

TODAY

JRCMの設立20周年を迎えて

財団法人金属系材料研究開発センター

専務理事 小島 彰

1. JRCMの活動

(財)金属系材料研究開発センターは、1985年10月に通商産業省の認可により設立され、以来、金属を中心とする材料の研究開発を産学官連携により実施するわが国の中核的実施機関として活動してまいりました。

この間、経済産業省(通商産業省) NEDO技術開発機構、中小企業基盤整備機構、関東・中部・近畿の経済産業局等から研究開発費の支援を得て、関係の企業・大学による研究コンソーシアムを構成し、それぞれの技術開発を効率的に実施する体制を整え、研究開発を実施してまいりました。

開発する内容も、狭義の金属材料の開発やそれに関連するプロセス技術にとどまらず、化合物半導体技術、電子技術、医工連携技術等広範な技術分野にわたっております。

また、研究開発の実施と並行して、わが国における材料研究のための公的研究の増進や産学官連携を強化する観点から、国の材料技術開発戦略の策定作業や今般の科学技術基本計画策定作業、日本学会会議での審議等にも積極的に参加し、材料技術のプレゼンスを上げるべく企業・大学関係者とともに努力してまいりました。

2. 材料産業の重要性

いうまでもなく、材料産業は産業経済の基盤を支える重要分野であり、高い国際競争力を維持している数少ない産業であります。加えて、材料の強みが需要産業である自動車や電子産業等の高い競争力の源になるなど、材料の強さが日本経済を支えていると言えます。

また、材料産業は資源・エネルギー問題とも密接な関連を有しております。昨今の資源・エネルギー、地球環境問題がクローズアップするなかで、世界最高の資源・エネルギー効率を有するわが国材料産業の貢献する余地は極めて大きいものがあります。資源・エネルギー、環境の制約のなかで今後の産業経済の発展は、「材料を制するものが世界を制する」のではないかと考えられます。

3. 大学における材料研究の危機

このように、産業界における材料産業の地位は今後一

層高まることが予想されているにもかかわらず、大学における材料研究は危機的状況にあると指摘されています。材料、なかでも金属材料の研究は他の分野に比べて、研究を遂行するために必要な時間と資金の投入が大きく、大学の研究者にとって手が出しにくいリスクの高い研究分野となっております。こうしたことも背景にして、大学の学部学科の名称から「金属」が消えつつあります。文部科学省の科学研究費補助金においても、金属、鉄鋼等の課題では通りにくいとの意見が一部の研究者から出されております。

こうした状況が続くと、わが国材料産業の国際競争力を支えてきた優秀な人材の育成にも支障が出るような状況となります。このような状況を関係者の方々が広く認識いただいて、今後の材料研究体制の充実と官民の役割分担を考えていく必要があると思われまます。

4. 今後の展開

この20年を振り返りますと、バブル経済とその崩壊、その後の10年以上にわたる調整期間を経て、日本経済の復調が感じられる状況となっております。資源エネルギー問題、環境問題といった全世界的な制約条件が重くかかってくるなかで、BRICSの発展等これまでとは異なる世界経済条件が出現したと言われております。

しかし、わが国の置かれた基本的条件、すなわち資源もエネルギーもないわが国が生存していくためには、わが国の唯一の資源である新技術の開発とその社会への適用・普及を図る以外に道はありません。

日本の社会制度の改革が進むなかであって、わが国のもてる数少ないリーディング・セクターである材料分野をさらに強くし、その成果を広く社会に還元していく。そのために産学官の力を結集する。これが、設立20周年を迎えたJRCMの役割ではないかと考えております。

設立以来、当センターを支えていただいた会員企業、ご支援をいただいた関係諸官庁、大学、学会等関係の皆様方に改めて感謝申し上げます。

「Zr-Ni系アモルファス膜利用メタノール改質水素製造装置の開発」成果報告

非鉄材料研究部 有我誠芳

1 はじめに

本研究開発は、平成15、16年度に関東経済産業局の地域新生コンソーシアム研究開発事業として採択されたものである。以下にその2年間の研究開発の内容と結果の概略を報告する。

