

「水素利用研究開発事業」（事後評価）

（平成25年度～平成29年度 5年間）

プロジェクトの詳細説明（公開）

NEDO

新エネルギー部

平成29年11月24日

研究開発の実施体制

NEDO

PL：九州大学 教授 尾上清明氏、杉村丈一氏

研究開発項目

「燃料電池自動車及び水素供給インフラの国内規制適正化、国際基準調和・国際標準化に関する研究開発」

・委託[NEDO負担率：100%]

研究開発項目

「燃料電池自動車及び水素ステーション用低コスト機器・システム等に関する研究開発」

- 委託[NEDO負担率：100%]
- 共同研究[NEDO負担1/2]
- 助成[NEDO負担1/2]

研究開発項目

「水素ステーション安全基盤整備に関する研究開発」

•委託[NEDO負担率：100%]

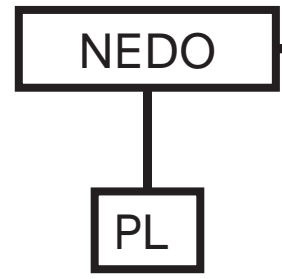
研究開発項目

「CO2フリー水素及び国際機関等に係る政策・市場・研究開発動向に関する調査研究」

•委託[NEDO負担率：100%]

研究開発の実施体制

研究開発項目
 燃料電池自動車及び水素供給インフラの国内規制適正化、国際基準調和・国際標準化に関する研究開発
 委託 [NEDO負担率: 100%]



- 水素ステーションの設置・運用等における規制の適正化に関する研究開発**
 ・JPEC、JIMGA、岩谷産業、日本エア・リキード、豊田通商、佐賀大学
- 水素スタンドの緊急時対応ガイドラインの整備に関する検討**
 ・JPEC
- 水素ステーション用複合容器の供用中検査手法の研究開発**
 ・千代田化工建設
- 水素ステーション用金属材料の鋼種拡大に関する研究開発**
 ・JPEC、KHK、九大
- 複合圧力容器蓄圧器の基準整備等に関する研究開発**
 ・JPEC、KHK、東大
- 燃料電池自動車及び水素ステーション関連機器向け使用可能鋼材の拡大に関する研究開発**
 ・JRCM、日本製鋼所、新日鐵住金、愛知製鋼、NIMS
- 自動車用圧縮水素容器の基準整備・国際基準調和に関する研究開発**
 ・JARI、UACJ、日軽金、神戸製鋼所、サムテック、茨城大
- 水素ステーションにおける水素ガス品質管理方法の国際標準化に関する研究開発**
 ・HySUT、JARI、住化分析センター
- 燃料電池自動車への水素充填時における過充填防止のための措置に係る技術基準の見直し等に関する研究開発**
 ・HySUT、JPEC、JARI、九大
- 燃料電池自動車の水素安全基準等の国際調和に関する研究開発**
 ・JARI
- 水素ステーション等機器の国際標準化動向に関する検討**
 ・HySUT、エンジニアリング協会

- ・HySUT(水素供給利用技術協会)
- ・JARI(日本自動車研究所)
- ・JIMGA(日本産業・医療ガス協会)
- ・JPEC(石油エネルギー技術センター)
- ・JRCM(金属系材料研究開発センター)
- ・NIMS(物質・材料研究機構)

研究開発の実施体制

研究開発項目

燃料電池自動車及び水素ステーション用低コスト機器・システム等に関する研究開発

委託 [NEDO負担率: 100%]

共同研究 [NEDO負担1/2]

助成 [NEDO負担1/2]

NEDO

PL

委託

水素ステーションの高圧水素用ホースとシールシステムに関する研究開発
 ・HySUT、九大、化学物質評価研究機構、横浜ゴム、NOK、日本合成化学工業

高圧水素機器用ホース等システム部材の研究開発 ・ブリヂストン、九大

水素ステーションにおける水素計量管理方法に関する研究開発
 ・HySUT、ツツノ、岩谷、産総研

燃料電池自動車用水素貯蔵材料に関する研究開発
 ・九大、日本重化学工業、東北大学、アツミテック

多給系フィラメントワインディングによる複合容器の設計高度化に関する研究開発
 ・東大、帝人、村田機械

共同研究

アルミ製ライナー低コスト複合容器蓄圧器の開発 ・JXTGエネルギー、サムテック

スチール製ライナー低コスト複合容器蓄圧器の開発 ・JFEスチール、JFEコンテナ

タイプ2 複合容器圧力蓄圧器の研究開発 ・JFEスチール、JFEコンテナ、三菱ケミカル

タイプ2 複合容器圧力蓄圧器の研究開発 ・日本製鋼所

樹脂製ライナー低コスト複合容器蓄圧器の開発 ・八千代工業、東邦テナックス

樹脂製ライナー低コスト複合容器蓄圧器の開発 ・中国工業

樹脂ライナーの低コスト複合容器蓄圧器の開発 ・丸八、巴商会

助成

有機ケミカルハイドライド法脱水素設備の水素ステーション用小型化・低コスト化
 ・千代田化工建設

オンサイト型水素ステーション用低価格水素製造装置の開発 ・大日機械工業

複合型高圧水素圧縮機の研究開発 ・サクシオン瓦斯機関製作所

低コスト・プレクーラーの研究開発 ・巴商会

・HySUT(水素供給利用技術協会)

研究開発の実施体制

研究開発項目
 水素ステーション安全基盤整備に関する研究開発
 委託 [NEDO負担率: 100%]

NEDO
 PL

- 水素ステーション高度安全・安心技術開発 ・HySUT
- 高圧水素ガス用高窒素高強度ステンレス鋼配管の溶接継手に関する研究開発
 ・エアリキードラボラトリーズ
- 水素ステーションにおける雷被害対応技術の研究開発
 ・佐賀県、鳥栖環境開発総合センター、雷保護システム工業会
- 水晶振動子を利用した信頼性向上が期待できる水素センサの研究開発
 ・早稲田大学、坂本電機製作所、KOA
- 光学式水素ガスセンサおよび水素ガスリークディテクタの研究開発
 ・四国総合研究所、千葉大学
- 水素火炎可視化機能を有する監視システムの研究開発 ・四国総合研究所
- 電気化学式水素ポンプに係る研究開発 ・東レ
- 水素社会構築に向けた社会受容性調査 ・みずほ総研
- 実環境下における安全運用技術の研究開発 ・HySUT
- 四大都市圏から全国普及に向けた水素ネットワークの技術課題に関する検討
 ・九州環境管理協会

研究開発項目
 CO2フリー水素及び国際機関等に係る政策・市場・研究開発動向に関する調査研究
 委託 [NEDO負担率: 100%]

NEDO
 PL

- 海外の政策・市場・研究開発動向に関する調査研究 ・テクノバ
- 有機ハイドライドを用いたロシアからのCO2フリー水素導入に関する調査研究
 ・千代田化工建設

・HySUT(水素供給利用技術協会)

3. 研究開発成果

研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
研究開発項目 「燃料電池自動車及び水素供給インフラの国内規制適正化、国際機基準調和・国際標準化に関する研究開発」	平成22年(2010年)12月28日に原子力安全・保安院から公表された「燃料電池自動車・水素ステーション普及開始に向けた規制の再点検に係る工程表」に含まれる検討項目及び平成25年6月、平成27年6月及び平成28年6月に閣議決定された「規制改革実施計画」の次世代自動車の世界最速普及において対象として挙げられた項目について、規制見直しを進めるために必要な研究開発を行い、水素ステーションに係るコスト低減等に資する。 その他、水素ステーションにおける水素ガス品質管理方法の国際標準化、FCVにおける国内規制の適正化・国際基準調和・国際標準化等に資する各種案を作成する。	<ul style="list-style-type: none"> 水素供給インフラに関連した規制見直しは追加検討項目を含め検討を完了した。 また水素充填ガイドライン、水素品質ガイドライン、水素計量ガイドラインなどの制定及び改定と併せ、70MPa水素ステーション及びFCVの普及拡大に必要な合理的な管理ガイドラインも策定された。 MCH由来の不純物であるMCH・トルエンが与える影響を明確にし、品質規格改定議論等を日本がリードした。 FCVの国際流通に必要なISO、SAE、HFCV GTRは日本が議論をリードする形で成立している。 		<ul style="list-style-type: none"> 新たな規制見直し検討項目について検討を進めていく。 HFCV GTR phase2インフォーマルワーキングの論議が2017年10月から開始されたため、容器破裂圧適正化・水素適合性試験法・AL合金の腐食試験法等の課題について、日本案の反映が必要。 本格的普及、自立化に必要な規格・標準などの共通課題の整備をすることが必要。

