ARCリポート
（ＲＳ－1032）
禁 複 製

燃料電池車 FCV

－その普及に向けた取り組みと今後の展望－

現在、普通乗用車として 2 種類の FCV が日本国内を走行している。トヨタ自動車の MIRAI と本田技研工業の CLARITY Fuel Cell である。普及黎明期にある FCV とインフラ整備の現状、普及に向けた取り組みと今後の展望について報告する。

２０１９年 ４月

株式会社 旭リサーチセンター

主幹研究員　袴家 淳雄

まとめ

◆FCVは、水素燃料電池(FC)で発電してモーター走行するZero Emission Vehicleである。トヨタ自動車 MIRAIと本田技研工業 CLARITY Fuel Cellが、普通乗用車として上市されている。静粛性、発進から低・中速域の加速に優れる電動車でありながら、満充填が約3分など、従来のエンジン搭載車と使い勝手が変わらない利点を持つ。 (P.1～5)

◆トヨタ自動車は、HV、PHV、EV、FCVが多様化しながら、電動車が普及すると見込む。2017年度末のFCV台数は2,440台。同クラスのHVは3千倍普及しているが、まだ旅客自動車総台数の1割に過ぎない。今後、電動車には大きな需要が見込まれる。 (P.6～9)

◆水素の価格は1,100円/kg。2030年頃に336円/kg、将来的に224円/kgを目指す。 (P.9)

◆FCVの普及の鍵は水素ステーションの普及にある。政府は、100ヵ所の水素ステーション数を2020年度までに160ヵ所にする戦略を掲げる。それに呼応して日本水素ステーションネットワーク合同会社は、2021年までに80ヵ所の新設を発表した。(P.10～16)

◆本田技研工業は、スマート水素ステーション、FCV、外部給電装置を上市している。この3つの製品は、水素社会構築に向けた設備基盤を担う。 (P.16～17)

◆政府の水素基本戦略では、東京 2020 大会を水素社会実現の契機とみる。五輪スポンサーのトヨタ自動車は、環境負荷の低減に FCV など電動車を中心とした 3 千台以上の車両を提供し、水素社会実現を核としたサステナビリティを目指す。 (P.17～19)

◆トヨタ自動車が考えるサスティナブルなエネルギー社会は、電気と水素を併用する。セブン-イレブン・ジャパンとの共同プロジェクトでは、省エネルギーとCO_2排出量削減に、定置式FC発電機やFC冷凍トラックを用いる。また、米国ロサンゼルス港の大気汚染解消に向けて、FC大型商用トラックの運用実証実験を行っている。 (P.19～22)

◆トヨタ自動車は、2020 年頃以降の FC 搭載モビリティの全世界販売台数目標を年間 3 万台以上に設定し、FCV 生産規模を年間 3 万台に増強する計画である。 (P.22～23)

◆FCV の安全策の基本は、水素を漏らさない・検知して止める・漏えい水素が溜まりにくい構造にする。水素ステーションの安全策は設備ごとの規制・基準に則るが、政府の規制改革実施計画に沿った検討に基づいて規制緩和も進んでいる。 (P.24～29)

目　次

１　FCV（Fuel Cell Vehicle） 1

１．１　FCV とは..... 1

１．２　FCV の主要機器とレイアウト 2

１．３　FCV の諸元..... 3

１．４　FCV の利点..... 4

２　電動車の中での FCV のポジション..... 6

２．１　トヨタ自動車が描く、電動車普及のイメージ..... 6

２．２　FCV の国内累積保有台数 7

２．３　今後の FCV 普及に関する政策目標と普及への取り組み..... 8

３　水素ステーション..... 10

３．１　水素ステーションの普及に関する今後の政策目標..... 10

３．２　水素ステーションの種類..... 10

３．３　全国の水素ステーション..... 10

３．４　首都圏近郊の水素ステーション..... 13

３．５　東京、神奈川、埼玉の水素ステーション整備計画..... 14

３．６　東京ガスの事例に見る、水素ステーションの運営..... 15

４　水素社会構築に向けた、車両に関連する水素利活用の取り組み..... 16

４．１　本田技研工業の取り組み..... 16

４．２　トヨタ自動車の取り組み..... 17

（１）東京 2020 大会での水素社会 PR 17

（２）サスティナブルなエネルギー社会..... 19

（３）FC トラクターヘッドによる大気汚染対策 21

（４）FCV 生産能力の増強 22

（補足）１　水素の特徴と危険性..... 24

（補足）２　FCV の安全対策 24

（補足）３　水素ステーションの安全対策と規制緩和 26
【主な参考資料】 30
本リポートのお問い合わせ先

1　FCV（Fuel Cell Vehicle）

1．1　FCV とは

FCV は燃料電池車（Fuel Cell Vehicle）の略語で、水素を燃料に、燃料電池(Fuel Cell（FC))内で空気中の酸素と化学反応を起こして発電し、その電力をパワーコントロールユニット（Power Control Unit（PCU)）で制御して、モーター走行する電動車である。発電に伴って生じるのは、水のみである。図 1 は、FCV の動力発生機構の模式図である。

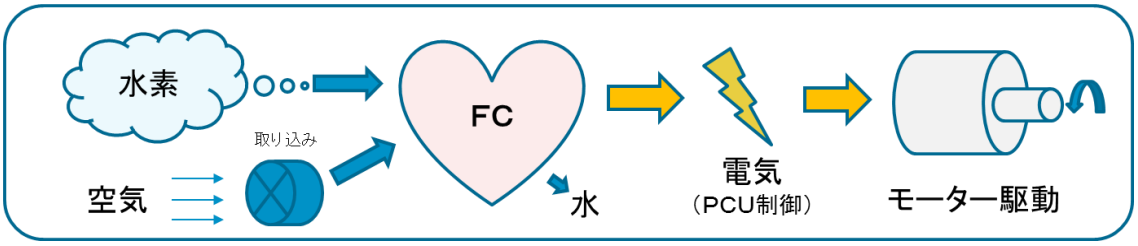


図 1. FCV の動力発生機構の模式図

現在、普通乗用車として日本国内で型式登録され、販売されている FCV は、図 2 のトヨタ自動車の MIRAI と本田技研工業の CLARITY Fuel Cell の 2 車種である。MIRAI は 2014 年 12 月に、CLARITY Fuel Cell は 2016 年 3 月に上市され、官公庁の公用車、企業の社有車、役員車として、多く使用されている。

2014 .12～

MIRAI（トヨタ自動車）

2016 .3～

CLARITY Fuel Cell（本田技研工業）

図 2. 日本国内で販売されている FCV

この他、メルセデス・ベンツ日本が、日本での FCV 取り扱いを検討中であることを社長会見で明かした、と日刊工業新聞（2018 年 9 月 7 日）が報じている。海外で FCV を製造する自動車メーカーも日本国内への参入をうかがっている状況である。

１．２　FCV の主要機器とレイアウト

FCV の構成上、主要 5 機器「燃料電池(FC)スタック」「パワーコントロールユニット(PCU)」「走行モーター」「バッテリー」「高圧水素タンク」は必要不可欠である。

図 3 に主要機器の配置を示す。燃料電池スタックの搭載位置は MIRAI と CLARITY Fuel Cell で異なっており、ここに設計思想の違いがうかがえる。

MIRAI は燃料電池を車の中央に据えて、主要機器を車体に分散配置している。

一方、CLARITY Fuel Cell では、走行モーターと燃料電池とパワーコントロールユニットを縦に積み上げて、フロントのスペース（エンジン搭載車ならばエンジンルームと呼ばれるスペース）に収めている。積み上げられた機器の容積は、3.5L の V 型エンジンとトランスミッションが占める容積と同じ程度である。このような設計にした理由の 1 つには、FCV の車種展開を図る上で、フロントエンジンの置き換えという方法で従来のエンジン搭載車の車体を流用したいという狙いもある。

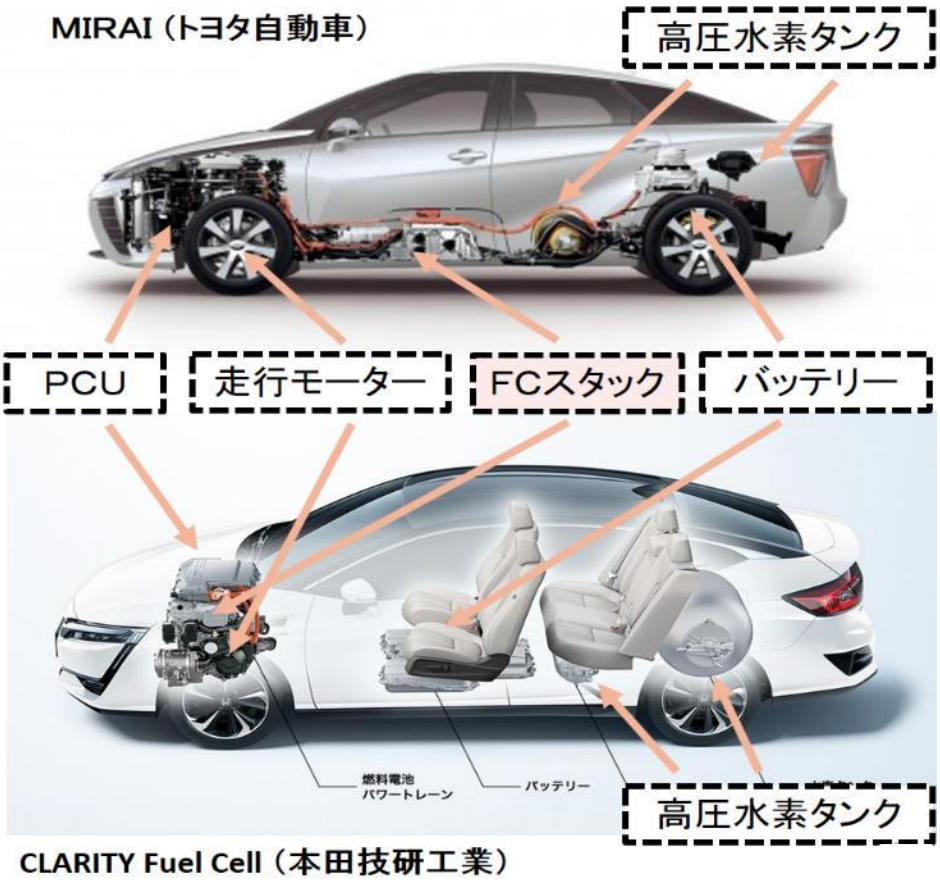


図 3. FCV に不可欠な主要機器の配置

１．３　FCV の諸元

MIRAI と CLARITY Fuel Cell の車格はトヨタ自動車のクラウンと同等レベルで、ハイヤーとしての使用もこなせる車として仕立てられている。

図 4 は、インテリアの写真である。市販 FCV 2 車種のインテリアは、車内のシート配置や内装品の質感など、ハイヤーに多く採用されているクラウンと比較して遜色のない仕上がりとなっている。車両価格は 7 百万円台である。（クラウンは、3.5L エンジン搭載の HV 仕様で 6～7 百万円以上。）

