

## 第 26 回福岡県地域エネルギー政策研究会 議事要旨

## 1 開催日時等

- (1) 日 時 令和 3 年 2 月 3 日（水曜日） 13:00 から 16:00 まで
- (2) 場 所 オンライン会議（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
  - 研究会報告書のフォローアップ
- (2) 【講演】水素社会実現に向けた取組みと今後の展望  
(講師) 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部  
新エネルギーシステム課 水素・燃料電池戦略室  
課長補佐 藤岡 亮介 氏
- (3) 【委員報告】九州大学における水素・燃料電池分野の研究動向  
(報告) 国立大学法人九州大学 副学長・主幹教授 兼  
次世代燃料電池産学連携研究センター長 佐々木 一成 氏
- (4) 【事務局説明】福岡県の水素エネルギーに関する取組みについて  
(説明) 福岡県商工部新産業振興課
- (5) 【討議】水素エネルギーの利活用拡大の実現に向けて
- (6) 【その他】研究会の今後の活動について（案）

### 3 会議の概要等

#### 座長挨拶

- 本日の研究会は、新型コロナウイルス感染症の対応のため、オンライン会議システムでの開催としているが、これまでと変わらぬ、議論をいただきたい。
- 国は、平成 31 年 3 月に「水素・燃料電池戦略ロードマップ」を策定し、2025 年以降の水素本格普及に向け、インフラの整備や、技術開発の強化などを打ち出し、これにより、更なる研究や製品開発が進むことが期待されている。
- 本県では、水素分野で全国トップレベルの企業や、最先端の研究機関である九州大学等と連携し、関連技術の開発促進や、人材育成、産業化など、水素社会の実現に向け、精力的に取り組み、国内外から注目を集めている。
- また、昨年 10 月に宣言された、2050 年カーボンニュートラルの実現に向け、国は、再生エネ由来の CO2 フリー水素の早期社会実装を目指し、県内でも先進的な実証事業が行われている。
- こうした点を踏まえつつ、本日の研究会では、「水素エネルギー」に焦点を当て、議論してまいりたい。
- はじめに、経済産業省 資源エネルギー庁 新エネルギーシステム課 水素・燃料電池戦略室の藤岡課長補佐から「水素社会実現に向けた取組みと今後の展望」について御講演いただく。
- 次に、国立大学法人九州大学の佐々木委員から「九州大学における水素・燃料電池分野の研究動向」と題して、委員報告いただく。
- 次に「福岡県の水素エネルギーに関する取組みについて」、事務局から報告していただく。
- 最後に、これらの情報を踏まえ委員間で議論を行う。
- 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。

**(1) 【事務局説明】 これまでの経過等について****<事務局の説明>**

- 事務局から、「第 25 回福岡県地域エネルギー政策研究会 議事要旨」及び「令和 2 年度研究会報告書フォローアップ表」を配布。

**(2) 【講演】 水素社会実現に向けた取組みと今後の展望****<講師の説明>**

- 日本のエネルギー政策の基本方針は 3E+S として、自給率、経済効率性、環境適合の 3 つの同時達成を掲げている。水素は、この自給率と環境適合を解決し、産業政策の観点からも重要となる。
- 水素エネルギーは、一次エネルギー供給に利用すると、電力の CO2 フリー化や運輸への CO2 フリー燃料導入、熱需要の脱炭素化に貢献できると、位置付けている。
- 水素社会実現に向けて、製造、輸送・貯蔵、利用の 3 つの側面を一体的に行うことが重要となる。製造では、国内の再生可能エネルギーを利用する観点に加えて、海外からの水素輸送の技術開発を行う。輸送・貯蔵では、インフラ整備として水素ステーション整備を支援する。利用では、運輸、民生、発電、産業各部門で取組みを進める。
- 世界の水素需要予測について、IEA は 2070 年にカーボンニュートラルを達成するシナリオだと約 5.2 億トン、最終エネルギー消費で約 13%と見込んでいる。輸送、産業、発電の分野が有望な市場であり、海外市場の確保を検討している。
- 供給側のシナリオ予測では、当初は化石燃料由来水素が大半を占めるが、再生可能エネルギーのコストが下がり、再エネ由来水素の比率が上がってくる。  
国内の再生可能エネルギーを利用する観点以外にも、電解装置を使い、技術を磨くことが海外市場の確保に大事となる。

**(水素基本戦略等に基づく現在の主要な取組)**

- 水素基本戦略について、2017 年 12 月に世界で初めて国家戦略として日本が策定し、水素のコスト目標を設定し、低減を目指している。需給一体での取組みが重要であり、需要については、自動車が基盤となる。その上で大規模なサプライチェーンを構築するためには、大規模な需要が必要となり、基本戦略では水素発電について記載している。
- 達成目標について、利用側は発電とモビリティにフォーカスしている。FC 活用として、天然ガス由来となるが、エネファームについて目標設定し、コストを下げ、導入を促進していく。
- 水素基本戦略を実現するためのロードマップを策定し、様々な分野でやるべきこと、数値的な目標を設定し、官民一体となって、達成に向けて取り組んでいる。
- 供給側の取組みについて、福島県浪江町で、世界最大級の水電解装置を設置、運営している。敷地内の太陽光発電と市場から電力調達し、電力コストの最適化を図り、水電解装置で水素を製造し、地域に供給している。水電解装置は、調整力として系統の負荷軽減に活用できると考えている。

