

2. 解 説

LONG-TERM THERMAL ENERGY STORAGE TECHNOLOGY USING METAL HYDRIDE

N. Honda, K. Nasako, N. Furukawa, T. Sakai
Sanyo Electric Co., Ltd. Research Center,
Hirakata, Osaka 573 (Japan)

Metal hydrides can act as energy conversions, for example from thermal to chemical energy, from thermal to mechanical energy, and are expected to be applicable to heat storage system, heat pump and chemical actuator.

In this paper, we explain the energy conversions of metal hydride, the necessity of long-term heat storage technology in terms of effective utilization of solar heat, and operating results of experimental long-term heat storage system using metal hydride.

水素吸蔵合金を利用した長期蓄熱技術

三洋電機㈱ 研究開発本部中央研究所

本 田 直二郎 名 迫 賢 二
古 川 修 弘 酒 井 貴 史

1 はじめに

水素吸蔵合金は単に水素を吸放出する新素材という意味だけではなく化学エネルギー／熱エネルギー，化学エネルギー／機械エネルギー，熱エネルギー／機械エネルギー，相互間でのエネルギー変換の媒体として注目されている。¹⁾ 当社では昭和58年以降通産省サンシャイン計画の一環として，新エネルギー総合開発機構（NEDO）からの委託研究の中で，水素吸蔵合金（金属水素化物）を用いた化学蓄熱システムの研究を行っている。

以下，水素吸蔵合金のエネルギー変換機能，太陽熱利用面からみた長期蓄熱の必要性，更には委託研究を通して得られた成果の一部である水素吸蔵合金を利用した長期蓄熱システムの内容，運転結果，解析等について解説する。

2 水素吸蔵合金の反応とエネルギー変換機能

水素吸蔵合金は図1に示すように化学エネルギー，機械エネルギー，熱エネルギーの3種のエネ

ルギーを相互に変換できる機能をもつ。例えば合金の水素化反応に伴い、水素のもっているエネルギー（化学エネルギー）は反応熱として熱エネルギーに変換され、逆反応により再び熱エネルギーを水素即ち化学エネルギーに変換することが可能である。また熱エネルギーを与えて脱水素化反応を行わせ反応時に発生する水素圧を利用してピストン動作を行わせるような熱エネルギー／化学エネルギー／機械エネルギー、相互間の変換も可能である。

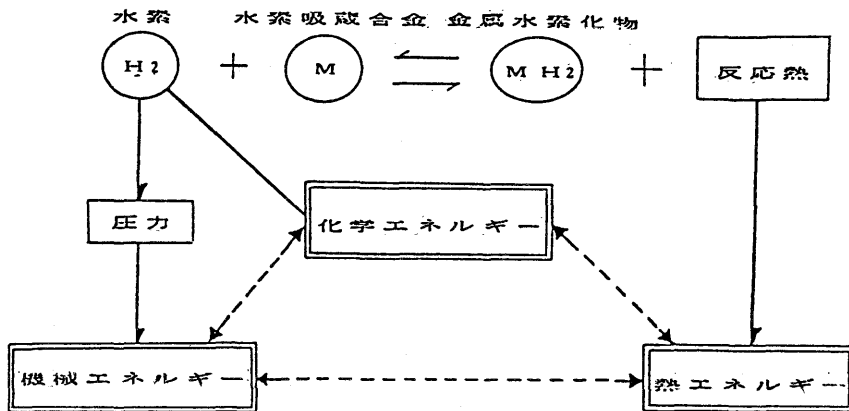


図1 水素吸蔵合金のエネルギー変換機能

このような水素吸蔵合金（金属水素化物）の応用分野は、水素貯蔵、圧力利用、水素純化等の利用機能を用いて図2に示す分野（熱利用以外の用途）が考えられているが、実用化方向の中で、国

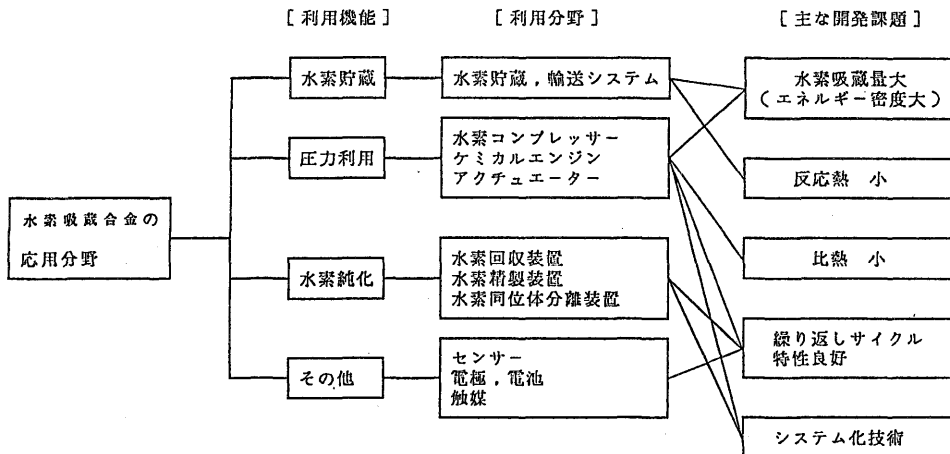


図2 水素吸蔵合金の応用分野（熱利用以外）

内外とも積極的な研究開発が進められているのが現状である。図3は熱利用機能を中心とした応用

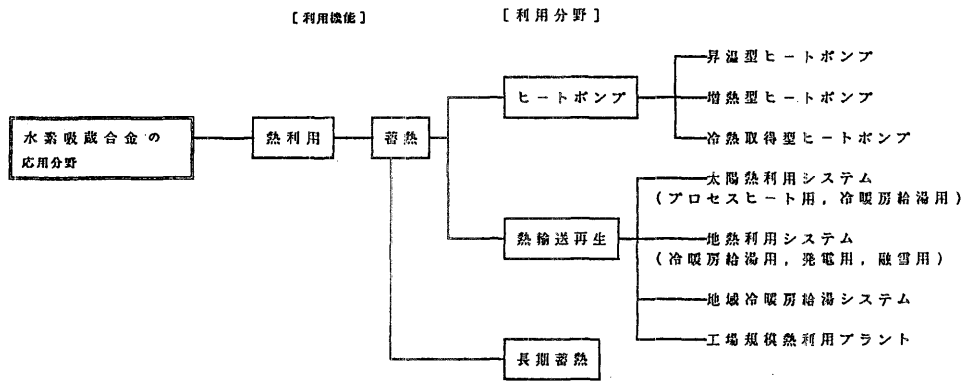


図3 水素吸蔵合金の応用分野（熱利用）

分野を示す。現在、当社で開発中の蓄熱技術の分野は、この分野に属し、しかも蓄熱を中心にヒートポンプ、熱輸送再生（熱輸送）、長期蓄熱技術等へと展開させることができる等の特徴がある。

