

テレケーブル新聞別冊・季刊

テレケーブルグラフ

CATVの専門グラフ

2013

春季号

より高い
パフォーマンスを
発揮。

下り最大320Mbpsの高速通信 +
2.4GHz/5GHzデュアルバンド無線LAN対応

デュアルバンド無線LAN対応
DOCSIS3.0準拠ケーブルモデム CBW383G4J



SYNCLAYER®
MAKING POTENTIAL A REALITY

最先端 の世界

— マグ水素 —

バイオコーク技研株式会社

代表取締役社長 工学博士 (PH.D.)

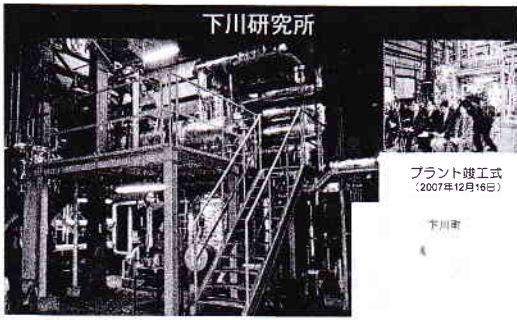
上杉 浩之氏



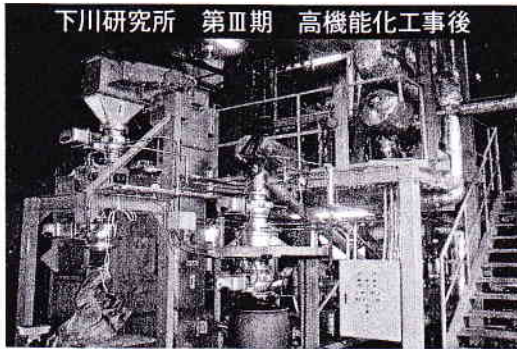
上杉 浩之氏

バイオコーク技研の主たる事業は水素吸蔵合金の製造、販売だ。合金というと硬くて重いイメージがあるが、実物はまったく違う。むしろ軽石に似ているといった方が近い。本文中に(写真6)登場するが、この軽石1個ほどの固体に、大きなボンベ1本分の水素が入っているのだ。1本数十kgするボンベは台車でないと運搬不可能だが、この「マグ水素」ならポケットに入れてでも持ち歩ける。この世紀の大発明を実現したバイオコーク技研株式会社とはいったいどんなところなのか、ここで紹介する。

(写真 / 資料提供: バイオコーク技研株式会社)



バイオコーキング パイロットプラント (1t/日) を建設
2007年12月 下川町森林組合に設置
写真 1



担持材(左側)、チャー(右側)連続排出装置全景 (2010年7月)

写真 2

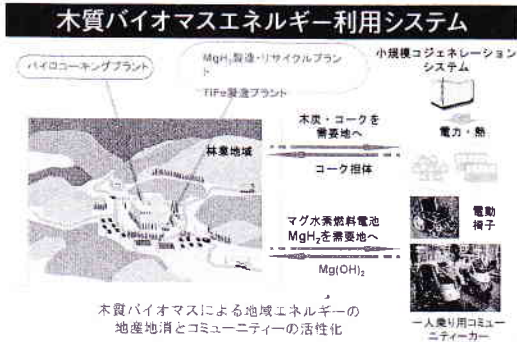


図 3

—川崎製鉄時代の研究を具体的に教えてください。

—川崎製鉄時代の研究を具体的に教えてください。

バイオコーク技研株式会社は、2007年北海道の下川町に「バイオコーキング」のバイオットプラントを建設した(写真1)。このプラントの目的は植林事業から排出される間伐材を燃料という形に変換し、そのサイクル中に一切の有害物質を生成しない、というものだった。バイオットプラント自体は年々改良を加えられ、2010年にはより高次なプラントへ進化する(写真2)。このとき上杉氏のアイデアの中には、すでに

同時進行で水素を製造するプラントが出来上がっていたという(図3)。北海道大学と共同開発したバイオコーキング・プラントは、国の委託研究事業として予算が確保され順調な滑り出しをしたように見えた。ところがその後委託、補助事業が大幅な見直しを受けた。実用1号機には半額補助の制度が設けられていたが、削除されることとなったのだ。そのため1号実用機を建設する民間事業者の負担が大きくなり、開発継続が不可能と

