

# 水素化マグネシウムによる水素の貯蔵・輸送・製造および 水素を自給する新しい燃料電池(DWFC) Magnesium Hydride(MgH<sub>2</sub>) and New Direct Water Fuel Cell

辻 信義

Nobuyoshi Tsuji

**Abstract:** The hydrogen system using magnesium hydride (MgH<sub>2</sub>) is a new, safe and efficient method for storage, transportation and generation of hydrogen. In case of hydrogen generation from MgH<sub>2</sub>, the total amount of hydrogen from double reaction, hydride and hydrolytic action, comes up to above 15wt%. New fuel cell system, direct water fuel cell (DWFC), can be constituted by integrating an MgH<sub>2</sub> hydrogen system with a fuel cell, in which water generated by the fuel cell reaction can be used to generate hydrogen from MgH<sub>2</sub> in cassettes.

## 1. はじめに

水素は究極のクリーンエネルギーである。政府では 2002 年より水素をエネルギー源として燃料電池の実用化を推進しようと、水素の安全利用を目的として基盤技術開発プロジェクトを進めている。しかし、技術面で課題も多い。

また、水素を利用する水素社会の実現は、単に地球温暖化に伴う二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 削減対策や化石燃料資源の代替エネルギーとしての位置付けだけではなく、日本経済の繁栄をもたらす産業の将来に向けても重要となっている。

本稿で紹介する新技術の全体概要は、まず新エネルギーを用いて、水素の素を製造し (あるいは再生し)、これを貯蔵、輸送する。燃料電池側では、「水素の素」を詰めたカセットと燃料電池セルを一体構成し、燃料電池セル自体が生成した水を用いて「水素の素」から水素燃料をつくりながら燃料電池セルが発電 (または水素機関が駆動) をする<sup>1)</sup>。この発電装置を「新しい燃料電池システム」と呼称する。

「水素の素」を利用する水素製造技術は、古くから周知されているマグネシウムの加水分解が基本である。従来、加水分解の反応阻害の課題があり、これまでマグネシウムの加水分解を応用した実用的な水素発生技術は提供されていない。水素の新製造法では、この課題を解決し、さらに 15wt%の水素発生量 (世界トップレベル) を実現した。

また、「新しい燃料電池システム」は、「水素の素」と燃料電池セルを一体構成することで、電気変換効率が炭化水素系燃料を改質して用いる燃料電池の 35%から 70%以上に向上させるシステムである。

以下、従来技術と対比しながら、新技術を紹介する。

## 2. 水素関連技術の現状と課題

### 2-1 マグネシウムによる水素発生の取組み

表 1 は、わが国の産学共同で進められている新しい環境型クリーンエネルギーシステムと当該新技術のマグネシウム利用技術の比較表である<sup>2)</sup>。

比較事項	産学共同事業	テクノバンク
Mg O還元	太陽光レーザー法	再生可能エネルギー利用したレーザー法
レーザー電気変換	あり (MHDプラズマ発電)	なし
Mgの加水分解	金属塊の高温加水分解法	水素化金属粉の常温加水分解法
〃 温度	600℃	80℃
〃 水素発生量	8.3wt%	15.3wt%
(燃料電池自動車走行例)	(東京⇄大阪間 73kgのMg)	(東京⇄大阪間 40kgのMgH <sub>2</sub> )
輸送・流通・備蓄	容易 (水素ステーション不要)	容易 (水素ステーション不要)
市場分野	産業分野	全分野 (民生、産業)

表1：マグネシウム利用技術の比較表 Table 1: Comparative table of technologies using magnesium

世界の電力需要10兆kWh (自動車含まず)に向けた新エネルギー事業が産学共同事業化「新しい環境型クリーンエネルギーシステム」として、太陽光励起レーザーを基軸としたマグネシウムの再生利用事業が2005年度よりスタートしている。

この事業では、マグネシウム(Mg)を加水分解して、燃料電池車が東京-大阪間(600km)を73.3kgのマグネシウム塊(Mg)と水55kg(理論値)を搭載し、6.1kgの水素を発生させて走行するとしている。