3 長期蓄熱技術の必要性

長期蓄熱の重要性が認識されるようになったのは、そう古い話ではなくオイルショック後の石油代替エネルギーとしての太陽熱利用が叫ばれる中で、太陽熱集熱器普及に伴うソーラーハウスの実証試験を通してクローズアップされてきた比較的新しい技術分野で

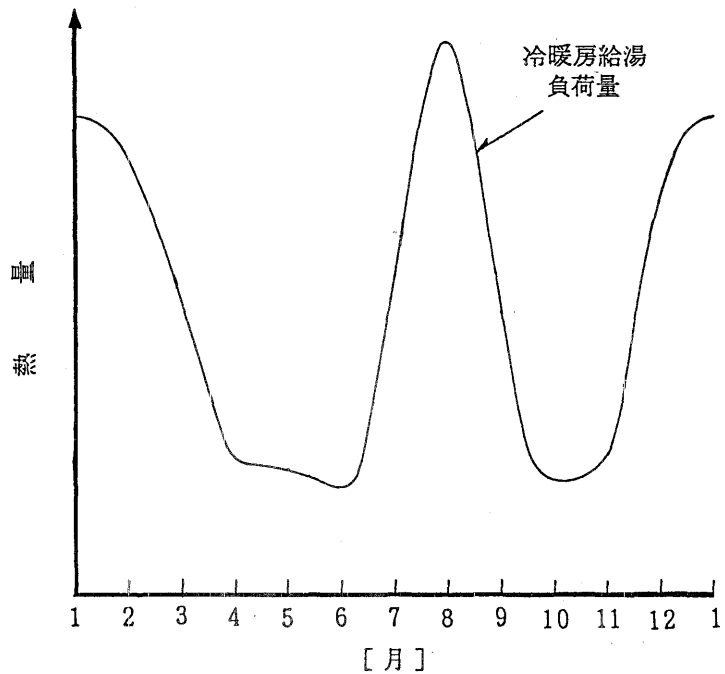


図4 1年間の冷暖房給湯パターン（夏期／大阪）

ある。しかも太陽熱のような間欠で、不連続な熱エネルギーを有効に利用するためには、エネルギーを連続化するような蓄熱技術は不可欠である。²⁾ 例えば、図4に示すような年間の冷暖房給湯負荷量が季節間で変動し、太陽熱集熱量との間で、不均衡を生じるソーラーシステムの場合には、季節間にわたる長期蓄熱装置が付加装置として是非必要となる。即ち春及び秋に生じる余剰熱を貯え、熱負荷の大きな夏、冬に利用する長期蓄熱技術がソーラーシステムのトータル熱バランス及び経済性を確保する上で重要である。

表1. 蓄熱法比較

蓄熱方法	顕熱蓄熱法	潜熱蓄熱法	化学蓄熱法
原理	物質の温度差を利用	物質の相変化に伴う潜熱を利用	化学反応に伴う反応熱を利用 $A+B \rightleftharpoons C+熱$
長所	①安価である ②比較的蓄熱容量が大きい ③短期蓄熱に好適	①比較的蓄熱容量が大きい ②材料の選択に伴って、広範囲の温度での使用が可能 ③短期蓄熱に好適	①蓄熱容量が大きい(水蓄熱の2-10倍) ②蓄熱機能に加えてヒートポンプ機能を具備 ③長期蓄熱に最適(断熱材不要)
短所	①原理的に長期蓄熱に向いていない ②断熱が不可欠 ③システム規模が大	①反復使用に問題 ②腐食性に問題(例:無機水和塩) ③断熱が不可欠 ④熱回収速度に問題(蓄熱材の熱伝導度小) ⑤システム規模が大	①高価(蓄熱材およびシステム価格) ②熱回収速度に問題(蓄熱材の熱伝導度小)
蓄熱材の例	水, 碎石, 土等	氷, 無機水和塩, 高密度ポリエチレン等	金属水素化物, アンモニア化物等

表1は知られている蓄熱法の比較を示す。以下、分類に従って原理等につき簡単に説明する。最も一般的な蓄熱法としては物質の温度差を利用する顕熱蓄熱法がある。その代表的なものが水蓄熱であり、長期蓄熱面では、ソーラポンド³⁾土中(地中)蓄熱⁴⁾、が知られる。次に物質の相変化に伴う潜熱を利用する潜熱蓄熱法があり、代表的なものとして氷、芒硝に代表される無機水和塩、他には高密度ポリエチレン⁵⁾等が

がある。ここで示す顕熱蓄熱法及び潜熱蓄熱法の2つの方法は原理的には熱を熱として貯える方法のため、全体を断熱施工し蓄熱槽を覆ったとしても熱の自然放散は避けられない。一方、化学蓄熱法は化学反応に伴う反応熱を利用して熱エネルギーを化学エネルギーで貯える方法であるため保存中の熱損失がない利点をもつ。以下に化学蓄熱法について詳しく述べる。化学蓄熱では原理的には表中に示すCという化合物に熱を供給し、CをAとBに分離し貯える段階である蓄熱過程と、分離貯えられているAとBを再び反応させCという化合物を生じる際に発生する熱を回収する段階である放熱過程との間で行われる。これらの反応において重要なことは、

- ① 反応の可逆性
- ② 反応の制御のし易さ
- ③ 利用温度レベル

に合致した反応系であることである。また化学蓄熱法による長所としては、

- ① 蓄熱容量が大きいこと（水素吸蔵合金の場合、単位体積当り水蓄熱槽の2～10倍）
- ② 蓄熱機能に加え、昇温、増熱、冷熱取得等のヒートポンプ機能を具備させることができること
- ③ 熱エネルギーを化学エネルギーで貯えるため原理的に長期蓄熱に向いていることが挙げられる。反面、

- ① 蓄熱材及びシステムが現状では高価であること
- ② 蓄熱材の熱伝導度が小さく熱供給、熱回収速度が遅いこと

等の欠点がある。化学蓄熱系を実現する化学蓄熱材としては水素吸蔵合金（金属水素化物）、アンモニア化物、水酸化カルシウム⁶⁾、硫化ナトリウムの反応⁷⁾等、数多くのものが提案されている。

この内当社はNEEDOよりの委託研究に際し、蓄熱材としては、反応可逆性に優れ、しかも反応が単純な固・気反応で進行すると同時に複雑な副反応もなく制御し易いという点から、水素吸蔵合金（金属水素化物）を採用し、同材料を利用した長期蓄熱技術の研究開発を積極的に進めている。

