

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026

発表No.： b-01 競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業

／水素ステーションの低コスト化・高度化に係る技術開発／HDV用水素充填プロトコルの研究開発

団体名：水素供給利用技術協会、本田技術研究所、トキコシステムソリューションズ、日本自動車研究所、九州大学
発表日：2026年7月22日 埼玉工業大学、明石工業高等専門学校、カーボンニュートラル燃料技術センター、三菱化工機

事業概要

1. 期間
開始：2023年6月
終了（予定）：2028年3月

2. 最終目標

HDV(Heavy Duty Vehicle)へ大流量水素を安全に短時間で充填するため、Lookup Table、MCフォーミュラ、MCマルチマップ及びcTPRの各方式によるMF(Medium Flow)充填プロトコルを開発する技術開発とその基準化(Single Nozzle:90g/sec Twin Nozzle:180g/sec)

3. 成果・進捗概要

- HDV 実車及び模擬容器搭載車両(HySUT4号)への水素充填試験を様々な条件で実施
- 新水素充填方式（タンク一定昇圧/Constant Tank Pressure Ramp rate：cTPR)を開発
- MF Single/Twin Lookup Tableの各種マップを作成、MCフォーミュラのマップ作成に着手
- HDV搭載容器の充填時温度分布等を模擬する3次元数値シミュレーション解析を実施
- 各種充填方式の開発に向けて水素充填シミュレーションソフトの改造/開発を推進
- ISO 19885-3(水素充填プロトコル)のNormative Standardに採用された。

1. 事業の位置付け・必要性

- カーボンニュートラル社会の実現に向けて**貨物輸送部門(トラック等)の脱炭素化が不可欠**
- FCV(LDV, HDV)の本格普及及び水素ステーション(MF Twin ステーション)の整備に向け、まずはMF充填プロトコルを開発し、**世界市場の獲得に寄与**することが期待されている。

大型バス・トラック等(HDV)では、**各国で燃料電池化が急速に進展**しているため、更なる水素需要が見込まれる。
FCV の利点が発揮されやすい**商用車に対する支援を重点化**していく。水素ステーションの技術開発については、商用車の普及に向け、**大流量水素の充填技術**を確立するべく、開発、実証を加速させる。