- 日豪水素サプライチェーン実証について、液化水素の国際輸送実証を実施している。一昨年の 12 月に、船の進水式を行った。規模の小さいプロトタイプとなり、大型化に向けた技術開発を支援している。
- 日ブルネイ水素サプライチェーン実証について、MCH という化学物質を用いて、水素を運ぶ実証試験を行い、昨年 12 月に実証を終了した。未利用ガスから水素製造し、既存のケミカルタンカーで輸送し、脱水素工程で化学反応で吸着している水素を分離するサプライチェーンを構築し、技術的に確立された。
- 需要側の取組みについて、主に燃料電池車 (FCV)、モビリティと発電と説明したが、FCV は、航続距離が長く充填時間が短いことが強みである。移動距離が長く、車両サイズが大きいものほど FCV が向いている。
- FCV 普及のため、本体への補助金のほか、水素ステーションの整備を行っており、現在 137 か所で開所し、今後、全国で 162 か所を予定。中国・九州圏では 20 か所整備されており、そのほとんどが福岡県の周辺にある。
- FCV について、商用車の方に競争優位性があると議論しており、商用車を中心に検討している。国内の実証の支援のほか、水素充填に時間を要するトラックに対応した水素ステーションの開発を行っている。
- 高圧ガス保安法の合理化など規制見直しも行っている。
- 家庭用燃料電池、エネファームの普及拡大について、2009 年に商用化し、2019 年時点で 30 万台以上が普及している。市場拡大につれ、コストも低下した。現在、系統の調整力としての利用を議論しているところ。
- 大規模な水素発電について、技術開発の段階であり、水素は天然ガスに比べ燃えやすく、燃焼性をコントロールする必要がある。燃焼器を改良することで、水素の混焼及び専焼のタービンを開発している。小型の水素発電については、既に開発され、神戸市のポートアイランドで専焼発電の実証を行い、今年度で終了する予定。  
世界では、三菱パワーが、アメリカやオランダで受注しており、今後、海外でも期待されると考えている。

#### (国内外情勢変化等を踏まえた、分野別に今後深掘りすべき論点案)

- 大きな情勢変化として、総理が 10 月 26 日にカーボンニュートラル宣言をした。梶山経済産業大臣も、カーボンニュートラルは日本の成長戦略と発信しており、最大限進めていくため、年末にグリーン成長戦略、実行計画をまとめた。
- このカーボンニュートラル宣言の背景に、水素に係る海外動向があり、ドイツや EU はコロナ禍でも水素戦略を策定するなど、グリーンリカバリー、コロナ禍の経済対策を、水素を中心に手を打ってきた。アメリカでも FCV 導入の進展や、ゼロエミッション化が進められている。中国でも成長戦略の視点に立って、産業政策として、水素に取り組んでいる。
- 水素戦略の日本と欧州の違いについて、日本の場合は、各フェーズで技術的な進展が可能なものの積み上げというボトムアップ的な視点であるが、欧州の場合は、2050 年のカーボンニュートラルに向けて、今後やらなければいけない事項からのバ

ックキャスト的な視点となっており、水素戦略の立て付けが異なる。

日本でも、2050年カーボンニュートラルに向け、バックキャスト的な思考と、ボトムアップ的な思考を調和させることが大きな論点と考える。

- カーボンニュートラルを目標とした際の検討項目について、水素基本戦略で足りない4つの項目として、1つ目は水素利用先の多様化・クリーン化、2つ目は国際水素サプライチェーンの構築の加速化、3つ目は水電解装置、4つ目は資源外交であり、議論している。

- グリーン成長戦略について、自動車も大きな需要であるが、自動車用途だけでなく、幅広いプレーヤーを巻き込む必要があり、そのためには導入量拡大が必要である。

導入量は、2030年に最大300万トン、2050年に2,000万トン程度と数値目標を掲げ、利用と輸送と製造という形でカーボンニュートラル、成長戦略に向けた政策を例示している。

- 成長戦略の工程表として、基礎研究から商用化までを整理している。
- 需要先の拡大について、輸送、産業、発電、民間・業務で、グレー水素を利用しているものを整理した。鉄鋼や船舶、商用車等では現在は利用されておらず、水素基本戦略で具体的な数値目標がない。水素利用の拡大に加え、グレー水素でなくCO2フリー化を進める議論が必要である。
- 水素バリエーション推進協議会が昨年12月に設立され、88社が参加しており、水素の社会実装に向けた課題等を議論している。
- 神戸・関西圏や、中部圏では、水素の利活用について各社が集まり議論している。
- サプライチェーンについて、現行の市場、年間水素供給量は最大36トンであり、2030年頃に商用化を目指すとして、22.5万トンと相当程度大きくする想定をしている。大型化には、技術開発に加え、供給に見合った需要を創出する必要がある。
- 海外から国内の最終需要地までのサプライチェーンについて、液化水素、MCH、アンモニアといった3つのキャリアに基づき整理した。液化水素の場合は、豪州等の積み荷地で液化し、液化水素を受入基地まで液化水素運搬船で輸送し、液化水素をローリーで運搬する流れ。MCHは、既存のタンカーで受入基地まで輸送し、その後、脱水素を受入基地の傍か、需要地か、どこで行うのかが分かれる。アンモニアは、更に複雑に、直接利用が加わり3パターンとなる。

水電解装置は、需要地で水素製造することになる。再生可能エネルギーのコストが高いと言われているが、輸送コストまで含めた、末端価格で比較する必要がある。

- 水電解装置について、再生可能エネルギーの調整力として活用する議論がある。水素は貯蔵性に優れており、日、週、季節という時間軸、GWのスケールまで貯蔵できる。電解装置自体は、出力変動で短期の需給調整を行うことができ、互換性があるが、あまり理解されておらず、宣伝していきたい。
- 課題は大型化であり、日本には10MWの世界最大級の装置があるが、世界では2023年にはプロジェクトベースで538MWの予測もあり、需要増加を含め議論が必要となる。
- 資源国の定義について、従来資源国と協力した化石燃料由来の水素に加え、再エネ

資源国との協力も今後出てくる。また、需要国との協力も必要であり、日本の需要ポテンシャルは限られており、他の国の需要と一緒に開拓しながら、大きなサプライチェーンを構築する必要がある。

