

## 第 2 回グリーンイノベーション戦略推進会議ワーキンググループ

## 議事概要

日時：令和 2 年 8 月 2 1 日（金） 9：00～11：30

場所：オンラインおよび経済産業省別館 6 階 628 会議室

## 1. 事業者等からの説明・取組紹介（水素／モビリティ）

## ○プレゼンターからの説明

（佐々木委員）資料 3 - 1 に基づいて水素分野の現状と課題について報告。

（トヨタ自動車）資料 3 - 2 に基づいてモビリティ分野の革新電池と材料技術について報告。

（日本船舶技術研究協会）資料 3 - 3 に基づいて船舶分野の技術動向について報告。

（江崎委員・退席のためコメント）個別の技術開発だけでなく、社会に導入するための戦略が必要だ。産学連携のスマートキャンパスのコンソーシアム(東大グリーン ICT プロジェクト)でも議論しているように、ビジネスモデル、規制づくりにおいて、技術をどう組み合わせるのかは我が国に不得意なところだ。例えば、水素のインフラにおいてはパイプインフラストラクチャーが必要になる。2011 年の 3.11 の際には、NEDO のプロジェクトである仙台の福祉大学では、都市ガスのインフラを使って、ガスコジェネを、燃料電池と、系統電力と太陽電池とともにいれていたおかげで、系統電力が停電しても、熱と電力をキャンパスに供給できた。中高圧の都市ガスインフラは頑丈にできており、都市型インフラの強みになっているということがわかった。大学のキャンパス内の災害弱者である病人やシニアの方々に、熱と電力エネルギーを提供できた(病院と介護施設がキャンパス内に存在)という事例がある。こういう時に水素自動車のパワーは、常時発電で数 10 キロ VA、ピークで 100 キロ VA くらいエネルギーがあることを考えると、災害時の電力提供が期待できる。2016 年 9 月の熊本地震の際には、余震が続いたことから仮設住宅をどこに置くか意思決定が出来ずにいた。それで、トレーラーハウスが導入され、地面に固定されることない住宅が機能した。国交省としては、この際、災害時の仮設住宅に代わるもので、かつ移動できるとなると、トレーラーハウスが地面に固定されていない災害時の仮設の住居となることがわかった。ガソリン車の発電量は小さいが、水素自動車(電気自動車も同様)の燃料電池を使うことで、大

量の電力を提供できる移動可能な住宅が提供できることが分かった。これは、国交省が提唱しているコンパクト型ネットワーク型で利用できることになる。今の住宅は地面に張り付いているがゆえに場所(住所)を変えられない、ということが根本的に変わる。別の事例としては、2018年6月に大阪の北部地震が発生した。その震源地から1キロ先にある大阪中央卸売地下では都市ガスを使って燃料電池を動かして、そのエネルギーで市場の冷蔵庫、冷凍庫を動かしていた。都市ガスのインフラは止まらずにガスを提供し、震源地から近いにもかかわらず、燃料電池のため、稼働系がない発電システムであり、発電が継続できた。これにより、冷蔵庫と冷凍庫の維持が可能だった。ガスタービン型は安価であるため普及しているが、可動系であるため、地震に対してはセンシティブである。燃料電池は直下の範囲であっても、燃料電池が動き、中央卸売市場は機能し、生鮮食品の物流を維持できたということが報告されている。重要なことは可動系を持っていない、化学系の燃料電池は災害時、非常に重要であるということだ。また、北海道の胆振地震では、発電システムが広域にブラックアウトしたが、太陽光発電を使用した燃料電池がある住宅では問題なく電力と熱が提供され、あるいは企業でもガスコジェネの施設では問題なく稼働できたという報告もある。認識すべきビジネスシナリオである。次に、レギュレーションの観点では、アメリカではアップルコンピュータはRE100を目指して再生可能エネルギーをデータセンターに大量に導入している。2015年に合計68メガワット+の再生可能エネルギーセンターを稼働していて、その中にはバイオガスを使った10メガワット+の電力システムが投入されている。すべてのハイパージャイアント、GAF+マイクロソフトのデータセンターで展開されており、カリフォルニアのアップルの本社では、17メガワットの太陽光発電と、4メガワットのバイオガス発電が使用されている。アップルの場合は再生可能エネルギーを使用することが会社のPR(ブランド戦略)にも貢献し、全体としてファイナンシャルにも有効であると考えている。カリフォルニア州では、自動車の排ガス戦略としてカープールレーンがあり、環境基準を満たす車は専用レーンを使用できる地球環境保護の動きがあった。本州(カリフォルニア州)は最初に電気自動車に優遇措置を発表し、そのレーンを使えるようにした。それに対してエグゼクティブが即座に反応したといわれている。さらに、化石燃料を使用しない自動車だけがカープールを使える、ということカリフォルニア州がすぐに舵を切り、電池自動車あるいは水素自動車の方向を作っている。ユーザーのインセンティブと、だれがそこに投資をするかを考えたうえで制度設計を行っている。中国ではハイブリッドカーや電池自動車に対する優先的なナンバープレートの提供が行われている。中国ではナンバー

