

## 水素吸蔵合金の研究開発

通商産業省 工業技術院 大阪工業技術研究所  
エネルギー・環境材料部 金属材料化学研究室

### 1. はじめに

大阪工業技術研究所は、関西地域における最大の工業系国立研究機関であり、5 研究部と新材料センター等で構成されている。大阪工業試験所の名称での大正7年(1918年)の創立以来、機能材料とその計測技術を中心に研究開発を進め、産業界にも貢献する多くの成果を上げてきた。現在、蓄積された研究ポテンシャルと材料開発の将来展望を基に、「エネルギー関連材料」と「光機能材料」、これらの発展に資する科学的な「共通基盤技術」に重点化し、精力的な研究活動を推進している。

エネルギー・環境材料部では、エネルギー問題と環境保全への貢献を使命に、「水素エネルギー」、「触媒」、「環境計測・処理技術」の研究開発に長年取り組んでいる。水素吸蔵合金は、エネルギーと環境の同時問題を解決する上で、潜在的かつ現実的に重要な材料である。この位置付けの下、金属材料化学研究室で、水素貯蔵と二次電池への応用を主体に、新規合金の開発から技術的改新にわたる先導的かつ基盤的な研究を進めている。

### 2. 水素吸蔵合金とその応用

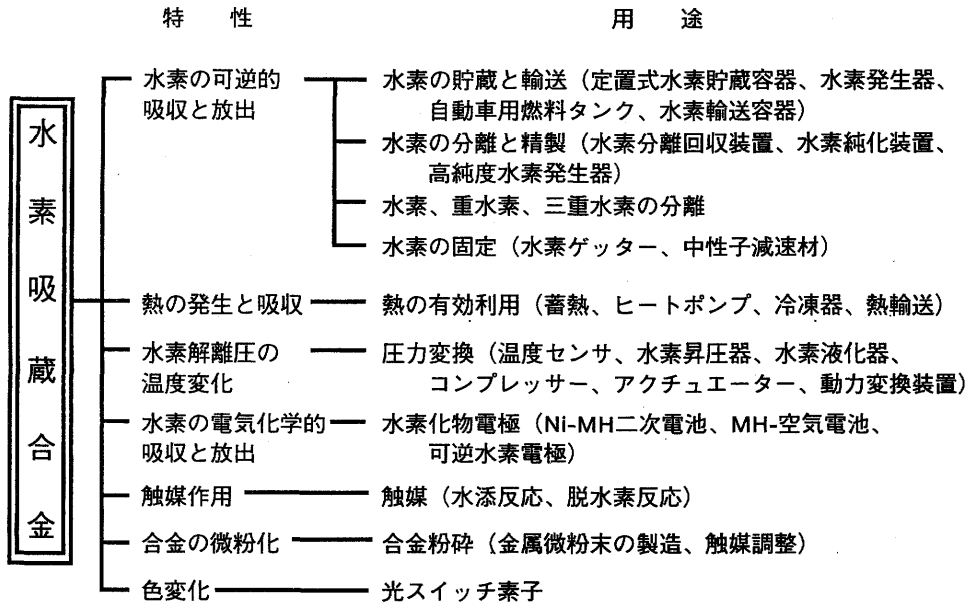
多量の水素を吸収して金属水素化物を生成する合金の中で、利用する水素圧と温度の条件で水素を可逆的に吸収かつ放出するものを水素吸蔵合金と総称している。その多くは金属間化合物であり、バナジウム系合金のようなBCC構造の固溶体型合金も存在する。代表的な水素吸蔵合金として、 $LaNi_5$ 、 $TiFe$ 、 $Mg_2Ni$ 、 $Ti_2Mn_3$ が挙げられる。

水素吸蔵合金は、次ページのように大別できる特性を有し、多種多彩な用途への応用研究と技術開発が約25年にわたり活発に展開されてきた。現在、ニッケル-水素化合物電池の負極材料で実用金属材料としての実績を高めている。地球規模のエネルギーと環境の問題の顕在化により、水素貯蔵や冷凍機等のエネルギー貯蔵・変換分野を中心に実用化へのブレイク・スルーが切望されている。

### 3. 水素貯蔵技術の研究

1974年のサンシャイン計画の発足以来、「金属水素化物による水素貯蔵技術の研究」を実施し、 $MmNi_5$ 系多元化合物、マイクロカプセル化技術、定置式水素貯蔵装置等、合金開発とシステム開発の両面から技術的基盤の確立を図ってきた。しかし、水素吸蔵合金の重さと高価さが水素貯蔵への実用に対する高い障壁となっている。このため、近年では、実用性の高い新規な高水素容量合金の開発を主目標とし、 $CaAl_2$ 系合金等の軽量かつ安価な水素吸蔵合金の研究に主力を注いでいる。また、従来は経験的な知見に基づいて既存合金の改良や新規合金の探索が行われているため、科学的な合金設計手法の構築を目指し、金属組織構造と水素化特性の関係や金属水素化物の電子構造解析に関する基礎的研究にも取り組んでいる。

