

## 水素燃料電池社会に向けて 「北海道プロジェクト」の発進



北海道大学触媒化学研究センター 教授

市川 勝

### 1 “水素燃料電池社会”の幕開け

水素エネルギー社会の到来が現実味を帯びてきています。二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)などによる地球温暖化が深刻になる中で、石炭や石油などの化石燃料に代わる21世紀のクリーンエネルギーが水素です。この水素を空気中の酸素と結びつけて電気と熱を高い効率で取り出す装置が燃料電池です。燃えかすは水だけで、まさにクリーンなエネルギー源です。燃料電池を利用すると、手作りの電気と熱を各家庭で、どこでも思いのままに作るができるわけです。また、これまでのガソリンエンジンとは異なりCO<sub>2</sub>の排出はゼロで、騒音もなくNO<sub>x</sub>などの公害排出もゼロの、われわれの“緑の地球”を守る、まさに“切り札”的技術です。昨年暮れには、トヨタ、ホンダが、また日産自動車は本年中にも、高圧水素タンクを装備した燃料電池自動車の発売を発表しております。近く国内外にリース向け販売が開始されます。

ところが、自動車や家庭発電用の燃料電池の普及には、燃料である水素の貯蔵・供給が今大きな技術課題になっております。水素は凝縮し難い気体で、また爆発しやすいといった性質があり、扱いが面倒で

あるからです。幸いのことに、その水素を“灯油”のような有機物に貯蔵して、燃料電池に安全で、軽量・コンパクトに運搬・供給できる技術が北海道に産学連携で生まれました。現行のガソリンスタンドなどのインフラ設備を利用できるシクロヘキサン・デカリンなど液体有機ハイドライドを用いる画期的な水素の貯蔵・供給技術を基にして、水素燃料電池社会に向けての「北海道プロジェクトX」が昨年から北海道開発局の大型社会基盤整備事業として発進し、国内外で大きな関心を呼んでおります。

### 2 有機ハイドライドを用いる水素貯蔵・供給技術開発

ベンゼンやナフタレンなどの芳香族化合物は貴金属触媒の下では、大量の水素ガスを貯蔵して有機ハイドライドであるシクロヘキサンとデカリンに化学変換されます。例えば、1グラムの有機ハイドライドには約1リットルの水素が貯蔵されます。実際に、燃料電池自動車を500km走行するに必要な水素5kg(56,000L水素ガスであり、150気圧の高圧ボンベ8本分に相当する)をわずか70リットルのデカリンで貯蔵し運搬することができるのです。最近、北海道大学触媒化学研究センターの市川勝研究室と積水化学(株)、(株)電制との共同開発により、有機ハイドライドを用いた高速水素発生システムの試作器が開発されました。この水素発生反応装置は一定量のシクロヘキサンあるいはデカリンをノズルから噴霧・射出して加熱した白金触媒に吹きかけるものです。噴霧量や射出間隔を調節すると、250~320度で毎分10~20リットルの水素を高速で発生でき、住宅用の1~3kw級の燃料電池向けの水素貯蔵・供給装置の実用化開発が進められています。

さらに、最近になり、家庭発電用の水素供給装置をスケールアップした、中型の水素ステーションをイメージする有機ハイドライドを利用する“水素貯蔵・供給スタンド”の試作・実証試験の検討がはじめられています。この水素スタンドは50~100kw級燃料電池用であり、食品加工工場や集合住宅、中小の店舗などの業務用としてまず開発される水素スタンドです。その次のステップとして直近に普及する燃料電池自動車用のオンサイト型水素スタンドの事業化が続くものと考えられます。