プレートをもらうことがユーザーの障害になっている。利用者に対して規制をゆるくするというのをやるかどうかは政府の議論になる。技術開発に加えて制度の議論も重要だ。水素の技術開発に関してはアンモニアのインフラが使える。水素自動車もあるが、アンモニア自動車もある。アンモニアのインフラは水素に比べると消防法の安全基準が緩い。水素に関しては安全基準が非常に大きな問題である。データセンターではリチウム蓄電池を利用する際、一番障害になるのは、消防法上、リチウム蓄電池は液体燃料としては可燃物になり、消防法上の制約が生ずることだ。アンモニアは、すでに安価なインフラがあり、水素のキャリアとしての利用法が存在している。制度設計として、インセンティブや制度の規制も考えるということがアメリカでは行われている。最後に、どうエコシステムとしての街を作るかということを考える必要がある。岩谷産業とごみ処理場を上手に使うということを検討したことがある。ごみ処理場が発電システムになっており、ごみを燃やして、電気を作るという場所になっている。ごみ収集車が入れるように交通の便も整っている。数年前に総務省が街の中でごみ処理場の熱を再利用しようというアイデアを出している。さらに、ごみ処理発電で出てきた電力を使ってごみ収集車を動かす、あるいは熱と電力を利用し、災害時に弱い病院やシニア施設を集める。NEDOの福祉大学における避難弱者に対する貢献はすでに実証されている。そうしたエコシステムを作ってあげる。災害に対して強い都市をどう作っていくのかが注目されているなかで、こうしたエコシステムを作ることは重要だ。また最後に、天然ガスのサプライチェーンのコストが高いことを根本的に考え直すことは重要だ。特に我が国におけるガス配送システムのビジネスストラクチャーを考える必要がある。