ニューサンシャイン計画の「水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術」において、「サブタスク5-5、分散輸送・貯蔵用水素吸蔵合金の開発」が進められている。この技術開発に係わる解析・評価の研究を実施するとともに、委託先との共同研究、NEDO産業技術研究員の受け入れ、調査研究等の形態で多面



的にこのプロジェクトを支援している。その主目標は、3重量%以上の水素容量、100℃以下での脱水素化、2000回以上の水素吸放出サイクルの特性を有する水素吸蔵合金の開発である。また、RITEの「接触水素化反応利用二酸化炭素固定化・利用技術研究開発」の水素貯蔵・供給技術に関しても共同研究を行い、水電解水素に含まれる水分や酸素への水素吸蔵合金の耐久性向上等の研究に協力している。さらに、国際エネルギー機関（IEA）の水素製造利用研究開発プログラムのTASK12（金属水素化物による水素貯蔵）に参加し、高水素容量水素吸蔵合金の創出を目指す国際共同研究にも貢献している。

#### 4. 水素化物電池の研究

水素貯蔵での研究蓄積を他の分野に展開させる中で、サンシャイン計画の「水素吸蔵合金を用いるエネルギー変換技術の研究」により、1986年から水素化物電池の研究開発に本格的に着手した。このテーマは、水素ガス再生式水素吸蔵合金負極と空気電極を組み合わせ、水素ガス吸収による充電と電気化学的放電を進行させる方式の水素-電力変換システムの開発を目標としている。いわば水素貯蔵と燃料電池の一体化である。その研究項目は、電極用水素吸蔵合金、電極の成形加工技術、電池の構成要素の各開発、並びに電池の試作と性能試験と広い範囲に及ぶが、電極特性への成分多元化や金属微細組織構造の影響、合金表面や電極反応機構の解析、加圧成形法等による電極製法、充放電試験や交流インピーダンス法による各種合金試料の電極特性評価など、水素吸蔵合金の電極利用における基本的知見の拡充を重視して研究を進めている。

高性能で環境適合性に優れるニッケル-水素化物（Ni-MH）電池を利用し、太陽光発電の利用形態の多様化を図る目的で、太陽光発電用蓄電装置の研究開発（水素吸蔵合金電池の解析・評価）」を二期（1989～1996）にわたり実施した。NEDOからの委託により、第I期にロングライフ型とハイレート型の大型Ni-MH電池の開発がそれぞれ松下電池工業と三洋電機で進められた。第

Ⅱ期には、12V-100Ah級の試作電池の性能評価試験が実施されるとともに、大型化で問題となる高温対策を中心に、低コスト化と高信頼性を旨とした研究開発が行われた。当研究室では、組成や製法の異なる各種の電池用合金の金属微細組織構造と充放電特性の解析・評価、合金負極の使用素材と作製法の検討及び試験評価、独自の試作による電池性能評価を担当した。

市販のNi-MH電池の殆どに約300Ah/kgの電気化学容量のMmNi<sub>3</sub>系多元化合物合金が使用されており、大型電池の開発と実用化も一部を除いてほぼ同じ合金で進められている。Ni-MH電池の一層の発展にとって、これを上回る高容量かつ安価な水素吸蔵合金の開発が強く望まれる。バナジウム(V)系合金は、高水素容量で、電極用としても有望であるが、実用には高価すぎる難点を有する。ところが、石油精製では、大量のV含有物質が排出され、未利用状態にある。これらの状況を踏まえ、独創的産業技術研究開発促進事業により、太陽鋳工とイムラ材料開発研究所との共同で、V廃棄物を電気自動車用Ni-MH電池として再生する技術の研究開発を推進している。このプロジェクトでは、V回収品から高品質なV系水素吸蔵合金を低価格で製造する技術及びその合金の微細組織を制御して水素化物電極として高性能化する技術の確立を目指している。

#### 5. おわりに

水素貯蔵と水素化物電池への応用を中心に水素吸蔵合金の研究開発を長年にわたり実施してきた。その成果は学術的知見や技術開発の進展のみならずニッケル-水素化物電池の実用化にも少なからず貢献している。このため、海外を含む産学官の各方面から様々な研究協力や技術指導の要請を受けており、それらに応じる中で、外部の多くの研究者や技術者の方々とも協力しあって研究開発ポテンシャルの向上を図っている。ニーズに応えシーズを生み出すとの方針で、水素吸蔵合金の発展に力を尽くしている。

## Overview of R&D of Hydrogen Storage Alloys at the Chemical Metallurgy Section in ONRI

I. Uehara, T. Sakai, N. Kuriyama, H. T. Takeshita, H. Tanaka  
*Osaka National Research Institute, AIST,  
1-8-31, Midorigaoka, Ikeda, Osaka, 563 Japan*

The Chemical Metallurgy Section in Osaka National Research Institute has been conducting extensive research and development (R&D) of metal hydrides, so-called "hydrogen storage alloys" since 1974. The main efforts have been directed toward their applications in hydrogen storage and hydride batteries. In this paper, current activities at the Section are briefly described with respect to their background, rationale and goal.

研究室員：上原 斎、境 哲男、栗山信宏、竹下博之、田中 秀明

〒563 池田市緑丘1丁目8番31号

TEL: 0727-51-9651、FAX: 0727-51-9629