

NEDO水素・燃料電池成果報告会2023

発表No.B-4

超高圧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/ HDV等の新プロトコル対応の水素燃料計量システム技術 と充填技術に関する研究開発

森岡敏博（産総研）

国立研究開発法人産業技術総合研究所

岩谷産業株式会社

株式会社タツノ

トキコシステムソリューションズ株式会社

一般社団法人水素供給利用技術協会

一般財団法人日本自動車研究所

2023年7月13日

連絡先

国立研究開発法人産業技術総合研究所

E-mail: tssj.morioka@aist.go.jp

TEL: 029-861-6831

事業概要

1. 期間

開始 : 令和2年8月

終了 : 令和5年6月

2. 最終目標

HDV対応の水素ディスペンサーの計量精度検査のため、マスターメーター計量性能の高度化と検査周期の延長、充填試験条件の適正化により、運営費における計量精度検査コストの低減を達成する。また、HDV充填に関わる詳細ニーズや機器性能に関する最新技術を調査し、評価することによって、HDV等の新プロトコルに対応する技術検証を実施可能な福島水素充填技術研究センターを整備する。

3. 成果・進捗概要

実施項目（サブテーマ）毎に報告。

S1: マスターメーター法計量精度検査方法の高度化

①マスターメーター計量性能の向上 ②計量検査の最適化によるコスト低減

S2: 新プロトコルに対する水素計量技術の開発

①高レンジアビリティ計量技術の開発 ②変動充填領域での計量精度評価 ③ヒートマス及び圧力損失の影響評価

S3: HDV用の水素充填技術等に関する調査・研究

S4: HDV等の新プロトコル対応に係る技術検証

S5: 高圧水素計量技術に関する国際協調

1. 事業の位置付け・必要性

脱炭素社会、水素エネルギー社会の実現へ向けて、水素利用の拡大のため、トラックや船舶、鉄道などのいわゆる“Heavy Duty Vehicles”（HDV）に対する指針策定や技術開発が進められている。

本研究開発では、HDVのFCVへの大流量充填時における水素計量に関する技術開発と充填技術の開発・基準化に向けた基礎構築を目的とする。また、HDVに関する各種技術課題を検証するための大型水素ステーションの水素先進技術研究センターを構築し、我が国が世界を先導して国際基準に資するデータの取得を実施する。

2. 研究開発マネジメントについて

研究開発の実施体制



3. 研究開発成果について

実施項目1：マスターメーター法計量精度検査方式の高度化（産総研）

研究開発目標

- 高精度化したマスターメーター法計量精度検査装置を用いて、水素先進技術研究センターにおいて計量検査試験を実施し、国際規格の基準値をクリアすることを目標とする。
- 検査周期、検査方法、充填試験条件の最適化検討を目的とし、特異点HRSの抽出、重量法、マスターメーター法での充填計量試験、両法によるクロスチェックを行い、マスターメーター法による計量検査基準と実施にあたっての安全基準を策定する。また、検査運用コストを現対比でおよそ1/3まで低減する。

テーマ／担当	2022年度計画	2022年度成果
【S1-①】 マスターメーター計量性能の向上 (◎産総研、岩谷産業、タツノ、トキコ)	マスターメーターの測定不確かさを低減するため、低圧大流量水素試験設備の運用を開始する。	低圧大流量水素試験設備の運用を開始し、設備特性評価を行った。マスターメーター再校正による器差は-0.6～1.5 %を確認した。
【S1-②】 計量検査の最適化によるコスト低減 (◎トキコ、タツノ、岩谷産業、産総研、HySUT)	水素ステーションにおいて実証データを収集し、精度影響要因を分析、抽出する。重量法とマスターメーター法とのクロスチェックを行う。	特徴的な器差特性がある約20箇所の特異点HRSを抽出し、データ解析中。マスターメーター法による定点観測を継続中。重量法とマスターメーター法のクロスチェックでは、器差-1.7～0.1 %を確認した。

3. 研究開発成果について

実施項目 1 : マスターメーター法計量精度検査方式の高度化

S1-① マスターメーター計量性能の向上

- 産総研内に低圧大流量水素試験設備の運用を開始



事業前：
最大流量：1.7 g/s
衡量法体積：30 L
NF (60 g/s) への倍率：35.3
校正段数：5



事業成果：
最大流量：15 g/s (目標値)
定積槽法体積：1000 L
NF (60 g/s) への倍率：4
MF (90 g/s) への倍率：6
校正段数：3

