

欧米の水素エネルギー研究開発 ビジネス展開 -ドイツ・北米・アイスランド-

ドイツ

1990年代後半から2000年にかけてのドイツは、環境保護、Clean Energyの先駆けとして、様々な試みを展開。水素ガスも活発にPRされていた。筆者の手に、2000年に発行された“Powered by BMW with Sun and Water”というパンフレット(写真下)が、保管されている。



懐かしくページをめくると、水素ガスと燃料電池のコンビ、電動モーターで走行するBMW 750hLの紹介が目に入る。当時、“Clean Energy”のロゴ付BMW 750hLが、ミュンヘンの街中を走っていたのを思い出す。



BMW 750hL

あれから、15年。ドイツの水素エネルギーの展開は？正直、水素ガスタンクポイントがふえたとは、思えない。BMW 750hLの姿も、ほとんど、見られなくなった。ちなみに、本レポート取材のために、ミュンヘンの“ERDGAS”の表示があるガソリンスタンドに立ち寄りチェックすると、「天然ガスとLPGのみで、水素ガスはない」



数少ないドイツ連邦内の水素タンクステーション



ミュンヘンの比較的大きい2つのガソリンステーションを訪ねたが、現在は、水素ガスを得ることは出来ない

とのこと。「この近くでどこか、水素ガスをとりあつかっているところは？」とさらに聞くと、「知らない」という。たまたま、後ろにいたトラックの運転手が、「BMWの開発部のあるS通りとD通りの交差するところのガソリンスタンドにあったと思うよ。いってごらん。」という。そういえば、確か水素“Wasserstoff”の掲示があったのを一度みたことがあると、勇み立っていった。素朴でいざとなると頼りがいになるトラック野郎のおじさんに元気を付けてもらったせいか、筆者は、大きな声で「水素ガスをタンクできますか？」ときくと、「水素???あー、今は、ないです。また、設置するかもしれませんが・・・。」BMWの本社お膝元ミュンヘン、BMW, MINIの新車に給油している周りの紳士的なお客たちは、「変な質問をする人だなあ」

と、筆者を冷たく見つめるので、しょぼんと、その場をあとにした。

最近では、ドイツのエネルギー関係のメッセでも、水素エネルギーは、一般の消費者には手の届かない The German Aerospace Center (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt; DLR) の Antares DLR H2 D-KDLR Hydrogen Aircraft のフライトで紹介されたり、燃料電池と組んで、ひかえめに展示されているケースが、ほとんどである。



Antares DLR H2 D-KDLR Hydrogen Aircraft Berlin 2014

Hessen (ヘッセン) 州では、環境省が中心になり、Wasserstoff- und Brennstoffzellen-(H2BZ)-Initiative Hessen e.V.,という水素ガス-燃料電池-(H2BZ) の無益法人をつくり、そのもとにベンチャー企業 60 社を取りまとめ、水素エネルギーコミュニティ実現の推進をしてはいる。隣接している

Baden-Württemberg (バーデン・ヴュルテンベルグ) 州でも、水素ガスによる家庭での発電暖房装置の設置について助成プログラムを用意してはいる。Karlsruhe (カールスルーヘ) 市をはじめ約 100 世帯に補助金*つきで同装置を導入しているケースはある。

*:ドイツでは、総額 1.000.000.000Euro(約 133.836.342.150 円)のドイツ連邦および企業からの水素ガス・燃料電池促進予算基金が、2000 年代に入ってから用意され、様々なプロジェクトに運用されている。

このプロジェクトでは、理想的に風力・太陽光発電を水の電解に直接リンクさせ、水素を得るのではなく、すでにガス暖房の出来ていることを条件として、ガスパイプを水素ガスジェネレータにつなぐ。天然ガス、おもにメタン CH_4 を凝縮し、 H_2 水素ガスをつくりだす。(すぐに、はて? と思いがたるだろうが、この方法では、残念ながら、既にここで、