大きく上回って達成、 達成、 達成見込み / 一部達成、 X未達

3. 研究開発成果

研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
研究開発項目 燃料電池自動車及び水素ステーション用低コスト機器・システム等に関する研究開発	< 水素ステーション > 水素ステーション及び水素貯蔵システムのコスト・性能目標を満足する機器・システム等の実用化技術開発を実施し、水素ステーションに係るコスト低減等に資する。	<ul style="list-style-type: none"> ・高圧水素用（87.5MPa用）ホース・シールシステムの要求圧力サイクル回数を達成した。また、樹脂製高圧水素用ホースの信頼性評価基準（案）を策定した。 ・コスト目標を達成するプレクーラシステム、水素圧縮機、水素製造装置を開発し、実用化完了する目処を得た。 複合容器蓄圧器の実用化技術が開発され、大型化達成の目処を得た。 ・Type 4 複合容器の使用条件を明らかにすることが出来た。 ・水素計量技術及び計量器校正等の管理技術を確立し、水素ステーションでの公正な水素販売を実現した。より高精度なマスターメータ法による計量の評価手法を完了した。 		<ul style="list-style-type: none"> ・実環境下でのホース・シールの劣化状況が不明であり、ホースの交換期間の設定や使用時の閾値の設定が困難であるため、実環境下で使用されたホース・シールについて劣化状況を把握し、高圧水素ホース構成部材の各種劣化指標との相関を検討する必要がある。 ・ホースのISO議論が続いていることから、今後も国内基準との調和のために日本の積極的な意見発信が必要である ・水素ステーションコストと合わせて運営コストの低減も検討する必要がある。
	< FCV用水素貯蔵システム > 水素5 kg を搭載した場合、質量貯蔵密度 6質量% 以上、容器体積 100L 以下、コスト 30～50万円以下、かつ燃料電池自動車の低温起動や全開加速に適合する水素放出性能を有する車載用システムの開発。	<ul style="list-style-type: none"> ・車載システムのコンセプトを構築し、自動車走行モデルから車載容器の要求仕様を求め実験およびシミュレーションを用いて車載に適した水素貯蔵材料を用いたシステムの設計および性能の評価を進めた。水素貯蔵材料容器システムの優位性を実証する予定 		<p>水素貯蔵材料容器システムの試作および性能評価とシミュレーションによる定式化に基づいて、プリチャージタンクとメインタンクのサイズおよび水素圧力等の詳細な最適化。</p> <p>水素貯蔵材料の高性能化、高密度化。</p>

大きく上回って達成、 達成、 達成見込み / 一部達成、 X未達

3. 研究開発成果

研究開発項目毎の目標と達成状況				
研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
研究開発項目 水素ステーション安全基盤整備に関する研究開発	より高次元の安全・安心を実現する機器及び運転・管理手法等の要素技術を確立して、水素ステーションの社会受容性の向上に資する。	<ul style="list-style-type: none"> ・セーフティデータベースを作成し、事業者間からの情報収集と展開の仕組みを完成した。 ・水素ステーションのオペレータ向けの教育設備訓練内容指針(案)を作成した。 ・ポータルサイトを開設し、一般の方への情報提供を開始した。 ・水素センサ、火炎可視化、電気化学式水素ポンプ等、次世代の水素ステーションに必要な技術課題を具体化した。 ・雷被害リスク軽減に有効な「雷被害対策ガイドライン(案)」を取りまとめた。 ・開発品を実環境下で評価できる水素技術センターを完成し、評価を行った。 		
研究開発項目 CO2フリー水素及び国際機関等に係る政策・市場・研究開発動向に関する調査研究	「国際エネルギー機関(IEA)」や、「国際水素エネルギー・燃料電池パートナーシップ(IPHE)」における情報収集等により海外の政策・市場・研究開発動向を把握するとともに、適切な情報発信を行う。	IEA、IPHEでの海外の政策・市場・研究開発動向に係る情報収集、及びCO2フリー水素の導入・普及に係る可能性調査を実施し、国内の水素・燃料電池利用技術関係者へ情報展開した。その結果、海外の研究開発動向、段階をふまえた新たな研究開発が水素社会構築技術開発事業等で開始され、水素利用技術の展開範囲が拡大した。		<ul style="list-style-type: none"> • 国際連携・調和の活動を継続、国内外の研究開発、政策動向を情報収集、情報発信を適切に行うことが必要

大きく上回って達成、 達成、 達成見込み / 一部達成、 X未達

各個別テーマの成果と意義

規制適正化

水素ステーションの設置・運用等における規制の適正化に関し、規制内容の検討、安全性検証・検討、技術基準案策定、課題整理などを行った。

材料の規制

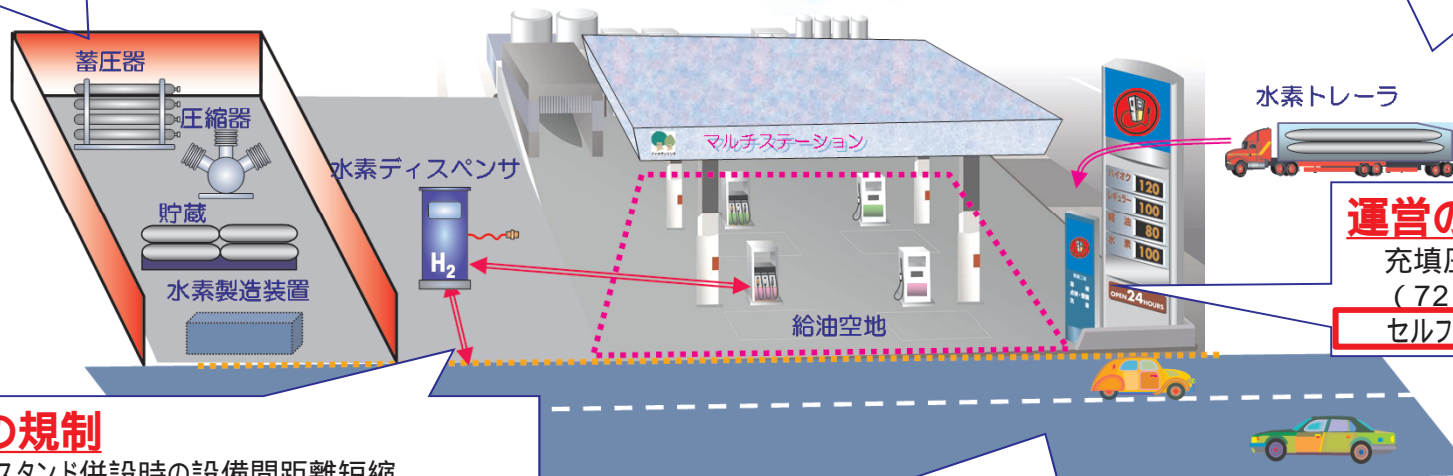
蓄圧器への複合容器使用の基準整備
保安検査の基準整備（開放検査が必須）
配管等への使用可能鋼材の拡大
Type2（フープラップ）容器の適用
使用可能鋼材の性能基準化

立地の規制

82MPaスタンドを設置する基準整備
液化水素スタンドの基準整備
液化水素ポンプに係る技術基準の追加

輸送の規制

容器の圧力上限緩和(35 45MPa)
上限温度の見直し(40 65)
安全弁の種類追加(ガラス球式)
ネックマウント方式の追加



運営の規制

充填圧力の変更
(72 82MPa)
セルフ充填の検討

距離の規制

CNGスタンド併設時の設備間距離短縮
ガソリンディスペンサとの併設
ディスペンサ周辺の防爆基準の策定
プレクーラに係る保安距離の緩和
公道とディスペンサとの離隔距離短縮に係る代替措置の検討

その他の規制

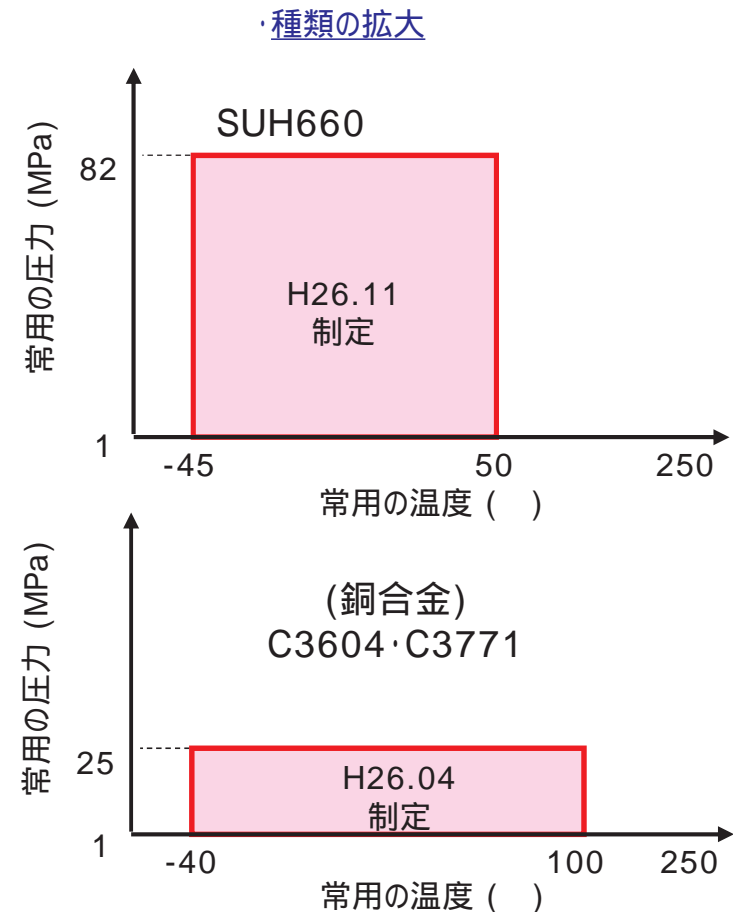
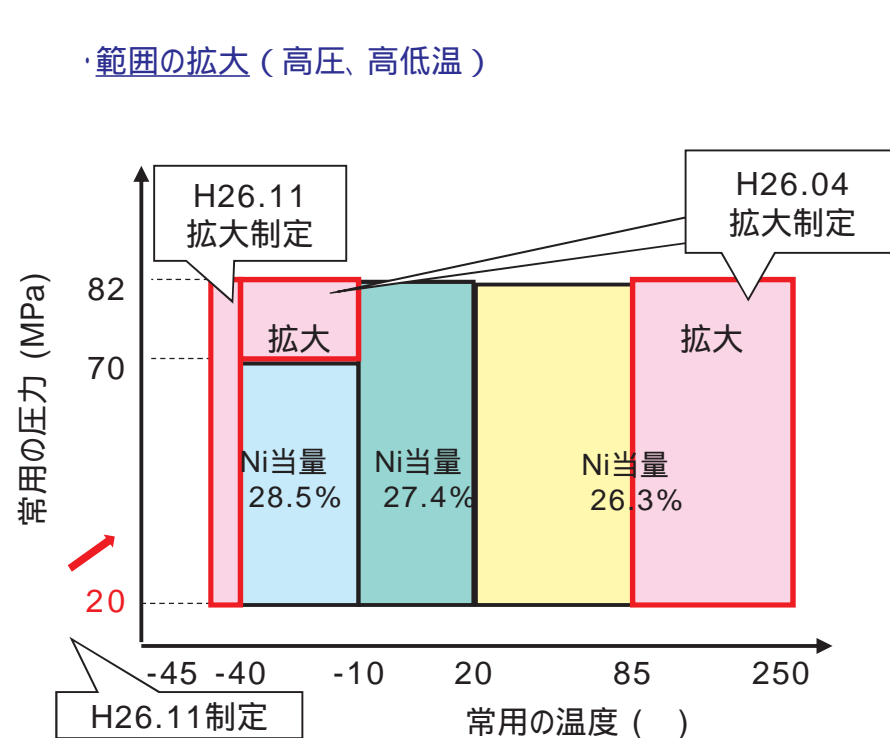
水電解機能を有する昇圧装置の定義
散水基準の見直し
公道充填のための基準整備

