

# 水素ステーションと水素インフラ整備に関わる 現状と展望

## Current status and prospects related to Hydrogen Refueling Station and hydrogen infrastructure development

三浦真一\*

### 1. はじめに

2020年という節目の年ではあるが水素エネルギーサプライチェーンの現状を語るにあたっては、コロナ禍の影響について触れないわけにはいかない。コロナ禍によって2020年は世界的にGDPもエネルギー需要も大きく低下した。経済活動再開により少しずつ回復の兆しはあるもののエネルギー消費を含め社会は様々に変容するといわれている。注目すべきはこのコロナ禍の期間に、EU・ドイツ・フランスなどが次々と水素戦略<sup>(1-3)</sup>を発表しIEAもEnergy Technology Perspective 2020<sup>(4)</sup>を発表した。これらレポートではいずれもコロナ禍による経済の失速からの回復を目指すためにも水素を含めたエネルギー転換をさらに強く推し進める必要があると述べている。このような状況に陥る以前に経済産業省が、2018年2019年と日本主導で水素閣僚会議を開催しG20関係閣僚会合などでも水素の重要性について国際的なコンセンサスをとってきた成果といえるだろう。CO<sub>2</sub>削減に向けて、化石燃料を再エネ・水素へと（一部原子力発電も残さざるを得ないとされている場合もある）転換していく必要があるとされるようになってきた。

2014年6月、経済産業省ははじめて『水素・燃料電池戦略ロードマップ』（初版）<sup>(5)</sup>を策定した。2009年に市場投入された定置用燃料電池の普及はこの時点で7.6万台を超えていたが、2014年の12月にトヨタ自動車は燃料電池電気自動車（以下FCEV）「MIRAI」の市販を開始し、このロードマップでは「水素社会実現に向けて水素の利活用を抜本的に拡大することで、大幅な省エネ、エネルギーセキュリティの向上、環境負荷低減に大きく貢献できる可能性がある」と記載されている。FCEVと水素ステーション（Hydrogen Refueling Station 以下

HRS）のみでなく水素発電の本格導入やCO<sub>2</sub>フリー水素供給システムの確立など、水素社会実現に向けた多くの示唆を与えた。さらに2017年12月には水素基本戦略<sup>(6)</sup>も策定・公開され、「上記（HRS及びFCEVの普及数＝後述）の目標達成に向けては、水素供給コストの低減（ガソリン等と同等のコスト競争力を実現）はもとより、FCVの量産化や低価格化、安定収益の裏付けのあるステーション整備と整備・運営コストの低減を通じた自立的な水素販売ビジネスの展開が必須である」と記載されている。一方戦略ロードマップは2016年3月<sup>(7)</sup>、2019年3月<sup>(8)</sup>と2回改訂されて現在に至っており、水素を再エネと並ぶ新たなエネルギー選択肢として提示し世界最先端を行く日本の水素技術でCO<sub>2</sub>削減をけん引し、目標としてガソリンと同程度のコストを実現するとしている。

日本が主導したFCEVの普及とHRSの整備は、米国・欧州そして中国などでも進みはじめており、それぞれの地域で水素エネルギーサプライチェーンの重要なアプリケーションとして取り組みが進んでいる。しかし化石燃料を中心とした既存のエネルギーシステムを転換することは一朝一夕でなるものではなく、それぞれの地域で特長ある取り組みとなっている。海外の取り組みで参考にすべきものも多くあるように思う。

筆者は水素ステーション建設に係る業界団体であるFCCJ（燃料電池実用化推進協議会）の設備メーカー側分科会であるエンジニアリング分科会のリーダーとして、水素ST整備コストの分析と低価格化のための課題整理を行ってきた。本稿では、水素サプライチェーン構築における水素需要創出のさきがけであるHRSの整備に関して、日本における現状

\* 神戸製鋼所

をまとめたうえで海外の最新の状況も紹介し、再エネとの連携の重要性を含めた課題と展望について述べてみたい。なお、FCEVの普及とHRSの整備は日々進み変化していくものであるため、海外データの出典なども極力紹介してアップデートできるように配慮し、今後の水素サプライチェーン構築にむけた議論を多くの方々と共有できるようにしたい。