### 3 燃料電池社会を結ぶ新しい水素ネットワーク 「シクロヘキサン・デカリンハイウエー構想」

今までは、高圧送電線を利用して、火力発電や原子力発電所で作られた電力を各家庭に送っています。ところが、電気の一番の問題は、簡単に貯蔵・保存することができないことです。そのため、太陽光発電や風力発電あるいは波力発電といった非常に貴重な自然電力もなかなか効率よく利用できないのが現状です。そこで夜間の安価な電力や太陽光・風力発電で作られる水素を有機ハイドライドに貯蔵・備蓄する、すなわち“電力の水素備蓄”の技術開発が検討されています。有機ハイドライドは水素の貯蔵剤として利用でき、さまざまな用途の燃料電池にタンク・ローリーなどで安全に運搬し、水素を供給できます。この液体有機ハイドライドを用いて、さまざまな形態の燃料電池を結びつける水素供給システムを、電気の輸送手段としての既存の高圧送電線に対して、「シクロヘキサン・デカリンハイウエー」と呼ぶことにします。いわば、水素の安全な輸送・運搬ラインであり、住宅や事業所に設置したPEMFC※やリン酸型燃料電池等に、必要なときに水素を取り出して燃料電池で電気と熱を供給する水素ネットワークです。余剰電力の水素貯蔵や、電力の平準化技術としても利用できます。大都市のみならず、送電線や、都市ガスの行き渡らない地域にも、燃料電池を備えれば、自前の電気・熱を作り出すことができます。更に、この技術で、各家庭、マンション、病院、野菜工場、水産いけす、ファーストフード店などあらゆる種類の燃料電池システムに接続・つながった地域コミュニティの“水素ネットワーク”ができあがります。まさに、燃料電池社会の到来に向けての、社会基盤の整備、都市再生の公共事業に貢献できるインフラ技術といえると思います。この技術の応用は、さらに、さまざまな燃料電池の市場、自動販売機、携帯電話、ノートパソコンをはじめとするコードレス家電製品、自立型ロボット、マイクロマシンなど多様な燃料電池マーケットの普及・展開を呼び起こすかもしれません。燃

料電池産業の経済波及効果は2010年で数兆円、2020年には100兆円と予想されています。

### 4 「北海道プロジェクトX」の発進と開発事業

なぜ、北海道が燃料電池・水素エネルギーのフロンティアになりうるのか？という点ですが、まず第一に北海道には、水素の原料となる資源が豊富です。日本最大の埋蔵量を有する苫小牧の勇払産天然ガス、2005年に向けてのサハリンからの大規模な天然ガス導入計画、さらに道内の畜産・農業・水産廃棄物から得られるバイオガス、北海道沿岸の海底の膨大なメタンハイドレートなどの水素資源に恵まれております。また、燃料電池の普及の上で、大切なことなのですが、燃料電池から得られる電気と熱のうち、熱利用が北国では有利だという点です。燃料電池を普通の家庭で使った場合、1年間の光熱料の節約とCO<sub>2</sub>削減効果は、鹿児島で36,000円、大阪、東京で37,000円、青森41,000円、と北に行くほど得する。札幌の奥様方は、1年で50,000円光熱費の節約になり、自治体の補助が出れば、2005年には、5年で1台50万円の1kw級燃料電池を自分のものにできる訳です。同時に、北海道の皆様は全国に先駆けて、CO<sub>2</sub>排出削減にも最も貢献できるのです。また、天然ガスやバイオガスからの革新的な水素製造技術の開発や有機ハイドライドを利用する水素貯蔵・供給技術など北海道発信の技術が生まれてきました。そのような背景的理由から、北海道を、札幌を、燃料電池・水素エネルギー普及のモデル地区とする「水素燃料電池社会の地域開発事業」が、国土交通省、経済産業省、環境省の連携で進められます。今まさに、「北海道プロジェクトX」の幕があけようとしています。ぜひ、北海道の皆様には新しい燃料電池社会の到来を身近に感じていただき、また、若い世代の皆様が技術開発の先頭に立ち、燃料電池・水素エネルギーに関連する新しい産業クラスターや産学連携の輪を広げていただきたく思います。

※PEMFC/高分子イオン交換膜燃料電池

#### ■プロフィール■

市川 勝(いちかわ まさる) / 1942年東京都生まれ。1965年東京大学理学部化学科卒業、1965年同大学院理学研究科化学専攻修士過程、1970年同博士過程修了、理学博士。財団法人相模中央化学研究所を経て、1983年米国ノースウェスタン大学化学科客員教授、1986年から北海道大学触媒研究所触媒化学研究センター教授。有機ハイドライド利用システム研究会副会長、天然ガス高度利用研究会会長、日本化学会理事、日本エネルギー学会理事・評議員。著書に「均一触媒と不均一触媒入門」(丸善、共著)「天然ガスの高度利用技術」(NTS出版、監修、2001年)、「燃料電池自動車の開発と材料」(シーエムシー出版、2003)など。