$\text{CH}_4 - \text{H}_2 = \text{CO}_2$ 二酸化炭素を排出してしまう難点がある。) さらに、その水素を燃料電池に流し、どこにでもある酸素と結合、水になる過程でエネルギーを得る。実際に使用すると 1.7Kw の暖房エネルギーが可能となるが、ドイツの冬は、これでは耐え切れない。従来の化石エネルギー源による暖房を併用して総計 20Kw を保たなければならない。それでも、このプロジェクトが助成されて水素エネルギーが注目される背景は? といえれば、ここで、自家発電が可能だからだ。



Baden-Württemberg 州のエネルギーコンツェルン助成の家庭用水素ガスジェネレータの設置

それにしても、あまりにも少数の水素エネルギージェネレータ設置例と水素ガスを供給できる箇所……。あれほど、15 年前に水素ガスを謳っていたドイツにしては、少なすぎる。また、水素ガスを貯蔵するタンクの安全性も依然大きな課題である。特に、車への搭載は、リチウム・イオン・バッテリーが衝撃で発火することと同様に、水素ガスタンク爆発リスクは、高い。そのタンク材質に、希少なバナジウムを使わなければならない点、燃料電池でプラチナを触媒として使用する点を考慮すると、水素エネルギーは、レア・アースを極端につかう、経済性の悪いエネルギーソリューションと批判されても、しかりかもしれない。

このレポートを書いている 2015 年 CW9、南ドイツ Ulm (ウルム) にある太陽光エネルギー・水素ガス研究所バーデン・ヴュルテンベルグ(ZSW) (Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg) では、「水素と燃料電

池の安全性と品質」(Sicherheit und Qualität in der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik, 24. und 25. Februar 2015, im ZSW in Ulm) のワークショップが開かれている。

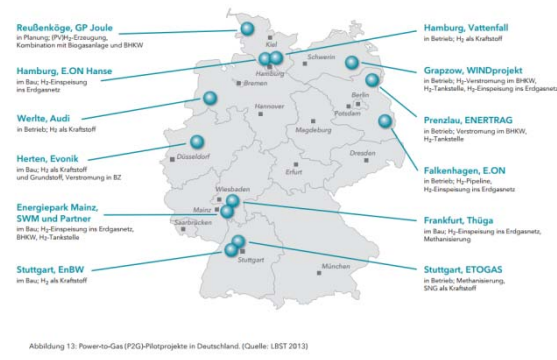
の Linde AG などの姿が、みあたらないことに気がつく。

ANMELDUNG
Anmeldungen bitte per Fax oder E-Mail bis 16. Februar 2015 an:
Zentrum für Brennstoffzellen- und Wasserstoff-Forschung
Merkel-Hausweg 230F
E-Mail: k.kabza@zsw-bw.de, Fax: +49 731 93 50 888

ORGANISATION
Zur Hostellerie in einer angenehmen Umgebung von:
Fraunhofer ISE
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Friedrich
Ansprechpartner: Thomas Jungmann
Telefon: +49 761 4588 5213
E-Mail: thomas.jungmann@ise.fraunhofer.de

PROGRAMM
1. Tag | 24. Februar 2015
12:00 Registrierung & Kleiner Imbiss
14:00 Begrüßung, Motivation und Motivation
Dr. Alexander Dyck
14:15 Zulassung von Brennstoffzellenstacks -
Charakteristika und Anforderungen
Dr. Michael Gölz, Oldenburg
14:30 Zulassungsbericht zur Zertifizierung
von FC-Komponenten
Dr. Alexander Dyck, ISE/CEZ
15:15 Kaffeepause
15:45 Herausforderungen bei der Serienfertigung
und Zulassung von FC-Komponenten
Dr. Alexander Dyck, ISE/CEZ
16:15 Internationale Wasserstoff-Infrastruktur -
Charakteristika und Anforderungen
Thomas Heibel, ISE
16:45 Zertifizierungsstellen und Qualitätsmanagement
Dr. Heilmann, ISE/Projekt Beratung
17:15 Prüfung Brennstoffzellen-Systeme ZSW
18:30 Abendveranstaltung