## 2. 水素ステーション整備と自立化に向けた課題

「MIRAI」発売の直後である2015年4月時点でのMIRAIの車両登録台数は157台、HRSの開業数は40箇所であった。

戦略ロードマップ(2016年3月改訂版)には「2016年度内に四大都市圏を中心に100箇所程度のHRSを確保した上で、2015年度末時点のHRS箇所数(筆者補足:2016年3月末76箇所)を2020年度までに倍増(160箇所程度)、2025年度までにさらに倍増(320箇所程度)させるとともに、2020年代後半までにHRS事業の自立化を目指す」と記載されている。2016年度内(2017年3月末)でのHRSの開業数は88箇所と若干不足したが、2020年7月末現在時点でHRS開業数は131箇所、2021年3月には157箇所の予定で2020年度末のHRS整備目標数160箇所をほぼ達成することになる<sup>9)</sup>。2025年までの整備数の達成のためには平均32箇所/年程度の建設が計画され、この計画達成のために日本政策投資銀行などによる日本水素ステーションネットワーク合同会社(JHyM)が設立されており、投資資金などを活用して計画的にHRS整備自体は進められていくものと思われる。

戦略ロードマップではFCEVについて「2020年までに4万台程度、2025年までに20万台程度、2030年までに80万台程度の普及」が目標とされたが、車両登録台数でみると2020年7月末現在で3,775台と131箇所(前述)に対して28.8台/ST程度の普及数である。HRSとしては1日平均およそ5台程度の来店という充填需要である。一般消費者にFCEVを購入してもらうためにはHRSの増設を通じたFCEVの利便性向上が不可欠とされており、技術開発を通じたFCEVの低コスト化のための取り組みにより2020年度中に次期量産車(年産の予定数3万台)がコストダウンされて発売されることでFCEVが大幅に増え普及していくことが期待されている。

戦略ロードマップ及び水素基本戦略によると

HRSの整備に向けて建設費を抑えていく必要があるとされている。図1に2013年度(整備初年)から2015年度までの代表的なHRS整備価格と2020年の整備価格予想についてFCCJエンジニアリング分科会で解析したデータを示す。

当初は4.6億円といわれていたHRS整備費(整備費補助対象部分のみ)であるが、数年の試行錯誤を経て2015年には3.6億円程度まで漸減してきた。このデータを作成した2018年頃は、2020年には少なくとも3億円までは下がっていくだろうと考えていたが、残念ながらマーケット自体が足踏みをしてしまったこともあり価格低減は進んでいないのが実態で、最新の分析によれば3.3億円程度にとどまっている。その理由は充填圧力が82MPaもあり、かつ充填時に-40℃を要求するという超高压充填設備への要求仕様の高さと、極端な市場の小ささおよび市場の不安定さにある。HRSほどの超高压を要求する市場は従来他になく、求められる圧力技術レベルが高いため当然コストもかかるが、HRSは年間せいぜい20件程度の需要しかなくメーカーとしては生産ラインを作って量産省力化するような簡単な低コスト化手法は難しいのが現実である。ラインを作った大量生産のためには少なくとも年間100件/社程度の安定した受注がなければ無理である。しかし黎明期の市場は極めて不安定で図2のように年間数件しか発注のない年度もあり現状は事業としてさえ成立し難いのが現実である。

HRSの建設・発注は年度予算による補助金頼りであるため、4月以降に公募・審査・採択され発注時期が偏っているうえ年度内検収となるため納期も厳しく、発注数が増えても納入は期末に集中してしまう。メーカーサイドにとっては設計・製作・検査などすべての工程・設備で極端な繁閑の差がでてしまうため、超高压の特殊な設備であるにも関わらずHRS対応のためだけに人を増やし設備投資をする

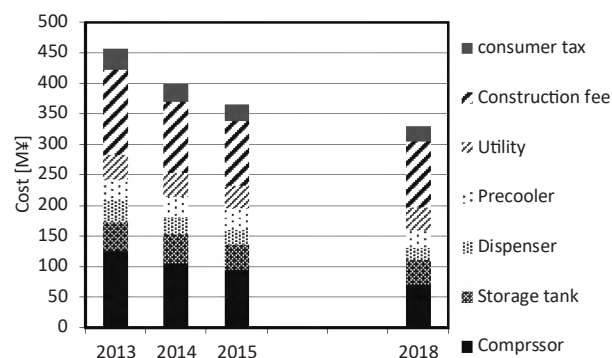


図1 オフサイトHRS整備費の分析結果 (補助対象内)