3. 研究開発成果について

実施項目 1 : マスターメーター法計量精度検査方式の高度化

S1-① マスターメーター計量性能の向上

● マスターメーター再校正

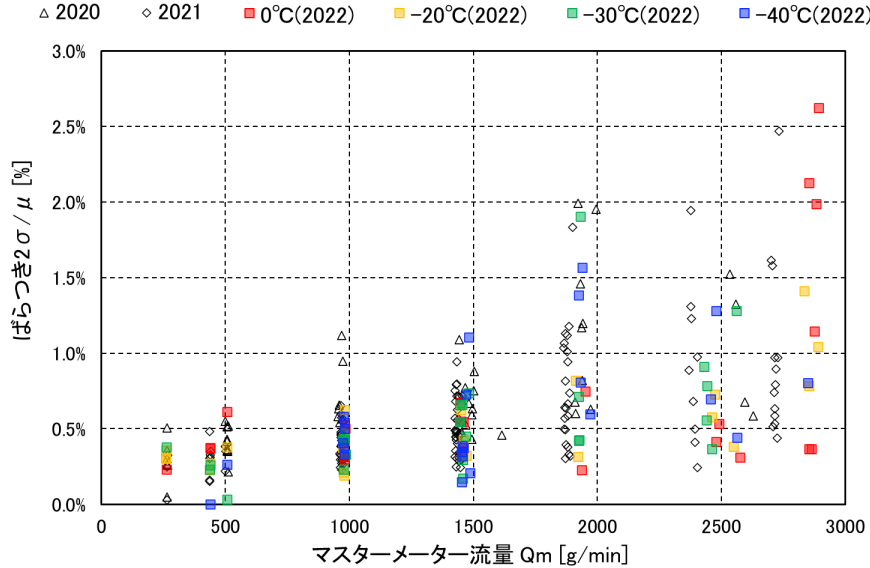


Fig.1 マスターメーターのばらつき

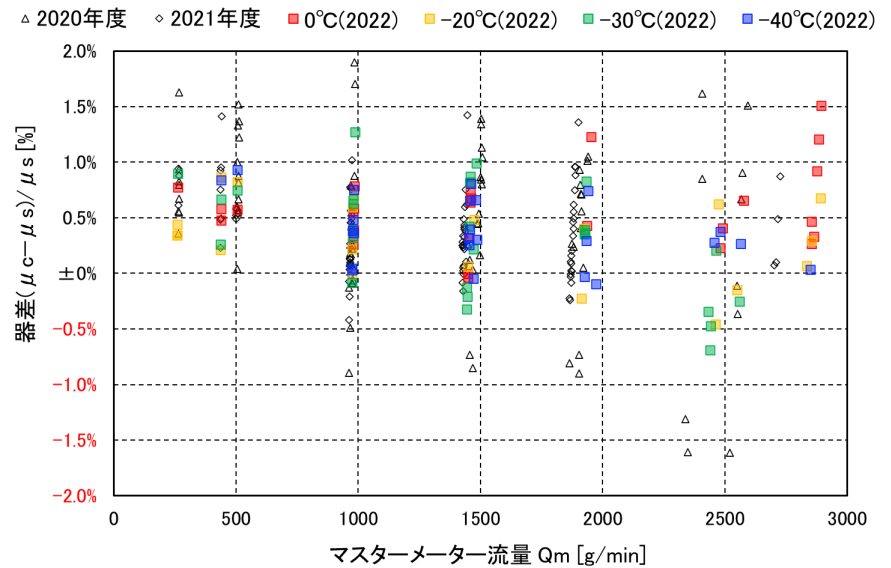


Fig.2 マスターメーターと2.3次基準流量計との器差

岩谷産業所有のマスターメーターの再校正を今年度も実施した。

<校正条件> ガス温度：-40℃、-30℃、0℃、圧力：20～70 MPa、流量：250～2,730 g/min

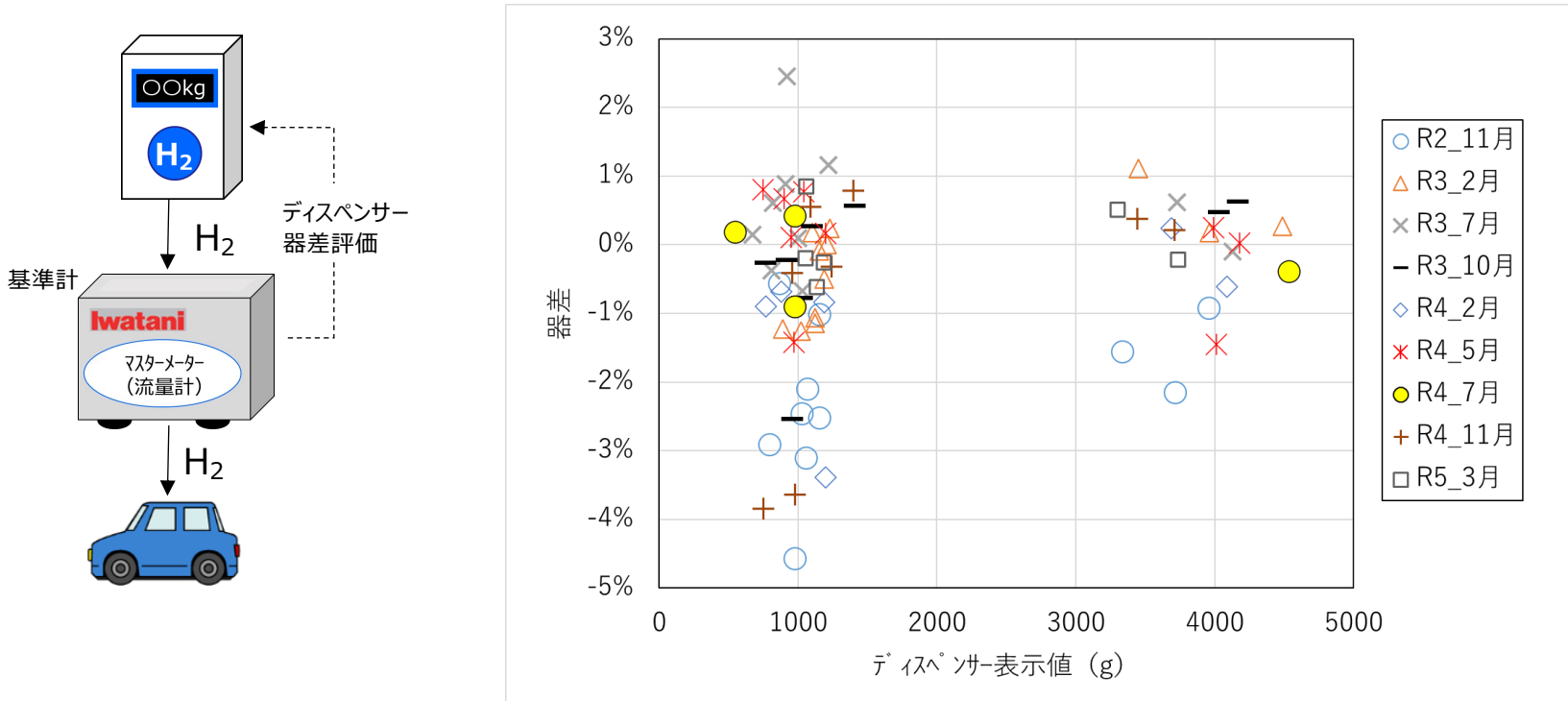
<結果> 全流量域におけるばらつき (Fig.1) : 2020～21年度は0.0～2.5%に対し、22年度は0.0～2.6%
流量増加に伴いばらつきが大きくなる傾向

2.3次基準流量計との器差 (Fig.2) : 2020～21年度は-1.6～1.9%に対し、22年度は-0.3～1.5%
22年度は過去2年間と比較し、器差の範囲が小さくなった。

3. 研究開発成果について

S1-② 計量検査の最適化によるコスト低減

【マスターメーター法】 検査周期の検討・延長を目的とし、マスターメーター法計量精度検査装置（岩谷産業）を用いて、同一STでの計量試験を定期的を実施



今年度は計27データを取得（R4_5月、11月、R5_3月）

当STでの計量試験は2020年11月より開始し、計73データを取得。2年4か月経過。

最小測定量想定充填時（充填量：0.6～1.4kg）：-4.6～2.5%

最大充填時（充填量：3.3～4.5kg）：-2.2～1.1% を示した。

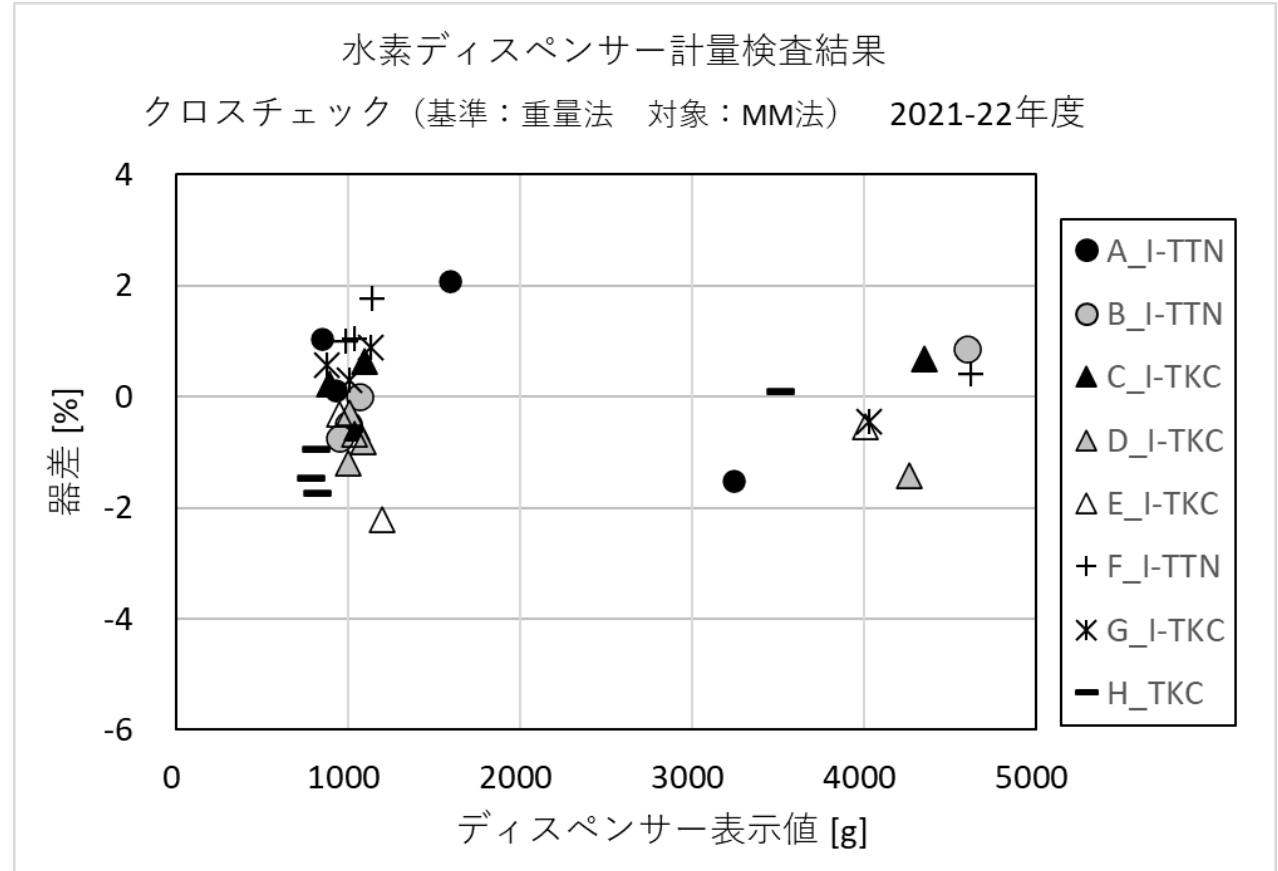
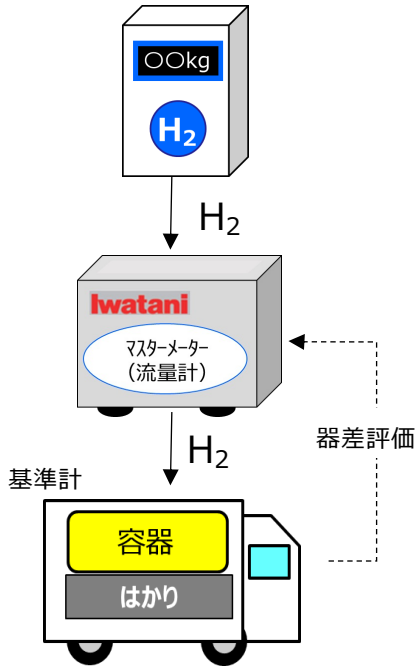
（参考）HySUT-G 0002(2023) 水素計量管理の運用ガイドライン

○最大許容誤差±10% ○後続試験は2年を超えない周期。ただし、初回試験及び後続試験で2回連続して器差試験結果が判断基準値±5%以内である場合は次の後続試験を3年を超えない周期

3. 研究開発成果について

S1-② 計量検査の最適化によるコスト低減

【重量法とマスターメーター法のクロスチェック】



今年度は商用ST（計4ST：E～G）において、重量法計量精度検査装置（タツノ所有、トキコ所有）とマスターメーター法計量精度検査装置（岩谷産業）のクロスチェック充填試験を実施。

