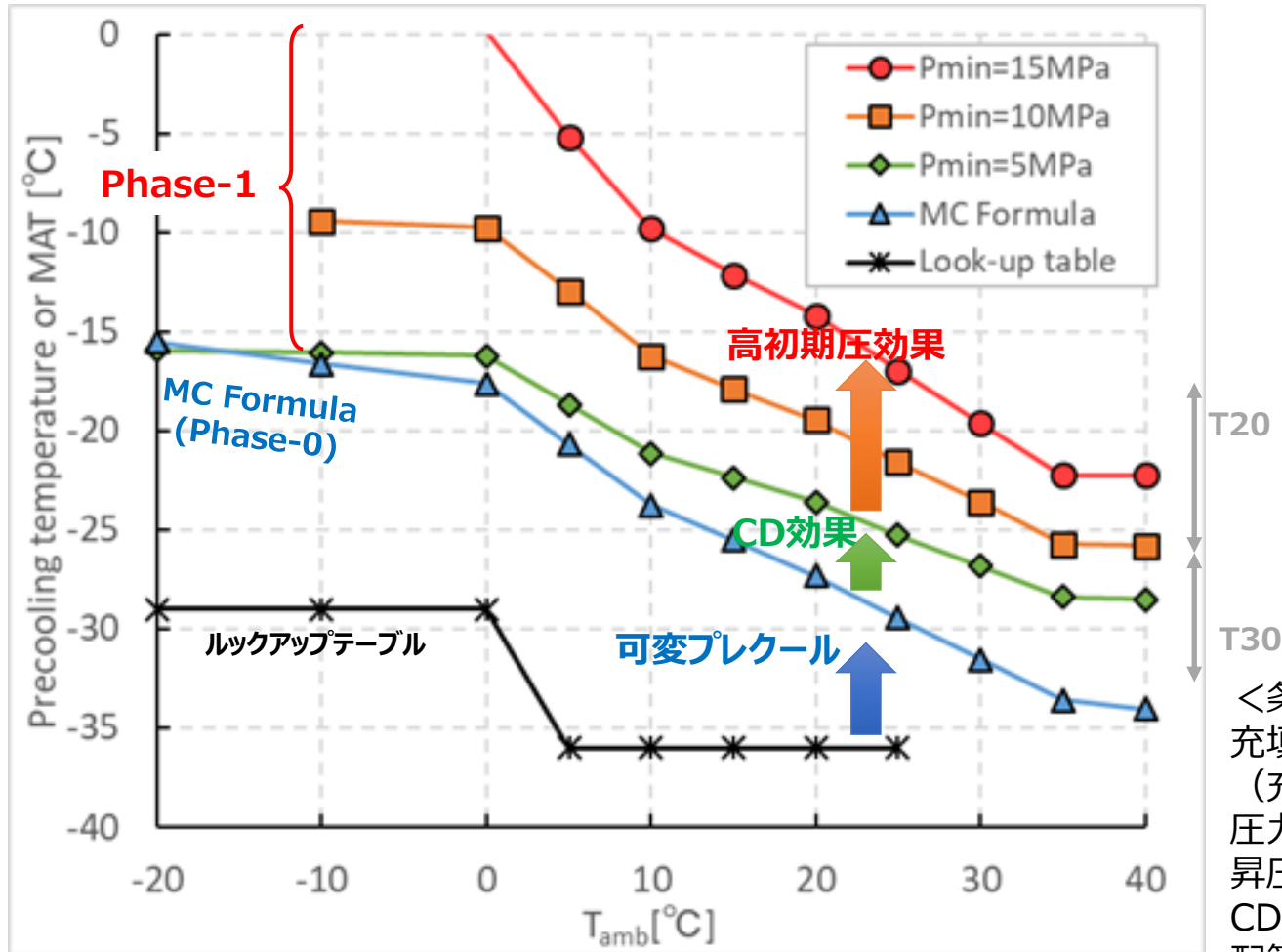
制御マップ精度向上、安全対策 (追い充填対策など)、自動フレクール温度制御を開発し実証中

