

中部圏における水素社会実現に向けて ー第17回中部社研時事フォーラム講演録

日本が2050年にカーボンニュートラル社会を目指す中、ここにきて水素利活用の動きが活発化してきている。特に、水素の海外調達を念頭においた大規模な利活用の機運が高まっているところである。

今般、一般社団法人中部経済連合会の協賛を得て、2024年9月12日に「第17回中部社研時事フォーラム」を開催し、水素利活用、そして水素社会の実現に向けて取り組まれている3名に、それぞれの立場で講演いただく機会を得ることができた。

今年5月に公布されたいわゆる「水素社会推進法」の意義・ポイントについて水素社会推進議員連盟事務局長の工藤彰三氏に、中部圏の取組状況について中部圏水素利用協議会事務局長の水谷英司氏に、そして、水素、アンモニアに関わる最新動向や中部地域への提言について東京工業大学名誉教授で水素・燃料電池戦略協議会座長である柏木孝夫氏に、それぞれわかりやすくご講演をいただいた。

本稿では、以下に時事フォーラムにおける講演の一部を講演録として紹介する。フォーラムにご参加いただいた方はあらためて振り返りに、ご参加いただけなかった方も中部圏の今後の取り組みに必要な情報が網羅されているので、是非ご一読いただきたい。(事務局)

1 水素社会推進法（2024年5月24日公布）のねらいとポイント

水素社会推進議員連盟事務局長 工藤 彰三 氏



おはようございます。自由民主党の水素社会推進議員連盟（以下、「議連」）の事務局長をしております工藤彰三でございます。

短い時間ではありますが、「脱炭素成長型経済構造への円滑な移行のための低炭素水素等の供給及び利用の促進に関する法律」（以下、「水素社会推

(※1) 本講演録は、実際の講演の一部に、文言や時期等の確認を踏まえて再構成したものである。なお、これ以降の脚注は、講演録からさらに理解を深めていただくこと等を目的に、事務局で設定した。また、役職等は講演時点のものである。

進法」) の話をさせていただきます。

自分で言うのもおかしいですが、国会議員の中では、本日最後にご講演をなさる東京工業大学名誉教授の柏木孝夫先生の一番の門下生を自負しております。

私は2012年に第46回衆議院選挙で初当選しました。当時、水素というエネルギーは、柏木先生を筆頭にいろいろ研究を重ねていたのですが、自民党内をはじめとした与党や政府の中には水素の位置づけが本当にありませんでした。「骨太の方針」にも水素は入っておりませんでしたし、「来年の水素社会、水素法に関して」という話をしても、「そのようなお話はまた次の機会に」くらいの扱いでした。

ですが、それからいろいろ状況が変わりました。一番のきっかけはコロナです。コロナでヨーロッパがシフトを変えました。今、EU（欧州連合）は二十数か国になりましたが、14か国では、火力、原子力、風力、地熱、さまざまありますが、ヨーロッパは陸地がつながっておりますので、これからは水素で変えていこうという風にシフトしました。CO₂削減、そしてSDGsの問題、これに対処することが現在の状況であります。

水素社会推進法を法律にするには相当な努力を要しました。何度も議連を開催し、各社、各大学の先生、研究者をお招きしながら、私はおおむね40社、水素発電や水素の研究をしているありとあらゆるところ、北は北海道から南は長崎まで視察に行ったわけです。

大きく動いたのは、菅義偉氏が内閣総理大臣の時の所信表明で、2020年10月26日に「2050年までにカーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」ことを宣言したことがきっかけです。まずは同じ2050年までの港湾におけるカーボンニュートラル実現を目指している横浜市の横浜港を中心として取り組むことが決まりました。

水素の位置づけを変えるにあたって、まず、どれだけ水素をやるといっても、お金がかかります。そのお金は誰が出すのでしょうか。銀行が投資してくれますか。「お金がないなら、国として支援

しなければいけません。国が支援し面倒をみますとやらないと、この国はかじが変わっていきません」と岸田文雄内閣総理大臣にそういう要望書を提出して、ようやく政府は、水素はじめGXに対して20兆円の支援額を試算し、経済移行債で先行して調達する」と言ったのです。しかし、「各国、G 7 各国は150兆円を使っています。それに対して20兆円は少ない」と申し上げましたが、20兆円で決定しました。

政府の支援が決まると、今まで出てこなかった銀行などが、急にこの1か月で「国が支援するのであれば、それにあわせて投資をしたいし融資をしたい」と名乗り出てきました。あるメガバンクにもお話をしたところ、「先陣を切ってファンドを出したい」とおっしゃっていただき、これでお金のめどが立ったと安堵しました。しかし国の支援が決まりましたが、次は予算をもっと投入して欲しいと願っております。

そして最終的に、私たちは水素社会をつくる法案をつくりました。社会といっても議連ですから、研究会とか議連では法律を議員立法として提出するのですが、議員立法は100%全会一致が必要です。水素社会というのは、要は企業や地域の自治体に対して、お金を出資したり、これから社会をつくるということですから、そうなるとやはり反対する政党も出てきます。となると議員立法ではなく、内閣立法で成立させたいということで、資源エネルギー庁を中心に文書を作成させました。

これが水素社会推進法の概要です（図1）。

法律自体はかなり分厚い冊子になっておりますが、これが概要です。「背景・法律の概要」から「2. 計画認定制度の創設」までの大半の素案は柏木先生が作られたものであります。議論し、枝に葉っぱをつけていったのが私であります。

私が仕事をさせていただいたのは、「2. 計画認定制度の創設」に関して、国土交通省関連の道路占用許可をすぐクリアにすることなどです。認定計画に従って行われる港湾での行為は、すでに港湾法で認めてあるとみなしたり、プロジェクトの内容や予算が適正であれば、港湾法の適用を

脱炭素成長型経済構造への円滑な移行のための 低炭素水素等の供給及び利用の促進に関する法律案〔水素社会推進法〕の概要

背景・法律の概要

- ✓ 2050年カーボンニュートラルに向けて、今後、脱炭素化が難しい分野においてもGXを推進し、エネルギー安定供給・脱炭素・経済成長を同時に実現していくことが課題。こうした分野におけるGXを進めるためのカギとなるエネルギー・原材料として、安全性を確保しながら、低炭素水素等の活用を促進することが不可欠。
- ✓ このため、国が前面に立ち、低炭素水素等の供給・利用を早期に促進するため、基本方針の策定、需給両面の計画認定制度の創設、計画認定を受けた事業者に対する支援措置や規制の特例措置を講じるとともに、低炭素水素等の供給拡大に向けて、水素等を供給する事業者が取り組むべき判断基準の策定等の措置を講じる。

1. 定義・基本方針・国の責務等

(1) 定義

- ・「低炭素水素等」：水素等であって、
①その製造に伴って排出されるCO₂の量が一定の値以下
②CO₂の排出量の算定に関する国際的な決定に照らして
その利用が我が国のCO₂の排出量の削減に寄与する
等の経済産業省令で定める要件に該当するもの

※「水素等」：水素及びその化合物であって経済産業省令で定めるもの（アンモニア、合成メタン、合成燃料を想定）

(2) 基本方針の策定

- ・主務大臣は、関係行政機関の長に協議した上で、低炭素水素等の供給・利用の促進に向けた基本方針を策定。
- ・基本方針には、①低炭素水素等の供給・利用に関する意義・目標、②GX実現に向けて重点的に実施すべき内容、③低炭素水素等の自主的な供給に向けた取組等を記載。

(3) 国・自治体・事業者の責務

- ・国は、低炭素水素等の供給・利用の促進に関する施策を総合的かつ効果的に推進する責務を有し、規制の見直し等の必要な事業環境整備や支援措置を講じる。
- ・自治体は、国の施策に協力し、低炭素水素等の供給・利用の促進に関する施策を推進する。
- ・事業者は、安全を確保しつつ、低炭素水素等の供給・利用の促進に資する設備投資等を積極的に行うよう努める。

2. 計画認定制度の創設

(1) 計画の作成

- ・低炭素水素等を国内で製造・輸入して供給する事業者、低炭素水素等をエネルギー・原材料として利用する事業者が、単独又は共同で計画を作成し、主務大臣に提出。

(2) 認定基準

- ・先行的で自立が見込まれるサプライチェーンの創出・拡大に向けて、以下の基準を設定。
 - ①計画が、経済的かつ合理的であり、かつ、低炭素水素等の供給・利用に関する我が国産業の国際競争力の強化に寄与するものであること。
 - ②「価格差に着目した支援」「地点整備支援」を希望する場合は、
 - (i)供給事業者と利用事業者の双方が連名となった共同計画であること。
 - (ii)低炭素水素等の供給が一定期間内に開始され、かつ、一定期間以上継続的に行われると見込まれること。
 - (iii)利用事業者が、低炭素水素等を利用するための新たな設備投資や事業革新等を行うことが見込まれること。
 - ③導管や貯蔵タンク等を整備する港湾、道路等が、港湾計画、道路の事情等の土地の利用の状況に照らして適切であること。等

(3) 認定を受けた事業者に対する措置

- ①「価格差に着目した支援」「地点整備支援」
（JOGMEC（独立エネルギー・金属創物資源機構）による助成金の交付）
 - (i)供給事業者が低炭素水素等を継続的に供給するために必要な資金や、
 - (ii)認定事業者の共用設備の整備に充てるための助成金を交付する。
- ②高圧ガス保安法の特例
認定計画に基づく設備等に対しては、一定期間、都道府県知事に代わり、経済産業大臣が一元的に保安確保のための許可や検査等を行う。
※一定期間経過後は、高圧ガス保安法の認定高度保安実施者（事業者による自主保安）に移行可能。
- ③港湾法の特例
認定計画に従って行われる港湾法の許可・届出を要する行為（水域の占用、事業場の新設等）について、許可はあったものとみなし、届出は不要とする。
- ④道路占用の特例
認定計画に従って敷設される導管について道路占用の申請があった場合、一定の基準に適合するときは、道路管理者は占用の許可を与えなければならないこととする。

3. 水素等供給事業者の判断基準の策定

- ・経済産業大臣は、低炭素水素等の供給を促進するため、水素等供給事業者（水素等を国内で製造・輸入して供給する事業者）が取り組むべき基準（判断基準）を定め、低炭素水素等の供給拡大に向けた事業者の自主的な取組を促す。
- ・経済産業大臣は、必要があると認めるときは、水素等供給事業者に対し指導・助言を行うことができる。また、一定規模以上の水素等供給事業者の取組が著しく不十分であるときは、当該事業者に対し勧告・命令を行うことができる。

電気・ガス・石油・製造・運輸等の産業分野の低炭素水素等の利用を促進するための制度の在り方について検討し、所要の措置を講ずる。

3

図1 水素社会推進法の概要

特別に除外することを法律に入れるようにしました（図2）。

その他の特例措置

● 港湾法の特例

・認定計画に従って行われる港湾法の許可・届出を要する行為（水域の占用、事業場の新設等）について、許可はあったものとみなし、届出は不要とする。

● 道路占用の特例

・認定計画に従って敷設される導管について道路占用の申請があった場合、一定の基準に適合するときは、道路管理者は占用の許可を与えなければならないこととする。

図2 計画認定事業者に対する特例措置の一例

この法案は、国土交通省、環境省も巻き込んで、2024年2月2日に自民党で条文審査し、それから、衆議院に上程され、衆議院の委員会、本会議、参議院の本会議を経て、法案化をしました。まだまだ化石燃料もありますし、まだ2%ぐらいの水素ですが、これで国として水素社会を進めるのだと、社会を変えていく体制が整ったということであり

ます。特例措置の詳細は割愛させていただきます。

イメージ的には、国内で作ろう、グリーン水素、

ブルー水素、グレー水素がありますが、電気を水素で作るがために電気を消費しては何ともありませんので、知恵を絞っていくということでもあります。

オーストラリアやブルネイに褐炭というものがあります。要は不純物が多く含まれる低品質の石炭です。ここからメタンガスが出て、メタンガスからつくった水素を圧縮して、マイナス253℃に冷やして800分の1にしてタンクにいれて、まずは川崎までタンカーで持ってきて、それから川崎から神戸へやるということを行っています。川崎重工業株式会社では褐炭から出たメタンガスを液化水素運搬船で神戸へ移送するという実証実験を終えております。

高砂市では、直径5.5m、長さ23mのタービンで噴射をして、その中に混焼といって水素と酸素を混ぜながら回していくということまで今、進んでおります。出来上がれば、水素で神戸市の電力が賄えるぐらいの規模の研究が今なされているところでもあります。