- 最後に予算について、2兆円の基金を設立し、今後、水素を含むカーボンニュートラル達成に向けた、研究開発を長期、継続的に支援していく。

<委員の質問・意見> ※○は委員の意見・質問、→は回答

- 国から2030年までにEV化する方針が出されているが、FCVとはどのように関係しているのか。EVは直接的には水素が必要なく、今、FCVの全国展開や水素ステーションの整備もされているが、どのように整理されているのか。
- 2035年までに電動車にする方針は、ハイブリッド車やFCVも含む概念であり、全体をEVにしていく議論にはなっていない。その中で、新車の中でFCVになるのかは、ある程度市場が決めていくところではあり、方策は経産省と国交省で議論している。  
インフラの整備について、今は乗用車のために水素ステーションを整備しているが、技術ニュートラルでフラットに市場で競争いただく必要がある。その中で、FCVは商用車も含める議論がされており、今の整備の方向性が正しいか論点となっている。  
水素基本戦略では商用車の数的目標は書いていないため、今後、議論していく必要がある。
- 家庭等にはエネファームが普及しているが、これらの普及に必要とされる水素は、製鉄所などの既存の副生ガスでまかなえるのか。または、早急に、再生可能エネルギーや褐炭からの水素供給が必要となってくるのか。今後、4~5年のスパンの水素の供給源をどのように考えたらよいのか。
- エネファームは、都市ガスから水素を取り出すため、水素供給源についての制約はあまりない。FCVは水素の供給が必要となるが、水素ステーション毎に天然ガスや副生水素など、その調達が異なる。  
発電について、50万kWの発電所を稼働すると、大体30万tの利用量になると推定される。ミライはフル充電で約5kg/台となり、年間1万kmの走行で、約100kgの消費と、ミライ300万台は、50万kWの発電所と同じ程度の需要量である。副生水素の製錬産業も多く、現状の水素製造の稼働率にも余裕があり、対応が可能と考える。  
国際サプライチェーンは2030年頃となるが、それまでにも取組みは必要であり、九州のように再生可能エネルギー比率が高い地域は電化≒脱炭素化であるが、他の地域でも、今後、脱炭素電源が入ることを前提に、電化、水素化を進めていくことがよい。  
先に、国内で需要を作り、後から、海外からのグリーンな水素を使い、一気に脱炭素化すると効率性がある。短期と中期と長期でどういう需要を開拓するべきなのか、その需要の裏付けとなる供給は何なのかなどを、詰めていく必要がある。
- カーボンニュートラルで、日本が2050年にどの程度の化石燃料の使用量を認めているのかというシミュレーションがあれば教えていただきたい。
- 現在、エネルギー基本計画の関係でモデルのシミュレーションを実施している。モ

デルを示しながら、カーボンニュートラルのために化石燃料をどれくらい使う必要があるのかについて、複数のシナリオについて議論していきたい。

- カーボンニュートラルには、電化の話が出てくる。自動車もバッテリーEVであれば、その電気は何処からくるのか。FCVにしても、カーボンニュートラルな水素であれば、再生可能エネルギーからの水素ということになり、電気の使用量が増えてくる。  
現在、電気の設備容量で約 2 億 kW、電力量で約 1 兆 kWh くらいであると思います。これが 2050 年にはどのくらいの量に計算されているのか。それによっては、今の送電線が十分なのか。
- グリーン成長戦略の中では 1.3 から 1.5 兆 kWh になると試算している。人口減などで需要量の減少はあるが、データセンターや電化の進展を含めると、電力需要は現在より増える。再生可能エネルギーは送電線の整備をどうするかに収れんしがちであるが、需要を新しく作れば、送電線を新しく整備する必要がない。電解装置は新しく需要を作ることが、機能的にできる装置であり、蓄電池のように貯めることもできる。  
連系線を太くすることは、川幅を拓げるものであり、洪水を起こさないためには、貯水池に逃がすということもある。逃がした水を使うのが水電解装置であり、蓄電池の場合は、いつか貯水池から元に戻すことになる。  
関門連系線をどこまで広げ、再生可能エネルギーを全国で利用することが合理的なのか、社会コスト最小化の観点から、水素にして九州内で利用する方が良いのかは、議論を進めていく必要がある。
- 水素の話は、再エネ電力の蓄電という技術と離して議論するのは限界があると感じる。資源エネルギー庁の中で、電力蓄電の分野と水素分野は、シナリオやロードマップ作成で、どのくらいの連携がされているのか。
- 再生可能エネルギーとの連携について、外形的には同じ部内であり、連携できている。中身では、電力と水素は協力できるところと、競争するところを、分けて議論する必要がある。  
競争でいうと、EV と FCV は、どちらの技術が勝つのかということ競争している。他方で、補完関係にもあり、余剰再エネを水素に変え、産業用途の脱炭素化に活用することで、電化ができない分野にも、電化による脱炭素化を間接的に水素という媒体を通して行うことが出来る。電化の範囲を広げることが、再生可能エネルギーと水電解装置の組み合わせで可能になり、一体的に議論していく必要がある。

### (3)【委員報告】九州大学における水素・燃料電池分野の研究動向

#### <委員の説明>

##### ((1)国内外の動向)

- 九州大学は石炭、製鉄の地に設立され 2021 年に 110 年になる。脱石炭は向かい風であったが、脱炭素は九州大学の追い風になってきた。水素の役割も、当初は FCV のイメージが強かったが、近年は、欧州を中心に位置づけが変わってきた。
- 水素の役割について、大規模、効率的な再生可能エネルギーの利用や、電力分野に

留まらず多様なセクターでの利用、余剰の再生可能エネルギーを蓄えるバッファとしての機能、運輸、多様な産業分野、住宅、工業としても利用できる。また、社会全体の脱炭素化として、電力、燃料・原料のCO<sub>2</sub>フリー化にも検討されている。

- 2020年1月に、革新的環境イノベーション戦略が発出され、グリーンイノベーションの戦略推進会議が設立された。水素を中心に、再生可能エネルギーを使い易くし、海外からの輸送、カーボンリサイクルなど、水素が、電力、燃料、原料を含めた脱炭素化できる戦略的な媒体という位置付けになってきた。
- 昨年10月の総理の所信表明で、水素が位置付けられた。
- 2050年カーボンニュートラルの実現について、脱炭素電源の中で、水素・アンモニアで10%との数字が明記された。商用車や水素発電、水素製鉄など、電力分野に加え非電力分野でも水素が位置付けられた。九州は再生可能エネルギーが多く、再エネ由来水素という観点で期待できると考える。