一方、当該「水素の素」の技術では、燃料電池車が東京-大阪間(600km)を39.8kgの水素化マグネシウム(MgH<sub>2</sub>)の微粉体を用いて、水を搭載する事無く6.1kgの水素を発生させて走行する。

## 2-2 水素の貯蔵・発生 の現状と課題

水素の貯蔵法としては、主に液体技術、圧縮技術、水素吸蔵合金技術が実用的技術として開発されている。また、新しい水素貯蔵法として、炭素系材料、或いは有機系、錯体系の水素化物を用いた化学系材料による水素貯蔵も研究されている。表2に現状の水素貯蔵技術の比較を示す。

表2：水素貯蔵技術の比較表

Table 2: Comparative table of hydrogen storage technologies

	技 術	H <sub>2</sub> 貯蔵量
貯蔵系	液化技術 (冷却貯蔵)	6 wt %
	圧縮技術 (高压タンク貯蔵)	5 wt %
	水素吸蔵合金技術 (MH貯蔵)	3 wt %
発生系	錯化合物 (水素化アルミ系)	5 wt %
	錯化合物 (水素化ホウ素系)	10 wt %
	水素化マグネシウム (MgH <sub>2</sub> )	15 wt %

**液化技術による貯蔵** 水素は-253℃という極低温にすることで液化され、常温の水素ガスに比べ体積は約1/800になり、圧縮水素よりもコンパクトである。液体水素は、液化時に大量の電力を消費し、総合エネルギー効率は大きく低下する点が課題である。

また、貯蔵中の蒸発ロス量を少なくするため断熱保冷された特殊容器による貯蔵が必要となる。

液体水素貯蔵用の材料としては、常温域から液体水素温度まで十分な機械的性質(引張強度、破壊靱性、疲労強度等)が必要で、低温脆化や水素脆化を起こさない材料が要求される。極低温用構造材料として実績のあるステンレス鋼とアルミニウム合金を候補材料に選定し検討が行われ、選定した材料の低温脆化および水素脆化は、液体水素雰囲気下でも、強度、靱性等充分高い特性を持つものの、溶接部では低温脆化および水素脆化について脆化感受性が高く改善が必要である。

**圧縮技術による貯蔵** 水素の圧縮技術による水素貯蔵方法は、一般的な方法である。水素は金属材料に比べ原子半径が極めて小さいため容易に材料中に浸透するが、一般に金属材料が水素を吸収すると脆く(水素脆性)なるので水素タンク用容器材料には水素脆性を起こさない材料を用いる必要がある。工業用水素ボンベは、約150~250気圧に加圧した水素ガスを肉厚、軟鋼製の円筒状容器に詰めたものである。自動車用には鋼製容器では重くなるため、軽量化のためにカーボン繊維強化プラスチック複合材料で耐圧強化したアルミニウム製の軽量水素燃料タンクが開発されている。

水素ガスに適用される法律等の規制では、基本となる「高压ガス保安法」が中心的な役割を果たし、技術上、保安上の基準が政令・省令、告示により補完されている。従

来、高圧ガスの水素を車に搭載することは認められていなかったが、現状では水素ガスタンクは、2001年4月に積載が解禁され、最高圧力が350気圧に制限されているため、水素燃料電池自動車の航続走行距離は300~355kmに限られている。ガソリン車並みの航続走行距離(500km)を達成するには、充填圧力をより高圧化して水素の搭載量を増やすことが望ましく、700気圧対応の車両搭載型超高压タンクの開発が進められているが、高圧に昇圧する過程でのエネルギーロスも増大するので圧縮機の効率が重要である。

関連する法規としては、高圧ガス保安法、電気事業法(経済産業省所管)、道路運送車両法、道路法、建築基準法(国土交通省所管)、消防法(総務省所管)がある。繊維強化プラスチック複合容器は高圧ガス保安法に基づき一般複合容器の分類で容器の最高圧力は350気圧に制限される。