2. Tag | 25. Februar 2015
08:30 Zusammenfassung vom Vortrag und Moderation
Ingrid Langhans, ZSW
08:45 Sicherheitsfragen zum Brennstoffzellenstack
auf Grundlage der EN 60924
Thomas Jungmann, Fraunhofer ISE
09:10 Erfahrungsbereich aus der Tests- und Systemprüfung
Herbert Peter, Bosch
09:45 Qualität im Betrieb von FC-Komponenten
Dr. Alexander Dyck
10:15 Kaffeepause
10:45 Referat/Workshop zum Thema:
«Wasserstoffzellen
Modulbau»
Dr. Alexander Kabza
Thomas Heibel, ISE
Dr. Alexander Dyck, ISE/ENERGY
Alexander Gölz, Dr. Heilmann
Prof. Dr. Ingrid Langhans, ISE
Carsten Müller, ISE
Siegfried Zimmer, ISE
12:15 Abschlussrunde und Feedback zur Veranstaltung
12:30 Imbiss und Bräse der Veranstaltung
Optional: Führung Brennstoffzellen-Zentrum ZSW (UlM)



エネルギーコンサルが中心の水素ガス拠点、ここにも Linde AG などがみあたらない。

はて、さてと、良く調べてみると、Linde AG は、北米 (米国・カナダ) および、アイスランドの、いままで大きな発電インフラのなかったところで、水素ガス技術で、まったく新しいベンチャー企業とタイアップし、水素エネルギーコミュニティーを展開している。それは、水素ガスジェネレーター、燃料電池の生産に始まり、それを応用している実際の企業、また、バスなどの Mobility と多岐に渡っている。

Fraunhofer ISE
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Freiburg
Ansprechpartner: Thomas Jungmann
Telefon: +49 761 4588 5213
E-Mail: thomas.jungmann@ise.fraunhofer.de

NEXT ENERGY
EWE-Forschungszentrum für Energietechnologie e.V.
Oldenburg
Ansprechpartner: Dr. Alexander Dyck
Telefon: +49 441 99906 310
E-Mail: alexander.dyck@next-energy.de

ZBT
Zentrum für BrennstoffzellenTechnik ZBT
Duisburg
Ansprechpartner: Joachim Jungsbluth
Telefon: +49 203 7598 2719
E-Mail: j.jungsbluth@zbt-duisburg.de

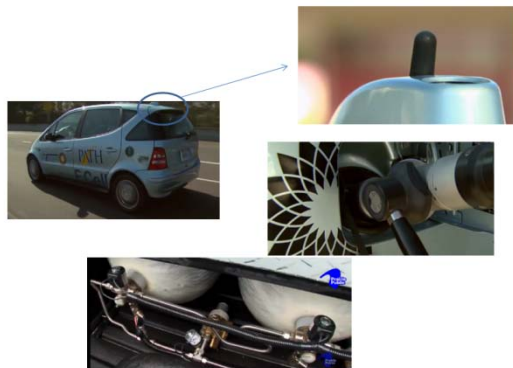
ZSW
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung BW ZSW
Ulm
Ansprechpartner: Dr. Alexander Kabza
Telefon: +49 731 9530 832
E-Mail: alexander.kabza@zsw-bw.de