必要があるなど経営効率は悪くコスト高とならざるを得ない。設備メーカー側のコスト低減のためには、期末だけでなく四半期ごとに納入するような納期の分散が不可欠であるが、補助金頼りの HRS 整備は国の年度会計原則の縛りを受けているため柔軟な発注は実現しておらず、高コストとなる事業構造のなかで低コスト化を求められる状況となっている。それでも設備メーカーは、マーケットの将来のため様々な形でコスト低減に努力している。しかし HRS 建設コストは圧縮機・蓄圧器・ディスプレイ・プレクーラーといった特殊な専用主要機器メーカーのみによるわけではない。システムとしての HRS 建設において、受電設備・水素燃料輸送用設備・計装空気設備・窒素設備・散水設備・貯水槽・制御装置・監視装置・検知警報設備などの汎用設備や部品の占めるコスト割合も高い。これら共通設備や一般の工事マーケットに影響をうける工事費そして消費税などは HRS 市場の想いだけではコスト低減が難しく、戦略ロードマップで求める「建設費半額」というようなドラスティックな低コスト化には限界があるのが実情である。図3に前述の分析データを各機器別に整理したものを示す。ここまでの低コスト化は、初期設計の無駄を省いたり最適化することで実現してきた。規制緩和がコスト低減の手段とされているが、設備メーカー視点からいえばその効果はあまり期待できない。これ以上のコスト低減のためには、要求仕様の見直しなど発注側での取り組みと長期的な計画の立てられる安定した市場が必要である。

HRS の建設価格を抑えるための要求仕様の見直

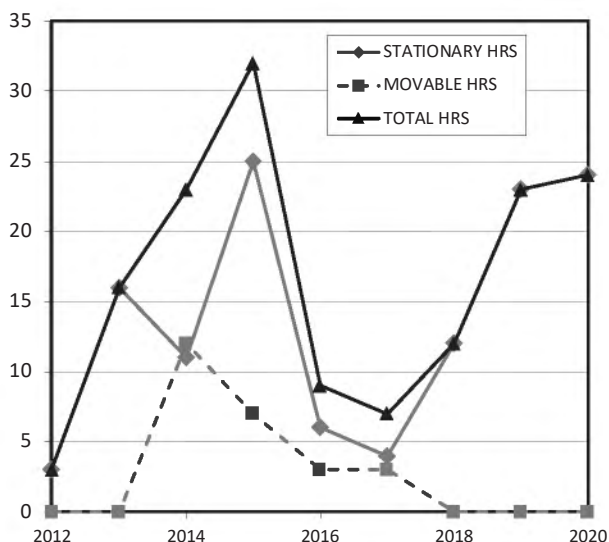


図2 商用 HRS 建設数推移

しとしては、HRS の規模（1日の処理台数）の小さなものを標準とするような取り組みが必要であるほか、ガソリンスタンド並みとして70MPaで3分以内での満充填のために必要とされている-40℃のプレクーリングを、充填時間を5分程度まで許すことで-20℃にするものなどがある。冷凍機の仕様を下げられる以外に、FCEV への充填のたびの温度振幅を抑えることができるため、設備トラブルのリスクを低減できる効果もある。すべての HRS を一律に大型・超高压とせず、半分程度を 35 MPa の仕様として安価にユーザー利便性を確保するという考え方も提案されている。近距離であれば 35 MPa 充填とし遠距離や大型需要に対して 70 MPa を利用するような選択があってもよいのではないかと考えている。水素の充填圧力レベルは FCEV の利便性確保のため（充填圧力は 35 MPa では走行距離が若干不足する）、HRS の規模は HRS の事業性のため（規模が小さいと将来 FCEV が増えても十分な売り上げは立たない）、見直すことができないとされているが、仕様の発散によって市場が混乱することを注意しながらユーザーの利便性も含めた全体最適化の検討も必要だろう。