4 水素吸蔵合金の性質に関する考察

以下、水素吸蔵合金の性質に関する考察を行い、その特徴となることを示す。図5は、当社で測定した水素吸蔵合金の水素吸放出サイクルに伴う水素圧力変化を示したものであり、季節間の蓄熱では十分と考えられる数千サイクルの経過後でも安定した水素吸放出特性を維持し、極めて可逆

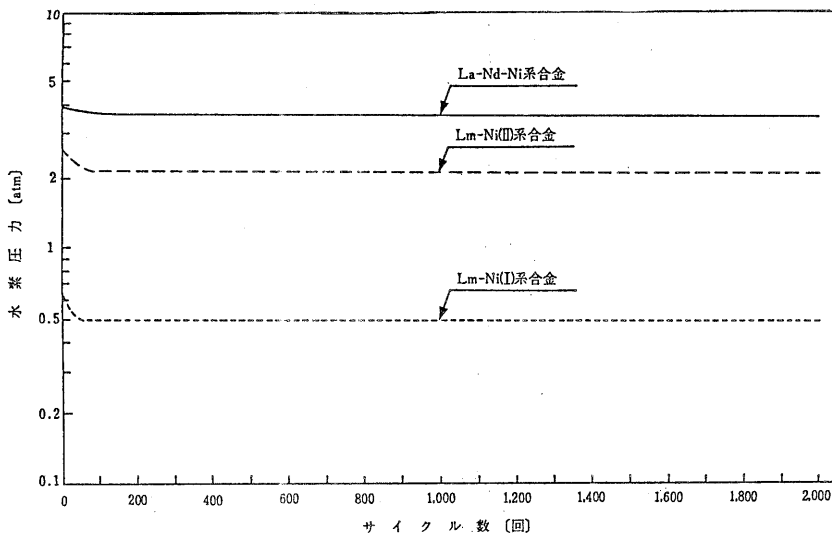


図5 水素吸放出サイクル数による水素圧力の変化（25°C）

性に優れていることが分る。また、金属水素化物を利用した蓄熱システムの反応制御は、水素流量の制御だけで可能であり、しかも合金材料の多元化等により、約80～300℃の種々の温度レベルの蓄熱に対応できる特徴をもつ。

更に、金属水素化物の蓄熱容量は、約100 M cal / ml（後述の実験システムで使用したCaNi₅合金）と比較的大きく、長期の保存後も十分な水素吸放出特性を維持できる特徴がある。

一方、金属水素化物は水素の吸放出により、微粉化し、その熱伝導度は極めて小さくなる。表2

表2. 粉末充填層の熱伝導度（水素雰囲気下）

合金	圧力 (atm)	温度 (℃)	熱伝導度 (W/cm·℃)
LaNi ₅	2.2	室温	1.41×10 ⁻²
	10.7	室温	1.43×10 ⁻²
	13.6	70	2.14×10 ⁻²
Mg ₂ Ni	2.0	69	4.92×10 ⁻³
	2.0	132	6.73×10 ⁻³
	2.0	170	5.66×10 ⁻³

は、当社で測定した水素雰囲気下での金属水素化物粉末充填層の熱伝導度を示す。種々の水素加圧雰囲気、温度条件下の測定結果は、約10⁻²～10⁻³ W/m·℃の値であり、オーダー的にアルミナ等の断熱材に匹敵するものであることが分る。

また図6は、上記熱伝導度をもつ金属水素化物を充填した充填層厚みと水素化の度合いである、反応率の関係を示す。⁸⁾ この図より、合金充填層厚みが反応率に大きく影響を及ぼすことが分り、例えば1mm厚のところではさえ反応が完了するためには、200秒程の時間が必要なことが分る。

このように、（合金）粉末充填層の熱伝導度が極めて小さいために、数mmの充填層厚さでさえ反応進行が既に伝熱律達となることから、金属水素化物の熱利用においては、伝熱の面からの研究が極めて重要であると考えられる。具体的には、金属水素化物の微粉化の抑制、良熱伝導体への保持、微粉化しない金属水素化物の開発等が材料自体の研究課題であると考えられ、合金の多元化、焼結技術の応用、薄体化・非晶質化等の研究が検討されている段階である。一方、合金充填容器等の機器面においては、金属水素化物の特性に依るところが大きいのが、出熱量に見合った伝熱面積の設計とともに、円滑な水素流を達成できる構造面の研究が大きな課題であると考えられる。

以上のように、水素吸蔵合金を蓄熱材とする化学蓄熱技術は優れた点が多いものの、解決しなけ

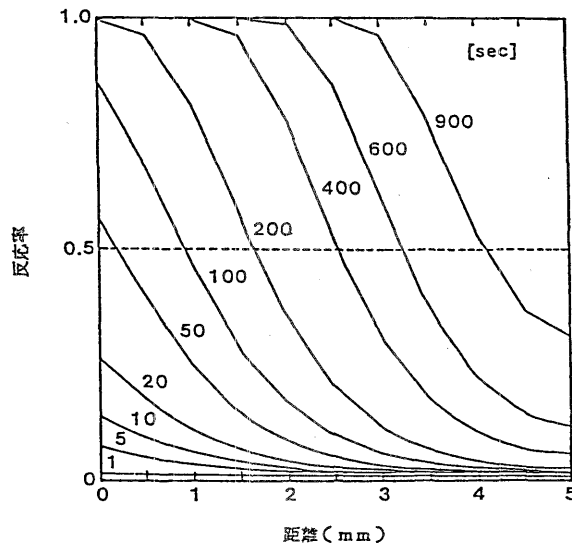


図6. 水素吸蔵合金層内の反応率

ればならない研究課題を数多く抱えている。その中で、特に約80～300℃の種々の蓄熱温度に対応できる材料、及び蓄熱容量の増大、熱伝導度の改良を目指した新材料の開発は最も重要となる課題であるが、現状の金属水素化物材料を利用する蓄熱システムでは、次の点が重要課題である。

つまり、余剰熱量を高効率で蓄熱でき、余剰熱量に見合った蓄熱速度で蓄熱できること、更に蓄熱した熱を高効率で回収でき、利用熱量に見合った放熱速度で熱回収できること、しかも、簡易なシステム構成で、水素流量の制御だけで反応を制御することが可能であることを立証することが重要であり、以上の課題を克服することが、金属水素化物を利用する蓄熱技術の実用化につながると考えられる。

5 水素吸蔵合金（金属水素化物）利用長期蓄熱槽を付加した太陽冷暖房給湯システム

長期蓄熱槽がトータルシステムの中でどのような位置づけで示されるかは重要である。

図7はサンシャイン計画の一環として当社が受託し完成させた新築個人住宅向けソーラーハウス内の太陽冷暖房給湯システムの一部である水蓄熱槽をバックアップする目的で長期蓄熱槽を導入した概念図で、蓄熱規模、及びシステムバリエーション内容は別として基本的には同図のような太陽冷暖房給湯システム図が描ける。

