

公開シンポジウム 北海道における 水素社会の実現に向けて

国土交通省北海道開発局開発監理部
開発調査課

2014年4月に閣議決定されたエネルギー基本計画^{※1}に「“水素社会”の実現に向けた取組の加速」が明記されました。多様な製造手段、様々な形態で貯蔵・輸送が可能、かつ、低い環境負荷の効果が期待できる水素は、北海道においても豊富に賦存する再生可能エネルギーのポテンシャルを有効活用する二次エネルギー^{※2}として交通やまちづくりに適用できる可能性があり、関心が高まっています。

2014年11月20日、札幌市において、国土交通省北海道開発局は北海道と共催し、国内、道内で水素利用を先進的に取り組んでいる方々を招き、北海道における水素社会を将来的に実現するための取組について認識を共有することを目的に公開シンポジウム「北海道における水素社会の実現に向けて」を開催しました。

特別講演

これからの北海道を考える～持続可能な社会を目指して～

地球温暖化によって海水温が上がることは、異常気象の発生がますます増えることを意味します。最近、集中豪雨が増え、台風も大型化しています。常時の気温が少しずつ上がることも問題ですが、もっと注意すべきことは、私たちの生存に関わることが度々発生することです。特に



佐伯 浩 氏
北海道大学名誉教授
(前北海道大学総長)

北海道は、農業・水産業・林業等が盛んなので、温暖化に対して十分配慮しないと、次の世紀まで北海道の産業がもたなくなってしまうことに注意すべきです。

北海道経済は、一次産業が異常気象で駄目になると、ますます大きな影響を受けます。環境問題と同時に、北海道経済の自立も大事です。その中で、特に注目すべきことは、北海道の輸入品目で最も多いのが鉱物性燃料であることです。域外収支のマイナス約1兆5,000億円のうち約71%が、エネルギーの輸入によるものです。ちなみに、全国平均は約34%です。これは北海道が、冬の寒さや広い土地を移動する際の車の燃料など、特にエネルギーが必要な地域だからです。

※1 エネルギー基本計画

2002年6月に制定されたエネルギー政策基本法に基づき、政府が策定するエネルギー政策の基本的な方向性を示すもの。本計画は第4次の計画となる。

※2 二次エネルギー

電気・都市ガスなど、自然から採取されたままの石炭・石油などを変換・加工したもの。

今日の議題である水素エネルギー社会が実現し、水素が広範囲に使えるようになり、さらにそれが北海道の持つ再生可能エネルギーで賄えるようになると、この鉱物性燃料の輸入をかなり減らせる可能性があります。私たちが今エネルギーの仕組みを変えることは、北海道経済の面からも非常に大事だといえます。

北海道が持続可能な社会をつくり、発展を遂げていくには、まず地球規模の環境問題を解決すべきです。これは北海道が農業や水産業への依存が大きいことから当然です。もう一つは、観光です。北海道に来る観光客は、夏は涼やかな気候を楽しみ、冬は東南アジア等に見えない雪を見に来ます。もちろん北海道の広々とした自然、生物の多様性、野生動物が多いことなども観光に影響します。地球規模の環境問題は、北海道の観光に非常に深く影響を与えています。

北海道をさらに良くするには、冬季の冷熱、寒さ、雪、氷、凍土などの利活用を一層進めることと、水素エネルギー社会に関連する再生可能エネルギーの積極的な開発と利用が重要です。これらにより北海道の自然が維持され、かつ、経済的にも今までより豊かな状況になっていきます。

再生可能エネルギーと水素社会を結びつけることにより、クリーンな社会ができます。水素社会は、エネルギー面からも環境面からも理想的ですが、再生可能エネルギーの欠点と、水素の長距離移送、コンパクト輸送等の課題を解決する必要があります。

