

## 研究発表会および研究会の内容

### 1. 50年度研究発表会（第2回）

第2回水素エネルギーシステム研究発表会は11月25日（火）、機械振興会館において開催された。

赤松会長の挨拶ののち、14件の研究発表と1件の特別講演が行われた。この発表件数は昨年度の第1回と同様であった。

水素エネルギーの研究に多くの人が急に関心をもち始め、我が国において、この目的のために研究が実質的に開始されたのは昭和48年の春頃からであり、昭和49年度に工業技術院のサンシャイン計画が開始されてから、研究は本格的になった。今回の研究発表の内容は第1回と比べると非常に充実したものであり、研究が着実に、じっくりと進められているという印象を参加者の方々に強く与えたものと思われる。サンシャイン計画が2年目に入った関係で、それに関係した研究発表が増えたことは、きわめてよろこばしいことであった。

これらの研究発表を通じて、熱化学法、光化学法、あるいは相互に、またこれらと電気化学的方法との組み合わせであるハイブリッド法など、従来の水素の製造法とは異るところの新しい水素の製造法の開発が如何に困難であるかを改めて思い知らされたような感じを持つことを禁じ得なかった。

しかしながら、水素自動車および金属水素化物など水素の利用面についての研究発表からは、化石燃料からの水素あるいは電気分解による水素を用いても実現の可能性があるのでないだろうかという明るい期待をもたせるものであった。

本研究発表会の内容は次頁にかゝげた通りである。

（加藤 順）

## 第2回水素エネルギーシステム研究発表会プログラム

日時 昭和50年11月25日(火) 9.30~16.00

会場 機械振興会館 地下二階ホール

### 午 前 の 部

- 司 会 太 田 時 男  
HESS 会長 赤 松 秀 雄  
座 長 加 藤 順
- 会長あいさつ
- 1 硫化物からの水素製造に関する基礎的研究第3報：低熔融金属による  
H<sub>2</sub>SからのH<sub>2</sub>の回収……………北大工・木内弘道、田中時昭 15分
  - 2 硫化物からの水素製造に関する基礎的研究第4報：S<sup>2-</sup>およびS<sup>4+</sup>  
の水蒸気酸化に関する研究……………北大工・芝山良二、田中時昭 15分
  - 3 鉄—塩素系水素製造法のフィージビリティスタディ……………  
三菱重工業・山崎 章、佐々木惇、玉井 守 20分
  - 4 銅—塩素系熱化学サイクルによる水素製造……………  
日立製作所・古谷保正、丹野和夫、本田 卓 15分
  - 5 ヨウ素—炭酸ナトリウム系熱化学サイクルによる水素製造  
日立製作所・本田 卓、丹野和夫、古谷保正 15分  
座 長 田 中 時 昭
  - 6 CaO—I<sub>2</sub>系熱化学法水素生成サイクルの研究第2報：水溶液中に  
おけるCaO—I<sub>2</sub>系の反応について……………  
東工試・近藤和吉、水田 進、熊谷俊弥、藤井欽二郎 15分
  - 7 ハイブリッド法による水素製造法の研究……………  
東工試・土器屋正之、福田健三、亀山哲也、小寺嘉秀 20分
  - 8 水のハイブリッド化学分解法の効率理論……………横浜国大・太田時男、後藤直道 20分

### 午 後 の 部

- 座 長 太 田 時 男  
日本大学教授 崎 川 範 行 40分  
座 長 安 河 内 昂
- 特別講演「水素随想」
- 9 太陽光を用いた半導体による水分解装置……………  
電気通信大・矢沢一彦、森崎 弘、岩瀬満雄  
針谷 実、渡辺忠史、鴨川裕司 20分
  - 10 太陽光による水分解システム—ヨコハマ・マーク5……………  
横浜国大・山口益弘、太田時男、神谷信行、小田川隆朗 20分
  - 11 高温直接水分解による水素製造—概念的検討……………電総研・伊原征治郎 20分
- 座 長 若 松 清 司
- 12 金属水素化物を用いた新しい熱の輸送、貯蔵方法に関する試案……………  
東工試・小野修一郎、野村 勁、河村光隆 15分
  - 13 液体水素自動車第1報：燃料供給系……………  
武蔵工大・古浜庄一、榎本良輝、昼間 勝 15分
  - 14 液体水素自動車第2報：エンジン……………  
武蔵工大・古浜庄一、昼間 勝、榎本良輝 15分5