Fraunhofer Institute 等も協賛している ZSW のワークショップのプログラムは、水素ガスの安全性向上が中心

ここで、よく見ると、協賛団体のなかに、ガス技術で世界の先端をゆく、ドイツ伝統

米国・カナダ
水素エネルギーと切っても切れない関係にある燃料電池の歴史が、1960年、アメリカの NASA の宇宙飛行技術に発していることもあるのか、北米には、欧州にはない、素直な水素エネルギー社会への適応土壤があるようにも思える。Linde AG のみならず、Daimler の Fuel Cell Car、いわゆる F-Class や Volkswagen の HY Motion 等、ドイツの主要企業は、新大陸で驚くほど、さまざまなプロジェクトを試行錯誤、展開している。Daimler の F-Class の製品紹介：水素ポンベの安全性のための合成繊維のジャケット、衝撃のあった際の水素ガスポンベの圧力抜きホールがルーフについている点は、ドイツ国内では、説明省略しているが、米国

市場では、自然に PR されている。大西洋をへだてて、こんなにも、顧客へのアプローチの仕方が、同製品で違うのかと、びっくりする。(写真下 Daimler F-Class in America)



VW America の水素エネルギー-HY Motion

米国にはエネルギー関係を総括する Department of Energy DOE (エネルギー省)、Energy and Environmental Research Center (EERC)、National Energy Center for Hydrogen Technology (NETC)、公のメディア Prairie Public などの組織が、イニシアティブをとり、民間では、カリフォルニアの West Sacramento にある California Fuelcell Partnership などが、欧州等からの水素エネルギー技術と北米ベンチャー企業の紹介、コーディネートに忙しい。



水素エネルギー技術とビジネスを結びつける California Fuel Cell Partnership



上: 石炭は Renewable Energy として捉えるべきと割り切り、石炭から水素ガスを取り、燃料電池へと結び付けている Basin Electric Power Cooperation

中: Sandia National Laboratories

下: 100%水力発電を水素ガス生成にリンクさせている Linde AG North America



Linde North America は、水素ガスの輸送の難しさを直視。パートナー企業とタイアップ、安全性確保にチャレンジ

こわがらずに、なんにでも挑戦する米国と注意深い欧州とは、双方の良さを同時に生かしながらのビジネス展開は難しいが、Linde AG は、努力していることが、ここでとりあげる北米でのパートナーとの事業展開を見ると良くわかる。リチウム・イオン・バッテリーと比較し、燃料電池は、Recharge の時間が短い、コストも安いという長所のある一方で、水素ガス自体の輸送にともなうリスクを直視。安全性改善のために、欧州北米で研究開発を続けている。

Basin Electric Power Cooperation や Sandia National Laboratories は、水素ガスをいか

に取り出すか、さらにそのエネルギーをどう貯蔵・活用するかに重点を置いて活躍するベンチャー企業である。前者は、石炭は **Renewable Energy** として捉えるべきと割り切り、CO₂が排出されるものの、石炭から水素ガスを取り、燃料電池へと結び付けている点が、アメリカらしくもあり、なかなか興味深い。

水素ガス供給ポイントづくりのドイツ系 **Kraus Global** は、徐々に拡販。現在のところ、水素ガスエネルギーセクターでは、成功しているケース。北米外の世界市場 **80%** のシェアを持っているが、もっと、燃料電池車が増えれば、社会貢献になると、かなり強気でもある。



Kraus Global の水素ガスタンクポイント

NUVERA 社は、水素ガスジェネレータと燃料電池パッケージ生産のベンチャー企業で、目覚しく成長している。



Massachusetts にある **NUVERA** は、水素ガス生成、そして燃料電池をコンビにベンチャー企業として、活躍中である

一方、カリフォルニア州 **Folsom** にある **Altery** は、燃料電池のコントローラーとパッケージングで、世界初の自動化生産を実現している。(写真右上)



洗練されたコントロールシステムで、例えば、風力・PVの発電が、抑制されると、秒単位でスムーズに燃料電池に切り替える技術をもっている。この企業の話の製品は、節電可能な **1Kw** の燃料電池ユニット。約 **2**メートルの高さにたくさんのランプをつけたクリスマスツリーに添えて、元カリフォルニア州知事 **A. A. Schwarzenegger** (シュヴァルツネッカー) にプレゼントしている。(写真下)



