

第19回福岡県地域エネルギー政策研究会 議事録

1 開催日時等

- (1) 日 時 平成28年11月14日(月曜日) 13:00から17:10まで
- (2) 場 所 吉塚合同庁舎 7階 特6会議室

2 議題

- (1) 【事務局説明】これまでの経過等について
 - 前回の議事概要
 - 福岡県エネルギー政策推進本部の設置
- (2) 【講演】水素エネルギー社会の実現と再生可能エネルギー由来水素の展望について
(講師) (一財)日本エネルギー経済研究所 新エネルギー・国際協力
支援ユニット新エネルギーグループ マネージャー研究主幹
柴田 善朗 氏
- (3) 【委員報告】水素エネルギー社会の実現に向けた福岡県の取組み
(発表) 県商工部新産業振興課
- (4) 【委員報告】九州大学エネルギー研究教育機構について
(再エネ・水素連携プロジェクトを含めて)
(発表) 九州大学 副学長・主幹教授
次世代燃料電池産学連携研究センター長
佐々木 一成 氏
- (5) 【委員報告】風力発電関連産業の「総合拠点」を目指して
(発表) 北九州市
- (6) 【討議】水素を本格的に利活用する水素エネルギー社会の実現に向けて
- (7) 【事務局説明】研究会の今後の活動について

3 会議の概要等

(1) 座長挨拶

- 今月4日には、2020年以降の地球温暖化対策に向けた新たな国際的枠組みである「パリ協定」が発効し、我が国も2030年までに温室効果ガス削減量を13年比26%削減の達成に向け、チャレンジをしていくこととなる。
- これらの削減に併せて、エネルギーミックスの実現に向けた省エネや再エネの導入拡大や、電気・熱をこれまで以上に有効活用する新たなエネルギーシステムの構築のほか、長期のエネルギーシステムのあり方を見据え、二次エネルギーとして期待される水素エネルギーについても、取組を戦略的に進めていくことが必要とされる。
- こうした情勢を踏まえつつ、本日の研究会では、昨年度からのテーマである「エネルギーミックスを踏まえた今後の地方の取組み」の中で、「水素を本格的に利活用する水素エネルギー社会の実現」に向けた、地方の果たすべき役割等について議論を行う。
- 前半では、事務局から「これまでの経緯」として、前回の議論の概要や県が9月に設置した「エネルギー政策推進本部」について報告してもらう。
- 次に、「水素エネルギー社会の実現と再生可能エネルギー由来水素の展望」について、日本エネルギー経済研究所の柴田研究主幹から、シンクタンクの立場から、水素社会の実現性をはじめ、再エネ由来の水素の電力貯蔵システムの開発に向けた様々な課題を講演していただく。
- 次に、「水素エネルギー社会の実現に向けた福岡県の取組み」について、県商工部から報告していただく。
- 後半では、学際融合連携を図るため10月に設置された「九州大学エネルギー研究教育機構」と、そこで取り組む再エネ利用水素エネルギー研究について、佐々木委員から情報提供していただく。
- 次に、「響灘地区における洋上風力発電事業」について、当研究会の梅本委員の代理である、北九州市環境局古田部長に情報提供していただく。
- これらの情報を踏まえ、委員間で議論を行う。
- また、当研究会の今後の活動についても、委員の皆様からご意見をお聞かせいただきたい。
- 本日も、委員・事務局全員で考えていくという精神の下、忌憚のない議論を交わしていきたい。

(2) 【事務局説明】これまでの経緯等について

<事務局の説明>

- 事務局から、「第18回研究会 議事要旨」の内容及び「福岡県エネルギー政策推進本部の設置」について説明。

(3)【講演】水素エネルギー社会の実現と再生可能エネルギー由来水素の展望について

<講師の説明>

(冒頭)

- 最近の日本国内で水素の動きが活発化している状況も踏まえつつ、再生可能エネルギーを使う時にどういう課題があるのかということについて整理した。

(1. 最近の動向)

- 資料2の4ページに最近の動向を簡単にまとめている。METIでは長期的な観点に基づき技術開発をやっている。その下にエネルギーロードマップを作るといのはかなり有名な話である。NEDOも、水素チェーン、Power to Gas、もちろん要素技術のパート等、実証試験を行っている。
- 内閣府のSIP（ストラテジーイノベーションプログラム）と文科省系のJST（科学技術振興機構）は、エネルギーキャリアに特化して、アンモニアも含めて今後プログラムを進めていこうとしている。
- 国交省は、液化水素の国際的な海上ルールの案がIMO（国際海事機関）で通ったということで、液体水素を海上輸送するためのルール作りにも、尽力されている。その他、下水から水素を作るといことをされている。
- 環境省は、再エネ等も含め地域のエネルギー源から、水素を作っていくということ。
- 福岡県も含め、地方自治体で個別の事情に応じて、水素のロードマップを作っていくという動きもある。
- そういった中で国際的な動きについて、日本は、例えば燃料電池では、小型の家庭用が先行しているが、アメリカや韓国では、大型の業務用である1台あたり2~300kWの出力のものが先に市場化されている。
- 水素ステーションは日本が最近リードしており、現在90か所程度ある。
- 水素ステーションはお金がかかるため、各国補助金を出しているが、日本もそれに劣らず、設備コストだけでなくランニングコストにも補助金を出している。
- コージェネに関しては韓国やアメリカ、ヨーロッパでは、逆潮が許されているため、かなり経済的にも優遇されている状況。

(2. 水素利活用の意義と課題)

- 水素利活用の意義ということでここにまとめている。
- 定置用燃料電池が、2030年に530万台達成するためには、これから毎年30万台ぐらい導入しなければいけないが、2015年の導入台数が1年間で4万台程度であったため、かなり加速が必要。
- 全体の世帯数が減る中、集合住宅の割合や、戸建て住宅の核家族化が増加している。よって、給湯器市場における家庭用燃料電池の市場拡大のためには、各ガス会社の技術開発による発電効率の上昇、貯湯タンクの小型化、既存のボイラーの活用が検討されている。
- ガスの小売価格が電力の小売価格より安いほうが自家発電に有利であり、アメリカ、

特にカリフォルニアやニューヨーク州では、その傾向がある。一方、日本ではガス価格が電力価格の1.5倍くらいであり、若干自家発電には不向きなマーケットとなっている。燃料電池の発電効率が向上してくるにつれ、モノジェネの可能性が検討されている。

- 日本の電力価格とガス価格の比率は、0.36、アメリカの比率は0.20のため、アメリカでは、燃料電池の発電効率が45~46%ぐらいでも、モノジェネの経済性が優位になるが、日本の場合、発電効率が63%ぐらいないと、モノジェネの経済性は無く、コジェネでの運用が求められる。
- ただし、今後、技術開発等でシェールの価格が下れば、よりコンパクトなモノジェネの活用によって、住宅の構造的な制約も回避出来る可能性が出てくる。
- 燃料電池の特許件数では、日本が2010年にアメリカを抜いて世界トップに立っており、技術開発は進んでいるが、今後、世界的な市場を取っていくためには、各国の地域に応じた商品設定や営業戦略が必要になってくる。
- 水素ステーションの整備の方向性だが、ヨーロッパでは大体1か所辺りのFCVの台数が1,000台くらいだが、日本の新しいロードマップでは、大体1か所当たり300~600台という、手厚くインフラを整備していこうという動きがある。
- 水素を使う技術は重要だが、水素を国内だけでなく、世界的にどうやって流通させていくか、どういった形で世界的なチェーンを築いていくのかということも非常に重要。
- そのため、液化水素とメチルシクロヘキサン、アンモニアといったエネルギーキャリアと、どう棲み分けていくのかが、今後の議論となる。
- エネルギーの長距離輸送、つまり水素を使ってどう運ぶか、という話では、例えば極東の余っている水力から水素を作って日本に持ってくるといった構想があり、この場合、水素で輸送するのがいいのか送電線がいいのかという話が出てくる。
- 一方で、DESERTECHというヨーロッパとアフリカと中東を送電線でつないで、太陽光の電気をヨーロッパに持っていく計画やアジアスーパーグリッドといった計画もあるため、水素輸送がいいのか、送電線がいいのかという話がある。その場合、水素に競合する技術としては、直流高圧送電(HVDC)とか、超電導送電等がある。
- 国際連系で非常に問題となるのが、カントリーリスク。日本はロシアと繋ぐことを考えなければならないが、ロシアとの距離もあり、慎重にならざるを得ない。
- 再生可能エネルギーでは、今後、海洋エネルギーや洋上風力等も盛んになると思われるが、海底送電のコストが非常に高いため、水素で運んでくるという可能性もあるのではないかと。このように水素は国内で使うだけでなく、海外のエネルギーネットワークを変えていく可能性をもっている。
- どれくらい水素が日本に入るのか、弊所で2012~2013年の頃にMARKAL(マーカロ:マーケットアロケーション)というエネルギーコスト最小化のモデル手法を用いて試算した結果である。
- ケース0、1、2がある。ケース0は、CO₂制約をかけない場合であり、電源構成で示すと、コストの安い石炭火力が多くなることは直感的にもわかると思う。
- ケース1、2はCO₂を非常に厳しく制約し、基準年と比べて65%下げなければなら