FCV商用車の普及（グリーン成長戦略）

- 8トン以上の大型の商用車
- 2020年代に5,000台の先行導入
- 2030年までに、2040年の電動車の普及目標

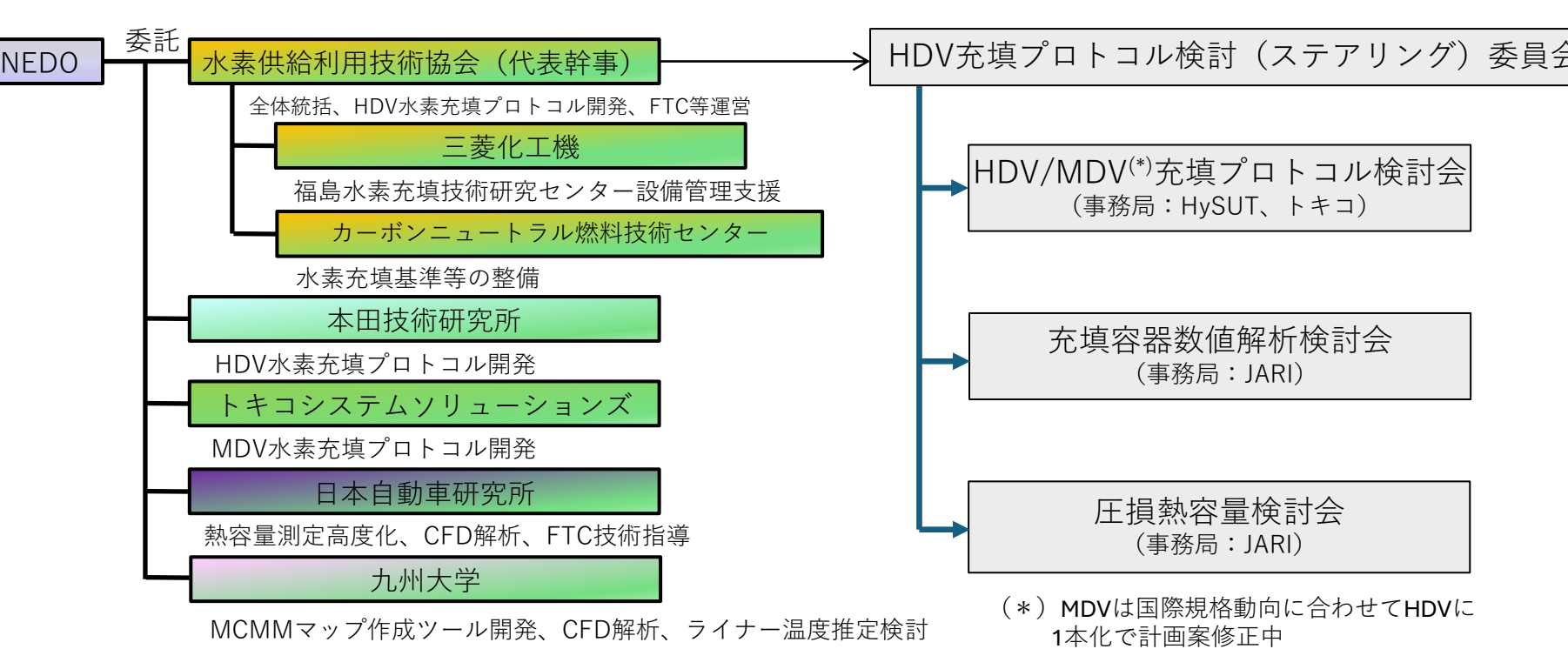


大型FCVトラック（イメージ）
（引用：モビリティ水素官民協議会、2023年7月）

2. 研究開発マネジメントについて

【実施体制図】

- ステアリング委員会の下、各課題毎の検討会を設定。検討会決議事項を委員会にて審議。（原則として、ステアリング委員会は半年ごと、検討会は4半期ごとに開催）
- 毎月末、代表幹事の主催のもと、実施者7者間で会議を実施し、進捗を管理。



2. 研究開発マネジメントについて

【開発スケジュール】

開発項目	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度
1. HDV用水素充填プロトコルの研究開発	スージング	委員会			
(i) MF-MCMM充填プロトコルに関する研究開発 (LT, MCF含む)	L/Tマップ作成	MCFマップ作成	MCMMマップ作成	検証試験	
(ii) 大流量充填制御技術(cTPR)と充填プロトコルに関する研究開発	スモールスケール充填試験	フルスケール充填試験	マップ評価	検証試験	
(iii) MCMMマップ作成用DSプログラムの研究開発	MF Twin Sim, Pcc & cTPR		MF Twin MCMM Sim		
(iv) MCMM方式に用いる機器熱容量測定等の高度化			各種機器の熱容量(MCMM)・圧縮(cTPR)の測定		
(v) HDV水素充填における容器内数値解析 (CFD)	CFD解析手法の検討/ラウンドロビン開始	測定器製作	CFDの検証とDSへの導入		
(vi) HDV充填プロトコルの検証	ISO WG24 TF(CFD)への参加		FTCによるプロトコルの検証/ロードバネ性の検証		
(vii) HDV用充填プロトコル/バリデーションソフト開発			ステーション用プロトコル検証ソフト開発		
(viii) HDV用水素充填プロトコル基準整備			規格化対応 (JIS H 5004/JIS H 5005)		
2. 国際標準化に関する事業との連携					
3. HDV水素ステーション設備海外調査					

2. 研究開発マネジメントについて

【研究開発目的】

研究開発の目標

HDV(Heavy Duty Vehicle)へ大流量水素を安全に短時間で充填するため、**Lookup Table、MCフォーミュラ、cTPRの各方式によるMF(Medium Flow)充填プロトコル**を開発する技術開発とその基準化(Single Nozzle:90g/sec,Twin Nozzle:180g/sec)

目標設定の考え方

- 新たに開発した「**タンク一定昇圧方式(cTPR)**」と「**水素充填シミュレーションプログラム**」をHDV用に開発・適用、想定以上に圧損が大きい場合や2台目以降の効率的な充填を可能とする「**Optimal PRR**」を適用することにより、蓄圧器の効率的使用や充填速度の向上など、HDV用水素ステーションの運営費低減を図る。
- HDV水素充填プロトコル開発に関する各種技術課題を検証するため、欧米の国際機関保有の試験設備に匹敵する福島水素充填技術研究センター（FTC）等を活用して、日本が世界を先導して国際基準に資するデータ取得や技術的検証を実施する。

3. 研究開発成果について

【開発ターゲット】

幅広いFCEVに対応するMFツインノズルシステムに注力して開発中

導入時期	～ 2024	2025 ～	
燃料供給法	Normal Flow (NF)	Medium Flow (MF)	MF-Twin (MFT)
レセプタクル形状			
最大流量	60g/sec	90g/sec	180g/sec
既存の水素ステーションで水素充填可能な既存のFCEVが水素充填可能	Yes/Yes	Yes/Yes	Yes/Yes
適応可能な車両			