措置済み
検討中

3. 研究開発成果 - 研究開発項目

各個別テーマの成果と意義

<h3>金属材料の鋼種拡大</h3>	<p>高圧ガス設備等で使用する金属材料の鋼種の拡大と使用範囲（温度・圧力）拡大を図った。また業界で使用できる低合金鋼に関する技術文書を発行した。</p>
--------------------	------------------------------------------------------------------------------



各個別テーマの成果と意義

複合容器の供用中検査手法

項目	成果
アルミ合金の疲労試験時におけるAE発生挙動調査	特定の周波数帯域のAEパラメータを用いて、疲労き裂進展が評価できる事を示した。
CFRPの破壊時のAE発生挙動調査	CFRP破壊のAE信号は疲労評価のためのAE周波数帯域と異なる事を確認した。
タイプ3高圧タンクの疲労破壊試験時のAE発生挙動調査	波形分類と振幅比の併用による新しいAEパラメータによって複合容器の疲労評価の可能性を見出した。

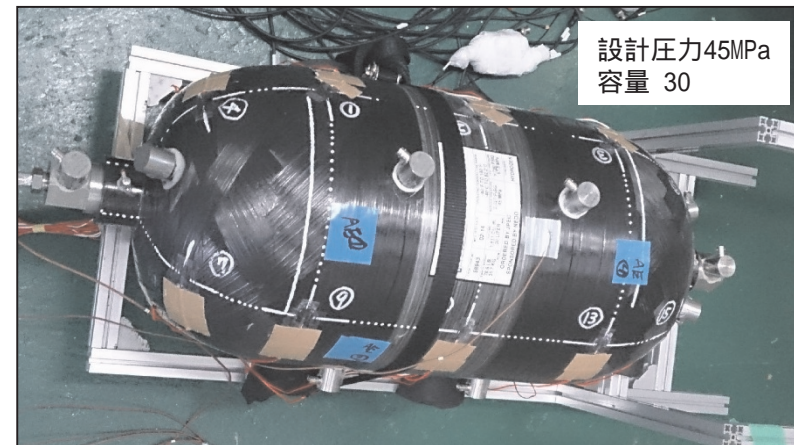
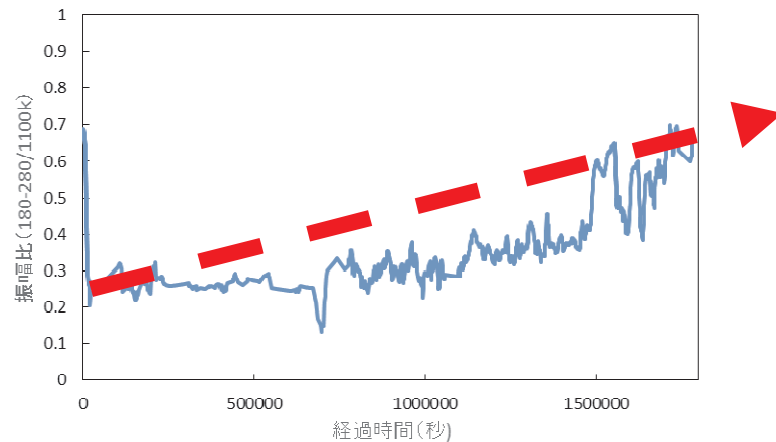


図12 複合容器とAEセンサの外観 (JPEC殿提供写真)

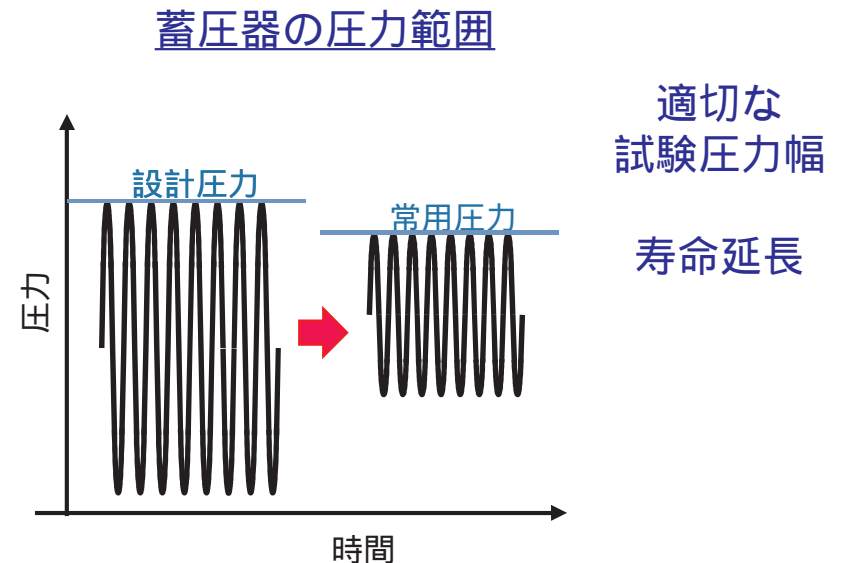
全AE波を波形分類して振幅比を分析する手法によって疲労損傷を正しく評価できる事を示した。

各個別テーマの成果と意義

複合圧力容器 の基準整備

Type2.3.4容器の疲労寿命評価方法の確立に向けたデータ取得を行い応力範囲と疲労寿命の相関を確認

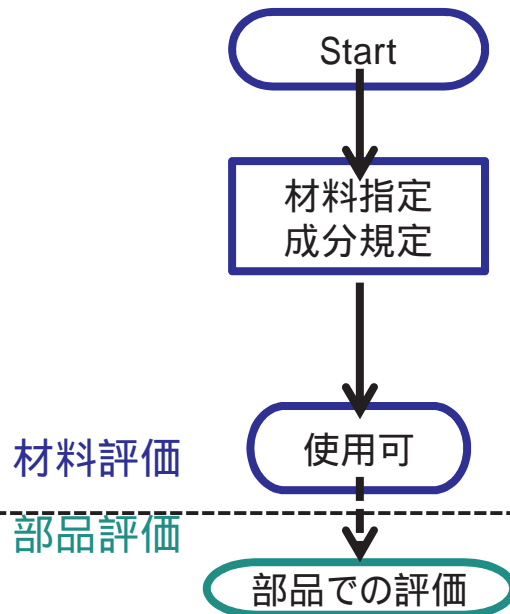
項目	
Type2容器	<ul style="list-style-type: none"> 容器における部分充填効果と損傷モードを確認し、これらの結果を基に自主基準案を作成した。
Type3容器	<ul style="list-style-type: none"> 容器の疲労試験に関する技術文書 KHKTD5202の改定素案及び解説書素案を作成し、改定申請を実施した。 容器応力解析の高度開発
Type4容器	<ul style="list-style-type: none"> 技術基準案の策定に資する適切な疲労寿命評価方法を提示 小型容器での応力範囲（圧力サイクル幅）と疲労寿命の相関取得



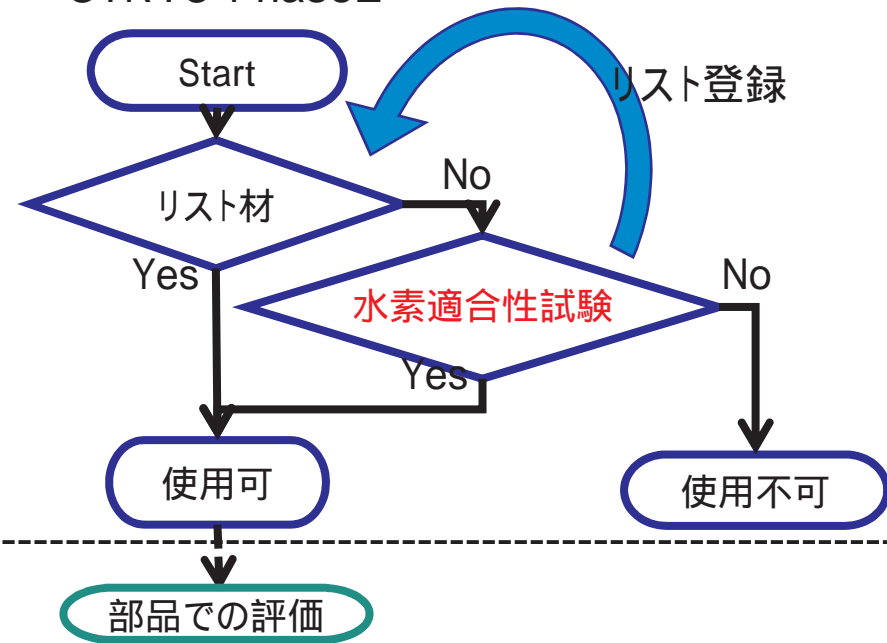
各個別テーマの成果と意義

自動車用圧縮水素容器		水素適合性を評価する材料試験法の開発	
項目	成果		
安全性評価	疲労試験データを取得し、策定した試験法案の妥当性を評価した。		
国内基準の適正化および国際基準調和	実証試験データと試験法案の国内審議から、国際議論の場への開示承認を得た。		
材料評価および試験法開発	6000系アルミニウム合金の応力腐食割れ特性データを取得した。策定した湿潤ガス応力腐食割れ (HG-SCC) 試験法案の妥当性も見えつつあり、国内外での先行規格化を推進中。		