(・印は発表者)

## 2. 定例研究会

### 2-1 第9回定例研究会

#### (a) Hydrogen Energy Fundamentals : A Symposium - Course の概況報告

このシンポジウム(1975年3月3日～5日、於マイアミ・ビーチ)は、国際水素エネルギーに関する情報の新規化をはかる目的で開催されたものである。参加者は米国112名、他12カ国から25名であった。

内容は後述の論文リスト(4-1)に示すように6項目のシリーズ・セッションで構成され、表記の題目についてそれぞれ担当者がReview Workを講演し、最後のワーキング・セッションで参加者全員がグループにわかれて将来の展望を整理する、という形式であった。

このシンポジウムから受けた印象は、私見にとどまるが、水素エネルギーの将来性には多くの人々が確信を抱いていること、水素エネルギー技術の研究開発は現在漸く胎動期にあること、そして、10年ないし20年以上を越える時間枠を意識した研究開発の姿勢が必要であろうということである。

なお、セッションI～VはSymposium Proceedingsに収録されており、セッションIVはProceedings Supplementとして24頁のタイプ印刷資料がある。おそらくIAHE事務局から入手可能であろう。

(伊原 征治郎)

#### (b) 水素製造セミナーに出席して

1975年4月28、29日の両日、ECパリ事務局において、ECイスブラ研主催のもとに熱化学法に関するプレーストリーミングが行われた。出席者は日欧米の熱化学法研究者を中心に23名であった。本ミーティングでは熱化学法に関するほとんどの問題点が取り上げられたが、それらのうちで書き留めておくべきことは次の諸点であろう。(1)VHTRの出口温度は熱交換器のコストがネックであって、おそらく1000℃止まりであろう(1200℃まで可能)。(2)金属塩化物を用いる場合、材料として金属は600℃までしか利用できずセラミックスとなろう(Fe-Cl系)。(3)単位生成水素当りの物質循環量が莫大な量となるであろう。(4)不純物が極微量でも製造水素量が大きいため、多量を消費することとなり公害、資源の面から問題となろう。

研究の現況では多くのサイクルの提案がなされたが、イスブラ(反応と材料)、アーヘン(反応方法)、コーリッピ(プラント)の協定があり、Fe-Cl系のプラント建設を目指している。

(土器屋 正之)

### Cerium Catalyzed Photodecomposition of Water by Sunlight

The cerium catalyzed photodecomposition of water by sunlight is shown to be potentially capable of converting more of the energy of sunlight into chemical energy than the natural photosynthetic process.

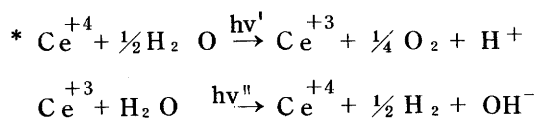
The main reactions\* are given for the production of hydrogen by the light absorbed by the cerous ions and for the production of oxygen by the light absorbed by the ceric ions. Given in detail will be the influence of perchloric acid upon the absorption of light by the cerium ions.

Suggestions will be made for studies of the luminescence of the cerium ions and quantum yields.

The main intermediate species for the production of hydrogen appears to be the hydrogen molecule ion,  $H_2^+$ , by the light absorbed by the protonated cerous ion followed by the thermal oxidation of other cerous ions to produce  $H_2$  and ceric ions as  $CeOH^{+3}$ .

The main intermediate species for the production of oxygen appears to be  $H_2O_2$  produced by the light absorbed by the ceric dimer ( $CeOH^{+4}$ ) ions followed by the thermal reduction of any other ceric ions to produce  $O_2$  and cerous ions.

Tables will be given of the percent of sunlight as a function of wavelength reaching the surface of the earth as given by Thekaekara and Drummond (Natural Physical Science Vol. 229 No.1 page 4-9 (1971)). The wavelength range 260-400 nm contains 8.5% of the energy and the range 550-680 nm contains 15.5% of the energy but only 10% of the visible light is converted by the natural photosynthetic process into carbohydrate material under the best conditions.