これまで実施した商用ST（計8ST：A～G 計32回実施）における器差は-2.2～2.1%の範囲であった。

3. 研究開発成果について

S1-② 計量検査の最適化によるコスト低減

【重量法とマスターメーター法のクロスチェック】

① ディスペンサー



② MM法装置
(岩谷産業)



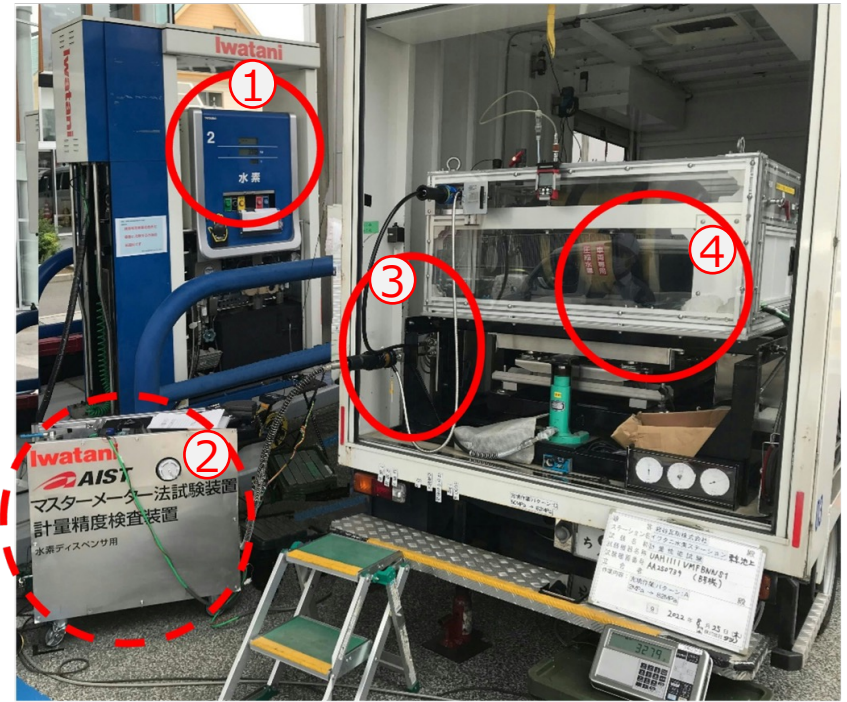
③ MM流量計
(産総研)



④ 重量法装置
(タツノ)

充填試験クロスチェックとして、新たにタツノ重量法装置に産総研のマスターメーターを設置し、の評価試験を行った。

重量法を基準としたMM法装置の器差は、 $-1.38 \sim 0.18 \%$ の良好な範囲であった



クロスチェック実証試験風景

試験内容	①ディスペンサー(g)	③MM (産総研所有)(g)	④重量法(g)	器差(%) (①-④)/④	器差(%) (③-④)/④
A	4,620	4,580	4,597	0.50	-0.37
C1	1,140	1,132	1,130	0.71	0.18
C2	1,040	1,046	1,054	-1.33	-0.76
C3	990	998	1,012	-2.17	-1.38

重量法とマスターメーター (MM) の器差結果

試験内容	②MM法装置(g)	③MM (産総研所有)(g)	器差(%) (②-③)/③
A	4,599	4,580	0.41
C1	1,152	1,132	1.77
C2	1,057	1,046	1.05
C3	1,008	998	1.00

マスターメーターの器差結果

3. 研究開発成果について

S1-② 計量検査の最適化によるコスト低減

【重量法】 器差変化傾向により、後続検査間隔を延長する
 164ステーション、8年間の器差を調査・分析した結果、2回続けて器差が5%以内のステーションにおいては、次の後続検査も良好な性能を維持することが示唆されたので、後続検査間隔の緩和延長が可能であり、検査周期の最適化による、運用管理費用が削減できる。

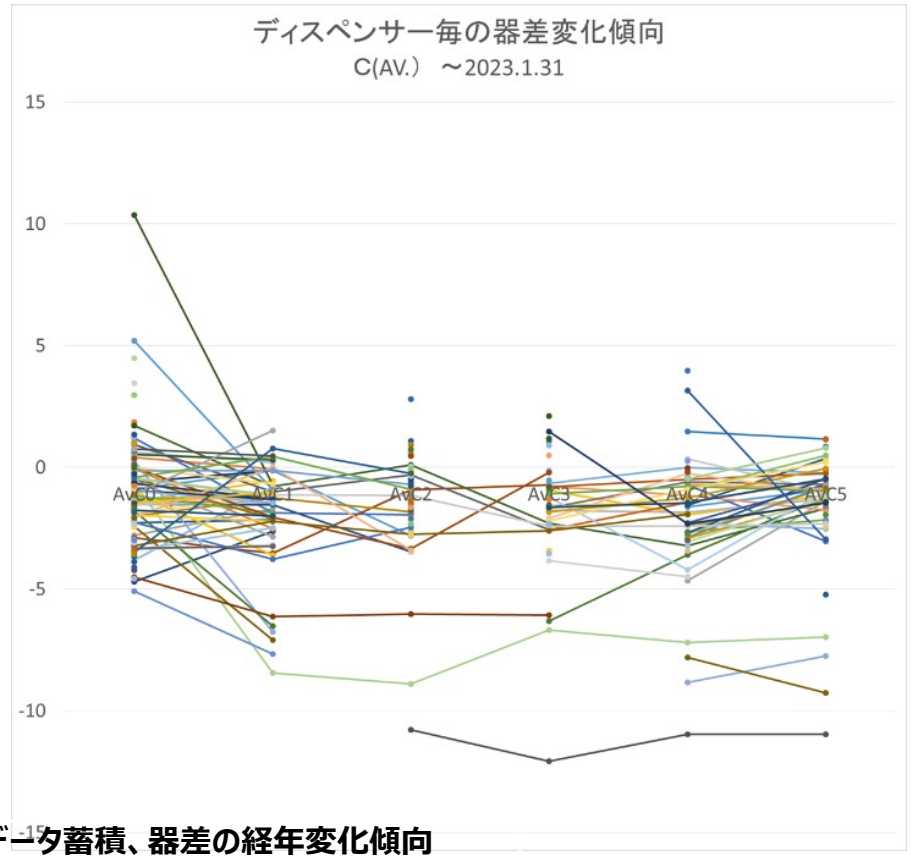
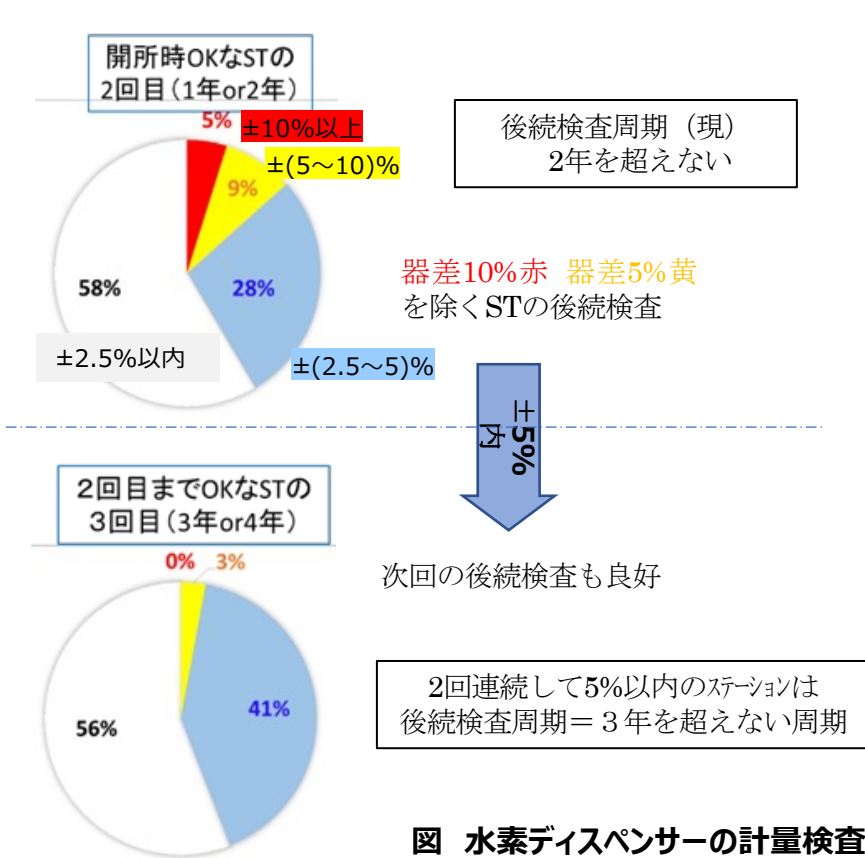