GTR13 Phase1 (日本の場合)



GTR13 Phase2



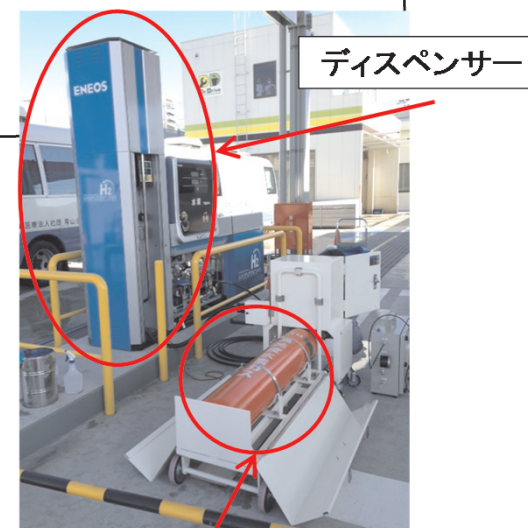
各個別テーマの成果と意義

水素ガス品質管理方法の国際標準化

項目	成果
水素品質管理運用ガイドライン（GL）の策定	水素ステーションの品質管理方法を規定する運用GLを予定通り平成26年9月に作成し、以降2回の改定を実施。既に広く利用されている。 全て水素ステーションの結果はISO14687-2を満足しを確認した。
現地評価機能を付加したサンプリング方式と分析法の開発	現地分析可能な項目別の分析装置を組み込んだキットを作成し、更なる分析費用の削減見込みを得た。 （目標：分析費用1/10以下、分析時間1/5以下）
水素燃料仕様の国際標準化	ISO14687-2に改訂提案に加え、ISO 19880-8（水素品質管理）の新規提案を日本が実施。各々H29年度中にDISおよび発行段階に到達する見込み。 （日本は、当該規格のそれぞれについて、議長を務めている。）



サンプリングキット



ディスペンサー

試料採取容器

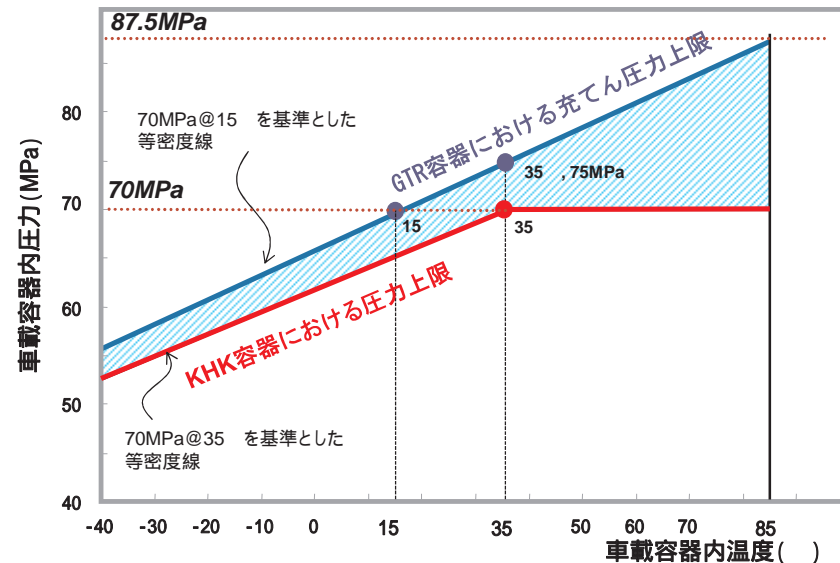
各個別テーマの成果と意義

過充填防止のための措置に係る技術基準の見直し等

項目	成果
国内基準類の改正案作成及び制定	FCV用基準制定 FCバス用基準制定 MCフォーミュラ（新しい充填方式）方式充填基準案策定 FCV、FCバス用基準対応ガイドラインを作成
国際標準と国内基準類の調和、国際連携	SAE J2601に日本の意向反映。ISOへの提案実施 充填プロトコルに関連してプロトコル及び評価ガイドラインを欧米(SAE、ISO)に提案し、充填基準の国際標準化に貢献。
充填技術開発 / 充填技術検証	プレクールした低温水素ガスをバスと二輪の充填、氷結試験のデータ取得し、問題ないことを確認した。



70MPa超領域確認用充填性能評価装置



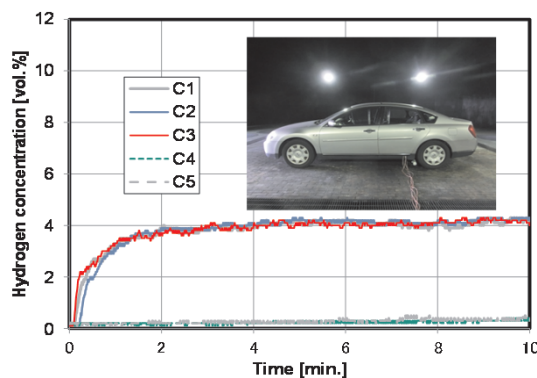
各個別テーマの成果と意義

燃料電池自動車の水素安全基準等の国際調和

項目	成果
FCVの国内規制および国際基準調和に資するデータ取得	「車載容器の局所火炎暴露試験法」、「衝突試験後の車室内水素濃度測定法」、「水素パージガス試験法」に関わるデータ取得
FCVの国際標準化	イグニッションオフ後の水素遮断特性や車載用水素センサー仕様を提案し、合意を得た。また、事故車両の識別やFCV廃車処理に関わる標準化について、JEVS(日本電動車両規格)(案)を作成し、発行の予定。
安全な事故後処理・廃車処理に資するデータ取得	消防関係、容器クズ化業界へデータ提供し、今年度内に各団体からマニュアル発行される予定。
FC2輪車の安全に関するデータ取得	二輪車特有の課題をデータ提供し、2016年、道路運送車両保安基準の細目告示(別添118)により、世界初のFC二輪車の安全基準が策定された。



車載容器局所火炎暴露試験



車室内水素漏洩試験



FC二輪車の水素センサー取付け要件に関わる水素漏洩試験

各個別テーマの成果と意義

水素ステーション等機器の国際標準化

項目	成果
ISO 等の国際標準化の動向調査	<p>充填・品質・ホース等のNEDOの他の研究開発事業と連携し、14全てのWG運営を遅滞なく行い、制定状況の把握と日本意見の適切な反映。</p> <p>我が国がコンビナ（国際議長）として提案したWG（*） WG19（水素ステーション用ディスペンサー＝充填機）、WG20（水素ステーション用バルブ類）、WG27（FCV用PEFC、定置用PEFC等のための水素品質規格）、WG28（FCV用水素品質管理）</p>
ISO 等国際標準と国内技術等との比較調査	<p>既に国際規格（IS）等を発行済の10のWGを対象に、ISやTSの国内利用状況を調査し、成果と課題を明らかにした。</p> <p>ISO規格制定過程で日本の技術貢献が大なケース</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ISO17268（水素充填コネクタ）NEDO事業で開発し日本が提案した評価試験法と仕様（形状）が追加された。 ・ISO14687-2（FCV用水素燃料仕様）13種の不純物規格値の根拠データの大半はNEDO事業で取得した成果 ・ISO14687-3（定置式PEFC水素燃料仕様） 同 上

研究開発の実施体制

研究開発項目

燃料電池自動車及び水素ステーション用低コスト機器・システム等に関する研究開発

委託 [NEDO負担率: 100%]

共同研究 [NEDO負担1/2]

助成 [NEDO負担1/2]