ないといった状況で、ケース 1 では水素が利用できる場合、ケース 2 は、利用できない場合。

- 設定によって変わるが、水素が利用できるケース 1 では、火力発電を押しつけて水素が入ってくる方がより安いコストでCO₂の削減目標を達成できることを示している。
- 65%のCO₂削減から、更にCO₂制約を増やしていくと、水素発電がより選ばれるようになる。
- つまり、水素はCO₂を減らすための有力な技術オプションの1つである。ただし他の技術、例えばCCS技術や省エネの方が安くできるとか、水素技術、燃料電池水素発電も含め、そういった技術とも競合しながら、何が選ばれるかを検討しなければならない。
- これは、コスト最小化するための技術オプションはどのようなものかということを示した1つの道筋にすぎない。

(3. 電力系統安定化対策としての水素利活用)

- 最近注目を浴びている電力系統安定化対策としての水素利活用について説明する。
- その前に系統安定化対策として、火力等による調整、再エネの出力抑制や発電予測、揚水発電や蓄電池による蓄電及び放電がある。
- また、系統安定化対策での水素、Power to Gas は、水素を製造、貯蔵し、輸送するという、非常に多くのプロセスを経るため、複雑なシステムとなることに留意が必要。
- そのほか需要側の対策として、デマンドレスポンスや小さい蓄熱機器、蓄電機器などを総動員させて、再生可能の変動を吸収できないかという話がある。
- まず水素、Power to Gas の事の話をする前に、需要側でのエネルギー貯蔵技術について説明する。
- 数年前に、地域間連系線の増強と共に風力の変動をどこまで吸収できるか、という試算をした結果である。
- 2010年の沖縄を除く全国の風況で、何も対策しない場合はだいたい1,000万kWくらいしか風力が接続できないという試算になっている。これを北海道から九州まで完全連系させると、だいたい4,200万kWくらいまで風力が接続できるという結果になる。
- 一方、デマンドレスポンスでどれくらい風力を吸収できるかというと、需要家が、年間平均して2~3回、1回あたり数%落とすと、大体連系線を作るのと同じかそれ以上の風力吸収ポテンシャルがあるという試算になっている。
- エネルギー貯蔵技術には、水素も絡んでくるが、17ページのグラフは非常に極端な場合を示している。
- このグラフは、ある地域の電源構成を示しており、電力需要の線を上回る分が、出力抑制しなければならない再生可能エネルギーの余剰分である。これら余剰分は、充電できても放電が困難な場合もあり、蓄電池の容量が大きくならざるを得ず、コストも高くなる。
- このような場合、水素に変えるとか熱にするというような話が出てくる。

- エネルギーの貯蔵技術がどれくらいあるかということ、電気自動車のロードマップでは、2,000万kWhまで貯蔵できるとされている。一方水素のロードマップでは、80万台分のFCVが導入されており、単純にエネルギー換算すると、約1億3,000万kWhまで貯蔵できる。
- このような末端の蓄電機器がたくさん出るとは、技術的には可能だろうが、1つ1つの車や家を、アグリゲートしたビジネスが必要になってくる。
- また、蓄熱機器も日本にはたくさんあり、ヒートポンプ給湯器や電気温水器、氷蓄熱も含めて約1億5,000万kWhある。
- 日本の揚水発電が2,500kW程度あり、5時間使用する場合は、電力量で約1億2,000万kWhとなる。これに加え、先ほどのEVやFCV、蓄熱機器などの細かな機器もエネルギー貯蔵技術としての側面がある。
- 欧州では、電力系統とガス系統をうまく連系させて、ガスパイプラインを利用したPower to Gasの実証試験が約30か所で行われて、ドイツでは変動電源をガスグリッドにつなげる実証試験がある。
- 一方で日本は、パイプラインの密度がドイツの10分の1程度しかなく、余剰電気でガスを作ってパイプラインに入れることは難しい。
- さらにドイツでは、枯渇ガス田の空洞といった自然の地下貯蔵設備にも天然ガスや水素を入れられるが、日本にはほとんど無いため、なかなか日本でドイツ型のPower to Gasや電力系統とガスパイプラインの連系というのは難しいと感じている。

(4. 電解水素製造の経済性)

- 現在1Nm³の水素を作るために5kWhの電力が必要で、電解水素の製造コストは、単純計算で50円とか100円とかかかる。さらに、固定費を加えると非常に高くなるため、固定費を平準化して下げていかないといけない。
- 経済流通統計から見ると、流通しているエネルギー用途ではない圧縮水素の価格は40円/Nm³程度。一方で、エネルギー用途の水素価格がどれくらい必要なのか、求められるのか、アクセスタブルであるかは不明だが、燃料電池自動車で今100円/Nm³くらいの価格で売られている。
- 水素発電に関しては30円/Nm³で輸入すればという話があるが、それでは石炭やLNG火力に比べると高くなる。
- 電解水素の製造コストをどういう価格にするかを決定するために必要な条件として、電解設備の設備費や設備利用率等がある。
- 水素価格の目標を100円/Nm³とした場合、電解設備の設備費が100万円で、5kWhの電力が必要とした場合、設備費と製造原単位を下げないと、採算に合わず、100円/Nm³には到達しない。
- 水素価格の目標を30円/Nm³と非常に安くした場合、現在、PVが22~23円/kWh、風力が17~18円/kWhくらいする中、仮に5円/kWhを電解設備への投入電力だとしても到達できず、設備利用率を高めなければならないことが、電解設備の課題。

- 日本の余剰電力の規模を 2030 年長期エネルギー需給見通しで示された太陽光 6,400 万 kW と風力 1,000 万 kW の電源構成をもとにシミュレートした。
- 余剰電力について、対策をしない場合は PV と風力の 25% は余剰となる。揚水発電を行い、地域間連系線も最大限活用しても、PV と風力の 5% くらいが余剰となる。
- その場合、数十億 Nm³ の水素が作れると試算されるが、余剰電力が常に発生しているわけではないため、電解設備の設備利用率いわゆる負荷率が、数% となる。
- 余剰電力のみを電解設備で使用すると設備利用率が低くなるため、余剰電力と同等の本来は系統へ吸収される再エネの安定部分の電力を使用すると、設備利用率は非常に高くなる。
- この安定部分の電力を使用した場合、どれくらいコストが下がるかを計算したのが 30 ページのグラフで、北海道と九州を例に固定費が設備利用率の上昇によってどれくらい削減されるかを示している。
- 例えば北海道では、余剰電力を使うと設備利用率が 7% 程度で固定費部分の水素価格が 164 円になるが、安定部分の電力を使うと設備利用率が 98% 程度となり、固定費部分だけの水素価格は 10 円まで下げることができる。
- 同様に九州でも 100 円程度下がる。もちろん投入する電気代が上乘せされるが、かなり下げることができる試算をしている。
- 余剰電力というのは出力抑制されるため、タダだろうという人がいるが、例えタダであったとしても、電解設備の価格を現在の 100 万円 / Nm³ / h から 30~40 万円くらいまで下げないとコスト優位性は働かない。
- 余剰電力を使った水素と、本来は系統へ吸収される再生可能エネルギーの安定的な部分を比較した。
- 問題点として、調達電力の価格がある。余剰電力は無償でなくとも若干安くなる可能性があるが、安定部分型では当然、再エネの発電コストと同等の調達価格が必要となる。
- 調達可能電力量について、安定部分型は調達の見通しが可能だが、余剰電力は系統対策の度合いによって、変わるのだから、将来見通しが立て難い。
- また、電解設備の利用率もある。余剰電力型は、電力系統に負荷を与えないため、系統対策に優れている。一方、安定部分型も電力需要の新たな創出に繋がるという点で、ある程度の余剰電力の削減効果はあるが、別途系統対策は必要となる。

(5. まとめ)

- 再エネ由来水素の課題として、余剰電力型は、どれ位の電力量がどれ位の価格で調達できるかが不確実であり、将来的な見通しが立てにくいということがある。
- また、再生可能エネルギーから水素をつくるうえで、何にどう位置付けるのか、ということは非常に重要。
- あくまで、系統対策として位置付ける場合、当然、蓄電池との優劣の関係がある。また、Power to Gas で Power にして系統に戻すのがいいのか、自家消費として Power to Power で使うのがいいのか、もしくは、Power to Mobility で水素燃料電池自動車に供給した

方がいいのか、などについて考えることが必要。

- 系統対策から独立して位置付ける場合、再エネの安定部分の電力を積極的に利用することが可能となる。この時、再エネ事業者と水素事業者が一緒になってビジネスをすることが考えられる。将来的には Gas に留めず Fuel まで行くと、既存のインフラを活用しタンクローリーで運ぶという可能性もある。
- 最後に、水素社会のイメージとして、あくまで、水素に拘るのであれば、純水素型のインフラが必要であり、食生活においては、水素燃焼系機器の厨暖房機器などの開発が問題となる。
- F C V と水素ステーションは、インフラ整備して拡大していくことが課題。
- 水素発電に関しては、安価に安定的に供給されるか、否かに左右される。
- 水素源としては、まずは輸入水素が目指されているが、小規模でも再エネからの水素製造が、先に行われる可能性があると考えている。また、地域資源の活用という意味で地域に密着したエネルギーシステムを作ることは重要。
- MARKAL のモデル分析のように他の競合技術の動向、コスト、CO₂ 制約、そういったこととも関係してくる。
- 水素社会の構築は、水素のことだけではなく、電力系統やガスのほか、モーダルシフト、少子高齢化といった社会状況も踏まえつつ、どんなエネルギーシステムが日本にとって大事なのか、その中で水素がどう位置付けられるのか、そういった議論が必要。

