

研究開発事業に係る技術評価書（事前評価）

事業名	超高温を利用した水素大量製造技術実証事業	
担当部署	経済産業省 資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 原子力政策課 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギーシステム課	
事業期間	2022 年度～2030 年度（9 年間）	
概算要求額	2022 年度 900（百万円）	
会計区分	<input type="checkbox"/> 一般会計 / <input checked="" type="checkbox"/> エネルギー対策特別会計	
実施形態	経産省（委託費） → （国研）日本原子力研究開発機構（JAEA）、事業者	
類型	<input type="checkbox"/> 複数課題プログラム / <input checked="" type="checkbox"/> 研究開発プロジェクト / <input type="checkbox"/> 研究資金制度	
事業目的	<p>2050 年のカーボンニュートラルの実現には、国内総排出量の約 25%を占める鉄鋼や化学を含む産業部門からの削減が必須であり、そのためには大規模かつ安価な水素供給が必要となる。2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（令和3年6月18日）では、「4. 重要分野における「実行計画」、(2)水素・燃料アンモニア産業、③水素の製造（水電解装置等）」において、「高温ガス炉等の高温熱源を活用した革新的な水素製造技術の研究開発・実証についても推進していく。」と明記されている。</p> <p>本事業を通じて、2050 年には、800℃以上の脱炭素高温熱源（例えば、高温ガス炉、太陽熱、核融合等）を活用した IS 法やメタン熱分解法等のカーボンフリー水素製造法によって、約 12 円/Nm³で大量の水素を安定的に供給し、製鉄や化学等での産業利用に繋げることを最終目標とする。</p> <p>この最終目標を達成するため、2030 年までに、800℃以上の高温を利用したカーボンフリーな水素製造法のフィージビリティスタディを実施しつつ、並行して 800℃以上の脱炭素高温熱源と水素製造プラントについて、高い安全性を確保できる接続技術を確立する必要がある。高温熱源としては、JAEA（日本原子力研究開発機構）が保有する HTTR（高温ガス炉の試験研究炉）を活用する。</p>	
事業内容 （アキビティ）	<p>上記の事業目的を達成するため、本事業では 2030 年までに以下の技術開発を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 800℃以上の超高温を供給できる HTTR と商用化された技術であるメタン水蒸気改質法（グレー水素技術）による水素製造プラントを安全に接続するための接続技術を確立し、安定して水素が製造できることを実証する。 ② 将来的にはカーボンフリーの実証規模の水素製造施設との接続を見据えて、機器大型化の実現性を確認するため、高温隔離弁やヘリウム循環機などの概念設計を行う。 ③ フィージビリティスタディでカーボンフリーな水素製造技術を選択、基本コンセプトを確立し、実験室規模・実環境下の高温ヘリウムループ試験を実施して、超高温を活用したカーボンフリー水素製造技術の技術的成立性を確認する。 <p>これら3つの研究開発を組み合わせることで、商業規模での超高温を活用したカーボンフリーな水素供給に向けた道筋を明確化する。</p>	
研究開発目標（アウトプット目標）の指標		研究開発目標（アウトプット目標）
2024 年度 （中間目標）	① HTTRとメタン水蒸気改質法による水素製造施設の接続技術開発	① HTTR 接続試験に向け、以下を確認して要素技術開発完了： ✓ 高温隔離弁：弁閉時間が 30 秒以内（JAERI-Tech97-004「アングル型高温隔離弁の概念と炉外実証試験計画」を基に設

	<p>② 接続設備機器の大型化に向けた概念設計</p> <p>③ カーボンフリー水素製造技術のフェージビリティスタディ</p>	<p>定)を見通せること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ベローズ付高温断熱配管:配管の健全性を保つためのベローズの熱伸び吸収量を見通せること。 ✓ 水蒸気改質器:触媒管を2層以上配列し(例えば正三角形配列を志向した場合は触媒管7本)、水素製造量を予測できる解析コードを構築すること。 ✓ He循環機:触媒管を2層以上配列し、十分な流量を見通せること。(例えば、正三角形配列を志向した場合、He流量約90g/s/本(JAEA-Technology2007-022「HTTR水素製造システム 炉外技術開発試験装置の構成と機器仕様」を基に設定)×7本≒約630g/s) <p>② 概念設計完了</p> <p>③ カーボンフリー水素製造技術のFSを実施し、ボトルネックとなる技術の抽出と要素技術開発を実施</p>
2027年度 (中間目標)	<p>① HTTRとメタン水蒸気改質法による水素製造施設の接続技術開発</p> <p>② 接続設備機器の大型化に向けた概念設計</p> <p>③ カーボンフリー水素製造技術のフェージビリティスタディ</p>	<p>① 安全審査の結果を踏まえて、HTTR 接続水素製造システムの詳細設計及び主要機器製作を完了</p> <p>② 大型化した設備に対して、以下を確認して見通しを得る:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 高温隔離弁:弁閉時間が30秒以内(JAERI-Tech97-004「アングル型高温隔離弁の概念と炉外実証試験計画」を基に設定)を見通せること。 ✓ ベローズ付高温断熱配管:配管の健全性を保つためのベローズの熱伸び吸収量を見通せること。 ✓ メタン水蒸気改質器:概念設計で検討する触媒管本数での水素製造量を予測できる解析コードを構築すること。 ✓ He循環機:概念設計で検討するHe流量を見通せること。 <p>③ 水素製造技術を絞り込み、小規模な実証試験により技術コンセプトを確認(目標TRL:3)</p>
2030年度 (最終目標)	<p>① HTTRとメタン水蒸気改質法による水素製造施設の接続技術開発</p> <p>② -</p> <p>③ カーボンフリー水素製造技術のフェージビリティスタディ</p>	<p>① 水素製造量評価技術を確立し、予想値と実測値の誤差±10%以内を見通せること</p> <p>② -</p> <p>③ 技術コンセプトが確認された水素製造技術を対象に、脱炭素高温熱源との接続環境を想定し、システムレベルで技術を実証(目標TRL:5)</p>
研究開発成果(アウトプット)の受け手		
重電メーカー、脱炭素水素が必要になる産業界、システムオペレーターとなる電力、等		
アウトカム指標		アウトカム目標