NEDO

PL

委託

水素ステーションの高圧水素用ホースとシールシステムに関する研究開発
 ・HySUT、九大、化学物質評価研究機構、横浜ゴム、NOK、日本合成化学工業

高圧水素機器用ホース等システム部材の研究開発 ・ブリヂストン、九大

水素ステーションにおける水素計量管理方法に関する研究開発
 ・HySUT、ツツノ、岩谷、産総研

燃料電池自動車用水素貯蔵材料に関する研究開発
 ・九大、日本重化学工業、東北大学、アツミテック

多給系フィラメントワインディングによる複合容器の設計高度化に関する研究開発
 ・東大、帝人、村田機械

共同研究

アルミ製ライナー低コスト複合容器蓄圧器の開発 ・JXTGエネルギー、サムテック

スチール製ライナー低コスト複合容器蓄圧器の開発 ・JFEスチール、JFEコンテナ

タイプ2 複合容器圧力蓄圧器の研究開発 ・JFEスチール、JFEコンテナ、三菱ケミカル

タイプ2 複合容器圧力蓄圧器の研究開発 ・日本製鋼所

樹脂製ライナー低コスト複合容器蓄圧器の開発 ・八千代工業、東邦テナックス

樹脂製ライナー低コスト複合容器蓄圧器の開発 ・中国工業

樹脂ライナーの低コスト複合容器蓄圧器の開発 ・丸八、巴商会

助成

有機ケミカルハイドライド法脱水素設備の水素ステーション用小型化・低コスト化
 ・千代田化工建設

オンサイト型水素ステーション用低価格水素製造装置の開発 ・大日機械工業

複合型高圧水素圧縮機の研究開発 ・サクシオン瓦斯機関製作所

低コスト・プレクーラーの研究開発 ・巴商会

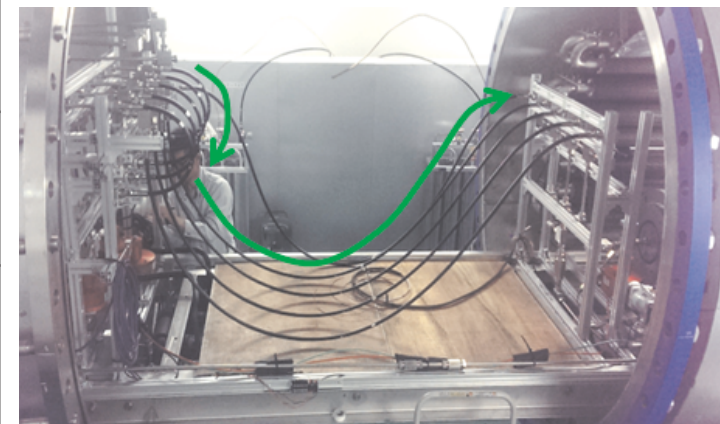
・HySUT(水素供給利用技術協会)

各個別テーマの成果と意義

高圧水素ホース評価法の開発

項目	成果
高圧水素ホース 評価法の開発	82MPaホースについて評価実施 2,200回の高圧水素加減圧サイクル達成 引き続き評価を継続し, 50,000 ~ 70,000回のサイ クル達成
	87.5MPa水素にて実用を模擬した耐久性試験を国内 外で実施し「普及初期1年間ノーメンテナンス」に対する 安全性を評価
内層樹脂 材料探索	ホース内層材など水素機器に用いられる樹脂材料につ いて, 高圧水素曝露時の水素侵入量, 体積変化率 を測定, データベース構築 90MPaクラスの差圧式水素透過測定法確立
	内面樹脂層への水素影響抑制と低温 (-40) 機械 特性を両立するバリア材開発, バリア材を持つ2種2層 内層チューブを開発
87.5MPa試作 ホースの開発	内層樹脂にバリア材を持つ2種2層内層チューブを用い たホース試作 (日本合成化学工業・横浜ゴム) 内層樹脂配合を改良したホース試作 (ブリヂストン)

ラボのホース取付



各個別テーマの成果と意義

水素ステーションにおける水素計量管理方法	
項目	成果
重量法およびマスターメーター法による水素計量に係るガイドライン案の策定	2014年秋に初版のガイドライン案を作成した。業界団体に採用され、全ての商用水素ステーションの計量検査で活用されるなど波及効果は大きい。その後、実施者のデータ・知見を踏まえて、ガイドラインの適正化を行い、ガイドライン改定案を作成した。
重量法による評価方法の確立	試験装置を用いたステーションにおける計量精度試験の実施し、試験結果をガイドライン案に反映。全ての商用ステーションで計量精度を確認し、影響因子を解明。計量システムの精度改善に繋げた。
マスターメーター法による評価方法の確立	マスターメーター法による評価技術を確立し、水素ステーションにてその実用性を確認中
代替流体による校正方法の検証、基準化	水素・代替流体で流量計の校正実証で相関性を確認し、指針を得ることができた

[現状の運用] 全計量機の現地水素で検定試験



代替流体試験が可能になると

[指定製造事業に準じた運用] (型式承認)

・同型式はメーカーが代替流体検査。現地で最小限の確認のみ



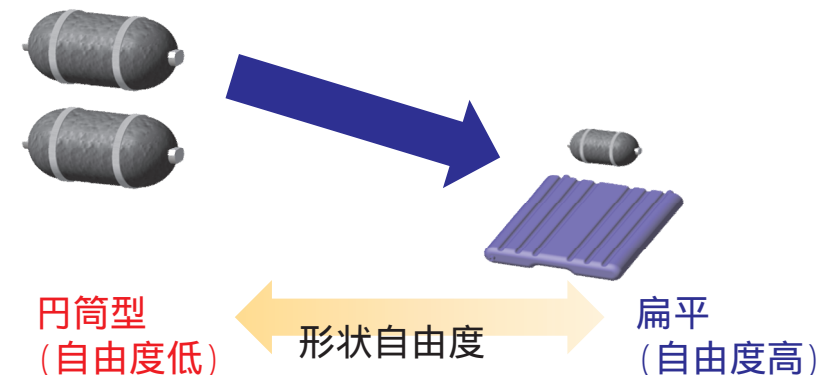
各個別テーマの成果と意義

燃料電池自動車用水素貯蔵材料

水素5 kg を搭載した場合、質量貯蔵密度 6質量% 以上、容器体積 100L 以下、コスト 30 ~ 50万円以下、かつ燃料電池自動車の低温起動や全開加速に適合する水素放出性能を有する車載用システムの開発

項目	成果
吸着系水素貯蔵材料の研究開発	高い吸蔵量を実現可能なスピルオーバー現象を確立するとともに安価な触媒を開発して車載に適した材料を提案
軽量水素貯蔵材料の研究開発	水素吸蔵量7.5質量%のMg系材料を開発
車載用水素貯蔵システムの構築と評価	燃料電池自動車の車載容器への要求仕様のリバース解析による確認シミュレーション：材料の水素放出特性推算式および容器システムの実験再現

システム評価からの提案例：
形状自由度の高いコンパクトな容器システム
(プリチャージタンク + 扁平型メインタンクの2
タンク容器システム)



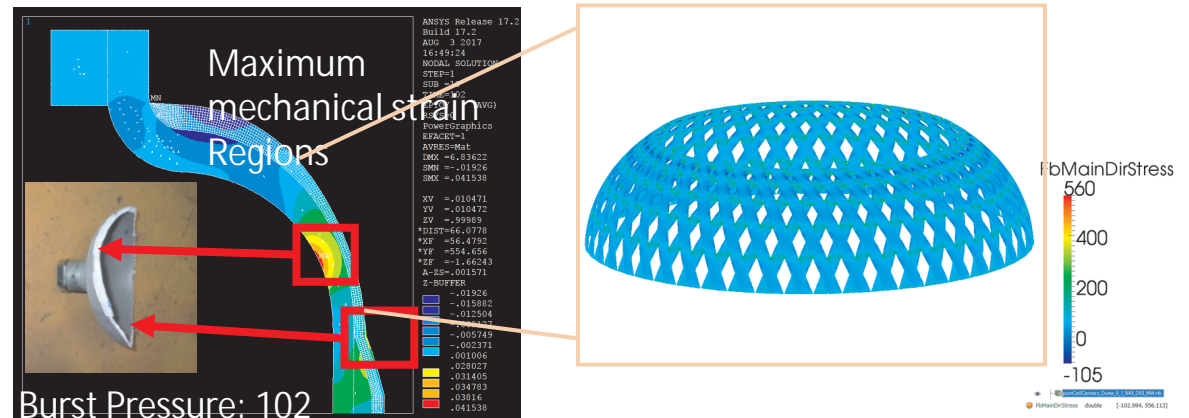
各個別テーマの成果と意義

多給糸フィラメントワインディングによる複合容器の設計高度化

項目	成果
メゾスケールシミュレーションに基づく最適設計手法の開発	有限要素シミュレーション手法および鏡部形状最適化手法の確立
多給糸FWにより製造された容器の製造誤差評価技術の開発	繊維配向方向計測技術の開発と炭素繊維束寸法誤差の影響評価法開発
多給糸FW製法による最適設計容器の実証	炭素繊維量を十分に低減した設計で常用圧力の2.25倍の破裂圧力達成

有限要素法によるズーム解析

繊維方向ひずみを規準として高精度で破裂圧力予測を行うことが世界で初めて可能となった。



各個別テーマの成果と意義

アルミ製ライナー複合容器蓄圧器（タイプ3）

項目	成果
耐久サイクル回数	10万回 複合容器蓄圧器の設計の妥当性の検証
製造コスト	2万円/リットル 汎用CF - TPPの適用、高速ワインディング、量産化により更なる低コスト化が達成可能と試算結果を得た

大型容器設計確認

アルミライナーとCFRP厚さの最適化を行った300L蓄圧器をDRY法にて製作した。

仕様 AL材：6061 - T6、
CF：汎用CF - TPP
容量：300 L、重量：680kg、
外径：423mm、
設計圧力：99MPaG
常用圧力：82 MPaG
破裂性能：250 MPaG
サイクル性能：100,000回以上
(39.6 MPaG 99MPaG)

トウプリプレグ(TPP)



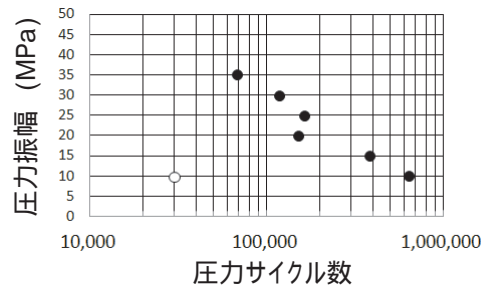
各個別テーマの成果と意義

スチール製ライナー-低コスト複合容器蓄圧器 (タイプ3)