FCEV の普及と HRS の整備に関して、鶏が先か・卵が先か（FCEV を増やすように先に自動車会社が努力するか・インフラ事業者側が先に HRS の設置数を増やすか）といわれ HRS の先行整備のため整備費の低減が求められているが、HRS 先行整備のため HRS の建設価格低減を求めるのであれば、自動車会社とインフラ事業者にも HRS 設備メーカーも加え、それぞれのビジネスが成立するよう巧妙に配慮することが必要である（図4）。米国 Ca 州ではインフラ事業者に複数年の HRS 整備計画を許容して大規模な発注を行うことで、HRS 機器サプライチェーンを支援しスケールメリットを引き出しコスト低減する取り組みがされており互いに協力する枠

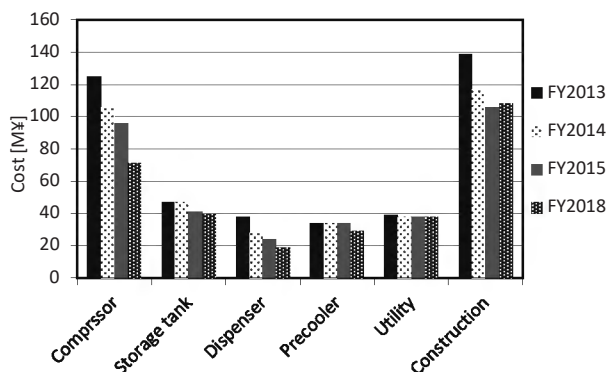


図3 機器・建設費別 HRS 整備費推移の分析結果

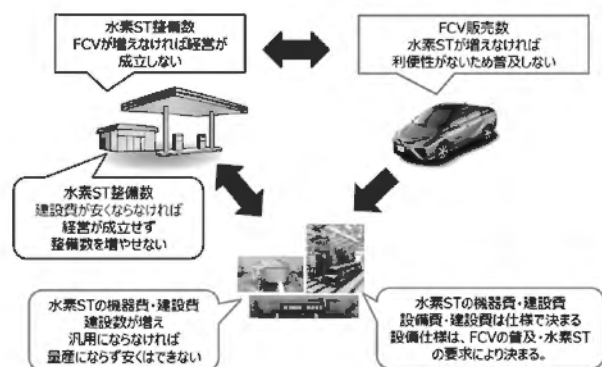


図4 FCV普及と水素ST整備は本当は3すくみの構造

組みが実行されている。戦略ロードマップでは、「HRSの自立化のために建設費を低減する必要がある」とのみ記されているが、HRS設備メーカーに対する具体的なサポートや施策はないため実効性に問題がある。

HRS整備において国・自治体から建設費補助・運営費補助があり実質的に建設費の低減は直近のHRSの自立の直接要件にはならないことはお分かりいただけるだろう。本来は補助により建設費がほぼ免除されている段階で、まず水素の販売差益を十分に確保し売り上げ利益をあげ、補助がある前提で事業採算を確立して補助削減の将来展望を示すことが大切なのではないだろうか。水素の販売差益を確保するためには、水素の販売価格をあげるか・水素の仕入れ値（水素製造費用+流通費用）を下げる必要がある。差益を十分に確保し販売量を増やすことが自立の要件であることはいうまでもない。水素の販売量が増え、規模の効果が得られるまで水素販売価格に補助をだすこともひとつの方法である。また黎明期である現在はエネルギーとしての水素の流通システムは存在しておらず、水素サプライチェーンの構築に向かうことこそが水素社会構築のため重要であることは論を待たない。

水素は超高压70MPaまで昇圧しても体積エネルギー密度はガソリンの1/7程度しかなく設備をコンパクトにすることが原理的に難しいため、水素の貯蔵・輸送費用は常圧で体積エネルギー密度の大きな化石燃料と比べて流通コストが過大になってしまうことは自明である。そもそも水素の単純な貯蔵・輸送によって化石燃料並みの流通コストにすることは難しいと考えるべきであり、CO<sub>2</sub>削減を求められる新しい社会としてその流通コストの上昇分を社会コストとして広く負担してでも取り組むという意識を醸成することこそ重要であろう。また水電解技術による水素製造費用において、CO<sub>2</sub>フリー水素を考え