3. 研究開発成果

(1) 研究開発の目標及び進捗状況

Phase-1 充填制御の効果予測

新規充填プロトコル適用により全域でT20 ($-26^{\circ}\text{C} <$) が可能



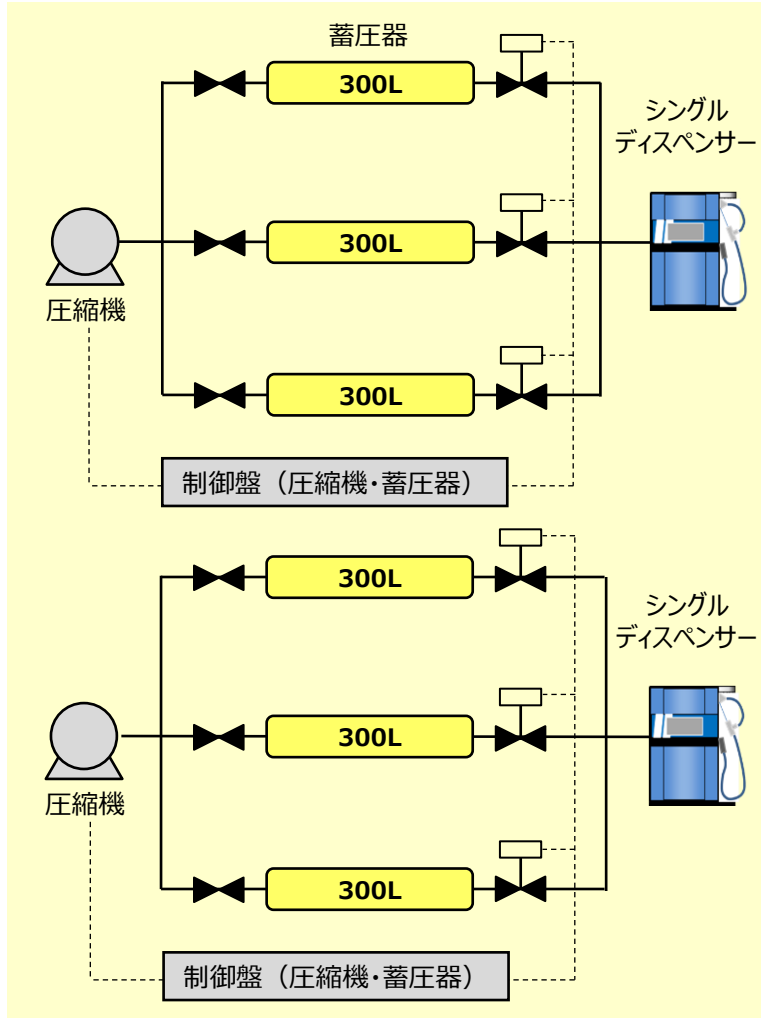
4分充填*に必要なプレール温度

<条件>
充填総時間で3分台
(充填3.5分+操作0.5分)
圧力：23→82MPa
昇圧率：16.9MPa/min
CD:前車から9分後に充填
配管熱容量：ワーストの50%

3. 研究開発成果

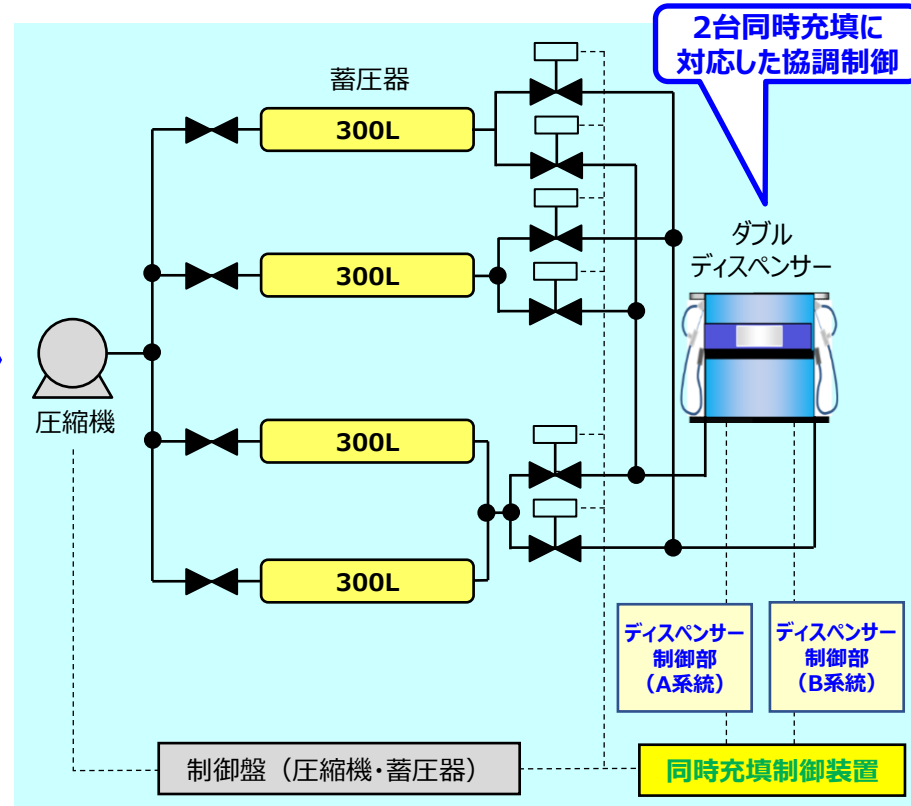
(1) 研究開発の目標及び進捗状況

② 低コスト高頻度水素充填システムの開発



同じ設備を2システム設置した場合
(高コスト)