<座長のコメント>

- 福岡県が水素の分野で先駆者となって切り拓いていく上で、大変重要な報告をいただいた。
- 単に工学的に可能かどうかではなく、経済的な分析、マーケットの中で何が起こり得るかという全体像を見せていただいた。
- 水素はバックストップエネルギーとして依存せざるを得ない時が必ず来るわけだが、既存システムの競争力が非常に強い中、現在からどのような、生産消費の社会システム、経済システム、技術、インフラを考えていくのか、複雑な形だろうと思う。そういうことから、水素の製造方法に拘らずに途中のプロセスで水素が利用される社会というのかもしれない、というのが今日の講演でいくつかあった。また、地球環境上で CO₂ 制約をかけることで、どこまで状況が開けるかという論点もあった。

<委員の質問・意見> ※○は委員の意見・質問、→は講師の回答

- 水素発電も視野に入れた、大量の水素輸入を進めることと併せて、国内の電気分解の取組によって、水素社会は実現するのではないか。
一方、海外において、褐炭ガス化による水素製造は、現地で CO₂ が発生するため、CCS のようなものとパッケージ化しなければ、大量の水素輸入という話は、成立しないことも念頭に置く必要がある。
- 大量の水素を輸入し、マーケットを活性化させ、F C V への供給水素の価格を下げて

いくことも一つの手であるし、全方位的に、国内の再生可能エネルギーを使っていくというのもエネルギーセキュリティ上重要だと思う。また、輸入となれば、水素製造の技術だけでなく市場、資源外交、政府戦略等、全て必要になってくる。

- 日本の場合、総論はCO₂排出量を下げるとのことだと思う。つまり25ページで水素のコストが火力発電のコストと競合しているが、ここにカーボンタックスの概念を入れないと、水素はいつまでもコスト高という結果になる。

カーボンタックスは今、国の目標では、CO₂で1,500円/t、CCSで2,000円/tなどと検討されている。一方で、今の技術では、20,000円/tかかるという話もある。つまり、カーボンタックスによって、水素の価値は大きく変わってくることから、来たるべき水素社会の必要性、経済性を分かりやすくするため、その概念を入れていただけないか。

また、水素の場合は、インテグレーションテクノロジー、つまりエネルギーシステム構成をどう作るのが重要。例えば、石炭ガス化後のCO₂と水素は、全体のエネルギーシステムの中でどのように扱えば一番経済的に良いのかなども、検討していただきたい。

- 電解装置が現状の1/3~1/4ほどの大幅なコストダウンが必要というのは同感。我々も、水電解の技術は最新のPEFCの技術を上手く使えば、かなりのコストダウンが出来ると思っている。

水電解のコストが1/3~1/4になったと仮定すると、水素の価格は大体いくら位になるのか。30円を下回るならば、地産地消の方が経済も潤い、エネルギーセキュリティ上もアドバンテージが出ると思う。逆に言うと設備コストがどの位まで下がると、水素の価格がどの位まで下がるのか、試算があれば、教えていただきたい。

- 30ページのグラフを見ていただくと、水電解の設備費100万円で固定費は131円なので、設備費25万円ぐらいになると、固定費だけで26円から2円ぐらいになり、設備利用率にもよるが、真ん中をとって固定費を15~16円ぐらいとすると、どういう電気を持ってくるかによって変わるが、これプラス電力代となる。

- 水電解の良い所は、電力系統で輸送出来ること。水素ガスとして運ぼうとすると、非効率であり、輸送ではアドバンテージになると思う。それも含め、最終的にはコスト計算が必要だと思う。

- カーボンタックスの計算はむずかしいか。

- 日本の場合は、RITE（（公財）地球環境産業技術研究機構）が出しているCCSの価格くらいしかないため、いくらに置くとか、その辺りは難しい。

- 税金の議論はやりにくいですが、大学だったら自由に出来るので、大学の傘を使っただくのも一つのやり方かと思う。

- 2点あり、1点目は、「電気の余剰」について、余剰の定義というのをお聞かせいただきたい。もう1点が、風力の導入ポテンシャルの議論の中で完全連系という言葉が出てきたが、完全連系に必要なコストを計算しているのか。

- 完全連系に必要なコストは計算していないが、かなりのコストがかかると思っている。余剰電力の定義は色々あるが、系統の中で吸収できず出力抑制せざるを得ない電気

と考えている。2030年のエネルギーミックスで計算している。

- 余剰電力は再生可能エネルギーに限るものではないとの考えか。
- シミュレーションでは風力、太陽光が余剰になると想定している。バイオマスが出力抑制の対象の場合もあるが、今回は、風力と太陽光という変動電源を対象にしている。
- 火力機が追従できない電源ということか。
- その通り。
- もうひとつの系統対策費だが、こちらも水素の製造コストと、製造設備コストとどのくらいバランスするかという観点を計算に入れていただきたい。

(3) 【委員報告】水素エネルギー社会の実現に向けた福岡県の取組み

<福岡県の説明>

- 福岡県の水素エネルギー社会の実現に向けたこれまでの取組み、今後の取組みについてご報告をしたい。
- 福岡水素エネルギー戦略会議は、平成16年に設立。会長は、新日鐵住金の副社長藤野様、副会長は岩谷産業(株)、JXエネルギー(株)、トヨタ自動車(株)、九州大学佐々木教授。
- 現在会員は786企業・機関あり、10年前の当初の100より、かなり大きな産学連携組織になっている。
- 幹事は21名おり、皆様からアドバイスをいただきながらプロジェクトを進めているところ。福岡水素戦略では、研究開発、社会実証、水素人材育成、新産業の育成・集積、情報拠点構築・情報発信の5つの柱で様々な取組みを進めている。
- 研究開発では、九州大学がメインで行っており、HYDROGENIUS（水素材料先端科学研究センター）において、水素の材料基礎物性の知見を活かして製品開発支援、規制の見直しに関する意見をいただいているところ。
- 現在、平成25～29年の第2期の研究課題に、鋭意取り組まれている段階。
- HYDROGENIUSでは、高圧水素下で使用されるステンレス鋼材SUS316の2倍以上の強度で非常に薄く小型化できる鋼材、SUH660を用いて、様々な水素の耐性試験を行いデータ提供した結果、今年6月にJIS規格が改定され、今後使用できるようになった。
- これは、水素ステーションの充填ノズル本体で使うもので、緊急離脱カブラ（車にノズルを挿した状態で急発進した際に離れる装置）というものだが、こういったところの本体にも使われる予定。
- 次にNEXT-FC（次世代燃料電池産学連携研究センター）は、次世代の燃料電池の性能・耐久性・信頼性向上のための基礎研究から、本格的な社会実証を可能にするための産学連携の集中研究機関。ここでは、三菱日立パワーシステムズの250kWのSOFCを連続運転実証をしている。10月で1万時間連続運転を達成し、トラブルなく順調に稼働しており、現在1万1千時間くらいになっていると聞いている。
- この連続運転の結果から、常時監視から遠隔監視へと規制見直しが平成27年12月に

されたと聞きいている。

- 次に I²CNER（アイスナー（カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所））は、水素の安全な生産・貯蔵技術開発、また二酸化炭素の回収・貯留技術の研究を実施しているところ。
- 11月12日に、科学技術担当の鶴保大臣が、九州大学のこれらの設備、研究を視察され、水素関連に、非常に興味を持ち、九州大学は頑張っているとコメントいただいた。
- 2番目の人材育成について、福岡水素エネルギー人材育成センターを平成17年から設立をしているところで、トヨタ自動車の河合様に校長になっていただいている。
- 参入を目指す企業の経営者とか技術者を対象に約1,000名の人材を育成してきた実績がある。いろいろな実技を取り入れた実践的な講義を実施しているところ。
- 社会実証では、2つの水素タウンがある。
- 1つは福岡水素タウン。発売前の家庭用燃料電池エネファームを、糸島市の一戸建て住宅に平成20年から150台集中的に設置し、実証実験をやってきた。そこで収集したデータはメーカーの次期型の製品開発等に貢献している。また、内外から約8,800人の視察者が来られた。
- 2つ目は北九州水素タウン。副生水素をパイプラインを使って市街地に直接供給し、純水素型の燃料電池を運用するもの。
- これにより、パイプラインで安全に水素供給が可能であることと、定置用の純水素型燃料電池が安定して、電気・熱の供給が可能ということが確認できた。また、1万3,000人の見学者が来られた。
- この他の社会実証としては、水素ハイウェイと名付けられた、北九州の東田と福岡の九州大学の水素ステーションを使ってFCVを走らせる実証を行ってきた。
- 燃料電池バスは、トヨタ自動車九州が一生懸命やっており、他の交通事業者の協力も得て2,200km走行した。
- 新産業の育成・集積は、HyTReC（ハイトレック（水素エネルギー製品試験センター））がある。今年度で7年目を迎え、2015年までの試験受託、金額がずっと右肩上がりであり、特に2014~2015年にかけて45%の伸びを示した。自動車関連、水素ステーションの試験というのが増加傾向にある。
- この施設だけで国内外から平成27年度までに約1,500名と非常に多い視察者を受け入れている。
- 製品開発の支援事業は企業の製品開発を支援し、参入促進を加速しようという施策であり、県内企業や県内企業と県外大手企業が共同で取り組む事業を支援している。
- 例えば、水素可視化シートは、福岡の企業である九州計測器が開発したシートで、水素の存在によって色が変わるシートであり、このシートを組み込んだ水素の監視センサーが、JAXAのロケット開発実証研究において使われている状況。
- 福岡市が中心になって行っている下水汚泥消化ガスステーション。これも、この戦略会議のFS事業によって、事業の可能性が見いだされ、形になったもの。
- 情報発信では、水素先端世界フォーラムを平成19年から開催している。これは、九州