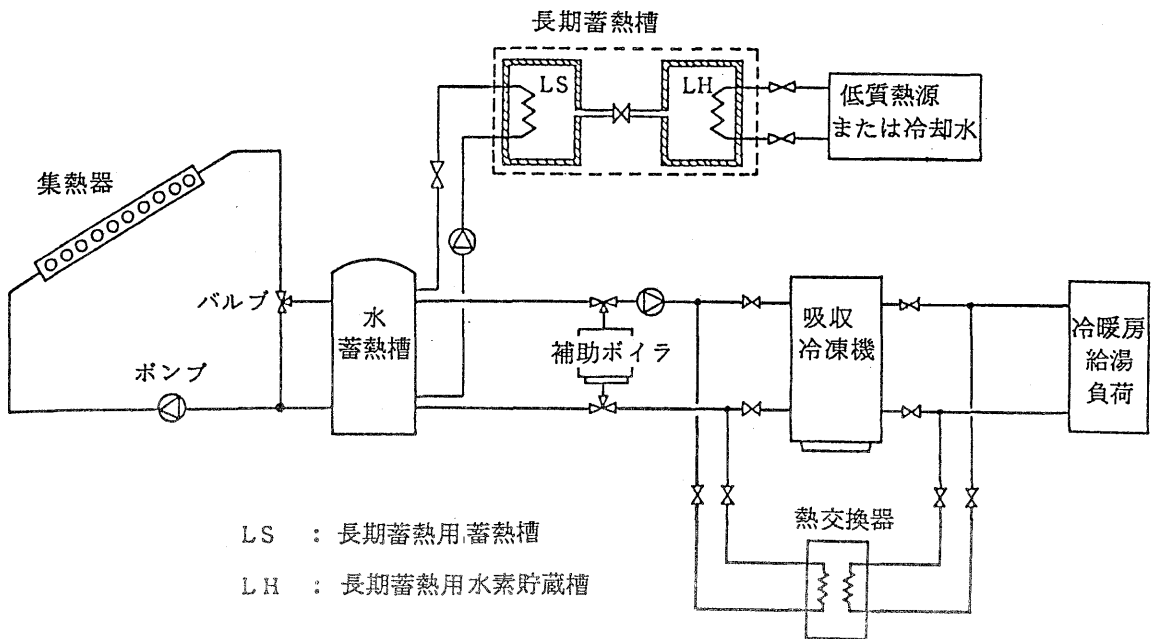


図7. 水素吸蔵合金利用長期蓄熱槽を付加した太陽熱冷暖房給湯システム

6 実験用蓄熱システム結果内容及び考察

当社では既に昭和49年よりのサンシャイン計画の中で80～90℃の温度で集熱できる画期的な太陽熱集熱器を開発してきた。以降同委託成果を踏まえて昭和55年よりサンシャイン計画の中で長期蓄熱技術に着手した。引き続いて昭和58年からはNEDOよりの委託の下に、太陽熱の有効利用を目指すための長期蓄熱システムの研究開発を進めている。

研究開発の基本的姿勢としては、化学蓄熱材である水素吸蔵合金の使用を前提とした長期蓄熱システムの完成を目指し、蓄熱材の水素化挙動の把握、蓄熱システムの運転特性である熱回収率等の挙動を把握するため、実験システムを試作し、段階的に試作規模の拡大を図りながら問題点の把握、問題解決することを行っている。

以下、同委託研究の中で得られた実験結果の一部及び考察内容を示しシステムの可能性を明らかにした点について述べる。

(1) Van't Hoff プロット上の蓄熱サイクル

試作蓄熱システムにおいては、春・秋に生じる余剰熱(温度レベル90℃)を蓄熱し、夏・冬に廃熱(温度レベル50℃)を利用して放熱することを想定して、蓄熱サイクルを検討した。この中で、使用金属水素化物の選択は、上記利用温度レベルとともに蓄熱システムの作動水素圧力、

合金と水素の反応熱量，反応速度等を考慮して決める必要があり，本試作システムでは，既存金属水素化物の中で， CaNi_5 合金（蓄熱材）， LaNi_5 合金（水素貯蔵材）を使用した。

図8は，これらの合金を用いた場合の蓄熱サイクルをVan't Hoffプロット⁹⁾上に図示したもので， CaNi_5 合金に90℃の入熱を行い水素を LaNi_5 合金に移動させる蓄熱過程と，移動した水素を再び蓄熱材である CaNi_5 合金へ移動させ放熱，即ち熱回収する放熱過程を表す。

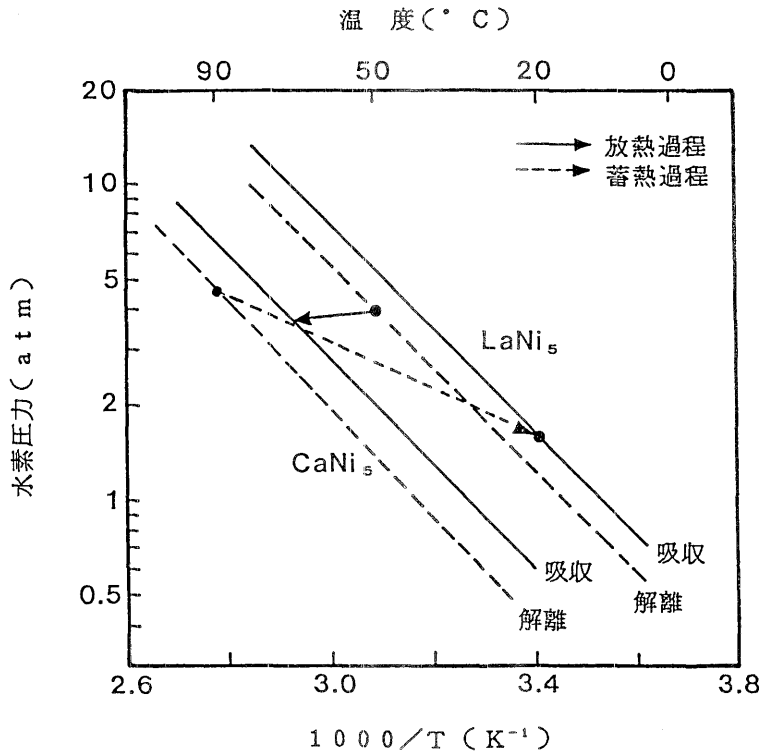


図8. van't Hoffプロット上の蓄熱サイクル

(2) 蓄熱システム構成

実際に蓄熱，放熱を行うための蓄熱システムは，図9に示すような蓄熱材を充填し，しかも水素吸蔵合金と熱媒が間接的に熱交換でき，かつ水素加圧下でも破壊しない耐圧構造を有する蓄熱槽と，水素貯蔵材を充填し，更には蓄熱槽と同様な熱交換機構を内蔵する水素貯蔵槽を中心に構成される。更に同システムは蓄熱時に必要な熱を供給するための（太陽熱集熱器の代替）高熱源及び水素貯蔵槽側の冷却水（源），放熱時に必要となる室温から50℃範囲の熱を供給するための低質熱源，蓄熱槽－水素貯蔵槽間の水素移動量を制御及びモニターする役目をする水素流量計等の装置を付加する。