また、水素政策の全体の道行きは鉄鋼や化学、

運輸、発電といった需要面ではこうなっておりま
す（図3-1、図3-2）。

名古屋の人は大抵知りませんが、日本最大の輸
入額、貿易高ナンバー1は名古屋港です。名古屋

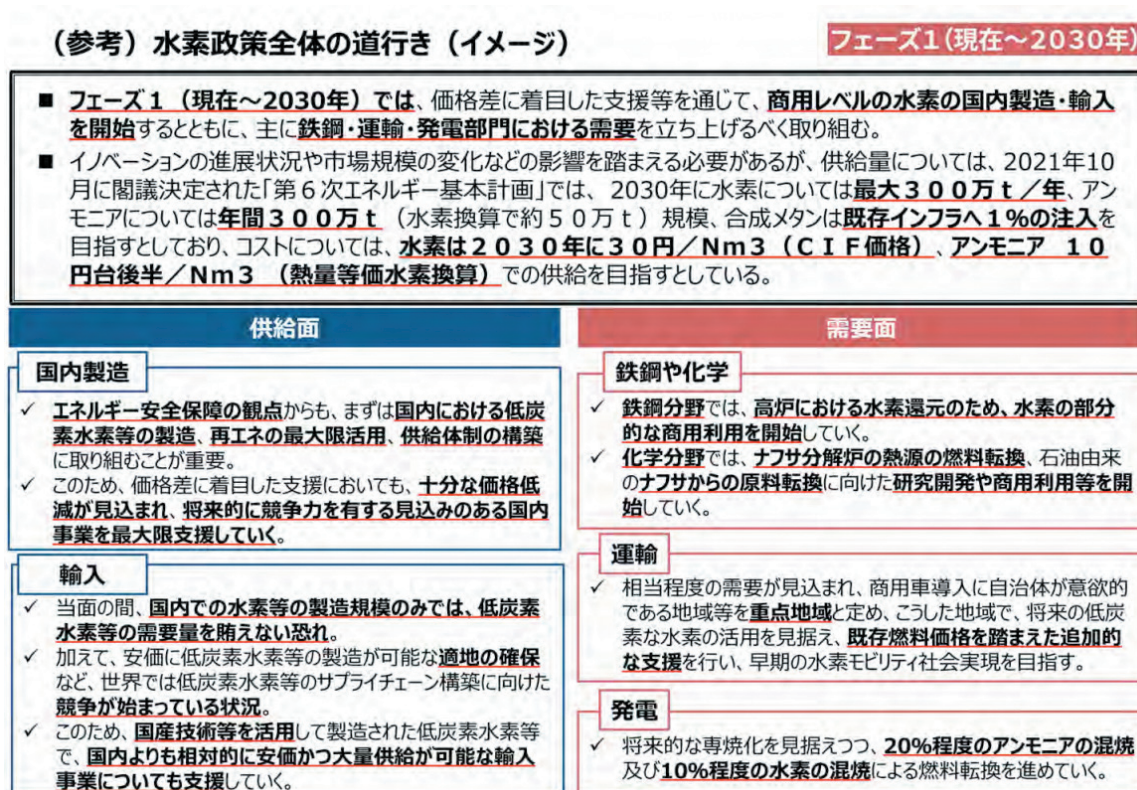


図3-1 水素政策の全体構成（1）

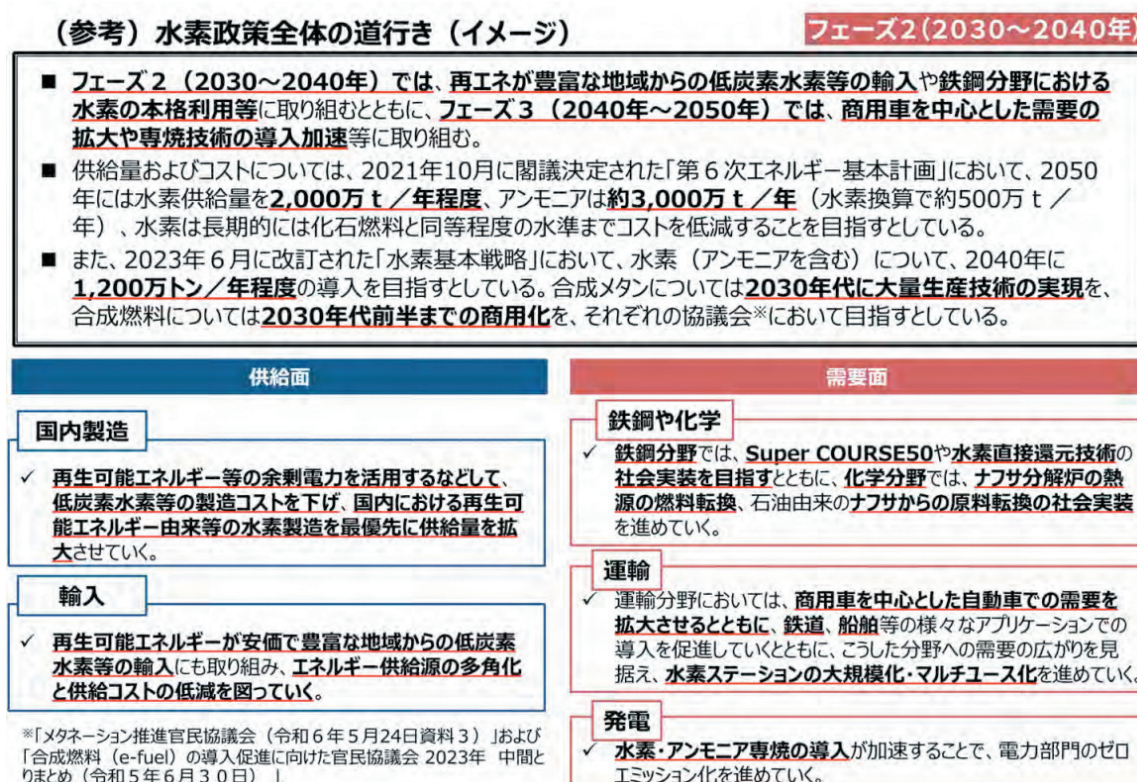


図3-2 水素政策の全体構成（2）

屋港は毎年20兆円の貿易高、最高利益、黒字8兆円を生み出す港であります。横浜港、神戸港に比べて、名古屋港のことを名古屋の人は知らないんです。それだけすばらしい港であります。

今、横浜港、神戸港はじめ、水島港、酒田港など、いろいろな港がGXを活用してカーボンニュートラルポートを行っていきたくて手を挙げています。名古屋港としては、やはり負けるわけにいきません。

伊勢湾台風もありましたが、それに対して強靱化をしながら、名古屋港で貿易を行う。いろいろなものが船で入ってきます。名古屋港は浚渫^{しゅんせつ}しないと入れませんから、浚渫しながら開発をする。今日お集まりの産業界の皆様にも名古屋港に目を向けていただきたい。船も大切です。

また、陸上輸送では、トラックの燃料をディーゼルから水素に変えていきたい。何度もトラック協会とお話をさせていただいたのですが、しんら

つな言葉がありました。まだまだ水素のトラックは高いと。

1万台ぐらいの需要がないと、値段が下がらない。そして、「政府は過去に燃料をガソリンからディーゼルへの移行を推進しました。そこで、窒素酸化物の問題が起こった。そして次にエタノールに変える。その都度車種をかえて出資したけれど、裏切られた。水素を信じて、変えて大丈夫なのか。ちゃんと保証できるのか、工藤さん。政府でそれができるまでのことをやっていただけるなら、実証実験でいきたい」と。

ここで道路法が活用されるわけであります。高速道路の100km圏内でサービスエリアにトラックに対する水素ステーションを設置する。それも国が面倒をみる。3億5,000万円かかりますが、出資を募りながら、トラックも燃料、充填をかえられるものをつくる。これをやっていきましょうということを進めているわけであります。

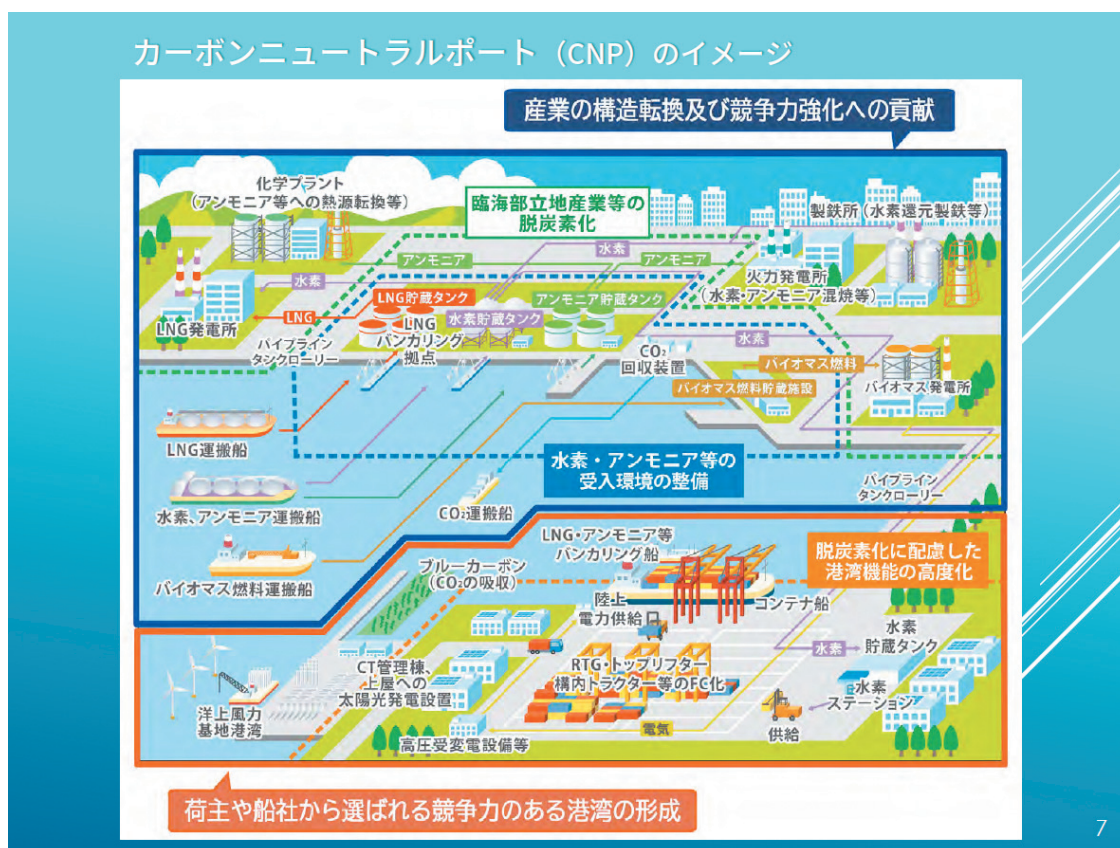


図4 カーボンニュートラルポートの最終イメージ

(※2) <https://www.nagoya.pa.cbr.mlit.go.jp/file/contents/sindosya/gaiyou/dosyagaiyouR402.pdf>

(※3) 経済産業省「水素・燃料電池戦略ロードマップ」<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/shared/img/r1p2-2fh0oi5.png>

水素トラックの実証が始まっております。私も運転しました。水素はかなりパワーがありますから、乗り心地よく、振動がありませんし、坂道の加速があります。ドライバーに対する運転の負担が非常に少ないということでもあります。

水素ステーションをつけて、トラック物流界も変えていきたいと思いますが、その中心になるのは、何といっても皆様です。中部はとてつもない力を持っている集合体であります。今日勉強していただいて、会社でまた議論していただいて、投資の話など、いろいろ考えていただければと思います。

これが最終形態であります（図4）。

例えば名古屋港ですが、今までは物流のガントリークレーンがあって、船が着くと、船からガントリークレーンでコンテナを持ってきて、荷分けをして、トラックで行くんですが、カーボンニュートラル、二酸化炭素排出量を一気に減らすわけです。二酸化炭素排出量の60数%は港湾です。港から出ているCO₂を一気に削減して、物流界を変えろということでもあります。

こうやっていろいろなものを変えています。少子高齢化の中、産業界の人手不足、これから自動運転の時代もやってきます。そんな中でこれをつくっていく。今度は時間との戦いでもあります。

私たちにはスローガンがあります。半導体やUSB規格の問題、日本は科学技術、工業技術においてはいつも世界の先頭を走っています。どこでも走っているんです。技術力は一番ですが、競馬で例えると、第4コーナーまでトップで来て、そこから失速する。技術で勝って、ビジネスで負ける。これが今までの日本であります。

半導体ももっと早くしていれば……。TSMC、ラピダス、この間ほかの自治体も、仙台とか山形も、いろんなところが手を挙げてきましたが、そんなことはもっと早くできた話であります。もう今では考えられませんが、カメラのSDカードが

当時は2,000円で買えましたが、今、ギガのレベルまでありますけれども、1つ14万円もします。この物価高騰のもとをつくってしまったのは私たちの誤った判断であり、投資してしっかりやる時にしなかった、というところが、今のこういうことを生んでしまったのです。

日本はもともとエネルギーがない国であります。どこでもふんだんに取り入れられる水から水素ができる、誇れる技術力を持って、海外と戦っていくわけであります。

最後になりますが、ヨーロッパは間違いなく、CO₂をたくさん排出した車に関税をかけてきます。日本は良い車、壊れなくて燃費の良い車を作ったけれど、作るためにどれだけのCO₂を排出したのか。そんなCO₂を排出して作った車を買い入れるには、関税をかけないと、ヨーロッパ、EUは、売らせないということでもあります。