メリット

- 1) HDVへ短時間充填（約10分）
- 2) 2台のLDVへ同時充填可能

（出典：Toyota）

MFツイン水素充填システムの利点
1. 既存の水素ステーションインフラを有効利用可能
2. 社会インフラの追加コストを最小化可能
3. 既存技術の延長としてコンポーネントの（外挿）設計が可能

3. 研究開発成果について

【境界条件の検討】

- プロトコルはレセプタクル仕様で分類（**NF-Single/MF-Single/MF-Twin**）
- ノズルが2基あるため、LDV2台、LDV+HDV、マニホールドHDV、セパレートHDV、マニホールドHDV+マニホールドHDVなど複雑な組み合わせに対応したマップ選択のためのフローチャートを検討した。
- 新マップで**ISO19885-1に準じたVerification Testを実施した。**

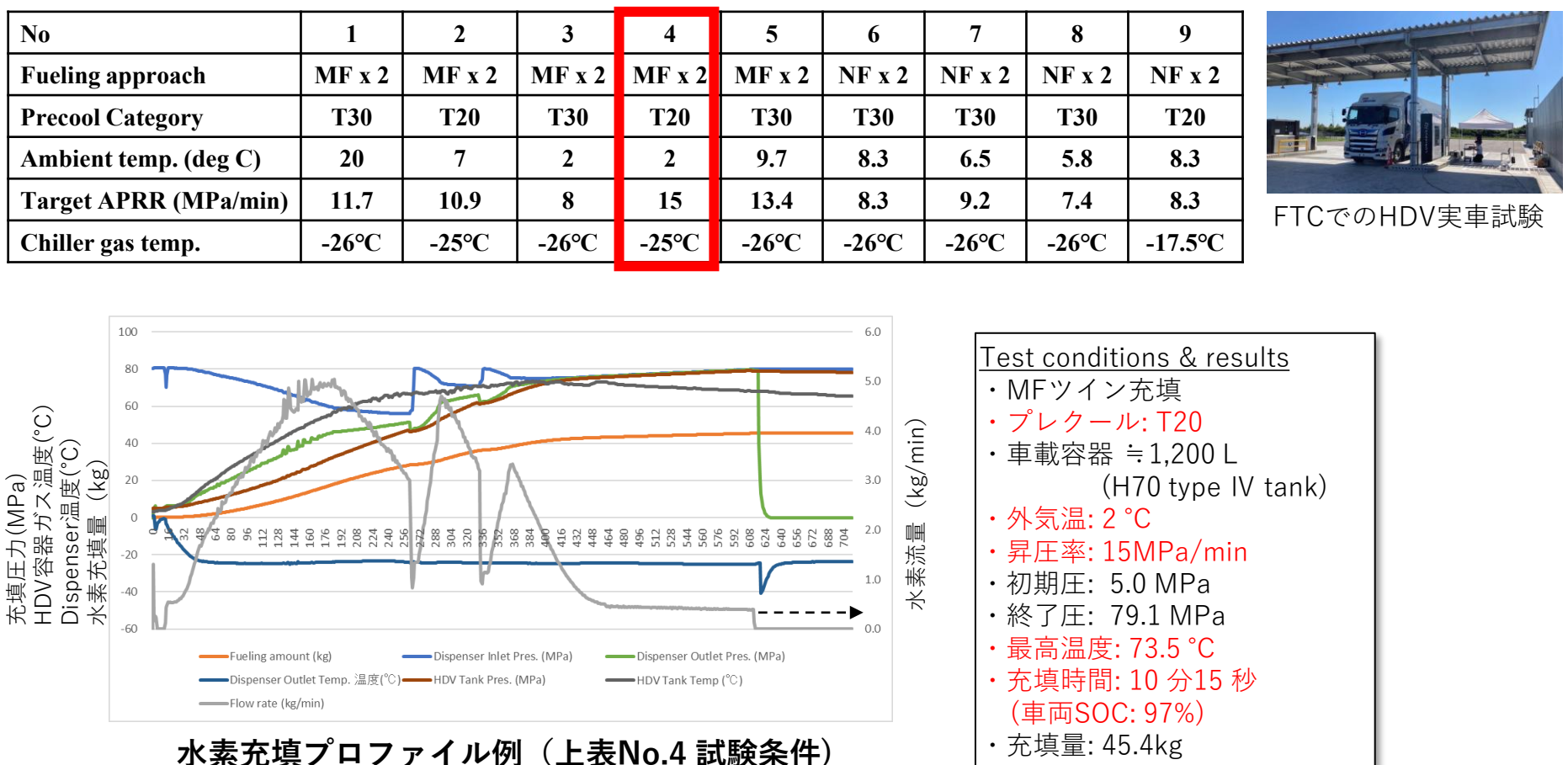
	H70	LDV	HDV
Total Volume		2kg-10kg (A:2-4kg VFS:50-100L) (B:4-7kg VFS:100-174L) (C:7-10kg VFS:174-248.6L) (TVL=99,174,248.6L)	10kg-200kg (VFS=248.6-5,000L) (TVL=200,250,350,500,799L)
Nozzle		10kg-30kg (VFS=248.6-750L) (TVL=250L)	10kg-200kg (VFS=248.6-5,000L) (TVL=200,250,350,500,799L)
H70 NF	L/T, MCF A,B,C MCMM B,C JPEC-S 0003(2023)	L/T D MCF D JPEC-S 0003(2023)	L/T D MCF D SAE J2601
H70 MF (Single)	NF Single A,B,C L/T NF Single A,B,C MCF NF Single B,C MCF MF Fueling Protocol	MF Single L/T MF Single MCF MF Single MCMM MF Fueling Protocol	MF Twin L/T MF Twin MCF MF Twin MCMM MF Fueling Protocol
H70 MF X 2 (Twin)			
H70 HF			MCF-HF G SAE J2601/5