そのほか、次の **Recharge** までの時間が約 **14** 時間の燃料電池。平均 **8** 時間のリチウ

ム・イオン・バッテリーよりと優れるという長所を生かし、フォークリフトに活用している食品ロジスティック社 Sysco や、騒音がない快適さをゴルフコースのカートにかしている TORO 社。(写真下) は、水素エネルギーの応用例である。



また、水素ガスが、バイオエネルギー回路からも得られることも利用し、ビールの醸造で成功している Siera Nevada Brewery。自社の生産に使う電力消費量の 80%-200% を十分にまかなっているとクリーンビジネスを自負している。(写真下)



2010 年のカナダの Vancouver Olympic の公式バスに採用された New Flyer 社。同じく大型バスの AC Transit 社 (写真下) などは、Linde AG と、ジョイント。ドイツ国内では見かけない活発なビジネスを展開している。



アイスランド

水素ガス・燃料電池コミュニティー分野のダークホース、アイスランド。独特の地理を生かした地熱発電。(写真下) を水素ガスにリンクさせ、そのエネルギーを mobility に生かしている。鯨の生態を静かに観察する Whale Watching の船は、水素ガスで作動。現在は、Electric Motor 部分のみを通常の船につけているが、今後は、ドイツから船体ごと E-Boat を持ってくることになっている。



アイスランドらしい水素エネルギーの試み。スポンサーにドイツの Daimler の名前もみられる

水素エネルギー・燃料電池の将来は？

2014年から2015年の変わり目に、トヨタが、燃料電池に重点を置くことを発表した際のドイツの産業界の反応は、「なぜ、いまさら？」である。水素は、水・化石エネルギー源・バイオマス回路等、様々な方法で入手できる元素ではあるが、経済性からみると最適状況ではない。

ドイツ企業が、以上に触れたように、北米、アイスランド等のドイツ国外で、かなりのビジネス展開をしているという現象も、見方を変えると、水素エネルギーの適応範囲にリミットがかかっている、まだまだ、これからチャレンジしなければならない課題の多い技術といえる。

将来のエネルギーは、この技術、この資源だったら、この元素だったら・・・というような、ひとつの技術で、やってゆけるような、生易しいものではない。

太陽光・風力発電などに代表される再生可能エネルギーにすぐには、移行できないし、燃料電池も、リチウム・イオン・バッテリーも、どちらも、大切な技術である。どの技術が勝者で、残りが敗者という、考えは、浅はかである。節電をはじめとする、現在のわれわれの生活様式の見直しをはじめ、多角的なヴィジョン、粘り強い試行錯誤が、必要である。

火を使うようになって何万年という時間が流れ、人類の技術は進化し、森林・河川・海洋を利用し、石器・青銅・鉄器・石炭・石油を基盤に文明を築き上げ、現在にいたっている。地球上 70 億の人口をまかなう、環境にはやさしく、その一方で、半永久的エネルギー供給が出来る技術が、簡単に見つかるはずがない。

そう、太陽エネルギーでさえ、太陽風の変化で、Black-Out がおきることもあれば、

磁気がなくなるなどの異変で、ナビ、Navigation がつかえなくなり、陸上・海上・航空輸送、地球上の物流は、たちまちのうちに大混乱に陥ることも、忘れてはならない。

(01.03.2015 小澤エネルギー研究所
Setsuko Schwarzer)

(参考資料)

http://www.h2bz-hessen.de/mm/Wind-Wasserstoff_geschuetzt.pdf

<http://www.hessen-agentur.de/dynasite.cfm?dsmid=16043&newsid=20318&dsnocache=1>

http://www.zsw-bw.de/fileadmin/ZSW_files/Infoportal/Veranstaltungen/docs/Workshop_Zulassung_Zertifizierung_Normung_2015_final-1.pdf

http://www.linde-engineering.com/de/process_plants/hydrogen_and_synthesis_gas_plants/index.html

http://www.linde-gas.com/en/innovations/hydrogen_energy/index.html