(Lawrence J. Heidt)

## 2-3 第11回定例研究会

### (a) 水素貯蔵媒体としての金属水素化物

金属水素化物に関する研究は、従来金属工学的な課題として取りあげられて来たが、最近では原子炉用材料とか、触媒などへの応用に関する興味が集中していた。しかし水素エネルギーシステムが新しい話題となって、この金属水素化物は安全な水素貯蔵用の媒体として、急速に関心がはられるようになった。

金属水素化物の基礎的研究については、既にほとんどの元素について広汎な研究が行われているが、水素の貯蔵媒体として考える場合は、極く限ぎられた数種の金属が対象となるが、新しく二成分または三成分の合金の水素化物に優れた性質が認められ、現在および今後の研究はこの合金系水素化物へ進展するものと考えられる。

現在までに発表されている合金系水素化物としては、 $Mg_2CuH_2$ 、 $Mg_2NiH_4$ 、 $LaNi_5H_4$ 、 $FeTiH$ などがある。このうちLa-Ni系はオランダのフィリップス社の開発によるもので、 $20\sim 80\text{ }^\circ\text{C}$ にて水素を放出し、かなり低温で水素を吸収する点では優れているが、水素化物の比重が大きく、貯蔵媒体として単位重量当りの水素貯蔵量が低いことと、Laが希元素であることに問題がある。他の三者はアメリカのブルックヘブン研究所で研究されていて、Mg合金系は比重の点は比較的軽いので好ましいが、水素放出が $250\text{ }^\circ\text{C}$ 以上でないで常圧以上の圧力を出さない点が欠点である。

Fe-Ti系は現在もっとも性態がよいものといわれていて $60\text{ }^\circ\text{C}$ で $10\text{ }^\circ\text{C}$ 気圧内外の水素圧を示す。しかし望ましくはその比重の低減化であろう。なおこれらはいずれも水素の吸蔵、放出のくりかえしにより微粉化されることが大きな問題である。この金属水素化物が移動用の水素源か、それとも固定式の水素源となるかは、今後の研究によって左右されるものである。

( 田村 英雄 )

### (b) 米国ラリーに出場した液体水素自動車

昭和50年8月後半米国西岸を北から南に約 $2800\text{ Km}$ を5日間で走行し、エネルギー消費と排気浄化性を競う学生ラリーが行われ、武蔵工大チームは $LH_2$ 用に改造した $1.4\text{ }^\circ\text{C}$ 乗用車で出場して完走した。このラリーで水素は一日の途中で補給することが許されなかったので $230\text{ }^\circ\text{C}$ の $LH_2$ タンクを積んだが実際には1回の満タンで約 $1000\text{ Km}$ 走れた。

本機の特長は $LH_2$ の極く低温を利用するため、できるだけ低温(実際は $-130\text{ }^\circ\text{C}$ )水素を吸気管噴射した。そのことにより高出力化できて、高抵抗時でも希薄燃焼でき、熱効率が高まり、 $NO_x$ 低下が計れた。本機の開発は短時間でかつ $LH_2$ が入手できない状態で強行した

ので種々不備な点があったが、つぎのことがわかった。

- (1) 液水自動車の実用化が有望である。さらに極低温、たとえば $LH_2$ をそのまま供給する研究が期待される。そのために $LH_2$ の入手が必要、
- (2) 異常燃焼対策の研究がさらに重要で、これは安全対策とも深い関係がある。
- (3)  $LH_2$ タンク系統の開発を要す。

(古 浜 庄 一)

#### 2-4 第12回定例研究会

##### 金属水素化物について

水素は理想的な燃料と云われているが、貯蔵輸送の点で難点がある。高压ガス、液化水素の他に、全く新しい貯蔵輸送方法として、金属水素化物を利用することが試みられている。BNLでは水素貯蔵を含めた各種の応用を目的にした新しい金属水素化物の合成研究を行っており、 $Mg_2Ni$ 、 $Mg_2Cu$ 、 $FeTi$ 、 $Fe_xMnyTi$ などの2元、3元系合金について、平衡分解圧、水素吸蔵量などの基本的な測定をまとめた。金属水素化物による水素貯蔵方法の特質は、単位重量当りの水素含有量は、金属の重量が大きい為、数%の低い値にしかない。(  $MgH_2$  7.6%、 $FeTiH_2$  1.9% ) 反面単位体積当りの水素含有量は、各金属水素化物とも液化水素に匹敵する値を示す。つまり金属水素化物による水素貯蔵タンクは、比較的コンパクトになるけれども、軽量化はむずかしいと云うことになる。その意味で定置式タンクへの応用は有利である。BNLでは、水電解- $FeTi$ 水素貯蔵システムの開発が行なわれている。しかし移動用タンクへの応用も、コンパクト化、安全性などのメリットを生かして充分可能性があり、米国および西独で開発されている水素エンジンのバスの燃料タンクは、 $FeTi$ を利用している。現在の所、タンクの重量が大きい為、大型の自動車でなければメリットが少ないが、もっと重量当りのエネルギー密度の大きい金属水素化物が開発されれば、その応用範囲はさらに拡がると予想される。

