



2024. 3. 7 (木) 14:00～17:00

ベルサール御成門タワー3階ホール（及びオンライン配信（Zoomウェビナー））

## 1. 開会挨拶



宿利 正史  
運輸総合研究所 会長

## 2. 基調講演

水素エネルギーの将来展望と  
交通分野への期待

佐々木 一成  
九州大学 副学長・主幹教授  
水素エネルギー国際研究センター長

## 3. 報告①

我が国の交通分野の  
脱炭素化に向けた燃料転換及び  
水素利用に関する調査研究

小御門 和馬  
運輸総合研究所 研究員

## 4. 報告②

鉄道における水素利用促進のための  
環境整備に向けた調査研究

堀尾 怜椰  
運輸総合研究所 研究員

## 5. パネルディスカッション及び質疑応答



コーディネーター

三宅 淳巳  
横浜国立大学大学院  
環境情報研究院  
人工環境と情報部門 教授



井上 恭豪  
岩谷産業株式会社  
水素本部水素バリューチェーン  
シニアマネージャー



小倉 隆二  
株式会社  
JALエンジニアリング  
執行役員 技術部長



水田 真夫  
一般社団法人  
水素バリューチェーン  
推進協議会 担当部長



加藤 純  
石狩市企画経済部  
企業連携推進課 課長

堀尾 怜椰  
運輸総合研究所 研究員

## 6. 閉会挨拶



佐藤 善信  
運輸総合研究所 理事長

## 開催趣旨

日本は、2020年10月に2050年カーボンニュートラルを目指すことを宣言しました。2050年カーボンニュートラルの実現に向け、我が国の二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）排出量の約2割を占める交通分野での対策の加速化が急務です。

冒頭、宿利会長から、「交通用燃料の脱炭素化に向けては、バッテリーによる電化、水素、バイオ燃料、合成燃料と様々なものが期待されている。このうちのひとつである水素は、燃焼時に全くCO<sub>2</sub>を排出せず、トラックや海運など大出力・長距離輸送の交通モードに適している、と期待されている。しかしながら、我が国における交通分野の水素の利活用については、自動車分野で先行するものの、各交通モード単独での検討にとどまり、我が国の交通分野全体として水素をどう活用すべきか、水素サプライチェーンの構築をどうするのか、など交通分野横断的な検討は進んでいないのが現状である。我が国における現在及び将来の交通の姿、交通に期待される役割を考えれば、交通モード別ではなく、日本の交通産業全体として協調しながら、カーボンニュートラルの実現に向けて水素の利活用について検討していくことが必要かつ不可欠であると考えている。水素は、発電・産業・交通といった幅広い分野の脱炭素化に資する、2050年カーボンニュートラル実現に向けた「カギ」となるエネルギーである。交通分野の水素利活用を進めるには、水素を巡る様々な動向を広く捉えながら、各交通モード、関係者間でどのように連携できるかを考えることが重要である。」との開会挨拶がありました。

本セミナーは、水素エネルギー及び各交通モードの関係者のほか、当研究所の研究者も登壇し、水素利用の課題や展望について議論を行いました。

## セミナーの概要

### ■ 基調講演

#### 「水素エネルギーの将来展望と交通分野への期待」

佐々木 一成 九州大学副学長・主幹教授、水素エネルギー国際研究センター長

エネルギーについては、長い歴史の中で石炭を使うところから始まり、石油、天然ガスへとエネルギー転換が進んできたが、例えば天然ガスを都市ガスとして各家庭に供給できるようになるまでに約20年を要した。今まさに脱炭素燃料が求められており、その代表格が水素であるが、サプライチェーンを構築して各家庭や事業所まで供給するにはまだ時間を要する。日本の運輸部門では毎年2億トン強CO<sub>2</sub>を排出しており、それに対して電気自動車や水素燃料電池自動車、またバイオ燃料やSAF、合成燃料などを使っていくことになる。CO<sub>2</sub>の排出削減に向けて、電化を進めることが一つの大きな流れであるが、それだけでは削減が難しい分野があり、交通分野はまさにその一つである。

カーボンニュートラルの議論のベースになっているのが「革新的環境イノベーション戦略」であり、その中で非化石エネルギーとしては、再エネを多用することとしているが、再エネによる余剰電力を使い水素を作ることが期待されている。そして、我々が原油を大量に輸入しているのと同様に、世界中の非常に安価な再エネによる余剰電力を使い水素を作ること、再エネを商品として輸出入することができる。また、いわゆるCO<sub>2</sub>フリーの水素を大量に安く供給できれば、回収したCO<sub>2</sub>によりSAFや合成燃料を作ることができる。

