

事業名：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／  
電気化学式水素ポンプの開発・実証

発表者名：株式会社加地テック／東レ株式会社

○事業概要

●背景/研究内容・目的

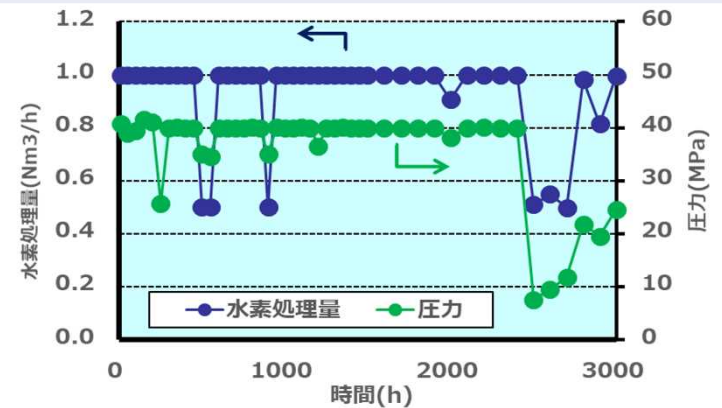
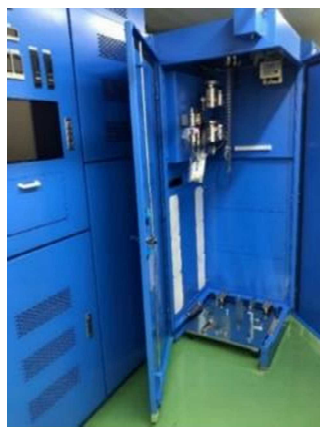
電気化学式水素ポンプシステムは、将来大容量化が可能となると、大幅に水素ステーションのコストを削減できる可能性がある。今回、吐出量5Nm<sup>3</sup>/h以上、吐出圧力82MPa仕様のセル・スタック及びシステムの開発を行い、国内初の製品化を見通す。開発の仕様で、スタックの耐久性、システムの消費電力、コンパクト性、低振動、低騒音について機械式圧縮機対比で有利なことを実証し、高压ガス保安法および国内防爆規格への対応について水素ステーションで使用可能な性能・構造とすることで、将来の大容量化開発に繋げる。

●実施内容／研究成果

項目	目標	実施内容	成果
1	5Nm <sup>3</sup> /h×82MPa 水素ポンプのセル・スタック技術開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素ポンプのセル・スタック技術開発を完了する(5Nm<sup>3</sup>/h ×82MPa)。</li> <li>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(システム消費電力0.5kWh/Nm<sup>3</sup>)対比で有利なことを実証する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5Nm<sup>3</sup>/h×40MPa水素ポンプのスタック技術開発を達成。</li> <li>スタック耐久性3000時間を実証し、スタックの消費電力0.4kWh/Nm<sup>3</sup>を確認。</li> </ul>
2	5Nm <sup>3</sup> /h×82MPa 水素ポンプシステムの技術開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素ポンプシステムの技術開発を完了する。</li> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.5Nm<sup>3</sup>/h×20MPa水素ポンプシステムの技術開発は達成した。</li> <li>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確認。</li> </ul>
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>高压ガス保安法・・・水素ステーションで使用可能な性能・構造とする</li> <li>防爆規格・・・水素ステーションで使用可能な仕様とする</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>山梨向けKTC-A号機を高圧ガス保安法（一般則6条対応）で製作し、実証試験を実施した。</li> </ul>

# 研究開発成果（研究開発項目1）

実施項目	最終目標	実績／課題
<p>研究開発項目1 5Nm<sup>3</sup>/h×82MPa 水素ポンプのセル・スタック技術開発</p>	<p>担当：東レ</p> <p>水素ポンプのセル・スタック技術開発を完了し、スタックの耐久(3,000hr)、システムの消費電力について機械式圧縮機対比で有利なことを実証する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1Nm<sup>3</sup>/h×40MPaスタックを試作し、スタック耐久性3000時間の見通しを得た。</li> <li>• 5Nm<sup>3</sup>/h×40MPaスタックを試作し、機械式システム消費電力0.5kWh/Nm<sup>3</sup>に対して、スタック消費電力0.4kWh/Nm<sup>3</sup>を実証した。また、80MPa水素圧縮可能であることを確認した。</li> <li>• シール材などの部材の耐高温化改良により、高温運転可能なスタックを開発できれば、システム消費電力を低減できると考える。</li> </ul> <p>【課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 電力効率             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ スタック抵抗低減</li> <li>✓ バイポーラプレート改良等</li> <li>✓ スタック温度高温化</li> </ul> </li> <li>• 耐久性試験             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 実際の運転状況に適合した耐久性評価プロトコルの検討</li> </ul> </li> </ul>



