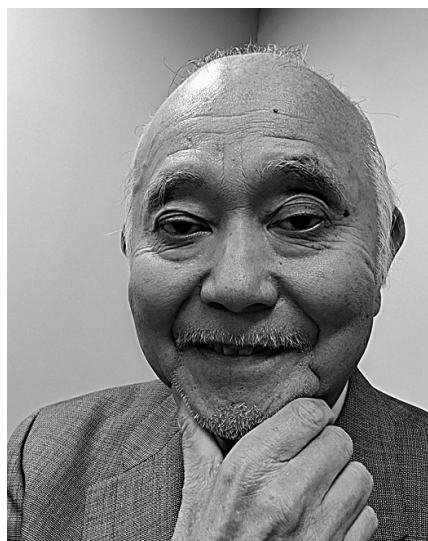


# 序章 巻頭言

## 技術で勝って、ビジネスでも勝つ 水素ビジネスモデルの構築を



東京工業大学名誉教授

**柏木 孝夫** (かしわぎ たかお)

1946年生まれ、東京都出身。70年東京工業大学工学部生産機械工学科卒業、その後同大学大学院を経て、79年博士号取得。80年米国商務省 NBS 招聘研究員、東京工業大学工学部助教授、東京農工大学教授、同大学評議員、図書部長などを経て、2007年より東京工業大学総合研究院教授（現・科学技術創成研究院）、09年先進エネルギー国際研究センター長、12年特命教授、23年より現職。また、11年より（一財）コージェネレーション・エネルギー高度利用センター理事長、水素・燃料電池戦略協議会議長、内閣府エネルギー・環境イノベーション戦略会議議長など、長年国のエネルギー政策に深く関わっている。

## 地域単位で、ローカルな自律性と グローバルなネットワークの構築を バランス良く進めていく



早稲田大学教授

**森本 英香** (もりもと ひでか)

1957年生まれ、大阪府出身。東京大学法学部卒業後81年環境庁に入り、2001年環境省環境管理局大気生活環境室長、02年環境大臣秘書官、03年米国 East West Center 客員研究員、内閣官房内閣参事官、05年環境省大臣官房廃棄物・リサイクル部企画課長、06年総合環境政策局環境保健部企画課長、08年大臣官房総務課長、09年秘書課長、10年大臣官房審議官、10年9月国際連合大学（日本国）、11年環境省大臣官房審議官、同年内閣官房内閣審議官・原子力安全規制組織改革準備室長、12年原子力規制庁次長、14年環境省大臣官房長、17年環境事務次官、20年より現職。

——「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）が2024年2月13日閣議決定され、第213回通常国会に提出されました。柏木名誉教授は、この法案をどのように評価されていますか。

柏木 非常に前向きなものだと高く評価できると思います。これからカーボンニュートラル時代を見据えると、「水素」「アンモニア」「合成メタン」「合成燃料」などが、さまざまな産業で使用される基盤材になるのは間違いなく、「水素活用推進法」が水素社会を構築していく上での後押しになるでしょう。

水素に関しては、17年に世界初の「水素基本戦略」を宣言した当時、わが国は、間違いなく世界の先頭グループを走っていました。既にその時点で、パナソニックが家庭用燃料電池「エネファーム」（09年）、トヨタがFCV（燃料電池自動車）「MIRAI」（14年）など、目に見えるかたちで商用化されていたからです。

——当時、ドイツの自動車メーカーが「MIRAI」の価格（723万円6千円）を聞いて「ゼロが一つ足りないのではないか。7000万円でない市場には出せないよ」と驚いたという有名なエピソードありますね。

柏木 当時、海外勢は、「技術では日本では勝てない」とはっきりと認めていたのです。恐らく現時点においてもその認識は変わらないでしょう。

「エネファーム」は既に46万台以上が普及し、22年には、川崎重工業によって液化水素の貯蔵・輸送技術が確立しました。水の電気分解による水素製造技術においても日本は高い技術力を誇っています。