当然ながら、メルセデスベンツ、BMW、このあたりが「トヨタや日産、ホンダの車に負けるもんか」とものすごい勢いでやってきます。ヨーロッパも研究開発を行っています。

アメリカにおいては、カリフォルニアで、このナディアパークの上くらいの高さからトラックを落としてもタンクが爆発しない実験までしているわけであります。

私どもはこれから数年、まず、2030年までにシフトを変えて、2050年、カーボンニュートラルの社会を目指していく。水素ばかりではありません。アンモニアもあります。地震大国ですから、地熱もあります。洋上風力もあります。さまざまな知恵を使っていただいて、その英知を結集できる場所がこの中部圏であり、名古屋港を中心とした産業工業地帯であります。ぜひとも皆様のお力を固めていただいて、今日皆様に対する私の一言がほんの少しの波紋にでもなればありがたいと思います。

（※4）環境省では、「我が国の輸出入の99.6%を取り扱い、CO₂排出量の約6割を占める産業の多くが立地する」事業領域として港湾を示している。また、各種業界団体の試算でも、エネルギー転換部門と産業部門の合計がCO₂排出量の6割以上を占めている。
<https://www.env.go.jp/content/900441888.pdf>

2 水素社会実装に向けた中部圏の取り組み

中部圏水素利用協議会 事務局長 水谷 英司 氏



中部圏水素利用協議会の事務局長として、このようなかたちで活動の場を設けていただき、本当にありがとうございます。

最初に、ご存じの方がほとんどと思いますが、1枚だけこういう資料を用意させていただきました(図5)。

水素は、カーボンニュートラルに向けて、いろいろな資源から作られるエネルギーで、「作る」、「運ぶ」、「使う」シーンで、再生可能エネルギー(以下、「再エネ」)の電気と相互の利点を生かして共存するエネルギーです。

本日は、技術実証という、今まで技術検証や社

1. 水素について

2

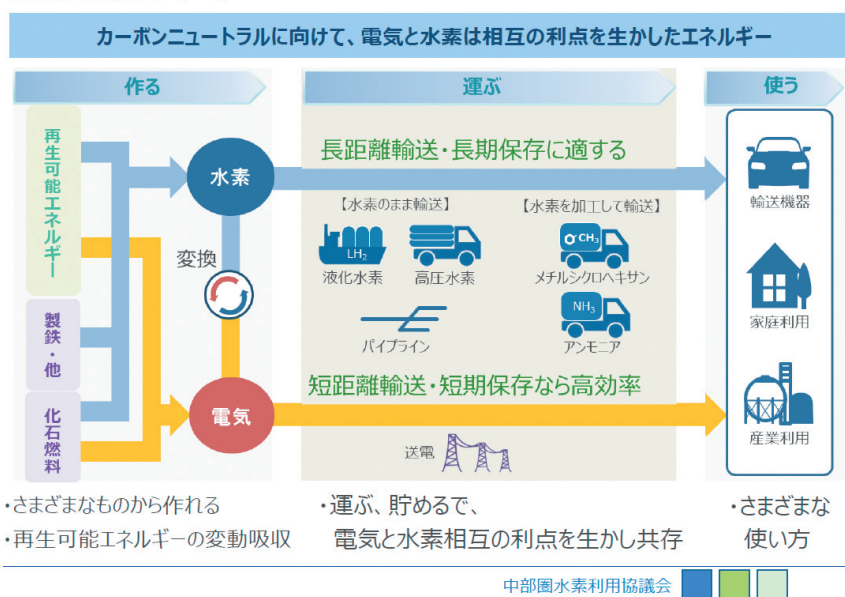


図5 水素について

会認知を期間限定で数tから数百tのレベルで行ってきたものをいかにビジネスにするか、数十万tから数百万tという規模を想定した継続的なビジネスをどうやってスタートするかというのが私からの紹介のテーマになります。

図6は中部圏水素利用協議会の概要です。

狙いは、地域全体で2030年までに大規模な水素サプライチェーンの社会実装を実現することです。

その目的は、カーボンニュートラルに向けた産業構造改革、地域の産業競争力向上です。

図6のように、おもに海外から持ってきた水素を、発電や石油精製などの大規模な需要だけではなく、産業全体で使うのが中部の取り組みのコンセプトです。

会員は最初11社で始めたのですが、今では48社と需要家の仲間づくりが進んできて、実現を目指す

2. 中部圏水素利用協議会の概要

4

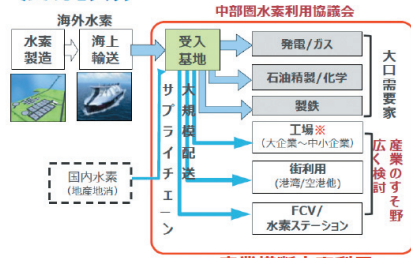
【活動の狙い】

地域全体で2030年までに大規模水素サプライチェーンの社会実装を実現

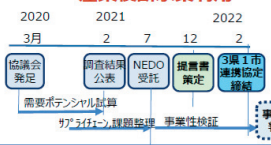
⇒カーボンニュートラルに向けた産業構造改革、産業競争力向上

(20年3月 会員企業11社→24年9月現在 48社)

【実現モデル】



【活動経緯】



【参加会社】

■会長：トヨタ自動車 中嶋副社長

■協議会会員：民間企業48社（含むオプナー17社）

* 中部の主要需要となる各産業セクターの代表会社

* 水素エネルギー関連、インフラ関連会社

* 金融機関

東三工業(株) 千代田化工建設(株)
(株)アイシン 東亞合成(株)
豊田合成(株) (株)東海理化電機製作所
(株)アドマテックス 東海旅客鉄道(株)
出光興産(株) 東邦ガス(株)
岩谷産業(株) 豊田合成(株)
エア・ウォーター(株) トヨタ自動車(株)
AGC(株) (株)豊田自動織機
ENEOS(株) トヨタ車体(株)
川崎重工業(株) 豊田通商(株)
興和(株) 豊通エネルギー(株)
コスモエネルギーホールディングス(株) 日鉄エンジニアリング(株)
サトーエナジー(株) 日鉄エンジニアリング(株)
サントレーホールディングス(株) (株)日本経済投資銀行
(株)ジェイテック (株)日本総合研究所
住友化学工業(株) 日本エアリポート(株)
住友商事(株) フラガー工業(株)
JFEエンジニアリング(株) 三浦工業(株)
大同特殊鋼(株) マルヤス工業(株)
中央精機(株) (株)三井住友銀行
中部国際空港(株) 三豊ケミカル(株)
中部電力(株) 三豊自動車工業(株)
(株)デンソー (株)JIXIL

中部圏水素利用協議会

図6 中部圏水素利用協議会の概要

3. 中部圏の水素サプライチェーン構想

6

(1) 水素・アンモニア両輪の取り組み

(2) 広域サプライチェーン構築

臨海部～内陸部 産業横断

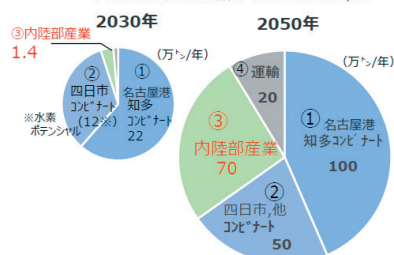
中部圏の水素・アンモニア需要目標値

(中部圏水素・アンモニア サプライチェーンビジョン公表'23/3)

	水素	アンモニア
2030年	23万t/年	150万t/年
2050年	200万t/年	600万t/年

【中部圏水素需要量調査】

(中部圏水素利用協議会 NEDO調査'22/9)



他地域に例のない、産業集積地ならではの取り組み

中部圏水素利用協議会

図7 中部圏の水素サプライチェーン構想

して活動しています。

中部の特徴は、さきほどの工藤先生にお話していただいたので、多くを説明する必要はないと思いますが、国内の製造品出荷額の4分の1は名古屋港で日本トップです。加えて、中堅・中小企業、すそ野の広い地域ですので、こういう環境に適した地域かなということです。

図7は中部の全体の需要とサプライチェーンの構想をまとめたものです。

エネルギー供給ソースとして、株式会社JERAが同社の碧南火力発電所に運ばれるアンモニアとともに、いくつかの供給事業者が製造・供給する水素の両輪のサプライチェーンに取り組むのが中部特有です。

また、広域サプライチェーンということで、真ん中の円グラフを見ていただければ分かりますが、名古屋港知多コンビナート、四日市コンビナートとともに、緑の部分である内陸部の産業にも3分の1ぐらいの需要があるので、こころしかりと一緒にやっていくのが中部であります。

同じような視点で書かせてもらっていますが、中部は臨海部に水素を受け入れる大きな受入基地をつくれる環境があり、臨海部には発電や製鉄、石油産業のような大規模な需要家がそろっていま

す。それを内陸部の産業、モビリティへ供給する、まさに合理的なサプライチェーンがつけられる地域です。カーボンニュートラルのロールモデルになるのではないかという思いで取り組んでいます。

図8は、2030年ごろに例えば23万tを想定してサプライチェーンをつくとどうなるのかというイメージ図です。

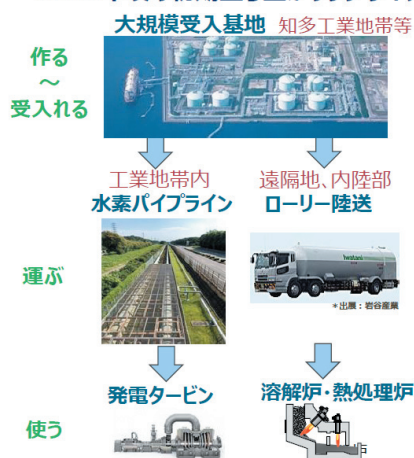
受入基地はLNG基地のような100m級の大規模な貯蔵タンクが必要です。大量に運ぶという意味では、コンビナートでは大規模な水素パイプラインが必要になります。需要家サイドでは、水素利用設備の新設・改造が必要です。上流、中流、下流の大規模インフラが同時に立ち上げる必要があるのが課題です。

図9はその整備をはじめとした課題を言葉でまとめています。

①は受入基地の整備です。場所も含めて1か所1,500億円ぐらいかかります。②は水素のコストです。国の目標は30年に30円/m³とありますが、産業で見ると、まだ既存コストに対して割高なところがあり、そういうところをどうしていくかが課題として1つあります。③の規制においても、大規模な水素利用を想定した規定が既存の法規に明記されていないことが多く、こういうところを

3. 中部圏の水素サプライチェーン構想

2030年頃の初期立ち上がりサプライチェーンイメージ (23万トン/年～想定)



イメージ図



(将来：複数の受入基地、内航船、遠隔地パイプラインなどの拡大計画)

受入基地～パイプライン、各配送網～需要家設備の大規模インフラが同時に立上げる必要性

中部圏水素利用協議会

図8 中部圏の水素サプライチェーン構想②～2030年頃のイメージ～

整理していく必要があります。まさに一社一産業
 でできる話ではないので、官民連携の取り組みが
 どうしても必要です。

2020年1月、大村秀章愛知県知事に「こういう
 活動をしたい」とご提案をさせていただきましたと
 ころ、知事からは「愛知県だけではなくて、地域
 全体の活動が必要です。」ということで、三重県、
 岐阜県、政令指定都市の名古屋市にもお声がけい

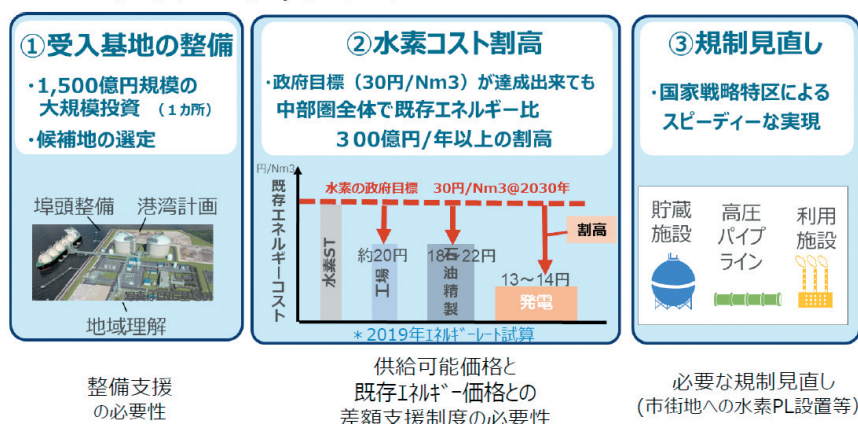
ただいて、たった1か月で、2020年2月には中部
 圏水素・アンモニア社会実装推進会議を立ち上げ
 ていただきました。

その後、「中部圏水素・アンモニアサプライチェー
 ンビジョン」を2023年に、2024年7月には「中部
 圏水素・アンモニアサプライチェーン計画」を発
 信し、活動を加速しているところです。