青字：APRRテーブル、目標圧カテゴリー完成

H70HFについては、国内要望が少なく、開発を中止

3. 研究開発成果について

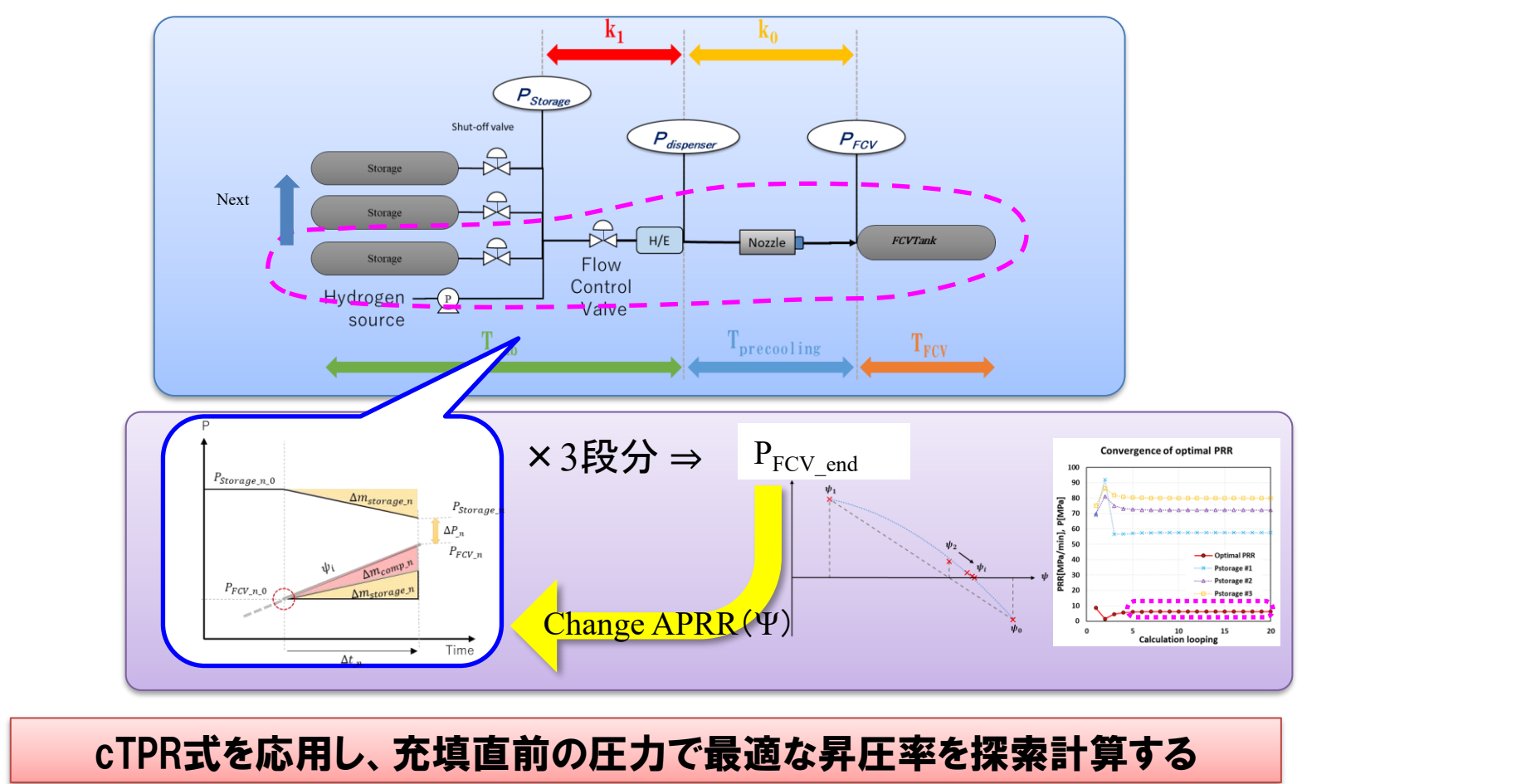
HDV実車を使用した水素充填プロトコル試験例



水素充填プロファイル例（上表No.4 試験条件）

3. 研究開発成果について

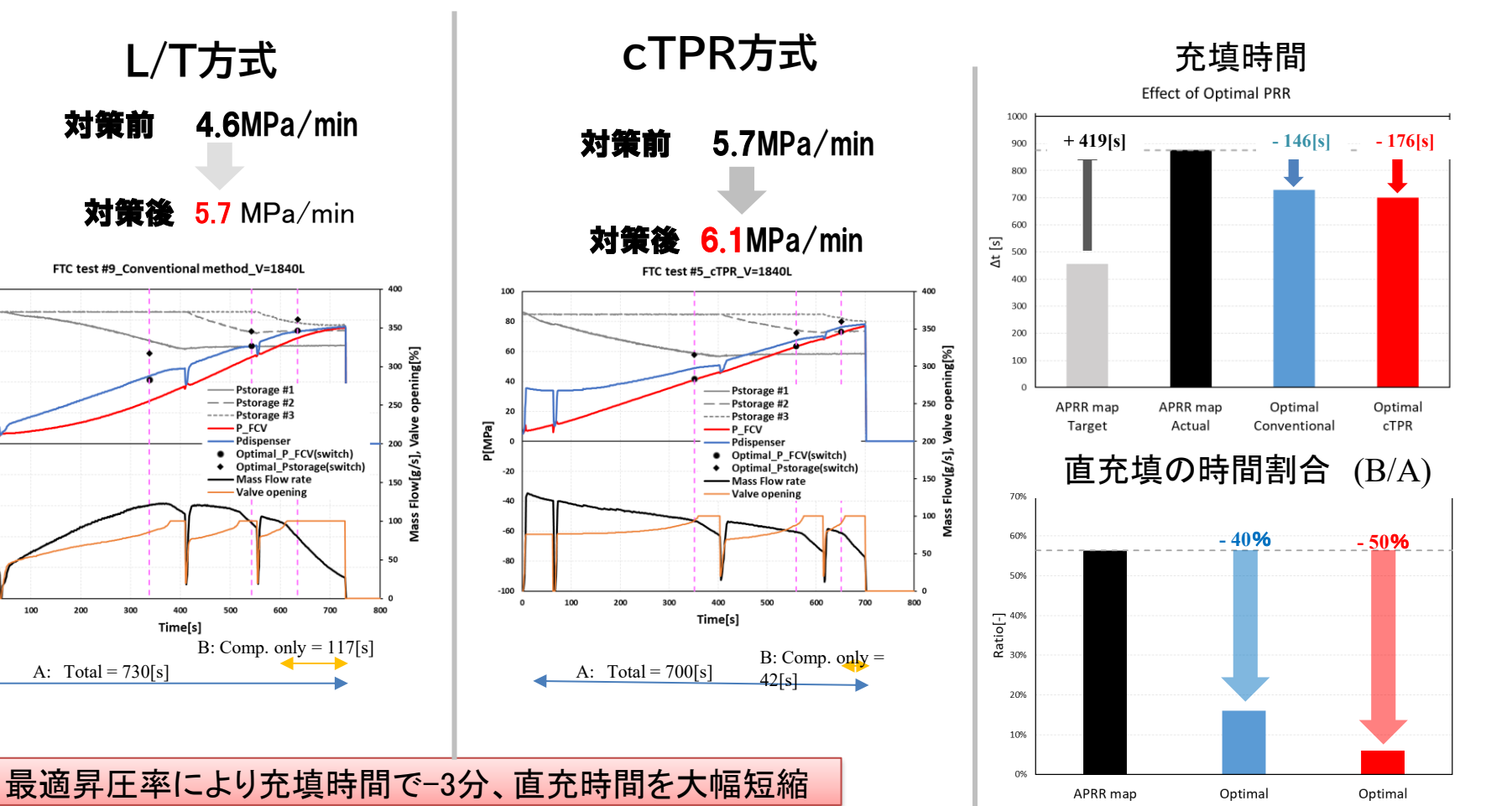
最適昇圧率探索方法



cTPR式を応用し、充填直前の圧力で最適な昇圧率を探索計算する

3. 研究開発成果について

最適昇圧率の効果



最適昇圧率により充填時間で-3分、直充時間を大幅短縮

3. 研究開発成果について

【HDV水素充填における国際標準化活動との連携】

目標：当事業で開発しているMF-Twin充填プロトコル（ALUT-G:Advanced Lookup Table General)を国際標準化チームと連携して、ISOやSAEの規格に提案し、日本が開発した充填プロトコルを世界中で活用してもらう。