大学と一緒に、世界的な視野から様々な戦略、その実現に向けた研究開発の成果や課題を広く議論し発信している。

- もう1つ情報発信拠点について、国際標準化機構の技術委員会197（ISO/TC197）を、平成26年度にHyTReCで開催し、水素燃料電池分野の国際標準化の議論がなされた。
- FCVの普及と水素ステーション整備の一体的推進のため、平成26年に「ふくおかFCVクラブ」を設立し経済界と共に、FCVの理解促進や情報発信を行っている。また、当クラブには九州経済連合会の麻生会長と小川知事が共同代表に、県内の企業・大学・行政等が会員になっている。
- 現在、県では3台のFCVを率先導入し、県内のFCVは74台である。また、タクシー事業者への導入支援を行い、全国初のFCVタクシー5台が走行している。
- FCVの理解促進を目指して、「ふくおかFCVキャラバン」を実施しており、2,000名以上がFCVに試乗をしている状況。
- 水素ステーションに関して、県独自の補助金や、県の特区の税制優遇措置により県庁内ステーションを含め、現在、県内8ヶ所で水素ステーションがオープンしている。
- 水素ステーションは主に福岡都市圏、北九州都市圏でオープンしているが、今年度中にその中間点である古賀市と宮若市に2つの水素ステーションができ全体で10か所になる予定。
- 全国のFCVと水素ステーションの整備状況だが、やはり、関東圏、愛知県、それと本県が目立っている。
- G7北九州エネルギー大臣会合が今年度の5月に開催された。北九州市には非常に協力してもらい、市と共に北九州水素タウンや、スマートコミュニティに関して各国の代表に紹介した。
- また、国の水素・燃料電池のロードマップの策定においては、小川知事が協議会委員、県はWGの委員として参加し、議論をした。
- このロードマップの改訂があり、国全体の目標が示され、その枠組みの中で、自治体として、福岡水素戦略会議として今後何をやっていくのかを、ここ1~2年議論してきた。
- 今後の取組みとして、先程の5本柱を続けていくことはもちろん、1番目は水素市場の拡大、ビジネス的に拡大していく取組みをしていくこと、2番目に関連産業の育成、3番目に研究開発機能のさらなる高度化、製品開発等の加速、4番目に再生可能エネルギー由来の水素製造等に関する技術開発・実証等に注力して推進していく。
- 水素市場の拡大について、FCVと燃料電池のさらなる普及促進策として、例えば「FCVキャラバン」を、九州各県に拡大する取組みを各県と一体となってやっているところ。
- 水素ステーションについても、福岡の北部、福岡北九州都市圏に非常に密度の濃い地域ができているため、それ以外の地域への働きかけを進めていかなければならないと考えている。
- 少し変わった取組みとして、国土交通省の補助を受け、県公社の賃貸共同住宅である

福岡市内の小笹団地にエネファームを導入し、エネファームの発電電力を住戸間で融通するモデル構築に取り組んでいる。今年度の12月頃から着工する予定。

- 様々な世帯が入居するため、ファミリー向けの住戸に燃料電池を設置し、少人数世帯には潜熱回収型のガス給湯器を設置する。燃料電池の余剰電力を他の住戸へ融通する取組みを行う予定。
- 水素市場の拡大では、工場におけるFCフォークリフトの導入を進めていきたい。今年度市場投入され、トヨタ自動車九州が導入する予定。排ガスを出さずに長時間運転でき、蓄電池式のフォークリフトと比べスペア電池のスペース不要ということで非常にいいのではないかと考えている。
- スズキがFCスクーターの開発を進めているが、今年度から公道試験の計画を立てるということで、ぜひ福岡において公道試験の実施をやろうと検討しているところ。
- 県民の皆様への普及啓発は地道にずっとやっていかななくてはならない。
- 水素の普及意義や安全対策について、商工部だけではなく、環境部と共に取り組む。例えば、地球温暖化防止活動推進員が各市町村で手掛けるイベント等を利用し啓発に努めたい。
- 県内企業の参入促進として、パナソニックのエネファームやトヨタ自動車のFCVの開発に携われた方が技術アドバイザーとして、様々なメーカーへ個別訪問相談等を実施している。
- 具体的には、水素と関連のない金型メーカー、樹脂形成メーカー、センサーメーカー等数十社の訪問に同行してもらい、アドバイスやメーカーとのマッチングを行っている。成果として、エネファームメーカーと具体的な商談に入っているところも出てきた。
- 製品開発支援事業について、これまで水素分野への参入は難しく、可能性調査枠と事業化研究枠への応募が年数件だったが、平成28年度は7件の応募があり、県内企業の参入気運は高まってきている状況。
- 一例として、県工業技術センター、九州大学HYDROGENIUS、県内中小企業が連携し、高圧水素に対して耐久性を有するゴムパッキンの共同開発を行っている。
- 水素燃料電池関連の育成として、人材育成センターにおいて、技術者の育成に係る各コースを実施しており、ニーズの高まりもあって、応募者も多い。平成28年度は、技術者育成コースに特化して内容を刷新・拡充している。
- 九州大学教授による水素関連の研究分科会があり、福岡だけではなく、全国の企業が参加している。共同研究のきっかけとなる出会いの場として活用されている。
- また、3月に政府機関の移転に関して政府の基本方針が決定し、九州大学のHYDROGENIUSに、産総研との研究連携拠点を来年1月に設置することとなった。経済性と信頼性を兼ね備えた水素材料研究を進めるとともに、その取組みを加速していく。
- NEXT-FCでは、日産自動車とのSOFCの開発や東京ガスとの連携による取組み等、様々な取組みを行っている。今年の4月には、NEXT-FCが持っているシーズを広く発表する機会を設け、産学連携の取組みをアピールした。
- 再エネ由来の水素に関する技術開発・実証等の推進においては、事業化はまだ難しい

ことから、経済産業省の補助を活用し、再生可能エネルギーから水素を製造・利活用する先駆的なモデル事業に今年度から取り組んでいる。取組み事業者は、県の他にトヨタ自動車九州、九電テクノシステムズ、豊田通商であり、トヨタ自動車九州宮田工場で実施している。

- 事業スキームは、太陽光発電による水電解で製造した水素を燃料として、新たに設置する圧縮機、蓄圧器、ディスペンサーを介し、主に工場内で使用するFCフォークリフトやPR展示館で使用する家庭用燃料電池に供給する。
- また、再エネからの水素製造、FCVへの供給・実証等について、九州大学と連携を深め、着実に進めていきたい。

<座長のコメント>

- 県では、水素への取組みを「見える化」する努力をしており、大変印象的だった。
- 水素は、電気や熱になって使われるところが、地域社会、消費者、一般の家庭からすると見えにくい世界。見える太陽光や風力に熱烈サポーターがいるように、水素も「見える化」を通して、どうやって熱烈サポーターを作るかという取組みだと思う。

<委員の質問・意見> ※○は委員の意見・質問、→は福岡県の回答

- 2つ教えていただきたい。

まず1つは燃料電池タクシーの件について、EVタクシーは、非常に評判が悪かったが、FCVタクシーの運転手等事業者の評判はどうか。

もう1点は、賃貸住宅に燃料電池を導入するという点だが、家庭は電気代・ガス代が安くなるのか、また家賃があがるなどのデメリットがあるのか。

- 燃料電池タクシーに、乗車された方に直接インタビューした訳ではないが、タクシー会社に聞くと、スムーズに発進でき加速も良く音もしない等、様々な点で素晴らしいというお客さんの反応があるとよく聞く。

一方で、まだ5台しか走行していないこともあり、「本当は乗りたいけど何処にいるのか分からない」というような話もあるため、もう少し広がっていけばと考えている。

また、事業者から、扱いにくいということは聞いていない。最初の5台は4人乗りであり、本来であれば既存タクシーと同じように5人乗りが良いとの声はある。

賃貸住宅の質問だが、本事業は建築都市部が主体であり、家賃が上がるとか、金額的にどうかという点については、まだ計画中のため報告できる段階にはない。今後、事業が進めば、非常に面白い取組みであるため、また報告させていただきたい。

- バイオマスなどの太陽光・風力以外の再エネで水素を製造する取組みはあるのか。作った電気を使って、再度電気分解して水素を作るのは、非効率であり、ガス化して直接水素を製造すれば水素を簡単に作る可能性がある。県でその様な取組みは、技術開発のテーマに入っているか。
- バイオマスについては、福岡水素戦略会議での取組みであり、福岡市が中心となって活性汚泥から水素を作る取組みがある。