また、2014年12月から水素を燃料とするFCV^{※3}が売り出され、15年度中には100カ所の水素ステーションができるということで、水素社会に一步踏み込んだこととなりますが、その水素はどこで作られたかが非常に問題です。CO₂を出さないで作られた水素であればよいのですが、大量に供給するために石油資源を利用するとか、鉄鋼などを作る過程で出てくる副生水素^{※4}を取り出すのであれば、純粋にCO₂が出ていないとはいえません。

日本は、世界各国と比べると課題が先に出てくる「課題先進国」といわれています。日本が、他の国ではま

だ明らかになっていない課題を意識することは、日本の将来や日本の社会システムを変えることになり、それが世界標準になればよいと思います。

そういう意味で、FCVの発売が産業や研究の動機付けとなって、社会も大きく変わり、持続可能な社会が約束されることになればと思います。

講演 1

北海道における水素の可能性

再生可能エネルギーには非常に可能性があり、風力は陸上はもちろん、洋上に風車を作る技術も既にできつつあります。そうすると将来のエネルギー社会では、二通りの方法によって水素が作られると思います。一つは、石炭や天然ガスを水蒸気と反応させて水素を製造し輸送する。その際に発生するCO₂は、CCS技術^{※5}により地面の中に埋めてしまう。もう一つは、再生可能エネルギーで作った電気で、例えば風がたくさん吹いて電気が余っている時間帯に水素を製造しておく。そして、それを液体水素や有機ハイドライド^{※6}という物質に変換する。いずれの方法になるのかわかりませんが、そのような技術で生成した水素をステーションに送り、燃料電池自動車に供給する。場合によっては、都市ガスのラインに水素を混ぜて各家庭に送り、コージェネレーション^{※7}装置で発電する一方、その排熱で暖房や給湯をする。このような形で、水素を利用していく社会になるとイメージしています。

北海道で1年間に使っている電気エネルギーを、太陽電池30%、風力70%で賄おうとすると、どれだけの面積や長さが必要か試算をしました。太陽電池を直径9kmの面積に並べる一方、直径65m級の風車を150m間隔で8列、計90kmくらい並べると、これで北海道の必要な年間の電力量が賄えるのです。

「私たちは食料生産でどれだけ畑の面積を使っていますか」と聞くと、「そんなに使っているのか」と言



近久 武美 氏
北海道大学大学院工学
研究院教授

※3 FCV (fuel cell vehicle)

燃料電池自動車。燃料電池を搭載した電気自動車。

※4 副生水素

化学や鉄鋼等の生産工程で副次的に発生する水素。

※5 CCS技術 (Carbon Dioxide Capture & Storage)

集中発生源からCO₂を回収、輸送、貯蔵する技術。

※6 有機ハイドライド

芳香族化合物に水素を結合させた水素化合物。水素化合物とすることにより、水素を安全・容易に取り扱えるようになる。

※7 コージェネレーション (cogeneration)

電力と有用な熱を同時に生産するシステム。

う人はいません。それに比べて、もっと少ない面積で自然エネルギーは十分供給できるポテンシャルがあることを、ここで強調したい。面積的には問題ないのです。

ただし、自然エネルギーは、コストが多少高くなります。しかし、私たちが払ったお金は、大部分が海外に燃料代として出ています。それが自分たちの自然エネルギーインフラづくりでお金が循環するのであれば、雇用も増えてきます。したがって、こう考えるとコスト的にも問題ないと言えるわけです。

北海道は、食料や自然エネルギーで豊かになれるのです。ただし、その際のメカニズムをしっかりと考えないといけません。すなわち、もうかる話は概して道外資本に良いところを取られてしまうわけです。したがって、道外資本に対抗できるように、道民から広くお金を集め、お金を循環させるシステムづくりが必要です。水素社会を形成する初期段階は、行政の資金投入によるリードが必要です。行政の役割は非常に大きいでしょう。