進捗状況：2025.12に米国カルフォルニアで開催されたISO/TC197 WG24において、**Normative Standard**として承認された。CD2(Committee Draft 2)にドキュメントを提供し、IS化に向け協議を継続する。

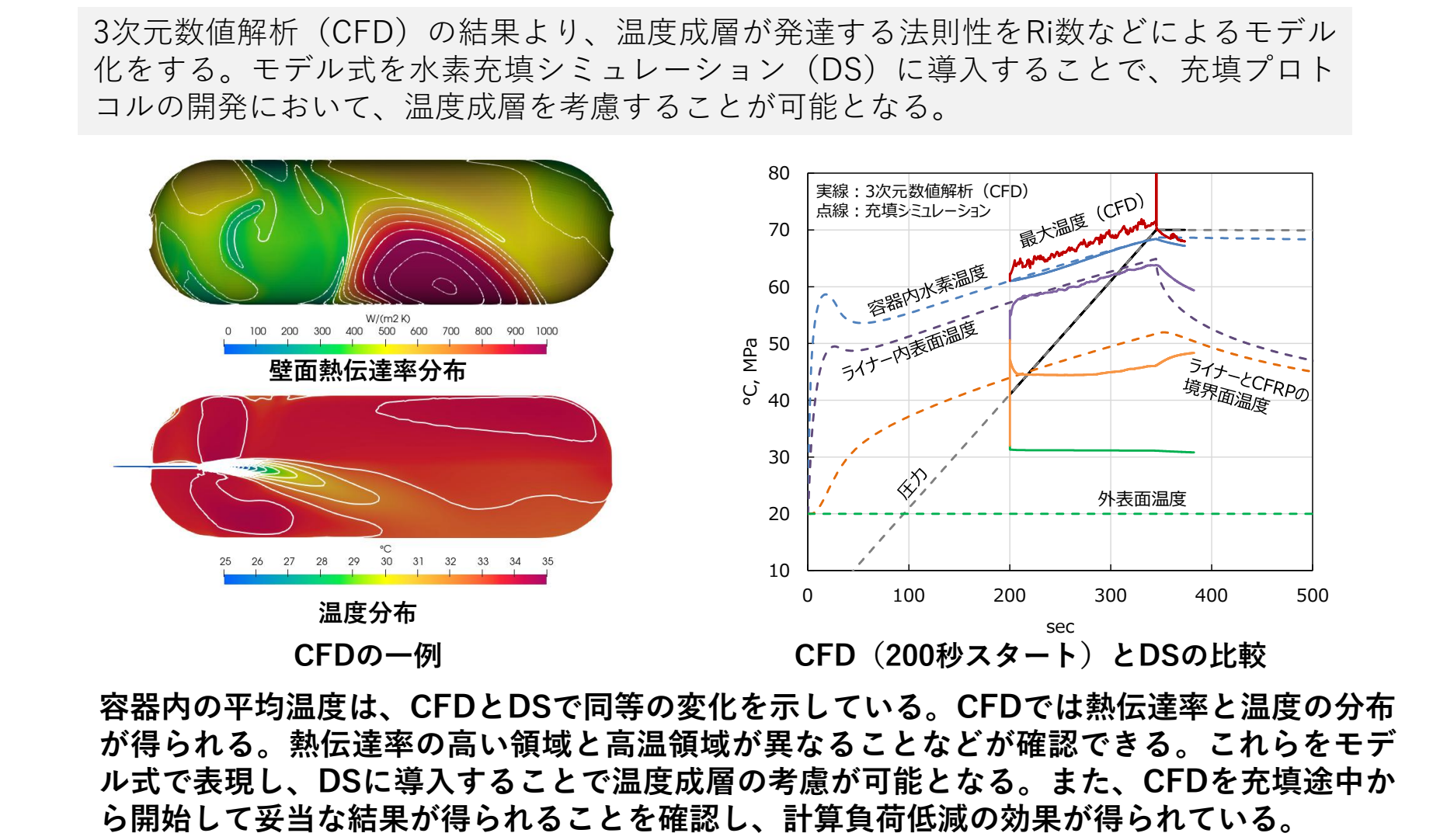
目標達成に向けたアプローチ：多様な接続形態に対応するために複雑化したマップ選択フローチャートへの各国の懸念に対しては、要素別に簡潔に示し、かつ、もう一つのNormative規格のMCF-Gと構成を揃える方式に変更した。