2 研究の背景と目的

工業用水素ガスは、従来は大規模プラントで精製した水素をボンベ・カードル、タンクローリーやパイピング等により供給する方式であったが、品質（高純度）、価格（低コスト）、利便性や安全性の観点から小型オンサイト水素製造装置より供給する方式へ移行しつつある。

併せて、21世紀は水素の時代とも言われ、据置用燃料電池や燃料電池自動車の普及により新たなそして膨大な水素市場が創出されようとしているが、そこでも水素ステーション等のオンサイト水素供給システムが必要とされ、省エネルギー、コンパクトかつハンドリング性に優れた小型のオンサイト水素製造装置に対する需要は、今後拡大の一途をたどると予想される。このような背景から、水素エネルギー時代の到来に対応すべく、都市ガス改質方式や水電気分解方式等各種のオンサイト

水素製造技術の開発が現在活発に進められている。

しかしながら、現状の水素製造装置においては、都市ガス改質方式では非常に高い反応温度（800℃）が必要であること、また水電気分解方式では水素の変換効率が非常に低い（30%）ことから水素の普及の妨げとなっている。

本研究はメタノールを水素原料とする改質ユニットと、新規Zr-Ni系アモルファス水素分離膜を利用した小型水素精製ユニットを組み合わせることにより、低い反応温度（300℃）でかつ高変換効率（60%）を実現させることにより、水素の普及を加速させる省エネルギー性に優れた小型オンサイト高純度水素製造装置の開発を目的として実施した。

開発する水素製造装置の性能目標を、精製する水素純度は99.999%以上、水素製造能力を発電量1kWhに必要な水素量の0.5Nm³/h、水素製造エネルギー効率を従来の電気分解型装置の2倍、かつ水素製造単価は従来と同レベルとした（図-1）。

3 推進体制

JRCMが管理法人となり、(独)産業技術総合研究所、三菱マテリアル(株)及び三菱化工機(株)を再委託先として研

究開発に取り組んだ（図-2）。

4 成果概要

研究実施期間中には目標と水素製造能力を達成できなかったが、資源面、コスト面から量産性に優れたZr-Ni系アモルファス水素分離膜を利用したメタノール改質水素製造装置の原型機を世界で初めて開発し、実証運転することができた。以下に主な研究開発成果の概要を報告する（図-3、図-4）。

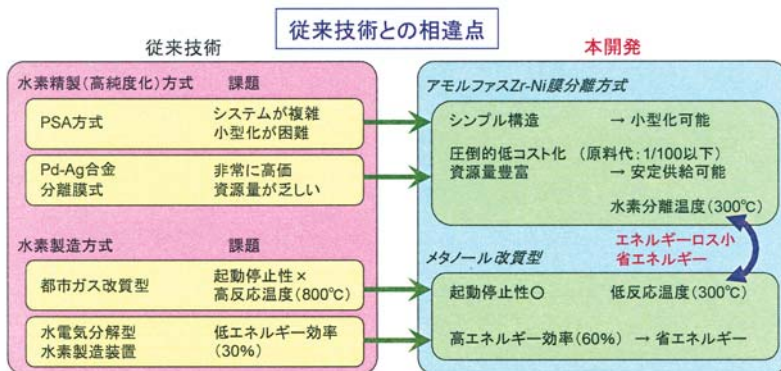
1) 大面積Zr-Ni合金膜の製造技術開発

大面積でかつ水素透過係数 2.0×10^{-9} mol/m s Pa^{1/2}（試験温度300℃）を有するZr-Ni合金膜の製造技術確立を目標に開発を行った。最初に液体急冷プロセス条件の最適化を実施し、大面積（50×160mm）で厚み30～35μmで膜厚均一性に優れたアモルファスZr-Ni合金膜の製造条件を確立した。

また大量処理を想定した大面積の電気メッキ法によるPd被覆処理を試みた結果、水素透過係数で 2.0×10^{-9} mol/m s Pa^{1/2}をほぼ満たす特性が得られ、後述の水素精製セルに使用可能なZr-Ni合金膜を得ることができた。