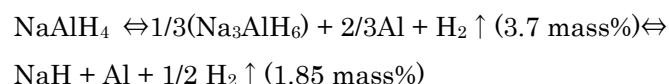
世界では燃料電池自動車を実現するため、水素燃料電池自動車の700気圧高圧水素ガスの車両搭載および充填システムの開発がされている。容器開発は、従来天然ガス自動車向けだったアルミ・カーボンFRPライナーの容器で、高圧水素ガス向けに機能強化するとともに、水素燃料電池自動車用システムとしての開発である。

**吸蔵合金技術による貯蔵** 特定の金属の中には水素と反応して金属水素化物を生成しやすい性質を持つものがある。水素をこれらの金属表面に接触させると水素分子は金属表面に吸着され、解離して原子状水素になる。原子状水素は、金属原子間の空隙に侵入し、急速に内部拡散して格子間位置に捉えられ金属水素化物を形成する。水素化物を生成しやすい金属(A)と水素化物を生成しにくい金属(B)を組み合わせることにより、水素を吸蔵したり放出したりすることが可能な水素吸蔵合金をつくることができる。水素吸蔵合金はAとBの原子比によりAB<sub>5</sub>型合金、AB<sub>2</sub>型合金等に分類されるが、Aサイトの元素としてはMg, Ti, Zr, V, 希土類金属等の2A~5A族に属する金属、Bサイトの元素としてはFe, Ni等の6A~8族に属する金属で構成される。一般に合金中では水素は水素化物として固定され、体積は常温常圧の1/1000程度にコンパクトになるが、重量密度は鋼製の圧縮水素容器と同等程度となり合金自体が重いのが問題である。

また、水素吸蔵合金の水素化・脱水素化反応は化学反応であり熱の出入りが伴う。水素吸蔵時は発熱反応、放出時は吸熱反応となる。反応中の合金の温度が大きく変化する

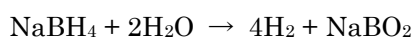
と化学平衡がずれて水素化・脱水素化反応が進みにくくなる。このため、水素吸蔵合金容器には反応熱を速やかに伝える熱伝導性の良い材料と構造設計を採用する必要や、軽量化の観点から一層の機能化開発が望まれる。

**錯体系水素化物技術による貯蔵** 錯体系水素化物技術では、アラネートとよばれるアルミニウム水素化物等の無機系水素化物材料を用いる。NaAlH<sub>4</sub>にTiの塩を触媒として添加すると百数十度で可逆的に水素を吸蔵・放出する様になる。脱水素化反応は2段階で進行し、水素吸蔵量は第1段階で3.7wt%、全体で5.5wt%に相当し、体積水素密度はそれぞれ43.2, 70.6kg/m<sup>3</sup>と水素吸蔵合金(20~50kg/m<sup>3</sup>)と同等以上である。この材料は水素化された状態で圧縮成型して容器に充填可能なので、未水素化状態で水素化後の体積膨張を考慮して容器に充填しなければならない水素吸蔵合金に比べて都合がよい。反応式は、



NaAlH<sub>4</sub>以外の材料としては、Na<sub>3</sub>AlH<sub>6</sub>, Na<sub>2</sub>LiAlH<sub>6</sub>, Li<sub>3</sub>AlH<sub>6</sub>等があり、その理論水素吸蔵量はそれぞれ3.0, 3.5, 5.2wt%である。実際の水素吸蔵量は実験条件に大きく依存し、可逆性や反応速度、反応温度の問題も考えられるため、水素貯蔵材料としての適応性を見極めるにはさらに基礎研究を進める必要がある。

この他にNaBH<sub>4</sub>等の軽金属から構成される水素化ホウ素化合物(ボロハイドライド)を水素貯蔵材料とする方式がある。これらの物質は水と反応することによって水素を発生し、その水素含有率は反応に必要な水も含めてNaBH<sub>4</sub>で10.8wt%である。ボロハイドライドの水素貯蔵方式は、液体状態の水素貯蔵材料と水とから触媒を使い加水分解によって水素を発生させるもので、常温、常圧下で十分な水素供給速度を得ることができる。反応式は、