図 水素ディスペンサーの計量検査データ蓄積、器差の経年変化傾向

3. 研究開発成果について

実施項目2：新プロトコルに対応する水素計量技術の開発（トキコ）

研究開発目標

- 様々な燃料電池モビリティに適用される新しいプロトコルへの対応のため、新プロトコルの開発が遅れることのないよう並行して水素計量検査に関わる項目について技術開発を進める。

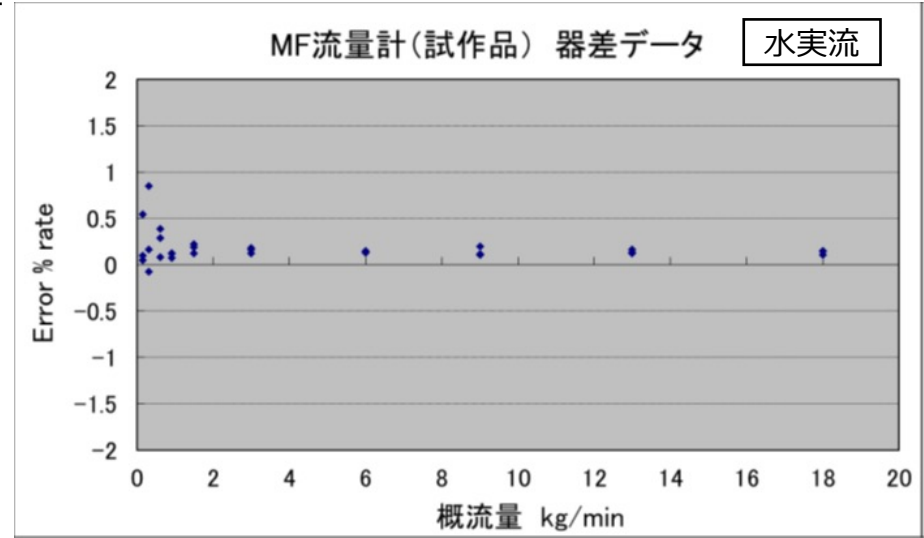
テーマ／担当	2022年度計画	2022年度成果
【S2-①】 高レンジアビリティ計量技術の開発 (◎タツノ、産総研)	水実流装置と、流量計の性能向上改造を実施し、最終的には、1:500のワイドレンジにも対応できる流量計測を実現する。	MF、HFタイプの流量計開発を行った。1:100以上のワイドレンジは確認できた。試験装置に限界があり、真の性能の評価が不十分である。
【S2-②】 変動充填領域での計量精度評価 (◎岩谷産業、産総研)	高圧水素試験設備ならびに福島水素充填技術研究センターにおいて新プロトコルを想定した充填模擬試験を行い、圧力変動、ガス温度が計量精度に与える影響を明らかにする。	福島水素充填技術研究センターにおいてNF/MFの充填模擬試験を行い圧力変動、ガス温度が計量精度に与える影響を評価した。
【S2-③】 ヒートマス及び圧力損失の影響評価 (◎トキコ、産総研)	マスターメーター法による計量精度検査の不確かさ要因についての評価を行う。また、HDV対応のマスターメーター法計量精度検査装置の絵kン等を完了する。	・ヒートマス及び圧力損失の影響評価装置により、不確かさ要因としてヒートマス、圧力変動の影響評価を完了した。

3. 研究開発成果について

実施項目2：新プロトコルに対応する水素計量技術の開発

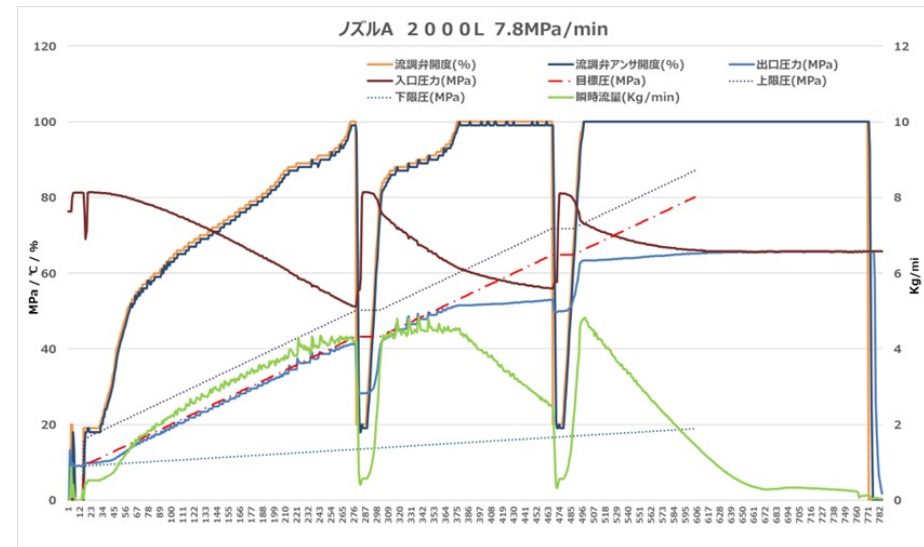
S2-① 高レンジアビリティ計量技術の開発

【右上図】従来比約3倍の流量に対応したMFタイプの流量計を開発し、良好な器差性能だった。水実流試験では、1:100以上の広レンジアビリティを実現できたが、実流検査装置の測定可能範囲を超えており、正確な値が不明である。実ガスでの評価とともに、更なる試験を予定している。



更に従来比約5倍流量に対応したHFタイプの流量計評価も実施中である。

【右下図】福島水素充填試験センターのMFツイン充填の試験データである。このディスペンサには、開発したMFタイプの流量計を搭載し稼働しており、流量計のデータを分析し、水素においても応答性・追従性よく流量計測を行っていることが確認できた。



3. 研究開発成果について

実施項目2：新プロトコルに対応する水素計量技術の開発

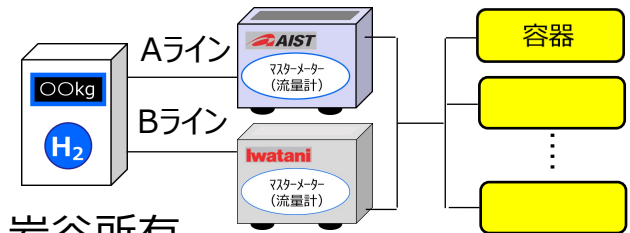
S2-② 変動充填領域での計量精度評価

マスターメーター法での計量試験におけるデータ解析として、以下に示す各充填工程毎の器差を算出し、工程毎の影響を評価している。

今年度は福島水素充填技術研究センターでのMFディスペンサーでの評価結果を示す。

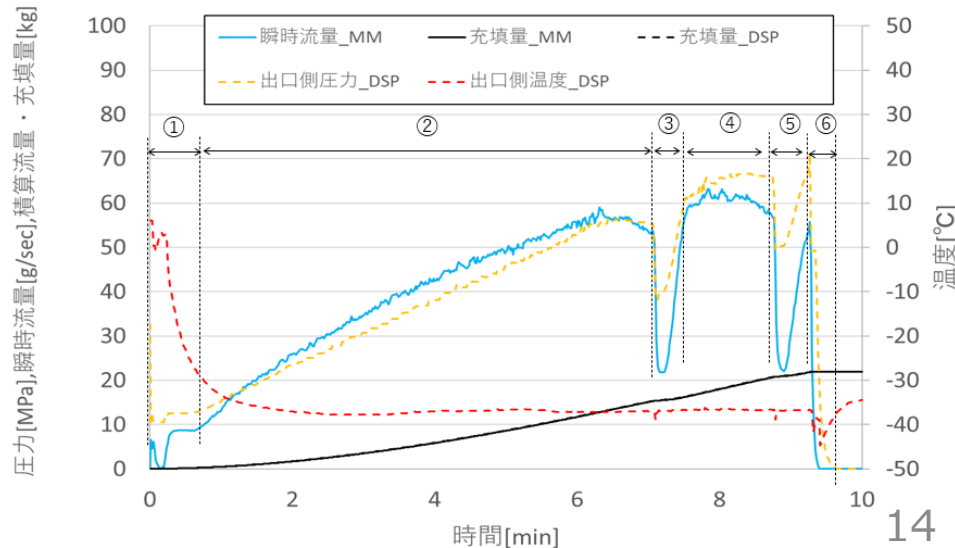
<計量試験概要>

- 実施日 : 2022年12月2日
 - 実施場所 : 福島水素充填技術研究センター
 - ディスペンサー : MFディスペンサー (ツインノズル仕様)
 - 計量試験装置 : Aライン 産総研 (AIST) 所有 / Bライン 岩谷所有
 - 充填量 : 44.78kg (Aライン22.81 kg / Bライン 21.97 kg)
 - 器差 : 0.01% (Aライン-0.31 % / Bライン 0.32 %)
- なお、充填時における工程を次の6つに区分けした。