中部圏水素・アンモニア社会実装推進会議とい

3.中部圏の水素サプライチェーン構想 (課題まとめ) 9

2030年ごろの23万トン/年利用想定時

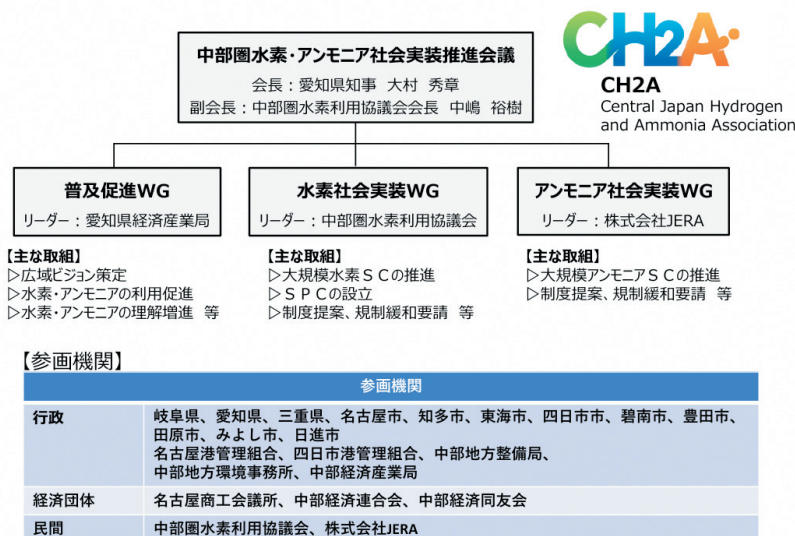


一社一産業の民間努力だけでの事業化は厳しく、官民連携の取り組みが必要

中部圏水素利用協議会

図9 中部圏の水素サプライチェーン構想の課題

4.地域連携 (推進会議体制) 11



3県9市に渡る自治体連携は国内初の実践

図10 中部圏水素・アンモニア社会実装推進会議 (CH2A) 体制とロゴ

うのはあまりにも名前が長いものですから、事務局の愛知県に考えていただき、略称CH2A（シーエイチツーエー）というロゴを作りました。皆様、あまりご存じないと思うので、ぜひ今日覚えていただきたいと思います（図10右上）。

体制としましては（図10）、大村秀章愛知県知事に会長、副会長は中部圏水素利用協議会会長の中嶋裕樹氏に担っていただき、水素普及促進ワー

キンググループと、水素のインフラをつくっていく水素社会実装ワーキンググループ、そして、アンモニアの産業利用を広めていくアンモニア社会実装ワーキンググループの3つがあります。そのうち、アンモニア社会実装ワーキンググループは株式会社JERAをリーダーとして進めています。このような3県9市にまたぐ自治体連携の広域の取り組みは日本でもあまり例がないのではないかと

（参考）第5回推進会議水素・アンモニア サプライチェーン計画 12 (2024年7月1日公表)

水素・アンモニアサプライチェーン計画案

- ▶ 日本一のモノづくり産業が集積する中部圏において、引き続き我が国の経済成長を牽引するに、カーボンニュートラル及びエネルギー安全保障の観点から、水素・アンモニアの需要と供給を体的かつ大規模に創出する体制を構築することが必要。
- ▶ 中部圏は、臨海部だけでなく内陸部にも自動車製造をはじめとするモノづくり工場が集積する水素・アンモニアを利用する事業者に対し、需要量や距離に応じて陸送や運搬船、パイプラインより効率的に輸送することが必要。
- ▶ 本体制構築のもと、中部圏のモノづくり技術を活かし、新たな経済成長の源泉となりうる水素関連技術・市場を創出していく。

カーボンニュートラル燃料	調達方法	国内供給拠点	主な需要先	年間需要量	
				2027～2030年	2030～2040年
水素	廃プラスチック由来	知多	自動車製造業等	0.5万トン	0.5万トン
水素	アンモニア由来	知多、三河港、四日市等	自動車製造業、火力発電所、製油所、製鉄所、化学工場、水素ステーション等	20万トン	24万トン～
アンモニア	海外製造	碧南	火力発電所、自動車製造業等	100万トン	250万トン



中部圏水素利用協議会

図11 水素・アンモニア サプライチェーン計画（2024年7月公表）

水素・アンモニアサプライチェーンイメージ

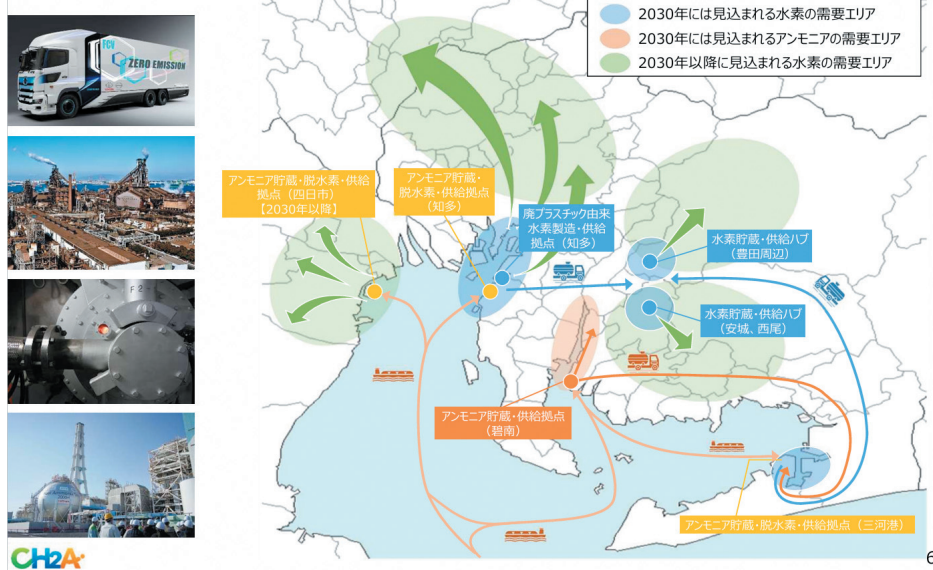


図12 水素・アンモニア サプライチェーン計画～サプライチェーンイメージ～

と思っています。

図11が2024年7月に公表しました「水素・アンモニアサプライチェーン計画」です。内容的には、今まで私が説明しましたことで、具体的な水素の供給源、国内水素、海外水素、アンモニアを含めて、場所、目標を設定しているものです。

図12はイメージ的なサプライチェーンとして、愛知県のホームページからも見られますので、時間がある方はあとで詳しく見ていただければと思います。^(※5)

国との連携でいうと、さきほど工藤先生からご紹介いただきましたように、潮目が変わったのは2020年、菅義偉氏が内閣総理大臣の時の「カーボンニュートラル宣言」です。その後、岸田文雄内閣総理大臣の「GX戦略」の公表があり、工藤先生が尽力された水素法が2024年5月に制定されました。

今まではこういう水素実装に本当に可能性があるのかというところだったのですが、ここでやっと可能性がある、実現できそうだと実感がわいたところですよ。

水素法の中身は、先ほど工藤先生に説明いた

いたように、水素のコストを支援していただく話と、設備に対する投資を支援していただく話が両輪になっていて、非常にありがたい制度となっています。

ここで少し変わります、産業横断ということで、工場の水素利用の取り組みとして、どういう形で使っていくのかというのをトヨタ自動車株式会社（以下、「トヨタ自動車」）の例でご用意しています（図13）。

カーボンニュートラルにおいては、第1に徹底的な省エネルギー、そして、できる限り電化して再エネ等を利用していくことが優先ですが、電化の難しいガス利用の熱設備は、エネルギー転換として水素が必須になってきます。また、各工場は自家発電を持っていますが、BCPも踏まえた自家発電での水素発電とか、構内物流車両の一部で水素を利用することがカーボンニュートラルには必要になってきます。

トヨタ自動車では、2035年までに工場のカーボンニュートラルを宣言しています。三河地区で5,000 tの水素を利用することを宣言しています。

図14は熱利用の例で、もう少し具体的な事例で

6. 工場水素利用の取り組み

16

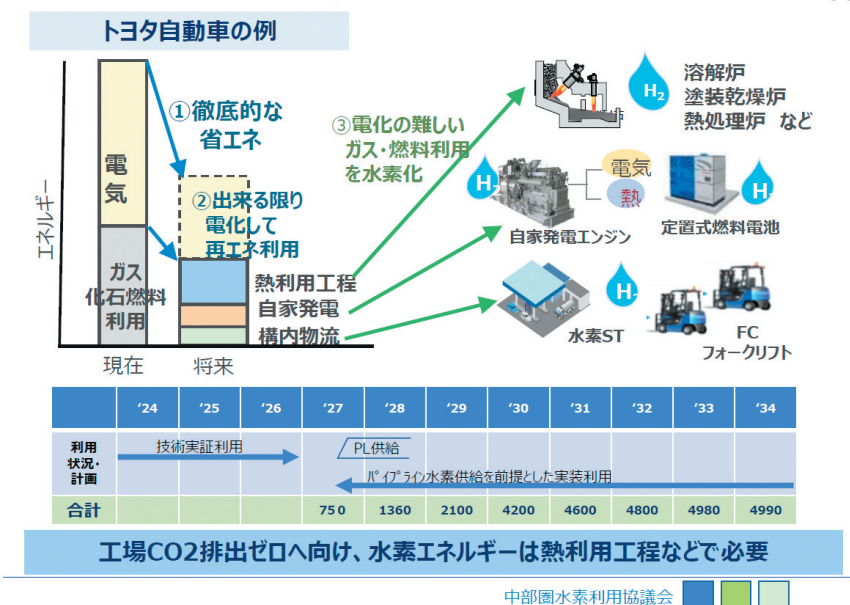


図13 工場水素利用の取り組み（トヨタ自動車（株））

(※5) 「水素・アンモニアのサプライチェーン構築に向けて」
<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/522732.pdf>

す。これもトヨタ自動車の例で恐縮ですが、熱利用の代表格である工業炉の水素バーナーにおきましても、燃焼機器メーカーと共同での開発により、すでに実用のめどが立っている機器もあります。既存燃料に対してリーズナブルなコストの水素さえあれば、実用化可能な段階にきていることを紹介しました。

次に、産業横断ということで、臨海部は今、工

藤先生にいろいろご紹介いただいたので、図15では内陸部にどうやって水素を持って行って使うかというサプライチェーンイメージを表しました。

まず、最初の段階でどのようにサプライチェーンをつくるかということです。

各工場に話しますと、「今、パイプラインで都市ガスを使っている。やはりパイプラインで水素を届けてもらいたい」と言う方がほとんどです。

6. 工場水素利用の取り組み

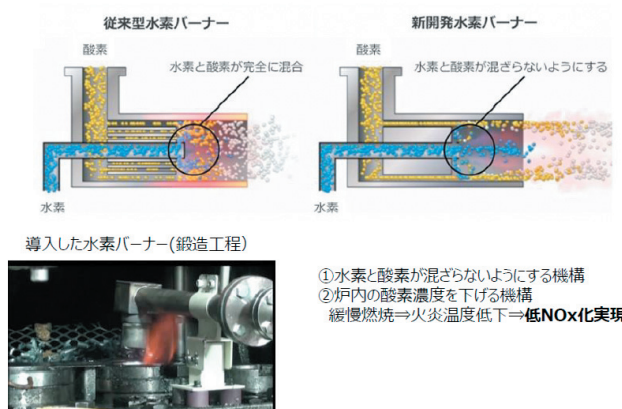
17

熱利用機器の開発の一例

*トヨタ自動車の例

工業炉用水素バーナーの開発、実用化

工業利用を目的とした世界初の汎用水素バーナーを共同開発、量産ラインに導入（'18年）



中部圏水素利用協議会

図14 工場水素利用の取り組み（トヨタ自動車（株））②～熱利用の例～

7. 産業横断 サプライチェーン構想

18

初期段階の内陸部サプライチェーンイメージ（ハブ＆スポーク）

需要家の集中する地域ごとにサテライト基地（ハブ）と需要家へのパイプライン（スポーク）を設置



2030年に向け5カ所（約1.4万ト/年）のハブ＆スポークから検討スタート

中部圏水素利用協議会

図15 内陸部水素活用のサプライチェーンイメージ

「そうでないと、やはりスタートがしにくい」と。

需要家の集中する地域まで、最初は陸送で運びながら、そこから短いパイプラインで工場に届けるハブ&スポーク方式が現実的かなと思います。これは、実は都市ガスが100年かけて広がってきた方法と一緒に、そういうスタイルを目指していくのかなと思っており、具体的には2030年に1.4万tくらいを考えています。