2014年にトヨタ自動車が発売したFCV「MIRAI」

（出典：トヨタ自動車）

しかし、海外勢は、単体の技術で日本に敗れることはあっても、最終的に「ビジネスで勝つ」という戦略を描いていることは間違いありません。

——詳しく教えてください。

——森本先生には、2050年にカーボンニュートラルを実現するために、生活者の視点と言いますか、ミクロの視点でどのような意義があるのか、分かりやすく説明いただきたいのですが。

**森本** カーボンニュートラルを進めるためには、一つは産業面、「供給面」での脱炭素が必須です。21年5月に「脱炭素成長型経済構造への円滑な移行の推進に関する法律」(GX法)を公布し、それに基づいて官民投資を進め産業構造を変えようとしています。もう一つ重要な視点は「需要面」、ライフスタイル・地域の脱炭素化です。供給面と需要面をバランス良く進めなければ、社会経済の改革はできないので、非常に重要なテーマと言えるでしょう。

また、気候変動問題は地球規模の問題です。日本がカーボンニュートラルに向かうだけでは不足、途上国も含めた世界中が取り組まねばなりません。カーボンニュートラルを考えるときには、国際的な視点、特にパートナーにもなり市場ともなる国々のことも視野に入れて取り組むことが大切だと思います。

——詳しく教えてください。

**森本** 化石燃料への依存度が大きく、また、大量生産・消費・廃棄の経済構造にあるのは日本だけではありません。日本が社会経済構造を変革して、他国のモデルになる脱炭素への道を示すことが重要な鍵になると見ています。つまり、先述した供給面のみならず需要、生活、地域面の脱炭素化を先行的に実現できれば、他国への横展開が可能です。脱炭素のノウハウや技術、システムの蓄積を世界に普及することで日本の成長戦略に寄与することができるはずです。

### 生活需要面の脱炭素化をどのように進めていくか

——では、どのように生活・需要面での脱炭素化を進めていけばよいのでしょうか。

**森本** まず、地域、面的な広がりで行き組むという視点が大切でしょう。地域の社会課題の解決を目指すと同時にエネルギーと資源の利用を最小化

## 経済産業省資源エネルギー庁

# 「水素社会推進法」を読み解く

——「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」（水素社会推進法案）が2024年2月13日閣議決定され、第213回通常国会に提出されました。

井上 同法案は、①国・自治体・事業者が一体となって利活用を進めていく「低炭素水素等」の定義、国としての「基本方針」の策定などを明記し、②需給両面での「新たな計画認定制度」の創設、計画認定を受けた事業者に対する財政支援や規制の特例措置、③供給事業者が取り組むべき判断基準の策定—などで構成されています。政府としては、50年カーボンニュートラル実現に向けて、今後、脱炭素化が難しい分野においてもGX（Green Transformation）を推進して、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ためのカギとして、水素を位置付けたということです。そのために、国が前面に立って、低炭素な水素等の供給・利用を早期に促進していくというのが、この法律案の骨子になっています。

——やはり、これからカーボンニュートラル時代を迎えて、ポイントになるのは水素なのでしょうか。

井上 それは間違いありません。水素は、IAEA などにおいても、これから多様な用途で使われる基盤材として位置付けられています。特に、代替技術が少なくて転換が困難な、Hard to Abate と言われている鉄鋼・化学などの産業分野やモビリティといった分野で脱炭素を進めていくためには、水素を有効活用する必要があります。現在、既に神戸市などで発電にも活用されていますが、現在よりも水素のコストを価格競争力のあるもの



# 座談会

わが国が水素社会を  
構築していくために  
～川崎市の事例をもとに考察する



ENEOS ホールディングス株式会社  
代表取締役社長  
宮田 知秀

内閣府副大臣  
(自民党水素社会  
推進議員連盟事務局長)  
工藤 彰三

川崎市長  
福田 紀彦

東京工業大学  
名誉教授  
柏木 孝夫



川崎市長  
**福田 紀彦** (ふくだ のりひこ)

1972年生まれ、神奈川県出身。95年米国・フアーマン大学政治学部卒業後、衆議院議員秘書を経て、2003年神奈川県議会議員。09年神奈川県知事秘書、10年早稲田大学マニフェスト研究所客員研究員を経て13年11月より現職。現在、3期目。