表 1 にそれぞれの車の諸元を示す。

市販 FCV 2 車種は、クラウンと大きさや重量はほぼ同じである。車幅は、CLARITY Fuel Cell が若干幅広だが、MIRAI は、クラウンを象徴する全幅 1.8m という寸法を踏襲している。

走行性能についても、FCV 2 車種は、3.5L エンジンを搭載する HV 仕様のクラウンに比べると、航続距離や最高出力の性能は少し見劣りするが、ハイヤー用途の使用には十分な性能を持つと考えられる。

図 4. 市販 FCV のインテリア

表 1. 市販 FCV とトヨタ クラウンの諸元の比較

	MIRAI	CLARITY Fuel Cell	(参考) クラウン
駆動方法	FCV		V6 3.5L HV
車両重量	1.9 トン	1.9 トン	1.9 トン
車長/幅/高	4.9/1.8/1.5 m	4.9/1.9/1.5 m	4.9/1.8/1.5 m
室内長/幅/高	2.0/1.5/1.2 m	2.0/1.6/1.2 m	2.0/1.5/1.2 m
乗員	4人	5人	5 人
航続距離 (JC08)	約 650 km	約 750 km	約 1.2 千 km
最高速度	175 km/h	165 km/h *	180 km/h (リミッター)
＜FC＞			
最高出力	155 馬力	140 馬力	
＜モーター＞			
最高出力	154 馬力	177 馬力	180 馬力
最大トルク	300 N･m	300 N･m	300 N･m
＜エンジン＞			
最高出力	−	−	299 馬力
最大トルク	−	−	356 N･m

記載数値は、自動車メーカーHP掲載値。（一部 ARC で加工。）

*：水素供給利用技術協会(HySUT) HPより

１．４　FCV の利点

走行用のモーターを搭載する車は、FCV の他にも、EV、HV、PHV がある。電気自動車（Electric Vehicle（EV））は、外部電源で充電できる車載バッテリーの電力でモーター走行する車である。ハイブリッド車（Hybrid Vehicle（HV））は、燃料油を用いるエンジンとバッテリーの電力で動くモーターの 2 つの動力源を持つ車である。また、HV のうち、外部電源から車載バッテリーに充電できる機能を持つ車が、プラグインハイブリッド車（Plug-in Hybrid Vehicle(PHV)）である。PHV は HV に比べて、バッテリーの電力のみで走行できる距離が一般的に長い。

これらの動力機構を持つ車と比較して、FCV は次のような利点を持つ。

- HV や PHV と異なり内燃機関を搭載しない。そのため、走行中に温室効果ガスである CO_2 や大気汚染物質を排出することがない、Zero Emission Vehicle(ZEV)である。
- FCV はモーターのみで走行する電動車であることから、エンジン特有の騒音や振動がなく、走行が静かである。また、モーターの動力特性から、発進から低・中速域の加速性能に優れる。
- FCV は電動車で動力源はモーターだけだが、従来のエンジン搭載車と使い勝手が変わらない点が多い。例えば、FC の燃料となる水素を FCV に満充填するためにかかる時間は、ガソリンスタンドで燃料を満タンにする時間と同程度である。水素ステーションは、約 3 分で FCV に水素を満充填できる国際充填規格（充填プロトコル）に準拠している。また、FCV に充填した水素はそのまま長期間タンクに貯めておける点、タンク内の水素残量が減っても走行性能は変わらない点も、燃料を使ってエンジンで走る車に近い使い勝手である。
- 水素自体は、水電気分解やメタン改質など、多様なエネルギーから種々の方法で製造できる。
- 地震災害などで電気の供給が止まったとき、FCV は非常用電源にもなる。外部給電装置を介して FC の電力を交流に変換することで、家庭の 1 日の消費電力量を約 10kWh とすると、MIRAI であれば最長 6 日間の家庭の電力消費を賄うことが可能である。

＜コラム＞ *電動車とエンジン車の動力特性の違い*

図 A は、モーターおよび電動車の動力特性の例で、横軸に回転数と車速、縦軸にトルクと出力を示したものである。トランスミッション（変速機）が介在しない電動車は、回転数と車の速度が 1 対 1 で対応する。また、縦軸のトルクは加速力の大きさを、出力は最高速の高さを示す指標である。なお、出力は回転数とトルクの掛け算した値に比例する。

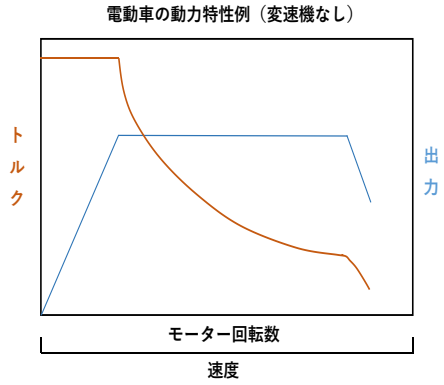


図 A. 電動車の動力特性例

図 A に示すモーターは、0 回転から高いトルクを発揮する。これが発進加速に優れる理由である。ただし、入力する電力以上の出力は出し続けられないので、回転数（車速）がある程度上がると、出力は定格一定となり、トルクは下がり始める。

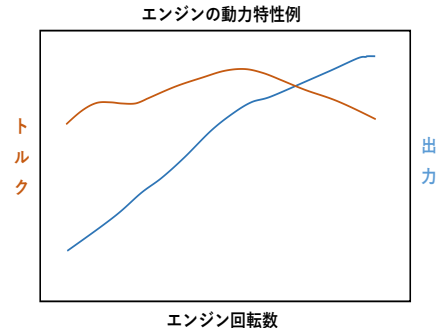


図 B. エンジンの動力特性例

図 B は、エンジンの動力特性例で、横軸に回転数、縦軸にトルクと出力を示す。エンジンは、燃焼や排気などの一連のストロークの中で仕事をする機械であり、0 回転では力が出せず、ある程度回転数が上がって初めて力を発揮する。そして、常用回転数域ではトルクを維持し、回転数の上昇とともに出力も上がってゆく動力特性を示す。これは、回転数が増えるだけ、燃焼回数も増えるからである。

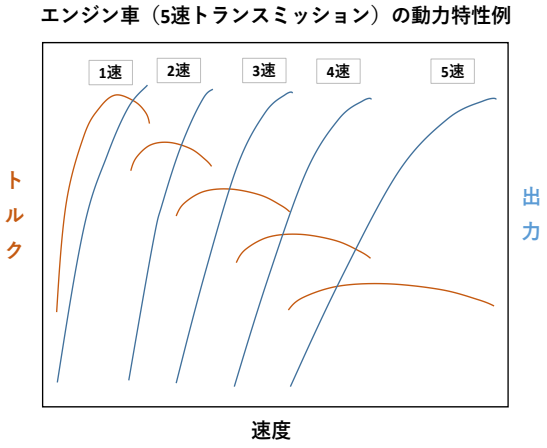


図 C. エンジン車の動力特性例

エンジンの場合、トランスミッションが入るので、車速とトルクや出力の関係は図 C のようになる。車速とトルクの関係は右下がりで、大まかに捉えると電動車の例と似ているが、ギア（図例では 1 速～5 速）ごとに見ると、回転数、つまり、車速を上げ下げしても、トルクの値は大きく変わることはなく、その傾向は、高速走行時の高いギアになるほど顕著となる。これが、電動車の動力性能との大きな違いになる。

２　電動車の中での FCV のポジション

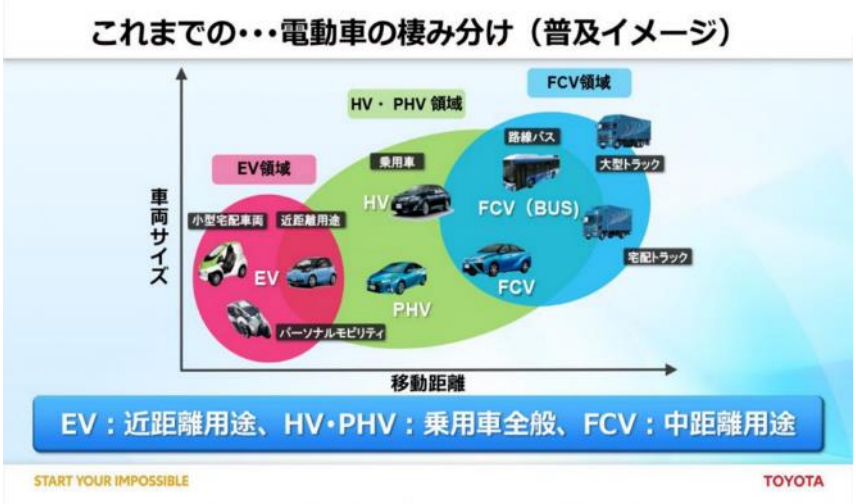
２．１　トヨタ自動車が描く、電動車普及のイメージ

図 5、6 は、トヨタ自動車の寺師副社長が 2017 年 12 月に行った「トヨタの電動車普及に向けたチャレンジ」説明会の資料である。

これまでトヨタ自動車は、発進時はモーター走行、定速走行時は容積当たりの出力が高いエンジンで走行する HV や PHV が乗用車の本命だと考え、Zero Emission 車については、近距離用途で EV、中距離用途で FCV が将来普及するだろうと考えていた。つまり、図 5 のように、EV と FCV は距離で棲み分けされるだろうと予想していた。