- ① : 充填準備
- ② : 充填 (蓄圧器ユニットA)
- ③ : 一時充填中断 蓄圧器ユニット切替 (A→B)
- ④ : 充填 (蓄圧器ユニットB)
- ⑤ : 一時充填中断 蓄圧器ユニット切替 (B→C)
- ⑥ : 終了・脱ガス * 工程5の直後に充填終了

2022/12/2_MF_岩谷号_Bライン



3. 研究開発成果について

実施項目2：新プロトコルに対応する水素計量技術の開発 S2-② 変動充填領域での計量精度評価

各工程における計量試験データ

2022/12/2@福島水素充填技術研究センター MFディスペンサー（Aライン：AIST号、Bライン：岩谷号）

No	工程名	工程	Aライン AIST号				Bライン 岩谷号			
			充填量（各工程）		①-②	各工程で発生した器差	充填量（各工程）		①-②	各工程で発生した器差
			①DSP	②MM			①DSP	②MM		
1	充填始動時間	充填準備	0.49kg	0.48kg	0.01kg	0.05%	0.47kg	0.45kg	0.01kg	0.06%
2	実充填時間① 蓄圧器ユニットA	充填	14.43kg	14.45kg	-0.02kg	-0.09%	13.82kg	13.76kg	0.06kg	0.29%
3	非充填時間①	一時充填中断 切替A→B	3.29kg	3.30kg	-0.02kg	-0.07%	3.18kg	3.17kg	0.00kg	0.02%
4	実充填時間② 蓄圧器ユニットB	充填	2.22kg	2.22kg	0.00kg	-0.02%	2.14kg	2.14kg	0.01kg	0.03%
5	非充填時間②	一時充填中断 切替B→C	2.32kg	2.32kg	0.00kg	0.00%	2.26kg	2.25kg	0.00kg	0.00%
6	充填閉止時間	終了、脱ガス	0.06kg	0.10kg	-0.04kg	-0.18%	0.11kg	0.13kg	-0.02kg	-0.08%
			22.81kg	22.88kg	合計の器差	-0.31%	21.97kg	21.90kg	合計の器差	0.32%

各工程の器差は、-0.18 ~ 0.29 %の範囲

各工程での計量値の差異（「ディスペンサー」-「検査装置」）は、-0.04 ~ 0.06 kgの計量値の差異が見られたが、

各ラインにおける計量値が22kg程度と差異に対して大きいため、器差は上述の範囲に収まった。

LDVへの計量試験では、瞬時流量が低流量時において（500 ~ 1000 g/min≒8.3~16.6 g/s）器差が大きくなる傾向が見られた。

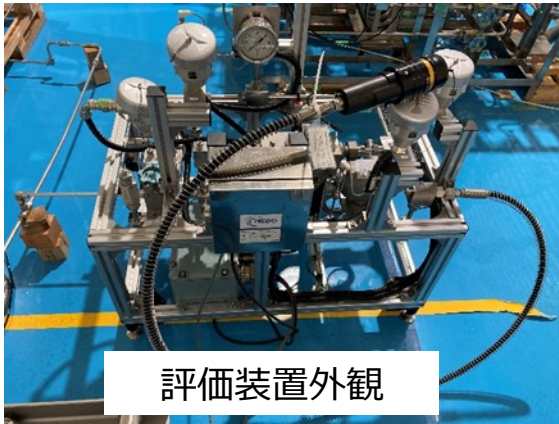
一方、MFディスペンサーでは1000g/min以上の流量の時間が長く、瞬時流量が大きいことが今回の器差に関係していると考えられる。

3. 研究開発成果について

実施項目2：新プロトコルに対応する水素計量技術の開発

S2-③ ヒートマス及び圧力損失の影響評価

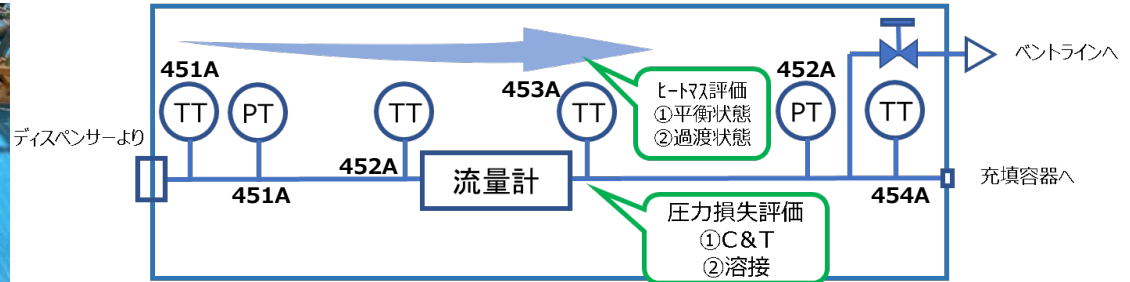
- ヒートマスおよび圧力損失の影響を評価する評価装置を製作し自社設備にて評価試験を行った。



評価装置外観

評価装置仕様

	C & T	溶接
配管長(mm)	2,138	2,147
配管	9/16	3/8
内径 (mm)	6.3	5.3
ツギテ (エルボ)	6個	6個
ツギテ (テ)	5個	5個



フロー図

試験条件

C&T 溶接	No.	容器容量 (L)	初期圧力 (MPa)	プレクール	APRR (MPa/min)
開度 一定	1	300	25	T40	①100% ②50%
					12.4
HDV MDV 想定	2	300	25	T40	12.4
	3	300	25	T30	12.4
LDV 想定	4	300	25	T40	7.4
	5	150	25	T40	4.8
	6	150	25	T20	4.8
	7	150	25	T40	8.3

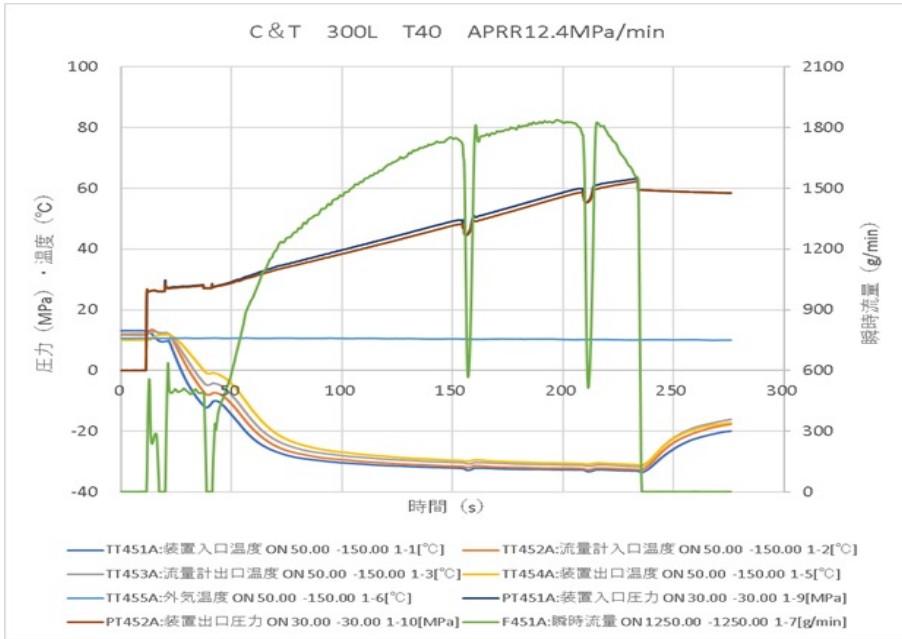
- ✓ 試験条件として、ヒートマスでは平均圧力上昇率（APRR）を同条件、圧力損失ではプレクール温度を同条件とする組合せで評価した。更に車種（LDV,MDV/HDV）の想定も条件（容器容量）に加えた。
- ✓ 本評価により、マスターメーター法計量精度検査時のヒートマス、圧力損失を見積りマスターメーター法計量精度検査装置のヒートマスと圧力損失を測定・算出した。