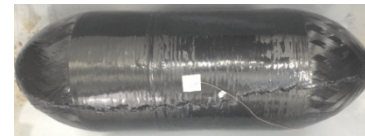
項目	成果
スチールライナーの寿命検討	<ul style="list-style-type: none"> ・材質データ採取完了。 ・疲労限(100万回)およびSSRT最高荷重は大気中と水素中で同等。大気中材料特性により容器設計可能。 ・疲労限は水素環境でも周波数依存性なし。
簡易シミュレーションによる蓄圧器の特性予測	<ul style="list-style-type: none"> ・スチールライナー-CFRP厚設計指針提示。 ・設計係数4では、ライナー厚50mm、CFRP厚30mm、CFRP量200kg。 ・重量、コストとも目標達成可能。
規制見直しへの取組	<ul style="list-style-type: none"> ・低合金鋼ガイドラインWG、スチールライナー-CFRP複合容器ガイドラインおよび技術基準策定検討開始に寄与。

・スチール製ライナー-低コスト複合容器 (Type3) 蓄圧器の基本設計を27年度内に完了
27年度にて事業終了し、Type 2 容器開発へ着手

小型容器の
疲労試験結果



○ : 鋼製ライナー単体の疲労寿命



厚肉ライナー (30L) 容器の破裂試験結果
(CFRPが破断しても、ライナーは破裂しない)

各個別テーマの成果と意義

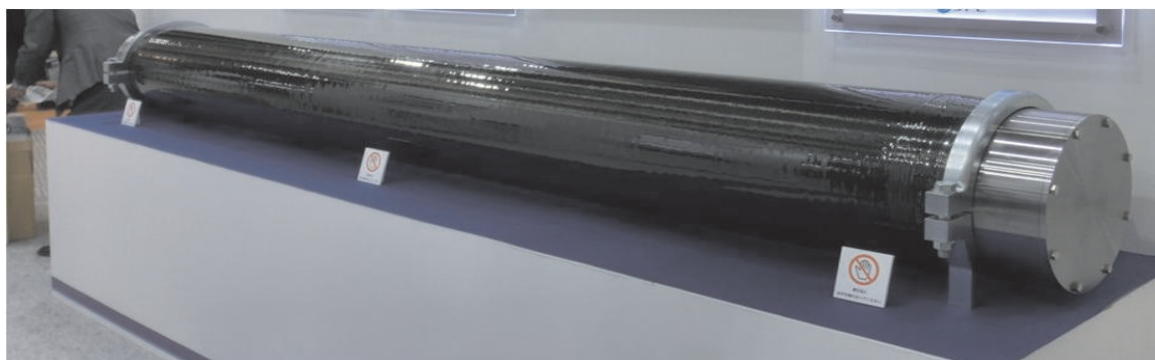
複合容器蓄圧器（タイプ2）

項目	成果
耐久サイクル回数	5万回以上（達成見込み） 複合容器蓄圧器の設計の妥当性検証し、試験実施中
製造コスト	1.2万円/リットルが達成可能と試算結果を得た

日本製鋼所株式会社



JFEスチール株式会社
JFEコンテナ株式会社
三菱ケミカル株式会社



各個別テーマの成果と意義

樹脂製ライナー複合容器蓄圧器（タイプ4）

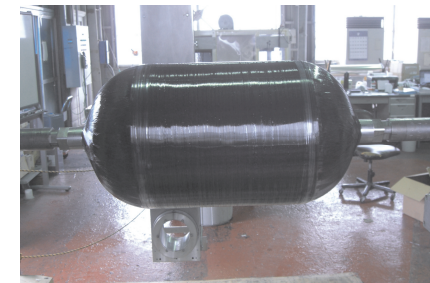
項目	成果
ライナー製法、口金部等の構造決定	基本設計、要素試験を完了し、小型容器での各種試験を実施
大型容器を作製するためのフィージビリティスタディの実施	小型容器で得られた指針を大型容器試作に反映 プラスチックライナー製作にあたっての融着構造、口金シール構造など仕様の決定
実容器における性能評価 ・破裂圧力、疲労試験など	<ul style="list-style-type: none"> ・破裂圧力試験（水）：最高充填圧力の2.25倍を達成 ・サイクル試験（水）：実施中（目標100,000回） 下部に記載 ・ガス透過試験：5cc/L・h以下を達成



大型サブスケール試作容器（67L）
（八千代工業）



大型リアルスケールたわみ検証状況
（八千代工業）



改良したFWプログラムによる試作容器(30L)
（中国工業）

大型化に向けては、中型容器の試験結果の解析を行い、
複合容器蓄圧器としての性能検証の必要あり

各個別テーマの成果と意義（補助事業）

<p>有機ケミカルハイドライド法 脱水素設備の水素ステーション用小型化・低コスト化</p>	<p>検証設備製作、一定の運転条件で基本性能の確認済。 継続運転にてデータ取得、解析を予定</p>
----------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------

設計時の検討項目	検証設備
設備容量 設計圧力	製品水素流量：30 Nm ³ /h 1 MPaG未満（低圧でも運転試験を）
MCH蒸発器・ 過熱器	熱媒による蒸発・過熱器 1 器
脱水素反応器	反応管や触媒のサイズ変更などにより、 機器長さ 3 m 以下にほぼ半減
熱媒加熱炉	都市ガスバーナー加熱炉 PSAオフガス混焼
水素精製	冷却後の気液分離に加えて、PSA 製品水素品質：ISO14687-2 （全炭化水素 メタン換算 2 ppm 以下 = トルエン残留濃度 0.28 ppm 以下）
運転制御の自動化	定常運転時の自動制御に加えて、起 動・停止などのシーケンスを概ね自動化



各個別テーマの成果と意義（補助事業）

水素製造装置	100Nm ³ /h	→	5,000万円以下を達成
	300Nm ³ /hの設計及びコスト見通しを得た		

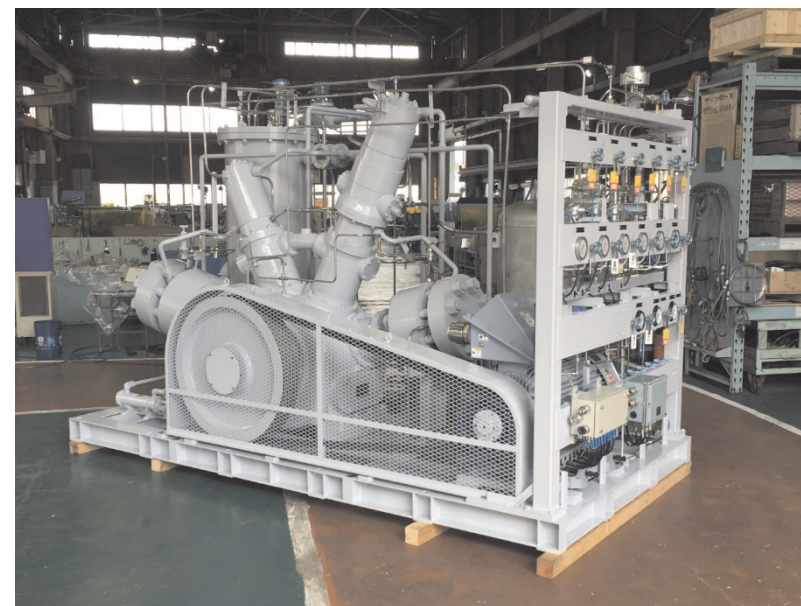
項目	開発目標
原料	都市ガス 13A
流量	100Nm ³ /h
温度	常温 ~ 40
圧力	0.6MPaG以上
水素純度	99.97%以上
その他ガス組成	ISO14687-2 FCV用水素燃料規格 (2012 Grade D)
スキッド寸法	3000W×2500D×3000H



各個別テーマの成果と意義（補助事業）

水素圧縮機	340Nm ³ /h
	設計見直し 10台ロット機で 7500万円 生産習熟機 コスト見通し（6500万円以下）を得た

要目	仕様
型番	TCH511DP
型式	ダイヤフラム複合型無給油5段圧縮水冷式 高圧水素圧縮機
取扱いガス	水素ガス
吸入圧力	0.6 MPaG（0.4 MPaG ~ 0.7 MpaG の 範囲で使用可能）
吐出圧力	82 MPaG
容量	340 Nm ³ /h
電動機	90 kW （初号機のみ110 kW試験用電動機使用）

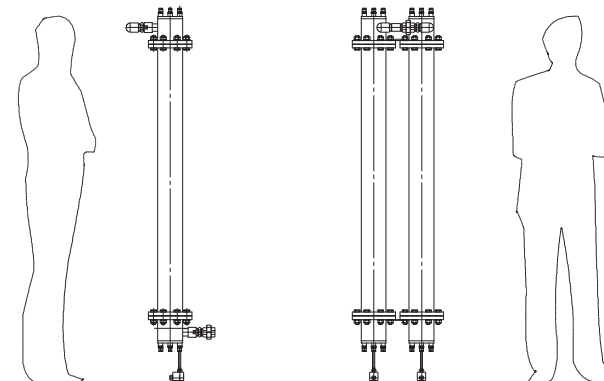


各個別テーマの成果と意義（補助事業）

プレクーラー

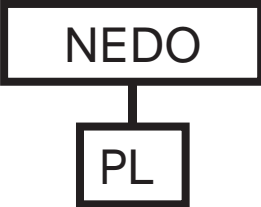
熱交換ユニット基数半減・冷凍機能力削減・低コストブライン採用により、目標価格を達成
目標価格（量産時）：2,400万円

項目	成果
冷凍システム	リザーバタンク設置による冷凍機能力の低減の確認、省エネモードの有効性確認
性能確認	各試験条件下でガス供給温度は充填技術基準を満たす冷却性能を達成
適用性	Heavy duty protocol条件でガス供給温度は管理基準内に留まり十分な冷却性能を確認
コスト等	システム総合コストと小型化に成功した。コンパクト水素ステーション建設可能性を示す。