道外資本に対抗し、北海道が食料とエネルギーで豊かになるために、市民ファンドの形成を政策的にリードするような考え方が必要です。

講演 2

室蘭から北海道水素社会を創る



青山 剛 氏
室蘭市長

室蘭市はこれまで多くの水素に関する取組を行っています。2003年度以降、産学官で連携し、水素の様々な可能性に関する研究やシンポジウムの開催を通じ、室蘭市の水素社会の可能性について勉強しました。その後、室蘭市で水素バスが走るといったこともありました。2013年9月には「室蘭地域環境エネルギーフロンティア産学官民研究会」がスタートし、住民参加型の取組を行っています。

室蘭市の水素の歴史は、(株)日本製鋼所の鋼の水素吸着の発見から始まります。鉄や鋼を鍛える際に鋼の中

に入ってしまう水素をいかに取り除くかという課題の解決に研究者が腐心され、水素吸蔵合金を開発しました。水素ステーションを設置する際、大きな役割を果たすのが水素の蓄圧機^{※8}、高圧の水素容器です。また、新日鐵住金(株)の製鉄プロセスにはコークス炉があり、その中に副生水素やメタンガスが含まれています。現在、副生水素は製鉄所内で発電に利用されていますが、純度を高めて新しい利用ができないか研究に取り組んでいます。

室蘭市は、水素を導入することが目的ではなく、低炭素なまちづくり、環境に優しいまちづくりをどのように進めていくかを考えています。現在、温暖化対策実行計画や低炭素まちづくり計画の要素を取り込んだ「室蘭グリーンエネルギータウン構想」を策定しています。地場企業の技術を積極的に活用することにより、環境産業の振興、地域経済の活性化、まちづくりの推進を確かなものにしていこうと考えています。

国の計画では、4大都市圏を中心に水素社会をつくるロードマップになっていると感じます。東京オリンピックから50年経って北海道に新幹線が来ると喜んでいると思えば、東京ではリニアが走る時代です。いつも時代に取り残されているのが北海道かなと思っています。そういう思いもあり、水素については決して他地域に遅れることなく、室蘭から北海道の水素社会をつくっていく強い気概と、ものづくりの町の意地とプライドにかけて取り組んでいきます。

パネルディスカッション

北海道における水素社会の実現に向けて

桜田 国土交通省北海道局では、第7期北海道総合開発計画^{※9}を進めており、その中で水素については産学官連携による研究開発等を促進することをうたっています。

水素の使い方としては産業用、民生用、環境や交通の面からの取組がありますが、国土交通省ではまちづ



桜田 昌之
国土交通省北海道局参事官

※8 蓄圧機
液体（油・水等）の圧力エネルギーを気体（窒素ガス）の圧力エネルギーに変換して蓄えておくもの。自動車のバッテリーに相当するようなもの。

※9 第7期北海道総合開発計画
平成20年7月、閣議決定。計画期間は平成20年度からおおむね29年度まで。25年5月、中間点検報告書が取りまとめられた。

くりの面からアプローチできないかと考えています。

水素を道内でたくさん供給できれば、まず地元で地産地消する。例としては、FCVによる地域交通、民生用エネファーム^{※10}、分散型の集落が多いためそれを賄う燃料電池、さらには地域熱電供給、水素から電力に戻して北海道・本州間連系設備を使って本州に供給することも可能になると考えます。

本日は、全道から多くの自治体の参加があります。水素の取組にどんどん挑戦する自治体が出てくることを期待しています。国土交通省は、それらの取組を支援するプラットフォームを、北海道も交えてつくっていく考えです。

白野 北海道は全国一高い再生可能エネルギーのポテンシャルに加え、室蘭市を中心に水素関連企業が集積しています。水素の利活用は、4大都市圏が先行していますが、関東以北では唯一、室蘭市を中心に水素関連企業の集積を高度に生かすことが可能と考えます。日本が成熟した水素エネルギーの利用技術を世界に展開していくことを目標に、エネルギー使用量の多い先進諸国や北方圏諸国に水素技術を広めていくには、寒冷地向けの技術開発が必要であり、その実証試験には北海道が最適です。また、水素を作り、残りのCO₂をCCS技術で地中に固定、貯留するシステムも、北海道は全国より可能性が高いのではないのでしょうか。大量の畜産バイオマスをメタンにして発電し、いったんメタンから水素にしておくと、使いたいときに熱や電気にして、農業生産の現場にも使えるのではないかと考えます。