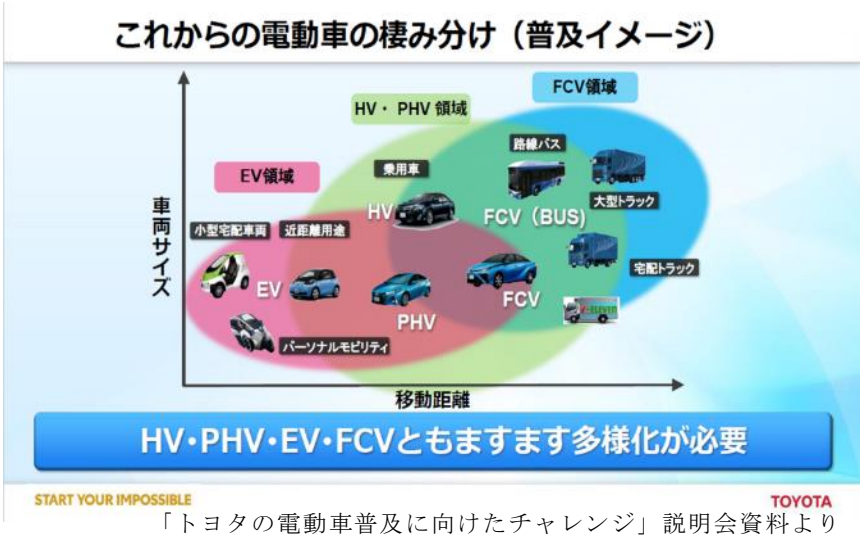
ところが実際は、EV が Zero Emission 車の社会的なニーズを背景に、乗用車市場を狙って開発を進め、EV の移動可能距離が伸びてきた。その結果、当初は HV や PHV が担う領域だろうと考えていた移動距離を EV が担えるようになってきた。そして、このまま開発が進めば、将来 HV や PHV が占めるはずであった乗用車のボリュームゾーンに、EV が入ってくると予想される。そうすると FCV も Zero Emission 車の選択肢の 1 つとして、顧客ニーズを満たすような多様化が必要になる。

その結果、HV、PHV、EV、FCV が並び立つ。そのような将来を示した図 6 は、トヨタ自動車が考える、これからの電動車普及時のイメージである。



「トヨタの電動車普及に向けたチャレンジ」説明会資料より

図 5. これまでの電動車の棲み分け（トヨタ自動車）



「トヨタの電動車普及に向けたチャレンジ」説明会資料より

図 6. これからの電動車の棲み分け（トヨタ自動車）

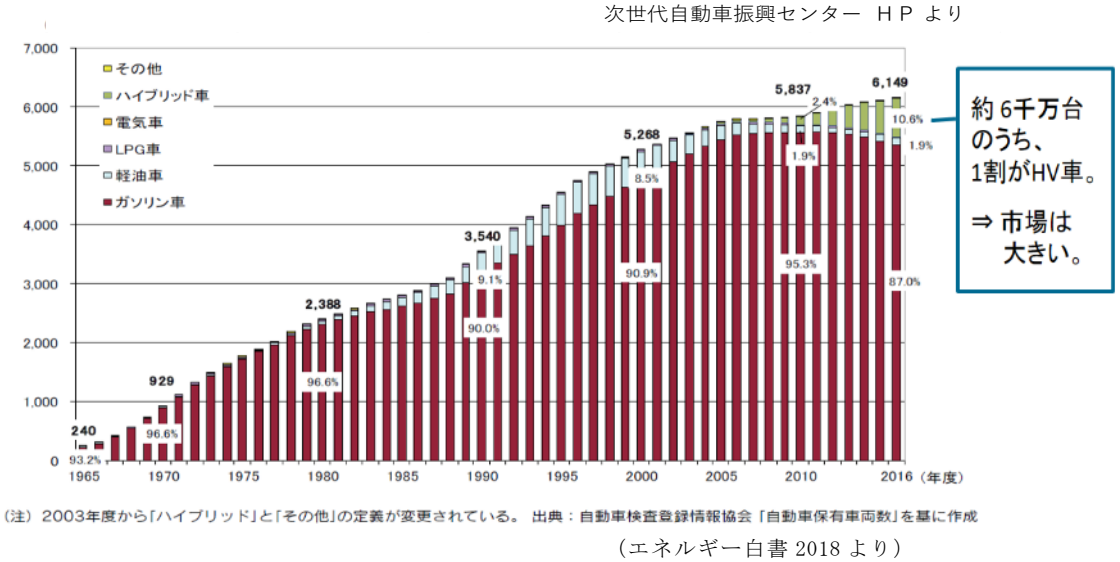
２．２　FCV の国内累積保有台数

FCV の国内累積保有台数は、次世代自動車振興センターによると、2017 年度末で 2,440 台である。一方、日本国内にある同じ乗用車タイプの電動車は、EV が約 9 万台、PHV が約 10 万台、HV は 740 万台である。しかし、その HV も、国内の 3 ナンバー車、5 ナンバー車、軽自動車の総台数に占める割合は、まだ 1 割程度でしかない。

表 2. 2016 年度、2017 年度の次世代自動車(乗用車)国内保有台数(累積値)

	HV	PHV	EV	FCV
2016年度	6.5 百万台	7.0 万台	7.3 万台	1.8 千台
2017年度	7.4 百万台	10.3 万台	9.1 万台	2.4 千台

次世代自動車振興センター ＨＰ より



（注）2003年度から「ハイブリッド」と「その他」の定義が変更されている。 出典：自動車検査登録情報協会「自動車保有車両数」を基に作成

（エネルギー白書 2018 より）

図 7. 2016 年度までの、旅客自動車の車種別保有台数の推移

今後、エンジン車から電動車に乗り換えるかたちで、電動車の需要も増えると思われる。その需要の巨大なボリュームゾーンに向けて、自動車メーカー各社は HV、PHV、EV、そして FCV を投入しようとしている。

２．３　今後の FCV 普及に関する政策目標と普及への取り組み

FCV の普及目標について、政府は 2017 年 12 月に発表した水素基本戦略の中で、表 3 の数値目標を掲げている。直近の FCV の普及目標は、2020 年までに約 4 万台である。この普及目標は、たとえ話だが、クラウンを購入する顧客（モデルチェンジ前の 2017 年度のクラウンの販売台数実績は約 2.6 万台/年）の 4 割が Zero Emission 車の FCV への乗り換えを選択したならば、4 年以内に達成する計算となる。しかし、2019 年の水素・燃料電池ロードマップによると、2018 年末の FCV 普及台数は 2,926 台である。

表 3. FCV の普及目標　（水素基本戦略（2017.12）より）

	（実績）	普及目標		
	2016年	～2020年	～2025年	～2030年
FCV	2千台	約4万台	約20万台	約80万台

自動車メーカーでは FCV 普及の取り組みとして、現在、体験や利用の機会を提供している。トヨタ自動車では、FCV を知る機会を提供する場としてショールーム（TOYOTA MIRAI SHOWROOM）を開いて、MIRAI の試乗体験会を行っている。本田技研工業では、参画している横浜市の綱島サスティナブル・スマートタウン（Sustainable Smart Town）で CLARITY Fuel Cell のカーシェアリングサービスを計画している。

一方、国や自治体は、購入時の助成や税負担の軽減で、FCV の普及を後押ししている。購入時の助成として、国はクリーンエネルギー自動車導入事業費補助金制度を用意し、自治体では、例えば東京都が、燃料電池自動車の導入促進事業の助成制度を用意している。表 4 は FCV 購入の平成 30 年度の助成額で、車両価格の約 40～55％の額になる。

表 4. 市販 FCV 購入時の助成額（平成 30 年度）

FCV	車両価格（税込）	国庫補助金	自治体援助* 個人・企業 /自治体	購入負担額（税込） 個人・企業 /自治体
MIRAI	727.5万円	－202万円	－101万円/－202万円	424.5万円/323.5万円
CLARITY Fuel Cell	767.2万円	－208万円	－104万円/－208万円	455.2万円/351.2万円

＊ 東京都：(個人・企業) 燃料電池自動車の導入促進事業 / (自治体) 東京都区市町村における燃料電池自動車の導入促進事業

なお、トヨタ自動車は 2018 年 10 月末から、18 年から導入を始めた第 2 世代の衝突回避支援パッケージ「トヨタ・セーフティ・センス」を標準装備するなどの改良を施した MIRAI を販売している。車両価格は 727.5 万円である。

また、税負担軽減策であるエコカー減税やグリーン化特例は、FCV の場合、表 5 の内容となっている。

表 5. FCV に対するエコカー減税、グリーン化特例（平成 30 年度）

エコカー減税	自動車取得税（18.18万円）：非課税
	自動車重量税（3万円）：免税
グリーン化特例	新車購入翌年度の自動車税：7.5千円（75％減税：－2.2万円）

（トヨタ自動車、本田技研工業のHP掲載資料より）

水素の価格については、2018 年の時点で 1,100 円/kg となっている。これは、HV 並みの燃料コストになるように設定された価格である。MIRAI に圧力 70MPa の水素を満充填したとき、MIRAI が利用できる水素量は 4.3kg で 4,730 円になる。満充填で MIRAI は約 650 km を走行できる仕様となっている。

将来は水素コストの低減に伴い、販売価格も下がることが予想される。水素のコストについては、水素基本戦略によると「2030 年頃に商用規模のサプライチェーンを構築し、年間 30 万トン程度の水素を調達するとともに、30 円/Nm^3（336 円/kg に相当）程度の水素コストの実現を目指す」、「2030 年以降は、供給面で国際水素サプライチェーンを拡大するとともに、利用面において産業分野などでの利用を進めることで、更なるコスト低減を図り、（中略） 将来的に 20 円/Nm^3（224 円/kg に相当）程度まで水素コストを低減し、環境価値も含め、既存のエネルギーコストと同等のコスト競争力を実現することを目指す」とされている。

なお、現在の 1,100 円/kg という価格には、ガソリン税に相当する税金は含まれていない。ガソリン税は 2009 年から使途を道路整備に限定せず一般財源化されている。将来、自動車でのガソリン需要が減ったときには、その代わりの財源として、車を走らせるために消費されるエネルギーに対して、何らかの税がかけられる可能性もある。

３　水素ステーション

３．１　水素ステーションの普及に関する今後の政策目標

FCV の普及の鍵は、水素ステーションの普及だと指摘されている。政府は水素基本戦略の中で、表 6 に示すように、2020 年度までに 160 ヵ所の普及目標を掲げている。

表 6. 水素ステーションの普及目標　（水素基本戦略（2017.12）より）

	（実績）			普及目標	
	2016年7月	2017年7月	2018年11月	～2020年度	～2025年度
水素ステーション	77	92	100	160ヵ所	320ヵ所