( J . J . Reilly )

### 3. 団体会員特別研究会

#### (a) 国際水素エネルギー諸会議のこの一年の動き

— デルファイ法による「水素エネルギー」に関する考察—

昭和50年12月11日、H.E.S.S.団体会員特別研究会で、「国際水素エネルギー諸会議のこの一年の動き」と題して講演した内容の要約のうち、ここでは、ベルギーのブラッセルにあるS.C.I.E.N.C.E.(Societe des Consultants Independants et Neutres de la Communaute Europeenne)が、全世界の水素エネルギー専門家86名について行ったデル

ので種々不備な点があったが、つぎのことがわかった。

- (1) 液水自動車の実用化が有望である。さらに極低温、たとえば $LH_2$ をそのまま供給する研究が期待される。そのために $LH_2$ の入手が必要、
- (2) 異常燃焼対策の研究がさらに重要で、これは安全対策とも深い関係がある。
- (3)  $LH_2$ タンクシステムの開発を要す。

(古 浜 庄 一)

#### 2-4 第12回定例研究会

##### 金属水素化物について

水素は理想的な燃料と云われているが、貯蔵輸送の点で難点がある。高压ガス、液化水素の他に、全く新しい貯蔵輸送方法として、金属水素化物を利用することが試みられている。BNLでは水素貯蔵を含めた各種の応用を目的にした新しい金属水素化物の合成研究を行っており、 $Mg_2Ni$ 、 $Mg_2Cu$ 、 $FeTi$ 、 $Fe_xMnyTi$ などの2元、3元系合金について、平衡分解圧、水素吸蔵量などの基本的な測定をまとめた。金属水素化物による水素貯蔵方法の特質は、単位重量当りの水素含有量は、金属の重量が大きい為、数%の低い値にしかない。(  $MgH_2$  7.6%、 $FeTiH_2$  1.9% ) 反面単位体積当りの水素含有量は、各金属水素化物とも液化水素に匹敵する値を示す。つまり金属水素化物による水素貯蔵タンクは、比較的コンパクトになるけれども、軽量化はむずかしいと云うことになる。その意味で定置式タンクへの応用は有利である。BNLでは、水電解- $FeTi$ 水素貯蔵システムの開発が行なわれている。しかし移動用タンクへの応用も、コンパクト化、安全性などのメリットを生かして充分可能性があり、米国および西独で開発されている水素エンジンのバスの燃料タンクは、 $FeTi$ を利用している。現在の所、タンクの重量が大きい為、大型の自動車でなければメリットが少ないが、もっと重量当りのエネルギー密度の大きい金属水素化物が開発されれば、その応用範囲はさらに拡がると予想される。

( J . J . Reilly )

### 3. 団体会員特別研究会

#### (a) 国際水素エネルギー諸会議のこの一年の動き

— デルフアイ法による「水素エネルギー」に関する考察—

昭和50年12月11日、H.E.S.S.団体会員特別研究会で、「国際水素エネルギー諸会議のこの一年の動き」と題して講演した内容の要約のうち、ここでは、ベルギーのブラッセルにあるS.C.I.E.N.C.E.(Societe des Consultants Independants et Neutres de la Communaute Europeenne)が、全世界の水素エネルギー専門家86名について行ったデル

ファイ ( delphi ) アンケートの結果について述べる。

このデルファイ調査は、1974年7月にスタートし、1975年3月に終わったもので、多くの分野 ( 技術、経済 ) にわたり、1985年から2000年にわたる水素エネルギーの生成、利用法、貯蔵、輸送の各システムの予想を統計調査したものである。

### 1. 製造

- A. 1985年と2000年における水素製造1次エネルギーの相対的重要度
- B. 1985年と2000年における諸種の水素製造プロセスの相対的重要度
- C. 諸種の製造プロセスのコストと効率