## 2. 技術開発（水素／モビリティ）

○プレゼンターからの説明

（NEDO）資料4-1に基づいてモビリティ・水素分野の技術動向について報告。

（JST）資料4-2に基づいて、モビリティ・水素分野の基礎研究動向について報告。

（事務局）資料4-3に基づいて、イノベーションダッシュボード案について報告。

## 3. アクセラレーションプランの進捗等に関する説明

○プレゼンターからの説明

(経産省産業技術環境局) 資料5-1に基づいて、ベンチャー支援について報告。

(経産省産業技術環境局) 資料5-2に基づいて、若手研究者支援について報告。

#### 4. ご議論 (技術開発関連の動向、施策について)

##### ○委員のコメント

(浅野委員) 最初に水素研究の進め方と市場を見据えた技術開発について。まだまだ脱炭素においては量的に安定的に水素をつくる段階になっていない。太陽光と風力の余剰電力を使うという話があるが、水電解稼働率が高くないので経済性確保が難しい。大規模というよりは、既存インフラへのアクセスが難しい地域で、欧州でやっているような畜産廃棄物の利用や wind to hydrogen でやっているような分散型で、レジリエンスや他の社会的価値を含めて進めることが第一歩である。一方、大規模に水素を作るためにはグローバルサプライチェーンが必要で、再エネ資源国と連携して進めることが必要だ。問題は日本に持ってきた後、発電以外の活用において、国内配送の整備がなかなかされていないということだ。メタネーションでガス導管を使うということに関しても積極的な段階にない。水素の輸送形態も実験段階なので、国内輸送インフラを議論することが重要だ。水素発電は長期的にはあり得るが、2040年代、50年代には太陽光電源のシェア、インバーターでつながっている電源のシェア、系統柔軟性の必要量などいろいろ考慮したうえで技術開発ロードマップを作り、毎年何億 m<sup>3</sup> の水素を供給して、水素発電をどう使うかの道筋を政府が明らかにすべきだ。水素インフラの主要な担い手が決まっていないので国がリードしてインフラ構築すべきだ。2つ目にモビリティだが、脱炭素はEV化が有効なので、乗用車だけでなく重量車のEVを中国のように日本でも積極的に進めるべきだ。現状、バッテリーの重量、容量に問題がある。電気バス、電気トラックなどは走行距離が必要で無線給電も選択肢である。革新的環境イノベーションでは次世代電池で世界をリードしているということなので、これを使うことでバッテリーの重量を減らすことが可能。モビリティ単体というよりはエネルギーなど連携してロードマップを作ることが重要だ。最後に政府が主導してシステム連携のアーキテクチャを作るという話があったが、もっと進めるべきだ。アメリカ、ヨーロッパに遅れることなくリードして、エネルギー部門とのセクターカップリングのアーキテクチャを早急に構築すべきで、そこは国がリードして、自動車業界、電力業界、エネルギー業界連携して公共サービス、さまざまなレジリエンスなど価値の可視化を通してなができるか議論すべきだ。

(大森委員) モビリティも水素も 2050 年までにグローバルで広く使われるためには、利用側にメリットが出るように各機器やシステムを作らなければならないと思う。脱炭素でメリットを説明するには、規制や制度的に脱炭素することで利用者に税金などのメリットがあるということが必要と思う。モビリティに関しては、全体のシステムとしてメリットを出さないといけない。例えば、モーターの軽量化や、インバーターやパワーエレクトロニクス技術も重要で、トータルとしてメリットを出すような研究開発が必要と思う。その中で、モビリティ革新には、EV の場合、モーターインバーターの小型化や、機電一体化などで、非常にメリットは出てくるし、操作性が向上する可能性があり、産業用途への展開も可能になる。また、大型車や船になると、大きな電池や、水素が必要になるが、それを動かすためには大型モーターの技術が必要だが、日本にはない状況なので、その開発を進める必要がある。次に、水素については、発生と使うところの需要を合わせる必要があると思う。実用化は、やはり分散型からだと思う。離島という話もあるが、スマートシティやゼロエミッションビルなど、閉じた系の中で、水素や電池、人、ガス、モビリティを使い、エネルギーシステムとして、トータルでメリットを出すことが必要と思う。最後に、ベンチャー支援、若手支援はよい取り組みですが、目利き力が成功するキーと思う。継続的に同じ人間が判断し、どういう結果になったかをフィードバックしながら、目利きできる人間を育てることが必要と思う。

(佐々木委員) 水素分野はビジネスとして回っていないため、制度設計と、投資が集まることを官民で考えるべきだ。論文数は若手研究者の数に比例するところがあり、そのあたり、日本は弱い。20 代を育てることに尽きると思う。アメリカ、中国は勢いがある。それで足腰が決まってしまう可能性があるので、若手支援も含め総合的に考える必要がある。

(白谷委員) 個々の技術開発を面的な普及にどう発展させるか、ビジネスモデルも含めて議論を深める必要がある。次回の WG のテーマであるエネルギーの地産地消型の開発、農林水産業の転換は今回の WG と関連が深い。地域の中では水素エネルギーも想定される。農村では農耕地がかなりの面積が放置されている。そこでは太陽光発電の可能性が高く、他にも、水力発電、バイオマス、家畜の排せつ物など再生可能エネルギー源が多く分布している。これらを使う必要があるが、農業地域での最適な利用法はその

地域毎に異なると思う。農業分野で使うより、余剰エネルギーを外でどう活用するのかがポイントである。直接利用するのか、発電して蓄電の上で使うのか、そこに需給ギャップがあるので、それを埋めるために水素を製造して利用するなど最適な組み合わせを考える必要がある。再生可能エネルギーの面から見ると、農村に広大な農地や耕作放棄地があり、比較的大規模な太陽光発電が可能である。小水力でも大規模な発電が可能になる。一方で、木質や草木、家畜バイオマスは広く薄く分散、または小規模に点在している資源なので、小規模な活用にとどまると思う。水素製造についても小規模な製造になると思う。農家は一人1台以上の乗用車に加え、トラックやトラクター、コンバインをなど、バッテリーやエンジンで動いているものを使っている。それをエネルギーバッファとして活用することも農村では大きな意味がある。最後に、あらゆる種類のエネルギーを統合してマネジメントする必要があるが、一番大きな問題はマネジメントするのが誰なのかということ。水素だけマネジメントしても実装できないし、うまく動かないだろう。各省庁をまたいだ議論が必要である。

