株式会社加地テック
TORAY
Innovation by Chemistry

2019年度NEDO次世代電池・水素成果報告会

発表No.H1-23

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
電気化学式水素ポンプの開発・実証

株式会社加地テック／東レ株式会社

2019年7月18日（木）

連絡先
株式会社加地テック
E-mail: y-nakatani@kajitech.com
TEL: 072-361-9507
東レ株式会社　HS事業開発推進室
E-mail: daisuke.izuhara.v8@mail.toray
TEL: 077-533-8521

事業概要

株式会社加地テック
TORAY
Innovation by Chemistry

1. 期間

開始　　：2018年11月
終了（予定）：2021年2月

2. 最終目標

実施項目	最終目標（2020年度）
① 5Nm3/h×82MPa水素ポンプの セル・スタック技術の開発	・水素ポンプのセル・スタック技術開発を完了する ・スタックの耐久性およびシステムの消費電力が、機械式圧縮機対比で有利なことを実証する
② 5Nm3/h×82MPa水素ポンプ システムの技術開発	・水素ポンプシステムの技術開発を完了する ・コンパクト性，低振動，低騒音が、機械式圧縮機対比で有利なことを実証する
③ 水素ポンプ及び同システムの高圧ガス保安法 および国内防爆規格への対応	・高圧ガス保安法・・・・水素ステーションで使用可能な性能・構造とする ・防爆規格・・・・水素ステーションで使用可能な仕様とする

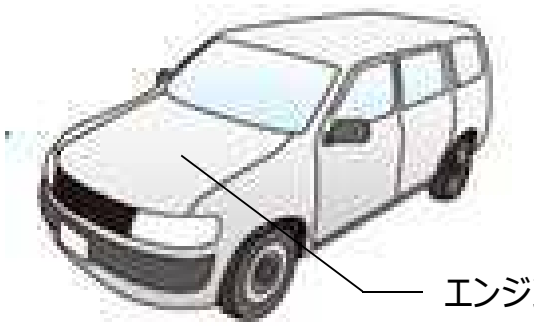
3. 成果・進捗概要

実施項目	成果内容	自己評価（2019.3末時点）
①	開発項目に添った水素ポンプスタックの仕様検討および試作品スタック製作開始	○
②	開発項目に添った水素ポンプシステムの仕様検討および試作品システム製作開始	○
③	国内法規対応のための課題抽出	△

