

(様式 4 : 全対象事業共通)

令和 4 年度第 1 回エネルギー構造高度化・転換理解促進事業評価報告書

補助事業名	ローカル水素サプライチェーン構築に向けた技術研究事業
補助事業者名	福井県
補助事業の概要	<p>若狭湾エネルギー研究センターが蓄積してきた、加速器からのイオンビーム照射を用いた材料改質技術や、分析用科学機器による高度な分析・評価技術を用いて、水素製造に関する新技術・システムの研究開発を実施する。</p> <p>① セラミックによる水素製造技術の開発 ② 水素キャリアとして有望なアンモニアの新規合成装置の開発 ③ ナノ構造化を活用した新規水素貯蔵材の開発</p>
総事業費	95,046,600円
補助金充当額	95,046,600円
定量的目標	<p><令和6年度までの成果目標></p> <p>①・水素製造能力として、1時間で1g当たり500mlの水素を吸収し放出させるセラミックの製造手法の開発</p> <p><令和7年度までの成果目標></p> <p>②・供給水素量1Nm³/h程度において、水素全量をアンモニアに合成できる試作装置の開発 ③・水素吸蔵量(15質量%)、水素吸蔵・放出温度(100-150℃)を有するナノ構造化新規水素貯蔵材の開発。作製した金属および合金を用いたシステムによる水素貯蔵システムの概念設計または試作</p> <p><令和4年度の主な研究内容></p> <p>①・水分解能力向上のためのセラミックの触媒成膜・表面改質 ・水素製造サイクルの検討に向けた環境制御による水吸収時間、加熱条件による水素生成量の調査および、加熱後のセラミックの分析・観察 ②・広い濃度範囲でアンモニアを計測するための分析手法高度化 ・超小型実験装置を用いた反応生成物の分析と反応解析 ・原料となる窒素・水素ガス流量や比率、温度などの反応条件最適化、金属粒子などの反応促進剤添加における効果検証 ・上記の成果を反映した小型試作装置の設計と試作 ③水素貯蔵材にナノ構造を導入するための手法(「高速変形・摩擦強加工」「気相からの急冷」「イオン照射」)の開発</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ・「高速変形・摩擦強加工」 結晶粒微細化領域の拡大等を目的とした摩擦強加工試験機の改良、ナノ構造化材料の製作、およびナノ構造の微細組織観察 ・「気相からの急冷」 県内企業との連携による成膜装置作成のための知見やデータの取得、成膜試験機の設計・製作、ナノ構造化材料の製作、およびナノ構造の微細組織観察 ・「イオン照射」 ナノ構造化材料の製作、およびナノ構造の微細組織観察 ・各手法で製作したナノ構造化材料の水素吸蔵量の測定による性能評価
<p>補助事業の成果及び評価（事業毎にあらかじめ設定した事業目標を達成したかなど）</p>	<p>（主な実施結果）</p> <p>① ・セラミックの水分解能力を高め水素ガス発生量を増加させるため、表面処理・改質（微粉化・触媒蒸着（貴金属）・イオン照射）の効果について評価を行い、水素発生量の増加を確認した。その結果、微粉化または触媒によって、低い加熱温度で水素発生量が増加することが判明した。また、触媒およびイオン注入はペレット状の試料で試験したが、表面処理した面積は少ないため、微粉化した試料へ表面処理することができれば、大幅に水素発生量を増加できると考えられる。</p> <p>・セラミック（ペレット）の水吸収速度を高めるのに適した温湿度条件について温度 60℃・湿度 80%が最適であることを明らかにした。なお、微粉化すると吸収速度が大幅に増加し、数日程度で重量増加が飽和した。さらに、水蒸気を吸収したセラミックを加熱することで水素を発生させると共に、試料を元の状態に戻し繰り返し使用する。600℃までの加熱後に、XRD 分析により結晶構造を推定した結果、部分的に元に戻っていることが判明した。</p> <p>② ・混合ガス定量分析装置の導入（整備）や反応試験後のアンモニア回収法の改良により、これまで課題であった反応前後のガス組成分析時間の短縮（作業時間 5 検体/日から 30 検体/日）による作業効率化や、反応ガス中の成分組成の定量精度についての高度化を実現した。</p> <p>・反応生成物の分析と反応解析を行い、反応後のガス中に投入した物質以外の化合物（窒素化合物やナトリウム化合物）等が生成されないことから、ナトリウムを触媒とした純粋なアンモニアの生成を確認した。</p> <p>・反応容器の温度を 600℃まで加熱し、水素と窒素のガス比率</p>