なった。その結果やむを得ず、解体撤去費を計上して、バイオットプラントの閉鎖が決定された。かかる苦渋の決断によって有用なバイオットプラントが北海道下川町から姿を消したのだ。ただ、産業界にとって救いとなったのは、その後バイオコーク技研が水素製造の検討と、水素の安定した固体化の研究開発を持続していたことだった。わずかに数十%のベレットに数百倍容量の水素が固定され、自然界に放置しても劣化は非常に緩

—07年に北海道の下川町で実験プラントを始められたことが、その経緯を教えてください。

—07年に北海道の下川町で実験プラントを始められたことが、その経緯を教えてください。

上杉 リサイクルです。私が力を入れたのはある産業から出てくる副生物を隣の産業の原料にする、というテーマでした。カスケード利用といっています、ある産業の副生物を次の産業の原料にするという試みです。物質というのはレベルの高いものから徐々にレベルの低いものへと変化します。温度もそうです。ステンレス鋼板を出荷するとき、表面をフッ硝酸（フッ酸と硝酸の混合物）で洗っています。半導体の電機メーカーと話をしているときはやはり基板をフッ硝酸で洗っている。そちらは特級クラスの高純度のものでした。使用後は中和・無害化して埋め立て処分とする。それはもったいないと思ひ、両社で打ち合わせた基準で分別・回収してステンレスの洗浄実験をしてみたら、きちんと使えました。

—基板を洗浄したあとのフッ硝酸でステンレスを磨いたわけですね。

上杉 そうです。さらにシリコンウエハーを製作する時、多

くのシリコンの粉を水と一緒に捨てています。—C用のシリコンは非常に純度が高い。それを回収して、鉄鋼業で脱酸材のフェロシリコンの代替として使用したら、きちんと役に立ちました。産業廃棄物として処理し、埋め立てる費用も必要なくなる。大幅なコストダウンにつながりました。水とシリコンを分離する技術は、当時私が技術顧問だった三洋電機株の關係会社で開発したもので、そういったことを経団連の機関紙に「環境技術の最前線」特集（2002年2月号）2003年3月号）として掲載してもらいました。その他に廃アルミニウムのリサイクル、廃プラスチックのリサイクル等の技術開発、実用化を続けてきました。

—そういった話を聞くと重工業的なイメージがありますが、それをバイオマスに方向転換したきっかけは何でしょう。

上杉 ある時リサイクルの技術審査の学会がありまして、そこで当時北海道大学のエネルギー

—変換マテリアル研究センターの秋山友宏教授と知り合いました。先生はエネルギーが専門で、早速アプローチしました。北海道大学に通ううちに、隣の研究室に林潤一郎教授（現九州大学）がおられました。林教授はバイオマス、石炭の専門で、話をしていると間伐材を原料にして炭化する際にタール蒸気が出る。そのタール蒸気を瞬時に分解する技術があると聞きました。それを事業化できないかと考えて、環境省に提案したところ採択されました。それが「パイロコーキング（PCS）」技術※の実証実験のスタートになりました。タール蒸気を分解するメカニズムは、タール蒸気をγアルミナ（多孔質の酸化アルミニウム）に触れさせると、高分子のタールが瞬時に分解して、カーボンだけが穴の中に入り、タール蒸気が水素、一酸化炭素、メタン等のガスに分解します。そのカーボンが担持したγアルミナに「バイオコーク」という名称をつけました。それが当社

※間伐材や廃材からコンバクトなプロセスで水素や液体燃料（ハイオリキッド）を製造する技術。

—そういったことでしたか。

上杉 さらに面白いのはこのバイオコークを回収して水蒸気を出すと、一酸化炭素と水素C（固体酸化物型燃料電池）の燃料に使用できます。そういった「循環」を作ろうというのが根本のアイデアでした。ただ問題は、γアルミナが高価なこと。もっと安い物質で代替できないかと考えたとき、多孔質な鉄鉱石しかも粗悪な鉄鉱石がそれに相当します。その理由を説明しますと、ある種の鉄鉱石には結晶水を多く含む鉱石があり、それは鉄の含有量が低い安価な鉱石となります。そこで、鉱石を暖めて水分を飛ばしてしまえば細孔が形成される。それを実験したら成功したので、特許をとりました（特許第4206419番）。もっと調べていると園芸で使用される「鹿沼土」というものが多孔質