(手塚委員) 鉄鋼産業はカーボンで鉄鉱石を還元して、鉄を作っているが、水素で置き換えればゼロカーボンスチールになり、それに着手している。世界的にどこの製鉄企業も同様の技術チャレンジに取り組んでおり、日本はぜひそのトップランナーになりたい。課題の一つ目は、規模。鉄鋼における水素還元に必要な水素の量は桁違いに大きい。例えば、日本の主力の製鉄所では一か所あたり年間約1000万トンの粗鋼を作っているが、それを全量水素還元で作ろうと思うと、100億m<sup>3</sup>必要となり、桁違いに大きい。鉄は社会の基礎素材なので、金や銀のように高い値段で売れるわけではないので、アフォーダブルな素材として存在しなければならないが、今の炭素還元のコストとほぼ等価でゼロカーボンスチールを作ろうと思うと10円/m<sup>3</sup>を切る水素コストが必要になる。お示しいただいている水素ロードマップの長期目標からさらに半額に落とす必要があるというチャレンジがある。大きなロードマップの流れの中では、水素はまずモビリティで普及し、次に水素発電を含むあらゆる産業で使われ、そして最後に鉄のゼロカーボン、水素還元製鉄に進んでいくんだらうと想定している。その中で水素のコストが下がり、供給量も拡大し、インフラも揃ってくるのだと思う。次に、今の研究開発では、水素が水素として提供されることを前提に、高炉の中にかに水素を入れていくか、あるいはどうやって完全に水素で鉄鉱石を還元するかという研究開発をしているが、日本の大量水素供給は海外に依存すること前提において、水素をどういう形で日本に持ってくるかについては、今いくつかオプションが残

っている。例えば、アンモニアか、液体水素か、あるいは有機ハイドライドか。これによって、使う際の想定が変わってくる。液体水素については日本の製鉄所は臨海立地で大型のタンカーを付けることができ、パイプラインを使えるので利点があるが、そこにつくのが液体水素でなくアンモニアであるとする、アンモニアを水素に変えてから使うのがいいのか、アンモニアそのもので製鉄することがいいのか、そこで技術の分かれ目が出てくる。今はピュアな水素が供給されることが前提のプロセス開発をしているが、大量供給システムが有機ハイドレードやアンモニアになった場合は、その前の条件が変わってくるので、技術開発のテーマを増やしていかなければならなくなる。なので、ぜひこうしたロードマップを描きながら、進捗を点検する中で蓋然性が高くなっていく水素関係の供給インフラ、あるいは貯蔵インフラの技術に対して使う側の技術開発のチューニングをしていくことが必要になる。それをできるだけ前広に調整していく必要があるかと思う。逆にいうと、コストが下がれば需要が上がるので、その需要をとるという意識をもって社会実装に向けて開発をしてもらいたい。相乗効果の中でそれが実現すれば、実現性の蓋然性が高まるのではないかと。

(土肥委員) 水素は CCUS、カーボンリサイクルにおいても実現性に大きくかわる分野である。また、産業セクターにおいても、鉄鋼や化学産業では非常に重要な技術となる分野を超えた技術領域だと認識している。大量調達の面でグローバルサプライチェーンが必須というのはその通りだ。実際、水素を海外から持ってくる中で、日本の技術が競争力を持つためにはどうすればいいのか考えるべきだ。そのためには日本国内で、多くの社会実装をこれからどう積んでいくかが重要だ。分散化、オンサイトをキーワードに社会実装を積み重ねて、ノウハウを蓄積していくことが最終的に世界の市場での競争力につながるのではないかと思う。蓄電池を考えるときに、LCA の視点も必要である。電力の低炭素が進むと走行時の CO<sub>2</sub> 排出が下がり、製造時の CO<sub>2</sub> 排出が際立ってくる。それが最近、論点になっているようだ。また、大量にリチウムイオン電池が作られると資源制約も生ずる。資源循環や LCA を踏まえた議論が今後必要になると思う。

