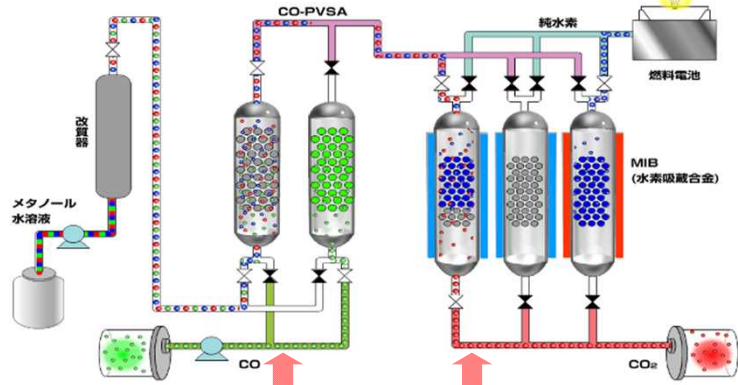


(1)事業概要

純水素燃料電池の利用はCO2削減に有効であると期待されているが、水素の供給網構築には、莫大なコストがかかることが課題となっている。CO吸着除去技術と水素吸蔵合金を利用して、混合ガスから水素を選択的に精製しかつ水素の貯蔵・利用の可能で起動後すぐに純水素供給できる水素精製貯蔵システム(COA-MIBシステム)を開発し、独立型システムとして需要負荷に応じて負荷変動発電できるシステムによるCO2削減の可能性を検証することを目的とする。

(2)システム構成

【改質ガスからCOを完全に除去した上で水素吸蔵合金により水素のみを選択的に吸蔵精製できる負荷変動対応型水素精製・貯蔵システムを開発する】



FCだけでなくMHも被毒するCOを除去 水素のみを選択精製・貯蔵、純水素供給

MHで水素精製と貯蔵を同時に行うことにより・・・

- ・ 夜間停止・設備起動と同時に貯蔵水素より水素を放出、給電・負荷変動供給可能。
- ・ 中小規模での純水素供給システムの実現により燃料電池をオンサイト発電用に。
- ・ 小型負荷変動対応発電によりCO2削減(実運用ベースでのCO2削減)
- ・ 純水素燃料電池により不安定な太陽電池／風力をバックアップし大量導入を可能に。

(3)目標

開発規模:水素製造能力 3Nm<sup>3</sup>/h のベンチスケールで水素純度99.99%を検証する。また10～30分の切り替え時間変更・0→300%の負荷変動・上流側改質プロセスの起動停止など需要負荷の変動・起動停止など、具体的な運轉變動の影響を確認する。さらに産業用プロセスオフガス回収、災害対応システム等開発システムの可能性を検討する。

(4)導入シナリオ

<実運用ベースでのCO2削減>

既存の純水素製造用PSA(圧カスイング吸着)は、停止・負荷変動すると逆混合がおきるためDSS(Daily Start & Stop)できないシステム。大規模・連続運転でなければ高い効率が得られない。→ 水素インフラは大規模高コスト・実運用CO2排出は比較的大きい

- DSSが可能で小型でも機能する純水素供給システムを開発(DSSが可能であれば運転時のランニングコストも本質的に低減できる)し、燃料電池自動車用とともに定置用燃料電池発電(発電主体)も可能にすることで自然エネルギー導入に寄与できる技術開発。
- 設計点での効率のみでなく、実運用ベース(DSS・負荷変動)でのCO2削減を可能に

<実用化時におけるCO2削減見込み>

純水素供給システム・純水素燃料電池の実用化による波及効果・CO2削減への寄与・可能性は極めて大きい。100Nm<sup>3</sup>/hの純水素製造装置を例にとると、161ton/年のCO2削減効果が期待できる。

<事業スケジュール>

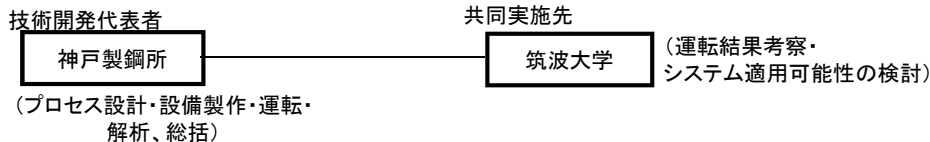
水素ステーションでの実用化は2015年から大規模普及事業が予定されている。それまでの間にベンチスケールからパイロットスケール(50～60Nm<sup>3</sup>/h)へのスケールアップ実証試験を実施した上で実用化へつなげていく