る場合には電力価格の低減が課題であるが、電力のバックアップも含めたエネルギー供給システムとしての再生可能エネルギーの低コスト化として捉える必要があることはいうまでもない。HRSの自立・HRSの建設費低減は、このような大きなエネルギー転換の文脈のなかで戦略的に捉えられる必要があり、定量的でバランスのとれた検討と分析、幅広い議論と取り組みが求められる。

### 3. 海外の状況

FCEVの普及及びHRSの整備は日本のみでなく米国・欧州・中国などでも進み始めている。日本と海外各地域でのFCEVの普及とHRSの整備状況を表1に整理した。

日本ではじめて商用化を開始したFCEVとHRSは、後発の米国や中国のそれぞれ特長のある取り組みを通して日本のFCEV普及数を超えている。日本も改めて先行各国の状況を俯瞰し普及政策に垣入れをすべき時期にきている。

以下に各国・地域の特長をみてみたい。

#### 〈米国カリフォルニア（Ca州）〉

Ca州ではZEV（Zero Emission Vehicle）規制により、州内で一定台数以上自動車を販売するメーカーはその販売台数の一定比率以上をZEVにしなければならないと定めている。大きな市場であるCa州での自動車ビジネスのため、ZEVと認められるFCEVがトヨタ及びホンダを中心に積極的に投入され、2020年夏の段階でCa州のFCEV登録台数は8475台と日本全体の2.2倍の普及数<sup>(10)</sup>に達している。Ca州でのHRSの整備は、このZEV規制対応としてこれら自動車会社などによる投資を中心に進められてきた<sup>(11)</sup>。黎明期のHRSは日本の半程度程度の処理能力である180kg/日規模のHRSの整備が進み、FCEVの普及が進んできた段階で日本と同規模の350kg/日規模クラスのHRSが投入されるようになりつつある<sup>(12)</sup>。日本では、米国のHRSの整備費が日本の半額であるという誤解<sup>(13)</sup>があり

表1 日米欧中のFCEV及びHRS普及数の比較

	FCEV台数	HRS箇所数	調査時期
日本	3,775	131	2020年7月末
米国Ca州	8,475	42	2020年8月1日
欧州	2,361	145	2020年10月12日
中国	6,581	76	2020年7月

戦略ロードマップでは「どのように米国並みのコストにするか」の検討を求められてきた。しかしカリフォルニア州の設備補助認可資料<sup>(12,14)</sup>によれば2017年の180 kg/日規模で3億円程度、350 kg/日規模で4.7億円程度とむしろ仕様をそろえれば日本より建設費は高額であることがわかってきている。

HRSの自立化（運営費）という側面からいえば、車社会の米国ではFCEV1台あたりの平均走行距離が日本の倍程度（日本は1万km/年未満・米国2万km/年以上）<sup>(14)</sup>あり、FCEVの普及数が2.2倍、HRSの整備数は1/3程度である。注目すべきは、米国ではガソリン価格は日本よりもはるかに安価であるのに水素価格は\$13～\$16/kg<sup>(15)</sup>と日本の水素価格1,000円/kgレベルの1.5倍に設定されている点である（表2）。この結果、HRS1箇所あたりのFCEV数と充填水素量および水素価格をかけあわせた米国の水素STの平均の売上は日本の20倍程度あることになり、水素価格が日本より高めに設定されているため販売差益が取れ、HRSは自立しやすい形になっている。米国の主要なHRS事業責任者がHRSの自立について「2025年以降のネットワーク拡大に、補助金や直接的な公的資金は必要ない」とコメントしている<sup>(16)</sup>。高い水素価格での水素販売が成立している背景にはやはりZEV規制がある。米国では自動車の販売形態はリースが主流だが、車両のリース価格に当初3年分程度（15,000ドル）に相当する水素燃料代が含まれている<sup>(14)</sup>。結果的にFCEVの初期車両価格に高い水素の燃料費が包含された形でFCEVがリースされる形となっている。自動車会社の側は各リース車両の水素燃料費用を支払うことになるわけだがどの地域でどれだけの水素が充填されたかというデータが得られることになり、それなりの意義もあるのではないだろうか。結果的に従来型の自動車とZEVの自動車ビジネスの販売価格のなかに水素燃料が組み込まれたバランスのなかで水素インフラの整備が進んでいるわけである。ZEV法を通じた水素インフラの整備が、環境対策として機能しているともいえるだろう。