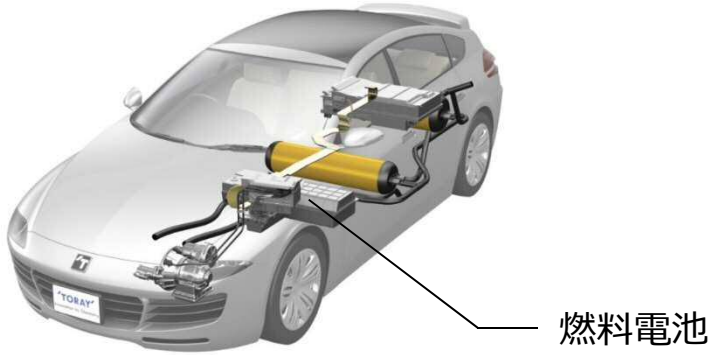
１．電気化学式水素ポンプの概要　（機械式圧縮機と電気化学式水素ポンプ）

株式会社加地テック
TORAY
Innovation by Chemistry

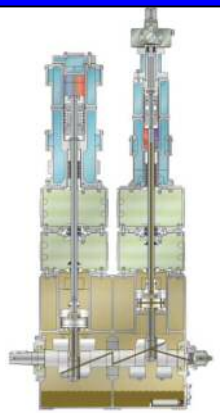
内燃機関自動車



燃料電池自動車（ＦＣＶ）

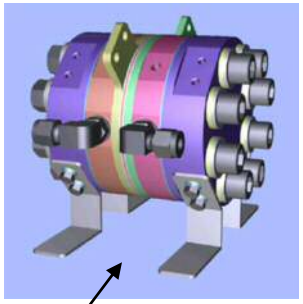


往復動水素圧縮機



建設済水素ステーション･･･113ヶ所中21ヶ所導入実績
2019年度建設予定水素ステーション･･･24ヶ所中10ヶ所受注予定

電気化学式水素ポンプ

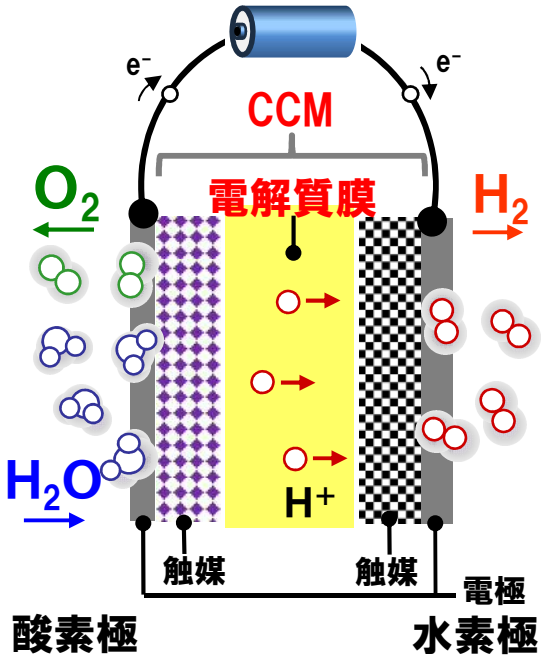
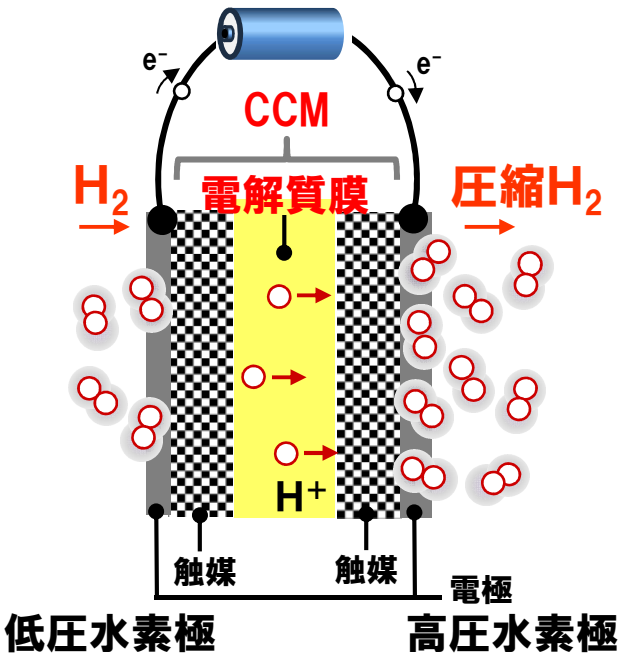
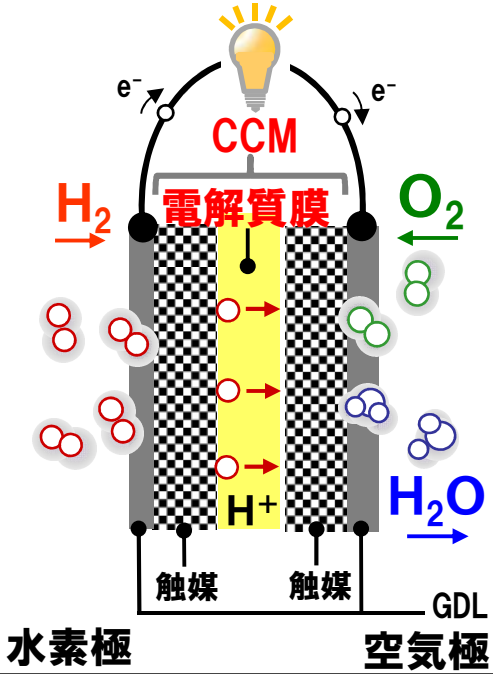