今求められているのはカーボンニュートラルであり、非電力の部



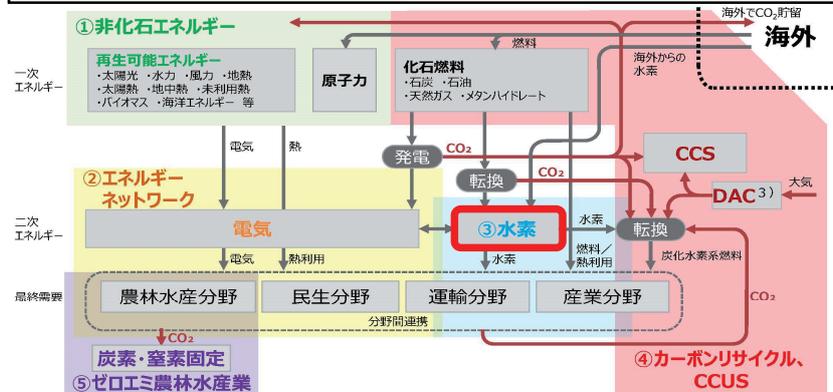
## 政策：「水素」がカギ（革新的環境イノベーション戦略、2020年1月策定）

### イノベーション・アクションプランの重点領域

政府の司令塔：

グリーンイノベーション戦略推進会議

技術領域で整理すると、①電力供給に加え、水素・カーボンサイクルを通じた全ての分野で貢献する非化石エネルギー、②再生可能エネルギー導入に不可欠な蓄電池を含むエネルギーネットワーク、③運輸、産業、発電など様々な分野で活用可能な水素、④CO<sub>2</sub>の大幅削減に不可欠なカーボンサイクル、CCUS<sup>1)</sup>、⑤世界GHG排出量の1/4<sup>2)</sup>を占める農林水産分野の5つが重点領域となる。



1) CCUS：Carbon Capture, Utilization and Storage（炭素の回収・利用・貯留）  
2) 農業・林業・その他土地利用部門からのGHG排出量は世界の排出量の約1/4を占める（出典：IPCC AR5 第3作業部会報告書）  
3) DAC：Direct Air Capture（大気からのCO<sub>2</sub>分離）  
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tougou-innovation/pdf/kankyousenryaku2020.pdf>

「国内再エネ利用拡大（左上）」「海外からの再エネ大量輸入（右上）」「回収CO<sub>2</sub>の燃料化（右下）」  
に「水素」が不可欠：脱炭素社会の電力＋燃料＋原料をまかなう化学的なエネルギー媒体

政策：「水素」がカギ（出典：佐々木副学長講演資料より）

分を解決しないと社会全体のカーボンニュートラル達成は難しい。まず電気の省エネ化や電源の脱炭素化を進め、再エネの導入や原子力発電を再稼働することで電化を進め、かつ原料や燃料の省エネ化とCO<sub>2</sub>をできるだけ排出しない燃料へ転換していくことで、カーボンニュートラルに近づくことができる。石炭からアンモニアなどの脱炭素燃料への転換を進めていくこと、また水素や合成燃料、SAFも含めた燃料に転換していくことが方針として打ち出されており、2050年には年間2000万トンの水素を導入していくことを目標としている。

・水素の用途拡大

日本は長年新エネルギーの開発を進めており、エンジンやタービンよりも燃料電池の方が効率が高い状況だが、エンジンやタービンを水素燃料に変えていくことでCO<sub>2</sub>の排出量削減に貢献できる。水素を利用できる技術として、モビリティ関係では乗用車が先行しており、最近では商用車を脱炭素化することが目標として掲げられている。現在日本の乗用車水素ステーションでは、年間800トン程度しか水素が使われていないが、2030年には日本全体で全ての用途を合わせて約300万トン使用する想定である。

水素の供給に向けて、水素キャリアとしては液化水素、MCH、アンモニア等があるが、それぞれ得意な業界、企業があり、安価なものから順番に社会実装されることが政府の政策として打ち出されている。その核となるのが港湾であり、水素のハブと成り得る。また、列車も重要な用途であり、架線を維持するのに費用が掛かるため、水素で走行すると架線の維持も不要となりCO<sub>2</sub>排出削減に貢献できる。船舶について、水素は燃焼速度が非常に早いですが、アンモニアは逆に燃焼速度が遅いため、それを上手くいかに制御するかが大事であり、バッテリー船や燃料電池船などカーボンニュートラルに向けた取り組みがされている。航空機については、水素は軽いのが利点であるものの、体積あたりの密度という観点でどのように搭載するかが悩ましい。欧米ではスタートアップを中心に実証実験を行っており、今後動きがあるものと思われる。

水素に係る動向について、欧州は日本よりも先行しており、欧州は2030年に水素を2000万トン供給できる体制を目標に掲げている。また、米国もインフレ抑制法（IRA）で約50兆円規模の税額控除を実施予定のため、日本もスピードアップして進めていく必要がある。

・「水素基本戦略」改定

昨年改定された水素基本戦略の中には、2040年の目標を明記し、かつ水素の産業政策、保安戦略や政府の値差支援、拠点形成などが入った戦略が作られている。支援の期間については、政府は15年間支援する代わりに、一定期間（10年）の供給を事業者側に継続することを求めることを打ち出している。

水素には様々な価値があるが、技術だけで議論が収束せず、エネルギー、環境へのメリットや、社会のあるべき姿も議論できる技術であると思う。ただし、長期にわたる技術開発と安全性を含めてどのように社会的に認めていただけるのかを含めて考える必要がある。