水との反応で生成したNaBO<sub>2</sub>を還元して元の水素化物に戻すためのプロセスに理論的にも水素の燃焼熱の1/3程度のエネルギーを必要とするためエネルギー効率の観点からは問題がある。

**有機系水素化物による貯蔵** 有機系水素化物(有機ケミ

カルハイドライド) 有機系水素貯蔵材料として、シクロヘキサベンゼン系、メチルシクロヘキサトルエン系、デカリン-ナフタレン系等の有機化合物の水素化・脱水素化反応系を利用した水素貯蔵技術がある。これらの系の水素貯蔵量は、それぞれ、重量当たりで 7.1, 6.2, 7.3wt%, 体積当たりで 55, 48, 65kg/m<sup>3</sup> と高い値である。これらの材料はナフタレンを除き室温で液体であり、高压や低温といった特殊な条件が無く、常温常圧で取り扱えるので輸送・充填時の取り扱いが容易になるという利点もあるが、脱水素化反応後にはベンゼン、トルエン、ナフタレン等が残るので、これらを回収して再び水素化し再生する工程でのコストなどに課題がある。

有機系水素貯蔵材料は一般に脱水素反応に 250~400℃ 以上の高温が必要で、脱水素反応時の吸熱量が水素吸蔵合金の約 2 倍と、水素取り出しに多くのエネルギーを確保する必要がある。また、脱水素反応で生成した有機物蒸気と水素の分離工程が必要となる。

また、水素の燃料への使用については、安全性の担保が大前提である。わが国では、水素供給ステーションにおける潜在的な事故事象を抽出し、特に水素貯蔵においてはタンクからの連続水素放出を代表事象に選定し、液体水素の流出、蒸発、拡散試験と、水素の爆発試験や、また高压水素が漏洩した場合の漏洩形態と着火条件の関係を把握する実験等が実施されている。

### 2-3 先端の固体高分子型燃料電池の現状

炭化水素系燃料を用いる改質装置を用いない先端の燃料電池技術例としては、メタノールを用いる DMFC (ダイレクトメタノール燃料電池) が代表される。

ダイレクトメタノール燃料電池の反応式は、  
燃料極反応 :  $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 6 \text{H}^+ + 6 \text{e}^-$   
空気極反応 :  $3/2 \text{O}_2 + 6 \text{H}^+ + 6 \text{e}^- \rightarrow 3 \text{H}_2\text{O}$

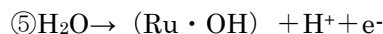
DMFC の課題のひとつとして、純水素供給の燃料電池に比べメタノールの分子反応に時間を要するため遅い。

この分子反応は、メタノールが Pt 表面に吸着し①~④まで進む。

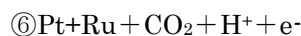
- ①  $\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2\text{OH} + \text{H}^+ + \text{e}^-$
- ②  $\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CHOH} + \text{H}^+ + \text{e}^-$
- ③  $\text{CHOH} \rightarrow \text{CHO} + \text{H}^+ + \text{e}^-$
- ④  $\text{CHO} \rightarrow \text{CO} + \text{H}^+ + \text{e}^-$

ここで Pt 表面の CO が容易に酸化されないため反応が

進まなくなるため、触媒 (Pt と Ru の合金) を用いる。Ru (ルテニウム) の効果は、水を分解し OH を吸着する。



ここで (Pt) は CO を CO<sub>2</sub> に酸化する。



CO<sub>2</sub> は Pt に吸着しないため、再びメタノールとの反応が活性化される。

その他の課題としては、クロスオーバー現象により特性が劣化することがあげられる。

## 3. 新技術の概要

### 3-1 水素の素 (MgH<sub>2</sub>) を用いた水素の製造

水素の素 (MgH<sub>2</sub>) とは、エネルギーを物として一旦変換・貯蔵しておき水素利用ができる素材である<sup>3)</sup>。

この水素の素 (MgH<sub>2</sub>) を用いて水素を製造するには、水素の素 (MgH<sub>2</sub>) を触媒とし、水を加水分解して水素ガスを発生させる。