スタック

水素ポンプの試作品
（東レ）

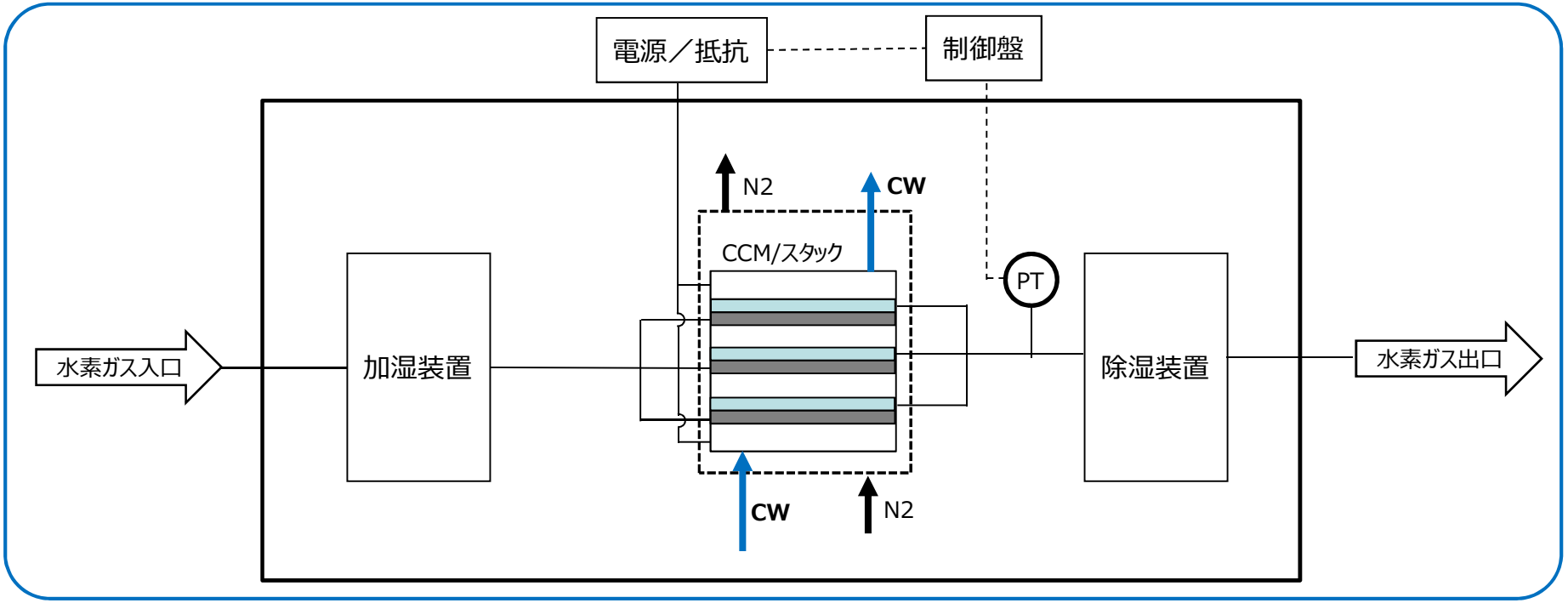
機械式圧縮機から電気化学式水素ポンプへのシフトチェンジ

1．電気化学式水素ポンプの概要　（燃料電池・水素圧縮・水電解の原理・要求）

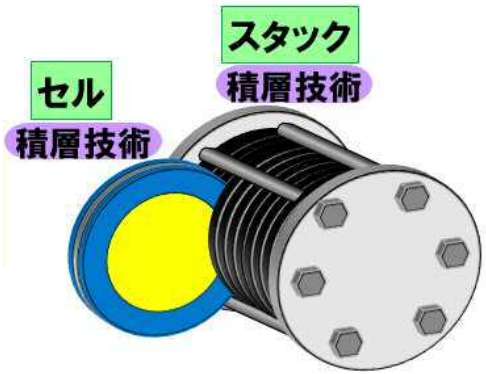
	製造	輸送・貯蔵	利用
	水電解 **（製造）**	**電気化学式水素ポンプ** **（輸送・貯蔵）**	**燃料電池** **（利用）**
構成			
原理	**電気で水から水素を製造** $H_2O \rightarrow H_2 + {}^1/_2\ O_2$	**電気で水素を圧縮** H_2（0.1MPa）→ H_2（80MPa）	**水素と空気から発電** $H_2 + {}^1/_2\ O_2 \rightarrow H_2O$