これに呼応して 2018 年の 3 月に、自動車メーカーやインフラ事業者が共同で日本水素ステーションネットワーク合同会社（JHyM）を設立し、2021 年までに 80 ヵ所の水素ステーションを新設すると発表した。これまでのところ、水素ステーションの普及は政府の目標通りに進んでいる。

３．２　水素ステーションの種類

水素ステーションには、定置式と移動式の 2 種類がある。ガソリンスタンドのように敷地に備え付けの施設を持つ水素ステーションが定置式、一方で、許可された場所に水素供給装置を積載したコンテナトラックを駐機し、決められた時間にのみ水素を販売するのが、移動式である。また、定置式には、オンサイト型とオフサイト型がある。

オンサイト：水素製造設備を持つ。商用・大規模では、天然ガスを改質して水素を製造している場合が多い。また、小規模タイプの中には、太陽光発電と水電解装置の組み合わせで Zero Emission を PR する水素ステーションもある。

オフサイト：他所で製造された水素を受け入れ、貯蔵分で需要を賄うステーション。輸送・貯蔵される水素は、高圧水素、液体水素である。

３．３　全国の水素ステーション

2018 年 11 月現在、日本国内で 100 ヵ所の水素ステーションが開所している。水素ステーションが設置されている都道府県とその数、運営事業者を、表 7－1，2 に示す。

表 7－1．水素ステーションの都道府県設置数（18 年 11 月時点）

地方 ／ 都道府県		ステーション数	定置式	移動式	（計画中）	運営事業者
総計		***100***	***64***	***36***	***13***	
北海道・東北		***4***	*1*	*3*	***2***	
	北海道	***1***	0	1	***0***	エア･ウォーター
	宮城	***1***	1	0	***0***	**岩谷産業**
	福島	***2***	0	2	***1***	
	（内訳）	*2*		2		ふくしまハイドロサプライ
					1	根本通商
	新潟	***0***	0	0	***1***	**岩谷産業**
関東		***40***	*25*	*15*	***4***	
	茨城	***1***	0	1	***0***	**JXTGエネルギー**
	埼玉	***8***	5	3	***1***	
	（内訳）	*6*	3	3		**JXTGエネルギー**
		1	1			**岩谷産業**
		1	1			東京ガス
					1	日本エア・リキード
	千葉	***3***	3	0	***1***	
	（内訳）	*2*	2		*1*	**JXTGエネルギー**
		1	1			出光興産
	東京	***14***	10	4	***2***	
	（内訳）	*5*	4	1		**JXTGエネルギー**
		3	3		*1*	**岩谷産業**
		2	2		*1*	東京ガス
		1	1			巴商会
		2		2		日本移動式水素ステーションサービス，三井住友ファイナンス＆リース
		1		1		日本移動式水素ステーションサービス
	神奈川	***13***	6	7	***0***	
	（内訳）	*12*	5	7		**JXTGエネルギー**
		1	1			日本エア・リキード
	山梨	***1***	1	0	***0***	**岩谷産業**
中部		***23***	*14*	*9*	***5***	
	岐阜	***5***	1	4	***1***	
	（内訳）	*1*	1			山本石油
		4		4		清流パワーエナジー
					1	トオヤマ，清流パワーエナジー
	静岡	***2***	1	1	***0***	
	（内訳）	*1*	1			静岡ガス
		1		1		中部ガス
	愛知	***16***	12	4	***4***	
	（内訳）	*6*	6			**JXTGエネルギー**
		2	2		*1*	東邦ガス
		1	1			東邦ガス，岩谷産業
		1	1		*1*	**岩谷産業**
		2	2			豊通エア・リキードハイドロジェンエナジー
		3		3		日本移動式水素ステーションサービス
		1		1		中部ガス
					2	日本エア・リキード

（表 7－2 に続く。）

表 7－2．水素ステーションの都道府県設置数（18 年 11 月時点）

地方 ／ 都道府県		ステーション数			（計画中）	運営事業者
			定置式	移動式		
近畿		***14***	*10*	*4*	***2***	
	三重	***2***	0	2	***0***	みえ水素ステーション，住電装サービス
	滋賀	***1***	1	0	***0***	**岩谷産業**
	京都	***2***	1	1	***0***	
	（内訳）	*1*	1			**JXTGエネルギー**
		1		1		大阪ガス
	大阪	***7***	6	1	***1***	
	（内訳）	*3*	2	1	*1*	**岩谷産業**
		1	1			**岩谷産業，岩谷瓦斯**
		2	2			**JXTGエネルギー**
		1	1			大阪ガス
	兵庫	***2***	2	0	***0***	
	（内訳）	*1*	1			**岩谷産業**
		1	1			日本エア・リキード
	和歌山	***0***	0	0	***1***	**岩谷産業**
中国・四国		***8***	*5*	*3*	***0***	
	岡山	***1***	1	0	***0***	**岩谷産業**
	広島	***3***	3	0	***0***	
	（内訳）		2			広島トヨタトレーディング
			1			広島トヨペット
	山口	***1***	1	0	***0***	**岩谷産業**
	徳島	***2***	0	2	***0***	四国大陽日産
	香川	***1***	0	1	***0***	高松帝酸
九州		***11***	*9*	*2*	***0***	
	福岡	***9***	8	1	***0***	
	（内訳）	*5*	5			**JXTGエネルギー**
		2	1	1		**岩谷産業**
		1	1			日本エア・リキード
		1	1			西部ガス
	佐賀	***1***	1	0	***0***	日本エア・リキード
	大分	***1***	0	1	***0***	江藤酸素

（FCCJ 燃料電池実用化推進協議会のHP掲載データをもとに、ARCが作成。）

国内では、JXTG エネルギー（ENEOS）と岩谷産業が、水素ステーションの運営を担う主な企業である。2018 年 11 月の時点で、JXTG エネルギーは 40 ヵ所（定置式：28 ヵ所、移動式：12 ヵ所）、岩谷産業は 18 ヵ所（定置式：16 ヵ所、移動式：2 ヵ所）の水素ステーションを運営している。

３．４　首都圏近郊の水素ステーション

首都圏近郊にある水素ステーションの位置を、図 8 に示す。図中の輪印が水素ステーションの位置である。また、定置式オンサイト型の施設は黄色、定置式オフサイト型の施設は青色、移動式には紫色を付けた。

＜首都圏近郊のロケーション＞
（東京都：14ヵ所、神奈川県：13ヵ所、埼玉県：8ヵ所、千葉県：3ヵ所）

出典：（地図）国土地理院、（水素ステーションの表示）次世代自動車振興センターHPなどの情報をもとに ARCで加工

図 8.　首都圏近郊にある水素ステーションの位置

首都圏近郊のオンサイト型水素ステーションは 2018 年 11 月の時点で東京ガスが運営する浦和と千住の 2 ヵ所のステーションで、天然ガスを改質した水素を供給している。そのほかにも、商用ではないが、例えば神奈川県の鶴見などに、太陽光発電などと水電解装置を組み合わせた小規模なオンサイト型ステーションが稼働している。その水電解装置を開発しているメーカーは本田技研工業である。

首都圏近郊の大きな商用水素ステーションは、都バスが利用する「有明」、霞が関の公用車御用達の「芝公園」、横浜市綱島にあるパナソニックが代表幹事として運営する綱島サスティナブル・スマートタウンに併設されたステーション、そして、日本で初めてガソリンスタンドに併設された、海老名市のステーションなどが挙げられる。

水素ステーションの利用者は 2018 年の時点ではまだまだ少ない。芝公園で 1 日 20

台程度、有明は数台である。水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂のポイント(2016 年 4 月)の開示データによると、現時点で自立化には 1 日約 100 台の利用が必要とされる。その条件を満たすには、1 つの水素ステーションにつく顧客が自家用車や営業車など合わせて 1 千台程度はないと事業継続は難しい。計画通り水素ステーションが増えた分、FCV の数も増えてゆかないと、水素ステーションの運営継続は難しいという現実がある。

３．５　東京、神奈川、埼玉の水素ステーション整備計画

東京都は、2020 年に 35 ヵ所の水素ステーションの普及目標を掲げ、現在 14 ヵ所が開所している。2020 年には、15 分走れば水素ステーションに行き当たるという状況を目指しているが、現時点で、都内のどこに水素ステーションをつくるかは明らかにされていない。例えば、図 8 の地図を見ると、新宿近辺が空白地帯となっている。東京都も公用車の FCV は練馬水素ステーションで充填していることから、新宿に水素ステーションを設けたいところだが、土地の問題などが解決しておらず、開所できていない。

図 9 は、神奈川県の水素ステーションの整備目標と開所している水素ステーションの位置を示した図である。現在 13 ヵ所が開所しており、横浜市、川崎市、東名高速の近隣に立地している。神奈川県は 2020 年に 25 ヵ所の普及目標を掲げている。