## ((2) 地域の動向)

- 九州経済連合会が60周年という節目で、九州のエネルギーについて議論している。コロナ禍での九州の強みは、低炭素化、脱炭素化が進んでいることである。他の地域に比べて電力料金とCO<sub>2</sub>排出は低く、エネルギー自給率が高い。
- 九州の強みは脱炭素電源が入手できることであり、昨年3月4日に「九州の未来のエネルギーへの提言」を発出した。提言の5本柱のうち、再エネの主力電源化、蓄エネの社会実装などで水素が役割を担う。他には、脱炭素化の面的展開、原子力の着実な運用、環境金融の啓発を位置付けている。
- 特に、環境金融の啓発について議論したところ。世界のESG関係の投資資金は3,000兆円といわれている。九州もESG対応、SDGS対応することを明確にし、九州に投資が集まることで、九州が発展するというコンセプトを打ち出した。  
九州に事業生産を移すだけで低炭素化、脱炭素化できると企業誘致も加速し、九州インデックス投資をつくれれば九州への投資が増え、株価も上がり、経済発展もする。
- 九州では、接続可能な再生可能エネルギー量を超える接続の検討、接続契約の申込みがされている。再生可能エネルギーや水素を上手く利用することがポイントとなり、水電解、水素を活用したエネルギー貯蔵を考えるためには九州が一番適地といえる。
- With/After コロナ時代の議論もされているが、デジタル化に伴い電力使用量は増加する。現在の国内の全電力量をも超えるIoTのエネルギー需要が出来るとも言われており、エネルギー問題が増えてくる。世界が脱炭素化に大きく舵を切る中、グリーンイノベーションを実装する適地の1つが九州といえる。

## ((3) 九大の取り組み)

- 九州は脱炭素化に向け、CO<sub>2</sub>フリー電源が原子力も入れ58%まで到達し、電源構成では、再生可能エネルギー比率が23%と、政府の2030年目標の22~24%をすでに達成している。  
更に増やすため、再生可能エネルギーを使いこなすエネルギー貯蔵も含めたシステ



ムを考えると、水素、燃料電池は貢献できる。電力の変動を制御、予測することも大事であり、水電解、水素貯蔵、水素モビリティ、燃料電池の定置用発電とともに CO2 の回収の技術開発など、九州大学はその研究開発を加速し、九州全体の脱炭素化に貢献したい。

- 九州大学も、地域の脱炭素化に貢献したいと考え、九州大学の水素プロジェクトとして形にしてきた。基盤研究のほか、産学連携、技術実証、社会実装、人材育成、国際連携、未来科学までに包括的に取り組んでいる。
- 将来のあるべき姿を明確にし、それに向けた社会実装、技術実証、企業と連携した中核技術開発、大学内での技術をゼロからイチにする技術開発、ベースになる基盤研究を着実に進め、これらを一気通貫でできる体制を九州大学は整えてきた。
- 社会実装の取組みについて、大型産業用燃料電池を伊都キャンパスに設置し、2万5千時間の運転を達成した。現在、中のセルを取り出し、詳細な解析をし、製品の改良に生かす取組みを進めている。

人口分布や交通量、事業所の分布から、水素インフラの最適配置を計算するシミュレータを開発し、アドバンス版を水素ステーションの合同会社で活用いただいている。

水電解、水素貯蔵の水素インフラ、定置用電源、ゼロエミッションモビリティに向けた取組みも進めている。

- 九州大学内では燃料電池以外にも、水素貯蔵、炭素貯蔵、CO2 分離回収、水蒸気電解、可逆燃料電池、人工光合成などの取組みも進めている。脱炭素社会をつくるためには、燃料電池だけ達成できないため、関連する技術と連携して、様々な将来あるべきエネルギーシステムを提案していきたい。
- それに向けて、新しいプロジェクトを始めている。1 つ目は、車用等の固体高分子形燃料電池の技術開発である。高耐久性、高ロバスト性が、商用車（トラック、船舶）などに欠かせない。自動車では5,000時間、走ればいいが、商用車では耐久性が6倍、7倍と桁違いに変わり、これに耐える燃料電池を開発する取組みである。
- 2 つ目は、定置用燃料電池である。15年の使用には、13万時間の耐久が必要となり、それに向けて、汎用ステンレス適用における課題が多く、技術開発を支援する取組み、評価技術の開発を直実に進めているところ。
- 3 つ目は、水電解である。水電解がバッファ機能を果たせることに注目し、燃料電池をベースに、その逆作動ができる水蒸気電解、それを柔軟に切り替えられるセルを開発するチャレンジな取組みとなる。世界の英知を集めて、革新的な創エネ、蓄エネ、調整力デバイスを開発したいと考えている。
- それ以外に、HYDROGENIUS では、水素材料、特に金属材料の鋼種拡大は長年の課題であり、高分子材料のゴム樹脂、パッキンなどは様々な課題が出てくるところであり、その両輪で、多くの取組みを進めている。
- カーボンニュートラル・エネルギー研究所では、大学が自助努力で続けていく体制に変わっており、カーボンニュートラルを目指す活動を加速させていく予定である。
- 5年前に、エネルギー研究教育機構をつくり、工学のみならず、エネルギー制御、エネルギー社会をどう作っていくのか考えている。

- このような取組みを長年進めており、研究面では、水素の論文数は世界トップクラスであり、燃料電池でも論文数は、大学では国内トップを占めている。
- 社会がどう変わるのか示せるのも大学であり、昨年 12 月に、トヨタの新型ミライを購入決定した。3 月 19 日に九大水素モーターショーを開催し、新型ミライの納車式を行いたいと考えている。

#### ((4) 課題と将来展望)

- 大学の位置付けは、世界を見渡すと変わってきている。スタンフォード大学の例になるが、パンフレットにスタンフォード大学起源の企業群の年間売上高は約 2.7trillion ドル、270 兆円と明記されている。これは、一大学が頑張れば、日本の GDP の半分ぐらいの価値を創生できるということであり、大学を核に世界の主要都市が成長しているということである。
- それには及ばないが、各国で大学を核にしたイノベーション・エコシステムをつくっている。アメリカでは、大学と企業と州政府が出資して産学官の連携拠点を作っている。ドイツでも企業と州政府が出資して大学とも連携し、非営利の研究組織をつくっている。シンガポールでは、国が集中投資し、大学・企業が集まる共同プロジェクトを創出している。
- 大学を核に経済成長をしていき、新しい知的価値を生み出すことが、大学の趨勢である。大学も変わる必要があり、単に学校でなく、知的価値を創造するプラットフォームになるべきであり、イノベーション人材の輩出、ブレイクスルーを提案し、ソリューションも提供していくことが、世界の大学の姿になりつつある。大学を核にイノベーションハブやイノベキューター、シンクタンクになることが、今後の大学の姿と考えている。
- 最後に、今後のあるべき議論をお話する。

