

## (独) 産業技術総合研究所エネルギー技術研究部門 水素エネルギーグループ

榎 浩利

〒305-8565 茨城県つくば市東 1-1-1 つくば中央第五

Tel : 029-861-4813 Fax : 029-861-4591

E-mail : [h-enoki@aist.go.jp](mailto:h-enoki@aist.go.jp)URL <http://unit.aist.go.jp/energy/hydrogen-e/>

### 1. 概要

独立行政法人産業技術総合研究所は、産業技術の広い分野におけるさまざまな技術開発を総合的に行っている日本最大級の研究組織です。産業界、大学との連携、協力による研究も盛んで、新しい産業の創造や技術移転にも力を注いでいます。独立行政法人である産総研は、経済産業省の所管組織として、東京本部とつくばセンターを中心に全国の研究拠点とネットワークを結び、機動的、弾力的、効率的な組織のもとに研究を行っています。

産業技術総合研究所の使命は、「日本の経済社会の明日に向けて、常に新たな可能性を切り開き、新しい技術を提案していく」ことです。この使命は大きく分けて3つから成り立っています。1つ目は日本の産業技術競争力を強化すること。つまり、先端的な研究を行うことにより、国際社会で勝負できる産業技術を育成していくことです。ナノテクやバイオ関連・IT関連の研究がこれに当たります。2つ目は日本の長期的な政策を推し進める上で必要な研究を行って日本全体の産業活性化につなげていくことです。エネルギーや環境関連の研究がこれに当たります。3つ目は、基盤的な研究を押し進めることによって高い技術的裏付けを獲得し、自立した産業立国を目指すことです。

こうした中、エネルギー技術研究部門では産業技術総合研究所におけるエネルギー技術研究の中心的組織としてエネルギーにかかわるさまざまな技術開発やシステム研究、また大学や民間企業との共同研究を行っています。当研究部門は以下の3つの方向で研究に取り組んでおります。

1. 分散エネルギーネットワーク技術：太陽発電や風力など再生可能エネルギーおよび多種のクリーン燃料

を用いた分散型エネルギー源と、これらを柔軟に組み合わせるネットワーク技術

2. エネルギー材料・デバイス：燃料電池など次世代の高効率分散型電源やエネルギーデバイスとそれを支える材料の研究
  3. クリーン・エネルギー技術：太陽光エネルギーを有効活用する技術、水素エネルギー技術および炭化水素系資源やバイオマスからのクリーン燃料製造技術
- 水素エネルギーグループは、これらのうち「クリーン・エネルギー技術」の中核をなす研究グループとして研究を行っています。

### 2. 水素エネルギーグループの研究内容

水素エネルギー時代の実現のためには、水素エネルギーの輸送・貯蔵に必要なインフラストラクチャーの構築とその達成のための材料開発が必要不可欠です。そのため、水素を安全かつコンパクトに輸送貯蔵する媒体である水素吸蔵材料の研究開発が、燃料電池自動車などの用途にとって極めて重要とされています。エネルギー技術研究部門では、水素エネルギー社会実現を現実のものとするを目指して、国家プロジェクトであるWE-NET計画（平成11年度～14年度）あるいは水素安全利用等基盤技術開発（平成15年度～平成16年度）の元で、水素吸蔵材料の高性能化、特に重さ当たりの水素吸蔵量の飛躍的な増加（目標値：5.5質量%）を図るための研究を進めています。その目的は、安全で効率的な水素の輸送貯蔵法の確立にあります。

高い水素吸蔵量をもつ材料の開発という目的を達成するために必要不可欠な基盤研究を併行して進めています。特に水素が水素貯蔵材料の内部に入った時に起こる現象

を実験的に解明しています。水素の位置や存在状態は中性子回折および中性子散乱を用いて調べています。また、水素の吸蔵放出に伴って格子に導入される欠陥、例えば転位や空孔は水素の吸蔵放出に極めて重要な働きをしている可能性が高いとされています。このように水素エネルギーグループの最近の重要な研究テーマの一つが、水素によって誘起された欠陥構造の解明です。

水素と材料が反応しているその場で構造変化や欠陥の挙動を調べることが重要です。水素エネルギーグループでは、X線回折、中性子回折、SPM(AFM,STM)、光学顕微鏡、熱重量分析、示差熱分析において、水素雰囲気下で測定ができる装置を開発してきました。これらの装置を用いて、水素との反応の現場での観察に力を注いでいます。

水素エネルギーグループは水素吸蔵材料研究の世界的拠点の一つと自他共に認める存在です。そのため、我が国の産業界、学会、政府機関との強固な連携があるばかりではなく、世界の研究者と幅広く交流していることがグループの特徴です。

## 2.1 BCC（体心立方構造）を持つ水素吸蔵合金の開発

BCC 構造は隙間のある構造で、水素を大量に吸蔵できる可能性があると言われていましたが、様々な欠点があった水素貯蔵材料としては不向きであると思われていました。水素エネルギーグループでは1993年頃にBCC構造を持つ合金に水素吸蔵合金として優れた性能を持つ可能性があることを始めて提案しました。その後、トヨタ自動車（株）との共同研究で、1996年にはその概念に基づく水素吸蔵合金を搭載した燃料電池ハイブリッド自動車が実際に路上を走行しました。この合金は水素吸蔵量が3質量%と室温で働く合金としては世界最高性能を持っています。

さらに、水素エネルギーグループではBCC構造を持つ材料の開発を続け、マツダ（株）と共同で合金を造らないとされているマグネシウムとチタンの合金をメカニカルアロイイング法により合成することに成功しました。この合金が水素を吸蔵すると5質量%以上となり、液体水素やガスボンベと匹敵するような軽量水素輸送タンクが実現します。残念ながら室温でマグネシウム-チタン合金は水素を吸いませんでしたが、さらに開発をすすめマグネシウム-コバルト合金では水素を吸蔵することを確認しました。

## 2.2 新しい概念の水素化物の合成と結晶構造解析

大量の水素を蓄える軽量な材料が求められています。その開発にあたっては、従来から水素貯蔵材料として知られているものの改良では限界があります。水素エネルギーグループでは、水素を含む新しい化合物の合成を目指して研究を進めています。中でも、アルミニウムは水素貯蔵材料として使われることはほとんど無い元素でしたが、それに注目して合成を進めています。

その結果、 $\text{SrAl}_2\text{H}_2$ 、 $\text{Sr}_2\text{AlH}_7$ 、 $\text{BaAlH}_5$ という全く新しい水素化物の合成に成功しました。また、その結晶構造を、粉末中性子回折を用いて調べ、その解析に成功しました。