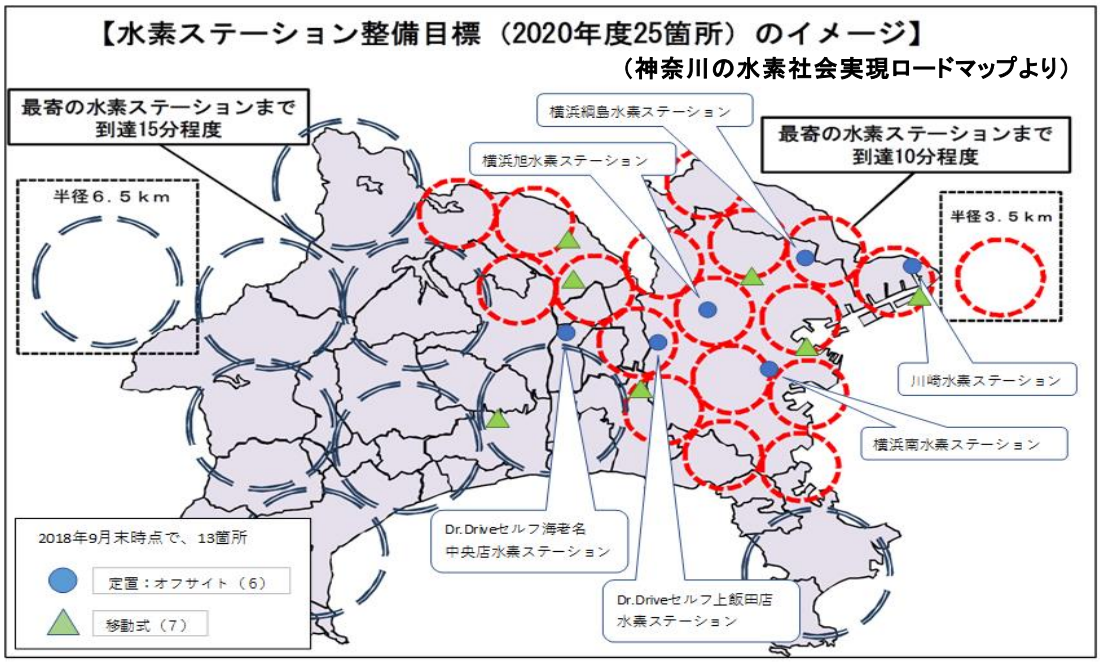
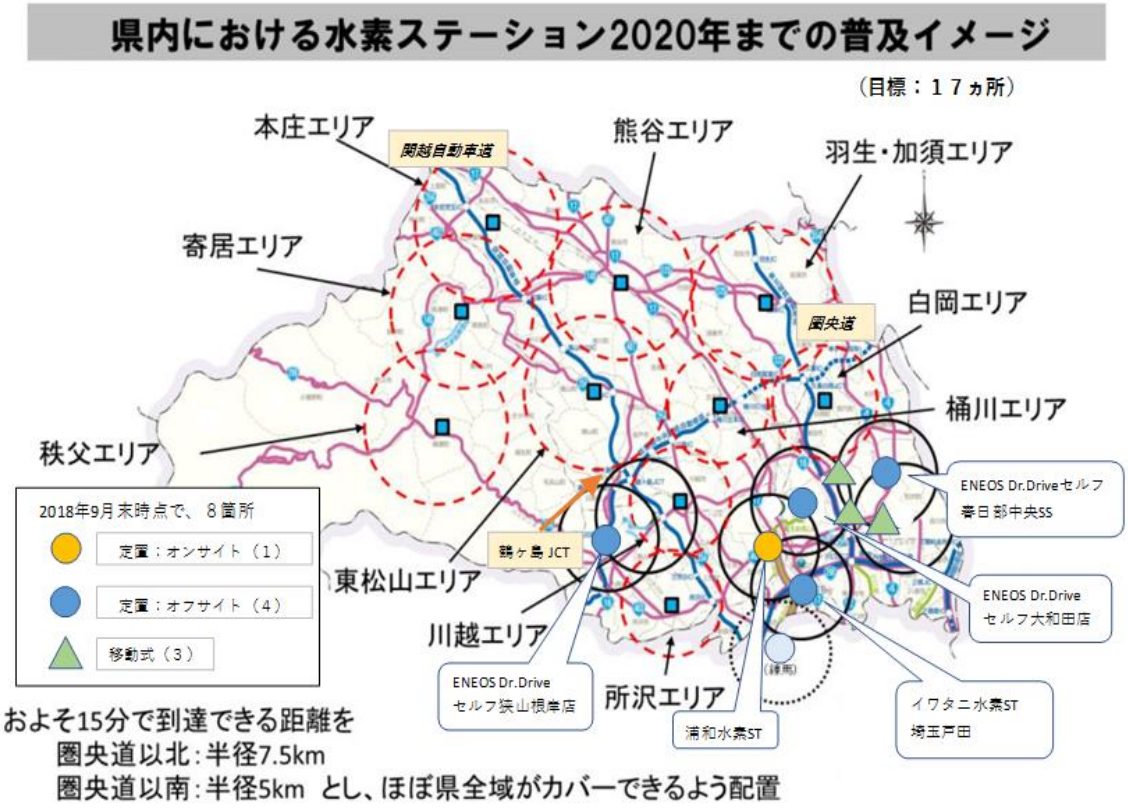


図 9．神奈川県の水素ステーションの整備目標

図 10 は、埼玉県の水素ステーションの整備目標と開所している水素ステーションの位置を示した地図である。埼玉県は 2020 年に 17 ヵ所の普及目標を掲げ、現在のところ 8 ヵ所が県南に開所している。



（埼玉県 燃料電池自動車・水素ステーション普及構想より）

図 10. 埼玉県の水素ステーションの整備目標

３．６　東京ガスの事例に見る、水素ステーションの運営

東京ガスは、2018 年 5 月時点で、首都圏に 3 ヵ所（浦和、練馬、千住）の水素ステーションを運営している。運営計画において 3 ヵ所はそれぞれの役割を持っており、水素ステーションの運営を継続する上で、相互に欠くことのできないものとなっている。

・浦和は、オフサイト型で水素供給基地の役割を担う。

・練馬は、関越練馬インターと環八が交わる交差点の近くに立地する水素ステーションである。交通の要衝にあるが、現時点では水素の需要は少ないため、経済性を考慮して、ボンベを束ねたカードルと呼ばれる容器に水素を積めて、浦和から水素を運んでいる。将来、需要が増えた場合には、近隣にガス整圧所があるこ

とから、オンサイト型へ変更することも可能である。

・千住は、小規模のオンサイト型ステーションである。地域の水素需要を賄い、また、浦和が定期修理に入る期間には、練馬へ水素をバックアップする役割を担う。そして2019年には、豊洲にFCバス対応の水素ステーションを開所する計画である。

東京ガスは、首都圏でのステーション運営を継続して実績を積み、将来、オフサイト水素ステーションの系列数を増やすこと、また、他社のオフサイト水素ステーションに水素を配送する事業展開を考えている。

４　水素社会構築に向けた、車両に関連する水素利活用の取り組み

４．１　本田技研工業の取り組み

本田技研工業は、水素エネルギー社会を拓くための 3 つの製品を上市している。①「水素をつくる」ためのスマート水素ステーション（SHS）、②「水素をつかう、水素とつながる」ためのFCV、③外部給電装置の3つである。

図11は、本田技研工業が考える水素エネルギー社会の概念図である。

再生可能エネルギーから得た電気は、施設などで直に消費する一方で、SHS に供給して水電解水素の製造に利用する。本田技研工業と岩谷産業が開発したSHSは、水素を製造・貯蔵し、FCVに高圧水素を充填できる機能を持つ。

水素を貯蔵して運ぶことができる FCV は、Zero Emission の乗用車として使用できるだけでなく、電源としても利用できる。外部給電装置はFCVから出力される直流の電気を交流に変換する機能を持ち、これを介することで家庭や施設などの電力需要を賄うことができる。

以上の 3 つの製品を用いることで、再生可能エネルギーから得た電気を水素に変えて貯蔵・備蓄し、必要時に施設に電力を供給する設備基盤が構築でき、利便性の高い水素エネルギーを社会に実装できるようになる。これが、本田技研工業が考える水素エネルギー社会の骨子である。

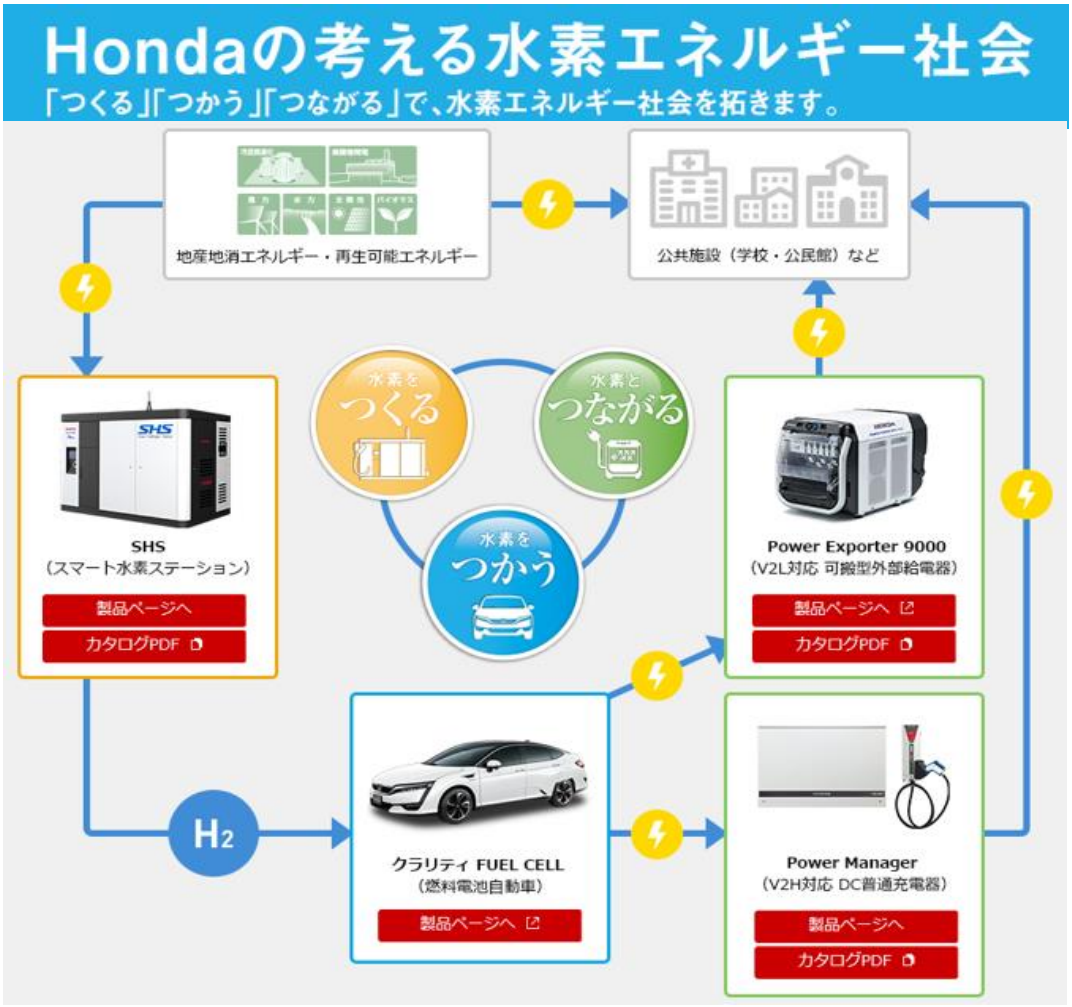


図 11. 本田技研工業が考える水素エネルギー社会

４．２　トヨタ自動車の取り組み

（１）東京 2020 大会での水素社会 PR

政府は水素基本戦略の中で、東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会（東京 2020 大会）を水素社会実現の契機とすること、そして、世界をリードする水素・燃料電池技術イノベーションをさらに加速して、成長戦略にもつなげたいと表明している。