福岡は水素分野をけん引してきたが、他方で、他の地域をみると、山梨は FC-Cubic を誘致し、福島は復興で水素を掲げ、東京湾ではゼロエミベイとして首都の主要な企業が入りゼロエミッションを考え、中部ではトヨタ自動車を中心に水素を大量に持ってこようと検討し、関西は万博があるとして神戸関西で協議会を設立した。

九州、福岡には、残念ながらそのような協議会がなく、存在感が低下していると危機感を持つべきと考える。それを踏まえ、今後考えるべきことを 5 つ述べる。

- (1) 1 番目は、活動強化である。15 年以上前に福岡水素エネルギー戦略会議をつくり、地域を挙げた水素の取組みを進めてきたが、フェーズが変わってきたことを、地域の方々にも認識していただきたい。

脱炭素化が、日本、世界の潮流になってきた中、九州、福岡ができることを、考え直すフェーズに来た。例えば、山梨県では工業技術センターが FC-Cubic を誘致するという中で、福岡に何ができるのか考える必要がある。

- (2) 2 番目は、社会実装である。福岡には、九州大学の箱崎跡地が約 50ha あり、非常に良い場所である。企業も事業を脱炭素化することがマストになりつつある中で、例えば箱崎跡地を CO2 フリーのゼロエミッションシティにするぐらいの取組みがあっ

ても良いと考える。

- (3) 3番目は、九州大学も地域に出て行く取組みをすべきだと考えている。スタンフォード大学のように、研究開発型外部化法人を、大学からスピンアウトさせることも昨年6月の法律改正で可能になる。九州大学もそのような取組みを考えるべきである。九大の職員が福岡県の水素班に出向すると、福岡の取組みが加速できる。
- (4) 4番目は、逆に、地域から九州大学への取組みとなる。例えば、福岡県も水素研究室や、この研究会をエネルギー政策研究室として九州大学に作ることも可能な時代になってきた。今はバラバラに進んでいるところがあるが、もう一度、施策を考える中で、地域と大学がより一体となった取組みを考え直す時期に来ていると考える。
- (5) 最後は、人材の定着である。地方都市の根本的な課題であるが、優秀な学生が三大都市圏に流出し続けている。これが続くと、地域の発展が続かない。

他方で、スタートアップの適地として、福岡県は高く評価されている。また、九州は脱炭素化の先進地である。福岡県を発展させるため、地域、地元雇用、ポストを作ることを考える必要があると考える。若者が戻り、定着することで、人材の幅、層が増え、研究教育や社会実装、地域支援まで一貫した体制になると考える。

- 危機感を共有し、この地域に何が出来るのか、いろいろなお知恵をいただきたい。

#### <委員の質問・意見> ※○は委員の意見・質問、→は回答

- 革新的な可逆水蒸気電解セルの研究について、水電解装置がキーテクノロジーになるが、水から水素を作るとき、あるいは水素を電気に戻すときの変換効率は、どの程度をターゲットにして取り組んでいるのか。

→ 可逆セルということで、高温のSOEC(固体酸化物形電解)の発電と、逆作動の水蒸気電解が出来るというものになる。その両方の作動雰囲気のできる材料開発ができたため、開発を始めたところ。今まで不可能だったことを可能とする研究であり、まだ効率を議論できるレベルにはない。

一般論として、SOFC(固体酸化物形燃料電池)の発電効率は約60%であり、同等の発電効率が示せるはずであり、熱を使うと効率はもう少し上がる。

逆作動の水蒸気電解は、システム設計に依存するが、アルカリ水電解が70%、固体高分子形が80%、固体酸化物形の水蒸気電解が90%くらいとなり、そのレベルが実現すると、水素製造については高効率のシステムが作れる。

コンセプトの1つに、水蒸気電解は吸熱反応となる。熱をどこから持ってくるかだが、将来に電力が余って調整市場でタダ同然となる電力で、水蒸気電解システムを加熱、温度を維持すれば、安く水素が作れると考えている。効率の高いポテンシャルがあることをお伝えしたい。

- 水電解装置は重要なキーテクノロジーであるという認識の上で、電気から水素に変え、また電気に戻すと、総合的に約四割になる。ロスを減らすことが大切と考える。

→ 高分子形は、両者の掛け算になり、かなり効率が下がる。低温の高分子型は下がるが、高温型は、ほぼ可逆に発電と水素製造ができるポテンシャルを有するため、ロス

を低減できると考えており、技術開発を進めていきたい。

- 大学として、2050年のカーボンニュートラルを達成するための、キーファクターは水素と思う。ただ、水素は、我々が使っているエネルギーと違って、2次エネルギーとなる。何かから製造しなければならないが、コストアップが見込まれ、価格が高ければ産業界などから受け入れられない。

どのように安い水素を作るかというところに、大学としての、色々な技術開発要素を組み込んで、製造、貯蔵、輸送、そして利用という、それぞれの面でどのような技術開発をすることが責務と考えるか。

2050年に20円の水素や、それに近い水素について、九大式の水素チェーンとして、技術開発要素の組み合わせでできる技術という例を示すことができると思うが、モデルを発表してはどうか。

- 水素エネルギーは幅が広いため、世界中で水素に取り組み始めた中で、九州や九州大学で強みを発揮して出来る事に、ある程度フォーカスするべきと考える。

まず一つは、九州は、地熱やバイオマスもあり、太陽光や風力のポテンシャルもあり、各県が特徴のある再生可能エネルギーを持っている。多様な電源から水素をどう作るのかが水素製造のポイントであり、高分子形の水電解と酸化物形の水蒸気電解にフォーカスしている。

二つ目は貯蔵になるが、高圧のタンクの貯蔵が燃料電池自動車等でシビアになっており、これを着実に進めることと、様々なところで水素利用できるよう10気圧未満で使える水素貯蔵について、材料が出てきたため、その普及も九州、九州大学の取組みの重要なところである。