表2 HRS運営に関わる日米（Ca州）主要数値比較

	日本	Ca州	倍率
FCEVの普及数	3,775台	8,475台	2.2
HRSの整備数	131箇所	42箇所	0.32
平均走行距離	1万km/年未満	2万km/年以上	2
水素の販売価格	¥1,000～1,100/kg	\$13～\$16/kg	1.5

## 〈欧州〉

2020年9月にアナウンスされたFCH Observatoryなるホームページ<sup>(17)</sup>では欧州国別のFCEVの普及とHRSの整備状況がFuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking 通称FCH JUによってまとめて報告されている。最新の普及状況を表にまとめてみた（表3）。欧州でも日本や米国と同じように早くからFCEVとHRSの実証が行われ、現在の水素政策としてはEUグリーンディール<sup>(18)</sup>の下に位置づけられている。ZEVの普及を中心とした自動車産業政策としてよりも再生可能エネルギーを水素の形で利用するCO<sub>2</sub>削減のための多くの産業アプリケーションのうちのひとつとして取り組まれている印象である。

乗用車クラスのFCEVは日・米と比べて多くないものの、バスや商用車などが多くの形で投入されており、HRSも70 MPa・35 MPa・バス用35 MPaと多くのバリエーションでの実証的な整備となっている。もっともHRSの整備の進んでいるドイツでは2019年までに主要都市を結んで幹線・高速道路沿線併せて100箇所のHRSを整備することを目標<sup>(19)</sup>とされ、ほぼその目標に近づきつつある。ドイツ国内でのFCEVの普及とHRS整備をどのようにバランスをとっていくかが課題だが、EU委員会の政策の枠の中で再エネの裏付けのある水素を産業利用と絡ませ、各国とのバランスの中で整備されていくのではないかと。フランスでは商用EVを改造して燃料電池ユニットを搭載した35 MPaの安価な商用車によるFCEVが普及しつつあり、2023年までに小型商用車5,000台、大型車両（バス・トラック・鉄道・船舶）200台、HRS100基という目標を掲げているという。地域を走行する商用車として使えばHRSの整備数が少なくても機能するうえHRS側も安定した水素需要が期待できる。その上長距離走行に重点を置かないため35 MPaの低圧水素で多少充填頻度が高くなる程度であり利便性も損なわず、投資も抑えることができる。地域の商用車による普及・利用でインフラを整備したのちに一般車両へ展開するという考え方ではないかと思われる。

## 〈中国〉

中国では2016年10月に突然「新エネ・省エネ自動車技術ロードマップ」が策定されたことがこの年の年末頃に関係者の間で話題になった。初期仕様を35 MPaと割り切り、BallardやHydrogenicsなどの外資系企業と提携しバス・トラックなどの商用車に絞って普及政策を進めてきた。上海・長江デルタエ

表3 欧州各国のFCEV及びHRS普及数の比較

	FCEV 乗用車	FCEV バス	FCEV 小型トラック	FCEV トラック	HRS 箇所数
ドイツ	586	26	16		81
フランス	220		273		14
オランダ	265	8	14	6	5
イギリス	188	23	7		13
ルウェー	195	10			5
スイス	125	20	10	10	2
デンマーク	104				8
ベルギー	48	4	1		3
オーストリア	46				6
スウェーデン	45				3
イタリア	28	13			1
マルタ					
アイスランド	23				3
ラトビア		10			
ルクセンブルク	2	5			
スペイン	3				
チェコ	2				1
フィンランド	1				
計	1,881	119	321	16	145

リア、広東省、武漢市、北京市・河北省など各地方都市が競って大気環境政策と水素・燃料電池産業の振興として導入し、中国での取り組み規模の大きさ（バス工場をたちまち建てて量産したという）にも注目が集まっている。35 MPaのインフラは自動車側もインフラ側も技術の難易度ははるかに低く、普及も早く進んでいる<sup>(20)</sup>。