- 経済界では、各県の自治体と産業界で構成する九州地域戦略会議において、九州一体の水素の取組みを横浜の展示会でPRし、九州への企業誘致を行っている。

(4) 【委員報告】九州大学エネルギー研究教育機構について

<委員の説明>

- 大学を挙げた産学官連携にもつながる取組みとして、この九州大学エネルギー研究教育機構についてご紹介させていただく。
- 九州大学は105年が経ち、久保総長の下、①世界トップレベルの大学で活躍する、②教育の充実、③イノベーションをけん引してそれをリードする役割を大学が果たすという3つの戦略を掲げている。
- 本学のアクションプランでも、このイノベーションのけん引が明確にされており、大学を挙げた組織を作って、大学の強みと特長を持つ教育研究分野の更なる発展と融合を図ることが明記されている。
- その一大看板として、水素をはじめ、様々なエネルギーの研究があり、数多くの研究室が存在する中、これまで、ばらばらに活動していたものを今後は組織としてオール九大でエネルギーの将来のあるべき姿を提案していく取組みを行う。
- 総長自ら機構長になって、リーダーシップを発揮し、外部有識者には福岡県の小川知事をはじめ、日本エネルギー経済研究所の豊田理事長にも就任いただき、ご指導いただけると聞いている。
- また、九大では当研究において、新たにポストを設け、任期なしの教授4名、任期5年の准教授10名を対象に、1か月以内に公募を始める。それだけの研究者・教員に九大で活躍できるチャンスを与えることになる。
- また、20年後、30年後のエネルギーを考えるのは若い世代であるため、若い人が活躍でき、若手の登竜門であり、若い世代を育成する場にもしていく。
- 大体2040年とか50年くらいまでは様々なロードマップがあり、議論しているが、今世紀後半のエネルギーについては、まだ絵を描けていない。
- 何もないところから新しいビジョンや社会のあるべき姿を考え、エネルギーの将来を考えられるところは大学くらいしかないし、一番大事な部分でも大学らしいユニークさを出せると思っている。
- その中で、パリ協定が発効され、今世紀後半にはCO₂が排出できない社会になってくるので、それに対して答を出せるような活動にしていきたいと思う。
- 今世紀後半になると今の延長線では絵が描けない時代に入ってくる。日本の人口によってもエネルギー消費量は大きく変わるため、どんな社会なのかを考えないと未来の社会を考えることは難しい。
- 将来のあるべき社会の形が見えてくると、それに対してどんなエネルギー産業やエネルギービジネスがあるのか、というところも決まってくる。それが決まって初めて、水素やその他のエネルギー技術もきっちり位置づけるべき。
- その中のキーワードとして、再エネ比率の増加や化石燃料を使った発電の高効率化、カーボンニュートラル等も必ず入ってくる。

- 九大は総合大学で文系の先生も在籍されているが、最近では技術だけでは解決できない社会構造のように幅広い問題に直面している。社会に対し、その技術でどのような社会ができるのか、どんな経済性があるのかなどを説明しなければ、エネルギーの研究には限界があると思う。
- エネルギーは技術開発に時間がかかるため、今世紀後半になれば、今の大学生・大学院生が主体となって自分たちの問題として考えることになる。そのため彼らが主役となって活躍や活動できる組織であるべきであり、これは大学ができること。
- アジアで初めて産業革命を起こしたこの地から、ポスト産業革命のこの先のソリューションを提供するというのも使命と思っている。
- 今世紀後半以降のエネルギーは、技術的なベースや、経済性、社会性、さらにそれをどうマネジメントするかということも含め、考えるべきであり、それが可能な総合大学である九州大学において、総長自らが推進しており、すばらしいチャンスが学内で起こっている。
- エネルギーは技術だけでは解決できず、産業、環境、社会、経済等の他、炭素税などの政策も含めて考える必要がある。また、若い人が活躍しながら、当研究会のように地域や地元産業界と一緒に考えていくことも重要。
- 機構では、一体型のパッケージとして将来のあるべき社会を考え、その中で経済、社会、そして水素をはじめ様々なエネルギー技術の研究を位置付けるものだ。
- 機構の長期の目標を掲げている中で、具体的な内容を説明する。
- 今世紀後半のエネルギー社会を考えていくうえで、特にこれから大事になる分野として3つあり、既に活躍している研究所、センター、研究室がうまくコラボレーションすることで研究を加速していきたいと思う。
- 1つ目が、再エネ水素。再エネをどう使いこなすのか、その中で水素をどう位置付けるのかについては大きな柱である。特に再エネの中で、風力発電は応用力学研究所をはじめ、非常に層の厚い研究陣がいる。
- 2つ目が、先端的なシステムを使ったマネジメント。将来的にはAIを含めていろんなマネジメントの仕方があると思うし、エネルギーマネジメントのできる場所は多い。
- 3つ目は、2年後に農学部が伊都キャンパスに移るので、一緒に考えられるテーマの中にエネルギーを位置付けたい。いくつかの研究組織をコラボレーションして進めるプロジェクトを確立し、オール大学の活動につなげていく。要は縦串のプロジェクトに対して大学全体の横串の活動へと進めていこうと考えている。
- さらに、九大の中にあるI²CNERを活用した世界トップレベルの大学とのコラボレーションへと発展させる。エネルギーでトップの大学とのネットワークを作り、その中に日本を位置付け、その中核的な役割を九州大学が果たせるのではないかと考えている。
- さらに、経済性、環境性、社会性、これらを両立させる社会について検討していく。つまり、シンクタンク機能を大学の中に作るということであり、日本エネルギー経済研究所のご指導もいただきながらコラボレーションできればと思っている。
- 大学としてやるべきことは、様々な要素を体系的、普遍的な学問としてまとめ、若い

世代に勉強していただく。いわゆる教育プログラムを作るということ。

- そしてエネルギーを勉強するなら「日本の九大」と評価されれば世界中から福岡に人が来る。九州と近い規模のスイスでは、同様の取組みが行われており、決して九州でできないことではない。
- 今まで九州大学では、石炭をはじめ、水素、風力、特に大事な点として原子力等、エネルギー個々の要素研究は一生懸命取り組んできた。それとエネルギーマネジメント、さらには人社系の学問も加え、エネルギー社会の研究を育んでいきたい。
- それとともに、これら連携部門を強化していき、全てが重なるところ、未来のエネルギーをどうするかというところを強化していきたい。
- 機構を作る理由の一つとして、この重なっている部分を増やしていき、最終的にはオール大学で将来のエネルギーを社会的な面から技術、基礎材料までトータルで考えられる世界最大規模のエネルギーシンクタンク的な研究拠点とすることと思う。
- それとともに、学問としてまとめ、教育プログラムに落とし込むということを考えている。これまでバラバラだったエネルギー研究と関係している学府や学部に横串を作ることになる。
- それを具体化する方法として、一つはこの様な連携プロジェクトをエンカレッジすること、二つ目は文理融合、学際融合の部分をエンカレッジすることである。
- エンカレッジの方法は、それぞれの分野で研究会を開催してもらい、話を聞くだけでなく研究現場を見学させてもらう等がある。大学は極めて縦割りで、その様な壁をどんどん打ち崩していこうと思っている。
- また、若手をエンカレッジしていきたい。この機構は若手の登竜門という位置付けのため、准教授クラスを10名5年間採用し、将来のエネルギーを担う研究者として鍛えていきたい。
- 併せて、我々が、海外や産業界、地域と議論する場を作ろうと思っている。
- そのため、水素先端世界フォーラムを大幅に拡大し、九大のエネルギーウィークとして1月30日の週に開催する予定。この中で、国際セッション、産業界や地域との連携に関するセッションを考えており、プログラムが確定したらアナウンスする。
- この中では、九経局の水素ネットワークに関するシンポジウム、HYDROGEN IUSのイベント、スマートシティのシンポジウムもあっており、オール九大のみならずオール福岡で世界に発信していこうと考えている。
- さらに、このシンクタンク機能の強化とグローバルネットワークを作っていく活動の強化を行っていく予定。
- 連携プログラムとして、1つ目は、再エネ水素をどうするかについて実証を行いながら、水電解のコスト低減など様々な技術課題を着実に解決していくこと。
- 2つ目は、未来のエネルギーマネジメントをどうしていくのかということ。
- 3つ目は、メインキャンパスに農場ができるので、バイオエネルギーの研究開発や様々な実証研究を行うほか、経済学とも連携し、エネルギー経済の研究も行っていくこと。
- そして、グローバルエネルギー研究アライアンスや、シンクタンク機能、教育プログ

ラムの確立をやっていきたい。

- 現在機構では、再生可能エネルギー利用システム研究をはじめ、6つの分野を考えており、ユニット長の方にそれぞれの活動を背負っていただくことを考えている。
- 教授クラス4名と准教授クラス10名の公募ができるので、大学の中ですばらしいエネルギーの研究のチームができると思っている。
- 機構はゼロからコンセプトを作成した。その作成チームには、再エネを含むエネルギー、経済、システム情報の研究者等が入っており、若手の先生の英知も結集した形でこの機構を運営していきたい。
- 水素で何をやるかについては、再生可能エネルギーとの連携は極めて大事なテーマ。
- 再エネ水素の一番のボトルネックは水電解の技術が古いこと。PEFCの技術に比べると水電解技術はかなり遅れており、燃料電池だと白金の粒子サイズはだいたい2~3ナノを使うが、水電解の触媒は白金より高いイリジウムをミクロンオーダーの粉末でまだ使っている。PEFCの20年前の技術がそのまま使われている状況
- よって、触媒一つとっても、かなり技術開発の余地があり、水電解のコストは1/3、1/4と言わず、もっと下げられると思っている。
- まだ基礎からやっていくことが多いが、福岡が圧倒的な基礎、情報を持てるように、大学でもこの数年来かなり力を入れており、それが再エネ水素を使いこなすキーテクノロジーになると思っている。