同じ設備を2システム設置するのではなく、
圧縮機・蓄圧器の共用により、10台/時間
に対応した低コストなシステムを開発する



高頻度水素充填システムの例
(低コスト)

3. 研究開発成果

(1) 研究開発の目標及び進捗状況

協調制御 (MC Formula方式) を適用したダブル充填試験の結果

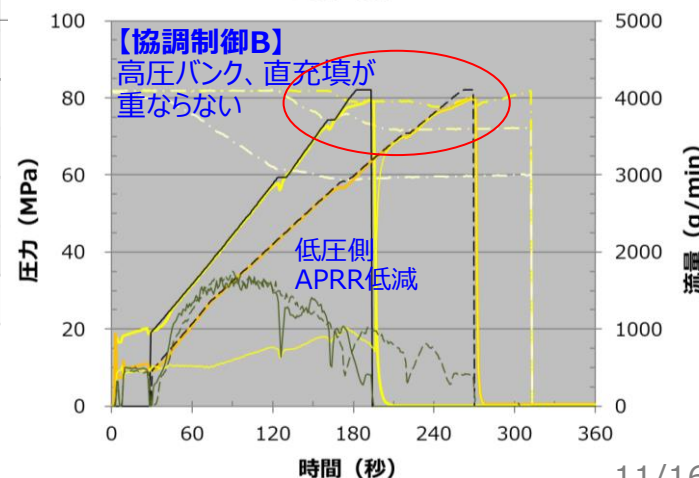
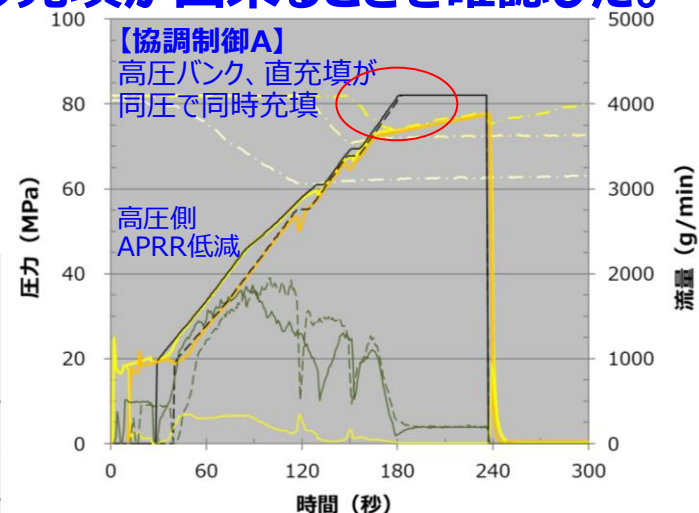
※ 2021年度：L/T方式で実証、2022年度：MC-MM方式で実証予定

新たに開発した協調制御の適用により、最小設備構成の3バンク構成 (0-B) で 4kg/台以上の充填を行った場合でも安定的にダブル充填が出来ることを確認した。

3バンク構成0-B (600L×1、300L×2) の試験結果

充填条件	気温 (°C)	ディスペンサ	FCV 初期圧 (MPa)	充填時間 (s)	SOC (%)	充填量 (kg)	協調制御
Bを10秒遅延	14.8	A	6	303	98.2	4.38	A
	16.1	B	6	285	97.9	4.38	
Bを20秒遅延	14.5	A	6	189	98.1	4.38	B
	16.4	B	6	238	98.0	4.34	
AB同時	15.4	A	15	165	98.1	3.45	B
	16.3	B	6	240	98.0	4.35	
Bを30秒遅延	8.7	A	6	280	98.1	4.37	A
	10.3	B	15	236	97.9	3.44	

協調制御) A: 同時終了、B: 設定時間遅延



③ 水素充填技術基準整備に関する研究開発

●SAE J2601 最新版の改訂内容の確認・反映し、JPEC-S 0003改訂に繋げた

- SAE J2601の改訂版入手、改訂部分を確認、各部分の改訂理由について整理
 - 改訂理由の妥当性を検証し、国内法規や既存のJPEC-S 0003と調和するように、改訂項目の採否を熟議し、国内適用に適した基準（案）を作成
- ⇒ このNEDO事業成果である基準（案）をJPEC（HySUT助成）事業にて規格化、JPEC-S 0003（2021）として制定、JPECのWebサイトにて公開