### 2. 貯蔵・輸送

- A. 大規模水素輸送・貯蔵の各種技術の相対的重要度
- B. 航空、海上、地上の各ビヒクルにおける水素貯蔵

### 3. 利用

- A. 1985年と2000年における全エネルギー市場における水素のシェアと諸種の経済セクターにおける相対的重要度
- B. 環境的利得による許容オーバーコストのテーマが主に調査された。対称となった人は、ベルギー14、カナダ2、フランス15、英国5、イタリー3、日本6、オランダ2、アメリカ23、スウェーデン1、スイス3、チェコスロバキア1、西独10、ソ連1の計86名である。

最終調査結果は、P. Valette et al により、1976年3月のマイアミ第1回世界水素エネルギー会議で発表されたので、その1部をここで紹介する。紙数の都合で残りは同会議のプロシーディングズを参照願いたい。

#### 1 A 1985年および2000年 ( \* ) の水素製造

水蒸気改質 ( 80 %、40 % \* )、水電解 ( 10 %、30 % \* )、水の熱化学分解 ( 0 %、10 % \* )

#### 1 B 1985年および2000年 ( \* ) の水素製造に要する1次エネルギー

化石燃料 ( 90 %、40 % \* )、核 ( 6 %、50 % \* )、水力 ( 0 %、0 % \* )、太陽 ( 0 %、0 % \* )

#### 1 C 製造プロセス

熱化学サイクルは1985年には商用運転のスケールはできない。2000年には核分裂と結びついて95%可能であるが、太陽エネルギーを利用する割合は最高5%、平均1%とみられる。



電気分解は1985年には核と結ばれるのは90%、これは2000年になっても変わらない。太陽エネルギーと電解の組み合わせは2000年で最高5%、平均2%だろう。

2 A ピヒクルの水素貯蔵(\*)は2000年。

自家用車(液体水素10%、30%\*;メタノール70%、40%\*;水素化物0%、20%\*)

航空機(液体水素100%、100%\*)

船 舶(液体水素100%、90%\*;水素化物5%、0%\*;メタノール10%、1%\*)

なお、アンケートは平均値よりある程度はずれた人に対して第2回、第3回まで再考を求めて調整を行ったが、イタリー、日本、スイス、英国からの参加者は強固に初志を変えないという結果になっている。このうち、イタリーはイスブラの人達で、水素エネルギーの展開について極めて楽観し、かつ努力を重ねたためであり、その対照的なのが、英国の人達で、水素エネルギー開発に対して、極めて批判的であり、かつ、非実践的である。

スイスの場合は核関係の人達が参画したのでイタリーの場合と同様な理由によることは明白だが、日本からの6名の参加者についてはどうも臆測いたしかねる。

(太田時男)

(b) 水素エネルギーに関するヨーロッパの現状

1974年10月および1975年11月にEuratom (Ispra), KFA (Jülich)およびヨーロッパの1,2の会社を訪問し、標題の問題を調査した。一般的には水素の製造および水素化物の研究に優位が見られたが、これらの研究の多くはエネルギー危機以前から始められている点が注目される。

高温高圧水電解の技術をLurgi社が確立しており、この問題についての同社の自信を知ったのみであった。

熱化学法についてはEuratom KFAおよびAachen大の協力で行われている鉄-塩素系の開発における材料の問題が真剣に討議された。これは1975年11月の「水素と原子力との境界問題」のパネルの場合にも深刻な問題であり、装置材料が解決しない限りはこの系の前途に疑問が残されている。この時点の討論から近々に結論が出るのが期待される。特記すべきことは前記三者の密接な協力であり、それぞれの立場に立った分担と情報交換には学ぶべきものが多い。基礎研究はAachen大、材料試験はEuratom、さらに原子炉との結合はKFAが中心になって研究が続けられている。勿論鉄-塩素系以外のサイクル発見の努力も行われ、さらに熱化学法以外の原子炉に結合するプロセス、例えばEVA法等はKFAで検討されている。

金属水素化物については Philips 社の研究が進展しており、応用に合った特性を持った物質の選択が可能となり、応用を探索している段階といえよう。

以上の報告には種々の方の御協力をえた。本稿をかりて感謝を捧げる。

(小 寺 嘉 秀)