■報告①

「我が国の交通分野の脱炭素化に向けた燃料転換及び水素利用に関する調査研究」

小御門 和馬 運輸総合研究所 研究員

交通分野の脱炭素化については、2030年度においてCO<sub>2</sub>排出量対2013年度比で35%削減を目標としているが、2021年度においては17.4%の減少であり、目標の達成に向けて一層の取り組みが求められている。

交通分野では当面の間、車両・機体の大型化や長距離輸送についてはバッテリーによる電化が難しいため、バイオ燃料、合成燃料、水素等の脱炭素燃料への転換が重要とされている。

交通分野でも水素の利活用が期待されているが、自動車分野を除いて、サプライチェーン構築、インフラ整備及びその運用まで含めた具体的な検討は進んでいない。また、交通分野としての共通の戦略はなく、各交通モード単独での検討になっている。といったような課題がある。このような課題を解決するためには、交通分野横断的な連携等による低コストで効率的な供給のためのインフラや利用環境整備等により、その実現可能性・予見性を高める必要がある。

課題解決のために、交通分野の脱炭素化に向けた燃料転換に関する調査を起点として、交通分野における2050年のカーボンニュートラル（CN）に向けた水素利用の実現可能性を令和5～6年度で調査研究することとした。本日の報告は2ヶ年のうちの1年目の内容となる。

調査研究のアプローチとして、交通分野の脱炭素燃料に関する動向調査、諸外国の水素の社会実装の動向調査、交通分野での水素のメリットと課題の整理を行った。また、水素サプライチェーン等の条件から交通分野における水素社会の実現可能性に係るポテンシャルを調査及び評価することで、水素利用に適した交通モードの検討を行った。現在、実現可能性・予見性が高いと想定される交通分野における水素の社会実装モデルの検討を行っているところ。

各交通モードで様々な脱炭素燃料について検討されている中でも、水素については、全てのモードで利用が検討されており、2050年CNに向けたまさに「カギ」となるエネルギーである。



理想的な水素利用モデルの検討			
<ul style="list-style-type: none"> <li>2050年におけるカーボンニュートラルの達成を前提とし、海外からの水素大量調達とゼロエミッション電源による国内水素製造による水素供給を想定。</li> <li>経済的・物理的な前提条件に基づき、水素利用が想定される交通モードを整理した。</li> </ul>			
水素供給方法	経済的な前提条件	物理的な前提条件	有望モード（例）
①海外からの大量調達	水素利用コスト = 電化コスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>大規模受入拠点から発着するモード。</li> <li>物理的に水素へのアクセス性が高い。</li> <li>CNPやCNK等の大規模受入拠点・需要地が中心。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>貨物自動車</li> <li>気動車</li> <li>内航船</li> <li>国内航空(中長距離)</li> </ul>
②内陸輸送+地産	水素利用コスト > 電化コスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>①の水素を①以外の需要地に輸送。</li> <li>都市間の移動や①から発着するモードへの供給を想定。</li> <li>不足分を地産で補う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>貨物自動車</li> <li>気動車</li> <li>高速バス</li> </ul>
③地産(二次輸送に過ぎない)	水素利用コスト >> 電化コスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>躯体サイズの問題で蓄電池積載不可や内燃機関による馬力が必要な場合。</li> <li>脱炭素燃料の外部調達困難(離島や山間部など)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気動車</li> <li>離島フェリー(貨客)</li> <li>小型航空機(短距離)</li> </ul>

理想的な水素利用モデルの検討（出典：小御門研究員講演資料より）

水素利用に適した交通モードの検討にあたっては、まず、水素が適する条件について検討するための4つの指標を整理した。次に、どのような水素サプライチェーンを想定するかによって、コストやエリアなどの条件が異なるためその前提を整理した。そして、これらに基づき各交通モードがどのようなシーンで利用されるかを整理した。最後に各交通モードでどのような利用モデルが想定されるかを類型化して整理するとともに、想定されるモデルの実現に向けた課題の洗い出しを行っているところ。

交通モードの評価指標及び水素サプライチェーン、水素利用の事例も踏まえて、各交通モードがどのようなシーンで利用されるかを整理した。

今後、各交通モードを横断的にとりまとめるとともに、複数の交通モードでの水素利用が想定される・一定規模の水素利用の需要が創出されるエリア、例えば、水素の大規模受入拠点、その近隣地域、地産水素のある離島等、どういった地域の交通において利用されるのかを、サプライチェーン検討の観点から想定モデル案として仮定して、具体的な検討を進めていく。

## ■ 報告②

### 「鉄道における水素利用促進のための環境整備に向けた調査研究」

堀尾 怜椰 運輸総合研究所 研究員

#### 水素燃料電池鉄道車両の社会実装に向けて

##### ・ 鉄道での水素利用に関する課題

燃料電池鉄道車両は走行時にCO<sub>2</sub>を排出せず、非電化区間の脱炭素手法として期待されているものの、実用化に向けてはコストやインフラ整備など多くの課題がある。この中でも、法規制の課題および社会受容性の課題を取り上げる。