研究開発の成果と意義：**Normative Standard**として、**国内のみならず特に期待されている欧州でのMF Twin Systemの実用化が促進される。**

3. 研究開発成果について

【HDV水素充填時の容器内数値解析】

課題：容器内の温度成層の発達条件のモデル化



CFDの一例

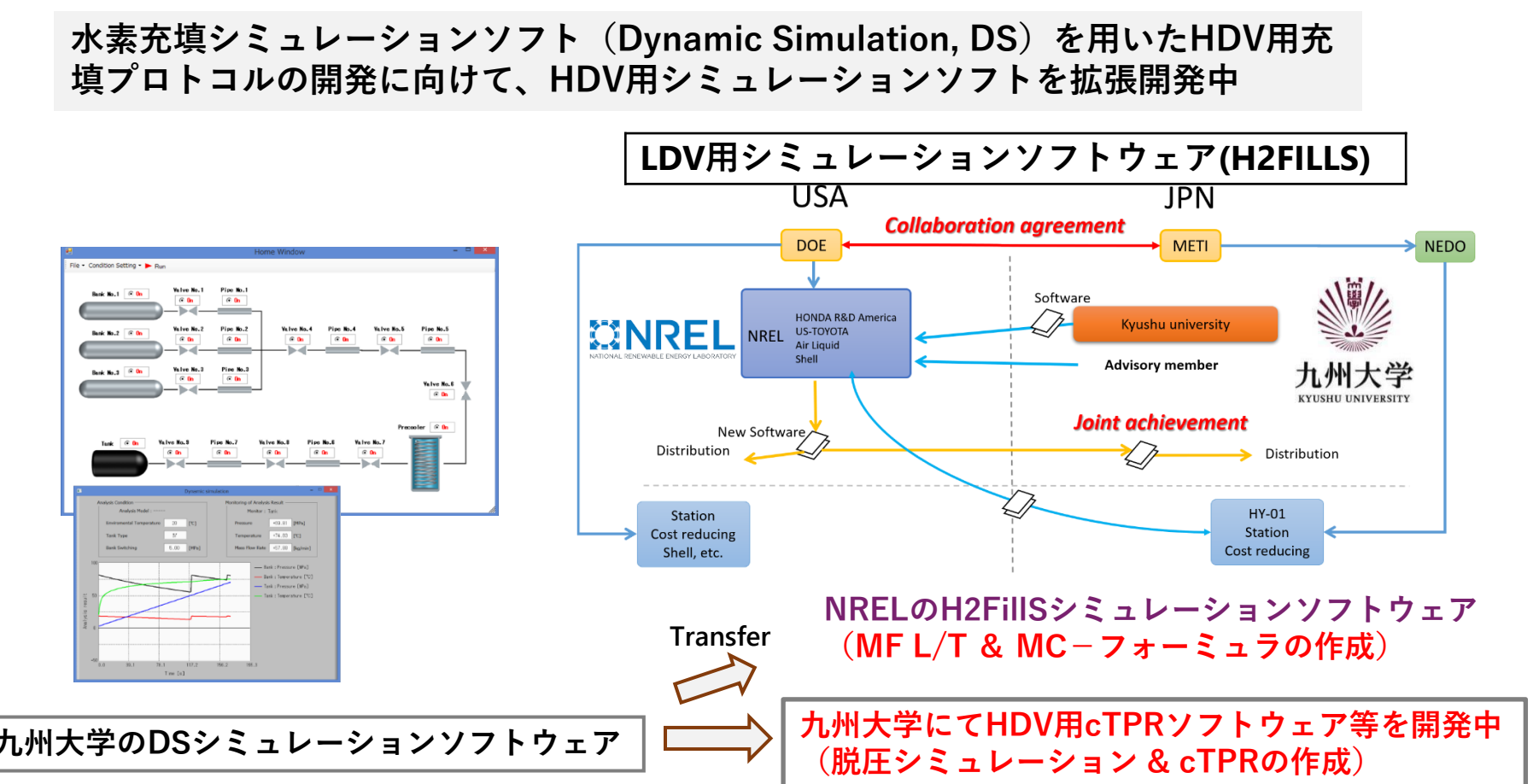
CFD（200秒スタート）とDSの比較

容器内の平均温度は、CFDとDSで同等の変化を示している。CFDでは熱伝達率と温度の分布が得られる。熱伝達率の高い領域と高温領域が異なることが確認できる。これらをモデル式で表現し、DSに導入することで温度成層の考慮が可能となる。また、CFDを充填途中から開始して妥当な結果が得られることを確認し、計算負荷低減の効果が得られている。