年度	2013	2014	2015	2016	2020 (最終目標)
パイロット規模実証試験			→		
事業化検討			→		
定置用燃料電池 実用化				→	

## (5)技術開発スケジュール及び事業費

	平成24年度
スケールアップ化に関する検討	→
産業用プロセスオフガス水素回収の検討	→
COA - MIBシステムの展開可能性の検討	→
純水素型燃料電池との連携の検討	→
高容量水素吸蔵合金基礎研究	→
事業費	6200万円

## (6)実施体制



## (7)技術・システムの技術開発の詳細

3Nm<sup>3</sup>/h規模のベンチスケール装置で、毎日起動・停止させるDSS(Daily Start & Stop)運転を行い以下の知見を得た。温水・冷水ハンドリングを改良するためにベンチ試験装置を改造し、切替時間毎による水素放出のための温水熱量の条件を決定した。また水素吸蔵に伴う冷却はクーリングタワーで賄えることを確認した。貯蔵した水素を一時的に300%負荷で水素放出することも可能である。総貯蔵量と放出量との関係は設計的に検討を要する。

ATSR改質器と連携した運転により50~100%の範囲内で迅速に負荷対応が可能であるととも、起動時のガスも吸蔵することで高いプロセス効率を実現できる見通しを得た。水素濃度50%以下の低純度常圧の排水素から水素回収を連続的に進めることがラポレベルで確認できた。また常圧で90%以上の高濃度水素の排水素からの水素回収も実証的に確認できた。本システムの可能性の検証として、災害対應用自立エネルギーシステム・オフガスからのCO<sub>2</sub>回収の可能性などについて検討した。

高容量水素吸蔵合金に対する関する基礎研究において、AB<sub>2</sub>型、AB型水素吸蔵合金はCO<sub>2</sub>被毒するが、熱処理により水素吸蔵特性が改善するため永久被毒ではないことが分かった。AB<sub>2</sub>型合金に対して遷移金属を添加することによりCO<sub>2</sub>被毒が改善され、合金組成制御による効果を確認した。また、AB<sub>5</sub>型水素吸蔵合金のCO<sub>2</sub>被毒耐性メカニズムの一部を解明し、CaNi<sub>5</sub>に本システム用合金としての可能性を見出した。純水素型燃料電池との連携を含めた利用・応用検討を行い、本システムのCO<sub>2</sub>排出削減効果、特に低負荷率での寄与が大きいことを確認した。太陽電池との連携において負荷変動に対して純水素型燃料電池が太陽電池を十分に補完し需給調整が行われていることを確認した。

## (8)これまでの成果

・3Nm<sup>3</sup>/h規模のベンチスケール装置でも毎日起動・停止させるDSS運転を実施し、温水60℃・冷却し30℃と汎用プロセスとして使いやすい条件で十分に運用できることを確認した。  
また100~300%負荷での運転、起動停止対応、低圧からの水素回収、低濃度の水素回収など、本プロセスの高い適用可能性を確認した。  
高容量水素吸蔵合金に対する関する基礎研究において、AB<sub>5</sub>型水素吸蔵合金のCO<sub>2</sub>被毒耐性メカニズムの一部を解明し、CaNi<sub>5</sub>に本システム用合金としての可能性を見出した。

## (9)成果発表状況(2012年度)

・新聞等発表(2件) ・11月16日 日刊工業新聞 13面 起動時のロス抑制する水素ステーション用装置として紹介・1月26日 日本経済新聞夕刊 1面 水素大量にためる合金として紹介  
・論文 (3件) Journal of Alloys and Compounds誌 'A hydrogen purification and storage system using CO Adsorbent and metal hydride' ,および 'Simulation Study of hydrogen purification using metal hydride' 印刷中  
燃料電池開発情報センター「燃料電池」誌Vol.12 No.2 2012 p.13-18「水素吸蔵合金による純水素精製・貯蔵システム開発の進捗」  
・特許出願3件 学会発表 国内11件  
・依頼・招待講演10件 国際シンポジウムでの発表 4件  
主な成果発表