即ち図のような実験用蓄熱システムを構成することによって蓄熱槽，水素貯蔵槽間で水素ガスの授受を行い，蓄熱，放熱が行える。

(3) 実験用蓄熱槽及び水素貯蔵槽

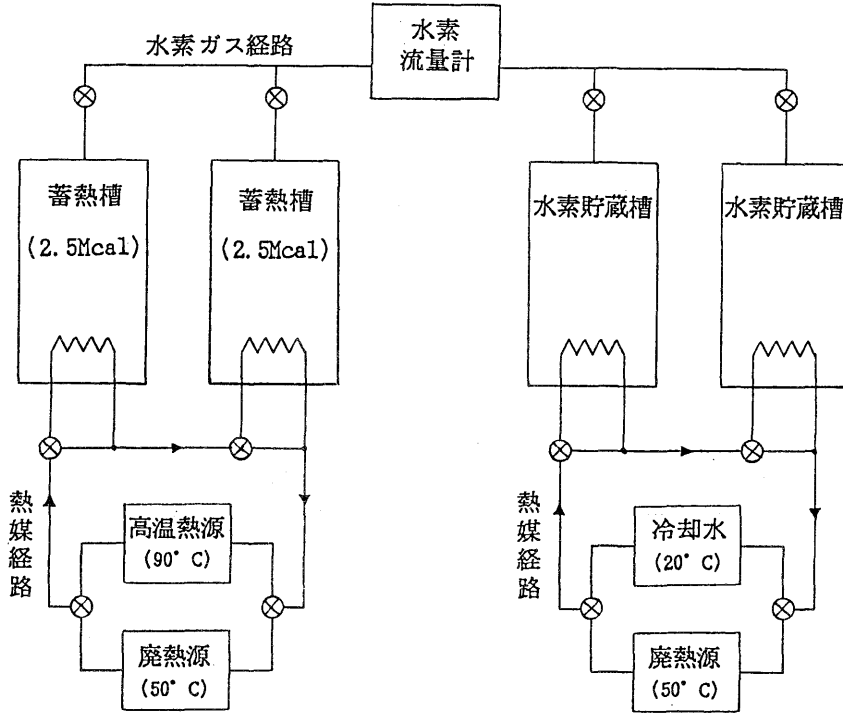


図9. 実験用蓄熱システム構成図

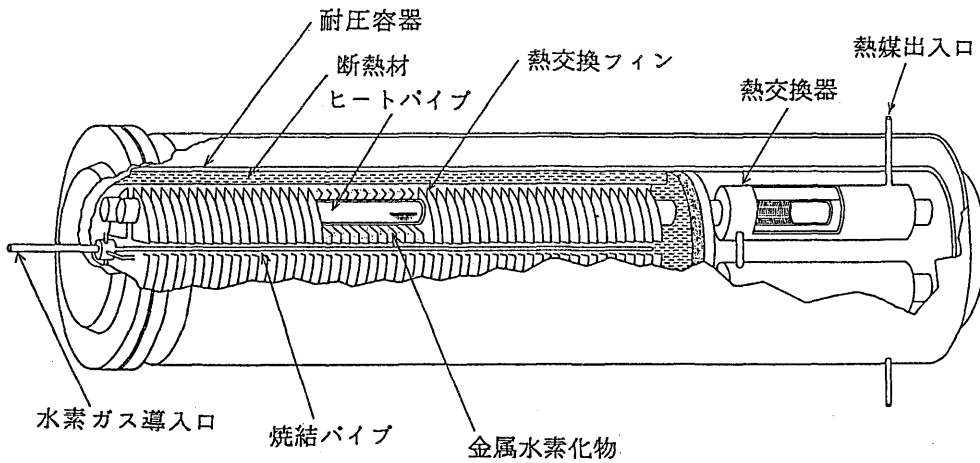


図10. 実験用蓄熱槽

(蓄熱量 2.5 Mcal)

図10は5Mcal（蓄熱規模）実験用蓄熱システムに用いた蓄熱槽を示す。この蓄熱槽設計に当ってはできるだけ熱エネルギー（熱）を無駄なく貯えられるように、しかも蓄熱効率が高くなるよう留意した構造とした。

蓄熱過程での熱移動を中心に説明すると、蓄熱過程で、熱交換器に供給される熱はヒートパイプ、（アルミ）フィンを通じた金属水素化物に伝熱され、この時、水素を放出する。一方、水素は焼結パイプの細孔部を通過して、水素貯蔵槽（記載せず）へ移動する。この蓄熱槽の特徴は、ヒートパイプを採用しているため、広い伝熱面で温度の均一化が行え、水素吸蔵合金への熱供給、熱回収がスムーズに行える構造を有する点である。なお5Mcal 実験用蓄熱システム試作においては、5Mcalの蓄熱量を2分割し、1基（槽）当たり2.5Mcal 蓄熱容量規模とした。

図11は5Mcal 実験用蓄熱システム用水素貯蔵槽を示す。水素貯蔵槽設計に当っては特に伝熱速度が大きくなるよう留意した構造とした。このため図中のように放射状アルミフィンをもつ円筒管内に合金充填層を、更に円筒を覆う同心円状の熱交換ジャケットを設けた。このため合金充填層に伴う水素吸蔵合金と熱媒間の熱授受が熱交換ジャケット内で行える。この水素貯蔵槽の特徴は伝熱面積が大きくとれるため、低質の熱を迅速に熱交換できる点にある。