間伐材から水素を製造する PCS フロー図

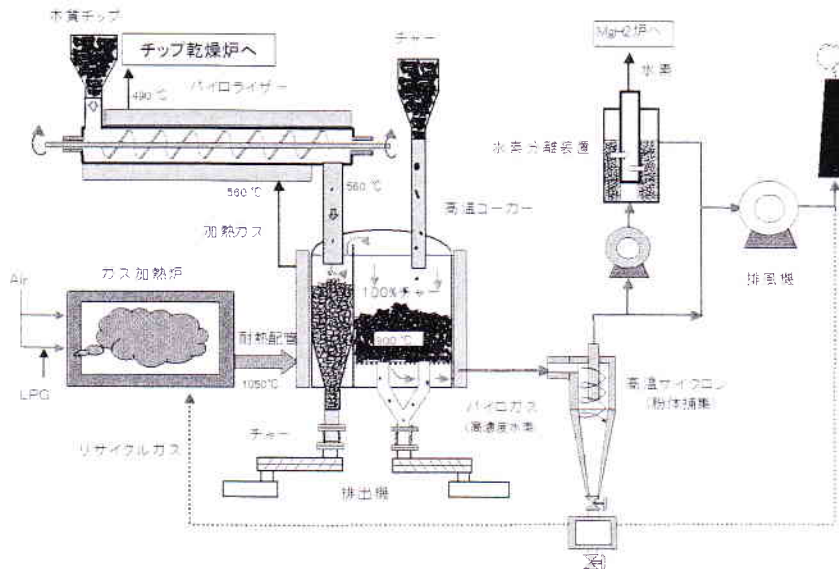


図 4

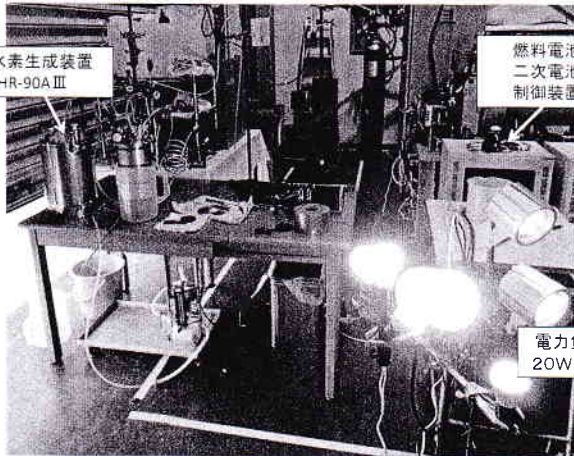


写真 5

上杉 沼津です。(この写真(写真5)が工場です。ここでMgH₂を製造すると同時に、開発も行っています。

—研究室と工場があるということでしょうか。

上杉 そうです。

—先日「テクニカルショウロ

で最適だとわかりました。安価であるし、カーボンを吸着させると肥料にも土壌改良剤、融雪剤にもなります。そういった研究を進めていくうちに、水素の

含有率がどんどん上がってきました。そこで水素を分離し、マグネシウムと反応させたMgH₂を製造することを考えました。間伐材から

MgH₂ができるという非常にクリーンなサイクルが考案できました。

—タールを吸収するには多孔質のフィルターを通す、ということでしょうか。

上杉 そうです。例えば、鹿沼土を積んでおいて連続的に夕

の建設に当たり、政府の補助制度がなくなり、この開発事業を断念することになりました。そこで現在はMgH₂に焦点を絞って事業化を進めております。

—現在MgH₂はどちらで製造されていますか。

マグ水素は水分と作用して穏やかに クリーン水素を醸成します



マグ水素(ミクロ) マグ水素(タブレット) マグ水素水装置 水乃素湯 Auter

1. 浴槽に微量の添加で快適なマグ水素浴を
マグ水素浴は全身をリフレッシュ
2. ミクロのマグ水素の保湿クリームはお肌に潤いを
お肌の水分により、クリーン水素を醸成します
お肌を健やかに保ちます
3. マグ水素からの水素水で全身はつらつ
今、話題の分子状の水素たっぷりの水素水