<座長のコメント>

- エネルギーは確かに多面的な顔があるので、本当は総合的に対応すべきであるが、学内での連携が取れていないため、持っているポテンシャルを発揮できていないのが大学の課題。この様な中、学内のカルチャーを変える上でも、様々な人材を一堂に集め、一つの専門分野を超えた人材を教育機関として育成される、大変すばらしいプロジェクトである。

<委員の質問・意見> ※○は委員の意見・質問、→は委員の回答

- 5 ページに機構の目標『未来社会のエネルギーシステムを構想し〜』とあり、機構の構想「エネルギーシステムを構想したい」には、同感である。

しかし、資料のいたるところに“システム”という言葉がかなり抜けている。エネルギーシステムがあって初めて経済計算もできるし、アクセプタンスもできる。機構の場合はきちんとエネルギーシステムと書かれてあるのに、なぜ他のところは“システム”が欠落しているのか。

- 想いは先生のおっしゃるとおり。材料研究は別として、人社系の研究やエネルギーマネジメントの研究、我々機械系や材料系もシステムが分からないと設計ができない。当然システム的な考えが入っているということは確実に言える。

また、大学は研究室単位のところがあり、それぞれの分野で要素研究は強いが、システム全体を語れる人は相対的に少ないというのが現状。その点については産業界とコラ

ポレーションする中で補うこともできるし、様々な先生を新たに公募するので、エネルギーシステムを専門にする先生に九大に来ていただくほか、学内のシステムの専門家に引き続きご指導をいただきたい。

○ 機構を作るだけでなく、そこに教授職 4 名、准教授 10 名と、人を充てるというところに非常に本気度を感じた。我々企業もこういうところとコラボレーションして、本気でやっていきたい。

→ エネルギーウィークの中で、おそらく 2 月 1 日の午後（平成 29 年 1 月上旬時点では、1 月 31 日午前で調整中）になるが、九州大学は 300 件くらいのエネルギー関係の研究シーズを産業界の方にお伝えできていると思っている。

産業界の方に来場いただき、面白い使えるシーズがあれば、そこで話を聞いたり、発展して共同研究をやっていただくなど技術交流の場を設けることを考えている。また、大学の研究しているエネルギーテーマは多岐にわたるので、1 社だけでは解決できない課題に対して解決できるシーズ持つ場所になれると思っている。

○ 技術的にとても良いものが、消費者のところに降りてくると、使い勝手が悪い、デザインが悪い、私たちが欲しいものではない、ということが多々あった。その意味からも学際的な取組みは本当に必要なので、応援していきたい。

この取組みは学内や研究者を対象としたものだと思うが、ここに一般消費者や地域社会も巻き込んだワークショップやワールドカフェのようなイベントを盛り込むと、川上と川下が結びついた、いい開発につながるのではないかと。

→ 我々技術屋として、こういうプログラムの中に一般への考慮が足りないところもあり、一般市民がエネルギーを考える場というのでも設けたいと思う。

○ 弊社は熊本地震、福岡県西方沖地震、長崎大水害などを経験しましたが、九州は災害が多い地区であり、防災の見地からすると九州大学で研究されているコジェネは、もっと普及していいのではないかと感じている。よってコジェネの普及に対する研究開発をさらに推進してほしい。

福岡県では製品開発支援を行っているが、国内だけでなく国外に向けたビジネスの発信を行うと、そこに事業性が生まれ雇用も生まれ県内の人口も増える、という好循環が出来るのではないかと。

よって、産官学一体となった取組みがますます重要になってくると感じた。

(5) 【委員報告】風力発電関連産業の「総合拠点」を目指して ＜北九州市の説明＞

○ 風力発電関連産業の「総合拠点」の形成に向けた取組みについて、3 段階に分けて事業を進めており、現在、第 2 段階に差し掛かっている。具体的には、響灘海域に、洋上ウィンドファームの誘致を行っており、来年 1 月末くらいには、優先交渉者を決定する予定。

○ 港湾空港局でエネルギーに関連したプロジェクトを進めているが、産業集積、特に港湾の利活用なども、視野に入れた事業を推進している。

○ 若松区の響灘地区では、風力だけでなく、バイオマスなど様々なエネルギー関連産業

の拠点化を進めている。バイオマスにおいては、燃料を輸入し、港湾沿海部にストック、バイオマス専焼プラントへ運搬する。また、燃焼灰等の処理も地域で行う、トータル的な取組みを進めている。

- プロジェクト名の「グリーンエネルギーポートひびき」は、「グリーンエネルギー」という言葉と港「ポート」を合わせ、場所が響のため、このような名称になった。
- 一方で、この名称が事業の全てであり、地球環境にやさしいエネルギーに関する産業集積を港や背後の用地を活用しながら進めている。
- 洋上風力の拠点化に関して、2013年から、臨海部の産業用地で、将来の洋上への展開に向けた実証と産業集積を進めており、最終的には総合拠点を作ることが目標。
- 第1段階の取組みとして響灘地区の一角を使い、実証と関連産業の集積が可能な事業者を公募した。結果的に、3グループを選定し、現在、事業開始に向け取り組んでいる。
- 一例として、北拓グループについて紹介する。北拓、ジャパン・リニューアブル・エナジー、三菱重工で作っているコンソーシアムであり、陸上に洋上機を設置し、一つのショールームとしての活用や、実証を行う予定。
- 規模は、3.3MW位で、MHI ヴェスタス製の機器を使用し、来年の秋口から終わりぐらいに設置される予定。
- 産業集積については、北海道でメンテナンスを専業として展開している北拓が進出している。
- 洋上の沖合に行くほど、複雑なメンテナンスが必要になるが、ヨーロッパ、特にドイツやデンマークで話を伺うと、忘れられている分野がメンテナンスとのこと。
- 平成28年10月には、洋上風力のメンテナンスに向けたトレーニングセンターが竣工。これからは、日本だけでなく、アジア近隣に向けてもこのメンテナンス事業を展開していくとのこと。
- もう一例は、8年ほど前に、ベアリングメーカーであるドイツのロバロを誘致した。現在、日本ロバロとして事業を進めている。当初はラインが一つだったが、市のプロジェクトの進捗もあり、第2ラインを整備し、洋上風車に供給すると聞いている。
- これからの動きについて説明する。
- 第2段階における公募事業だが、8月19日から10月18日までの2か月間、プロポーザルを受け付ける形で進めてきた。今、評価段階である。
- 公募の対象サイトは、港湾区域の中から、2年かけて4つのプロジェクトサイトを抽出し、合わせて2,700ヘクタールを確保した。
- スケジュールは、今年の3月からスタートし、現在、審査・評価を行っているところ。最終的には来年1月の終わりに、予定事業者が決定する見込み。その後はアセスメントや事業者の現地調査等を経て、最終的には平成33年以降に運転開始を予定している。
- 評価、選定の流れとして、3段階に分けて進めている。プロポーズ頂いた5グループから、ヒアリングをして、コンソーシアムの方々を1、2グループ位選定する。
- 響灘地区の優位性について説明する。
- 重厚長大な長尺物を扱うため、陸上輸送は適さない。よって、本体及びパーツは海上

輸送が不可欠。最終的には、サイトに設置するため、SEPといった特殊作業船が必要となる。併せて、数百トンに及ぶようなマシンを乗せる強化岸壁、バースといったものも不可欠となる。この様なことをイメージしながら、総合拠点の形成に向けて事業を進めている。

- 総合拠点とは、私どもオリジナルの考え方で機能が3つある。
- 1つ目は、これから洋上のサイト、マーケットが拡大していく中、響灘海域だけでなく、近隣に展開する洋上ファームに向けて、アッセンブルしたものを海上輸送する、積み出し港としての整備機能。
- 2つ目が、パーツは国内外から持って来るため、海上輸送が伴う。そのため、輸出入拠点としての港湾機能。
- 3つ目が、最終的な目標でもあるが、クラスターの形成。パーツを様々な遠隔地から持ってくるだけでなく、響灘地区に産業を集積させることで、経済性、効率性を上げる機能。
- 最近、北日本で様々な洋上風力の事業が計画されている。北九州との違いについて質問を受けるが、洋上に風車を設置することは同様。
- しかし、背景が異なり、北九州市の基本的な考え方として、産業集積を目標としている。北九州市は長く産業の街として発展をしてきたため、重たい物、長い物を運搬できる地元企業も多く、マンパワーもノウハウもある。
- 15ページの表に、掲載しているのは、風車を作り、組立て、輸送し、サイトに設置するまで、全ての作業に関わることの出来る可能性を持った地元企業の一例。
- 16ページは単なるイメージ写真。風車の羽根は長さが80メートルあり、ナセルは200トンぐらいある。80メートルを越すもの、200トンに及ぶものを一般の道路を使って輸送することは、基本的に不可能であり、それゆえに港湾局が事業主体となって推進している。
- 一般海域において、オフショア（洋上）でファームが形成されている所は存在しない。オンショア（陸上）のサイトであれば、北九州の響灘地区にも10本据わっている。
- オフショアウィンドファームが、これからどの様に形成されていくかを考えた場合、エネルギーミックスによると、2030年での全体の2%弱ぐらいを風車がまかなう見込みになっているが、現在の陸上機や、港湾区域における洋上機だけでは、目標達成は困難である。日本の海域で港湾区域は、わずかな部分にすぎず、マーケットを展開する場合、一般海域に出ていく必要があるが、ガバナンスを働かせた何らかのルール作りが必要になってくる。
- 港湾区域においても、これまでルールが制定されておらず、港湾法が改正され、海域をサイト用に担保するため、港湾計画の改訂も行った。
- 5月23日、国土交通省主催の会議が行われた。冒頭のエネ庁挨拶で、「一般海域でもルール作りをしていかないといけないと思います」という良い意味で驚く発言があった。
- 国交省だけでなく、経産省でもそういったマインドにあるという事を聞き、いよいよ一般海域にも拡大することになると思う。