燃料電池自動車やエネファームに使用される燃料電池や
水電解とほぼ同じ構成材料で、１段高圧水素圧縮が可能

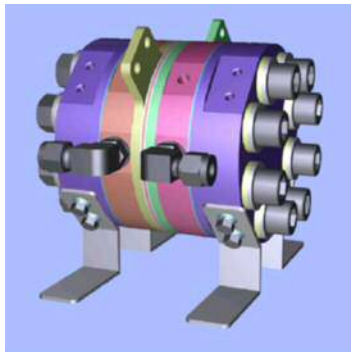
1．電気化学式水素ポンプの概要　（水素ポンプセル・スタックおよびシステムの概要）



水素ポンプ装置全体のシステムフロー



水素ポンプのセル・スタック模式図



水素ポンプの試作品
（東レ）

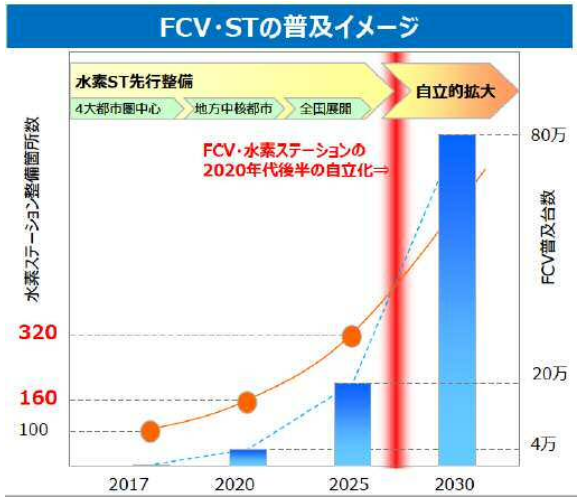
	電気化学式水素ポンプ
エネルギー効率	○効率が良い （今回開発のシステム全体で当社比20%アップ目標）
サイズ	◎ 小さい
拡張性	○柔軟に対応可
騒音	◎ 小さい
振動	◎ 小さい
水素精製機能	◎ あり
水分管理	△必要
圧力脈動	◎ 無し
吸込圧力の範囲	◎ 低圧・高圧共に対応可
耐久性	○電解質膜・セルの耐久性に依存

株式会社加地テック
TORAY
Innovation by Chemistry

社会的背景

○水素・燃料電池戦略ロードマップで示された水素ステーション普及の目標

- ✓ 官民一体となって2020年度までに160箇所、2025年度までに320箇所を整備し、2020年代後半までに水素ステーション事業の自立化を目指す
- ✓ 整備費・運営費について、2020年頃までに導入初期との比較で半減（整備費：2.3億円、運営費：2.3千万円）し、2025年頃までに導入初期との比較で大幅削減（整備費：2.0億円、運営費：1.5千万円）する



水素ステーションの普及目標
出典：水素・燃料電池戦略ロードマップ改定の方向性（平成30年12月21日）

	導入初期	2016年	2025年頃
圧縮機	1.40億円	0.90億円	0.50億円（100台/年・社）
蓄圧器	0.50億円	0.50億円	0.10億円（500本/年・社）
プレクーラー	0.30億円	0.20億円	0.10億円（100台/年・社）
ディスペンサー	0.60億円	0.20億円	0.20億円（100台/年・社）
その他工事費	1.80億円	1.70億円	1.10億円
整備費計	**4.60億円**	**3.50億円**	**2.00億円**
運営費	**4~5千万円**	**3.4千万円**	**1.5千万円**