法規制の課題としては、鉄道で水素を使用するにあたって鉄道営業法と高圧ガス保安法の両方で規制がかかることが挙げられる。高圧ガス保安法はモビリティでの水素利用を想定していないため、鉄道運行の実態にそぐわない規制となっている。

また、燃料電池鉄道車両を社会実装していくためには、鉄道を利用する不特定多数から、鉄道で水素を利用することを受け入れてもらう必要があり、今回はこれを社会受容性の課題としている。

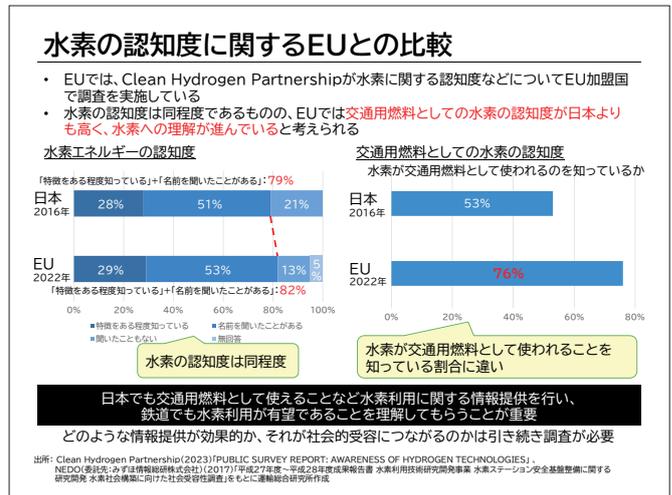
##### ・ 法規制の課題に対する解決策

日本国内での燃料電池鉄道車両のプロジェクトは、現在は高圧ガス保安法の特認を取ることで安全性認可がされている。この場合、現行の規制・基準を満たさない部分については、それをどのように基準に適合させるかについて検討をしなければならず、時間がかかってしまうことが多い。一方、今回調査を実施したEUや韓国では、リスクアセスメントに基づいて基準と同等の安全が確保できることを根拠にして新技術の導入が可能になっている。

今後は日本でも、リスクアセスメントプロセスに基づく方法論を活用して安全性認可の手続きの簡略化を進めることが重要で、これにより、合理的な法規制の整備に向けた取り組みをスピードアップすることが必要である。

##### ・ 社会受容性の課題に対する解決策

日本での水素エネルギーの認知度は79%（2016年、NEDO調査）である。日本での認知度はEUでの水素エネルギーの認知度である82%と大きくは変わらないものの、交通用燃料としての水素の認知度では、日本は53%であるのに対してEUでは76%となっている。これにより、日本ではEUに比べて水素への理解度が低いことや、水素への関心が低い人が多いことがわかる。



水素の認知度に関するEUとの比較 (出典: 堀尾研究員講演資料より)

今後、鉄道での水素利用の社会受容性向上の向けには、こういった水素への関心が低い人に対して、「鉄道での水素利用の有望性」や「水素の安全性」について情報提供を行い、水素の認知度や理解度を向上することが重要である。ただし、どのように情報提供を行うのが効果的かなど、具体的な施策については引き続き調査が必要である。

##### ・ まとめ

燃料電池鉄道車両の導入・普及に向けては、法規制の課題や社会受容性の課題、技術開発の課題など、全体の足並みをそろえて解決していくことが重要。また、これにあたっては行政や自治体、ユーザー、鉄道事業者などの関係者が一体となって取り組みを進めるべきである。

## ■ パネルディスカッション

### 【コーディネーター】

三宅 淳巳 横浜国立大学大学院環境情報研究院  
人工環境と情報部門 教授

### 【パネリスト】

井上 恭豪 岩谷産業株式会社水素本部水素バリューチェーン  
シニアマネージャー

小倉 隆二 株式会社 JAL エンジニアリング 執行役員技術部長

水田 真夫 一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会 (JH2A)  
担当部長

加藤 純 石狩市企画経済部企業連携推進課 課長

堀尾 怜椰 運輸総合研究所 研究員

## ●プレゼンテーション①（井上シニアマネージャー）

### ・水素燃料電池船の開発

岩谷産業は1940年頃から水素事業に取り組んでおり、水素のサプライチェーンを作っていく取組みを実施している。その中でも水素の利用に関して言えば、水素燃料電池船の開発を進めている。現在、岩谷産業が開発している水素燃料電池船は2025年4月に開幕する大阪・関西万博の会場へのアクセスを担う船として運航することを計画している。



水素燃料電池船の開発にあたっては、既に燃料電池やEV船の技術は確立している認識であり、国土交通省から「水素燃料電池船の安全ガイドライン」も発出されている。しかし、実際に開発を進めている船は、このガイドラインでの規定よりも大型になっており、ガイドラインをどのように解釈し建造していくべきかを運輸局に相談しながら進めている。例えば、パンカリングをするときに、陸側では水素は高圧ガス保安法で扱えばよいが、船側ではどう扱うべきかやパンカリングのマニュアルをどうするべきかということが課題である。