オリンピック・パラリンピックのワールドワイドパートナーであるトヨタ自動車は、東京 2020 大会で、①すべての人に移動の自由を（Mobility for All）、②水素社会の実現を核としたサステナビリティ（環境・安全）、③トヨタ生産方式を活用した大会関係者輸送支援の 3 つをテーマとして、従来の車両供給の枠を超えたモビリティソリューションの提供を目指すことを発表した。このうち、②のテーマの具体策として、

FCV「MIRAI」、 FC バス「SORA」（図 12）、 豊田自動織機製の FC フォークリフト（図 13）などを含む電動車を中心に 3 千台以上の大会公式車両を提供し、これまでの大会で最高レベルとなる環境負荷低減を目指す計画である。

図 12. FC バス「SORA」

図 13. FC フォークリフト

FC バスは定員 79 名(座席＋立席＋乗務員)。航続距離は 200km。FC スタックを 2 台、高圧水素タンクを 10 本、最高出力 113kW、最大トルク 335N･m のモーターを 2 台搭載する。FC スタックや高圧水素タンクは MIRAI から、HV バッテリーはクラウンから、モーターは Lexus RX から、それぞれ流用することでコストを抑えている。

東京都交通局では現在、東京駅丸の内南口とお台場の東京ビッグサイトを結ぶ都 05-2 系統に、FC バスを 5 台導入している。FC バスは、従来のディーゼルバスに特有の振動や騒音はなく、車内はとても静かで、乗り心地が良い。電動バスに乗った経験のない人であれば、FC バスの乗車体験は、水素社会の良いアピールになると思われる。今後、FC バス「SORA」は、2018 年度と 2019 年度に 30 台ずつ、2020 年度に 35 台導入される計画で、2020 年度末には東京都内で累計 100 台の FC バスが運行される予定である。

FC バスは、災害時の移動式非常用電源としての役割も期待される。2018 年 4 月には東京都交通局と江東区の間で FC バスによる災害時の電源供給に関する協定が結ばれた。災害などで電力供給に支障が生じた場合には、FC バスが避難所などに出向き、電源供給の役割を担う。電源として出力 9kW，容量 235kWh の能力を持ち、避難所での 1 日当たりの電力消費量が 50kWh と仮定すると、最大約 4.5 日の電源供給を賄うことができる。

FC フォークリフトは、豊田自動織機が 2016 年に日本で初めて販売を開始した。仕様は 2.5 トン積みで、搭載する FC スタックの出力は 32kW である。MIRAI の FC スタックのセル枚数を減らして 1/3 程度の出力としたものを使用している。約 3 分の水素充填で連続稼働できる作業効率の良さが特長で、35MPa の水素を 1.2kg 充填し、約 8 時間稼働できる。また、外部給電機能も持ち、電動工具などの電源として AC100V、1kW を 15 時間供給可能である。

これまでに、卸売市場や空港などで FC フォークリフトを導入する実証試験が進められたほか、工場などにも採用されており、2018 年 3 月の時点で 77 台の FC フォークリフトが国内に普及している。また、トヨタ自動車元町工場は 2020 年頃までに、170～180 台の FC フォークリフトを導入する計画を発表している。

FC フォークリフトは、バッテリー駆動のフォークリフトに比べて価格が 3 倍以上も高いことが、普及の難点となっている。現在、トヨタ自動車は、2020 年頃以降の FCV 拡販に向けて FC スタックの生産能力の増強を進めており、量産効果で FC スタックの価格が下がれば、多くの電動フォークリフトを必要とする現場において、「連続運転したいが、充電時間がとれない」「バッテリー置場や交換時の重量作業に支障がある」場合に、FC フォークリフトの普及が期待される。米国では政府の支援を背景に、2013 年の時点で累計 4 千台以上の FC フォークリフトが導入されており、作業環境に配慮が必要な現場で多数台を高稼働で運用する場合に、稼働率低下を避けるために FC フォークリフトが選ばれる事例がある。

（２）サスティナブルなエネルギー社会

トヨタ自動車は、「これからの社会は、再生可能エネルギーの利用に合わせて、電気グリッドと水素グリッドを組み合わせてエネルギーを最適化し、有効に活用していく必要がある。」と、自社 HP の「次世代車のライフサイクル環境取り組み」の中で述べている。図 14 は、トヨタ自動車が考える、水素も活用した、サスティナブルなエネルギー社会の模式図である。

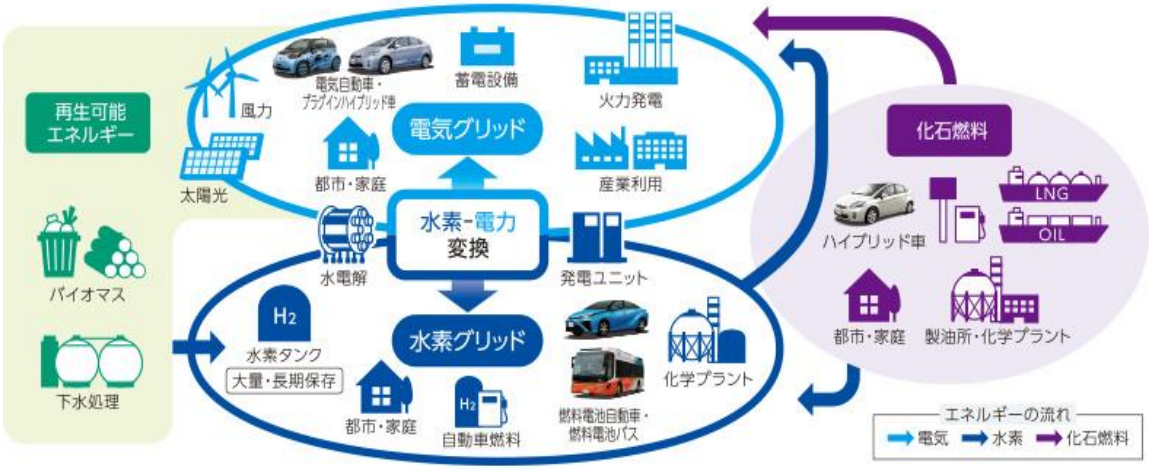


図 14. 水素も活用した、サスティナブルなエネルギー社会

水素は、さまざまな一次エネルギーから、各地域の事情にあった方法で製造でき、再生可能エネルギーの普及に大きな役割を担う。太陽光発電や風力発電は自然条件に左右されるため、発電の安定供給に課題があり、また、長時間・大量の蓄電にも課題がある。しかし、これらの電力を体積エネルギー密度の高い水素に変換することで、長期間・大量のエネルギー備蓄が可能となり、エネルギー安定供給の道を拓く手立てとなる。

トヨタ自動車はサスティナブルな社会の実現に貢献する具体策の1つとして、セブン-イレブン・ジャパンの店舗および物流における省エネルギーとCO_2排出量削減に共同で取り組んでいる。プロジェクトでは、店舗から排出されるCO_2を削減するため、図15のように、エネルギーマネジメントシステムで電源構成を管理する店舗に、太陽光発電パネルやリユース蓄電池のほか、定置式のFC発電機を導入し、再生可能エネルギーと低炭素水素を併用した効率的なエネルギー調達方法を検討する。

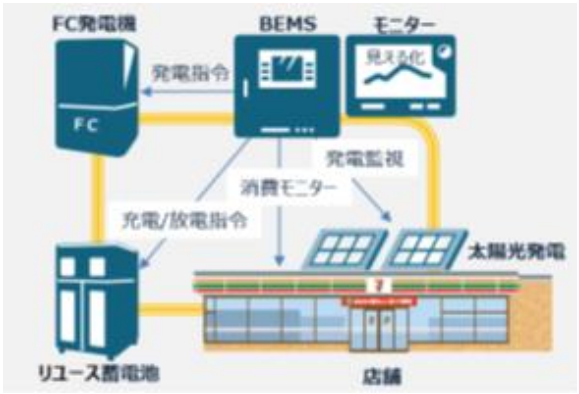


図 15. 店舗の電源マネジメント

図 16. FC 搭載の 3 トン積み中温冷凍トラック

また、物流におけるCO_2排出量削減策として、2019年春から、首都圏の物流向けに新開発したFC搭載の3トン積み中温冷凍トラック（図16）を2台、導入する計画である。

都内での食品運送に使用する、この新開発の 3 トン積み中温冷凍トラックは、MIRAI と同じ最高出力 114kW の FC スタックを搭載する。搭載する 3 本の高圧水素タンクには、水素が 7kg 充填でき、航続距離は約 200km である。

図 17 は、プロジェクトの全体概要である。まずは、セブン-イレブン・ジャパンの店舗および物流で水素の利用を図り、将来は、コンビニ併設の水素ステーションからの低炭素水素を店舗と物流で活用することが考えられている。また、水素ステーションを拠点に、FCV や FC バスへの水素販売、簡易水素充填車を用いた工場の FC フォークリフト向けの水素配送を行うような事業形態も検討されている。

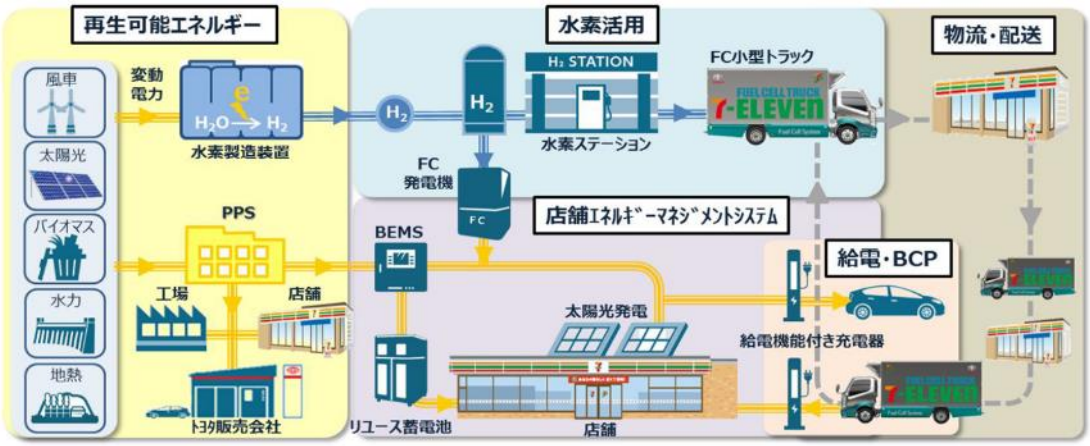


図 17. セブン-イレブン・ジャパンとトヨタ自動車の共同プロジェクトの全体概要

（3）FC トラクターヘッドによる大気汚染対策

米国西海岸のロングビーチ港やロサンゼルス港では、現在、環境負荷の高い大型商用トラックが、16,000 台以上走行しており、2030 年までに約32,000 台に増加すると推定されている。また、米国全体で43,000 台以上の貨物輸送トラックが、大気汚染物質を排出しながら港湾エリアを行き来しており、周辺のコミュニティにとって深刻な課題となっている。