●①の革新的新規充填プロトコルを活用して国内基準案を検討中

- 革新的新規充填プロトコルの効果及び課題を整理
- プレクール温度の大幅な緩和（-15~-25℃）が期待できる革新的新規充填プロトコルの基準（案）を検討⇒「新規充填プロトコル検討会」発足し検討中。

3. 研究開発成果

(2) 特許や論文、学会発表、広報等の取り組み

対外発表・特許出願

項目	2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度	計
論文	0	0	0	1	1
研究発表・講演	3	2	0	2	7
受賞実績	0	0	0	0	0
新聞・雑誌等への掲載	1	0	0	0	1
展示会への出展	0	0	0	0	0
特許出願（うち外国出願）	0	0	1	0	1

※2022年3月31日現在

4. 今後の見通しについて

(1) 最終目標の達成可能性

研究開発項目	現状	最終目標 (2022年度末)	達成見通し
① 低コスト対応プロトコルの開発	夏場の気温でもT20相当(-26℃以上)へのプレクール温度緩和が見通せる結果が得られた。	<ul style="list-style-type: none">革新的新規充填プロトコル(MC-MM)を確立水素供給系で使用される各 부품のヒートマス測定法の確立	新規充填制御マップの完成度を高め、実証試験により安全性を検証することで達成可能
② 低コスト高頻度水素充填システムの開発	最小設備構成でダブル充填可能な協調制御システムを開発し、安定的に充填出来ることを実証した。	<ul style="list-style-type: none">最小設備構成で1時間10台の充填を可能とする、MC-MMに対応した協調制御システムの開発	MC-Formula対応の協調制御を改良し達成可能
③ 水素充填技術基準整備に関する研究開発	SAE J2601改正内容の国内適用に向けて基準化の準備を進めた。	<ul style="list-style-type: none">革新的新規充填プロトコル(MC-MM)の充填技術基準案の策定	MCフォーミュラの技術基準をベースに①の成果を反映することにより達成可能

顧客の利便性を損なわず、低コストで高頻度充填に対応したシステムを構築できるため、本格普及期には必須の技術となり得る。

1時間10台充填可能な高頻度充填システム
(建設費 低) ¹⁾

+

水素供給温度を緩和しても充填時間が長くない
充填プロトコル
(運営費 低) ²⁾

【期待される効果】

- 顧客を待たせない (5台/時間を超えても待ち時間が発生しない)
- 低コストシステム (建設費の低減)
- 電気代の低減 (運営費の低減)
- 部材、システムの耐久性・信頼性向上 (運営費の低減)

1) 削減効果：1.7億円 (シングルディスペンサー換算)

2) ・ Phase1達成時の削減効果：100万円/年

・ Phase2達成時の削減効果：300万円/年 (本事業は見通しまで)

4. 今後の見通しについて

(3) 成果の実用化・事業化のイメージ

成果の展開イメージ

開発項目	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
① 低コスト対応 プロトコル開発	MCフォーミュラ検証 ヒートマス評価	新充填制御マップ開発 → 実証試験 → マップ改良 ▲ 米国試験 (10月) ▲ 国内試験 (2月) ▲ 国内試験 (8月)	T20相当の 技術的見通し ★	実証試験 → マップ改良 ▲ 夏試験 ▲ 冬試験 追い充填対策 ヒートマス測定法確立	新規プロトコル 技術完成 ★ ▲ 夏試験 ▲ 冬試験 実証試験 データベース 作成
② 高頻度充填シ ステムの開発	シミュレーション	試験設備追加工事@HysUT水素技術センター 実証試験 → 協調制御開発・改良 ▲ 秋冬試験 (11-1月) ▲ 夏試験 (6-7月) ▲ 協調制御 試験 (9月)	10台/hの 技術完成 ★	協調制御改良 (MC-F) ▲ 夏試験 ▲ 冬試験	協調制御、冷凍機制御 技術完成 ★ 冷凍機制御改良 協調制御 (MC-MM) ▲ 夏試験 ▲ 冬試験
③ 水素充填に関 する基準化			ガイドライン 案作成 ★ SAE J2601改定に 対応した充填技術基準 案・ガイドライン案作成	水素ST側の熱容量等の値を適正化した革新的 新規プロトコルに関わる充填技術基準案・ガイド ライン案の作成	新規プロトコル 基準案作成 ★

2022年度 (予定)

JPEC-S0003改訂

2025年度頃

ロードマップで
本格普及期開始

水素ステーションへの実装

2021年度

JPEC-S0003改訂