3. 研究開発成果について

実施項目2：新プロトコルに対応する水素計量技術の開発

S2-③ ヒートマス及び圧力損失の影響評価

●前頁表の試験条件（No.2）について評価試験結果を以下に示す。

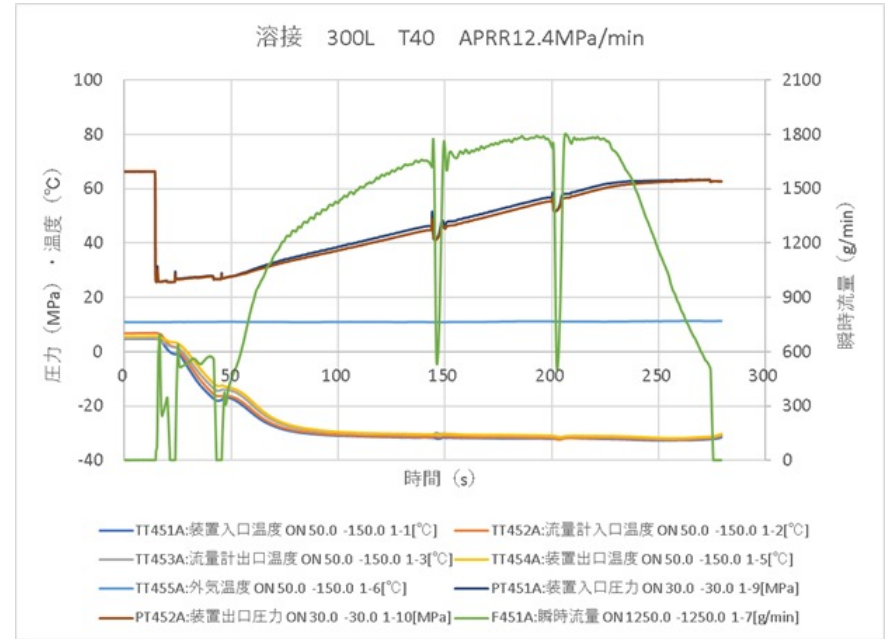


【C&T】

Cv値：0.141

TT451A < TT454A : 2.18°C

Ta=10.2°C



【溶接】

Cv値：0.134

TT451A < TT454A : 1.13°C

Ta=11.1°C

- ✓ C&T : Cv値は 0.141であった。平衡（定常）状態での装置出入口の温度差は2.18°Cであった。
- ✓ 溶接 : Cv値は 0.134であった。平衡（定常）状態での装置出入口の温度差は1.13°Cであった。

3. 研究開発成果について

実施項目3：HDV用の充填技術等に関する調査・研究（タツノ）

- HDV用燃料システムへの水素充填技術に関わる基礎研究を実施する。HDVに求められる性能を明らかにするため、燃料供給要件（充填時間、流量など）、想定するHDVの要求仕様（航続距離、タンク容量、シングル・ダブルフロー充填、複数容器システムなど）、HDV燃料供給ハードウェア（HFノズル、レセプタクル、ホース、流量計等）などのニーズや性能（圧力損失特性、ヒートマス他、各機器固有の特性）に関する最新技術や海外動向を調査し、将来のHDV用充填プロトコルを作成するためのシミュレーションモデルの境界条件やテーマ4における水素先進技術研究センターにおける設備仕様に反映する。

テーマ／担当	2022年度計画	2022年度成果
HDV用の充填技術等に関する調査・研究 (◎タツノ、トキコシステムソリューションズ、JARI)	HDVの充填に関わる詳細ニーズや性能について最新技術や海外動向を調査し、主要なコンポーネントの性能評価を行う。また開発品においては、性能・機能向上を目指す。また、より具体化された仕様に基づき、テーマ4の技術検証と連携しながら、システムや各種ハードウェアの詳細性能の調査を行う。	福島水素充填試験センターの最終仕様で、シミュレーションを実施し直し、実充填と同様な結果を得た。HF/MF/LF 各構成機器の流量特性・Cv値を調査した。充填時の温度上昇を模擬する3次元数値シミュレーションモデルを開発した。

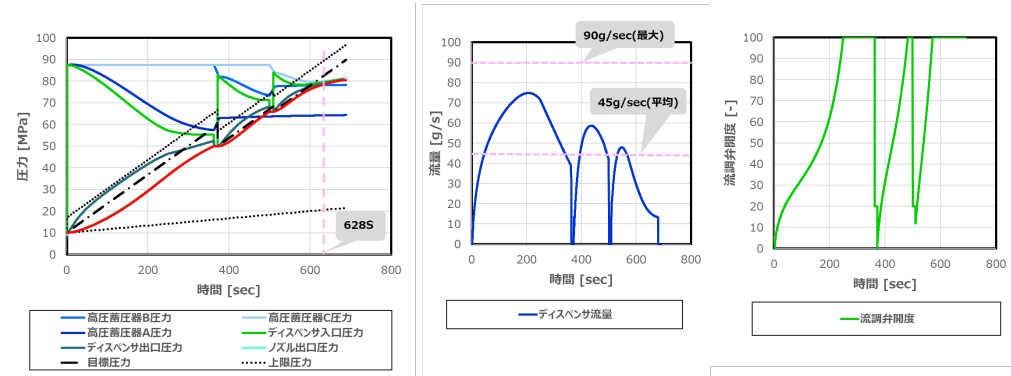
3. 研究開発成果について

実施項目3：HDV用の充填技術等に関する調査・研究（タツノ）

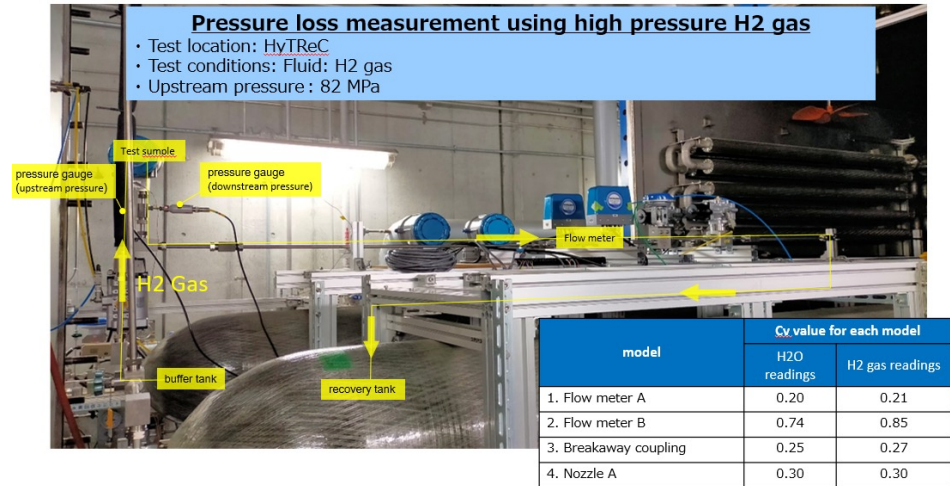
最終仕様でシミュレーションを実施した。

- ・充填条件：3バンク、充填模擬容器2000 L、初期圧10 MPa、目標昇圧率8 MPa/min、外気温度20 °C。
- ・平均流量が45 g/s程度、最大流量が90 g/s以下に制御可能で、MFの基準を満たすことを確認した。
- ・充填量64.7 kg、充填時間628 s（SOC：98 %）、設備の充填性能目標を達成できることを確認した。

HDV用コンポーネント機器のCv値、流量特性、各種性能評価を行った。構成機器の圧力損失を実ガス高圧水素を用いて測定した。水での実測、理論計算値、高圧水素での実測を行ない、測定手法間でのばらつきが15%程度の範囲に収まり、理論計算及び水実流手法の妥当性を確認できた。



福島水素充填技術研究センターのMFツイン充填シミュレーション

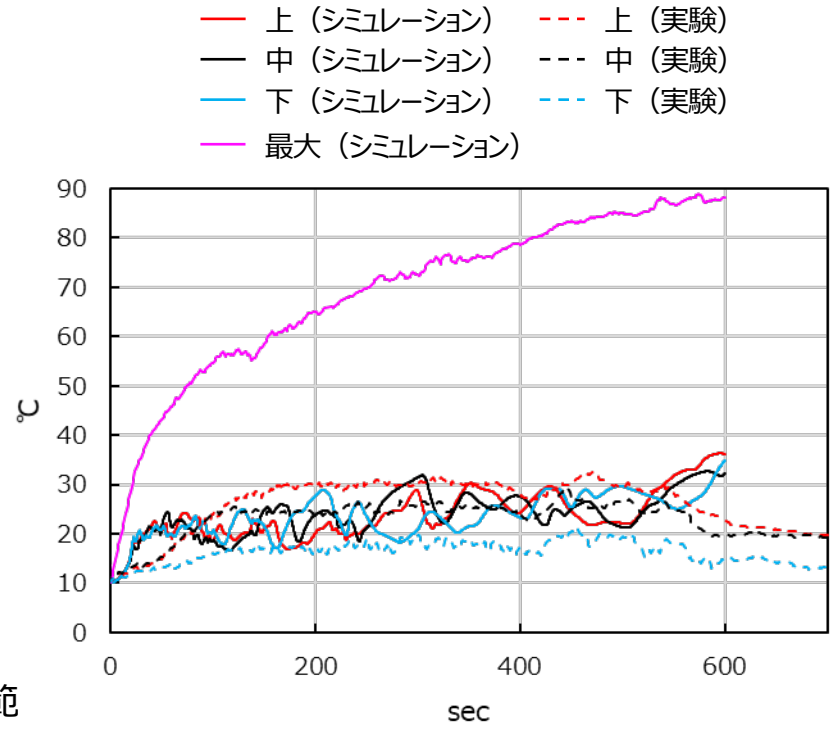
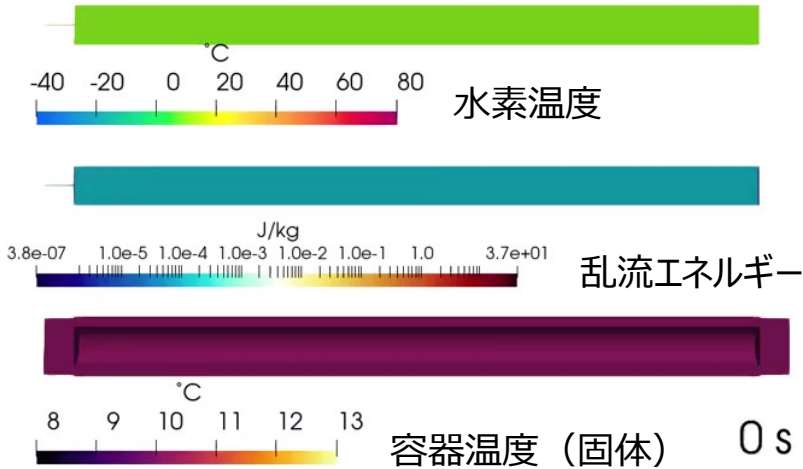