岩谷産業に限らず水素燃料電池船の共通の課題は水素をどう供給するかである。今回開発している水素燃料電池船には約150kgの水素を積載する計画となっており、これはトヨタの燃料電池自動車MIRAIの約30倍である。そのため、水素ステーションも大型化や大量の水素の短時間での充填が課題となる。岩谷産業では2024年2月に国内初の船舶向け水素ステーションを建設したので、今後こういった課題の解決に取り組んでいく。

## ●プレゼンテーション②（小倉技術部長）

### ・水素航空機について

JALグループのネットゼロエミッションに向けたロードマップでは、省燃費機材への更新により50%のCO<sub>2</sub>排出削減を目指しており、最も大きく寄与する取組みである。今回のテーマの水素航空機というものの中に含まれると考えている。



水素を燃料とした航空機の形態はいくつかあるが、社会実装に近いところでは、燃料電池方式と水素燃焼エンジン方式の2つがある。燃料電池方式は比較的小さな航空機、水素燃焼エンジン方式では燃料電池方式よりも少し大きめの航空機で採用されていくと考えられている。こういった航空機を使用するにあたっては、まずインフラ、すなわちどうやって航空機まで水素を持ってくるのが課題になる。液化水素を航空機に搭載すると、空港内に水素を液化する設備や貯蔵する設備、タンクローリーなどのインフラが必要になり、これを整備するのは大きな仕事である。

また技術的には、航空機に搭載する液化水素のタンクの断熱構造をどのように作っていくかや、燃料電池方式の場合には電動推進システムの安全性や重量の削減、水素燃焼エンジン方式ではどのように安定した燃焼を得るか、いかにパイロットの操作に推力を正確に追従させるか、などの課題が挙げられる。

こういった課題に加えて、将来的に最も大事だと考えているのは社会受容性で、お客さまに安心して乗っていただくということである。今後、技術的なもちろん、安心して乗っていただくための情報提供が極めて大事になると考えている。

## ●プレゼンテーション③（水田担当部長）

### ・水素社会実現に向けたJH2Aの取組み

昨年6月に水素基本戦略が改定されたが、電化困難な領域を水素等でカバーしていくという根幹は変わっておらず、調整電源の燃料の水素化、大型モビリティの水素化、高温熱利用分野の水素化という三つを水素が担っていくという認識である。特にモビリティ分野では、自動車分野の水素化の重点



取組みが大型車にシフトしてきた印象である。また、この改定では国内での水素製造にも重点を置く方針が示されたものの、課題は水素の製造コストであり、いかに安価でクリーンな電力を確保して水電解装置の稼働率を高められるかが最大のポイントになると考える。

水素バリューチェーン推進協議会（JH2A）では、どれほどの水素需要が2030年、2040年、2050年に生まれるのかという整理をして、その拠点からのパイプライン延伸の絵姿のとりまとめを行っているところである。また、商用車向け大型水素ステーションの設置に関する検討も開始している。

JH2Aでまとめた事業化ロードマップでは、外部環境や水素サプライチェーンの「つくる・はこぶ・ためる・つかう」というステップごとの技術の実用化状況等をまとめている。これまでJH2Aではサブワーキンググループを立ち上げてテーマごとに議論を行ってきたが、来年度からはプロジェクト形成ワーキンググループを新たに立ち上げて、フィールド実証を経てから事業化を目指す案件創出に力を入れていきたいと考えている。

## ●プレゼンテーション④（加藤課長）

### ・地産地消型の低炭素水素利活用に向けた取組み

石狩市の特徴として、風力・バイオマス・太陽光という様々な再生エネルギーが需要地（主に石狩湾新港地域）と非常に近接した場所に位置しているということが挙げられる。この地域にもたらされている様々な環境投資を地域の経済循環、経済振興につなげていくため、再生エネルギーの地産地活（活用の意味で「地消」ではなく「地活」をあえて使用）を推進し、GX推進地域を目指していくというのが石狩市の基本的なコンセプトである。



水素に関しては水素戦略構想を策定しており、主に工業団地で水素を使うモデルの他に、札幌市など都市部への運搬を經由した利活用モデルを検討しているほか、地方部においてマイクログリッドを構築し、太陽光の余剰電力で水素を製造して、非常時に燃料電池で指定避難所へ電力を供給するモデル事業を行っている。

また、港湾区域では洋上風力発電事業が今年1月からスタートしており、この洋上風力発電の余剰電力を活用した水素サプライチェーンに関する調査事業も実施している。この地域にはLNG火力発電

所があるため、将来の需要として火力発電所での混焼や、工業団地でのFCトラックや地域交通としてのFCバスの導入、水素ステーションの設置等が想定される。さらに港湾では、船舶あるいは荷役機械の燃料としての水素の活用ということも検討していきたいと考えている。