**柏木** 今回は、書籍「2050カーボンニュートラル実現を目指して」において、事例研究として川崎市を取り上げ、議論を展開したいと企画しました。日本で、水素社会を早く創り上げていく、オールジャパンで水素のアイランドを創っていくことが国の最終的な目標とすれば、そのためには拠点となるハブを創り上げていく必要があるでしょう。そのハブが大きくなっていくと、国全体として裾野が広が

っていきます。そのハブの代表例として注目されているのが関西では神戸市で、2023年にセミナーを開催し、そのときのレポートを第3章でまとめています。そして、関東でハブの役割として大いに期待されるのが川崎市になります。そこで、福田紀彦市長をはじめ、内閣府工藤彰三副大臣、ENEOSホールディングス株式会社宮田知秀代表取締役社長に参加していただき、「わが国が水素社会を構築していくために～川崎市の事例をもとに考察する」というテーマで議論を掘り下げたいと思っています。まずは、福田市長から川崎市が水素に取り組んでこられてきた経緯についてご説明ください。

**福田** 川崎市が次世代のエネルギーとして、水素に着目したのは13年にENEOSはじめ、官民連携で川崎臨海部の水素ネットワーク協議会を設立し「今後の水素社会の在り方」について検討したのが起点になっています。15年には、「川崎水素戦略」を発表し、市民目線で「どうやって水素を活用していくべきか、具体的な活用の仕方を共有してもらおう」狙いで、例えばJR東日本が燃料電池鉄道車両「HYBARI」（ひばり）を市内のJR南武線を使って走行したり、東芝が水素BCPモデル「H2One」を同線溝ノ口駅に設置して、電力とお湯をつくって、冬場にはベンチを温める実証

## 神戸市

# 水素サプライチェーンを構築し、 全国に率先して水素社会の実現を

——貴市では、「水素スマートシティ神戸構想」を掲げておられますが、同構想の概要について教えてください。

久元 私が市長に就任した翌年の2014年3月に、政府の経協インフラ戦略会議に招かれ、水素サプライチェーン構築の話を行いました。まさに、川崎重工業がオーストラリアの褐炭（かつたん）を現地で水素エネルギーに変換し、これを新しく建造する水素運搬船で神戸に荷揚げをして、これを全国に供給するという構想です。このときは、全くの構想段階だったわけですが、これがいよいよ実装段階に入ってきました。

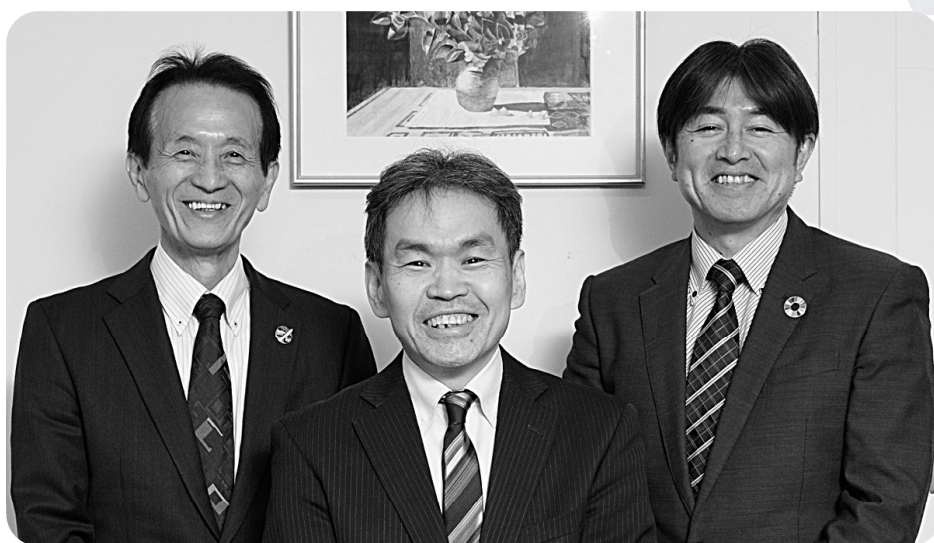
そこで、水素サプライチェーン構築し、全国に水素を供給し、本市が率先して水素を使っていくという「水素スマートシティ神戸構想」を掲げました。水素エネルギーに関する関連産業を神戸に集積させ、市民生活にも水素エネルギーの利用を普及させていくという狙いがあります。

