

対談

触媒のチカラで FCVの実用化に貢献する

当社では、「ビジョン2030」の実現のため、燃料電池触媒事業を重要な柱の一つと位置づけています。そこでFCV（燃料電池自動車）システム開発の第一人者である山梨大学の飯山明裕特任教授をお招きし、当社執行役員 研究開発センター長の五十嵐寛とともに、水素の社会実装やFCVに関する国内外の動向、触媒に求められる今後の課題などについて語っていただきました。

執行役員 研究開発センター長
五十嵐 寛

山梨大学 特任教授 水素・燃料電池ナノ材料研究センター長
飯山 明裕

なぜ、いま水素なのか

— はじめに飯山先生がセンター長を務められている、水素・燃料電池ナノ材料研究センターについて教えてください。

飯山 山梨大学は1960年代から、燃料電池の触媒研究に力を入れてきました。この間の実績が評価され、2008年に国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の事業として燃料電池ナノ材料研究センターが設立されています。その後水素の重要性が高まったのを受けて、2022年に改称されたのです。

五十嵐 水素への関心は、2020年のカーボンニュートラル宣言以降、一気に世界中で高まっていますね。

飯山 カーボンニュートラル実現のためには、再生可能エネルギーを最大限に有効活用する必要があります。その鍵となるのが余剰電力の扱いです。

ヨーロッパでは余剰電力により水電解装置を稼働させ、電力を水素に変換して貯蔵、必要に応じて再び電力として利用するシステムが整備されつつあります。あるいは水素を代替燃料として工場などの熱源としても

利用したり、水素と大気中のCO₂を原料として合成燃料(e-fuel)をつくり、新たなエネルギー源として利用する動きも出ています。いずれにしても鍵を握っているのはクリーンな水素です。

五十嵐 振り返れば日本ではいち早く1974年のサンシャイン計画により、水素活用の研究が進められていました。当時は省エネの観点からの水素活用でしたが、いま水素はCO₂フリーなエネルギー源として注目され、さらに電力とは異なり、貯留や運搬も可能な使い勝手の良いエネルギーと捉えられています。これらのメリットゆえ、新たなエネルギー源として水素が注目されているのだと思います。

— この先、世界は水素とどのように向き合おうとしているのでしょうか。

飯山 エネルギー源に関して状況が急変したのがヨーロッパです。もとよりカーボンニュートラルの流れでクリーン水素の導入を進めていたところ、ロシアによるウクライ

ナ侵攻が勃発しました。その結果、ロシアから輸入していた天然ガスから急遽脱却し、新たなエネルギー源へと移行しなければならなくなった。エネルギーの安全保障という論点も加わり、水素の導入目標値が倍増されています。

五十嵐 アメリカも「国家グリーン水素戦略」を発表しています。つい先日、飯山先生とご一緒したアメリカのエネルギー関連の報告会では、水素燃料電池の市場規模が、従来の数千万ドル単位から数十億ドル規模へと引き上げられていて驚きました。インフラ整備にも巨額の予算が投じられていて、まさに水素エネルギーにどんどん予算がついていく感じです。欧米では、水素社会を実現するためのサプライチェーン構築にも資本投下されています。

飯山 こうした動きに日本政府も敏感に反応し、2023年6月に水素基本戦略の改定版が発表されました。このなかで、2030年までの国内外における日本関連企業の水電解装置の導入目標値を15GW程度と設定しました。注目すべきは「国内外における」という、つまり世界の発電マーケットにおいて日本が占めるべき目標値を設定している点です。日本の水電解産業を海外市場へ進出させる、そんなプランを政府が考えていると知り、期待の大きさを改めて感じ取っているのではないのでしょうか。しかも国内における水素の導入目標をこれまでは2030年と

2050年の分しか設定していなかったのに対して、新たに2040年度の間目標を追加発表しました。日本からのエネルギー関連の輸出も含めた具体的な構想は未だかつてない動きですから、水素関連業界にも強いインパクトを与えています。

— 国の動きを産業界はどのように受け止めているのでしょうか。

五十嵐 企業としては、いつまでに、どこまでのレベルで、どれだけの量を目標として研究開発を進めればよいのかという具体的な指標が、これまではわかりませんでした。正直なところ、余剰電力や再生可能エネルギーを活用して水素をつくるだけでは、エネルギー源の水素転換は難しいとも考えていました。けれども国としての方向性が定まったからには、企業としての投資の方向性も明らかになります。国の戦略は強力な後押しになると受け止めています。