図 7

写真 6

「コハマ」に展示されていた MgH₂ (写真6) はその工場場で製造されたものですか。

上杉 そうです。バイオコーク技研の沼津事業所で製造しました。われわれは MgH₂ の製造会社で、われわれの原料を使って産業用の燃料電池として発電することを主眼としております。一方、民生用で水素は健康や美容に良いという医学機関の報告が多く出さ

れるようになりました。そこで、最近では美容品や入浴剤として加工販売されています(図7)。三つ目は研究用の水素としての販売を目的としています。研究室に大きな水素ボンベを並べているところを、これに置き換えてもらえれば軽しい小さいし安全性も上がるので、ぜひ使ってもらいたいと思っています。私は川崎製鉄のころからエネルギーの「地産地消」を提唱しています。発電所など巨大施設を僻地に建設するのが今までの主流でした。そのほうがコストも下がるからです。ところがそこで電気を作るには燃料の運搬や送電自体にもロスが大きい。さらに石油資源が枯渇してきたら、その事業は成り立たなくなる。そのために集中型をやめて、環境負荷の小さい小規模の発電施設を分散型で作る方がいいというのが私の考えです。エネルギーも地域ごとに収支をとれるようにしなければいけないでしょう。

上杉 そうですね。スマートシティというものは、そこにいる構成員がうまく融通しあって成り立ちます。エネルギーもうまく「見える化」して昼夜の使用方法もうまく工夫してロスの少ない運用をしなければなりません。もちろんインセンティブの付与は重要な因子です。高くてもいいから使用したい人には高価なエネルギーを購入していただくし、その逆もある。そういう考え方のシステム化、見える化がスマート・グリッドにつながると思います。

それと同時にもう一つ、バイオマスという自然資源を使うということは、地域や季節によってさまざまな対応策が考えられます。例えば秋ならばたくさんのがんごが出来ます。選定材、枯れ木も出るでしょう。そういったものをつまぐ組み合わせていけば、その地域独自のエネルギーの地産地消ができます。さらにはPCSとMgH₂をつまぐ組み合わせれば非常に効率のいいエネルギー・サイクルが生まれます。そういったことを地域ごとにやりたいというのが私の望

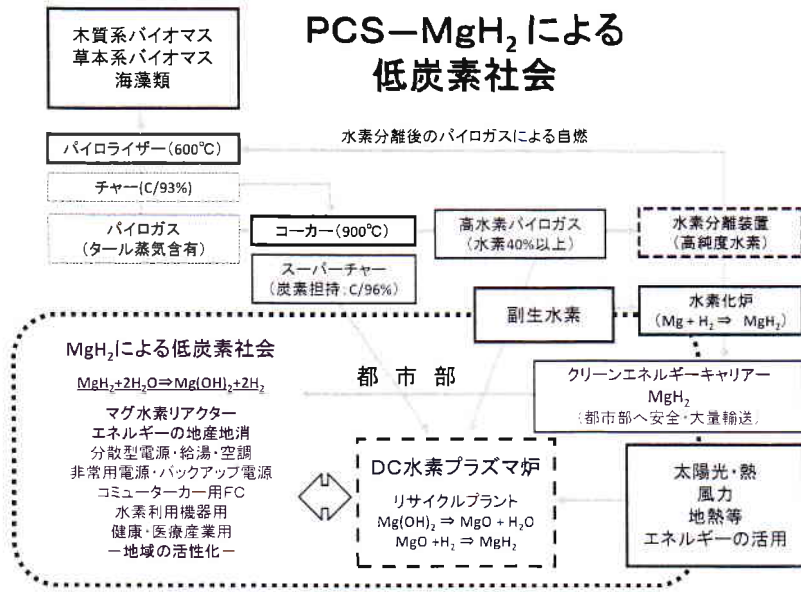


図 8

マグ水素 (MgH₂) の広範な用途

マグ水素は水素を安全に貯蔵・輸送・生成が可能

好きな処でクリーン水素を

(国際特許: 特許第4083786、特許第4425990)