これらのいろいろな可能性を追求し、北海道の優位性を生かしながら、低炭素で安心、安全な水素社会北海道を目指していきます。

大田 日本の未利用風力の5割は北海道にあるという環境省の報告があります。仮に、風況が7.5m/sの所に風力発電所を建てた場合、約20GW^{※11}、大型の原子力発電所6基分の電気が作れます。ところが、実際には



大田 裕之 氏
(株)東芝次世代エネルギー事業開発プロジェクトチーム統括部長

そのうち3%の0.6GWしかつなげられない。問題はいくつかあり、水素であれば解決できるのではと考えます。

一つは、水素貯蔵システムです。太陽光や風力は気象条件による不安定なものですから、なかなかグリッド^{※12}に入れられない。これを水の電気分解で水素に変える。グリッドに流れている深夜電力や余剰電力もいったん水素に変える。そして、工場、学校、住宅の電力需要の高いときに、貯めた水素を燃料電池で電気に変えて、安定した電力として送ります。

もう一つが、北海道水素サプライチェーンです。これは、風況が良い地域が送電網から離れていること、小さな道内電力需要だと作っても売れないという問題を解決します。供給側として電力網につながらないオフグリッド^{※13}のウィンドファーム(3MW^{※14}×130基)を建てた場合、1日当たり50tの液体水素が作られます。これをタンクローリーで運ぶ。北海道にはこれを50カ所置けるポテンシャルがありますので、水素のガス製造量に換算すると年間100億m³の水素が得られます。需要側としては、燃料電池を工場、ビル、家庭に設置し、電気と燃料電池で出てくる熱を温水として供給します。また、都市ガス、LPG、灯油、その大部分を消費する暖房、煮炊きの熱エネルギーが水素でできます。それから燃料電池への供給です。100億m³を全部電気の形で使うと、換算値で2.6GWのパワーが出ます。これは道内の発電量の約3割、灯油に換算すると道内消費の約44%です。道内の車両370万台が全部FCVに変わったとしても道内の水素で賄うことができます。

系統の余った電気、小水力発電、地熱発電などから水素を作り、液体水素としてタンクローリーで運ぶというサプライチェーンをつくるのが、未利用の再生可能エネルギーを使いこなす一つの方策です。

谷 水素は石炭、石油、天然ガス、それから苛性ソーダ分解、循環工業の副生ガスとして出てきます。ただ



白野 暢
北海道環境生活部環境局地球温暖化対策室長

※10 エネファーム
 燃料電池実用化推進協議会が定めた「家庭用燃料電池コージェネレーションシステム」の統一名称。一般家庭に設置する自家発電・給湯設備で、都市ガス等から水素を取り出し、空気中の酸素と反応させて発電するシステム。発電時の排熱も給湯に利用。

※11 GW
 ギガワット。1GW = 100万kW。電力の単位。

※12 グリッド
 送電網。電線を伝って電力会社から家などに送られる電力網。

※13 オフグリッド
 送電網とつながっていない電力システム。

※14 MW
 メガワット。1MW = 1,000kW。電力の単位。



谷 義勝 氏
イワタニガスネットワーク
㈱開発担当部長

し、その際水素とともにCO₂が必ず発生します。化石燃料と水素を考えていく上では、水素とCO₂はコインの裏表にあることを念頭に置いて、今後、エネルギー計画を組み立てていく必要があります。

今後注目していかなければと思っているのは、食品廃棄物の処理によるバイオガスです。ここから約2億～3億m³の水素が取れると思います。それと家畜の糞尿^{ふんにょう}です。北海道は非常に大きなポテンシャルを持っています。仮に50万頭の乳牛がいると、その糞尿から約7億m³の水素ができると見えています。