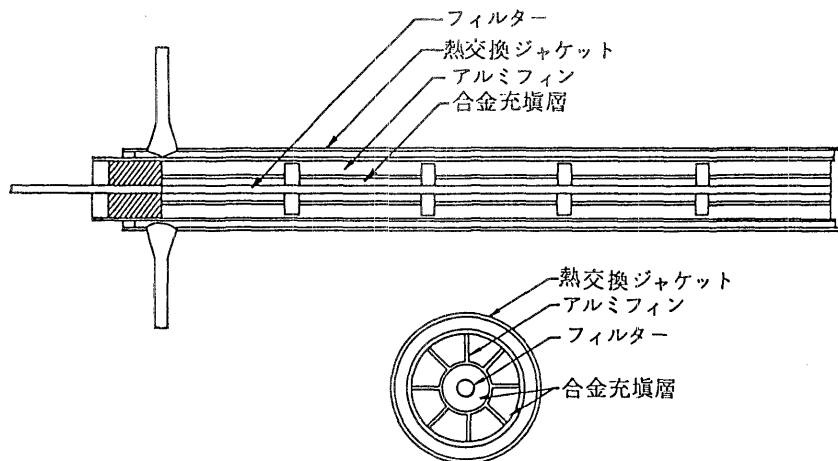


図11. 実験用水素貯蔵槽

表3は5Mcal（21MJ）実験用蓄熱システムの仕様を示したもので、蓄熱槽には蓄熱材であるCaNi₅合金、水素貯蔵槽にはLaNi₅合金を用いることを示す。なお蓄熱槽、水素貯蔵槽は2分割して1基（1槽）当たり同表に示した量の半分ずつの合金量である約7.5kgを充填した。両槽の主な相異点は先にも述べたように蓄熱槽の伝熱に熱伝導の良好なヒートパイプ、水素貯蔵槽に直接伝熱方式である熱交換構造を採用した点にある。

表3. 5 M c a l 実験用蓄熱システム仕様

構 成	蓄 熱 槽	水 素 貯 蔵 槽
使 用 合 金	CaNi ₅	LaNi ₅
合 金 充 填 量	78×2 kg	75×2 kg
充 填 容 積	24×2 ℓ	19×2 ℓ
充 填 率	49 %	49 %
容 器 重 量	78×2 kg	85×2 kg
作 動 圧 力	5 kg / cm ² 以下	5 kg / cm ² 以下
伝 熱 方 法	ヒートパイプ利用間接伝熱 作 動 液; 水 ウイック材; Cu網	直 接 伝 熱

(4) 実験用蓄熱システムの蓄熱サイクル

蓄熱，放熱サイクルは先に述べた図8の Van't Hoff プロット上で表される。

実験用蓄熱システムではCaNi₅合金を充填する蓄熱槽へ90℃の太陽熱にシミュレートした温度の入熱を行い，水素を，LaNi₅合金を充填する水素貯蔵槽へと移動させる方法で蓄熱過程を進行させる。逆に蓄熱過程終了後，蓄熱槽及び水素貯蔵槽へ廃熱を想定した温度レベル50℃の低質熱を供給して水素貯蔵槽より蓄熱槽へ水素を移動させ蓄熱槽別で50℃以上の昇温した出熱を行う放熱過程を進行させる。

(5) 実験用蓄熱システム外観

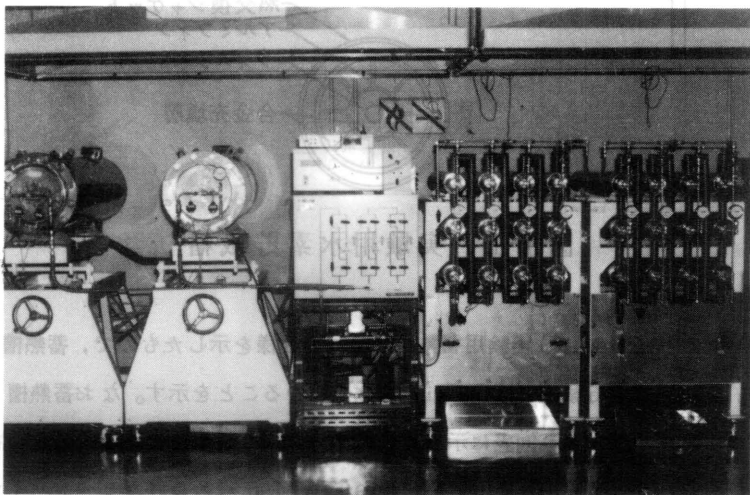


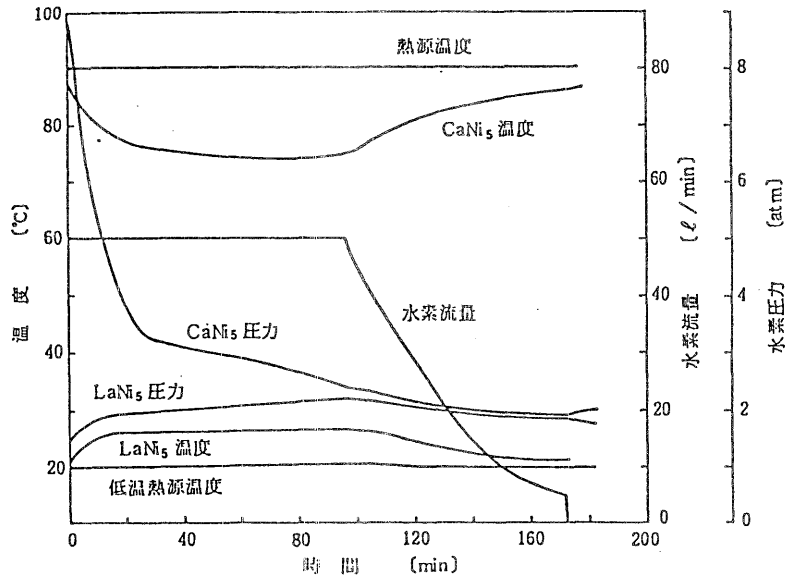
図12. 5 M c a l 実験用蓄熱システムの外観

図12は5Mcal実験用蓄熱システムの外観を示す。図中左側の2基(槽)が蓄熱槽(1基当り2.5Mcal規模),中央部が水素流量モニター及び水素流量制御部を示す。熱源部を除いた寸法は約幅6m,高さ1.5m,奥行1.5mである。