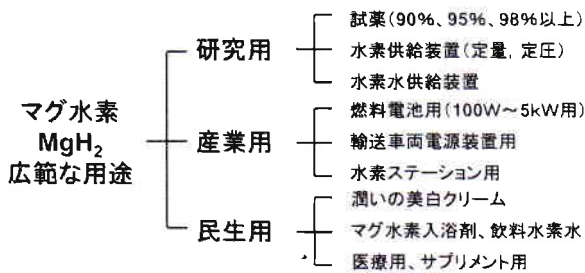


図 9

上杉 こういつた用途です (図9)。現在は民生用の販売が始まっています。こちらは消費量もそれほど多くないし、美容に効果があるということ、少々高価でも買っていたけります。将来的には産業用の燃料に化石燃料がなくなる前にとつてかわりたいです。そのためにはもっと大量の生産をしなければなりません。価格ももっと安価になる必要があります。現在の生産ラインは、1号炉から3号炉まであります(写真10)。1号炉は北海道大学秋山研究室と

上杉 こういつたスケールの用途を考えておられますか。

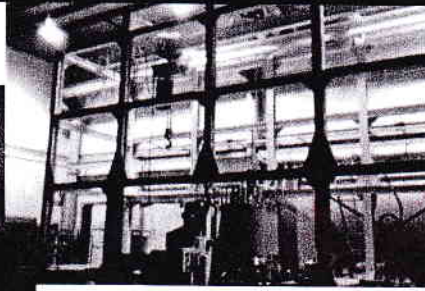
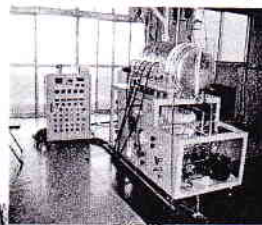
— 今現在の事業を徐々にスケールアップするということでしょうか。

上杉 そうです。スケールアップすることによって製造単価を下げられます。そのためには水素を大量に安く手に入れなければなりません。そこで注目しているのが副生水素です。このフロー(図8)にもありますが、これを特に理解していただきたいです。私の計画は最初、バイオマスから水素を作り、マグネシウムと反応させて、安定した製品として都会に持つてくるということでしたが、副生水素というものは現実にはけっこう出ています。例えば化学メーカーさんです。いろいろな化学反応から水素が出てきます。現在はほとんど燃やして捨てています。その水素をうまく使用したい。われわれの装置を横に置いて、そこで固体にしてしまえば廃棄することなく燃料として運搬できるよ

と反応させて、安定した製品として都会に持つてくるということでしたが、副生水素というものは現実にはけっこう出ています。例えば化学メーカーさんです。いろいろな化学反応から水素が出てきます。現在はほとんど燃やして捨てています。その水素をうまく使用したい。われわれの装置を横に置いて、そこで固体にしてしまえば廃棄することなく燃料として運搬できるよ

Mah 製造装置の開発 (沼津工場)

2号炉能力: 5kg/回(2007-5)



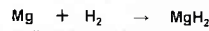
3号炉能力: 50kg/回(2010-2)



1号炉能力: 20g/回(2005-3)
(北海道大学 秋山研究室)

【水素化マグネシウムの製造方法】

危険物 危険物 化学的に安定



【危険物第2類、第3類には該当しない】

独立行政法人製品評価技術基盤機構
化学物質管理センター 安全審査課

写真10

共同で開発しました。一回の製造工程で20gのMgH₂が製造できます。2号炉は関東経済産業局の補助を得て開発しました。こちらで1回に5kgが製造できます。2年間で製造規模が250倍のスケールアップです。その間きちんと計算し、実

験もやりながら、失敗なしに1回で完成させました。1号炉で仮説と実証を繰り返しながら、試作機なしで2号炉の製作に成功しました。ここまではスケールアップしたとはいえ形が横置き型なので相似しています。ところが3号炉は3次的にスケ

ールアップして、縦にも大きくなりました。こちらは一度の製作工程で50kgです。これが成功したので、もうこの先500kgから5tまでの炉の設計が可能となりました。

— そうなると生産全体のスケールが変わりますね。

上杉 そうです。2号炉までは外から熱を加えていたので、縦に伸ばせませんでした。3号炉では熱源を中に入れることで3次的に大型化に成功しました。そうすることで炉の内部で熱の対流が起こって、全方位で水素とマグネシウムの反応が起こります。これができたので、私は本格的に工業生産が可能となったと宣言したわけです。ただし、またここまではバッチ生産、1回ごとの単体生産です。これを連続生産にしなければなりません。連続生産になるとコストが一気に下がります。それでも従来が発電燃料より単価は上がりませんが、こちらの方が環境に良いのです。化石資源を使用しない上、副生水素を使用す