飯山 国の動きを見ていると、水素を競争力のある産業分野に育てたいとの思いを強く感じます。例えば中東など再生可能エネルギーが豊富なエリアで日本企業の水電解装置を活用し、グリーンで安価な水素をつくって日本に運んでくる。そんな動きがこれから加速すると考えています。

水素バリューチェーンの鍵を握る触媒

— 水素の重要性が高まってくると、そのバリューチェーンを考えるうえで欠かせない技術が触媒です。触媒については、どのような課題があるのでしょうか。

飯山 触媒については、レアメタルであるイリジウムの資源問題があります。酸素発生活性が高く、耐久性も高い触媒として、まずあげられるのがイリジウムですが、埋蔵量、採掘量ともに非常に少ない。その点についてはエヌ・イー ケムキャットの技術力で、省資源化が進むことを期待しています。

五十嵐 もちろん我々としても、イリジウムの大量使用は問題と認識しています。そのためイリジウムの使用量を極限まで減らせる触媒開発に取り組んでいて、アメリカの国立研究所とのオープンイノベーションにも挑戦し

ています。高性能で高品質な触媒を安定供給するのが、我々のような触媒メーカーの役割であり、現状の延長線上にある技術を追究している限り、コストも含めて革新的な触媒の実用化は難しいと覚悟しています。だから実現できれば世界を変える、そんな可能性のある高機能な触媒開発を目標としています。

飯山 水素のバリューチェーン全体にまで話を広げると、どのような展開を考えているのでしょうか。

五十嵐 例えばアンモニアなど水素化合物による水素の貯蔵や輸送、あるいは水素によるクリーンな燃料の合成です。いずれも触媒が重要な役割を果たしますから、これらの分野での貢献も視野に入れていきます。

水素の社会実装、FCV実用化への道筋

—— 水素需要の拡大に関しては、FCVの普及が大きな鍵となります。今後の展開についてどのようにお考えでしょうか。

飯山 FCVについては、乗用車と商用車に分けて考える必要があります。そのうち乗用車部門では、バッテリーEVやプラグインHVなど競争相手が非常に多く、しかも既にマーケットが確立されています。一方でFCVのインフラとなる水素ステーションの整備は十分とは言えない。現時点で水素ステーションの整備を進めるのはコスト面で難しいため、乗用車としてのFCVは今のところ選択肢とはなりにくいのが実状でしょう。

五十嵐 一方で商用車となると、状況が一変しますね。

飯山 そのとおりで、例えば大型のトラックをバッテリーEVで走らせるのは、航続距離が限られるため現実的ではありません。となると商用車での競争相手はe-fuelや水素エンジンなどですが、その場合はコストや効率の面でFCVが最も現実的な選択肢となります。したがって、FCVの本格普及は、大型商用車からになると考えています。

五十嵐 アメリカでは大陸横断トレーラーなどの輸送車両をFCV化する動きがあります。一定ルートでの輸送に限定するなら、水素ステーションも必要な拠点に設置す

ればよいので、実用化は十分に可能でしょう。

飯山 だからといって乗用車が無視されているわけでもありません。NEDOでも大型商用車としてのFCVの研究を進めていますが、これに成功すれば、乗用車でもバッテリーEVとせめぎ合っている大型車などの領域についてはFCVの方が将来有望と考えられています。

五十嵐 我々も自動車メーカー各社とFCVの開発に取り組んでいますが、主力は商用車であり、これに続くのが大型の乗用車です。このジャンルでのFCVが増えてくれば、インフラの問題解決法も明らかになってくると考えています。欧米では、長距離対応を前提とした水素ステーションの整備が進められています。日本でもFCVの商用車が動き出せば、需要喚起のためのインフラ整備の動きが出てくるでしょう。

—— FCVの実用化では触媒の果たす役割が重要です。具体的にはどのような技術要求や基準を満たせばよいのでしょうか。

飯山 要求水準についてはNEDOがロードマップを定めていて、大型商用車の燃料電池用触媒として、満たすべき数値設定が示されています。これが従来とは次元の異なるレベル設定となっていて、これまで作動温度を95℃ぐらいで設定していたのが、一気に120℃での安定作動が求められています。触媒の研究者からすれば「そんな無茶な!」というレベルの目標です。