水の加水分解は、古くから周知されている反応である。しかし、マグネシウムによる水の加水分解反応は、一般市販される Mg の粒径 100 μm 程度では、常温水で加水分解を試みても Mg 表面に生成される水酸化マグネシウム (Mg(OH)<sub>2</sub>) の被膜によって加水分解反応が阻止される。このため反応を持続させるには、燃料電池セルの MEA に影響が出ない程度に希釈した希酸水溶液を用いるか、外部から高熱を加えるなど、水酸化マグネシウム (Mg(OH)<sub>2</sub>) の被膜を常に除去する必要がある。それでも反応を自走させるまでには及ばない。

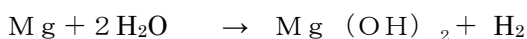
弊社では、世界でも初めて海水に含まれるにがり (特に塩化マグネシウム : MgCl<sub>2</sub>) を利用して、常温から反応を自走させ、さらに自らの反応熱で温度を上昇させ高速な水素発生ができる技術を、開発者の長年の実験キャリアから見出した。この技術開発によって、常温域での自走反応による高速水素発生のスピードは、粉末で 1 分間、水溶液でも 20 分間で終了することができる。

この MgCl<sub>2</sub> は海水中に 6 水和塩化マグネシウム (MgCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O) として存在、食用にも使われるほど安全性が高く安価で、中性から燃料電池の MEA にも影響がなく、反応速度が早いいため、制御も水や水溶液の水量の調節で容易にできる。

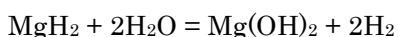
また、この自走反応の一因として、マグネシウム (Mg)

の粒径をナノ域～100 μm以下に微粉化することで、比表面積拡大による総界面反応熱量を利用し加水分解反応が自走することにある。例えば界面の面積は、粉体の粒径が100 μmの場合の比表面積を1とすると、粒径が20 nmになると比表面積は、凡そ15,000倍(約45 m<sup>2</sup>/g)となり、界面全体の反応熱量も比例的となる。

マグネシウムの加水分解の反応は、



となり、Mgの加水分解から8 wt%の水素ガスが発生する。当該技術の「水素の素」の水素発生の反応式では、



となり、MgからMg(OH)<sub>2</sub>に物質が変性することでMg結晶間に定着している水素化物から7 wt%の水素ガスがマグネシウムの場合に比べ多く発生する。

したがって、両反応から合計15 wt%(世界トップレベル)の水素ガスが発生する。

この水素の素および水素発生(製造)技術を用いれば、水素の素が一般の発火する燃料ではない水素化金属であるが故に、水素社会のエネルギーのインフラにおいて利便性が良い。

まず、エネルギーの備蓄の観点では、場所を選ばず、安全に、時間制限もなく大量な貯蔵が可能である。また、エネルギーの輸送の観点では、物として取り扱いができ、安全な保管も可能である。また、エネルギーの利用の観点では、例えば、地域の水素ガス配給設備や水素ステーション設備では、瞬時に大量の水素ガスを発生させ供給ができ、耐圧容器での加水分解法を採用すれば、高コストな水素圧縮ポンプを用いる必要もない。分散電源設備や家庭等の定置型の燃料電池システムでは、直接にカセットを装着して常温で用いるため取り扱いが容易である。

表3に現状の水素発生技術の比較表を示す。

水素発生技術の比較表で理解できるように、水素の素(MgH<sub>2</sub>)では、水素発生量、安全性、経済性、普及性、再生実用化ともに他に比べて優位である。

水素の素の新技术は、ナノ域の粒径の微粒子化および水

素化のプロセスにある。言い換えれば微粉化工程における粉体爆発の回避およびMgH<sub>2</sub>の製造にかかる時間の短縮の技術であり、量にもよるが1時間程度で低コストなMgH<sub>2</sub>を製造し、水素発生量15 wt%を実現する。また、MgH<sub>2</sub>は、不活性ガスを封入し防水した袋や容器に充填することで安全な輸送と利用ができる。