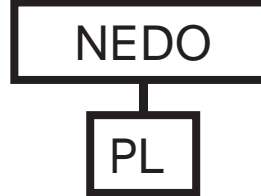
研究開発の実施体制

研究開発項目
水素ステーション安全基盤整備に関する研究開発
委託 [NEDO負担率: 100%]



- 水素ステーション高度安全・安心技術開発 ・HySUT
- 高圧水素ガス用高窒素高強度ステンレス鋼配管の溶接継手に関する研究開発
・エアリキードラボラトリーズ
- 水素ステーションにおける雷被害対応技術の研究開発
・佐賀県、鳥栖環境開発総合センター、雷保護システム工業会
- 水晶振動子を利用した信頼性向上が期待できる水素センサの研究開発
・早稲田大学、坂本電機製作所、KOA
- 光学式水素ガスセンサおよび水素ガスリークディテクタの研究開発
・四国総合研究所、千葉大学
- 水素火炎可視化機能を有する監視システムの研究開発 ・四国総合研究所
- 電気化学式水素ポンプに係る研究開発 ・東レ
- 水素社会構築に向けた社会受容性調査 ・みずほ総研
- 実環境下における安全運用技術の研究開発 ・HySUT
- 四大都市圏から全国普及に向けた水素ネットワークの技術課題に関する検討
・九州環境管理協会

研究開発項目
CO2フリー水素及び国際機関等に係る政策・市場・研究開発動向に関する調査研究
委託 [NEDO負担率: 100%]



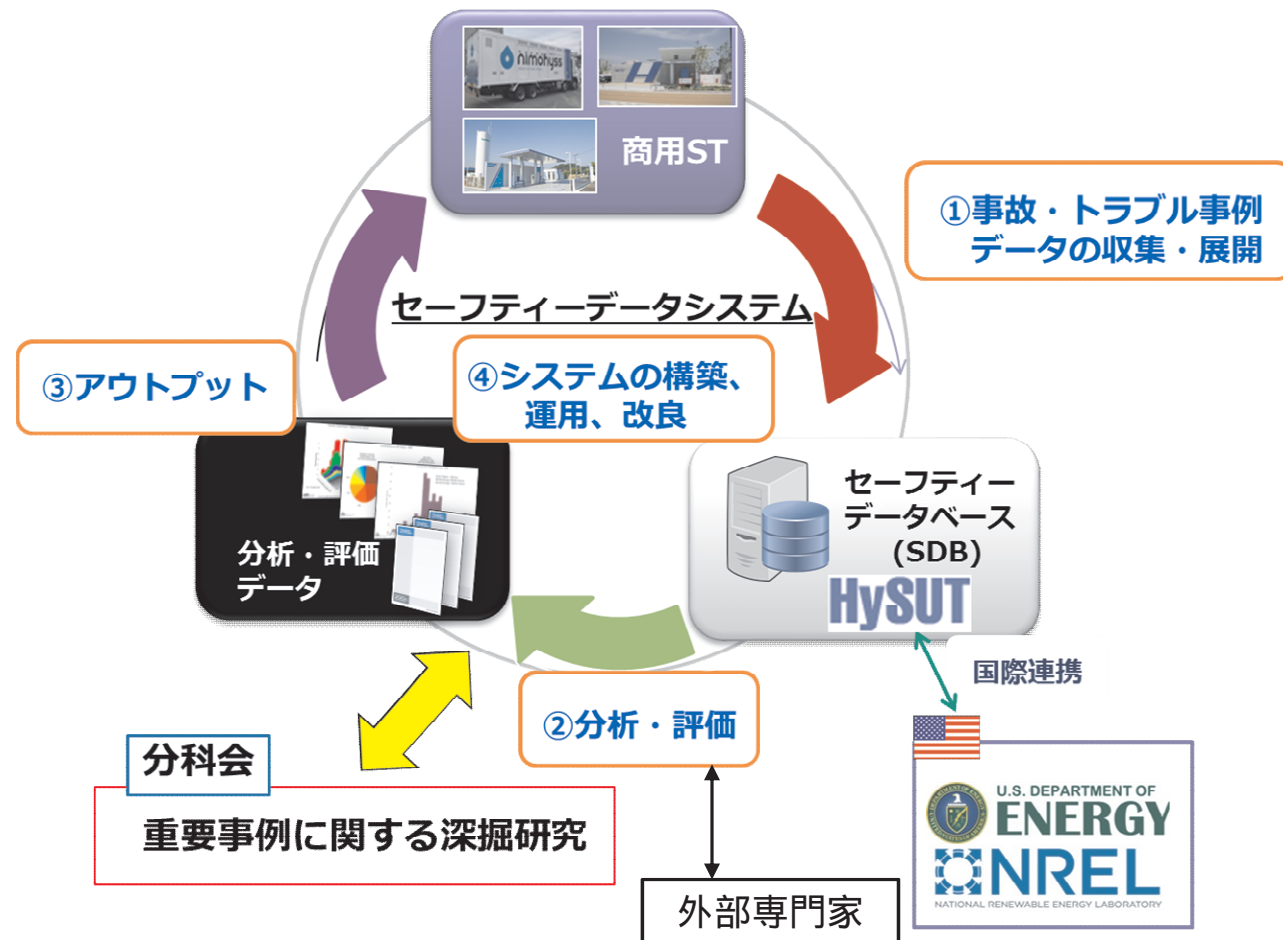
- 海外の政策・市場・研究開発動向に関する調査研究 ・テクノバ
- 有機ハイドライドを用いたロシアからのCO2フリー水素導入に関する調査研究
・千代田化工建設

・HySUT(水素供給利用技術協会)

各個別テーマの成果と意義

水素ステーション高度安全・安心 セーフティーデータシステムの構築

- ・事故・トラブル事例データの収集、セーフティーデータベース化
- ・データ集計による分析・解析および重要事例の深掘り検討と周知展開



各個別テーマの成果と意義

水素ステーション高度安全・安心 社会受容性向上活動

ワンストップポータルサイトの開設・運営

- 「水素エネルギーナビ」を開設し、最新の情報を更新しながら一般公開中
(HySUT殿の再委託先であるテクノバ殿にて運営)



水素エネルギーナビ (<http://hydrogen-navi.jp/>)

- 理解促進用の動画「Suisoなセカイへ」を完成し、ポータルサイトに掲載



各個別テーマの成果と意義

高圧水素ガス用高窒素高強度ステンレス鋼配管の溶接継手

項目	成果
高窒素高強度ステンレス鋼配管の溶接技術開発	溶接ガス，溶接材料を開発し，それらを含めて溶接条件の最適化を行った。母材の引張強さの規格値以上の配管溶接継手の引張強さを達成した。
溶接金属の金属組織評価	溶接部の窒素濃度分布、結晶粒径、フェライトの定量評価から強度特性との関連付けを行い、溶接パラメータ最適化の指針となるデータを取得した。
溶接部の水素脆化評価	高圧水素ガス中のSSRT試験，圧力サイクル試験と水素チャージ材の疲労試験により，SSRT特性，疲労強度と疲労寿命に水素の影響が無いことを明らかにした。

プロジェクト内で行った予備経済評価では、メンテナンスや漏洩リスクに関するコストを減らす溶接継手や関連するガスケット利用継手の長期的利点を示した。

各個別テーマの成果と意義

水素ステーションにおける雷被害対応技術

項目	成果
雷害リスクの想定	構成機器等の直撃雷リスク及び雷サージリスクを分析し、個別ステーション毎にリスクを評価するための基準を定めるとともに、リスクに応じた対策の考え方を検討
リスク評価試験の実施	鳥栖実証水素ステーションにおいて雷を模した電流を実際に印加する試験を実施し、雷被害リスクを分析
雷害対策評価試験の実施	鳥栖実証水素ステーションに対し雷被害対策を実施したうえで、実際の落雷に対する効果について検証し、対策の有効性を確認
雷害対策ガイドライン(案)策定	水素ステーション固有の雷害リスク軽減に有効な「雷被害対策ガイドライン(案)」をとりまとめた

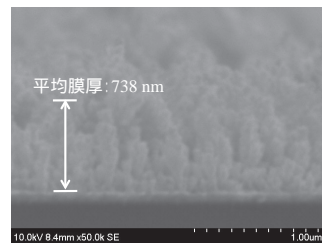


「水素ステーションにおける雷害対策ガイドライン」を（一社）日本雷保護システム工業会（JLPA）にて公開し、水素ステーションへの雷被害リスクの防止・軽減に貢献している。

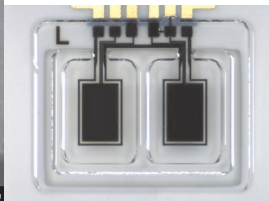
各個別テーマの成果と意義

水晶振動子を利用した信頼性向上が期待できる水素センサ

項目	成果
センサの高感度化と製作プロセスの確立	電気メッキによるナノ白金触媒の形成条件最適化 製作プロセスでのセンサの試作
センサ駆動回路の開発	高精度のヒータ温度制御回路、マイコンを用いた水素濃度演算機能の開発
センサパッケージの開発	センサ素子と駆動ICを実装した小型セラミックパッケージの開発
センサシステムの開発と評価	ハンディー型の試作器完成、定置型は開発中（2月完了予定）

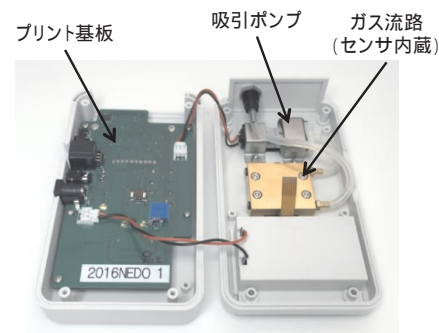


白金触媒のSEM写真

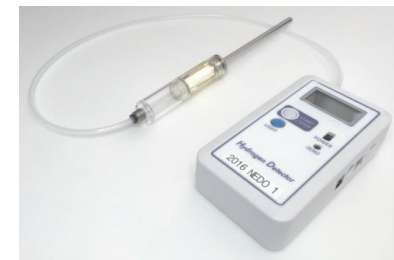


センサ素子

水晶振動子式センサにおける白金触媒の最適形成条件の決定
(米国電気電子学会IEEE論文賞受賞)