は3:1、熔融ナトリウムの量を反応容器内の体積の1/10の量とすることで、前年度での実験に比べて約200倍(200mg)のアンモニアの生成を確認した。また、金属粒子の添加による効果については、現状ではアンモニア生成の促進効果は見出せていない。鉄微粉では反応容器底部でナトリウムと集積固化するといった実験に支障をきたす例も認められた。

- ・ 実用化に必要なデータを取得するために、温度・流量制御が広範囲に変更できる小型試作装置を、県内ナトリウム取扱企業と仕様検討を行い設計・製作を行った。製作した装置で模擬試験を実施したところ、熔融ナトリウム中に原料ガスを噴出する部分の挙動に問題があり、次年度に改良を行うこととした。

② ・ 「高速変形・摩擦強加工」

ナノ構造の形成領域を深部に拡大することを目指し、摩擦強加工領域の均一化と摩耗の低減を目的として金属強加工試験機の治具を改良した。この試験機にて試験を行った結果、ナノ構造化領域がこれまでの数百nmが、数千nmもの深部に拡大したことを確認できた。結果、水素吸蔵量は、未加工のMg試料の約10倍となることを確認した。さらに、強加工時に金属試料に負荷する荷重を変化するとナノ構造化の深さ領域及び水素吸蔵量も変化した。

・ 「気相からの急冷」

県内企業の装置を用いて、液体窒素で冷却された基板にMgを蒸発、堆積させることで室温堆積よりも細かいナノ構造が形成されることが分かった。水素を吸蔵後に昇温することにより、室温～40℃付近で0.05wt%程度の水素が放出された。その上で、上記同様の実験が可能な、冷却機構部を組み込んだ成膜試験機を設計・試作し、ルツボからMgを蒸発して堆積速度を測定した。また、試料ホルダー一部を液体窒素温度に冷却できることを確認した。

・ 「イオン照射」

鏡面研磨され水素放出処理したMg板に水素イオン照射し、水素はMg中にほとんど残留せず、水素の放出温度は水素化マグネシウムからの水素の放出温度とほとんど変わらないことを解明した。

補助事業の実施に伴い締結された売買、貸借、請負その他の契約 (※技術開発事業のみ：間接補助を行った場合は、間接補助先を記載)	契約（間接補助）の目的	調査研究委託
	契約の方法	随意契約
	契約の相手方（間接補助先）	（公財）若狭湾エネルギー研究センター
	契約金額（間接補助金額）	89,727,000円
来年度以降の事業見通し	<p>本事業は、①は令和2年度から令和6年度、②と③は令和3年度から令和7年度までの期間に、水素製造に関する新技術・システムの研究開発を行い、実用化に向けて事業を実施している。</p> <p>（令和5年度の主な研究内容）</p> <p>① ・水素ガス生成量の評価 ・サイクル時間短縮の評価 ・サイクル耐性の評価 ・メカニズムの解明 ・県内連携企業との技術検討 （セラミック焼成・粉体コーティング・水素製造プラント）</p> <p>② ・超小型実験装置を用いた反応生成物の分析と反応解析 ・温度・ガス流量・容器内ナトリウム量などの反応条件の最適化 ・金属粒子などの反応促進剤の効果検証 ・上記の成果を反映した小型試作装置の改良 ・県内連携企業との技術検討 （ナトリウム取扱・アンモニア製造プラント）</p> <p>③ ・各手法によるナノ構造化材料の作製、微細組織観察 ・水素吸蔵量の測定による性能比較 ・成膜試験機の改良 ・採用するナノ構造作製手法の決定 ・水素吸蔵量の測定による最適条件の探索 ・県内連携企業との技術検討（粉体製造・成膜）</p>	

（備考）

- 1 事業完了した日から3ヶ月以内の提出をお願いします。
- 2 定量的成果目標の欄には補助金応募申請書提出時に設定した成果目標をそれぞれ記載すること。
- 3 補助事業の成果及び評価の欄には、公募要領8. で記載した内容に対応した、定量的な成果実績と評価を記載すること。それ以外にも、定性的な成果実績や、進捗度、利用量並びに効果等といった別の定量的な指標があればできる限り数値を用いて記載すること。
- 4 契約の方法の欄には、一般競争入札、指名競争入札、随意契約の別を記載すること。間接補助を行った場合は、記載不要。
- 5 来年度以降の事業見通しの欄は、本事業に来年度以降も補助金を充当しようとする場合のみ記載。