#### 4. 課題と展望

これまで「水素社会の実現」といえば、日本でFCEVが普及するか・FCEVと電気自動車（以下BEV）のいずれが主流となるかという議論が多かったように思う。しかし環境車であるZEVの位置づけとしてBEVはその技術特性上地域を走る短距離の車両が主な用途の技術であり、FCEVはバスや長距離トラックや重量車でのCO<sub>2</sub>削減を期待された技術である。モビリティの将来としてはBEV（小型短距離）とFCEV（大型長距離）がいずれも利用され、それぞれの間領域をハイブリッド車がカバーするというのが当面のモビリティの姿である。このようなモビリティのCO<sub>2</sub>削減に向けた各国の動向も注視する必要がある。

近年米・欧・日では、次のFCEVの課題として、HDV（Heavy Duty Vehicle＝大型の長距離トラックなど）の充填仕様と設備仕様が議論されはじめて

おり、これに伴ってHRSの基本的な要求仕様も変わってくるものと思われる。米国ではFCEV大型トラックのスタートアップ企業が車両とHDV用大規模HRSを同時に投資整備するとして資金を集め話題になっており、DOE（エネルギー省）も技術目標を設定・発表<sup>(21)</sup>している。日本でもHDVの充填に関するNEDOの実証研究がスタートした。欧州ではトラック<sup>(22)</sup>のみでなく鉄道・船舶を包含した枠組みとして取り組みが語られている<sup>(1)</sup>。HDVは現在の乗用車用FCEVと比較すると10～20倍の水素を保有する必要がある充填方法の検討を含め超高压設備の配管径・部品の径大径化など技術的に検討すべき課題は多く、安価なディーゼル燃料との対比においてさらに車両燃料としての低コスト化要求は厳しくなる。同時に乗用車の現在のHRS技術も黎明期である現在の設備仕様のままであることはあり得ず、需要量（FCEVの普及数）の単純増加や質的变化（バスやトラックなどHDVへの展開）に応じて適切に変容させ技術開発を通して進化させていかねばならない。このような長期的な最適化の取り組み体制を明確にすることも重要である。

水素と再エネの関係についての検討も加速していく必要がある。今年発表された欧州の水素政策<sup>(1)</sup>は、水素を明確に再エネと結びつけ「グリーンで豊かな経済を手頃な価格で実現する上で重要な役割を果たす」と明確に位置づけ、再エネと大型水電解によるグリーン水素による脱炭素化を中心として記述されている。米国Ca州のHRS整備でも供給される水素は33%の再生可能エネルギーを含むことを要件<sup>(12)</sup>としている。日本は米・欧など他地域に先行した初期黎明期の取り組みとしてまず水素需要を掘り起こし水素の流通網を確立するという意図で2015年から再エネを要件とせずにHRSへ水素供給してきたが、他地域と連携した取り組みとなりつつある中で水素と再エネの関係を明確に位置づけることが必須となるだろう。再エネ水素の利用によるCO<sub>2</sub>削減に必要なコストはいわば将来の社会費用であり、CO<sub>2</sub>価値を定義して広く薄く負担することを通して適切な燃料価格の設定を行いCO<sub>2</sub>削減に寄与する新しいエネルギーインフラの整備のため着実な取り組みを進めていくことが必要である。米国Ca州で黎明期の環境政策としてZEV規制を通して水素燃料費をFCEVの車両価格に包含させてしまう取り組みはその一例であり、高速道路費用無償化などのインセンティブによる環境車への誘導なども必要であろう。

CO<sub>2</sub>を削減する新たなエネルギーインフラへの転換に向けて様々な検討が必要となる。米国ではDOE（エネルギー省）傘下のNRELやSandiaやArgonneなどの研究所を通して水素関連の取り組みがされている。これらの研究所では、単なるHRSの普及という視点ではなく将来のエネルギーの中でどのように位置づけるか・再エネという新しいエネルギーとどのように関係づけていくかという大きな視点で検討されている。HRSのコスト分析<sup>(23)</sup>、水素のコスト分析、流通網整備、リスクアセスメントなど継続的に検討・解析が行われており、結果を評価し論文やプログラムの形で報告会やインターネット上で公開されている。さらにCaFCPではHRSの建設公募の結果（建設費や補助額）や評価レポートなどがWEB上に公開されこれらの研究結果にフィードバックされている。経済産業省およびNEDO技術開発機構を通じた日本の水素インフラ・サプライチェーン構築に向けた業界各社の個々の技術開発の取り組みには優れたものがあり胸を張れる成果がでていますが、コスト分析や流通網構築など社会科学的な分野において政策策定の根拠としたり評価するような組織的検討と情報公開を通してさらによいものとなることを期待したい。