2) 水素精製ユニット開発

平成15年度に開発した水素透過セルの性能評価用シミュレーションツールを活用し、水素製造能力0.5Nm³/hの水素精製ユニットを設計し、その1/10スケール及び1/5スケールの水素精製ユニットの試作評価では、純水素ガス環境下で設計値どおりの性能を発揮す



【背景】 水素需要の増大。品質、コスト、利便性、安全性ニーズの高まり。

【狙い】 省エネルギー性に優れた小型オンサイト水素製造装置の開発

図-1 開発の狙いと背景

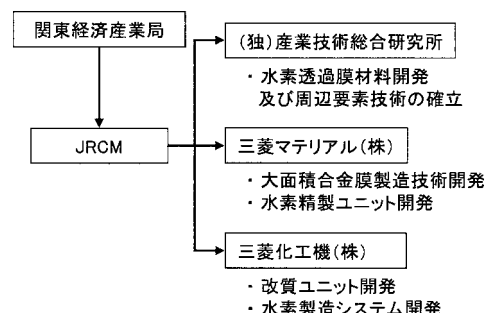


図-2 研究開発体制

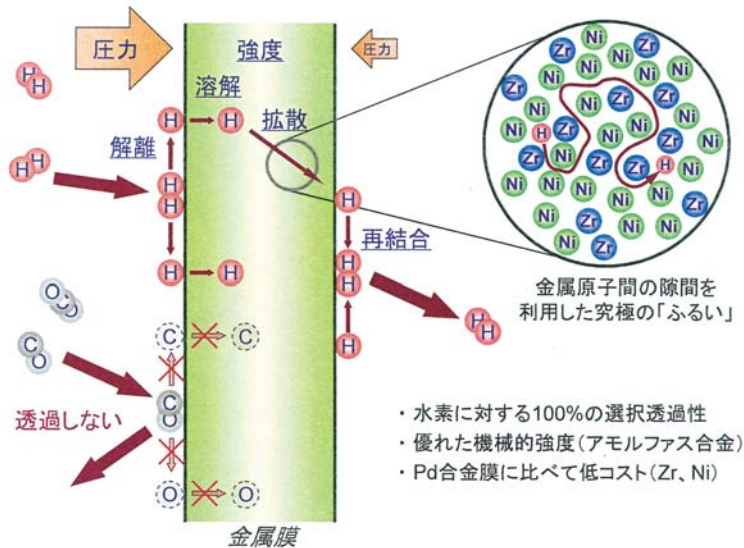


図 - 3 Zr-Ni系アモルファス膜の水素透過メカニズムと特長

ることを確認した。改質模擬ガス(75%水素 - 25%窒素)環境下では、両スケールユニット共に水素回収率の向上に従い透過効率が低下し、設計値からの乖離が大きくなる傾向がみられた。

また、1/1スケール水素精製ユニットに用いる部分ユニットの検査段階でアモルファス膜の欠陥に起因すると思われるリークが発生した。ユニット構造を再検討し、水素透過効率の低下を抑制すること、及びアモルファス膜製造プロセスの改良による水素透過膜の信頼性向上が課題として残された。

3) 改質ユニット開発

アモルファス膜利用メタノール改質水素製造装置において燃料加熱部、原料蒸発部、水蒸気改質部の熱源を触媒燃焼による直接加熱でまかない、これら構成部を一体化した自立型改質ユニットを設計・製作し、水蒸気改質試験を行った。

製造水素量0.5Nm³/hの実装置レベルに対して30~100%負荷相当の原料にて水蒸気改質試験を行った結果、いずれの負荷においても触媒燃焼加熱により改質触媒層温度を水蒸気改質可能な250~300に制御可能であることを確認した。また、各負荷においてほぼ設計値どおりの安定した改質ガス流量及びガス組成が得られ、膜模擬オフガスを用いた混焼時には改質効率70%に

なることを確認した。

これらの結果から、製造水素量0.5Nm³/hのメタノール改質水素製造装置における触媒燃焼加熱を用いた自立型改質ユニットの開発は成し遂げられたと考えられる。

4) 水素製造システム開発

水素精製ユニット及び改質ユニットの仕様をもとにプロセス設計、制御システム設計を行い、操作自由度の高い自動制御を用いた遠隔監視システム及び非常時に装置を安全に自動停止させる緊急停止システムを備えた水素製造システムを構築した。また、前述のアモルファス膜に起因すると思われるリークにより、1/1スケール水素精製ユニットでの試験はできなかったが、1/10スケールの水素精製ユニットを用いた水素製造試験により純度100%の水素製造に成功し、さらに水素精製ユニットからのオフガスを改質ユニット