北九州で水素タウン実証プロジェクトを行いました。水素型の燃料電池の耐久性や、水素の配管を都市ガスのように街の中に地下埋設して、はたして安全に供給できるかどうかを実証実験しました。結果は問題なく、水素は社会の中で使えます。これらから得たいろいろな知見を基に、新しい機器、システム開発に向けて取り組んでいます。

現在、液体水素の供給基地は全国に3カ所あり、日本の需要の約40%、全国60社以上のお客さまに供給しています。液体水素は極低温^{※15}で超高純度、大量輸送ができる。これは大変なメリットです。

北海道には牛もたくさんいるし、再生可能エネルギー、地熱もある。まさに新しいエネルギーの宝庫です。次のエネルギーは北海道から、当社が液体水素を消費地に向けて運ぶことを夢見ています。



三谷 和久 氏
トヨタ自動車㈱技術統括
部主幹

三谷 自動車メーカーとして目指すべき持続可能な社会は、エネルギーの安全保障と環境維持の両面で安全安心な社会です。その両面を備えている水素エネルギーは、社会を変えていくポテンシャルがあると信じて開発を進めています。

命を乗せている商品としては、や

はり安全性と信頼性がベースにあります。その上で、大気汚染、CO₂、石油の将来の不安、こういった課題を解決していかなければ自動車産業は生き残れないと考えています。

自動車用のパワートレーン^{※16}の多様化ということで、省石油という概念でものづくりを行っています。その範疇^{はんちゆう}でHV^{※17}ができました。ただそれだけではいけない。そこから派生する技術としてEV^{※18}、PHV^{※19}、そして今日の話題であるFCVです。FCVは、ゼロエミッションや燃料の多様化にも対応できて、走りそのものもすごく楽しいものが出来上がりましたが、それらはモーターで駆動している以上全部EVでこなせませす。ただし、FCVは航続距離が長い、水素の充填時間が3分程度と短い、氷点下での始動性も良好という使い勝手の良さがあります。寒冷地のEVはなかなか難しいと思いますが、FCVは市場が形成されるポテンシャルを持っています。

近久 日本だけが先行して燃料電池自動車の開発を行っても、技術がガラパゴス化しませんか。

三谷 現在、FCVを開発できるのは世界に6社、そのうち3社が国内メーカーです。開発は欧米のメーカーと一緒にっており、世界基準調和といったルールづくりも日本主導で進める下地ができています。

近久 世界には褐炭^{※20}から水素を作って、液体水素で日本に送ってくるポテンシャルがある状況です。北海道で水素を作ってビジネスにしようと考えた場合、このような海外から入ってくる水素との競争力など、将来の水素価格を含めたイメージはどうですか。

谷 これから先、石油価格が下がるというシナリオはなかなか描きにくい中で、日本固有の再生可能エネルギーをいかに使用していくか。社会資本としてキャパックス^{※21}の処理ができれば、コストは下がっていく可能性があると考えています。

また、水素価格は政府のロードマップに30円/Nm³^{※22}くらいと載っていてそれを実現しようと動いています。が、これくらいの価格はオベックス^{※23}ベースではで

※15 極低温
絶対零度（セ氏マイナス273.15度）に近い、きわめて低い温度領域。

※16 パワートレーン
エンジンで発動させた動力を車輪に伝える装置の総称。

※17 HV (hybrid vehicle)
ハイブリッド車。

※18 EV (electric vehicle)
電気自動車。

※19 PHV (plug-in hybrid)
ハイブリッド車のうち、家庭用電源のコンセントなどからバッテリーに充電できるようにした車。

※20 褐炭
炭化の程度の低い、暗褐色の石炭。水分・揮発分を多く含む

※21 キャパックス (CAPEX) (Capital Expenditure)
不動産や設備の価値を維持、または向上させるための設備投資に関する資本的支出。資産に計上され、減価償却の対象になる。