——18年には、貴市は川崎重工業、大林組、関西電力とともに水素発電事業を行い、ポートアイランド地区に電力供給を行っていますね。地域電源として、水素発電を利用する世界初の事業でした。

久元 その通りです。CO<sub>2</sub>を大きく削減できる効果があり、当時メディアでも大きく取り上げられました。川崎重工業がエネルギー源として、水素に着目したのは07年ごろと聞いていますので、長年にわたる同社の技術開発の蓄積が起点となって、「水素スマートシティ神戸構想」にまで発展してきたということは言えるでしょう。ただ現在は、水素エネルギーに対しては、同社のみならず、神戸製鋼などのものづくり企業をはじめ、中小企

# 座談会

「エネルギーの地産地消による  
地域内経済循環」で実現させる、  
環境にやさしい地域づくり



鹿児島県肝付町  
町長  
永野 和行

経済産業省  
資源エネルギー庁  
次長  
松山 泰浩

おおすみ半島スマート  
エネルギー株式会社  
代表取締役  
村上 博紀



## カーボンニュートラル実現に向けて

——温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする“カーボンニュートラル”。2020年10月、当時の菅総理は所信表明演説において50年までにカーボンニュートラルを目指すとして、現在、その実現に向けて国を挙げた取り組みが進められています。

今回の座談会では、その具体的な政策について経済産業省資源エネルギー庁の松山泰浩次長に触れていただきながら、地方自治体の施策について鹿児島県肝付町の永野和行町長に、また自治体と連携した民間企業の取り組みをおおすみ半島スマートエネルギー株式会社の村上博紀社長にお話を伺わせていただきます。

ではまず、資源エネルギー庁の松山次長よりカーボンニュートラル実現に向けた政策、そして現状についてお話しいただけますでしょうか。

**松山** 50年カーボンニュートラルの実現は、政府全体の方針として、その取り組みが進められています。これは地球温暖化という地球規模の課題、気候変動や温暖化への対策といった地球を守るための取り組みであり、石油や石炭、天然ガスなどを海外からの輸入に頼っている資源の乏しいわが国において、いかにエネルギーを持続可能、かつ安定供給させるかといった問題に直結するテーマとも言えます。

近年、カーボンニュートラルとともに「GX」（グリーントランスフォーメーション）といった言葉をよく耳にします。これは温暖化対策で地球を守らなければいけない、あるいは化石燃料を使用せず、わが国の環境、経済・産業を守らなければいけないといったことに加え、それに対する新しい投資、そのためのイノベーションを生んでいくことを指しています。このイノベーションを生む新しい産業、次の時代を作り出す産業を応援していくことでカーボンニュートラル時代を勝ち抜けるようなリーディングカンパニーやリーディング技術が生まれていくと考えています。

現在、地球環境問題、エネルギーの安定供給に対する不安が大きな問題になっていますが、この危機的状況をチャンスに変え、次の時代を作り出

# 第3章

## 神戸セミナー

### 実践レポート／水素セミナー

# 水素社会実現に向けて、 水素ハブの構築を



2023年6月13日、神戸市と株式会社時評社は、水素セミナー「水素社会実現に向けて、水素ハブの構築を」を神戸市産業振興センター・ハーバーホール（神戸市中央区東川崎町1-8-4）で開催した。

23年6月、政府は「水素基本戦略」を改定したが、同戦略のポイントや今後の展望などが西村康稔経済産業大臣はじめさまざまな立場の講師から分かりやすく解説されたほか、「水素スマートシティ神戸構想」を掲げる久元喜造神戸市長が水素ハブ実現に向けての同市の取り組みを説明。また、民間からは金花芳則川崎重工業取締役会長や大林組安藤賢一常務執行役員らが登壇し、同市で進められている具体的な実証事業が紹介された。さらに政界からは工藤彰三衆議院議員（自民党水素社会推進議員連盟事務局長）も駆け付け熱いメッセージを寄せた。