- 同様に環境省も一般海域進出に向け取り組んでおり、北九州市は、風力発電等に係る地域主導型の戦略的適地抽出手法構築事業のモデル地区に選ばれている。
- 併せて、これから一般海域で展開するには、港湾区域を預かる国交省、エネルギー全体を総括している経産省、環境的視野でこれを捉えている環境省が一緒になって応援いただく必要がある。市も、平成 29 年度に予定されているモデル事業にも参加していきたいと考えている。これまでにない分野への挑戦であり、将来を見据えてこの事業を成就させたい。

<座長のコメント>

- 北九州市の歴史的な背景、産業基盤、人材、また自治体としての経験等をうまく活用し、構想段階からの新たな力強い展開が進められていることについて、報告を受け大変感銘を受けた。

<委員の質問・意見> ※○は委員の意見・質問、→は北九州市の回答

- 産業集積まで繋がりがつつある事は、すばらしいと思う。風力関係は国内の他の地域や港でも構想されているところが多いが、どこが洋上風力の先進地なのか。また、響灘地区は他の地域と比較してどの程度なのか教えていただきたい。

→ 風況だけ比較すると、東日本、北日本の方がいい環境である。一方で、響灘地区の風況は、沖合 10 キロ程度で、平均して年間 7メートル程度だが、事業性を担保するには足りている。

それから、響灘のアドバンテージとして、あれだけ重厚長大な物を運搬、設置するだけのために、人を雇うことは現実的でない。地域に違う形で長年にわたってそのような技術をもった事業者の力が培われていることが、拠点の形成の絶対条件になると信じている。また、港湾インフラも整っていることもある。この様に日本で、全てがそろっているサイトは、少ないと思う。

- 様々なところをカバーできる地元企業があり、港湾インフラもある点がいいと思う。また、風況がいい北海道や東北の港湾も似たような事を構想していると思うが、これらの産業集積地の中で北九州市の響灘地区は、日本で先行しているのか。

→ 港湾法の改正や港湾計画の変更などの環境整備まで行っているのは本市だけだと思う。

- 風力発電は、オフショアが進んでないと感じたが、ネックになっているのは、技術的な問題なのか、建設費の問題なのか、洋上でのメンテナンスの問題なのか。

- また、強風の場合、安全性の面で風力発電は止まることになっているが、そういった制約を、緩和できるような技術的なブレイクスルーについて、今後進んでいくことはあるのか。

→ 技術的な面、それからコスト、メンテナンス、この 3 点について、欧州の技術は 20 年日本を先行している。一方で、欧州から学ぶことで追いつくのに 20 年は必要ないと思う。

風車は、技術的に確立したものが更に大型化するとキャッチアップ出来ず、それがコストに反映されている。例えば、沖合に出ると、送電ケーブルが長く必要となり、1キロ

メートル 1 億円はかかると言われている。それを十分に踏まえたうえで事業性を担保できるものが必要。

メンテナンスだが、欧州は風車の上にヘリコプターで移動し、メンテ後、次の風車に移る手法が当たり前に行われている。日本ではマーケットもなく、そういった事も実施されていない。一番の問題は人材が育っていないこと。国内のマーケットだけでも 500 人は不足していると聞いている。

→ 強風についてだが、日本の気候風土にあった、技術の確立が必要。

○ 当社は、響灘沖で洋上風力、陸上風力、二つ並行して試験を行っているが、風況は洋上の方が、10%程度良いので、洋上のメリットはある。

風車は、見た目はシンプルだが、実は技術の集積であり、メンテナンス一つとっても大変な部分がある。そういう面で、様々な機能が集積している市は、非常に有利だと思う。

洋上は陸上と比較しメンテナンスが非常に大変というのを実感した。

(6) 【討議】水素を本格的に利活用する水素エネルギー社会の実現に向けて

<事務局の説明>

○ 次のような背景を踏まえ、今後、地方における各主体が取り組むべき課題について、ご検討いただきたい。

- ・ エネルギーを取り巻く情勢は非常に大きく変動する中で、国の「長期エネルギー需給見通し」では、2030 年度以降を見据えた取組みとして、水素社会の実現に向けた技術の開発・利用の推進が掲げられた。
- ・ 本年 3 月に取りまとめられました「水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂版」では、水素利用の飛躍的拡大、水素発電の本格導入等、CO₂フリー水素供給システムの確立、この 3 つのフェーズに分けられた目標設定や取組みの具体化が示されている。
- ・ 同月に設置された「福島新エネ社会構想実現会議」においても、水素社会実現のモデル構築に向けた取組みが開始された。

○ 検討課題として、次のように論点を整理した。

- (1) これまでの県の水素エネルギー社会に向けた取組みについて、どのように評価し今後進めて行くべきか。
- (2) 更なる水素市場の拡大や普及啓発の強化に向けて、次の各主体がどのような取組みを進めるべきか。
- (3) 太陽光をはじめとする再生可能エネルギーの普及が進むなか、今後、特に、昼間の時間帯に再生可能エネルギーの発電電力が需要量を上回ることが想定されているが、こういったことに、どのように取り組むべきか。
- (4) こうしたことを踏まえ、総括的に水素エネルギー社会の実現に向けて、各主体がどのように取り組んでいくのか。

<委員の意見・質問>

- お配りしたのは、10月26日のフォーラムで、当社が水素について、どのように考えているのかについて説明した資料。

平成28年のGW中で、需要バランスの運用が最も厳しくなった5月4日は、13時の748万kWの需要に対し、太陽光が466万kW、水力、地熱、風力を足すと、再エネが584万kWとなり、再エネ比率は78%、1日の発電電力量に占める再エネの割合は38%であった。

昼間、太陽光の出力が大きい時間帯は、揚水発電所で太陽光の余剰電力を吸収する。そして需給がひっ迫する夕方に、揚水発電や火力発電の再起動により、1時間150万kWの需要の伸びに対応している状況。

現在、揚水発電所を多用しており、今後更に再エネの割合が増加すると、出力制御をお願いせざるを得ない状況にある。

試験的な蓄電池の活用として、豊前発電所に経産省の補助事業を活用し、出力5万kW、容量30万kWhの世界最大級の蓄電池を導入した。これは、基本的に揚水発電所と同様の使い方ができるため、最大限活用していく。

水素に対する考え方は、1つ目が、再エネの余剰電力を活用できること、2つ目は、小さな島がメインになるが、出力変動抑制に使えること、3つ目は、再エネ電力の地産地消に使えること、だと思っている。具体的には、1つ目が蓄電池システムの利活用、2つ目が発電用燃料としての利活用、3つ目がその他燃料としての利活用。

蓄電システムとしての利活用について、これは電気から電気に戻すというイメージになる。また、NaS電池、大型蓄電池、揚水発電所が比較対象となる。揚水発電所の効率は70%位、蓄電システムは75%位。水素製造の後、燃料電池を使用して電気に戻すと、エネルギー変換効率が、非常に低下するため、設備費が安くなるか、安価に電気を使用できること等が前提になる。

発電用燃料としての利活用は、トリプルコンバインドによる発電や地産地消型のコージェネ等がある。

燃料として使うケースは、工場で使用していた副生ガスの代替燃料としての使用や燃料電池車の燃料での使用等がある。

水素は、様々な使い道があり、エネルギー変換効率等を含め、実現性やその特筆を考慮し、今後取り組んでいく必要がある。

- 水素は様々な形で製造、使用が可能で、生産と需要の間の時間や空間を移動できることが議論するために抑えるべきポイントであり、地域のエネルギー供給について、大きな役割を果たしてこられた九州電力として、どの様に考え、研究されているかが分かるすばらしい説明だった。

- 県に2つほど意見がある。都道府県の中で、県は、産官学の連携が最も良く、水素社会に向けた先進県であるのは、皆が認めるところ。

今後は県として燃料電池自動車以外の用途である燃料電池フォークリフトや燃料電池スクーター、定置用の業務・産業用燃料電池などを利活用する先導的なモデル構築を推

進できないか。

もう1点、九州大学では再生可能エネルギー等、エネルギーに関する研究を積極的に推進する機構ができる。良い機会なので、蓄電池による電力貯蔵システムの研究開発は継続しつつ、県は大学等と連携し中長期的な視点で、再生可能エネルギー由来の水素製造の研究開発をバックアップする地産地消エネルギーシステム構築に向けた取組みを支援することはできないか。

- 本日の議論は、水素がメインだが、元はCO₂を削減するために、非化石燃料の電気を使用し、その電気を貯める手段として水素がある。

我々自動車業界は、化石燃料の代替手段が、電気か、水素かに取り組んでいる。

再エネ由来水素の実証をプラントで行っているが、基本は自動車が水素で走る世界を作らないと、CO₂削減は上手くいかない。

一番の課題は、今、トヨタ MIRA I の燃料は、CO₂フリー水素を使っていないこと。CO₂排出量も、ハイブリットと比べ極端に下がっている訳ではない。

車で言う水素社会の実現に向けて、CO₂フリー水素の調達を進めるべきだが、再エネ電気から水素を作ると効率が落ちるため、その上で安い水素の調達にはどうするべきか、国内の余剰再エネで水素を作るのか、水素を輸入するのか、などの議論と共に誰かが構想を描かなくては非常に難しいと考える。