そのような課題の解決を目指し、トヨタ自動車は、2017年夏から米国カリフォルニア州ロサンゼルス港で、港湾の大気汚染対策の一環として、従来のエンジン搭載トラッ

クに代わる、FC大型商用トラック(トラクターヘッド)の運用実証実験を行っている。

FC トラクターヘッドは、FC スタック 2 台と 12kWh のバッテリーを搭載し、貨物輸送に対応するため、約 500kW の出力と約 1,800N･m のトルクを確保している。推定航続距離は 320km 程度であり、これまでに約 16,000km を走行した。

2018 年 7 月には、搭載する高圧水素タンクの本数を 4 本から 6 本に増やすことで、推定航続距離が約 480km に伸びた、改良型（図 18）の導入が発表された。

図 18. 改良型 FC トラクターヘッド(左)とトレーラーを付けた FC 大型商用トラック(右)

（４）FCV 生産能力の増強

MIRAI は、現在、日米と欧州 9 ヵ国で販売中である。また、豪、加、中、UAE で走行実証を行っており、将来の FCV 販売国や地域の拡大に向けた環境整備を行っている。

トヨタ自動車では、将来の FCV の普及のために、2020 年頃以降に本格的な普及期に入ることが必要と考え、FC 搭載モビリティの全世界販売台数目標を、現状の 10 倍に当たる年間 3 万台以上に設定している。日本では、月間 1 千台規模の販売を目指しており、販売地域を 4 大都市圏から、さらに対象を広げることを検討している。

この全世界販売台数の目標達成を目指し、FCV の海外での販売国・地域の拡大と日本国内での販売地域拡大を図るために、FCV の車種バリエーションの拡充などが 2020 年頃以降に計画されている。また今後、運輸部門や産業界におけるエネルギー消費の脱炭素化の必要から、FC バスや FC フォークリフトの活用が拡がることが見込まれる。

そのような状況に対応するため、トヨタ自動車は、FCV の基幹部品である、FC ス

タックと高圧水素タンクの生産能力増強を図り、FC を搭載するモビリティの供給体制を整える計画である。FC スタックの生産は、豊田市の本社工場内に 8 階建ての専用建屋（図 19）を新設し、2020 年頃の生産開始を目指している。また、高圧水素タンクについては、みよし市の下山工場内に専用ラインを新設した。新設備では、生産段階での CO_2 排出量の徹底削減も目指しており、2020 年頃の稼働を予定している。

この他、豊田合成は、2020 年代初めの稼働を目指し、三重県に高圧水素タンクの生産工場（図 20）を新設した。これらにより、現在の年間 3 千台の生産規模は 10 倍に増強される予定である。

図 19. FC スタック生産用建屋

図 20. 高圧水素タンク生産工場

（補足）１　水素の特徴と危険性

水素は最も単純な構造を持つ物質である。一番軽いガスであり、大気に放出された水素は大気圏に留まることができない。そのため、水素単体は地球上の自然界に存在しない。また、水素は、常温で無色・無味・無臭の拡散性・還元性に優れた気体である。そして、水素自体は人体に無害である。

燃料としての水素は、他の燃料ガスより分子量が小さくガス密度が最小であるため、最も漏れやすい。その他にも、爆発範囲が非常に広い、着火エネルギーが極めて小さい、着火しても火炎は無色で見えにくい、という取り扱いが難しい面はある。しかし、水素の発火点は 527℃であり、発火点が 500℃のガソリンより自然発火しにくい。また、水素は空気中に 4～75vol％含まれている場合には燃焼するが、それ以上濃度が高くても低くても着火しない。万一、屋外で水素が容器から漏れたとしても、大気中ではすぐに拡散して水素濃度が希薄になるため、開放空間であれば水素が爆発することはほとんどない。このように水素も他の燃料ガスと同様、取り扱いを間違えない限り危険度は低い。

（補足）２　FCV の安全対策

FCV には、①水素を漏らさない、②水素を検知して止める、③漏えい水素が溜まりにくい構造にする の 3 つの視点から、水素の取り扱いに対する基本的な安全対策が施されている。

安全対策の①については、FCV の燃料である 70MPa の高圧水素を漏らさずに長期間貯蔵し、衝突時の衝撃や車体変形にも耐えられる衝突安全性能を備えた、強度・耐久性に優れた信頼性の高い水素タンクを採用している点が挙げられる。高圧水素タンクは、水素ガスが直接接触するライナー（内層）に高強度の炭素繊維をフィラメントワインド成形した炭素繊維強化プラスチック（CFRP）製が一般的で、高圧ガス保安協会の「70MPa 圧縮水素自動車燃料装置用容器の技術基準」に定められた、容器の材料や肉厚などの技術上の基準や容器検査などの規制に準拠している。MIRAI に搭載されている水素タンクは、Type4 と呼ばれる樹脂ライナーを用いたタンクで、炭素繊維強化プラスチックとガ

ラス繊維強化プラスチックの外層を施した 3 層構造となっている。一方、CLARITY Fuel Cell は、Type3 と呼ばれるアルミライナーを用いた水素タンクが搭載されている。

②については、車の複数個所に水素検出器を設置し、水素漏れが発生した場合には、水素タンクの主止弁で水素の供給経路を自動的に遮断し、運転者に警告表示を発する仕組みとなっている（検出された水素濃度が低い場合は、警告表示のみ）。また、事故や衝突などの発生をセンサーで検知して水素供給を遮断する仕組みも備える。

③については、万一、水素タンクの破損やセンサーが機能せず主止弁が閉じなかったなどの理由で水素が漏れてしまった場合の安全対策で、水素タンクの下部や水素供給配管を車体外に配置する設計にすることで、漏れ出した水素を車外に拡散させて、水素の濃度が爆発下限界を超えることを妨げる配慮をしている。

しかし、万一、水素タンクが破損して水素が漏れ出した場合、水素に着火して炎上することがありうる。その状況を再現した試験の報告書が、2001 年の米国エネルギー省 Hydrogen Program Review の議事録に掲載されている。米国マイアミ大の Michael R. Swain 博士の報告書：Fuel Leak Simulation によると、実験では、水素タンクを搭載した車とガソリンタンクを搭載した車について、燃料が漏れて着火したときに被る車の被害状況を比較している。

図 21 は、テストでの車の被害状況の経時変化を示している。3 枚の写真は、左からテスト開始直前、中央はテスト開始 3 秒後、右がテスト開始 1 分後の状況で、各々の写真に写る 2 台の車両の左側は水素が燃料の車、右側はガソリンが燃料の車である。テストでは、約 1.5kg の水素が貯蔵されたタンクから、すべての安全機能が働かずに水素が漏れて着火したケースと、車体下部中央の燃料配管からガソリンが約 2.4L 漏れて着火したケースを想定している。

テストの結果は、水素が漏れて着火した車では、水素がタンクからすべて放出されてしまうまでの 100 秒の間、後部から炎が立ち上っていたが、リアウインドウの表面温度は 47℃まで、リアウインドウとリアシートの間のトレイは 19℃までしか温度は上がらず、車への大きな被害は見られなかった。これは、水素炎の輻射熱が少ないことも奏

功している。一方、ガソリンが漏れて着火した車は、床下の炎が車内の居室空間やトランクに延焼し、車のタイヤがパンクするなど、被害は甚大であった。

（報告書 Fuel Leak Simulation より）

図 21. 車両の燃料着火試験（各写真で、左の車は FCV、右の車はガソリン車）

FCV には、他車が起こした事故に巻き込まれるなどで FCV が延焼し、外部から高圧水素タンクが熱せられた場合に備えた対策も施されている。タンクには溶栓式安全弁が設けられており、延焼時にはタンク内圧が上昇して破裂する前に、タンク内の水素を溶栓式安全弁から外部に放出する仕組みが設けられている。溶栓式安全弁が作動する温度は、MIRAI の場合、約 110℃であることが公表されている。

また、危害予防策として、トヨタ自動車と本田技研工業はそれぞれ、FCV をレスキュー作業する場合の注意事項を記したマニュアルを整備し、自社 HP で公開している。それによると、レスキュー隊員には、まず、静電靴や絶縁手袋などの絶縁保護具とバッテリー液漏れ時の対処のための耐溶剤用保護具が必要であること、そして、高圧電流に対する注意と遮断対応をとること、また、レスキュー現場では速やかに退避判断ができるように水素漏れの音の確認や水素検出器による測定で水素の漏れに対する注意を払うとともに、水素機器や水素配管の切断や破壊は行わないこと、溶接弁からの水素の放出方向が車両後方であることから、放出された水素への引火に備えた消火方法や車両への接近方向を警告している。

（補足）３　水素ステーションの安全対策と規制緩和

FCV に水素を補給する水素ステーションにも、表 8 の 5 つの基本的な考え方に基づいて、設備ごとに様々な安全対策が施されている。表 8 には併せて、FCV に水素を充填する設備のディスペンサーに施された安全対策を具体例として示す。例えば「水素を漏ら

さない対策」としては、FCV への水素充填時に過充填や過大流速となることを防ぐ「ディスペンサーの充填条件の制御」、異常を発見したときに手動で充填作業を停止できる「緊急停止スイッチ」、地震を感知した際に自動で全設備を安全に停止するための「地震計」と「自動停止機構（インターロック）」、充填作業中に FCV が誤発進した場合に、充填ホースと FCV を切り離し、充填ホースからの水素の漏えいを防ぐ「緊急離脱カプラー」（なお、FCV には逆止弁が設けられおり、高圧水素タンクからの水素の逆流（放出）を防ぐ）、車両の衝突でディスペンサーが破損することのないように周囲に「車両衝突防止ガード」を設け、また、ディスペンサー自体も「高さ 150mm 以上のアイランド(高台)上に設置」することで、衝突被害を受けないようにしている。