水素利用については、水素発電や水素製鉄の大きな話がでていますが、その部分は大学で取り組むのは厳しいところ。コアになる燃料電池については、高分子型と酸化物型で磨いていくことが、分散型電源としての水素システムで大事なポイントと考える。

それ以外にもやるべきことは多く、大学ができることに技術開発をフォーカスするとともに、九州全体で水素社会を作るという社会実装ができるのも九州の強みであるため、九州大学も地域と連携した取組みを行っていきたい。

- 個別のエネルギーだけでなく、どのようにシステムを組むかという話がなければ、トータル的なものが出てこない。エネルギーシステムという学問領域の充実もお願いしたい。

- 人事にもかかってくるが、そのような専門の方に来てもらいたいとも思う。エネルギーシステム研究は民間企業の方がかなり進んでいるため、産学連携の中で補完、強化することも含めて、大学の体制を強化していきたい。

#### (4)【事務局説明】福岡県の水素エネルギーに関する取組みについて

##### <事務局の説明>

##### (1. 福岡水素エネルギー戦略会議の取組み)

- 「福岡水素エネルギー戦略会議」は、本県が全国に先駆けて、平成16年に設立した

産学官連携組織である。

水素の世界的な研究拠点である九州大学、製鉄の過程で大量の副生水素が発生する日本製鉄、優れた技術を持つものづくり企業の集積といった県内の多様なプレーヤーに加え、水素社会をリードするトヨタ自動車や岩谷産業などオールジャパンの企業や大学、行政が参画しており、会員数 800 を超える日本最大級の水素推進組織である。

- この戦略会議は、「研究開発」、「新産業の育成・集積」、「人材育成」、「普及啓発」、「社会実装」の 5 つの柱で取組みを推進している。
- 1 つ目の柱の「研究開発」について、九州大学には水素関連の最先端の研究所が集積し、多数の研究者が集まっており、次世代燃料電池の長時間実証運転や、水素吸蔵合金の研究、高温水蒸気電解の研究など、内外から注目を集める研究に取り組んでいる。
- 水素関連製品の試験施設「HyTReC」と九州大学の水素材料先端科学研究センター「HYDROGENIUS」は緊密に連携しており、FCV や水素ステーション等の材料や製品開発、安全性向上、規制見直しの加速、国際標準化等に大きく貢献している。
- 2 つ目の柱の「新産業の育成・集積」について、水素分野の参入を目指す県内企業に対し、情報提供から製品開発、販路開拓まで一貫して支援している。
- 具体的には、水素関連メーカーと連携した「水素ビジネス参入セミナー」の開催、製品開発への助成、水素メーカーの OB を技術アドバイザーとして派遣などの支援を行っている。
- 開発助成を行った県内企業において、これまでに 25 件が製品化され、FCV や水素ステーションなどで採用されている。
- 販路開拓については、メーカーの要求に応じた改良開発への助成や、東京の国際展示会等への出展支援を行い、ビジネスマッチングを図っている。
- 3 つ目の柱の「人材育成」について、九州大学と連携し、平成 17 年に福岡水素エネルギー人材育成センターを設置し、企業の技術者や学生向けに、九州大学や水素メーカーの講師による講座を実施しており、これまでに 1,400 名以上が受講した。
- 4 つ目の柱の「普及啓発」について、FCV は 117 台が普及し、水素ステーションは 11 箇所整備されている。昨年 3 月に久留米市にも開所し、福岡、北九州、筑豊、筑後の 4 県域全てにステーションが整備された。家庭用燃料電池「エネファーム」は、県内に約 1 万台が導入されている。
- 具体的には、FCV の普及と水素ステーションの整備を一体的に推進するため、産学官が一体となって平成 26 年に「ふくおか FCV クラブ」を設立し、FCV の展示や試乗会を行って、FCV の認知度向上を図っている。また、県公用車への率先導入や、全国初となるタクシーへの FCV 導入支援にも取り組んできた。

水素ステーションについては、国の補助金に加え、県独自の補助金を設けるとともに、候補地の選定、地権者の交渉等、一貫したサポートを実施している。

- 水素への理解を促すため、国内外の最新の動向等を発信する「九州水素・燃料電池フォーラム／水素先端世界フォーラム」の開催、若者が集まる野外音楽イベントでの PR、九州大学のキャンパス内に「水素社会シヨールーム」を設置する等により、啓発

活動に取り組んでいる。

- 最後の柱「社会実証」について、水素社会の実現に向け様々な実証を展開している。「北九州水素タウン」では、製鉄所で発生する水素を、地下に埋設したパイプラインで市街地に直接供給し、水素ステーション、住宅などに設置した燃料電池で利用する実証を行っている。
- また、県住宅供給公社が提供する賃貸集合住宅において、エネファームを利用し、世帯間で電力融通する全国初のプロジェクトを実施している。

## (2. 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて)

- 昨年10月の2050年カーボンニュートラルの宣言を受け、今後、再生可能エネルギーの導入がさらに進むことが見込まれる。九州は、再生可能エネルギーの導入が他地域に比べて進んでいる一方で、供給力が電力需要を上回り、出力制御が行われている状況にある。
- こうした課題を解決するため、電力の余剰分を水素に変え、貯蔵、利用する、再エネ由来水素の活用が注目されており、本県でもそのモデル実証に取り組んでいる。
- 1つ目は、工場のゼロエミッション化に向けた、再エネ由来水素活用の取組みである。トヨタ九州宮田工場において、工場内に設置した太陽光発電で発電し、その電気を使って水素をつくり出し、場内でFCフォークリフトや、隣接する展示施設のエネルギー源として使用している。
- 2つ目は、再エネ由来水素の地域サプライチェーン実証事業である。今年度から新たに、北九州市と連携し、再エネの余剰電力から水素を製造し、様々な用途に利活用する実証事業に着手した。
- 北九州市の響灘地区に集積する様々な再エネ発電施設や、北九州水素タウン、西日本最多となる11箇所の水素ステーションといった強みを活かして、水素の製造から輸送・貯蔵、利用まで一貫して行う先進モデル事業である。
- 北九州市や地元企業等が出資する新電力会社「北九州パワー」が代表事業者となり、多くの企業と連携して進めている。機器の整備が完了する今年秋から、水素の製造・運搬・利用の実証を行う予定。
- 国内初となる、複数の再生可能エネルギーから余剰電力を最も効率よく調達する高度なエネルギーマネジメントシステムを開発・導入し、水素製造を行う。その水素は、市内の物流施設のFCフォークリフトや、パイプラインを経由して博物館や実証住宅に設置した燃料電池、さらに、福岡市や久留米市の水素ステーションで利用する。
- 今回の実証を契機に、再エネ由来水素の普及に向けて取り組んでいきたい。