(向笠委員) 水素に関しては技術開発の段階でコストも高く不確実性が高いので、純粋なファイナンスの目線でいうと厳しい。その中で、少しでもコスト削減して不確実性を下げするために、まずはコスト構造を分解してわかりやすく伝えていく必要があるのでは。現在、ステーションでの引き渡しコスト 100 円/Nm<sup>3</sup> を将来的に 30、20、10 円/

Nm3 まで下げるとの話だが、例えば、再エネの電気で水電解してカーボンゼロ水素を製造する場合、再エネ発電の電気代がいくら、水電解装置のコストがいくら、運営コストがいくらで積み上げると現時点でのコスト構造がこのようになると示す。その中でも再エネの土地代のように削減できないコストと技術開発が進めば削減できるコストに分解することで、どのコストがどの程度下げる余地があるのか見える化できる。また、水素を海外から持ってくる場合も、現地での製造コストがいくらで、CCUのコストがいくらで、船の輸送でいくらで、また日本で水素に戻すためにいくらで、など、どこでコストが下げられるのかを見える化していくと、それによって企業や研究者にとってもこの部分で自分たちの技術を用いてコスト削減できるかもしれない、といった活用ができると思う。難しいかもしれないがこのようにコストをどんどん分解して、見える化できればわかりやすくなると思う。アクセラレーションプランにおいては、アーキテクチャー設計も重要だ。単に技術への投資だけでなく、社会全体通してどういう仕組みを作っていくのかを見える化すれば、より多くのプレーヤーが参加するのではないかと思う。

(森委員) 水素の移動体利用では、水素はハンドリング、主にガイドラインが問題になる。昔と比べれば、水素吸蔵合金に新しい技術が出てきており、吸収と放出の温度領域も広がってきており、重量あたりの吸収量も今後増やせるだろう。材料系は日本の強い分野でもあるので力を入れるべきだ。燃料電池は、特にモビリティ用途では、リチウムイオン電池と異なり、下り坂やブレーキからの回生エネルギーを簡単に貯蔵できない。そうすると固定用途の場合は問題ないが、GoStop の多いトラックやバスはこれをうまくいかせないとエネルギーの損になってしまう。二次電池をうまくハイブリット化することで、二次電池がレンジエクステンダーとなる可能性がある。同時に、中距離では、逆に FC がレンジエクステンダーとなる可能性がある。もう一つは、資源について。最初の段階では、高性能な材料が必要だが、レアアース、レアメタルの資源供給が全体の律速になるとまずくて、急に問題となりうるので、資源問題をクリアする技術開発も十分に必要がある。そうでないと、日本国内市場では問題なくても、海外市場では資源の制限を受けて進出できない、ということもある。また、システムが非常に大事になってきている。モビリティにおいても他の分野との連携が非常に大事になってきている。せっかく EV があっても、皆が同じ時間に充電しようとするとう電力システムがパンクするなど、全体的なマネジメントが必要。システム構築を含めた市場



は日本国内だけでなく、世界市場を想定しなければならない。そのために社会実装を実証し成功例をアピールする必要があると考える。

(石塚専門委員) モビリティ・水素分野に関しては、要素技術はトップレベルにあり、現在も多くのプロジェクトにより個々の技術のレベル向上が図られている。だが、同時にこれらの要素技術を連携させ、システムとして持続可能な形で社会実装していく視点も重要である。つまり経済効率性を目指してイノベーションを創生すること、それによって創出される市場規模を把握し、業界にメッセージを発信することも大事だと思う。このような場で技術を俯瞰的に捉え、議論が行われたこと、プロジェクト間の連携や社会実装への課題、課題を克服する努力は何なのかを考える有意義な会だったと思う。アクセラレーションプランであるが、NEDOは当事者であり、重く受け止めている。コロナ禍によりベンチャーキャピタルからイノベーションを担うスタートアップへの資金が滞り、スタートアップの成長が停滞する可能性があり、そうした支援という意味では、アクセラレーションプランの当事者としてNEDOも支援していきたい。