MF/HF用機器流量特性評価

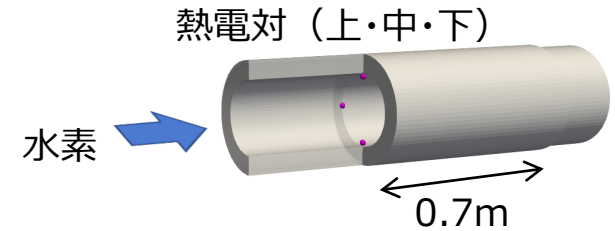
3. 研究開発成果について

実施項目3：HDV用の充填技術等に関する調査・研究

模擬容器（200L、全長4.6m）への水素充填の数値シミュレーション（初期温度10℃、7.4MPa/min）



充填時の容器内水素温度

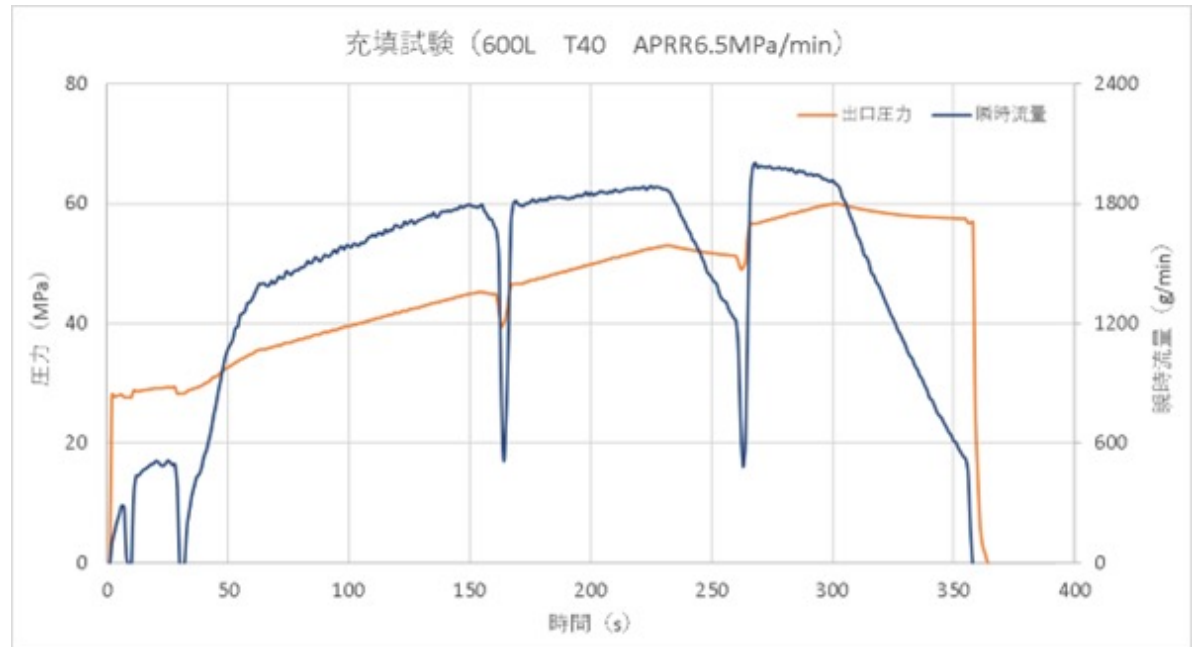


- 数値シミュレーションと実験の温度変化は、概ね同程度の範囲で推移しており、数値モデルは妥当といえる
- 充填口と逆側の水素温度の上昇は顕著で最高温度は80℃を超えている。固体には十分熱は伝わっていない
- 中央部の水素温度は比較的低温で均一であるが、乱流エネルギーが大きく固体への熱伝達も大きい。固体の容器温度は高い傾向にある
- 今後、数値シミュレーションによって実車容器に対する温度分布の検討を行う必要がある

3. 研究開発成果について

実施項目3：HDV用の充填技術等に関する調査・研究

- HDV用充填技術の研究用に充填ユニットを製作した。
製作した充填ユニットにおける全体Cv値と主要機器のCv値を測定した。
これまでに検討したHDV対応ディスペンサーの全体Cv値とディスペンサー内要素機のCv値を充填ユニットに模擬して充填試験を行った。



- ✓ 自社設備にて試験した結果、検討したCv値と測定・算出したCv値が同等となり妥当性を確認した。

3. 研究開発成果について

実施項目4：HDV等の新プロトコル対応に係る技術検証（JARI, HySUT）

- HDV用HRSの実用化を検証するために、HDV用に特化した水素充填や計量関連技術等の試験評価が可能な福島水素充填技術研究センターを整備する。

テーマ／担当	2022年度計画	2022年度成果
HDV等の新プロトコル対応に係る技術検証 （◎JARI, HySUT）	福島水素充填技術研究センターの整備を進め、完成する。 センター整備完了後、HDV等の新プロトコルに対応する技術検証を開始する。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 福島水素充填技術研究センターを2022年9月に完成。高圧ガス設備完成検査を受検し、技術基準に適合を確認。 ■ 福島水素充填技術研究センター検討委員会、同WGを開催し、整備状況の報告および技術検証のための試験条件等の審議を行った。 ■ 実証試験（充填、計量）を行い、HDV用充填プロトコルの構築に必要な基礎データの取得を進めた。 ■ H70MF×2（水素流量最大90 g×2=180 g/s）充填により、センターの性能目標を達成した。
機器名	仕様	
高圧水素圧縮機	<ul style="list-style-type: none"> ● 吸入圧力：35MPa、吐出圧力：87.5MPa ● ブースター式 900Nm³/h 2台 計1,800Nm³/h (160kg/h) 	
高圧蓄圧器	<ul style="list-style-type: none"> ● 圧力：87.5MPa ● TYPE1 300リットル 18本 計5,400リットル ● TYPE3 300リットル 9本 計2,700リットル ⇒ 計8,100リットル (390kg) 	
ディスペンサー① (H70MF×2)	<ul style="list-style-type: none"> ● JPEC-S 0003 (SAE J2601) ベース MF及び将来の新規格案対応 ● H70MF×2 (水素流量：最大90g×2=180g/s) 	
ディスペンサー② (H70NF×2)	<ul style="list-style-type: none"> ● JPEC-S 0003 (SAE J2601) ベース ● H70NF×2 (水素流量：最大60g×2=120g/s) 	
模擬容器 (定置式)	<ul style="list-style-type: none"> ● 圧力：87.5MPa ● TYPE2 200リットル 10本 計2,000リットル (80kg@70MPa, 15℃) 	