### <委員の質問・意見> ※○は委員の意見・質問、→は回答

- 響灘地区の需要スキームについて、再エネ由来水素を社会実装するための実証試験ということで、水電解装置を一体どこに作った方がいいのか考えた。今回は響灘地区に水電解装置を作り、製造した水素をトラックで輸送をするが、輸送コストが大きくなる。社会実装に向け、この辺りが課題と思うが、課題認識を教えてください。

→ 実証を行う中で、そうした課題も検証していきたいと考える。まずは、複数の再エネの余剰電力を使って水素を作り、それを広域で使ってみるという取組みから始めていく。この事業を3年間の計画で実施し、次のステップに繋げていきたい。

○ 水素ビジネス参入等で、地元の中小企業が、取り組めるような課題、製品や技術に対し、どの程度整理しているのか。水素の製造と輸送と貯蔵と利用について、水素エネルギーシステムという話もあったが、地元の中小企業が関与できるような具体的な技術とか製品をよく整理しないと、水素社会に向け進んでいるが、足元でどういうものに取り組めばよいかということに、若干乖離があると考え。

→ 県内企業の水素関連製品の参入状況については、FCVの部品、水素ステーションの部品、エネファームの部品といった分野で25件の製品化が実現した。水素ステーション用の高圧水素配管用の部品、各種センサー、エネファームの重要部品など、県内に優秀な企業があり、実際に採択されている。

水素関連企業OBを技術アドバイザーとして派遣し、きめ細かな相談対応や、水素メーカーとの個別マッチング、製品開発への助成を行っており、県内企業の参入を着実に進めていきたい。

## (5) 【討議】水素エネルギーの利活用拡大の実現に向けて

### <事務局説明>

○ 今回は、水素エネルギーの利活用拡大に向け、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、議論いただきたい。

- ・ 水素は、再生可能エネルギーを貯蔵・輸送・利用できるポテンシャルがあり、幅広い分野で活用が期待されるカーボンニュートラルのキーテクノロジーである。
- ・ 本県では、平成16年に、水素エネルギー社会の実現に向け、産学官連携組織「福岡水素エネルギー戦略会議」を設置し、研究開発や人材育成、関連産業の育成・集積などに取り組んできた。

○ 検討課題として、次のように論点を整理した。

- (1) 2050年カーボンニュートラルの実現に向け、どのような分野での水素の利活用が考えられるか。また、それを実現するため、どのような課題があるか。
- (2) 再エネの余剰電力を水素に変えて、貯蔵・活用する取組みが注目されている。県内で実施される再エネ由来水素の実証事業等の取組みを更に発展させ、早期の社会実装を図るためには、どのような取組みが考えられるか。
- (3) (1)～(2)以外に、水素エネルギー社会の実現に向け、各主体としてどのような取組みが考えられるか。

### <座長のコメント>

○ ある意味で福岡は、フロントランナーでずっと来たが、若干、時期に早すぎた点があったものが、ようやく全体が水素社会に向けて動き出すタイミングが来た。

最初に車に集中したが、なかなか車だけでは水素社会、インフラへの投資、供給面

も含めて、引っ張りきれない実態を踏まえて、もう少し幅広く、電力であったり、産業界、輸送、建物系などを含めて取組みの幅が広がってきた。

供給サイドだけでなく、産業界を含めた需要化サイドも入れた、地域という面で捉えないといけない先駆的な取組みであるが、福岡、九州の強みは、地域内に多様なプレーヤーを皆抱えていることである。現に、実証研究などでスタートをしている。

また、再生可能エネルギー導入先端地域としての必要に迫られたところから物事を考えており、全国の他の地域のように総論で考えているプレーヤーと違い、自分の問題として考えているというのが強みと考える。

### <委員の意見・質問>

○ 脱炭素社会の構築に対しては、水素の利活用が不可欠というお話であった。経済産業省の講演資料ではカーボンニュートラルの取組みとして、水素発電、自動車のFCトラック、製鉄の分野が示されている。関連する分野の委員の方々から、これらの分野で具体的な方策や方向性があれば、お話しいただける範囲で教えていただきたい。

○ ガス業界にとって、水素というのは大きな課題と捉えている。今まで、水素という観点では、エネファームの普及に積極的に取り組んできたが、現状、エネファームの水素はグレー水素に相当し、これをいかにブルー水素に変えていくかが、1つ大きな課題という捉え方もしている。

脱炭素という一つの大命題に向かって進んでいくことになるが、電解での水素製造にも携わる必要があると考えている。FIT 制度に基づき、再エネを推進しているが、九州では、出力抑制という問題がかかっており、余剰電力として有効活用するためには、そういう分野も進めていくことになる。

水素製造について、ある一部の地域、それなりの投資を出来るような企業というエリアに絞られる懸念がある。九州管内には、接続を待っている再エネ事業者もいるが、この再エネを水素に変えるにあたっては、現状の送電網では集約ができない。事業者が単独で水素製造をやることも難しい。専用の送電線ではないが、余分な再エネを1か所にまとめて、それを水素に変えるという仕組みや、水素ステーションを九州全域に広げるといった、検討もこれから必要と考える。

また、水素を上手く利用するためには輸送の範囲をどう考えるべきなのかと出てくる。今はグリーンな水素を使うとすると、かなり狭まった範囲になってしまう。広域に持って行こうとしたときに、グレー水素などをどれだけ許容していくのか。それから先はCO<sub>2</sub>の回収に向けた技術開発を、実装していくかが、カギになる。輸送能力を維持するためにはパイプラインだけでは広範囲に持って行くには厳しく、天然ガスを使いながら、グレーからブルーになる水素製造ができるような技術開発を目指すべきと考えている。