- ①World Hydrogen Energy Conference 2012 (カナダ)にて依頼講演 'A Hydrogen Purification and Storage System Using Metal Hydride for DSS operation' (発表者:三浦)
- ②平成23年度地球温暖化対策技術開発成果発表会にて依頼講演「水素・燃料電池社会構築のための負荷対応型水素精製システムに関する技術開発」(発表者:三浦)
- ③再生可能エネルギー先端技術展 2012にて 依頼講演「再生可能エネルギー導入に向けた水素技術の活用」(発表者:石田教授)

## (10)期待される効果

本技術開発は水素供給システムを構築する基礎技術を開発するものであり、2012年時点で水素供給マーケットはまだないが、水素ステーション開発が進められている。2015年以降の導入初期に100Nm<sup>3</sup>/hの小型純水素製造装置(水素PSAによる水素精製)が必要であるが、水素PSAでは小型でDSS可能なシステムは想定できていないので導入初期に大規模投資をせず現実的に水素インフラが構築可能な点が重要である。文献に記載のO社の実運転時水素回収率56.1%に対して、水素回収率80%と控えめにみても改質プロセス効率85%が得られるため、100Nm<sup>3</sup>/hの小型純水素製造装置で155トン/年のCO<sub>2</sub>削減効果が得られる。

### ○2020年時点の削減効果

・国内潜在市場規模: 300Nm<sup>3</sup>/h級水素ステーション1000ヶ所(将来設置の試算中間値)がこのシステムで設置された場合、効率の向上のみで年間50万トンのCO<sub>2</sub>が削減可能である。夜間停止ができること・小型での設置が可能となるなどのメリットは効率の向上に留まらないためさらに大きな効果が期待される。



## (11)技術・システムの応用可能性

水素吸蔵合金を利用したCOA-MIBシステム(COの選択吸着除去と水素吸蔵合金による水素精製・貯蔵)は、今回開発・報告したシステム以外にも、定置用純水素燃料電池発電システムへの組み込みが可能である。

### 定置用純水素燃料電池発電システムの可能性

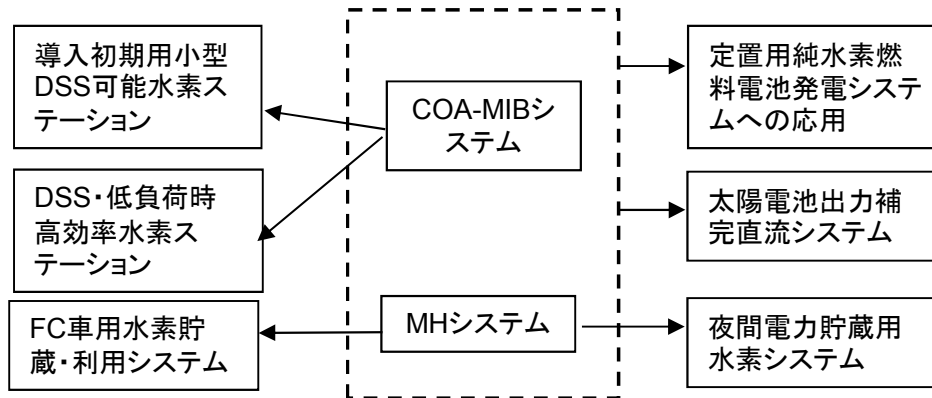
現在の普及型燃料電池システム「エネファーム」は、燃料電池を利用した家庭で電気も発生させることが可能な給湯システムであるが、燃料電池は、本来電気化学反応を利用した発電システムである。純水素燃料電池を普及させ利用することで小型・低負荷でも発電効率の高いオンサイトシステムが可能になり、大幅なCO2削減が可能となる。その課題は小型でDSSの可能な水素供給システムの課題である。本開発システムは、純水素燃料電池用の水素供給システムとして位置づけられる。