3. 研究開発成果について

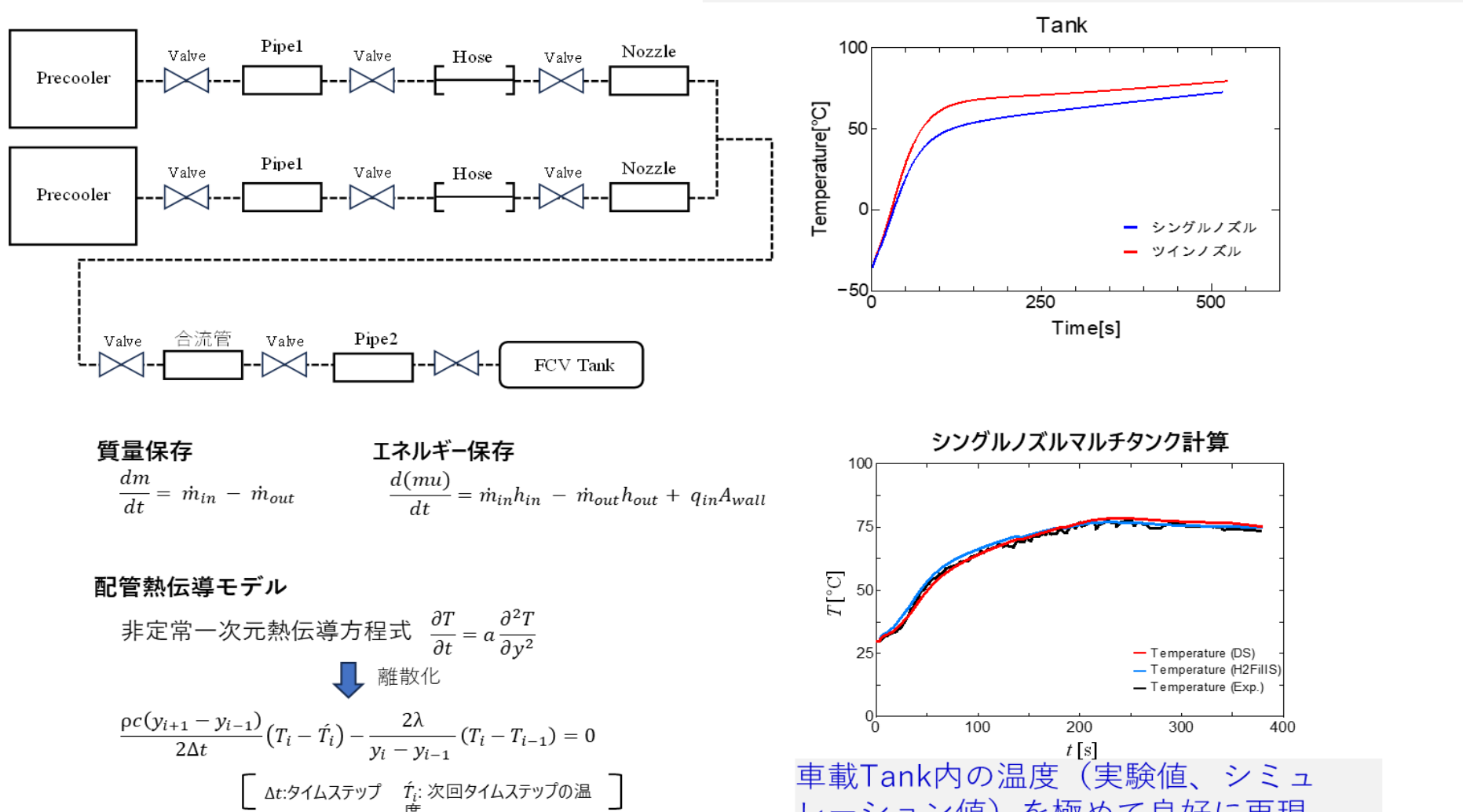
【HDV用ソフトウェアの開発】

課題：シミュレーションソフトの高度化



3. 研究開発成果について

【HDV用の熱力学モデルの開発】



車載タンク内の温度（実験値、シミュレーション値）を極めて良好に再現

4. 今後の見通しについて

実用化・事業化のイメージ（成果がどのように使われるか）。本事業で開発した水素充填プロトコルが基準化され、2020年代後半に導入されるHDV STに実装され、FCトラック実証走行に供される。
今後の課題と方針

- 国内規制基準等の制約により、実水素ステーションでのトラブル回避のための充填方法(Optimal PRR)の開発や最適ステーション仕様の設定に寄与する情報の発信により、円滑なHDV市場の拡大を目指す。
- 研究開発結果を**国内技術基準（JPEC-S 0003-3等）**や**ISO等国際標準**への提案対応も行う。