(6) 実験用蓄熱システム運転結果及び考察

イ. 蓄熱過程, 放熱過程

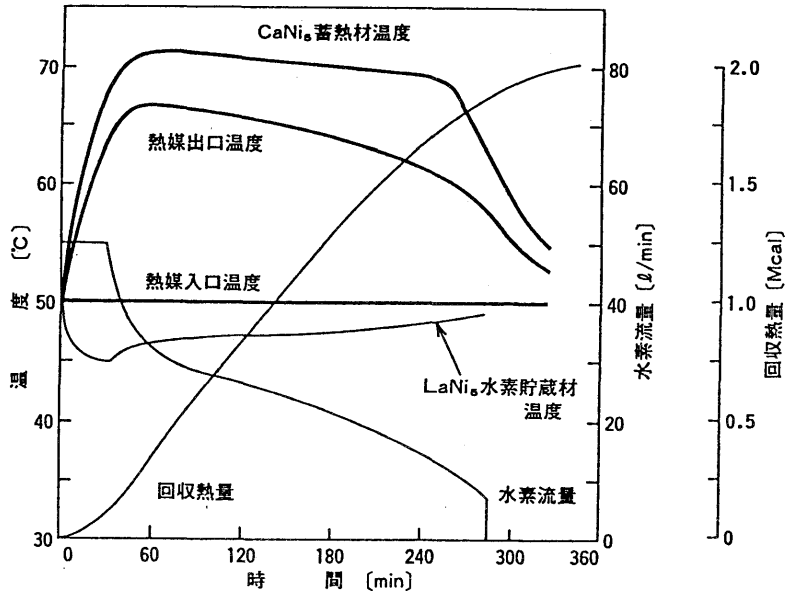
蓄熱過程での運転結果(2.5Mcal)を図13に示す。その結果蓄熱温度90℃,水素流量



総水素流量 (l)	蓄熱量 (kcal)	蓄熱時間 (min)	蓄熱速度 (W)
6500	2070	170	850

図13 蓄熱過程特性図

を50 l/min(約1.1KWに相当)で規制運転した場合,総移動水素流量の約75%(5000 l)を一定水素流量で保持できること及び約3時間で蓄熱が完了することが分った。次に放熱過程の運転結果(2.5Mcal)を図14に示す。この場合,蓄熱槽と水素貯蔵槽に50℃の熱媒を供給し,水素貯蔵槽より蓄熱槽へ水素を移動させる。この時,蓄熱槽では50℃以上に昇温された,いわゆるヒートポンプ機能により昇温された熱媒が回収できる。その結果,総移動水素量より算出される放熱量は2380Kcal,実際に回収熱媒より熱回収される回収熱は,2000Kcalであり,熱回収率として84%の値が得られた。なお同時に熱媒の最大昇温幅



総水素流量 (l)	放熱量 (kcal)	回収熱量		損失熱量	
		(kcal)	(%)	(kcal)	(%)
7470	2380	2000	84.0	380	16.0

図14. 放熱過程特性図

は15.2°Cであったので、熱媒温度につき65.2°Cの熱回収が可能であることが分った。

次に上記結果と、予め伝熱係数を基にしたシミュレーションにより得られる放熱過程での合金温度、出熱温度の計算結果との比較を行った。式(1)は熱媒入口温度 T_i 、熱媒出口温度 T_o 、

$$Q = UA \frac{(T_i - T) - (T_o - T)}{\ln \left(\frac{T_i - T}{T_o - T} \right)} \quad \text{式(1)}$$

$$= F(T_i - T_o) \dots (1)$$

Q : 熱流量 (kcal/hr)

UA : 伝熱係数 (kcal/hr · °C)

T_i : 熱媒入口温度 (°C)

T_o : 熱媒出口温度 (°C)

T : 合金温度 (°C)

F : 熱媒流量 (l/min)

水素吸蔵合金より熱媒へ熱移動する際の伝熱係数 UA ，合金温度を T とした時に成立する。予め求めた伝熱係数より推定した計算値は図 15 上に示される合金温度及び出熱温度で表される。

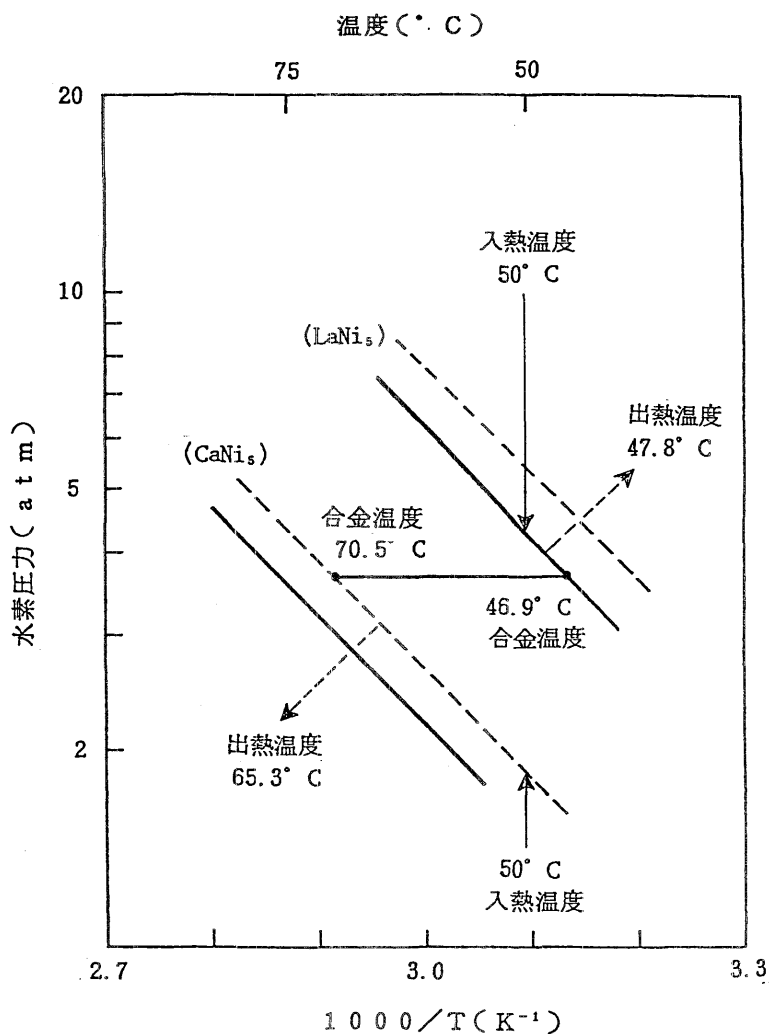


図 15. 蓄熱サイクルから出熱温度の推定

即ち蓄熱材である CaNi_5 合金に対して 70.5°C ，と出熱温度で 65.3°C ，水素貯蔵材である LaNi_5 合金に対して， 46.9°C ，出熱温度として 47.8°C の値が得られた。この計算値と図 14 の実験結果である放熱特性図よりの値と比較すると，図 14 中で，水素移動量の半分となる点で CaNi_5 蓄熱材温度につき 70.5°C ，熱媒出口温度（出熱温度）は 65.3°C 近傍の値を示すことから実験値と伝熱係数より得られる計算値の間でかなり良い一致をみる事が分った。

以上の考察を行う中で，実際の蓄熱システムでは非定常的な水素移動，熱伝達等，把握し難い部分が多く，全体システムとしてはかなり解析困難なもの，簡便に伝熱係数を把握するだ