将来的には都市ガスのようにパイプラインが広がるのが最後の絵ですが、やはり時間がかかるので、どうやって皆様でやっていくかが課題になります。

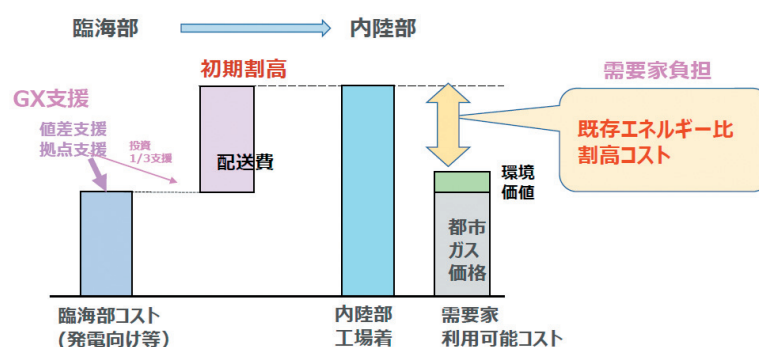
図16は内陸部における水素活用の課題をまとめています。

国の支援は、このグラフで見ていただくように、臨海部の水素コストには支援が入っていて、結構

8. 課題と進め方

19

〔内陸部需要家の初期段階コスト試算〕



GX支援は臨海部大規模需要を主眼とした支援

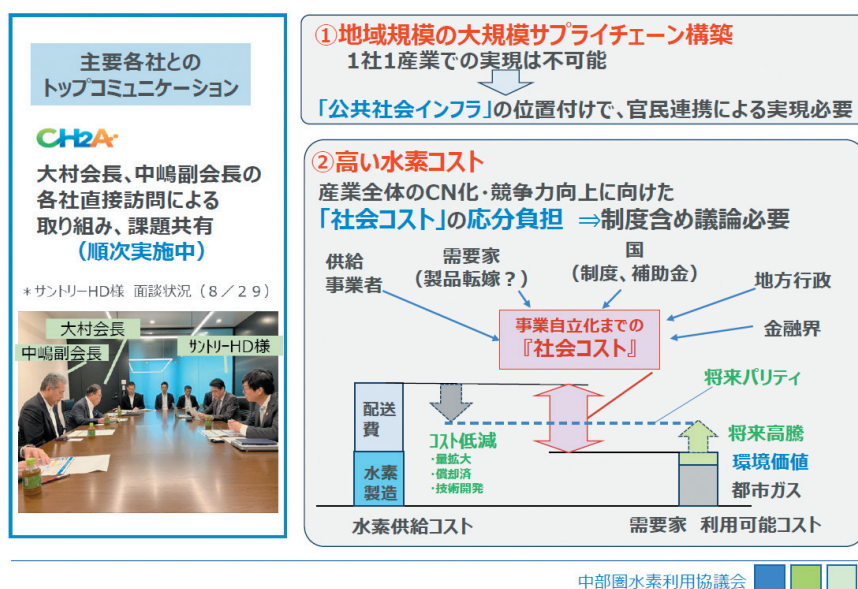
初期段階で内陸部は既存エネルギーに対し割高な状況

中部圏水素利用協議会

図16 内陸部水素活用における課題

8. 課題と進め方

20



中部圏水素利用協議会

図17 水素活用に関する大きな課題と産業界での共有

リーズナブルなコストで使用できますが、実は配
送費が初期段階はかなり高いので、内陸部の需要
家可以使用できるコストはまだ非常に高いとい
うことです。ざっとですが、2倍で済まないかもし
れません。初期段階で検討していますが、かなり割
高になってしまいます。これを需要家が背負うと
いうことでは、なかなか難しいので、これをどう
やって皆様に負担していくのかという議論をして
いきたいところです。

CH2Aでは、いろいろな活動をしていく中で、
大村会長、中嶋副会長自らが中部の主要企業を直
接訪問し、トップ同士で取り組みや課題について
積極的に意見交換をしています。図17は大きな課
題についてです。サントリーHDとの意見交換の
写真ですが、このように経営層のレベルでも課題
を共有し、進めていこうということです。

ここで、大きな課題は今までご説明しました右
側の①、②です。①は、地域規模の大規模サプ
ライチェーンをつくるのは一社一産業では無理とい
うことで、「公共社会インフラ」という位置づけ
で、どのように官民連携してつくっていくかが共
通の課題です。②は、初期にどうしても臨海部、
内陸部、ともに高い水素のコストです。目的は産
業のカーボンニュートラルですが、このグラフの

ように「社会コスト」として応分負担をどうして
いくかがポイントになるのかなと思います。応分
負担が需要家だけとか、一部の人だけではないと
いう議論が必要だという意見をいただきました。

これらを踏まえて、これからどうしていくか
ということです。

国との連携では、GX推進法が可決し、これ
から公募の段階にあります。そういうところとし
っかり連携していくのと、「GX2040ビジョン」と
いう議論がすでに始まっています。ここで中部は
ロールモデルとしてしっかりと次のステップの議
論をしていくべきだと思います（図18）。

さきほどの内陸部の話についても工藤先生には
課題をご報告させていただき、最初の法案で不十
分なところをどのようにみていただけるかを続け
て議論させていただきます。

CH2Aの活動は、民間、各行政、経済界、金融
界とともに、どのように地域単位でこの費用を分
担していくか、あるいは、実現していくかをしっ
かり議論していくことです。これは大村会長から
もバックアップの宣言をいただいています。

まだまだ課題はありますが、まずは2030年の初
戦突破に向けて、地域、官民連携の強力な活動を
いただいていること、その流れがあることを今日、

8. 課題と進め方

関係機関との連携

21

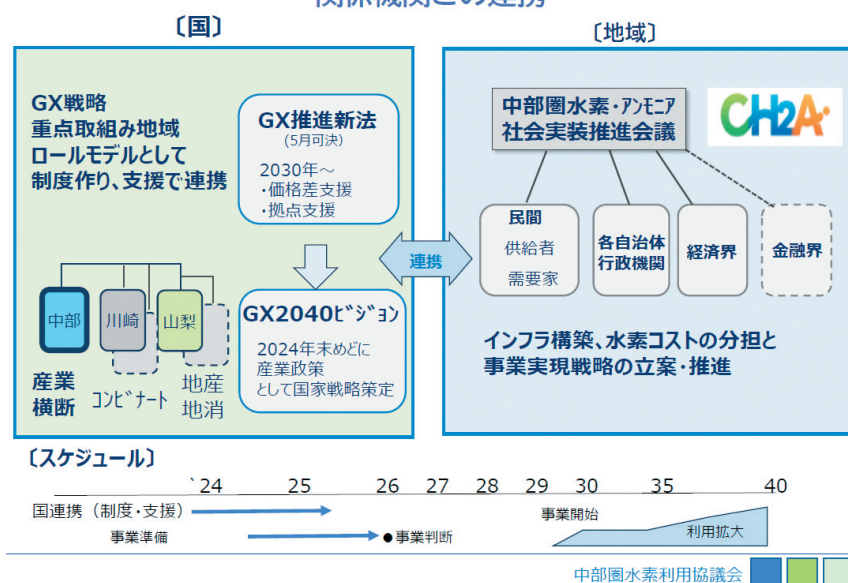


図18 国・地域における関係機関との連携

皆様にぜひ知っていただいて、CH2Aという言葉とともに記憶に残していただければありがたいです。

最後にCH2Aは何を目指して活動しているのかというと、カーボンニュートラルな社会の実現に向けて、地域規模でエネルギー転換、産業構造改革をしていくことだと思います。水素・アンモニアの需要拡大、エネルギーセキュリティにとどまらず、目指すは産業競争力の強化です。さきほど工藤先生がおっしゃっていただいたように、1つは中部で生産した製品のライフサイクルアセス

メント、輸出競争力、世界で買っていただく商品をしっかりつくっていけることと、カーボンニュートラルの技術で新産業を創出するというのもあると思います。

こういうことを中部で一緒にやっていって、中部だけではなく、日本のロールモデルだから、一緒に皆様とやりたいということだと思います。そういう思いで活動を続けていきたいというのが今日ご紹介したかったところです。

中部全体の今の活動状況のご報告は以上でございます。ご清聴ありがとうございました。

3 水素、アンモニアに関わる最新動向、中部エリアへの提言

東京工業大学名誉教授 水素・燃料電池戦略協議会座長 柏木 孝夫 氏 (※6)



柏木です。私からは、水素・アンモニアの最新動向と中部エリアへの提言ということでお話しします。

よく、20世紀型と21世紀型の産業の在り方と言われますが、名古屋はやはりものづくり地域ですので、これをなくすと根なし草みたいになってしまいます。私は、こういう地域があって初めてビジネスモデルがついてくると考えています。

どうも日本では、「ビジネスで勝てばお金も確実についてくる」、「いいものをつくれば確実にお金が入ってくる」と思っていますが、実はそうでもない。これからお話しする水素がまさにそうです。

◆カーボンニュートラルは世界の潮流

私はIPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change、気候変動に関する政府間パネ

（※6）柏木氏の講演では資料等を使用していないが、講演において適宜参考となる資料を事務局にて挿入している。

ル)のCoordinating Lead Author、執筆代表を
やっていました。プレッジ・アンド・レビュー^(※7)で
すから、自分の考えを書いてはいけないのです。
彼にはこういうことを言っている論文がある、こ
の人は論文でこういうことを言っているという形
で、メジャーはこういう考え方だと示すのがIPCC
のレポートです。多くの科学者が入っており第三
者的なので、国際社会はIPCCのレポートにこう
いうことが書いてあったから、これは科学的な知
見があるという見方をします。

気候変動に関しては突然医学の論文がたくさ
ん入ってきまして、産業革命から今世紀末までの平
均気温の上昇が2℃ぐらいだと、どうも人体がつ
いていくのが難しい、速く進んでしまっって人体が
やられてしまうという論文がたくさん出ているの
です。人体がついていくようにするには、1.5℃
上昇に抑制しないといけないということになって、
先進国がカーボンニュートラルと言いだしたので
す。これもIPCCがやったわけですが、どうも人
工的な人為的な活動によってCO₂が増え、それ
によって気候変動問題が起きていると科学的に証明
したのです。いずれにしても、IPCCは気候

変動問題に非常に大きな力を持っているというこ
とです。

パリ協定が発効したのが2016年、1.5℃上昇に
抑制しようという話は2017年くらいからですが、
そのとき、われわれは既に「水素基本戦略」を出
しています。この「水素基本戦略」は、世界中で
訳され読まれています。当時は、「ああ、日本は
いいものを出してくれたな。だけど、まだ水素は
早いよな」との受け止めでした。ところが、その
後1.5℃上昇に抑制するためカーボンニュートラ
ルが必要という話になって、欧州委員会が一挙に
水素に対して「やるぞ」とゴーサインを出したの
です。

2℃上昇だったらCO₂の排出量は80%減でよく、
その場合、メリットオーダーと言いますが、水素
のように高いものではなく、安いものから入れて
いってCO₂を削減していけたわけです。しかし、
もう20%減となると水素が一番安く、汎用的に使
えるということで、水素社会への移行が加速した
ということです。

このように現在は、カーボンニュートラルが世
界の中で一般常識になってきています(図19)。

2050年カーボンニュートラルにコミットしている国

- 2050年までのカーボンニュートラル(CN)に向けて取り組む国・地域¹⁾: **144**
- これらの国における世界全体のCO₂排出量に占める割合は**42.2%**(2018年実績 ※エネルギー起源CO₂のみ)
- 加えて、中国(28.4%)、ロシア(4.7%)、インドネシア(1.6%)、サウジアラビア(1.5%)、トルコ(2053年CN、1.1%)等は2060年まで、インド(6.9%)等は2070年までのCNを表明するなど、**カーボンニュートラル目標を設定する動きが拡大**。(これらの国における世界全体のCO₂排出量に占める割合: **88.2%**)

カーボンニュートラルを表明した国・地域

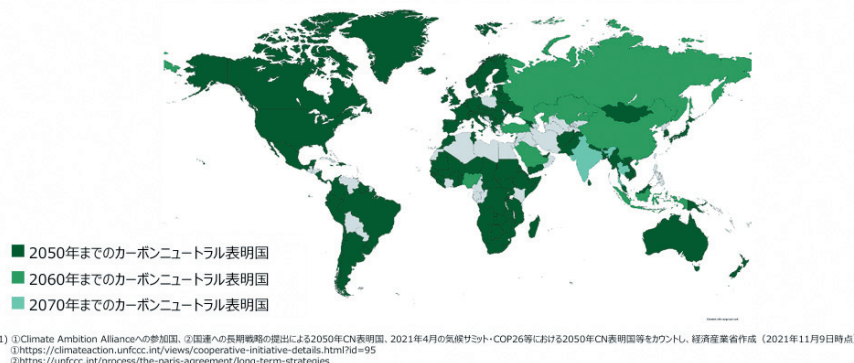


図19 カーボンニュートラルの表明国

(※7) 温室ガス効果削減において、各国が自主的に目標を掲げ(プレッジ)、第三者に目標の確認・評価を受け(レビュー)ながら削減を進める方式。

◆水素社会に向けた日本の状況

日本は第7次エネルギー基本計画を策定している最中です。

資源エネルギー庁でも、「第7次エネルギー基本計画もIPCCの流れをくんだ方向で2040年のベストミックスをつくっていききたい」と仰っていました。

ベストミックスですから、選択肢は減らさないということです。よく選択肢を減らすと言う人がいます。原子力に依存しない社会をというわけですが、産業界からすれば原子力は総合工学ですから、そういう原子力を商用としてもものにできないような国は、工業国家とは言えないぐらいに私は思っています。