水素ステーションのコスト削減目標
出典：水素・燃料電池戦略ロードマップ（平成31年3月12日）

株式会社加地テック
'TORAY'
Innovation by Chemistry

事業の目的

○水素ステーションのコスト低減等に関連する技術開発

- ✓ 電気化学式水素ポンプは、大容量化が可能となると大幅に水素ステーションのコストを削減できる可能性がある(小～中規模水素ステーションに最適)
- ✓ 同一構造で低圧・高圧の双方に対応可能であること及び振動、騒音が無く、コンパクト設計が可能であることより、P2G設備全般、水素出荷用ボンベ充填設備、フォークリフト充填設備等、水素圧縮を必要とする幅広い用途への展開が期待できる

事業の内容

○水素ステーション対応に向けた電気化学式水素ポンプ課題解決

- ✓ 水素ポンプセル・スタック技術の高圧＆容量UP
- ✓ 水素ポンプシステムに関する技術開発
- ✓ 高圧ガス保安法および国内防爆規格への対応

株式会社加地テック
TORAY
Innovation by Chemistry

◆研究開発目標と根拠

研究開発項目	研究開発目標	根拠
① 5Nm3/h×82MPa 水素ポンプのセル・スタック技術の開発	・水素ポンプのセル・スタック技術開発を完了する ・スタックの耐久性およびシステムの消費電力が、機械式圧縮機対比で有利なことを実証する	・試作品のスタックとして0.9Nm3/h×40MPaを開発評価している ・圧力を試作品の約2倍、吐出量を試作品の約5倍にステップアップした仕様とする

研究開発項目	研究開発目標	根拠
② 5Nm3/h×82MPa 水素ポンプシステムの技術開発	・水素ポンプシステムの技術開発を完了する ・コンパクト性，低振動，低騒音が、機械式圧縮機対比で有利なことを実証する ・水素出荷設備で実仕様における課題を抽出し、82MPa仕様の水素ポンプシステムに反映する	・試作品のシステムでクリアできていない課題を抽出する ・圧力を試作品の約2倍、吐出量を試作品の約5倍にステップアップした仕様とする

株式会社加地テック
TORAY
Innovation by Chemistry

◆研究開発目標と根拠

研究開発項目	研究開発目標	根拠
③ 水素ポンプ及び同システムの高圧ガス保安法および国内防爆規格への対応	１）高圧ガス保安法 水素ステーションで使用可能な性能・構造とする ２）防爆規格 水素ステーションで使用可能な仕様とする	・水素ポンプは法律、規格に例示がないため、国内での商品化に向けて高圧ガス保安協会（KHK）や産業安全技術協会（TIIS）等に指導を仰ぐ必要がある

株式会社加地テック
TORAY
Innovation by Chemistry

◆研究開発の実施体制

NEDO

㈱加地テック（リーダー） 研究開発項目2&3	東レ㈱ 研究開発項目1

5． 研究開発のスケジュール

株式会社加地テック
TORAY
Innovation by Chemistry

	2018年度	2019年度		2020年度	
	下期(11月～)	上期	下期	上期	下期
①5Nm3/h×82MPa 水素ﾎﾟﾝﾌﾟのｾﾙ・ｽﾀｯｸ技術の開発					
1. 試作品の評価、課題抽出	製作	評価・課題抽出			
2. 高圧ｽﾀｯｸの開発・試作・検証	製作	評価・課題抽出			
3. 高容量ｽﾀｯｸの開発・試作・検証	製作	評価・課題抽出			
4. 高圧・高容量ｽﾀｯｸの開発・試作・検証および耐久試験	設計	製作		耐久試験	
②5Nm3/h×82MPa 水素ﾎﾟﾝﾌﾟｼｽﾃﾑの技術開発					
1. 試作品の評価、課題抽出	製作	評価・課題抽出			
2. 高容量ｼｽﾃﾑの開発・試作・検証	設計	製作	評価・課題抽出		
3. 20MPa仕様実証試験				実証試験（山梨県企業局）	
4. 高圧・高容量ｼｽﾃﾑの開発・試作・検証	設計	製作		評価・課題抽出	
③水素ポンプ及び同システムの高圧ガス保安法および国内防爆規格への対応	事前調査	KHK,TIISに指導を仰ぎ国内法規対応を進める			