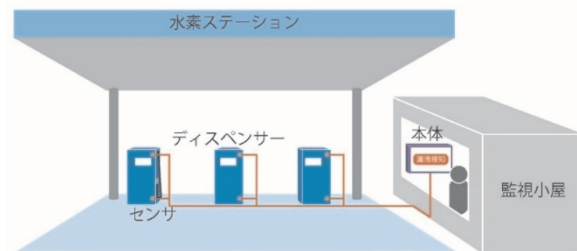
ハンディー型検知器の本体ケース



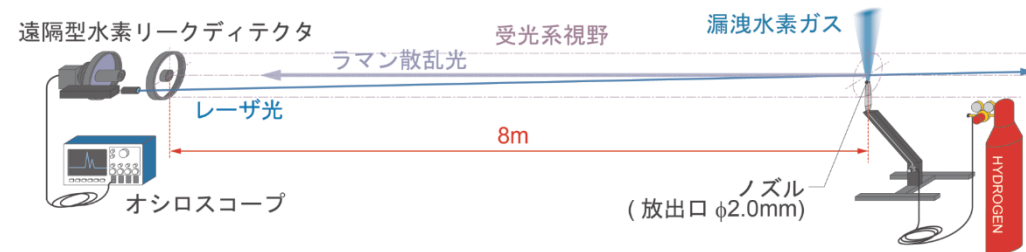
各個別テーマの成果と意義

光学式水素ガスセンサおよび水素ガスリークディテクタ

項目	成果
光学式水素ガスセンサ	実用機が完成，機能評価が完了。 (水素ガス検出限界500ppm，応答速度2sec，使用温度上限200 を達成)。
水素ガスリークディテクタ	近接型： 実証機が完成，機能評価が完了。 (水素ガス検出限界250ppm，測定精度30%を達成)。 遠隔型： 試験機が完成，機能評価が完了。 (水素ガス検出限界0.5%，離隔距離8m，位置精度0.2mを達成)。



光学式水素ガスセンサ

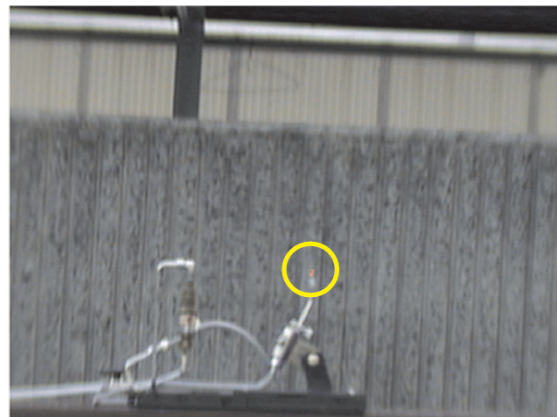


水素ステーションをはじめとする水素関連施設への適用を想定した，水素漏洩箇所を特定できる従来にない新技術が実用可能（水素以外の可燃性ガスへの対応も可能）

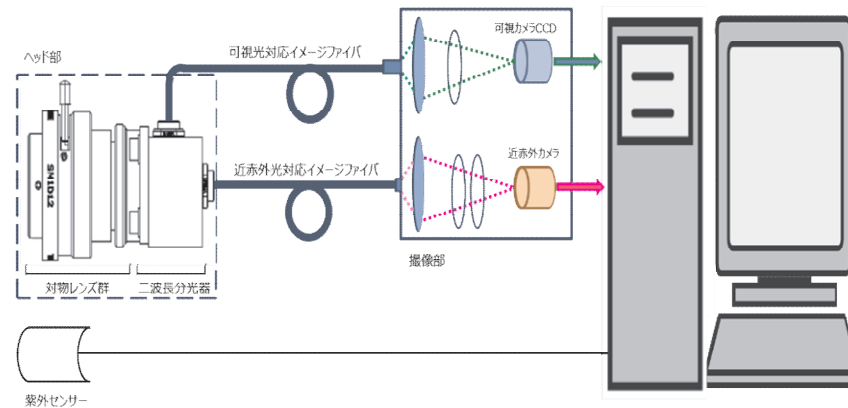
各個別テーマの成果と意義

水素火炎可視化機能を有する監視システム

項目	成果
火炎可視化装置の 小型・高性能化	近赤外カメラと光学フィルターの適用により、水素火炎の可視化が可能であることを実証。 太陽光のスペクトル強度が弱いことから、適切な波長を選別することにより、撮像時の外乱要因となり得る太陽光の影響排除が可能であることを確認。
水素火炎検知機能を有する 監視システムの開発	監視用途には近赤外光画像よりも遠赤外光画像が適していることを確認。 昼・夜間毎に可視光画像と遠赤外光画像を切り替える方式を採用すれば、遠赤外光画像を侵入監視用途にも適用することが出来るとの結論を得た
フィールド試験	前照灯による影響排除のための効果的な対策が必要であることを明らかにした。



微小水素火炎の可視画像
(背景画像上への近赤外光差分画像
と紫外画像の重ね合わせ)



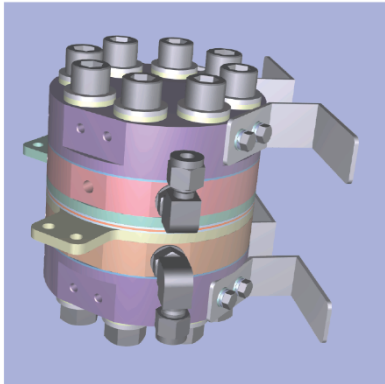
車両や人の出入りが多く、様々な事象の発生が想定される事業者構内の一角に実証モデル機を設置し、フィールド試験を実施。

各個別テーマの成果と意義

電気化学式水素ポンプ	炭化水素系膜を用いたPEMポンプセルの設計・開発により、高圧35MPa水素圧縮に成功（低圧側0.6MPa）。 35MPa機械式圧縮機と同等レベル以上の効率を確認。 45MPa圧縮を達成。
-------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------

	電気化学式水素ポンプ	機械式圧縮機
エネルギー効率	高い(等温圧縮)	低い(断熱圧縮)
サイズ	小さい	×大きい
スケーラビリティ	規模に依存しない	規模に依存する
騒音	小さい	×大きい
水素精製機能	あり	×なし
水分管理	必要	不要
圧力変動	無し	有り
耐久性	膜・セルの耐久性に依存	可動部の耐久性に依存

高圧評価用セル



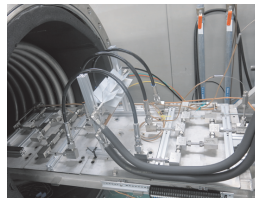
外観：10cm ×10cm
高圧側内容積： $2.9 \times 10^{-6} \text{m}^3$

各個別テーマの成果と意義

実環境下における安全運用技術

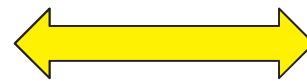
水素技術センター仕様

受入設備	19.6MPaカードル3基受け入れ可能
圧縮機	流量：340Nm ³ /h以上 吐出圧：87.5MPa
蓄圧器	常用圧力：87.5MPa 容量：300L x 4本 材質：炭素繊維強化プラスチック(CFRP)製(Type3)
ディスペンサー	常用圧力：87.5MPa（ホースまで） JPEC-S0003の充填に加え、直充填制御等にも対応可能



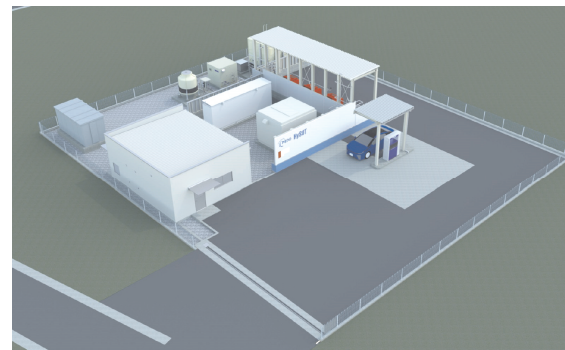
開発品
(イメージ)

低コスト・利便性
向上のための検討
(イメージ)



相互に連携・
フィードバック

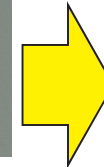
水素技術センター



- ・実環境下 / ラボデータの比較、相関関係の確立
- ・実環境での実証・課題抽出



低コスト化



安全性・
耐久性向上

各個別テーマの成果と意義

四大都市圏から全国普及に向けた水素ネットワークの技術課題に関する検討

項目	成果
四大都市圏から全国普及に向けた水素ネットワークの技術課題に関する検討	地域特性、ステーションの適正配置とFCVの普及シナリオ、水素ステーション普及時の課題抽出を行った。

3. 研究開発成果 - 研究開発項目

各個別テーマの成果と意義

CO2フリー水素及び国際機関等に係る政策・市場・研究開発動向に関する調査

項目	成果
海外の政策・市場・研究開発動向に関する調査	IEA/HIA、IEA/AFCIA、IPHEに関し、執行委員会（ExCo）、作業部会への参加等、最新動向・各国活動の情報収集・分析。
有機ハイドライドを用いたロシアからのCO2フリー水素導入に関する調査	エネルギー・環境政策、電力事業、再エネ賦存量、技術開発動向等の調査をはじめ、フィジビリティスタディー（FS）と課題の抽出を行った。