石狩市はこういった取組みにより北海道のGXに貢献していきたいと考えている。

## ●ディスカッション

**テーマ①：これから水素の利活用が期待される運用あるいは実現可能性の高い運用、そのメリットをどのように捉えているか。また、各社が果たす役割や責務は何か。**

**(井上シニアマネージャー)**

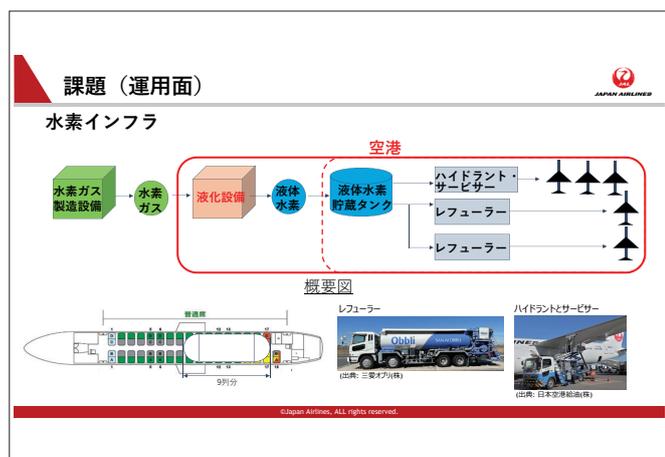
今回開発している燃料電池船に関連して、将来に向けて取り組んでいることの一つとしてエネルギーマネジメントがある。これが実現できると、将来的に1つのステーションに複数の船が連続してきたような場合に、水素を優先して充填するのか充電を優先してやるのかなど、そういった検証も可能になることが今回の開発の目玉でもある。

**(小倉技術部長)**

水素を利活用した航空機の社会実装としては水素燃焼エンジン方式よりも燃料電池方式が少し早いかと技術的には考えている。ただし、導入先は40人～70人乗りのリージョナル機程度のサイズかと思っており、大型機でこの技術を導入することは少し厳しい。

そうすると水素をリーズナブルなコストでいかに安定的に入手し、そういう地方空港にいかに配備するかということが鍵になってくると考えており、エネルギー産業や行政、地方自治体等と協力しながら進めていく必要がある。

また、リージョナル機で水素を利用する場合には、液体水素はエネルギー密度の関係で非常に体積が大きくなってしまいう問題がある。ATRという70人乗りほどの飛行機を900km程度飛ばそうとすると、客室の半分くらいが燃料タンクになってしまう（下図参照）。



課題（運用面）（出典：小倉技術部長講演資料より）

体積が大きくなると燃料を航空機に搭載する時間も長くなってしまいうので、到着から出発までの時間（ターンアラウンドタイム）が

長くなってしまいうという技術的な障害、経済的な障害という課題もあり、そのソリューションを見つけていかななくてはならないと考えている。

**(水田担当部長)**

都市間輸送を担う大都市では大型トラックの水素化や大型水素ステーションの整備が重要だと考える。一方、地方都市では路線バスなど地域交通の水素化をきっかけに、水素製造とセットにした地産地消を志向する傾向が強いという印象を受けている。それぞれの地域特性に応じて電化が困難な運営領域、その一部を水素化するなど、まずはできるところから取り組んでいくことが重要だと考えている。

**(加藤課長)**

北海道のように、都市間距離が長く、冬季間は非常に気温が下がることによってバッテリーの性能が落ちてしまうということも考慮すると、やはり水素を活用したトラックやバスは、北海道の地域特性に合っていると考えている。そういった地域特性とのマッチングや親和性の高さという部分で水素に着目している。

**(堀尾研究員)**

鉄道は決まったダイヤで運行するため、需要と供給を一体として創出していくという観点では、ある程度需要が予測しやすい交通モードであると考えられる。また、必要な輸送距離やエネルギーという観点でも、他の交通モードに比べて水素の利用が適していると考えられる部分でもあり、これらが鉄道で水素を運用していくメリットであると捉えている。

また、既に環境性が高いモードである鉄道で、化石燃料を使っている部分に手をつけていくという意味では水素の利用は非常に大きな役割を果たすと考えている。

**テーマ②：水素の利活用をモビリティで考えていくにあたり、まずは地域交通からスタートするのが合理的と考えられるが、この場合にポイントとなることは何か。**

**(井上シニアマネージャー)**

地域交通への水素供給に関して、大規模サプライチェーンの水素受入基地が非常に近くにある場合は成り立ちやすいかと思うが、水素発電などがメインの需要先として想定されており、地域交通のための受入基地というのは考えにくい。

一方、地産地消の場合では、モビリティも1つの重要な需要先になると思う。使う場所で製造するのが1番だが、それ以外の場合は水素を運ぶが必要になる。そのため、当社としては液化水素を運ぶタンクローリーにポンプを積んで、充填もできるものなどを開発してモビリティ向けの水素供給を行っていききたいと考えている。

**(小倉技術部長)**

航空の場合は意図しなくても、技術的に地方交通からしか水素利用できないだろうと考える。そういう意味では、インフラも大規模なものである必要はないが、安定的に地方の空港に水素を供給できるような仕組みが鍵になる。そういうスモールスタートから、社会受容性を高めていくことが、大規模な展開に向けて大切なことだと考えている。