６．研究成果

① 水素ポンプのセル・スタック技術の開発
② 水素ポンプシステムの技術開発
③ 水素ポンプ及び同システムの高圧ガス保安法および国内防爆規格への対応

開発項目	最終目標	成果 （2019年3月末時点）	達成状況
①	・水素ポンプのセル・スタック技術開発を完了する。 ・スタックの耐久性およびシステムの消費電力が、機械式圧縮機対比で有利なことを実証する。	開発項目に添った水素ポンプスタックの仕様検討および試作品スタック製作開始	2021.2予定
②	・水素ポンプシステムの技術開発を完了する。 ・コンパクト性，低振動，低騒音が、機械式圧縮機対比で有利なことを実証する。	開発項目に添った水素ポンプシステムの仕様検討および試作品システム製作開始	2021.2予定
③	・高圧ガス保安法・・・・水素ステーションで使用可能な性能・構造とする ・防爆規格・・・・水素ステーションで使用可能な仕様とする	国内法規対応のための課題抽出	2021.2予定

株式会社加地テック
TORAY
Innovation by Chemistry

①　水素ポンプのセル・スタック技術の開発

＜技術課題＞

○高圧化：シール構造、RIM設計、水素脆化に対応できる材料を選定したスタックにより40MPaの圧縮圧力を82MPaまで上昇させる。

○高容量化：セル数を試作品の約３倍にステップアップすることなどにより、0.9→5Nm^3/hに高容量化する。

○耐久性：現在のところスタックでの耐久性の知見は得られておらず、耐久試験後の劣化程度・効率低下を明らかにし、課題抽出を行う。

＜開発ポイント＞

高圧・大容量化してもエネルギー効率の良いセル・スタックを開発する

⇩

水素ポンプスタックの仕様を検討し、試作品スタックを製作。

株式会社加地テック
TORAY
Innovation by Chemistry

② 水素ポンプシステムの技術開発

＜技術課題＞

○特有の機器：水素ポンプに必要な加湿装置，除湿装置の開発

○運転制御システム：水素ポンプの基本運転制御，水分管理制御の開発
スタックに関するシステムは東レと共同で開発

○安全設計：安全設計，緊急遮断装置，安全計装，安全装置
→水電解装置や機械式圧縮機を参考に国内法規に
適用出来る設計を行う

＜開発ポイント＞

- ✓ 高圧・大容量化してもエネルギー効率の良いシステムを開発する
- ✓ 水素ステーションの運用で最も効率の良いシステムを開発する

⇩

水素ポンプシステムの仕様を検討し、試作品システムを製作。

株式会社加地テック
TORAY
Innovation by Chemistry

② 水素ポンプシステムの技術開発

○実証試験

2020年度に山梨県企業局が建設し運営する小口向け水素出荷設備の昇圧機として、4.1Nm3/hr×20MPa仕様の実証機を移設し、実際の出荷充填に対し実環境で使用することにより、諸課題を抽出する

米倉山 水電解実証設備エリア

米倉山 太陽光発電所

（写真提供）山梨県企業局

株式会社加地テック
TORAY
Innovation by Chemistry

③　水素ポンプ及び同システムの高圧ガス保安法および国内防爆規格への対応

国内法規対応のための課題抽出

国内法規対応：

- プロトタイプ機は国内法規に対応しておらずそのまま使用できない
- 開発する水素ポンプ及び同システムは、高圧ガス保安法および国内防爆規格への対応をクリアにする
- 法規に例示がないため、高圧ガス保安協会（KHK），産業安全技術協会（TIIS）等に指導を仰ぎ進める

⇩

事前調査がほぼ完了し、今後はKHK、TIISに法規の指導を仰ぐ予定。

※ただし、TIISにおいては、防爆に関する有料相談及び依頼試験業務が２０１９年２月１日から新規の受付けを休止している。