(森口専門委員) 水素の使い方という意味では、前回のCCUとの関係も重要だ。水素で鉄鋼を、鉄を還元水素に使うということもあるし、CCUでいえば、炭素で鉄に還元したうえでCO<sub>2</sub>をキャプチャをする場合に、それはLC的に見て、どちらがいいのかの評価が重要になってくる。LCA学会の会長をしており、LCAの重要性をご発言いただいたことは重く受け止めている。2つ目に水素のサプライであるが、自立分散型のものと、グローバルなサプライチェーンの両方が必要であるのはいうまでもないが、ポストコロナ社会でのグリーンリカバリーの議論が欧州で行われている中で、グローバルな経済、モノ、人の移動が感染症の拡大と影響していることを考えれば、1回目の推進会議でもあったが、地域分散的なものを水素の供給を含めてやっていくことを強調してもいいのではないかと思う。3点目になるが、社会的価値をつけていく。日本は災害国であるため、水素インフラに注力し自律分散型にすることで災害時の拠点にできる可能性もある。他分野との政策の接点も考えていくべきだ。これは日本が特に苦手な分野だ。全体のマネジメントを誰がやるのかについての発言あったが、グリーンイノベーションの分野ごとのボトムアップではカバーしきれないと思うので、そこを強化することを考えていただきたい。LCAをライフスタイルで全部見ていくことも可能だが、環境問題は炭素に限られない。モーリシャスでの座礁もあったが、油で船舶

が動かされているということで、大気汚染に加え海洋汚染の問題もある。これは一例ではあるが、炭素以外の環境問題への影響も考えながら、どういうエネルギーシステム、水素の使い方がよいのか考えるべきだ。研究開発という面では、ベンチャー支援、若手支援も重要であるが、全体的なマネジメントという意味では、国、開発法人の役割も重要である。福島では国際研究開発拠点として原子力廃炉中心の話ではあるが、原子力は炭素クリーンなエネルギーではあるが、これで水素を作ることに国民からの理解を得られるのかどうかも含めて、全体像を話し合う場がないと、各論で技術で進んでも、技術で勝ってもビジネスで勝てない、あるいは国全体としてうまくいかない場合がある。ぜひ全体感のある仕組みが議論できればと思う。

## 5. 座長とりまとめ、閉会

(関根座長) 本日は6件の資料に基づいてご説明いただいた。その中で水素モビリティというキーワードに対して、NEDO様、JST様からそれぞれの取りまとめの話をいただいた。その中では水素モビリティは世界においても高いレベルにあるとあったが、それに安住してはいけないということで、若手の教育が重要だという指摘があった。トヨタ様からは自動車電動化について今後の動向を紹介していただいた。船舶については船舶技術協会からIMOの取り組み、電化、脱炭素化の話があった。こういったモビリティの電化、水素化が進み、その先に発電、その先に製鉄があるという話があった。まずは分散型のオンサイトで社会実装の経験を積んで、コストを下げて、最終的には大規模に製鉄などを低コストで取り組んでいくことが肝要であるという指摘もいただいた。また水素の製造の利用についてはコスト構造の分解とその中でのボトルネックとなる技術的な施策の対応が重要という話もあった。水素についてはインフラの担い手がどうなるのか、ガス導管が日本では切れ気味で、エネルギーキャリア、水素キャリアの開発はこれからというところだ。モビリティでいうと、走行中充電や次世代パワーエレクトロニクスのリンクが重要とのご指摘もあった。さらにはモビリティとレジリエンス、モビリティとエネルギーのセクターカップリングについてもご意見をいただいた。モビリティを進めていくうえで、材料としている資源の制約、全体としてのライフサイクルアセスメントについてのご指摘もあった。最後にアクセラレーションプランについてはベンチャー支援、若手研究者支援についてお話があり、NEDO様が中心になって進められている。コロナによってスタートアップ支援が滞ってはいけないため、しっかりと若手、ベンチャー支援については、キーセクターを取

り込みながらもうまく進めていきたいという話があった。本日、水素・モビリティ分野について数多くの議論が重ねられたこと、非常に有難い。関係省庁に今後の取り組みに活用していただければと思う。第3回目のWGは9月8日の火曜日を予定している。次回は技術面では農業分野、施策面では産総研ゼロエミッション国際共同研究センター、東京湾岸ゼロエミベイ協議会、海外広報、地域循環行政圏について議論できればと思う。

以上