けで大略のシステム性能が推定可能なことが分った。この考察内容は更に大規模化したシステム設計、性能評価に十分役立つものと思われる。

ロ. 蓄熱槽蓄熱効率, 熱回収率

蓄熱システムにおいては、いかに熱を取り残し無く貯えることができるか、またいかに貯え保存した熱あるいはエネルギーを効率良く回収できるかが重要な課題となる。このためには蓄熱過程での蓄熱効率, 放熱過程での熱回収率を把握する必要がある。図16は前記5Mcal

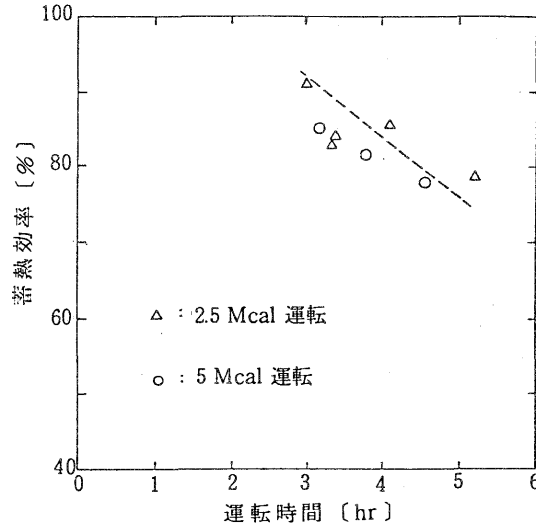
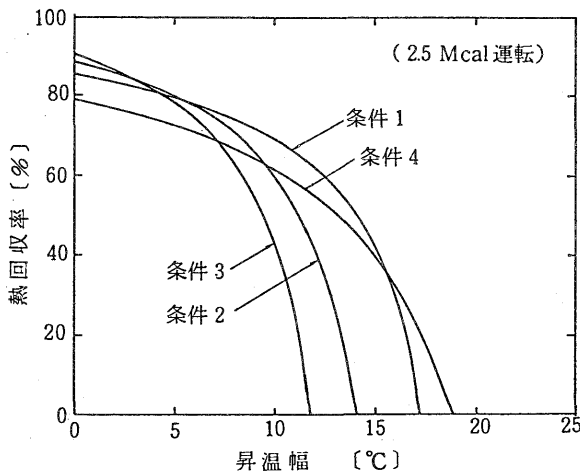


図16. 蓄熱槽蓄熱効率

実験用蓄熱システムの蓄熱効率が運転時間とともにどれ位いの割合で変化するかを示したもので、結果を解析することにより5時間までの運転時間で約80~90%の間の高い熱効率(蓄熱効率)で蓄熱が行えることが分った。



	蓄熱槽熱媒		最大水素流量
	温度 (°C)	流量 (ℓ/min)	(ℓ/min)
条件1	50	0.5	50
条件2	50	0.5	25
条件3	50	1.0	50
条件4	60	0.5	50

図17. 蓄熱槽熱回収率

図17は放熱時（熱回収時）の入熱温度（50℃）よりの昇温幅と熱回収率を表したもので、10℃までの昇温では約40%以上、最大約90%の熱回収率での熱回収運転が行えることを示す。

以上の結果、水素吸蔵合金を用いた5Mcal実験用蓄熱システムの運転を通じて高効率での蓄熱と熱回収が行えることが分った。更に化学蓄熱システム独特のヒートポンプ機能を発揮した運転が可能であること即ち放熱過程運転時平均昇温幅12℃が得られること、及び予め求められた伝熱係数より蓄放熱特性の推定ができる等、技術面からの見通しについては十分可能性の高いことが立証された。

7 長期蓄熱技術の意義

水素吸蔵合金（金属水素化物）を用いた5Mcal実験用蓄熱槽を試作、運転した結果、当初予想通りの昇温幅が得られること、熱効率の高い蓄熱システムの可能性を確認することができた。

一方、現代社会をみると熱に対する価値感が認識されるようになってきているが、十分とは言いきれず、しかも現時点で、石油価格が下落安定状況にあることをみると長期蓄熱システムの経済性に対する環境は必ずしも良くない。反面、国内の主エネルギー源である石油の価格高騰予測、石油資源の枯渇を考慮していくと、先進的な長期蓄熱技術及び蓄熱技術は熱利用の有効手段であるため開発上の危険度も大きく、しかも普及も遅いものの将来的には極めて重要な技術となろう。

その意味から、現状では昇温幅を更に大きくすること、広い温度域に対応するシステムにすること、更に高い熱回収率を得ること、自動運転化、大規模化、経済性の追求等さまざまな課題を抱えるものの、今まで学問的興味の対象にすぎなかった化学蓄熱技術について、水素吸蔵合金を蓄熱材とする長期蓄熱技術を通じて見通しを得るまでに至ったのは意義深いことである。

8 水素吸蔵合金利用技術の今後の展望

以上、長期蓄熱技術の研究開発を行う中で培ってきた新素材である水素吸蔵合金の基本的処理技術、（熱交換器等を含む）充填容器構造に関する技術、水素輸送技術及びシステム化技術は長期蓄熱分野以外とも共通するものが多く冒頭の図2で示した、水素貯蔵・輸送システム、水素コンプレッサー、ケミカルエンジン、アクチュエーター、水素回収装置、水素精製装置、水素同位体分離装置、センサー、電極・電池、触媒、更には図3で示した昇温型・増熱型・冷熱取得型ヒートポンプ熱輸送システム等の今後発展性の大きいハイテク技術を開発する上で重要な基盤技術となることが予想される。

なお、本研究は工業技術院サンシャイン計画の一環として、新エネルギー総合開発機構より委託を受けて行われたものであり、本報告に当り御指導、御協力を頂いた同機構太陽技術開発室各位に対して深く感謝致します。

参 考 文 献

1. エネルギー変換懇話会編, 総合エネルギー講座, 4 エネルギー蓄積輸送工学 P180 (1980) オーム社
2. S.G.Talbert, et al, Solar Energy, 17, 367 (1975)
3. Hirschmann, J.R., Solar Energy, 13, 83 (1970)
4. 安江, エネルギー資源, 34(6), P76 (1985)
5. 金成, 神本, 阿部他, 太陽エネルギー, 12(6), 36 (1986)
6. 藤井, 土屋, 空気調和・衛生工学会論文集 №12, P1 (1980)
7. E.A.Brunberg, "Inter National Seminar on Thermochem, Energy Storage", 247 (1980)
8. 名迫, 化学工学協会第18回秋季大会要旨集, SE315(1984)
9. 大角, "水素貯蔵合金" P138 (1985), 与野書房