**(水田担当部長)**

水素を輸入するケースと地産地消するケースがあるが、取り組む

べき課題は大きく異なる。輸入するケースでは輸入拠点から国内需要地までどのようなキャリア（内航転送、鉄道貨車輸送、ローリー、パイプラインなど）で運べば最適なのかの検討が必要。地産地消するケースでは、安価でクリーンな電力をいかに確保して、水電解の稼働率を上げられるかが重要。そのためには卒FIT電力や再エネ余剰電力の活用、系統電力を用いて製造したクリーン水素の認証制度の制度化などの取り組みが必要だと考える。

（加藤課長）

大型の商用車に関して、積雪寒冷地に対応したFCトラック・FCバスの早期の社会実装が、まず大きく期待される。いざ実装されたときに、大型車に対応した水素ステーションの設置も今後必要になってくる。どちらかが先行してもうまいかないため、供給機能と消費機能のタイミングを合わせた実装を地域デザインとして考えていくことが必要だと考えている。さらに、水素供給ステーションの最適な配置がどうあるべきなのかということも、基礎自治体のみならず広域的な視点で検討していく必要があると考えている。

（堀尾研究員）

サプライチェーンやインフラの整備は、交通事業者だけで整備を進めていくというのは非常に難しい。今回のセミナーのテーマにもあるように、交通分野も横断的に連携をしながら、自治体や周辺の事業者、サプライ側の事業者とも協力をしながら進めていくことが必要だと考えている。また、大規模輸入でも地産地消でも共通であるが、不確実性が多い中での取組みになるので、事業者へのサポートや制度という面での充実にも期待している。

テーマ③：政府あるいは他のステークホルダーに期待することは何か。（井上シニアマネージャー）

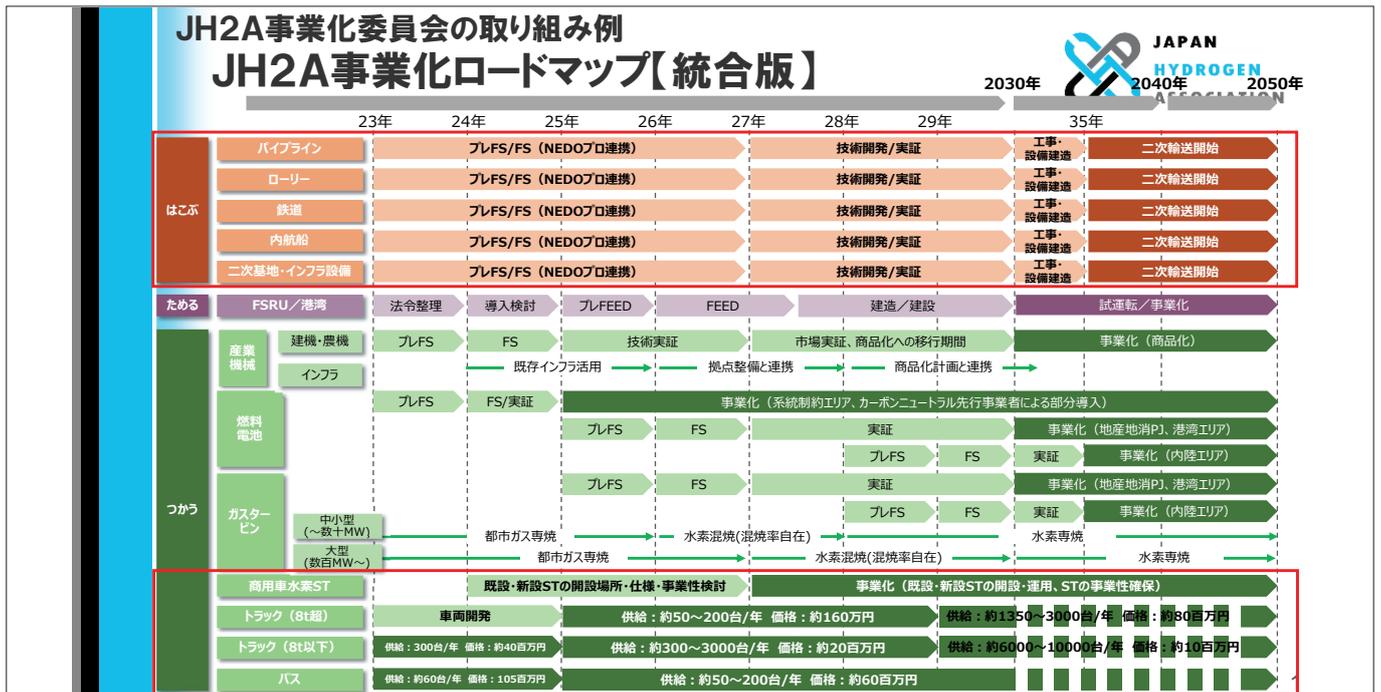
岩谷産業が初めて水素ステーションを作ったのが2014年だということをお話したが、それからの10年でFCVは思ったほど普及しておらず、ステーションを黒字化していくのも非常に難しい状況が続いている。そういう意味では、コストが重要なファクターになると思うが、やはり水素の環境価値が一般の方にもっと認識されるような状況になることが、水素の普及には必要と考えている。