3. 研究開発成果について

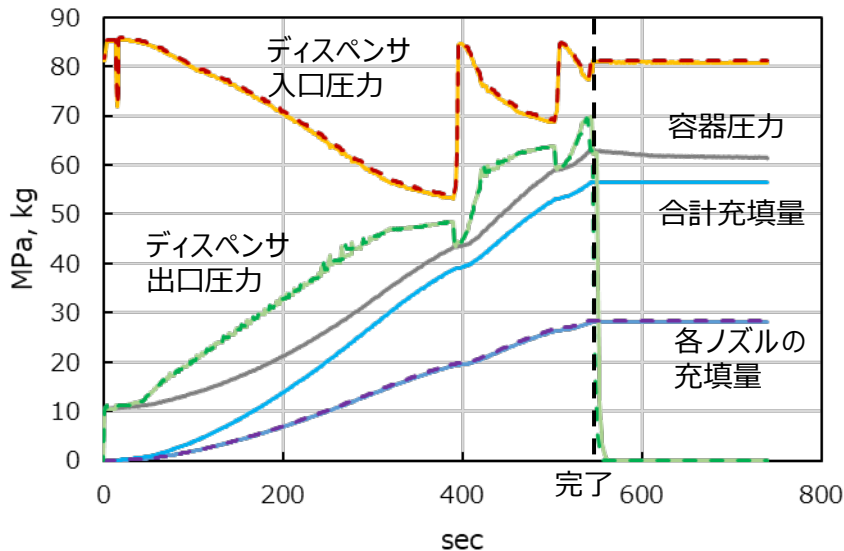
実施項目4：HDV等の新プロトコル対応に係る技術検証（JARI, HySUT）



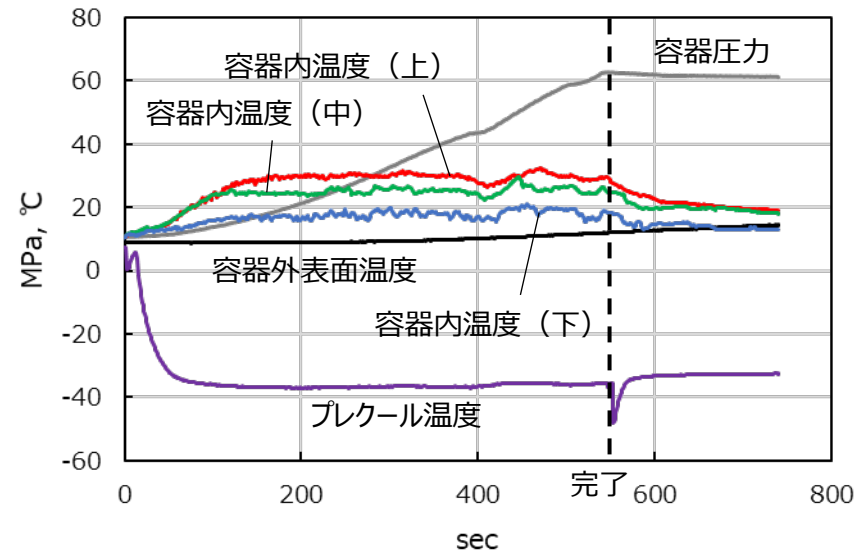
2022年秋に福島水素充填技術研究センター完成
（11/1～ 高圧ガス製造開始）

充填性能目標（80 kgの水素充填が可能な容器に
初期圧10 MPaから10分程度で充填完了）をMFツイ
ンズル（H70MF×2、最大流量180 g/s）充填で
達成

充填用の模擬容器内に明確な温度層（上部が高
温）を確認。HDV用充填プロトコル作成において、重
要な検討事項であり、今後の検証が必要



H70MF×2 充填時の圧力と充填量



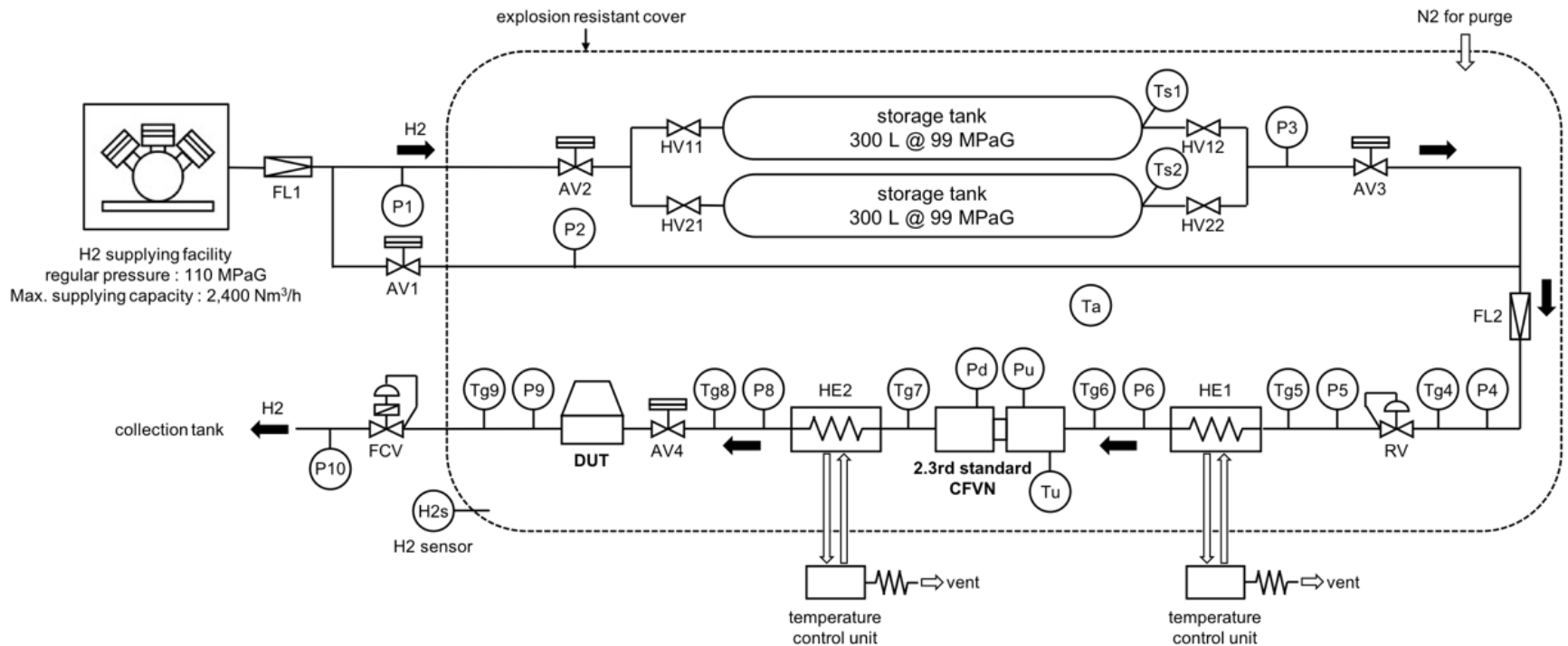
H70MF×2 充填時の圧力と温度

3. 研究開発成果について

実施項目5：高圧水素計量技術に関する国際協調（産総研）

- 我が国の水素計量技術の優位性を確認し、国内水素計量器並びに水素ディスプレイメーカーの国際競争力強化に繋がり、関連業界の活性化に貢献する。

テーマ／担当	2022年度計画	2022年度成果
高圧水素計量技術に関する国際協調 （◎産総研）	諸外国で水素燃料計量用として使用されている高圧水素用流量計の計量性能（流量特性・圧力損失・熱損失）比較を行う。	国家標準にトレーサブルな臨界ノズルを用いて国内外の高圧水素用コリオリ流量計の器差試験を行い、0.2～0.5 %の器差を確認した。



3. 研究開発成果について

実施項目5：高圧水素計量技術に関する国際協調（産総研）

国内外の高圧水素用コリオリ流量計の主な仕様

メーカー	国	主な仕様	Max. error [%]
A社	日本	最大流量5.0 kg/min、パルスレート1 g/pulse	0.3 %
B社	日本	最大流量 12.0 kg/min、パルスレート1 g/pulse	0.2 %
C社	米国	最大流量5.0 kg/min、パルスレート1 g/pulse	0.3 %
D社	ドイツ	最大流量4.0 kg/min、パルスレート1 g/pulse	0.3 %
E社	ドイツ	最大流量5.0 kg/min、パルスレート0.1 g/pulse	0.4 %
F社	ドイツ	最大流量7.5 kg/min、パルスレート0.0125 g/pulse	0.5 %

4. 今後の見通しについて

本研究開発の成果として、高度化されたマスターメーター法計量精度検査装置は様々な燃料電池モビリティに対する水素ディスペンサーの計量精度検査に活用が期待される。国際標準に準拠するためにも更なる高度化を目指していく。

産総研の低圧大流量水素試験設備や福島水素充填技術研究センターにおいて、HDV等の新プロトコルに対応した水素燃料計量システム技術や充填技術の関する実証試験を進めていく。

HDVの充填技術について、北米・欧州ではHF充填（最大流量 300 g/s）が研究開発されている。日本は率先して、LDV用H70と互換性のあるH70MFx2充填（最大流量 180 g/s）の普及を目指すため、福島水素充填技術研究センターにおいて、H70MFx2充填及び計量の技術検証および国際基準調和・国際標準化活動に資するデータの取得を進める。また、福島水素充填技術研究センターの長期利活用の検討を継続する。

5. 他の事業との連携について

実施項目 1～3：

HY-01「本格普及期に向けた次世代水素ステーション・充填技術の研究開発」事業と事業連携した。具体的には、

- 水素ディスペンサーやマスターメーター法計量精度検査装置、配管、要素機器等に関する熱容量の評価を行い、HY-01事業における低コスト対応プロトコルおよびHDV用大流量に対応する水素充填プロトコルの開発の加速化

実施項目 4：

HY-03「水素ステーション等機器のISO/TC197国際標準化の推進と水素品質規格のための研究開発」事業と事業連携した。具体的には、

- HY-03事業から、HDV用大流量に対応する水素充填プロトコル規格：ISO19885の国際審議状況を本事業に提供
- 本事業からは実施項目4で今後取得する充填プロトコル開発に資する評価データをHY-03事業に提供