ればさらに無駄がなくなります。環境負荷は非常に小さいと云うメリットが有ります。

— さらにこの燃料はストックしていても安全なため、緊急時に使用できます。

上杉 そうですね。緊急時の非常用電源になります。各市町村の役場や病院の病室、地下室でも発電ができます。

— 災害時には消防署や警察署でも発電機能は必要になります。そうなるとMgH₂の需要も飛躍的に増えます。

上杉 そういった施設でぜひ使ってほしいです。そこまでパランスをとりながら、生産性を上げて行きたいと考えています。少し話は変わりますが、私が最初に環境のことを考えたことは、ある本と巡り会えたことです。その本とはエルンスト・フオン・ワイゼッカー博士の「地球環境政策」です。このグラフィック(写真11)はニューヨーク州にあるビッグムースレイクの湖水

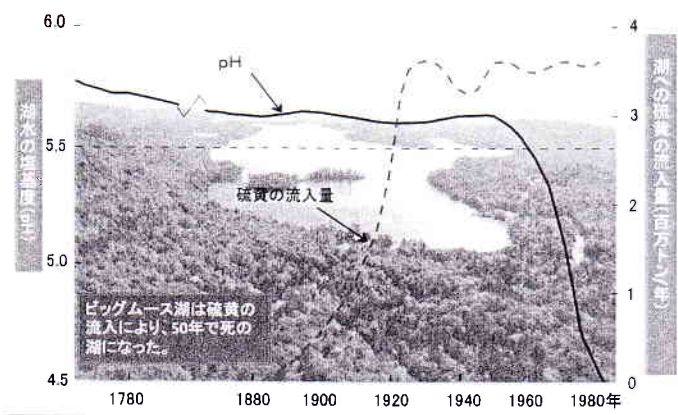


写真 11

の pH を調査した結果を示しています。ここに注ぎ込んだ廃ガスによる硫酸の量がアメリカの産業革命以降爆発的に増えます。でも、自然は耐えるわけです。本来なら pH が徐々に低下しなければならぬわけですが、自然は自浄作用を行おうとする。そしてある限界値を超えたところで、一気に死の湖に変わりました。

—この不連続性が怖いですね。そして自然の恒常性はもう一度と戻らない。

上杉 そうです。自然の浄化作用が一旦消えるともう以前の状態には戻れません。この本を見て愕然としました。それでリサイクルを意識し始めました。われわれの産業も環境を護る方向に移行しなければならぬと強く思いました。

—ワイゼッカー博士の「地球環境政策」を読まれたきっかけは何でしょうか。

上杉 この本は東北大学の徳田先生に研究会の時に薦めていただきました。本当に愕然として、これが私の現在の活動の原点になっています。生命活動の連鎖を断たないようにならざるをえません。人間も自然の創造物の一つですから、自然と仲良く生きていかなければい

けません。そのワイゼッカー博士が「優先順位が経済から環境に移る」と結論付けていて、私はそれに賛同しています。

—話を戻しますが、ロードマップとしては現在研究段階から事業段階に移ったところでしょうか。

上杉 そうです。これから会社を運用し、実業を展開しなければいけない段階に入りました。

—御社の製造する MgH₂ は非常に革新的に見えました。連動したいという企業も多いように思われますが。

上杉 もちろん、水素を固体に安定させることは革命です。世界で特許を獲得しています。国内外でいくつかの企業が興味を持って話を聞きに来てくれています。われわれは技術を何も隠しませんから、全てオープンにして話します。こういった技術を、これからのかに安定してもっと効率よく運用していくかを、いろいろなエネルギー産業

さんや機械、電機メーカーさんと話を詰めていかなければと考えています。

—今現在、御社には何人くらいのスタッフがいらっしゃいますか。

上杉 現在、8名です。アルバイトやパートさんを入れてです。そろそろ予定していたスケールアップの時期に来ていますが、先ほどの炉の話もそうですが、今度のスケールアップは規模が違います。一気に対数的な飛躍を考えています。

—対数ということは最低でも10倍、できれば100倍や1000倍以上のスケールアップということですね。

上杉 そうです。一気にそこまで実用的な事業としてスケールアップしたいと考えています。

—ありがとうございました。

(F)