2030 年度	超高温を活用したカーボンフリーな水素製造技術の確立	超高温を活用したカーボンフリーな水素製造技術の技術的成立性に見通しを得た上で、HTTRとメタン水蒸気改質法による水素製造施設の接続技術を確立
2050 年度	将来の水素流通量 2000 万トン/年、水素コスト 20 円/ Nm ³ (政府目標)に貢献	大量、安定的、経済的なカーボンフリー水素を供給 水素製造コスト約 12 円/Nm ³
外部有識者の所見【技術評価】		
<p>2030 年までに達成する成果が、2050 年のアウトカム目標である水素製造コストにどう貢献していくのかが分かるよう、計画をより具体化して行く段階で、各評価時点において検証可能な目標を設定すること。</p> <p>当該事業は委託として長期事業となることから、事業戦略の一環として知財化を進めることが重要となる。そのため明確な知財戦略を構築し、都度、見直しを行いながら戦略的に事業を進めること。</p> <p>[第 58 回産業構造審議会評価ワーキンググループ]</p>		
上記所見を踏まえた対処方針		
<p><目標設定について></p> <p>接続技術そのものは高温熱源を選ばないが、本事業はもとより高温ガス炉と水素製造技術のコンセプトについては、超高温熱を最大限に活かすためにカスケード利用によるシステム全体として経済性の評価が実施されるべきものであり、高温ガス炉の場合は他事業(社会的要請に応える革新的な原子力技術開発支援事業)でそうした評価を実施している。そのため事業の進捗に応じて、他事業における評価と 2050 年水素製造コスト約 12 円/Nm³ の達成の可能性を念頭に、システム全体の中で検証可能な目標にアップデートしていく。</p> <p><知財戦略について></p> <p>事業戦略を念頭に事業開始の段階で、参加者が知財戦略を構築し、必要に応じて見直しを行いながら事業を進める。その際、必要に応じて参加者間で知財帰属に係る取決めの締結を検討する。</p>		

超高温を利用した水素大量製造技術実証事業

令和4年度概算要求額 9.0億円（新規）

事業の内容

事業目的・概要

- 世界が脱炭素に舵を切る中、脱炭素資源に限られる我が国の産業がグローバルサプライチェーンで生き残るためには、ゼロカーボン水素を安定供給することが重要な課題。特に鉄鋼や化学を含む産業部門のCO2排出量は国内総排出量の約25%を占めることから、水素還元製鉄等が進められており、大規模かつ経済的な水素供給が必要。
- 2050年には、800℃以上の脱炭素高温熱源（例えば、高温ガス炉、太陽熱、核融合等）を活用したIS法やメタン熱分解法等のカーボンフリーな水素製造法によって、約12円/Nm³で大量の水素を安定的に供給する可能性を念頭に、製鉄や化学等での産業利用に繋げることを目標とする。
- 本目標を達成するため、2030年までに、800℃以上の高温を利用したカーボンフリーな水素製造法（IS法やメタン熱分解法、高温水蒸気電解等）のFSを実施しつつ、800℃以上の脱炭素高温熱源とまずは商用化済みのメタン水蒸気改質法による水素製造技術を用いて高い安全性を実現する接続技術・評価手法を確立する。その際、水素製造量評価技術を開発するため、高温熱源として世界最高温度950℃を実現した高温ガス炉試験炉HTTRを活用して水素製造試験を実施。加えて、将来的な実証規模のカーボンフリーな水素製造施設との接続を見据え、接続に関する機器の大型化の実現性及び成立性を確認するため、機器の概念設計を行う。

成果目標

- 2030年までに、高温熱源と水素製造プラントの接続技術を確立し、水素製造が可能なことを実証する。また、カーボンフリーな水素製造法（IS法やメタン熱分解法、高温水蒸気電解等）の技術成立性を見通しを得る。

条件（対象者、対象行為、補助率等）

国

委託

JAEA、民間企業

事業イメージ



確立する技術

- 800℃以上に耐える大型隔離弁等の接続技術を開発、HTTRを高温熱源に活用し水素製造試験を実施することで、水素製造量評価技術を確立
- 実用化スケール向けの接続設備機器の概念設計を実施し、実現性及び成立性を確認
- 2050年の製鉄等の脱炭素を念頭に、800℃以上の高温を利用したカーボンフリーな水素製造法（IS法やメタン熱分解法、高温水蒸気電解等）のFSを実施し、技術コンセプトが確認された水素製造技術を対象にシステムレベルで技術を実証（目標TRL5）

2030年：超高温を活用したカーボンフリーな水素製造技術の技術的成立性に見通しを得た上で、高温ガス炉と水素製造プラントの接続技術を確立

2050年：大量かつ経済的なカーボンフリー水素を安定供給（約12円/Nm³の可能性）、2050年政府目標（水素流通量2000万トン/年、水素コスト20円/Nm³）に貢献