私がトヨタは偉いと思うのは、燃料電池自動車（FCV）を商用化したことです。商用化するとどういうふうに動かされるか分かりません。それでリコール問題が出たら、非常に厳しい目に遭うわけですが、それを商用化した。つまり技術で勝ったわけです。

これを欧州がどう見ているかというと、「商用化したのはすごいな。技術では負けた。だけど、ビジネスモデルとしてはあまり大したことないんじゃないか」と思っているわけです。「水素が高かったら、FCVは走らないんじゃないか」と。

今、水素は1kg約1,000円で売っています。5kg入れて5,000円、それで600~700km走るわけです。国の補助金等を入れて今のガソリンと同じぐらいの値段にしていると思います。われわれの目標としては2030年に1Nm³（ノルマル立米：標準状態の空気量）を30円まで下げたい。1Nm³が30円ということは1kg300円です。そして2040年に20円まで持っていきたい。20円で発電しますと、現在の石炭火力発電の発電単価が13円ぐらいですので、カーボンニュートラルの付加価値も含めると遜色ない水準になってくると思います。

水素での発電にはタービンが必要です。日本では三菱重工や川崎重工などがタービンをつくっています。川崎重工が小型、三菱重工が大型のものと分けていますが、これが2つ一緒になって“ジャ

パン重工”みたいになれば、1MWクラスから何十万kWまで一気にカバーできます。

また、水素は工場などの熱源として使うということも可能です。蒸気をカーボンニュートラルに持ってくるのが問題でしたから、水素を燃やして取り出した水蒸気を使えばクリーンな熱として利用できます。

日本の場合、最終エネルギー消費の4割が電力、6割が熱として使っています。製鉄業とかトヨタなど自動車メーカーの塗装の乾燥とか、エネルギーを熱としてたくさん使っています。熱風を出すためには、ヒーターを入れるとか何かの熱源でハイドロカーボン（水素と炭素の化合物）を燃やすので多くのCO₂を排出することになります。その点、水素はオールマイティーです。燃やしても水にしかありませんから。太陽光発電の電気で水を電気分解して水素を取り出す。取り出した水素を空気中の酸素と一緒にして、水に戻すときに動力をとる。動力をとって残ったものは水になって、雨になって降ってくる。エネルギーの循環ができる唯一のものが水素です。

◆水素社会推進法の成立

以前、ある石油元売会社が「日本では水素は無理だ。日本で水素をやるには規制が多すぎる。欧米なら今の技術だったらこのぐらいの規制でいいと1年未満で変えてくれるのに、日本では3年以上かかる」と言っていました。プロセスが多すぎるということ。行政のプロセスも多いし、DXが進んでいないこともあるのかもしれませんが。

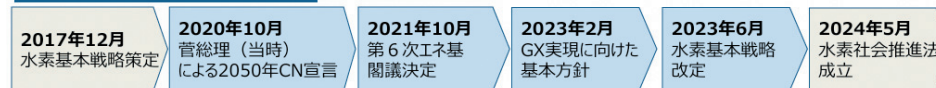
そんな中、われわれは水素をずっと前からやっていました。水素・燃料電池戦略協議会はMIRAIができたとき、2014年にできたのですが、それからずっとやっけていまして、早いところ規制改革もやろうと取り組んできました。2017年の「水素基本戦略」、2020年の菅元首相による「カーボンニュートラル宣言」を経て、先の国会での水素社会推進法の成立へとつながっています（図20）。

この法律に基づく水素拠点の構築に向けて9月から公募が始まります。3兆円を15年で使うので

水素等分野における戦略等の策定状況・各種目標について

- 日本は世界で初めての水素基本戦略を2017年12月に策定。EU、ドイツ、オランダなど25カ国以上が水素の国家戦略を策定し、水素戦略策定の動きが加速化、水素関連の取組を強化。
- 2020年、カーボンニュートラル宣言を受け、エネルギー基本計画において、初めて電源構成の1%程度を水素・アンモニアとすることを目指すこととした。
- 2023年、6年ぶりに水素基本戦略を改定。技術の確立を主としたものから、商用段階を見据え、産業戦略と保安戦略を新たに位置つけた。
- 2024年、水素社会推進法が成立。低炭素水素等の導入拡大に向けた規制・支援一体的な制度を講じていく。

水素等を巡るこれまでの流れ



導入量及びコストの目標

□ 年間導入量：発電・産業・運輸などの分野で幅広く利用

現在（約200万t）→ 2030年（最大300万t）※→ 2040年（1200万t程度）※→ 2050年（2000万t程度）※
 ※水素以外にも直接燃焼を行うアンモニア等の導入量（水素換算）も含む数字。

□ コスト：長期的には化石燃料と同等程度の水準を実現

2030年（30円/Nm³ *） → 2050年（20円/Nm³以下）
 （334円/kg） （222円/kg）

※ 1Nm³≒0.09kgで換算。
 ※ Nm³（ノルマルリューベ）：大気圧、0℃の時の体積のこと

第6次エネルギー基本計画での水素・アンモニアの位置づけ

2030年の電源構成のうち、1%程度を水素・アンモニアとすることを旨とする。

2023年11月のLNG価格とのバリエーション：21.6円/Nm³-H₂
 2022年平均LNG価格とのバリエーション：27.7円/Nm³-H₂
 2022年9月（ウクライナ侵襲後最高値）：38.4円/Nm³-H₂

図20 水素社会推進法成立までの流れ

水素等のサプライチェーン構築支援制度

- カーボンニュートラルに向けては、再エネ等の電気に加え、熱需要の脱炭素化のため水素等が必要。国内外の水素等供給体制の構築に向け、化石原料との価格差に着目した支援を実施。
- 当面の間、国内の水素等製造は小規模かつ輸入水素よりも高いが、安価な余剰再エネを用いれば、調整力として更なる再エネ導入拡大に資する面もあるため、エネルギー安全保障の観点から、将来的に十分な価格低減と競争力を有する見込みのある国内事業を最大限支援する。
- 加えて、鉄、化学、モビリティといった転換困難な分野・用途への拡がりを考えれば、国内で製造可能な水素等の供給量では賄えない需要が将来的に想定される。既に権益獲得競争が各国で起こり始めていることも踏まえれば、国産技術等を活用して製造され、かつ大量に供給が可能な水素等の輸入についても支援する必要がある。

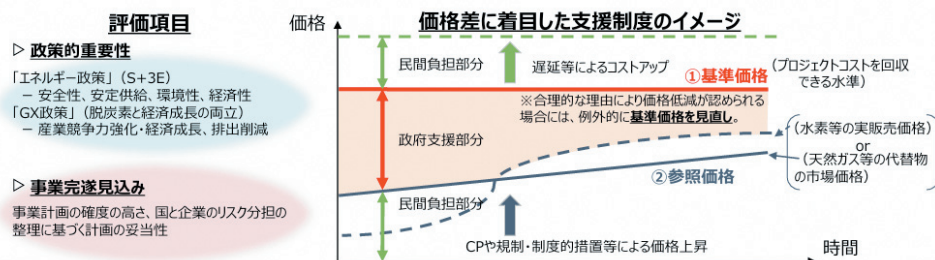


図21 価格差に着目した支援制度

すが、お金は移行債、つまり民間から集め、それで幾つかのハブをつくり値差支援等にあてる計画です（図21）。

1.5℃上昇、カーボンニュートラル。そのためにはGXを進める。GXのためには水素が必要というわけですが、課題もあります。グリーン水素をやるとなると、再生可能エネルギーがたくさん要りますが、再生可能エネルギーはフラフラして

安定しません。電気というのは使う量と同じだけ発電しなければ停電してしまいます。人間と同じです。血圧が下がると頭が真っ白になって気を失うのと同様、使っている量よりも発電量が少なければ電圧が下がって結局停電ということになります。また、電気は周波数も安定していないといけません。人間でいうと脈にあたるものですが、不整脈だとよくないように、周波数が安定している

ことが大切です。

再生可能エネルギーだけでやっていけるという人もいますが、太陽光発電や風力発電は、天気や風況に大きく影響を受けます。不安定な電源が大量に入ってきたら、あっという間に停電です。相当大きなバッテリーを送配電システムのいたるところに入れていかないと、電気はきちんとしたかたちで送ることはできないのです。電圧と周波数、両方ある程度の安定したベース電源がないとうまくないことを頭に入れておく必要があります。ベースの電源、これは今までは石炭だったり、原子力だったりするわけですが、その上に、天然ガスの調整用の電源があったり、コジェネレーションという熱電併給のシステムがあったりすることが大切です。

これからFCVは伸びてきます。バスやトラックはバッテリーを積んで走るわけにはいきません。バッテリーを積むため、運ぶためのトラックになって、物を運ぶためのトラックでなくなってしまうから。そう考えると、なるべくハイデューティの車はFCVになります。

極端な話、観光バスだったら、席の前にコーヒードリッパーですか、あれをつけておけば、排気ガスから出てくる水、これは純水ですからまずいのですが、それを少し入れて飲めば、完全にゼロエミッションになります。ゼロエミッション、プラス人間に液体までもらえるわけです。そういうことが冗談半分ではありますが、本当のことでもあるのです。そのぐらい燃料電池は非常にいいものだとは私は思っています。

水素発電のタービンも同じですが、「高ければ、しょうがないでしょ？」と言うので、一生懸命それを下げるためにどうしたらいいかと考えて、今回法律の中で移行債をうまく使っていこうと言っているのです。

移行債を使ってGXをやる。カーボンニュートラルのためにGXだと。GXをやるためには、省エネをやる。そしてCO₂を出さないような電気を積極的に使えるようにする。だから、再生可能エネルギーの電力が必要になるということです。

ただ先ほどの話のとおり、再生可能エネルギーは多すぎではいけません。九州では再生可能エネルギーの電力が多すぎて問題となっています。需要よりも多く発電したら絞りきれないですから。審議会のメンバーでも発電機を絞ってゼロまで持ってくるなどと言う人がいるのですが、そういう人達は工学を全然理解できていないのです。供給量が需要を大きく超える事態となった場合、どこかを絞らないと電圧が上がってしまいます。周波数もフラフラと安定しません。困ってしまってどうするかというと、いちばん調整しやすい天然ガスのコンバインドサイクル発電機などを絞っていき、需要に合わせるわけです。ところが、絞りきってゼロにできるかというと、現実にはそれはできないのです。もし、それから雲が出てきて陰ってしまったら、どうしますか。急に発電機を立ち上げて一気に出力を上げるわけにはいかないのです。それこそ燃料を捨てるみたいなものですし、いくらハイブリッドであろうがすぐには対応できないのです。絞れて5割です。10割から5割の間でしか調整ができないということを知らない。工学を知らないとんでもないことを言うのです。

私は、エネルギーの選択肢を狭めるなどと言っています。原子力も少し残しておく必要があると思います。もちろん、国民との対話を通して理解を得ることが前提ですが、原子力は経済性に優れています。

西日本は、関西電力が加圧水型の原子力をたくさん持っていますから、原子力を稼働させて電気料金を上げないで済みました。一方、東日本は沸騰水型で、福島と同タイプですからなかなかOKが出ません。原子力が動いていないので、電気料金は高い状況にあります。

原子力も安全性に優れているものをしっかりと動かせるようにすれば、日本にとって有用だと思います。原子力発電で電気分解して作った水素はパープル水素とっていますが、原子力は発電時にCO₂を排出せず、ゼロエミッションですから環境性にも優れています。

◆欧州の水素に関する戦略

欧州のフランスは原子力大国です。マクロン大統領は就任時、「2025年までに原子力を8割弱から5割まで減らして再生可能エネルギーに変えていく」と言っていたましたが、2年後には、「ちょっと早過ぎたから2035年だ」と変更しています。さらに1年半ぐらい前には「やはり原子力は気候変動問題にとって大変いいことだ」として、SMRという小さなタイプの原子力から、安全性が高い高温ガス炉などを増やし、夜間、発電量が需要よりも多くなったら、それで水素をつくってパイプラインで供給すると言っています。

この一連の流れを欧州がどのように取り組んできたかという、日本が最初に「水素基本戦略」を出して、その次の年ぐらいから1.5℃上昇、カーボンニュートラルが一般的になってきたら、まずドイツが動きました。国際的な流れの中で彼らの動きは早いです。「日本はできるな。だけどビジネスモデルでは巻き返してやろう」となったわけです。

「水素が高かったら売れないでしょ？」ということで水素を安くする方法を考えました。そこで固定価格買い取りです。Hint.coという仲買事業者をつかってアフリカを助けるのです。ア