※22 Nm³
1気圧0度の水素1m³。

※23 オベックス (OPEX) (Operating Expense)
事業などを運営していくために継続して必要となる費用。運営費。

きるかなと思います。

近久 水素価格が30円/Nm³となると風力発電も相当安くならないといけませんね。

大田 ロードマップによると、2050年の天然ガス火力が約30円/Nm³です。この価格の定義は、港湾で水素を引き揚げて近くの火力発電所に供給することを想定した価格です。北海道内で各家庭が水素業者に支払う価格を約50円/Nm³と見ています。これは港湾部で30円/Nm³の水素を、タンクローリーなどで北海道の内陸部に輸送した際の20~30円のコストが上乗せされた場合です。こう考えると、北海道内で作った水素は、2050年の想定での30円/Nm³の天然ガスと競争力があると思っています。

また、日本では風力発電の電気コストが非常に高いのですが、海外では風力はもう高くないのです。風力は水素を作るには適した電力だと思っていますし、北海道での水素サプライチェーンは筋が良い考えだと思います。

三谷 地産地消型の自然エネルギーを使い、あまり運ばなくともよいと考ええると、天然ガスと対抗できる気もします。

近久 地産地消の社会づくりを進めるためには、行政の役割は非常に重要です。水素に関しての行政ビジョンをお願いします。

白野 今のところ、平成27年度には、北海道が目指す水素社会の考え方、ビジョンや、できればその実現に向けたロードマップを取りまとめられたらと考えています。国土交通省とも相談しながら、その取りまとめのための協議の場について、年度末に向けて検討していきたいと考えています。

桜田 長い目で見ていくのが大切です。太陽や風などの持続可能エネルギーを資源に活用していく方向を国土交通省としても持ち続けて、学識関係者、北海道ほか関係機関、各企業の皆さまと連携して、検討の母体をつくって取組を進めていきたいと考えています。



近久 会場からの質問をお受けします。

会場 北海道は熱需要が大きい。電力と水素、あるいは熱との交換性が高くなると、需要が非常に大きくなりませんか。水素製造の設備投資はどれくらいですか。

大田 北海道は水素を作って電気に戻すよりも、熱利用として使った方がいいと思います。

設備投資費用は、例えば、都市ガスを使うエネファームは約130万円です。10年動かして電気だけ使うのと同じです。エネファームは改質器^{※24}が必要ですが、純水素の場合は不要ですので、今より導入しやすいと思います。

近久 水素からコージェネレーションで電気と熱を作って、電気は系統に戻したり自家消費する、その熱を暖房に使用する、このようなシステムが北海道に適していると思います。

水を電気分解すると、水素のほかに酸素もできます。酸素の利用法はないのでしょうか。

谷 酸素を燃料電池の発電側に使って効率を上げることができないだろうかと思っています。また、養殖や健康、医療など生活エリアで使われている所に酸素を持って行って、それを付加価値として回収できれば、水素のコストは下がってくると考えられます。

大田 例えば、オゾン化してそれを廃棄物処理に使う案があります。水素だけの価格では勝負できませんが、もし酸素の利用がお金になれば、すごく楽になります。

近久 ビジネスとして水素社会ができていくのは10~15年の長いスパンの問題です。地道にしっかり考えていかないといけません。

水素社会のポテンシャルは高いと感じます。また、日本のGDPを上げる起爆剤になるポテンシャルが一番高いのは、エネルギーだと思います。エネルギーに関するお金は、現在そのほとんどが海外に出ています。これを国内で循環する仕組みにすれば、GDPが上がるポテンシャルを持っています。そのサイクルをどうつくるかは行政の手腕にかかっています。そうした行政のかじ取りを期待し、今日のシンポジウムのまとめとします。

※24 改質器
エネファームを構成する装置の一つ。燃料（都市ガス・LPガス・灯油など）を触媒を用いて高温で反応させ、水素と同時に熱も得る。