国内で再生可能エネルギーから水素を製造するとしても、FIT制度の先行きを含め、今後、社会として続けるためにどうすればいいのか、また、安価な水素調達を国内のみならず、海外も含めて行うのか、その辺を国も含め、議論して頂けると、我々自動車業界として非常にありがたい。

- いずれ化石燃料は枯渇するため、バックストップエネルギーとして、その後を担うエネルギーが無ければならない。そのベースケースの一つとして、水素の活用がある。しかし、シェールガス・オイルという、在来型でない化石燃料が登場したことで、枯渇までの時間軸が伸びているという側面もある。

石炭は、掘り尽くしたからエネルギーの王座から滑り落ちたのではなく、利便性、環境性などのエネルギー世界における時間軸と環境側の制約によって、変わったものであり、この様に環境をうまく使いながら、既存システム下におけるエネルギー競争力が強いところで、どうやって水素や再エネなどの導入を進めるのか、そこで知恵を出していこう、というのが全体の構図ではないか。

やはりユーザー等が環境に価値を見出し、通常より高くても環境分にプレミアムを払う、「グリーンユーザー」を創り出さなければならない。そのためには、熱烈サポーターグループが必要であり、福岡、九州の取組みをしっかりと発信していくべき。

また、この様な取組みを企業、消費者、国、地方自治体、みんなで応援するという機運をどうつくっていくのか、大学、研究機関の役割は大変大きいし、県には、どういふところを後押しすれば、この取組みが持続可能、又は加速、強化できるかが問われている。

水素は課題のある世界だが、課題があることはチャンスであり、外国でも同じ課題に

挑戦している。最初に課題解決したところが、ビジネス、経済面、社会面でリーダーになる。風力の話も同様に、先端的な取組みによる難しい課題をどう解決するのかというところで、進んでいると思う。

- 水素の利活用で重要な要素は、燃料電池のような末端の利用機器の開発とコストダウン、電解設備や再生可能エネルギーのコストダウンである。風力の産業拠点の取組みもコストダウンに繋がっていけばと思う。

風力も太陽光も国際スタンダードに比べ、日本は倍の発電コストがかかっているため、改正FIT法でコストを下げていこうという目標があるが、国内でCO₂フリー水素を増やしていくのであれば、再生可能エネルギーのコスト削減をさらに進めていく必要がある。その取組みの1つとして、大学や県と力を合わせ、取り組んでいければと思った。

- 水素は、福岡県が一番秀でていいる。九州地域戦略会議の実務者会議の幹事県も福岡県であり、九州全土に波及させる役割を担っている。

蓄電池と水素の違いは、時間軸。蓄電池は、主に急峻な出し入れで活用されており、長い時間貯蔵すると自己放電し、エネルギー的には不適合になってくる。そのような時間軸を考慮した利用価値を検討すべき。

- エネルギーの需要側が期待するエネルギーと、供給側の事業者が考えるエネルギーの価値にズレがあると、水素社会の実現は進まない。

水素エネルギーの価値を需要側に認識させる取組みも必要。そういう意味では、FCVや水素ステーション等を様々なメディア等で紹介していくといった地道な取組みが必要。

- 燃料電池フォークリフトが福岡市の野菜市場で使われているのを見て、食品を扱う場にふさわしいと好印象をもった。燃料電池自動車も3分の充填でガソリン車と同等の距離を走ると聞く。そういった具体的な水素の良さ…暮らしをどう便利にし、どんなメリットを産むのかを、消費者と一緒に夢を描き、示してほしい。

もう一つ重要な視点が、リスクコミュニケーション。原子力は技術は素晴らしくても、リスクコミュニケーションが上手くいかずに今の状況になっている。そういった点を考えると、生活者視点から水素の安全性をどう捉えていくのか、水素社会を実現していく上で、リスクコミュニケーションのあり方はとても重要なテーマだと思う。

- エネルギーは大きく燃料としてのエネルギーと原料としてのエネルギーがある。昔と違い、我々に欠かせないものに、衣類等の化学繊維があるが、これは石炭、石油の誘導体である。石炭、石油が枯渇した場合、バイオマスから化学繊維の誘導体を作ったり、貯留したCO₂を還元し、水素と反応させて誘導体を作っても、非常にお金がかかる。

つまり、今の石油、石炭は大事な原料として残しておき、水素を使っていけば、環境に優しく、原料の温存にもなる。水素社会はもっと早く来るのではないかと思う。

水素社会の推進によって、後世に大事な財産を残すことができ、1日でも1歩でも早く踏み出すことが、将来に繋がると思う。エネルギーは、燃料の議論になってしまいがちなので、そういうエネルギーシステムを考えた上での取組みを、国は勿論のこと、先進県の福岡県には大いに期待したい。

- 県は、水素の利用、生産、研究において先進県であるだけでなく、水素社会の持つ意味、あるいは、水素エネルギーのリスクコミュニケーション、環境面や安全面を、どのように評価し推進するのか、という面でもリーダーシップを果たすことが、水素社会構築のフロントランナーとして県の役割だと思った。

そういう面で、是非、九大におかれては、工学系だけでなく、リスクコミュニケーションについても、充実していただくことを期待する。

- 本日は、色々ご指摘をいただいた。1 点目は産学官の連携で燃料電池自動車以外の先導的モデルについての支援、2 点目は九大機構との連携。

これについて、トヨタ自動車九州の工場での先導モデルは、県は金銭的な支援こそないが、国に共同申請したり、他にも色々支援をしてきた。今後も先導モデルは取り組んでいきたい。

九大との連携については、正に知事が委員になっており、一緒になってやっていく。

それから、消費者サイド、供給サイドの意識のズレがあると水素社会の実現はなかなか難しいとの指摘があった。県では、いただいた意見を進めるために、全庁を横断した体制が必要であるため、知事をトップとしたエネルギー政策推進本部を作ったところ。これにより、トップダウンで推進することができるので、是非活用をしていきたい。

また、政府予算要望等、国に対して春秋 2 回、知事が霞が関に陳情を行っており、この研究会でいただいた様々な意見を反映させていきたい。

水素社会の実現に向けて、技術があれば広がっていくものではなく、社会システムからの構築が必要であり、非常に難しいことに我々は挑戦しようとしていると痛感した。

原料への優先という話に関連し、政府予算要望時に経産省から、「バイオエコノミクス」というバイオ技術の紹介があった。これはプラスチック等が、バイオ技術で製造できるものであり、第 5 次産業革命ではないかと言われていたことが、印象的だった。

県は、このような情報やいただいた意見等を踏まえ、先導的な取組みを推進するトップランナーであり続けたいと考えている。

(7) 【事務局説明】研究会の今後の活動について

<座長のコメント>

- 特に意見が無ければ、当研究会の今後の活動について、資料 7 のとおり本日の研究会で正式に決定したい。
- 研究会は、エネルギーと環境面、両方の取組みが県におかれても進む中で、県の手伝いをしながら、その役割を常に、足元、今後を見ながら、考えていくことが必要であり、一定のタイミングでその役割をまた見直しながら、進めたいと思う。
- 事務局におかれては、今回の議論を整理し研究会報告書の提言や新たなエネルギー情勢を踏まえた今後の取組みに活かしていただきたい。

4 座長総括コメント

- 本日、第 19 回福岡県地域エネルギー政策研究会を開催し「長期エネルギー需給見通し（エネルギーミックス）を踏まえた今後の地方の取組み」として、「水素を本格的に利活用する水素エネルギー社会の実現」について議論を行いました。

- 今回の研究会では、まず事務局から「これまでの経過」として、前回の議論の概要や県が9月に設置した「エネルギー政策推進本部」について、報告がありました。
- 次に、日本エネルギー経済研究所の柴田研究主幹から、「水素エネルギー社会の実現と再生可能エネルギー由来水素の展望」について、ご講演をいただきました。講演では、シンクタンクのお立場として、水素社会の実現性をはじめ、再エネ由来水素の電力貯蔵システムの開発に向けた様々な課題について、貴重な情報をご提供いただけたと、柴田研究主幹には感謝しております。
- 次に、県商工部から、研究会の提言を踏まえ進められている「水素エネルギー社会の実現に向けた福岡県の取組み」について、報告がありました。
- 次に、佐々木委員から、学際融合連携を図るため10月に設置された「九州大学エネルギー研究教育機構」と、これから取り組まれる再エネ利用水素エネルギー研究について、情報提供していただきました。
- 次に、北九州市の古田委員代理から、現在、取り組みが進められている「風力発電関連産業の「総合拠点」を目指して」について、情報提供していただきました。
- 次に、これらの講演・情報提供を基に、水素を本格的に利活用する水素エネルギー社会の実現に向けて、地方が果たすべき役割について委員間で討議を行いました。
- 最後に、当研究会の今後の活動について決定しました。
- 各委員からの積極的な意見・助言により、「長期エネルギー需給見通しを踏まえた今後の地方の取組み」として、水素を本格的に利活用する水素エネルギー社会の方向性が明確になりましたので、県をはじめ各主体におかれては、今後の取組みに活かしていただきたいと考えております。