図1に当該技術の水素の素(MgH<sub>2</sub>)のイメージを示す。

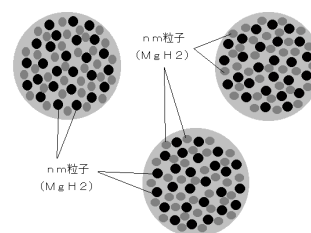


図1：水素の素(MgH<sub>2</sub>)イメージ

Fig. 1: Image of magnesium hydride (MgH<sub>2</sub>)

また、水素の素のカセットを含む製造プロセスは、以下のとおりである。

- a. 金属マグネシウムの製造 ⇒ 電解法等
- b. 微粉化 ⇒ 粉砕機、水素脆性利用の粉砕法
- c. 水素化 ⇒ 水素加圧法、燃焼合成法
- d. 被膜処理 ⇒ 高分子被膜法等
- e. カセット化 ⇒ カセット容器内に充填
- f. 燃料電池装着 ⇒ 水素生成/加水分解法
- g. 再生処理 ⇒ ガス化再生法

マグネシウムのリサイクル(g. 再生処理の再生法による金属マグネシウム粉体⇒c. 水素化の工程の循環)では、使用済みの水素の素を何度も再生し循環利用をする。

また、当該新技术のc.水素化およびg.再生処理における低コストで高効率なプロセス技術はMgの循環利用の普及化に必要不可欠である。図2にMgH<sub>2</sub>処理装置を示す。

名称(組成)	水素発生量	安全性	経済性	普及性	再生実用化確立
水素化アルミニウム錯化合物 (NaAlH <sub>4</sub> )	5.5wt%	△	△	○	△
水素化ホウ素錯化合物 (NaBH <sub>4</sub> 、KBH <sub>4</sub> )	10.8wt%	△	△	△	×
水素化マグネシウム (MgH <sub>2</sub> )	15.3wt%	◎	○	◎	◎

表3：水素発生技術の比較表 Table 3: Comparative table of hydrogen generation technologies

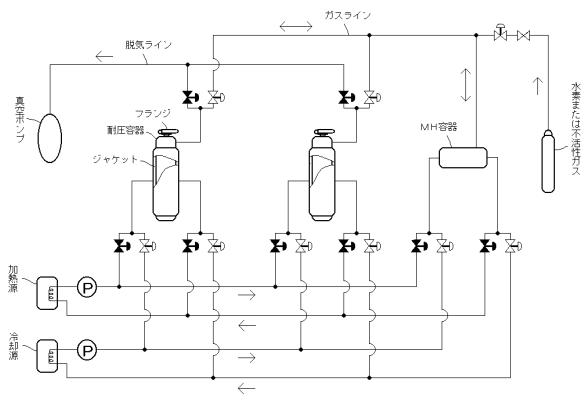


図2：MgH<sub>2</sub>処理装置

Fig. 2: MgH<sub>2</sub> processing apparatus

### 3-2 新しい燃料電池(DWFC)

次の図3に新しい燃料電池の原理を示す。水素機関への応用も同様である。

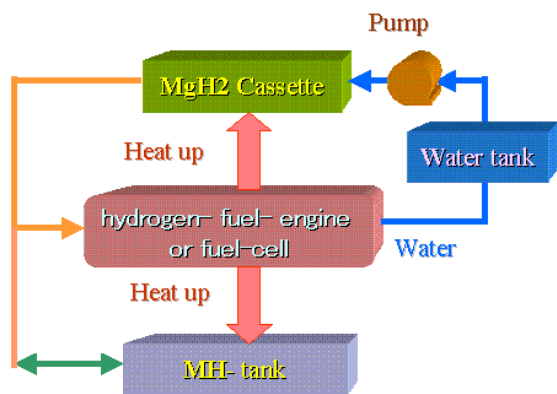


図3：新燃料電池(DWFC)の原理

Fig. 3: Principle of new direct water fuel cell (DWFC)

新しい燃料電池(ダイレクトウォーター燃料電池=DWFC)の原理は、水素の素を入れたカセットと燃料電池セルを一体構成させたもので、新しい燃料電池自体が生成する水を原料にして、マグネシウムの触媒反応で自ら水素燃料をつくり、発電(または水素機関が駆動)するシステムである。