## 5. 結び

CO<sub>2</sub>削減を実現するため、再生可能エネルギーとともに水素エネルギーを利用することが必要であるとされている。水素エネルギー利用の端緒であるHRSの整備について、現状の課題と展望についてまとめてみた。これら課題を適切に把握し、どのように取り組んでいくかについて様々な切り口で多面的に検討されることが重要である。欧・米・中など各国が水素の利用に取り組み始めた2020年代に入り日本としても行政・企業・大学などが情報を共有しながら闊達に議論をしていくことで、新しいエネルギーの世界が切り拓かれていければと思う。

## 参考文献

- 1) A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen\\_strategy.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf)
- 2) <https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2020/e8e7735fb91b5047.html>
- 3) <https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/09/c04de44885ccbaef.html>
- 4) <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2020>
- 5) 経済産業省 水素・燃料電池戦略ロードマップ（2014年版）
- 6) 経済産業省 水素基本戦略（2017年度）
- 7) 経済産業省 水素・燃料電池戦略ロードマップ（2016年度改訂版）
- 8) 同（2019年度改訂版）
- 9) FCCJ 商用水素ステーション情報 <http://fccj.jp/hystation/index.html#hystop>
- 10) CaFCP FCEV Sales, FCEB, & Hydrogen Station Data [https://cafc.org/by\\_the\\_numbers](https://cafc.org/by_the_numbers) <https://cafc.org/sites/default/files/FCEV-Sales-Tracking.pdf>
- 11) NEDO 海外レポート1041号 6.水素関連インフラの整備状況（米国・カナダ）
- 12) CaFCP-GFO-15-605 Light Duty Vehicle Hydrogen Refueling Infrastructure
- 13) 経済産業省第6回水素燃料電池戦略協議会事務局提出資料 H28. 2. 17
- 14) カリフォルニア州を中心とした 米国における水素関連ビジネス動向 JX リサーチ報告書 [https://www.osaka.cci.or.jp/ca\\_h\\_bj.pdf](https://www.osaka.cci.or.jp/ca_h_bj.pdf)
- 15) DOE Hydrogen and Fuel cell program overview [https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/review19/plenary\\_overview\\_satyapal\\_2019.pdf](https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/review19/plenary_overview_satyapal_2019.pdf)
- 16) FirstElement Fuel (True Zero) の創業者 Shane Stephens 氏へのインタビュー（2020年9月25日） <https://www.h2-view.com/story/firstelement-fuel-californias-123-new-hydrogen-stations-are-the-key-to-a-self-sustaining-business-case/>
- 17) <https://www.fchobservatory.eu/>
- 18) The European Green Deal [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)
- 19) NEDO 水素エネルギーに関する各国の取り組み <https://www.nedo.go.jp/content/100639756.pdf>
- 20) <https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2020/f18ca32fdccda3fa.html>
- 21) DOE Advanced Truck Technologies [https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/19006\\_hydrogen\\_class8\\_long\\_haul\\_truck\\_targets.pdf](https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/19006_hydrogen_class8_long_haul_truck_targets.pdf)
- 22) hydrogen Europe Putting hydrogen into trucks [https://www.hydrogeneurope.eu/sites/default/files/200305\\_Hydrogen\\_Trucks\\_Hynergy.pdf](https://www.hydrogeneurope.eu/sites/default/files/200305_Hydrogen_Trucks_Hynergy.pdf)

23) <https://hdsam.es.anl.gov/index.php?content=hrsam>

### 著者略歴



三浦真一（ミウラ シンイチ）

1985年3月東京大学工学部反応化学  
科卒業

同年4月神戸製鋼所入社.

2014年3月筑波大学大学院博士(工学)  
学位取得.

商用化当初より水素ST建設に携わり2015年より  
FCCJ エンジ分科会リーダー・NEDO 技術委員とし  
て水素インフラ整備に関する課題分析と解決に向け  
取り組んできている.