表 8. 水素ステーションの安全対策の基本的な考え方と具体的な対策内容

安全対策		内容	（例）ディスペンサーへの安全対策
1	**水素を漏らさない**	・水素脆性の耐性が高い金属材料の採用を、規制で義務付け。 ・耐圧テストを合格した配管や容器を使用。 ・異常時に、自動/手動で停止。 ・設備損傷を回避する防護。	「充填条件の制御機能」 「緊急停止スイッチ」 「地震計」 「自動停止機構（インターロック）」 「緊急離脱カプラー」 「車両衝突防止ガード」 「高さ150mm以上のアイランド上に設置」
2	**漏れたら早期に検知し、拡大を防ぐ**	・漏えい検知器の設置。 ・少量の漏えいを検知した段階で、設備ごとに、水素供給を遮断する仕組みを設けている。	「ガス検知器」 「自動停止機構（インターロック）」
3	**水素が漏れても、溜めない**	・漏れた水素がすぐに上方に拡散し、着火しないレベルまで希釈され、また、ガスが滞留しない構造。 ・圧縮機のケーシングには、換気設備を設置。	「水素が滞留しない屋根構造」
4	**漏れた水素に着火させない**	・電気設備は防爆構造を採用。着火源を排している。 ・静電気対策。	「防爆構造を有する電気機器」 「アース」
5	**万一、火災などが起こっても、周囲に影響を及ぼさない**	・ディスペンサーや蓄圧器に、火災を検知して、警報し、設備の運転を自動的に停止する火災報知器を設置。 ・万一、漏えいガスに着火しても、速やかにガスが遮断され消火する。 ・高圧ガス設備の外面から敷地境界に対して一定距離を有するか、障壁などの代替措置をとる。	「火災検知器」 「散水設備」 「障壁」

（経済産業省 水素・燃料電池自動車関連規制に関する検討会 開催資料をもとに ARC で作成）

水素ステーションは、他の高圧水素設備と同様、高圧ガス保安法で規制されている。その他、表 9 に例示するように、安全性確保の観点から、法規、技術基準、規格、ガイドラインなどが規定されている。（水素供給利用技術協会(HySUT)では、技術ガイドラインのほか、商用水素ステーションを事業として運営する上での信頼性確保という観点から、品質や計量などに関する運用ガイドラインも策定している。）

表 9. 水素ステーションに係る規制や基準、ガイドライン類

法規（法律・省令）	技術基準・規格	技術指針・技術ガイドライン
高圧ガス保安法	**例示基準（省令補完）**	**石油エネルギー技術センター**
一般高圧ガス保安規則	**日本工業規格（JIS）**	技術指針：JPEC－TD
容器保安規則	**国際標準 ISO/TC197**	検査指針：JPEC－S
特定設備検査規則	**高圧ガス保安協会**	ガイドライン：JPEC－TD
コンビナート等保安規則	技術基準： KHK－S	**水素供給利用技術協会**
消防法	技術文書： KHK－TD	ガイドライン：HySUT－G
建築基準法	**石油エネルギー技術センター**	
都市計画法	技術基準：JPEC－S	
労働安全衛生法	検査基準：JPEC－S	
石油コンビナート等災害防止法	技術文書：JPEC－TD	**運用ガイドライン（品質、計量など）**
道路運送車両法	**日本産業・医療ガス協会**	**水素供給利用技術協会**
道路交通法	技術基準：JIMGA－T－S	ガイドライン：HySUT－G
港則法		
大気汚染防止法		

（総務省消防庁 水素スタンドの多様化に対応した給油取扱所等に係る安全対策のあり方に関する検討会（平成 29 年 7 月）配付資料をもとに ARC で作成）

水素ステーションの規制緩和については、政府の規制改革実施計画に盛り込まれた規制見直しの項目に基づいて、高圧ガス保安法、消防法などの関係法令の改正が進んでいる。これまでの規制の見直しは、材料（例：使用可能鋼材の拡大）、立地（例：市街地での水素保有量変更）、運営（例：充填圧力変更）、輸送（例：容器の圧力上限の緩和）、距離（例：保安距離の緩和）、機器（例：基準整備）、その他（例：検定制度）の項目について行われてきた。規制改革実施計画に水素ステーションの規制緩和が取り上げられたのは平成 25 年(2013 年)に閣議決定された計画からであり、その規制見直しは既に完了した。その後も、平成 27 年に閣議決定された計画に 18 項目、平成 29 年に閣議決定された計画に 19 項目の規制見直しが盛り込まれ、検討が続けられている。

水素ステーションの規制緩和の検討は、2017 年 8 月からは、経済産業省が主催する「水素・燃料電池自動車関連規制に関する検討会」の場で議論されている。これは、平成 29 年の規制改革実施計画で「水素・燃料電池自動車関連の規制の検討は、規制当局、推進部局、事業者・業界などの関係者、有識者を交えた公開の場で行う。」ことが掲げられたことを受けての対応である。業界関係者である燃料電池実用化推進協議会（FCCJ）などが、規制見直し項目に関する要望事項について提言を行い、規制側である官庁と検討を進めるかたちで、2019 年 2 月現在までに合計 8 回の会が開かれている。

例えば、セルフ水素スタンドについては、2018 年 6 月の第 6 回検討会で行われた運営に関する規制見直しの議論に基づいて、経済産業省がセルフ充填を認める方針を固めたものである。本来、水素充填のために実施するノズル着脱などの作業は、高圧ガス保安法の高圧ガス製造行為に該当するため、一般のドライバーは実施することができない。そこで、セルフ水素スタンドについては、平成 27 年の規制改革実施計画に基づいて、技術面の検討を担う新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が委託して、2018 年 5 月に石油エネルギー技術センター（JPEC）が取りまとめた技術文書「セルフ水素スタンドガイドライン」に沿って、保安の確保を図ることとなった。ガイドラインでは、事業者とドライバーの間で作業を行う契約を結び、かつ、ドライバーが作業を行うために必要な保安教育を受けるなどの条件を満した場合に限り、ノズル着脱などの作業について、水素スタンドでのセルフ充填作業の一環としてドライバーが行うことを認めている。これを受けて、岩谷産業が運営するイワタニ水素ステーション芝公園と JXTG エネルギーが運営する ENEOS 横浜綱島水素ステーションは、2018 年 10 月からセルフ充填サービスをスタートした。

以上

【主な参考資料】

・トヨタ自動車株式会社 MIRAI 公式ページ（https://toyota.jp/mirai/）
・「トヨタの電動車普及に向けたチャレンジ」(17 年 12 月説明会)公表資料
（https://newsroom.toyota.co.jp/jp/album/videos/20352116/）
・本田技研工業株式会社 CLARITY Fuel Cell 公式ページ
（https://www.honda.co.jp/CLARITYFUELCELL/）
・株式会社豊田自動織機（https://www.toyota-shokki.co.jp/）
・トヨタ L&F 燃料電池フォークリフト
（http://www.toyota-lf.com/products/detail/fuel_cell_lift/index.html）
・豊田合成株式会社（https://www.toyoda-gosei.co.jp/）
・日本水素ステーションネットワーク合同会社（https://www.jhym.co.jp/）
・JXTG エネルギー株式会社　水素ビジネス
（https://www.noe.jxtg-group.co.jp/business/hydrogen/）
・岩谷産業株式会社（http://www.iwatani.co.jp/jpn/）
・東京ガス株式会社　技術開発/水素社会
（https://www.tokyo-gas.co.jp/techno/category2/）
・株式会社セブン-イレブン・ジャパン（http://www.sej.co.jp/company/）

・経済産業省資源エネルギー庁　平成29年度エネルギーに関する年次報告
（エネルギー白書2018）（http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/）
・経済産業省　水素基本戦略
（http://www.meti.go.jp/press/2017/12/20171226002/20171226002.html）
・水素・燃料電池戦略ロードマップ
2019年3月改訂（https://www.meti.go.jp/press/2018/03/20190312001/20190312001.html）
2016年改訂ポイント（https://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy/nenryodenchi_fukyu/pdf/002_01_00.pdf）
・経済産業省　水素・燃料電池戦略協議会
（http://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/index.html）
・経済産業省　水素・燃料電池自動車関連規制に関する検討会
（http://www.meti.go.jp/shingikai/safety_security/suiso_nenryo/index.html）
・高圧ガス保安協会　ホームページ（https://www.khk.or.jp）
・経済産業省　産業保安　高圧ガス・コンビナートの安全
（http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/hipregas/index.html ）
・総務省消防庁　平成29年 水素スタンドの多様化に対応した給油取扱所等に係る安全対策のあり方に関する検討会
（http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h29/suiso_anzen/index.html）
・東京都環境局　水素社会の実現（http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/hydrogen/）
・東京都区市町村における燃料電池自動車の導入促進事業
（https://www.tokyo-co2down.jp/company/subsidy/fuel_cell_area/index.html）
・東京都交通局（https://www.kotsu.metro.tokyo.jp/）
・神奈川県　水素社会実現ロードマップ（http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/p1106246.html）
・埼玉県　エネルギー施策　水素エネルギー
（https://www.pref.saitama.lg.jp/a0503/energy/suiso/suiso-top.html）
・一般社団法人水素供給利用技術協会（http://hysut.or.jp/）
・一般社団法人次世代自動車振興センター（http://www.cev-pc.or.jp/）
・燃料電池実用化推進協議会（http://fccj.jp/）
・燃料電池.net（https://燃料電池.net/）
・石油エネルギー技術センター（http://www.pecj.or.jp/japanese/index_j.html）

・Michael R. Swain. Fuel Leak Simulation. Proceedings of the 2001 DOE Hydrogen Program Review
（https://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/30535be.pdf#search=%27Fuel+Leak+Simulation%EF%BC%8CProceedings+of+the+2001+DOE+Hydrogen+Program+Review%27）
・高野 俊夫. 高圧水素複合容器. 日本AEM学会誌. 2006, vol.14, no.3, P.42-47.
（https://ci.nii.ac.jp/els/contentscinii_20190224194436.pdf?id=ART0008122770）

＜本リポートのキーワード＞

FCV、FC バス、FC フォークリフト、FC 中温冷凍トラック、FC トラクターヘッド、
水素ステーション、水素社会

（注）本リポートは、ARC のホームページ（https://www.asahi-kasei.co.jp/arc/）から
検索できます。

このリポートの担当
主幹研究員　袴家 淳雄
お問い合わせ先　03-6699-3095
E-mail hakamaya.ab@om.asahi-kasei.co.jp

内容の無断転載を禁じます。