（小倉技術部長）

エアラインの立場としては、この水素航空機という全く新しい形態の航空機に、日本の産業界としてどこまで入り込んでいくか、またスタンダードを欧米に握られてティア1やティア2に甘んじるのか、もしくはもっと主導権を握っていくのか、というところで何かユーザーとしてできることはないかを考えている。水素に関しては進化の度合いがこれまでと全く性質が異なるため、新たに日本が入り込む余地が逆にチャンスとしてあるのではないかと考えており、そのあたりを特にメーカーの皆様とお話できればと考えている。

（水田担当部長）

水素の普及に向けては共通のビジョンが必要であるが、JH2Aでは2030年、2040年、2050年の事業化ロードマップを作成している。その中でモビリティについては、まだトラックとバスしか書いていないため、ぜひ運輸総合研究所で鉄道と船と航空機の事業化ロードマップを作っていただき、それを反映できればと思う。



JH2A事業化ロードマップ【統合版】(出典：水田担当部長講演資料より)

**(加藤課長)**

共通の課題として、コストと社会受容性の2つを強く感じる。コストに関しては、言わずもがなの課題である。社会受容性に関しては、やはりカーボンニュートラルや脱炭素といったお題目だけで人の心を動かすのは難しいと私は思っている。そのため、例えば、トラックで言えば物流問題のような社会課題を解決するための水素の導入だとか、あるいはDXのような形で業務の効率化を図りながら同時に脱炭素型の交通モードの導入を図るといような、それ以外の付加価値をいかにパッケージ化して、社会に導入していくかという別の視点も取り入れていく必要があるだろうと考えている。

**(堀尾研究員)**

今年度から運輸総合研究所では、交通分野での水素利活用というテーマで研究をスタートしており、交通分野全体としての長期的な共通のビジョンを策定できるように引き続き研究を進めていきたい。長期的なビジョンと言っても、2030年、2040年、2050年など時間軸を設定して、それぞれのタイミングでどんなものが必要なのかということも、しっかりと考えていきたい。

**●質疑応答**

**Q**：出力抑制を避けた変動電力で水素をうまく製造できるのか。また、作れたとしても電力のコストはかなり安いのが、稼働率が低くなるので、採算が合うのかどうか、そういう運用が可能なのかどうかの見通しをお聞かせいただきたい。

**A (水田担当部長)**：稼働率に関しては全国で出力抑制がかかっている時間帯は5%程度と聞いているが、それだと稼働率が低すぎて事業性が合わないというのはおっしゃる通り。そのため、出力抑制がかかった後にその電気を止めることなく水素を作ることも大事だが、普段から再エネをなるべく水素製造に回して、稼働率を高めていくのが重要である。なおかつ系統電力もある程度混ぜて、3.4kg-CO<sub>2</sub>/kg-H<sub>2</sub>という炭素強度の閾値を超えない範囲で有効活用しながら水素を製造する取り組みが大事だと思っている。

**Q**：航空分野の水素化というのは、インフラ整備が非常に鍵になるのではないかと。やはりカーボンニュートラルに対してハードルが高いように思うが、水素利活用に関して何かブレークスルーのようなものがあるのか。

**A (小倉技術部長)**：インフラの件は、今日この会場で電車の話とか船舶の話、自動車の話をいろいろ勉強させていただいた中で、何か共用できる部分があるような気がしてきて、そういうところを共有することによって全体のコスト低減や展開していくスピード感を早めるような可能性があるのではないかと感じた。大事なことは誰がどうやって音頭をとるかということだと思う。

カーボンニュートラルへのハードルは非常に高いが、航空技術の進歩というのは極めて早く、30年前の機材に比較して最新の機材ではおよそ6割から5割ぐらいの燃費で、欧米へ飛べるようになっている。それぐらいの革新をしているので、2050年に向けてここで考えているようなことは、もちろん実現するだろうし、もっとブレークスルーするようなことを特に今の若い世代が考えてくれるのではないかと期待している。若い世代にそういう活躍の場を与えることが大切だろうと考えている。

**●パネルディスカッションのまとめ****(三宅教授)**

水素の利活用を進めるには、技術的な課題と社会的な課題、それから社会受容性という話があるが、さらにきちんとした人材を確保して育成をしていくということも不可欠だと考える。

また、モビリティに関して言うと、まさに社会インフラであって一般ユーザーが使うべきものである。そのため、安全性はもちろん、さらにその上で利便性や快適性等そういったものを全て考慮して、ユーザーが選ぶことになる。なので、必ずしも最良の技術が生き残るわけではなく、ユーザーに選択されたものが生き残ると考えている。その観点では、技術開発を進める際に、開発の初期の段階からステークホルダーときちんと議論をすること、常にモニタリングとレビューを繰り返すことが必要であると思う。それが社会実装をスムーズに進めていくときのポイントになると考える。

本開催概要は主催者の責任でまとめています。



当日の講演資料等は運輸総合研究所のWEBページでご覧いただけます。  
<https://www.jttri.or.jp/events/2024/seminar240307.html>