「水素基本戦略」改定直後のタイミングや、水素ハブ実現に向けての先進的な事例が報告されるとあって、会場には多くの聴講者が集まったほか、web配信にも全国から多数の聴講者が参加し、熱心に聞き入っていた。

（なお、講演内容や講師の役職についてはセミナー開催時のものになります）

## 一般財団法人 カーボンフロンティア機構

# カーボンニュートラル実現の 有効エネルギー源として、 石炭の価値を追求していく

——現在の石炭を巡る国際情勢について教えてください。

**塚本** IEA（国際エネルギー機関）2023年7月版の石炭市場に関するレポートによると、2022年の世界の石炭消費量は、前年比3.3%増の83億トンで、新記録を更新したと報告されています。この増加には、好調なインドを含むアジア諸国全般において経済が好調で、エネルギー需要が進んだことや、ロシアのウクライナ侵攻にともなう天然ガスの高騰により、石炭への転換が行われたことが要因とされています。各国の旺盛な石炭需要は、しばらくは続くという見方が大勢です。

——国際的に石炭に対する需要は相当大きいのですね。では、直近の日本の石炭需要は、どれくらいになるのでしょうか。

**塚本** わが国の2021年の石炭輸入量は、一般炭・原料炭併せて約1億6千万トンというところでほぼ安定しています。つまり、現在でも一次エネルギーの4分の1ぐらいのシェアを占めています。

——石炭の特長について教えてください。

**塚本** 何と言っても、石炭は価格が安いということが挙げられます。しかも石炭は世界中に広く分布していますので、石油のように中東依存度は、ほとんどなくて調達もしやすい。わが国には、資源がほとんどありませんので、資源戦略上、石炭が果たしてきた役割は非常に大きいと言えるでしょう。

——なるほど。

**塚本** 歴史的に見ても、わが国のエネルギー政策は、エネルギーミックス

## 鹿島建設株式会社

# 2050年カーボンニュートラルに向けた鹿島の取り組み

秋田県の佐竹敬久知事は、2022年12月に同県能代港、23年1月に同県秋田港でわが国初の大規模洋上風力による発電施設完成と商業運転を迎え、「日本の再生可能エネルギーの将来に大きな可能性をもたらすとともに本県の経済構造の構造転換にも寄与すると確信しています。本県としては、腹を据えて前に進めていきたい」と高らかに宣言した。

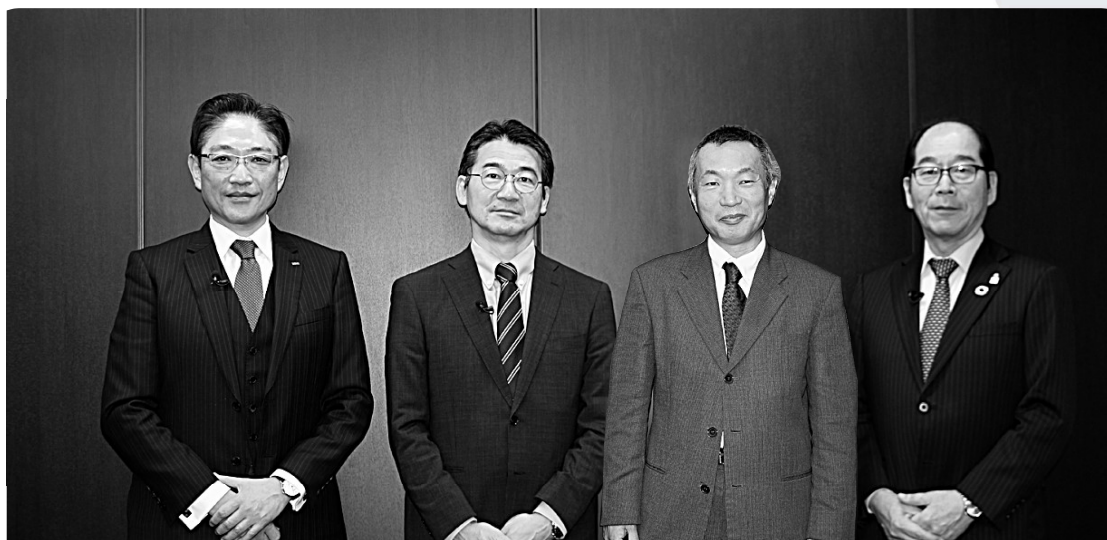
この大規模洋上風力の設計、施工を担ったのが、鹿島建設株式会社（以下、鹿島と表記）だ。同社常務執行役員内田道也環境本部長は「12年度から再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）が施行されたことに伴い、わが国でも洋上風力案件の検討が加速しました。秋田県は14年に再生可能エネルギー導入に向けた協議会を設置し、秋田港および能代港の港湾区域に、洋上風力発電設備を建設・運営する事業者公募を本格化させたのです」と振り返る。