### SOFCオフガス回収・利用システムへの応用の可能性

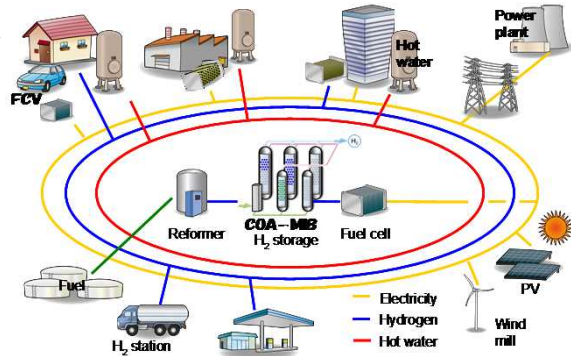
SOFCオフガスを精製・リフレッシュしてSOFC燃料として再利用する技術としてもCOA-MIB技術は注目されており、某ガス会社からの具体的な問い合わせもある。

### 太陽電池出力補完直流システムへの応用の可能性

CO2の大幅削減のため将来太陽電池が大量導入されるが、不安定な直流型の自然エネルギーを純水素燃料電池で補完することで安定で高品質な電力とできる。自然エネルギーを利用した小型グリッドへの組み込み用としても本開発システムは位置づけられる。これらの将来システムにより水素社会構築に資することができ、大幅なCO2削減効果の発現と低炭素型機器への更新が進むことが期待される。



<純水素精製・貯蔵の応用>



## (12)技術開発終了後の事業展開

### ○実用化・事業化計画

- ・2013年よりさらに大型の50～60Nm<sup>3</sup>/h規模へのパイロット規模のスケールアップ実証を実施し実用化のための検証を行いたい。固体伝熱が必要な水素吸蔵合金による精製・貯蔵・利用にはスケールアップが最大の課題であり、パイロット規模の実証では、燃料系のユーザーも巻き込んだ対応を行うことが必要であると考えている。
- ・水素製造精製システムはユーザーである燃料電池車などの動向に大きく左右される新しいインフラ展開として2015年に予定されている水素ステーションの設置の際に事業化し、実機として実証利用を実施したい。

### ○事業拡大シナリオ

年度	2012	2013	2014	2015	2015 (目標)
ラボスケール技術開発	低純度回収技術検証				
ベンチスケール技術開発	熱ハンドリング技術検証	低純度回収技術	低純度回収技術		
パイロットスケール技術開発	スケールアップ計画		実証機製作	実証	
実用実証					実用化初期

### ○シナリオ実現上の課題

- ・小型改質プロセスとの組み合わせ・DSS運転の実証・長期運転の実施
- ・低コスト化・スケールアップ化のためのシステム設計技術開発
- ・DSS型省エネ水素製造装置の必要性への認知
- ・太陽電池やグリッドなどと組み合わせた純水素燃料電池の可能性調査
- ・海外の水素・燃料電池利用技術に関する動向調査
- ・NEDOや経済産業省で推進されている水素関連事業との連携

### ○行政との連携に関する意向

- ・純水素社会構築のための実証事業の推進  
大型の水素ステーションの構築は初期の巨大な投資に対して水素自動車の普及数に期待ができない。この点の課題に対する行政側でのストーリー作りが必要である。純水素システム(燃料電池)を太陽電池やエネルギーネットワークシステムの補完にもなると位置づけ、FC車用の純水素インフラを定置純水素燃料電池向けと組み合わせた事業とし、純水素システムを整備・利用できる環境の整備を省庁横断で進めていただきたい。
- ・NEDO(経済産業省)主導で水素供給システム構築の事業が企画されている。純水素利用によるCO2削減に関し、本事業の次のステップで連携ができるような調整をお願いしたい。

## CO<sub>2</sub>排出削減対策技術開発評価委員会による終了課題事後評価の結果

- 評価点 6.5点（10点満点中）

- 評価コメント

- 今後、さらにコストダウンを図り、社会実装を確実に進めていただきたい。
- 本事業のメインテーマは「負荷対応型」である。目標には「10～30分」の切り替えが可能であればその応用範囲は大きくなる。その需要負荷変動の運転確認の検証についての報告がなく、DSSにすり替わっている。10～30分負荷対応とDSSでは、別次元のものと考えられる。
- 純水素の精製、貯蔵、使用システムの開発は興味深いが、応用市場に掛かっている。今後FCはSOFCに移行することもあり、その時本技術が活用できる可能性は低いのではないか。低温生成の活路には効率が課題。