「水素の素」を用いる新しい燃料電池の適応分野としては、規模や分野を問わないため移動型または定置型の全ての発電装置として利用できる。

当社では、次の図4に示す新しい燃料電池(DWFC)の小型モデルを用いて早期商品化を目指している。

この検証では、携帯電話器の一充電あたり「水素の素」0.2gを用い、新しい燃料電池の4.61Vの発電によって充電を繰り返し行っている。

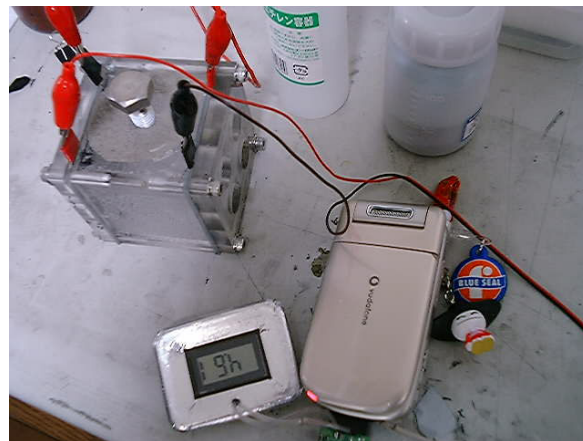


図4：新しい燃料電池(DWFC)の検証 Fig. 4:

Verification of new direct water fuel cell (DWFC)

この検証で注目すべきは、純水素供給の燃料電池では、一般に周知されている炭化水素系の改質した燃料を用いる燃料電池の電気変換効率に比べ格段に高効率となる。

この新しい燃料電池に関して計測した電気変換効率は、70%以上である。ダイレクトメタノール燃料電池(DMFC)の項で説明したように、DMFCが多段分子反応であるのに対し、DWFCは短絡的の反応であることから課題も無く普及化に優位である。

## 4. マグサイクル計画の展開

当社では、新技術による事業をマグサイクル計画と称し、2006年2月より事業の世界展開を開始した<sup>4)</sup>。

次の図5に完全エコサイクルを目指すマグサイクル計画の新しいエネルギー物流のイメージを示す。

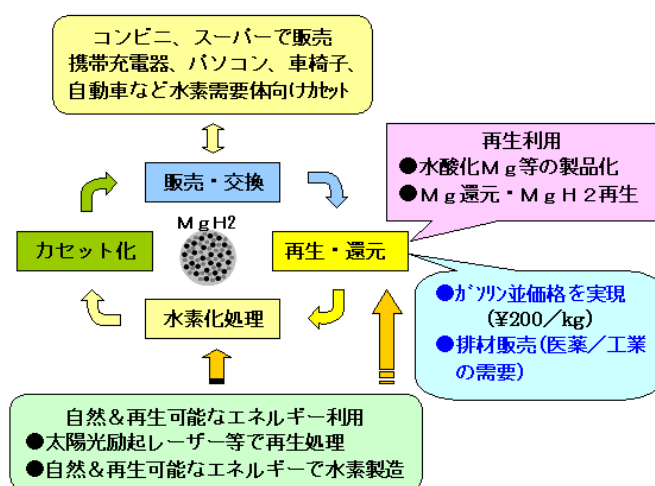


図5：新しいエネルギー物流のイメージ

Fig. 5: Image of new energy distribution

事業化では、5,000兆円産業の底辺を変える水素エ

エネルギー事業を想定している。新しいエネルギー物流は、太陽光励起レーザーまたは再生可能なエネルギーから電気変換して電磁波を発生させ励起させたレーザーを用いてMgOをMgに還元し、且つ、水素原子（プロチウム）をMgの分子間に詰め込んだ水素化マグネシウム（MgH<sub>2</sub>）の微粉体として物的変換する。製造された水素化マグネシウムは、発火防止、防水の処理がされた後、安全に輸送して大量に備蓄され、既存のスーパーやコンビニで販売される。また、水素化マグネシウム（MgH<sub>2</sub>）は、使用後の水酸化マグネシウムMg(OH)<sub>2</sub>を再生可能なエネルギーにより再生され繰り返し市場へ流通する。