○ 自動車の最終的なエネルギー源は水素と考えているが、そこに至るまでの道のりは何十年という期間がかかる。足元では、EV車、電動車が低炭素化の方策となる。

商品としての自動車開発を進めていくほか、グループでは「2050年CO<sub>2</sub>ゼロチャレ



ンジ」を公表しており、製造工場も CO2 排出をゼロにする目標をたてているが目途が立っているわけではなく、勉強しながら進めている。

九州工場でも製造の CO2 を削減するため、再エネを活用して水素を製造・利用する取組みを、補助金をいただきながら進めている。目標のコストに対し、コストが数十倍になっている実態があり、電解装置や圧縮・蓄発機といった、水素を生成し蓄えるといった設備の信頼性を高めていく必要があるということが、実証を通じた実感である。

一方で、水素を利用するための基礎的な技術のある九州で、産学官連携で更に設備の信頼性を高めることができれば、製造業が社会実装の一役を担う機会が増えると考えられる。

- 発電の分野について電力業界全体の話をする、足元では、既存の発電設備で、輸送がしやすい水素キャリアとしてのアンモニアを対象に混焼ができないか検討している。まずは、一番、CO2 を排出している石炭火力での混焼、次に LNG との混焼を検討しており、これが出来れば専焼も含めて検討していくが、専焼までにはかなり時間がかかる。

水素も同様に、ガスタービンの燃料として、LNG との混焼について検討し、その次が専焼というステップになる。いずれも技術面、コスト面、及びかなりの量が要するため、燃料の安定供給も含めたサプライチェーンが課題になる。

再エネ由来の水素の早期の社会実装について、再エネ由来の水素はエネルギー変換効率の観点で、電気から水素を作り、また電気に戻すと半分以下に落ちるため、電気に戻して再利用するよりも運輸や、電化が困難な産業分野での熱利用に用いることが、望ましいと考える。

また、水素の運搬コスト低減が大きな課題であるが、そういう観点から再生可能エネルギーの電気は電気として送電して、九州広く分布している水素の需要地での水素を製造することも選択肢の一つと考える。そのためには分散型の中小規模の水素供給システムが必要になってくる。

- 九州、福岡で何ができるかということで、水素の積極的な利用や、一定量の水素を作る施設には、パワープレーヤーがいないと難しい。

そういう意味では、福岡で何か時代の最先端ということであれば、水素を還元剤として使う製鉄は、産業としては魅力的と考える。

- 製鉄業の方の動きは、水素還元での製鉄プロセスを国内の各鉄鋼メーカーと協力しながら、国の支援もいただき、開発しているところ。現在、東日本の製鉄所で小規模な試験高炉を造り試験を進めており、今後スケールアップを検討していく段階。経済産業省の講演資料にもある通り 2040 年目途に技術確立を目指している。

また、弊社としては、水素の供給のためにはパイプラインが重要なインフラとなるため、パイプ、設備としての貢献を、今後一層、進めていきたい。

- 佐々木委員の報告にあった成長戦略（九州経済連合会「九州の未来のエネルギーへ

の提言)について、ゼロエミッションを先導する九州のエネルギー環境産業の再構築という中で、頂いた提言と戦略に基づいて活動している。

今年の4月に創立60周年を迎えることから、2030年の九州のありたい姿を描き、3つの柱と、10個のテーマを決めている。来月には、内容もまとまる予定であるが、カーボンニュートラルを先導するエネルギー環境の整備は、10個のテーマの中の1つであり、アライアンスをつくり、関係者と一緒に取り組んでいきたいと唱っており、引き続きお願いしたい。

- 多量のエネルギー消費型企業にとって、2050年カーボンニュートラル目標は思考の変化を求められ、ビジネスモデルの変更、投資順序の変更、再生可能エネルギーへの変化の先行対応の検討を考えさせられる有意義な講演であった。脱炭素化への道筋に、水素の必要性を重く感じ、福岡県、九州大学の一層の進化を期待する。

#### (6) 【その他】研究会の今後の活動について（案）

##### <事務局説明>

- 本研究会は東日本大震災を契機とし、平成25年2月に設置した。その後、2年間の議論を経て、平成27年3月には提言を取りまとめた。その後も、この提言や国の動向を踏まえた取組みについて、研究を行ってきた。
- 一方、エネルギーを取り巻く情勢は刻々と変化しており、昨年10月に、国は「2050年カーボンニュートラルの実現」を目指し、省エネルギーや再生可能エネルギーの最大限導入などを進め、安定的なエネルギー供給を確立すること等を宣言した。
- このような中、各主体が取組みを推進するためには、これまでのエネルギー関連施策に加え、多様な分野との横断的な取組が一層重要と考える。
- ついては、各主体が研究会の提言を指針とした新たな取組みを行うために助言・意見等が引き続き行われるよう、来年度以降も本研究会を継続開催することとしたい。

#### 4 座長総括コメント

- 本日、第 26 回福岡県地域エネルギー政策研究会を開催し、検討テーマを「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」、サブテーマを「水素エネルギーの利活用拡大の実現に向けて」として、議論を行った。
- 今回の研究会では、最初に、経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギーシステム課 水素・燃料電池戦略室の藤岡課長補佐から、「水素社会実現に向けた取組みと今後の展望」と題して、御講演いただいた。  
講演では、水素社会実現に向けた供給側、需要側のそれぞれの取組みや、情勢の変化を踏まえた各分野における検討事項など、今後の方向性について御教授いただき、今後の地方の取組みを考える上でも、貴重な情報を御提供いただくことができた。
- 次に、国立大学法人九州大学の佐々木委員から、「九州大学における水素・燃料電池分野の研究動向」について、国内外及び地域の動向等を踏まえた九州大学における取組みや、現状と今後への政策提言として課題について、情報提供していただいた。
- 次に、事務局から「福岡県の水素エネルギーに関する取組みについて」説明を受けた。
- 次に、これらの講演・報告を基に、水素エネルギーの利活用拡大に向けた、地方の取組みについて委員間で討議を行った。
- 最後に、当研究会の今後の活動（案）について、事務局から説明を受けた。
- 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、水素エネルギーの利活用拡大の実現に向けた取組みの方向性が示された。県をはじめ各主体において、今後の取組みに活かしていただきたい。