リカの北のほうは風況もいいし、太陽光もいいわけですから。そこにODAの資金を投入する。欧州は人のお金を使うのは得意ですから、自分のお金は使わないです。SDGsのファンドなどでお金を集めてきて、大型の水力や風力、メガソーラー、水素のパイプラインなどをつくるのです。チュニジアから地中海の海底にイタリアまでパイプラインを引き、それを欧州大陸につなげていくのです。

欧州では「今、電気はたくさんあるから水素をくれ」と。アフリカの国々はその指令を受けて、グリーンで電力で水素をつくる。水素をつくるのに、水からつくっていくわけですから、電気はカーボンフリーだとなると、Gate-to-Gateできれいな水素が入ってくるわけです。

欧州委員会は、今度はパイプライン構想で、今使っていないパイプラインを全部水素に解放するとしています。そうすると、パイプラインでいろんなところに水素を送ることができるようになります。

2020年6月にドイツが「H2グローバル」という政策を打ったわけです。これが今の政策です(図22)。

エコノミックサーキュレーション、ここが大事なところ。今までは大量生産、大量消費、大

水素に対する各国の支援と規制制度例

- 欧米を中心として低炭素水素等の確保に向けたグローバルな投資競争が始まっている。欧州では「水素銀行」や「H2グローバル」など、米国では「インフレ削減法（IRA）」や「超党派インフラ法」により、兆円規模での水素関連支援がある。
- 欧州では、水素の再生水素比率を義務化する規制が導入されており、米国では州レベルで規制がある。

	主な支援制度例	155円/\$、194円/€、167円/£ 外国為替公示相場を元に換算(2024/5/9時点の相場)	主な規制制度例
	既存原燃料との価格差に着目した支援 翌年の施行後、年末～年明けにかけて審査	供給開始から15年間で総額3兆円	水素社会推進法において、一定規模以上の水素等供給事業者に対する勧告・命令
	IRA 国内水素製造・CCSへの税額控除 超党派インフラ法 水素ハブ7か所選定 等	総額160億ドル(約2.5兆円) 国内水素製造に対する最大3ドル/kg税額控除など。 5年間で95億ドル(約1兆4,725億円)	IRAのグリーン水素要件はパブコ踏まえ検討中 ・燃料供給事業者に炭素集約度を低下させる規制(カリフォルニア、オレゴン、ワシントン; Low Carbon Fuel Standard) ・2036年以降、中大型トラックはゼロエミッション車のみ販売(カリフォルニア)
	値差支援(CFD) 23年12月 第一次対象案件11件 選定 ※12/14～4/19 第二次募集 設備投資等支援 第一次案件選定。後続案件選定中	15年間で総額20億ポンド(約3,880億円)の値差支援及び ネットゼロ水素ファンドから固定費支援9千万ポンド(約175億円) 総額2.4億ポンド(約466億円)	UK-ETS(排出量取引。無償枠廃止可能性) ・将来的にガス事業者から水素賦課金徴収 ・英国版炭素国境調整メカニズム導入予定(2027年)
	水素銀行 ※グリーン水素生産への投資とその普及を目指す政策構想 (EU域内製造) 24年4月 初回7件選定 ※24年内に第二回入札予定。	EU域内の水素製造を10年間支援 ・初回入札に7.2億ユーロ(約1,202億円) ・第2回入札に22億ユーロを予定(約3,674億円) ※報道ベース	再生水素に使用される発電に追加性を要求 鉄等のEU-ETS(排出量取引)の無償枠を2026年～2034年に段階的廃止 ・産業分野で使用される水素の再生水素比率を義務化(2030年42%、2035年60%)
	H2Global ※グリーン水素の国外生産と輸入を推進するプロジェクト 初回入札中 グリーンアンモニア購入1件選定 気候保護契約(CCFd) ※工場の脱炭素化の取組に係る追加費用を補助する需要家支援制度 24年3月～7月初回入札	輸入水素等を10年間固定価格買取 ・初回入札(購入及び売却の差額補填)に9億ユーロ(約1,503億円) ・第2回入札に最大35億ユーロ(約5,845億円)の提供を予定。 初回入札に40億ユーロ(約6,680億円) ※水素利用以外の脱炭素化取組費用を含めた総額	・石炭火力遅くとも2038年までの段階的廃止 ・新設・大規模改修の火力発電は「水素レディ」化の義務づけを検討中

8

図22 水素に関する各国の支援

量廃棄で、安いものができて、たくさん売れて、がっばり稼いだが、これから発展途上国が同じことをやるとレアメタルなどはなくなりますから、マテリアルリサイクルをやる。マテリアルリサイクルをやるときに、お金の循環もできる。要するにエコノミックサーキュレーションができるということになります。

そういう世界に移っていかないと21世紀型の経済は破綻すると彼らは考えています。こういうのを考えるのはなかなか立派だと言えます。

アフリカに人のお金で再生エネルギーの発電設備などを建てて、その電気をつくったきれいなグリーンな水素を一定価格で買いとる。お金は欧州からアフリカに移る。そういう循環。ヨーロッパ大陸とアフリカ大陸を一体化したエコノミックサーキュレーションを行う。これが欧州の考え方、ドイツの考え方なのです。

するとすぐにフランスが、原子力で作った夜間の電力で、CO₂フリーの水素をつくって、そのパイプラインに流すと言っています。みんながパイプラインで水素を使えば、水素が比較的早く安くなるのではないかと。そうすると、はじめは日本の燃料電池が売れるかもしれないが、そのうち自分たちも燃料電池ができるからと考えているわけです。

◆水素の重要性和水素社会の広がり

日本はそこでやられてしまうのですが、それをやられないように、今回は水素供給の拠点、ハブをつくらうということになっています。規制改革がどんどんできる強烈な法律も成立しました。

例えば、港湾施設でのみなし規定が規制改革の一例です。こういうグリーンな電力で水素をつくって、水素を発電所に売って、「つくる」「はこぶ」「つかう」の一气通貫で持ってきて、ここにハブをつくり出すという計画書を書けば、細々とした届け出は不要としたのです。

中部エリアでは、石炭火力発電所がある碧南がアンモニアのハブになると思います。IHIとかJERA、中部電力があります。アンモニアと石炭

火力の微粉炭は燃焼速度が似ています。だから石炭火力にはアンモニア混焼です。

そして水素は天然ガスとの混焼です。燃焼速度は水素が速くメタンが遅いですが、メタンを先に入れてタービンを回し、下段のほうに入れた水素を燃やして二段階でタービンを回すのです。

ドライ方式ですから水も入れないので、タービンの先が高温になって溶けてしまうわけです。それを回避するために、チタン製でアブレーション冷却といって小さな穴を開けて、空気の薄い層をつくって、高温にならないようにしています。そうでないと1年間も回せません。そういう細かいことを全部クリアしたうえで商品になっているわけです。三菱重工や川崎重工では水素タービンを完成させています。水素エンジンはBMWが結構強かった所以他们もこれからやりだします。トヨタももちろん水素エンジンをやりだすでしょう。

全固体電池ができるとエネルギー密度が倍になりますから、車もだいぶ違ってくるかもしれませんが、実用化まではまだまだかかると思います。蓄電池のいいのができてきたら、普通の路面バスはバッテリーEVでいいでしょう。それぞれの停留所に充電所を設置して、巡回すればいい。観光バスとか、決まった停留所がないものは、FCVで水素を使うというかたちです。

これからは、水素さえ安ければ、FCVのほうが普及するのではないかと思います。規制改革が行われて、どんどん充填所が増えていけば水素の時代になります（図23）。

水素はマイナス253℃で圧縮して液化すると800分の1になりますから、非常にコンパクトになって運びやすくなっていいのです。ただ、極低温に近いのでどうやって断熱するかが課題です。現在、商用機ではないですが、川崎重工が世界初のマイナス253℃でも大丈夫なタンクを搭載した小型の液化水素運搬船を完成させています。

オーストラリアからは褐炭水素を運んできます。褐炭は水分や不純物を多く含み、重くかさばるわりに発熱量も低い石炭で、摩擦などで乾燥すると燃えやすく輸出できませんでした。その褐炭を燃

水素社会の広がり

- 水素は、カーボンニュートラルに向けて鍵となるエネルギー。**2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、世界の水素等※需要量も拡大の見込み。**※水素等：アンモニア、合成メタン、合成燃料を含む
- **代替技術が少なく転換が困難な、鉄鋼・化学等のhard to abateセクターや、モビリティ分野、サプライチェーン組成に資する発電等での活用が期待される。**

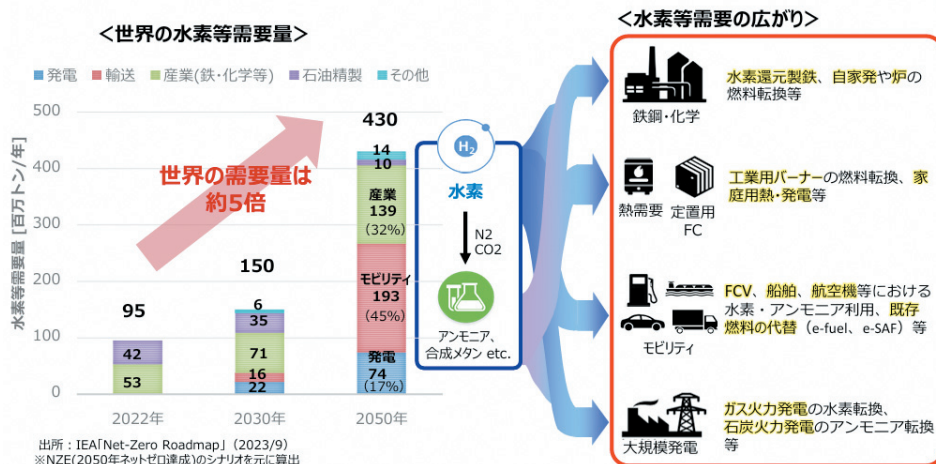


図23 水素社会の広がり

焼させてガス化することで水素を取り出すことができるようになったのです。水素を取り出す過程で生じるCO₂の回収が課題ですが、オーストラリアの石油掘削跡地、岩で囲まれていますから、そこに埋める計画です。1 kg 2円～3円でCO₂の貯留が可能です。日本では、出光興産などが苫小牧でCO₂の回収、貯留について実証実験を行っています。1 t 1万円と言っていますから1 kg 10円です。それを1円、2円ぐらいまで持ってこられればすごく安いと思います。

石炭から作った水素をクリーン水素とする場合には、CO₂をだいたい回収しなければいけませんので、なるべく安いところでつくって、しまい込むことが必要です。そして、取り出したクリーン水素を液化して運んで、CO₂と一緒にしてメタネーションでメタンに変換して利用するのです。

現在、パイプラインの中に入っているのはメタンですから、都市ガス事業者はそれを狙っているわけです。今までの化石燃料のメタンですと、CO₂フリーとするためにはお金を払ってオフセットが必要ですが、メタネーションできたメタンはその必要がありません。

このようにいろんな手があります。答えは1つではないので、水素という二次エネルギーの考え

方は非常に豊富になっていきます。

◆水素等拠点の整備

さて、ではそのハブをどこにつくるかという話です。私は、最初、川崎と碧南と思っていました。

今度の法律では、総額3兆円、年間約2,000億円の補助金を活用して、3つか4つのファーストムーバーをつくる計画です。高圧ガスの問題、港湾や道路の問題を軽減する規制改革が盛り込まれていますので、私は、それをうまく生かしてこの地域でもぜひ取り組んで欲しいと思っています(図24)。

今日の話をまとめながらもう一度お話しすると、1.5℃上昇に抑制するにはカーボンニュートラルが必要で、そのためにGXを進めるということ。GXを進める手法としてはまず省エネ。ここでの省エネは、CO₂を出しているエネルギーは減らして、出さないエネルギーを使えば省エネになるということ。省エネの定義が変わってきています。それから電化、これは車の電化でしょう。17%のCO₂排出を減らせます。そして3つ目は水素化。今、いちばん高いですが、それを安くするにはハブが必要だということです(図25)。

もう1つが、経済的なカーボンプライシングで

拠点整備支援制度

- 拠点整備支援は、大規模な利用ニーズの創出と効率的なサプライチェーン構築の実現に資する、**水素等の大規模な利用拡大につながり、様々な事業者に広く裨益する設備**に対して重点的に支援。
- 「**低炭素水素等を、荷揚げ後の受入基地から需要家が実際に利用する地点まで輸送するにあたって必要な設備であって、民間事業者が複数の利用事業者と共同して使用するもの（共用パイプライン、共用タンク等）**」に係る**整備費の一部を支援**。