事業化のスケジュールは、2008年度までに、拠点として、日本、中国、アメリカ、ドイツ等に新しい燃料電池を含む水素の素および新しい燃料電池の製造とその販売を業とする事業拠点を、また、マグネシウム生産体制もフィリピン、カナダなどの既存企業と提携して同時期に展開する。水素の素および新しい燃料電池の製造においては、現地企業の支援を得て立ち上げる。また、製造や販売組織の早期確立は、エネルギー資源が乏しく電力需要が望まれている東南アジア圏、北欧圏などの需要によって展開する。

2008年度以降は、アジア圏、北米圏、EU圏に向けて事業拠点の事業を本格化する。

事業は、マグネシウムの生産、水素の素カセット、新しい燃料電池並びにそれらを応用する機器の製販である。具体例としては、中国で燃料電池自転車、家庭用など小型な燃料電池システムを低コストで製造して、世界へ向けて販売をする。また、同時に水素の素カセットもコンビニやスーパーなど既存の流通を経て消費者へ販売も行う。

燃料電池が大型である燃料電池自動車や定置型分散電源装置等については、燃料電池の開発により普及化コストに目処がつく時点で同様に世界展開を行う。

## 5. あとがき

私は、少年のころ水で自動車を走らせる夢を見た。以来、時折夢が甦る度に人目を避けて実験をしては諦めを自分に言い聞かせて来た。すなわち私は世に云う実験バカである。2003年、水素吸蔵合金開発に限界を感じていた冬の深夜、私は酔って酒を注いだコップのなかに水素化マグネシウムを無意識に入れていた。出るはずもない水素ガスの発生がきっかけで世界に先駆けて大量・高速な常温水素発生の新技術開発に至ったのである。ゆえに当該開発の水

素化マグネシウムを「水素の素」、および水素化マグネシウムを用いた水素を自給する発電装置を「新しい燃料電池」と呼ばせて頂いた。

これらの技術は、挫折が生んだ偶然の産物であるが、私にとっては夢の実現である。今後は皆様の一層のご支援を得て更に大きな夢、水素社会の実現の一端を担わせて頂くよう願っている。

## 参考文献等

- 1) WO 2006/011620 A1
- 2) <http://www.sangaku.titech.ac.jp/08information/file/0507-mitsubishishojiproject.pdf>
- 3) 日本金属学会「第149回・社会鉄鋼工学講演」（2005.3.30 横浜国大）、日本金属学会論文集「材料とプロセス」CAMP-ISIJ Vol.18（2005）-264
- 4) 化学工業日報（2006.01.26, 2006.08.07 報道）

\* この記事は、2006年04月燃料電池4月号（経済産業省・燃料電池情報センター <http://www.fcdic.com/ja/kikanshi/VOL5-4.pdf>）に掲載されたものです。

### 執筆者の紹介 (Introduction of the authors.)

辻 信義 /1949年,日本生

(Nobuyoshi Tsuji /1949, born in Japan.)

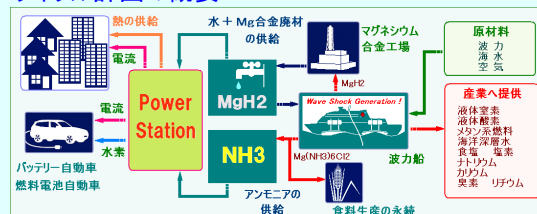
CEO, Techno Bank Co., Ltd. <http://www.techno-bank.co.jp/>

CEO, Japan Protium Co., Ltd. <http://www.j-protium.com/>

### 執筆者のコメント (Author comments.)

[http://www.techno-bank.co.jp/technology/Overview\\_tsuji.pdf](http://www.techno-bank.co.jp/technology/Overview_tsuji.pdf)

### マグサイクル計画の概要



### (Magcycle Project Overview)