耐久性評価（35℃ 0.6MPa→40MPa）

5Nm<sup>3</sup>/h 水素ポンプスタック評価対応装置

# 研究開発成果（研究開発項目2）

実施項目	最終目標	実績／課題
<p><b>研究開発項目2</b> 5Nm<sup>3</sup>/h×82MPa 水素ポンプシステムの技術開発</p>	<p>担当：加地テック</p> <p>システムの技術開発を完了し、コンパクト性、低振動、低騒音について機械式圧縮機対比で有利なことを実証する。 水素出荷設備で実使用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。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.5Nm<sup>3</sup>/h×20MPa水素ポンプシステムの技術開発をした。</li> <li>5Nm<sup>3</sup>/h×82MPaシステム開発は、スタック開発の遅れにより未達となった。</li> <li>コンパクト性(対当社比-30%)、低振動(ほぼゼロ)、低騒音(-20db以上)が、機械式圧縮機対比で有利なことを確認。</li> <li>水素ポンプシステムを山梨県企業局様・米倉山実証試験設備へ移設し、ベンチテストによる実証試験を実施した。</li> </ul> <p><b>【課題】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電力効率             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓システム全体の消費電力が約1.5kWh/(Nm<sup>3</sup>/h)となり、機械式の0.5kWh/(Nm<sup>3</sup>/h)に比べかなり大きい。スタックの消費電力の改善および補器の消費電力を低減する必要がある。</li> </ul> </li> <li>スタック構造             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓高圧下におけるスタックのシール性能の変化が大きな課題。</li> </ul> </li> </ul>



20MPa水素ポンプシステム

山梨県企業局 プレスリリース

**日本初！電気化学式昇圧機によるグリーン水素の実用向け出荷を達成**

☆電気化学式水素昇圧機とは？ ☆グリーン水素を各地に！

✓ 未来の水素昇圧装置です。水素分子を電気分解してプラスの電気をまわす水素イオンを作り、電力によって膜を透過させ、この膜を挟んで水素分子に戻すことで大きく圧力を上げます。

✓ 山梨県は、この装置を山口向けの出荷設備として活用し、県内外の水素需要に対応、清潔なグリーン水素を供給し水素社会の実現に貢献します。

小型・軽量のポンプでグリーン水素を充填して輸送がイロイロに利用するほか、従来のポンプで定置型燃料電池に供給します。荷戻は、より手軽に街なか水素充填機や燃料電池車への水素充填設備等、水素圧縮を必要とする幅広い用途への活用が期待できます。

山梨県企業局

山梨県企業局・米倉山実証試験設備において水素ガス充填試験に成功（2021年2月）

## 研究開発成果（研究開発項目3）、実用化・事業化の見通し

実施項目	最終目標	実績／課題
<p><b>研究開発項目3</b> 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</p>	<p>担当：加地テック</p> <p>1) 高圧ガス保安法 水素ポンプは法律に例示がないため、高圧ガス保安協会(KHK)等に指導を仰ぎ、水素STで使用可能な性能・構造とする。</p> <p>2) 防爆規格 水素ポンプは規格に例示がないため、産業安全技術協会(TIIS)等に指導を仰ぎ、水素STで使用可能な仕様とする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素ポンプシステムのスタックは、高圧ガス保安法での分類で定めがないため、「圧縮機」と認められず、高圧ガス設備の「その他の圧力容器類」として扱われることとなった。</li> <li>山梨県企業局様向け水素ポンプシステムを高圧ガス保安法（一般則 6条対応）で設計・製作した。</li> <li>水素ステーション対応である一般則第7条3項に準拠した設計・製作は、スタックが「圧縮機」と認められなかったため、大型化・高圧化した場合「特定設備」として扱われ製造コストが非常に高額となることが判明したことに加え、5Nm<sup>3</sup>/h×82MPaのスタック開発が大幅に遅れたため、未達となった。</li> </ul> <p>【課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.5Nm<sup>3</sup>/h×20MPaのスタックは、PV(圧力×容積)が0.004以下であり「高圧ガス設備」での受検となったが、大型化すると「特定設備」での受検となり、高圧ガス保安法への対応が非常に厳しくなる。</li> <li>現状の高圧ガス保安法に準拠したスタックの強度設計は、例示基準がないため、加圧試験(4倍加圧)を併用せざるを得ない。</li> </ul>

### ●実用化・事業化の見通し

- 現行の高圧ガス保安法で水素ポンプシステムは圧縮機と分類されず、「その他の圧力容器類」となる。従って、高圧になるとコストが非常に高く、商品化は難しい。
- 機械式の水素ステーション用圧縮機としての代替機となるためには、様々な課題（コスト、消費電力、法規、圧力、大型化）を解決しなければならない。
- 上記課題が問題となりにくい設計条件、仕様であれば事業化できる市場があると考える。