五十嵐 確かにある意味とんでもない目標です。この目標を達成するためには、技術メーカーだけでなく材料メーカーとも一体となって、開発に取り組む必要があると受け止めています。

飯山 極めて高い目標設定は、危機感の裏返しだと受け止めています。要するに従来の延長線上での技術発展では限界を突破できないため、マテリアルズインフォマティクスなども駆使した非連続的な進化が求められているのです。2040年に実用化したいと考えているレベルに到達するには、イノベーションが欠かせません。

五十嵐 私は30年前から燃料電池の開発に携わってきました。当時は30年後の世界では、FCVが走り回ってい

ると思っていました。同じ思いの研究者は多く、海外の自動車メーカーとの打ち合わせでも「なかなか思うように進まず、本当に苦労するね」が挨拶代わりになるくらいです。けれども、飯山先生がおっしゃるように、現時点では非現実的と思えるぐらいの目標を掲げなければ、画期的な進化は望めません。私の将来の夢は、「FCVを国民車のようにしたい」ということです。クルマを買いたいと思う人が最初に思い浮かべるクルマ、FCVをそんな存在にしていきたいのです。

飯山 そのためにも次世代触媒、コアシェル触媒の開発に期待しています。触媒粒子の表面、つまりシエルの

次世代の水素分野の人材育成

—— 非常に可能性に満ちた水素ですが、その可能性を実現するためには人材が欠かせません。人材育成については、どのようにお考えでしょうか。

飯山 現時点で2つの取り組みを行っています。1つは山梨県から委託を受けて、県内の中小企業の技術者に対して「水素・燃料電池産業技術人材養成講座」を実施しています。水素燃料分野のリーディング企業の技術者を招いた講義や、実際の燃料電池を使った実技など、新しいスキルを身につけていただく機会を提供しています。

もう1つが、地元の小中学生を対象とした「水素・燃料電池教室」の開催です。将来を担う若者たちに、水素の魅力を知ってほしいと考えています。その意味では、2024年4月から山梨大学工学部に「グリーンエネルギー化学コース」を新設するのも、これからの水素エネルギーを担う人材育成策の1つです。

五十嵐 そうしたなかから、優秀な人材が生まれてくると思いますので、飯山先生の取り組みには当社も非常に期待しています。飯山先生がおっしゃるように、研究開発には若い人の力が欠かせません。イノベティブなアイデアは、専門領域を外れた人たちから飛び出してくるケースもあります。ですので、私たちも、ちょっとした気付きや発見を形にしていくことを意識しています。こと技術に関しては上下関係なく議論を戦わせることができ、イメージネーションを刺激し合える環境が非常に大事です。“人を育てる”というより

一層だけに白金などの活性の高い材料を配置して、コア部分は別の材料を使う。これによりレアメタルである白金の使用量を極限まで抑えられます。単原子層からなる究極の触媒開発の進捗は、どれぐらい進んでいるのでしょうか。

五十嵐 先程も述べたようにアメリカの国立研究所とも共同開発に取り組んでいて、現時点では詳細なお話ができないのが正直なところですが、ただし2040年くらいにはFCVが普通に走り回っている世界を実現したい。そのためには2030年には私たちの提案が、具体的な形になっている必要があると考えています。



飯山 明裕 (いよいよあきひろ)

東京大学卒業後、大手自動車メーカーに入社。燃料電池、EVシステムなどの研究開発に携わり、同社の研究所長等を経て、2015年2月に山梨大学大学院総合研究部工学域の特任教授に就任。自動車用燃料電池システム、電極触媒、電解質材料(膜)、MEAなどの研究に携わる。工学博士。

も、“人が育つ環境をつくる”ということを意識しています。

飯山 今回の対談を通じて、触媒は水素だけでなく、モノづくりをはじめとして世の中の幅広い領域で使われており、カーボンニュートラル実現のためにも欠かせないものだ改めて認識しました。御社にとっては、いたるところにビジネスがあると思いますので、ぜひ、そうしたチャンスを見逃さず、頑張ってくださいと思います。