の熱源として利用する自立型水素製造システムを開発することができた。

5) 水素膜の透過能を最大限利用する技術の開発

水素透過膜周辺にかかわる要素技術を確立することで、本研究開発を支援・加速することを目的として、透過性能を見積もる方法とその性能を最大限かつ長期間引き出す方法を検討した。

まず、水素拡散係数に水素濃度依存性がある場合の水素透過係数との関係性を導き出し、アモルファス合金膜に適用することで、水素拡散係数の水素濃度依存性を導くことができた。続いて、分子動力学シミュレーションにより水素拡散係数の推算を試みた。シミュレーション計算から得られた水素拡散係数は実験値より若干大きいもののほぼ一致した。また、アモルファス合金中の水素拡散係数は水素の濃度とともに増加し、実験結果と同じ傾向が得られた。

さらに、加湿混合ガスからの水素分離を行い、アモルファスZr-Ni合金を用いて純度99.999%以上の水素が得られることを確認した。しかし、水蒸気により腐食し10時間を過ぎたところで膜に欠陥が生じ、実用上問題があることが新たに明らかとなった。このため、改質ガス環境下で長時間使用可能な実用合金の開発を行い、実施期間内に少なくとも100時間にわたって透過特性、機械的強度、そして水蒸気耐性を兼ね備え

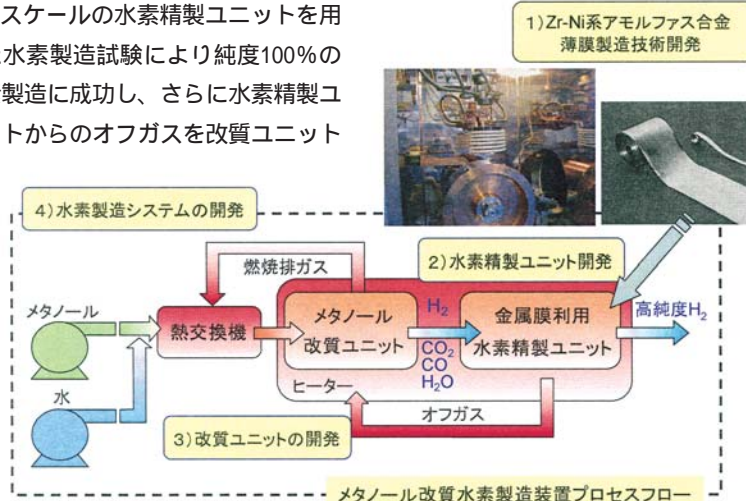


図 - 4 開発装置の概要と開発項目

る新たな材料を見出すことができた。

5 おわりに

地域新生コンソーシアム研究開発事業期間の終了後、水素透過膜の検討対

象をZr-Ni系アモルファス膜以外の非Pd膜に広げて研究開発を継続している。本研究で開発した原理実証機をベースに、今後量産機レベルへと発展移行する過程では、装置の長期信頼性の

確立、コスト低減等解決すべき大きな課題を抱えているが、21世紀の水素エネルギー社会基盤技術のひとつとなるポテンシャルを早期に実証できた意義は大きいと考える。

The Japan Research and Development Center for Metals
JRCM NEWS / 第231号

内容に関するご意見、ご質問はJRCM 総務企画部までお寄せください。
本誌は地球環境保全を考慮し再生紙を使用しています。
本書の内容を無断で複写・複製・転載することを禁じます。

発行 2006年1月1日
発行人 小島 彰
発行所 財団法人 金属系材料研究開発センター
〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目5番11号 第11東洋海事ビル6階
TEL (03)3592-1282(代)/FAX (03)3592-1285
ホームページURL <http://www.jrcm.or.jp/>
E-mail jrcm@oak.ocn.ne.jp