15年に事業者が選定され、鹿島は認証設計段階から優先交渉権を得て、同プロジェクトに参画した。洋上風力の建設にあたって、風車基礎部材を欧州で製作し、秋田港内の仮設ヤードまで海上輸送した。基礎設置工は、欧州の専門業者と契約し、SEP船（Self Elevating Platform = 自己昇降式作業台船）をシンガポールから回航させて工事を行った。SEP船を使用した理由として、内田氏は「洋上風力の建設では、非常に高い施工精度が要求されますが、SEP船を用いることで施工期間中の高波や強風など、海洋の厳しい条件に耐えうる強固で安定した作業構台を海面上に設けることができ、基礎や高さ150mにもおよぶ風車部材を安全かつ高精度に設置



# 座談会

## 「住宅からカーボンニュートラル を考える」



株式会社 LIXIL  
執行役専務  
吉田 聡

早稲田大学教授  
森本 英香

国土交通省住宅局長  
石坂 聡

積水ハウス株式会社  
常務執行役員  
上木 宏平



国土交通省住宅局長

**石坂 聡** (いしざか さとし)

1967年生まれ、東京都出身。東京大学工学部都市工学科卒業後、89年建設省入省。兵庫県庁、都市局、道路局、与野市役所（現・さいたま市）、厚生労働省などを経て、2002年から国土交通省。17年住宅局安全居住推進課長、18年住宅総合整備課長、19年市街地建築課長、20年住宅生産課長、21年大臣官房審議官（住宅）、23年7月より現職。

**森本** 2020年に菅前総理がカーボンニュートラル宣言をして以降、各業界ともにカーボンニュートラルに向けて取り組んでいただけていますが、25年度からの省エネ基準適合全面義務化やホールライフカーボン（Whole Life Carbon）に関する議論の急速な進展など、生活者の視点での制度化あるいは技術の進展という面で、非常に目覚ましいのが住宅、建築物の分野だと思っています。そこで、国土交通省住宅局長・石坂 聡

氏、積水ハウス株式会社常務執行役員・上木 宏平氏、株式会社 LIXIL 執行役専務・吉田 聡氏をお迎えして、「住宅からカーボンニュートラルを考える」というテーマで座談会を企画しました。最初に50年のカーボンニュートラルに向けて、国土交通省でどんなことが進められているかについて教えていただけますか。

**石坂** 50年カーボンニュートラル実現というわが国全体の目標に対しまして、住宅・建築物分野においては、50年にストック平均で ZEH（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウスの略／ゼッチと呼称）・ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビルの略／ゼブと呼称）水準を確保していく方針です。そのために、30年以降の新築物件について、ZEH・ZEB 水準を確保するというのが目標として掲げられています。ちなみに ZEH とは、年間の一次エネルギー消費の収支を、高効率・高断熱の省エネ技術と太陽光発電などの創エネ技術によってゼロにすることを目指した建物で、住宅を対象にしています。一方、ZEB は、大型のビルや工場、学校などの非住宅建築物を対象にしています。