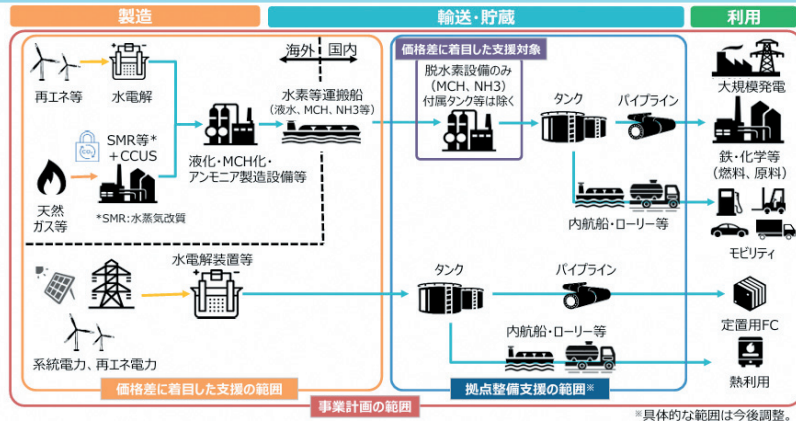


図24 拠点整備支援制度

カーボンニュートラルへの道筋（政策の方向性）

- **全部門を通じて、省エネの徹底。**
- 次に**電力の脱炭素化**。そのため、①**再生エネルギーは、最大限導入**、②**原子力は可能な限り依存度を低減しつつ安全最優先の再稼働**、③**水素、アンモニア、CCUS/カーボンリサイクルなど新たな選択肢を追求**。
- **産業・民生・運輸（非電力）部門では、電化推進**。熱需要には、**水素化やCO2回収で脱炭素化を目指す**。最終的に脱炭素化が困難な領域では、**DACCsやBECCSなど炭素除去技術による対応**も求められる。
- **カーボンニュートラルへの道筋は、技術革新・社会変化など不確実性の道。目指すべき「ビジョン」と捉える。**

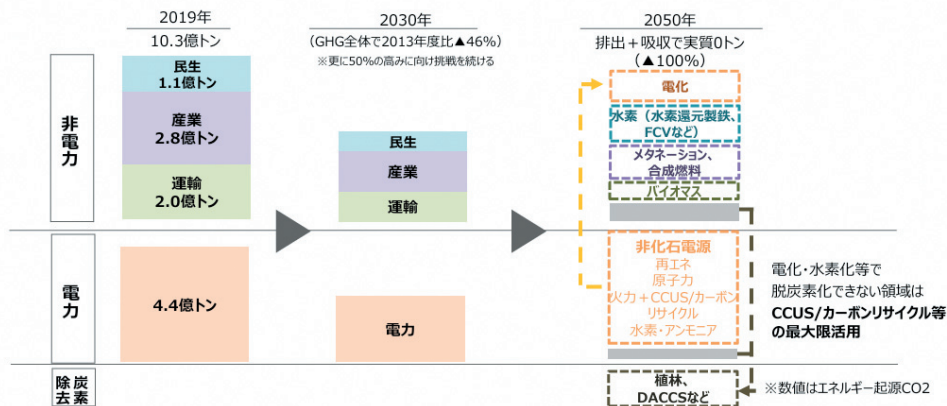


図25 カーボンニュートラルへの道筋

す。名古屋ではカーボンプライシングができるのではないかと考えています。ものづくり地域の名古屋で実践して、ほかの地域に「こうやってやるんだ」と教えてあげるのが大事ではないか。名古屋はその素質がいちばん優れていると私は思っています。

値差補填をやるわけですから、お金が続かなければいけません、お金をどこで続かせるかとい

うのがこれから1つの課題です。託送料か何かで載せてフィード・イン・タリフ（FIT）にしているのか、いろんな手があると思いますが、これがうまく回っていけば、国債をまた出していくこともあると思います。

フィード・イン・タリフで再生可能エネルギーがピークになるのが大体4兆円といわれています。2032年にピークになり、それから減っていくわけ

です。これを減らさずに4兆円を一定にして、この範囲内で何らかの有償排出枠みたいなオークションとして、例えば発電事業者に買わせるわけです。買わせるということは、排出枠を持っていますから、その枠内で化石燃料を使っても良いということです。それが大体どのぐらいかというと、2035年で1tあたり2,600円ぐらいです。1kg2円～3円というところでしょうか。結構高いですね。

ヨーロッパはもう練習しています。カーボンプライシングで枠を国がはめるわけです。国対国で、プレッジ・アンド・レビューでやるわけです。オークションみたいに余ってれば売り、足らなかったら買ってくるということになります。その値段はノルウェーでは1kg7円とかです。練習ですから、国外に逃げていくわけではありません。国内で練習するだけです。

これが国際的なサーキュレーションになってしまくと、どんどん国の富が発展途上国に移っていったりするわけです。そうなると景気はよくなりません。だから、ハブでまずは練習しておかないといけないのです。国内だけで回るわけですから値段は高めでいいのです。枠を緩めれば安くなりますが、きつくすれば高くなります。4円～5円ぐらいでやってみて、いいところは売れる、だめな

ところは買わなければいけない、こういうことを練習するのがハブです。それをまず碧南でやるのです。

もう一つの候補地である川崎は、ENEOSがトルエンとMCH（メチルシクロヘキサン）との変換で、ベンゼン核に水素をたくさんくっつけて、常温で搬送してくる計画でした。熱を加えないと水素は外せないですが、常温搬送というメリットがあります。先ほど話したとおり、液体水素はマイナス253℃での搬送ですからすごく低音を維持しなければなりません、この方式ならば常温搬送でいいのです。常温搬送で持ってきたものに熱を加えて水素を外して、その水素を近傍の発電所に売るというわけです。しかし、なかなかうまくいかないのが現状です。そんなにたくさんMCHが入ってこないのです。結局ENEOSは川崎から撤退し水島に行きました。ENEOSの水島製油所で、トルエンに変えるためにMCHをENEOSのリファイナリープロセスの中に入れて水素を追いつ出して、その水素をJFEスチールの発電所に供給することとしたのです。水素還元製鉄ですが、水素還元でやったとしても、高く買ってくれないとの課題はありますが、一応トライアルとして税金が入りますから、損はしないようになっているわ

国際水素サプライチェーン構築に向けた実証

- 液化水素については、①豪州において褐炭から水素を製造、②液化基地で液化水素にし、③日本（神戸）の荷役基地まで輸送する、**世界初の液化水素による水素の大規模海上輸送に成功（2022年2月）**。
- また、メチルシクロヘキサン（MCH）についても、①ブルネイにおいて天然ガスから水素を製造、②水素化プラントでMCHに変換し、③日本（川崎）の脱水素プラントで水素に変換する、**世界初の国際輸送実証を完了（2020年12月）**。
- いずれのキャリアも、2030年までに**商用大規模サプライチェーン**を構築すべく、船舶や貯蔵タンクの大形化（液化水素）※1、製油所の既存設備等を活用した脱水素技術開発（MCH）※2を進めている。 ※1 実施主体：日本水素エネルギー、ENEOS、岩谷産業 ※2 実施主体：ENEOS

日豪サプライチェーン完遂記念式典



2022年4月9日 官邸 H P よ



液化水素運搬船「すいそ ふわーだー」

MCH（メチルシクロヘキサン）の脱水素化

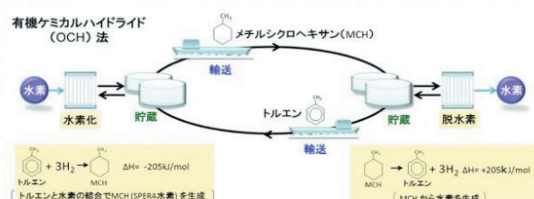


図26 国際水素サプライチェーンの構築

けです。それで日本が積極的に水素社会をつくっていくのです（図26）。

発展途上国では当面化石燃料による発電が続きます。中国は今でも70%が石炭です。全世界で排出しているCO₂は370億tぐらいで、中国が全体の32%、約3分の1を排出しています。日本は大体その10分の1の3.2%です。日本はそういう国々に対して、石炭をうまく使うためにアンモニアを入れるとか、CCSでしまっていくとか、技術面での支援をしていかなければならないと思います。

例えば、鹿島建設がやったSUICOM（スイコム）。おもしろい名前です。CO₂-SUICOM^(※8)。コンクリートの中にCO₂を「吸い込む」。セメントの中に入れると、硬いコンクリートができるらしいですが、鉄骨が入っていると、さびてしまいますので、そこをどうするかは問題ですが、そうやって非常に硬いセメントに使っていくものもあります。固定化されますからカーボンケミカルです。例えば車の延長の中で、CO₂を扱っている化学会社、CDRA（シードラ）とかいろいろありますので、カーボンケミカルなどCO₂を中に固定化できるような産業、新しい産業をうまくハブの中に取り込んで試していくことも必要です。

◆中部エリア、碧南の役割とハブ化への期待

碧南の石炭火力発電所ではアンモニアを入れて混焼しています。アンモニアはNH₃ですから水素がないとできませんが、グリーンアンモニアを使わない限りこの法律の範囲になりませんから、できる限りCO₂フリーの水素が必要です。碧南ではIHIがアンモニアを持っていますが、このアンモニアはグリーン水素を使っているの、この法律の中でハブとして読めるということになります。

川崎はやはり日本の玄関というメンツがありますから、ものづくりの中部と日本の玄関が2つできるわけです。先ほど話したとおり、ENEOSは水島へいくので、水島にも1個できるでしょう。

川崎について、今度はどこがやるかというと、川崎重工の液化水素運搬船が入ってきて、扇島のところに液化水素を下ろして、パイプラインで周辺に水素を供給することになります。ただ、マイナス253℃の冷温の水素を圧縮して押し出すポンプがなかなかできないそうです。極低温でポンプを回して押し出していったものを扇町にあるJR東日本とレゾナックの2つの発電所のために使っていく計画です。

そのときに熱まで使うとなると、大型の水素タービンで回して発電すれば、CO₂なしで水蒸気が出てきます。NO_xも出てきますが、NO_xは取ってCO₂フリーの熱源として廃棄蒸気が使えることになります。世界の中でもやはり熱はすごく多く使っていますから、熱のゼロエミッション化もあわせて考えていくことが非常に重要ではないかと考えているわけです。

それをやるのはやはりこの中部エリアでは、碧南の発電所だと思います。メタネーションのメタンも入れるかもしれません。アンモニアを入れる場合もあるかもしれない。水素のパイプラインをつくって、それを民間の熱として使えるかたちに持ってくるような1つのハブを目指して欲しい。そうすると、今後の港湾の在り方も分かってきますし、いろんな意味でこの法律をうまく使い切れるのではないかと思います。

このように、中部は既存の碧南火力発電所を生かして、今申し上げたようなさまざまな可能性をハブとして試すことで、世界にも羽ばたいていくのではないかとというのが私の今日の最後のメッセージです。

◆質疑応答

質問者A：内閣府で座長を務められる柏木先生のお話を直接うかがえる機会ということで、今日のフォーラムはとてありがたく有意義に聞かせていただきました。先生の話聞いて、日本の生産拠点として生産のハブを持っている中部エリアが、

(※8) https://www.kajima.co.jp/tech/c_sus_con/technology01/index.html

それに付随して、エネルギーでもハブになるべきだと改めて理解できました。本当にありがとうございました。

柏木：そう言われるとはうれしい話です。話した甲斐がありました。ありがとうございました。

質問者B：先生目から見まして、水素のインフラが整うのはいつごろになると思われるでしょうか。

柏木：年代でいけば答えは2030年代です。2030年をわれわれは元年として、一応1%の水素を入れることを想定しています。一次エネルギー消費の石油、石炭、天然ガス、原子力、風力などに、二次エネルギーの水素が増えた状態に持っていきたいと考えています。

そのためには、できれば中部経済連合会でコンソーシアムを組んで、ディストリビューションするプロが入ってなければだめだと思います。売る方がいて買う方がいても、相対でやっていてはなかなかうまくいかないと思います。

ガス会社がいったり、電力会社がいるように、エネルギーセンターがあって、そこにブレンドして、水素もあるし、アンモニアもあるし、もちろん電気もあるし、メタネーションのメタンもあるしと、工業界の中で関連のある方々が出資をしてエネルギーセンター構想をつくって、安いエネルギーを輸入してきて、地産地消のやつは「うちが買ってあげる」と。そんな形をつくっていかねばなりません。

そういうことをやらないと、なかなか本格的に始まらないので、これが中部経済連合会の責務だと思うのです。1社ずつ相対でやったとき、うまくいかなかったら、本当に悲惨になりますが、それが連合体になっていれば、「うちがバックアップするわ」とか、ソリューションが多くなってくると思います。

2030年までにそういうエネルギーセンターができる話し合いが連合会の中にできるか否か。それがすごく大きな推進になるか、ならないかの分かれ道ではないでしょうか。お金は入ってくるのですから。

2030年までにまだ4、5年あります。国政レベルでの話も踏まえてつくっていくのが非常に重要なことです。政治レベル、民間レベル、それから自治体も入って、エコノミックサーキュレーションがうまくいくような形でやっていくことが非常に重要ではないかと私は思います。

質問者B：ありがとうございます。私自身も少しでも役に立てるように取り組んでいきたいと思います。