2020 OEGセミナー

燃料電池モビリティの国内・海外の最新動向

2020年11月6日



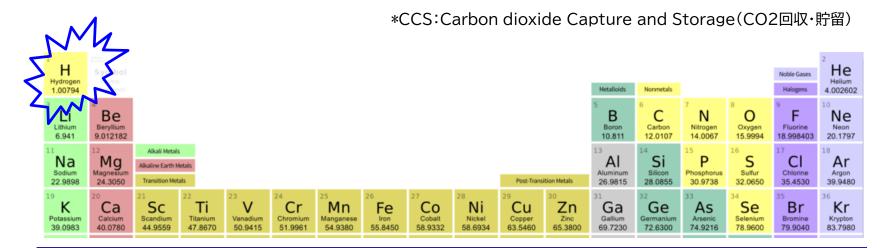
本日の講演内容

- 1. 序章
- 2. 電動化における燃料電池
- 3. 国内の燃料電池モビリティの動向
- 4. 海外の水素エネルギー戦略
- 5. 海外の燃料電池モビリティの動向

1. 序章(水素とは?)

■ 元素のなかでも一番小さな原子番号を持ち、宇宙全体では一番多く存在

- 地球上にある水素のほとんどは、**水や化石燃料のように化合物として存在**
- ・ 水素は、燃料電池(自動車、コジェネ)だけではなく、製鉄プロセス、肥料製造、半導体加工、石油 精製(リファイナリ)など産業用途として幅広く使われている
- 中学校の理科の実験でおなじみ
 - 水の電気分解(水電解):水 → 酸素+水素
 - 水素の燃焼:爆発性大(ただし、大気中に逃げるスピードも最も速く、「漏らさない」・「検知して止める」・「漏れても溜めない」を守れば安全性も十分に確保)
- 水素を使ってもCO₂は発生しない
 - 化石燃料由来であれば製造時にCO₂が発生するが、CCS*との組み合わせ、あるいは再生可能 エネルギー由来の電気分解であればCO2フリー





MIZUHO

1. 序章(水素利活用社会のイメージ)

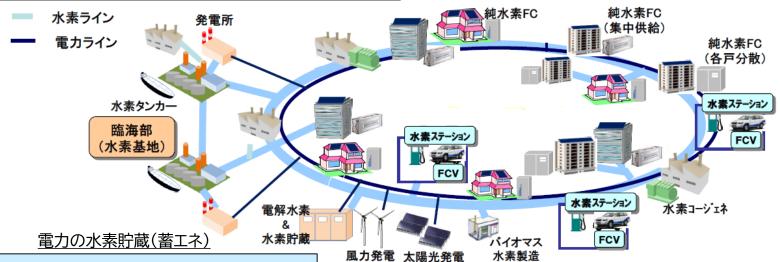
- 水素の特徴から新エネルギーとして注目を集めており、水素をエネルギーとして用いる「水素利用社会」への取り組みが非常に活発化。
- エネルギー基本計画での「水素社会実現」の目標化、「水素基本戦略」・「水素・燃料電池戦略ロードマップ」制定のもと、国策として水素利用社会への積極的な取り組みが検討。

【将来の水素社会イメージの例】

水素発電

燃料電池(FC:Fuel Cell)

火力発電所の燃料を化石燃料から水素に代替することで、 環境性とエネルギーセキュリティが向上する。 水素燃料電池をモビリティや家庭で活用することで、クリーンかつ高効率なエネルギーの利用が可能になる。



余分な電力を水素に変換・貯蔵し必要に応じて 取り出すことで安定的な電力供給を実現

【出典】日本ガス協会「都市ガス業界が考える水素社会の姿について」より一部抜粋・加筆





1. 序章(水素・燃料電池戦略ロードマップ)

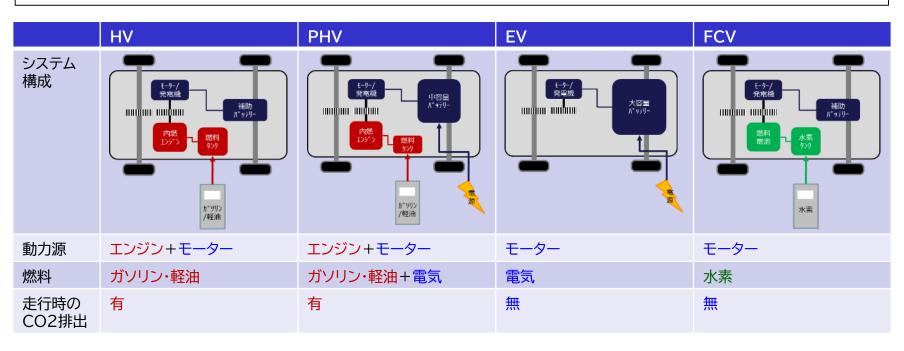
- 「水素・燃料電池戦略ロードマップ」を2019年3月に大幅改訂、水素基本戦略等に基づいてコストや効率など技術目標を中心に、具体的な数値目標を策定。
- 燃料電池自動車(FCV)は**2030年までに80万台程度、水素STは2020年度までに160箇所、2025年までに320 箇所の整備、**2020年代後半までにST事業の自立化を目指す。
- 2030年までに国際水素サプライチェーン構築・国内再エネ由来水素技術確立を目指し、**国内水素需要量30万トン(発** 電で1GW規模)を創出する。





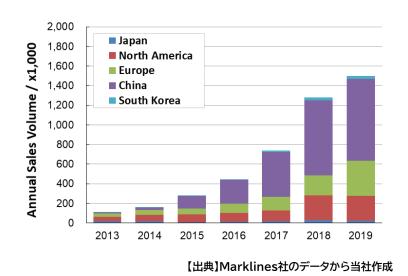
2. 電動化における燃料電池(電動車の種類と特徴)

- 米国・中国で新エネルギー車として対象となっている電動車の種類はPHV, EV, FCVの3種、日本国内で最も普及しているHVは対象外(中国ではHVも温室効果ガス低減に向けて効果あり、との見解で2021年1月から「低燃費車」として優遇対象)。
- 中国についてはEVで燃料電池をレンジエクステンダーとする駆動システムも対象。レンジエクステンダー方式は基本的にEVと同様で直接モーターを駆動するのは蓄電池で、燃料電池は蓄電池に電力を供給する発電機の役割にとどまるため、機器に求められる性能やシステム設計、および制御の難しさは緩和し、新規プレーヤーの参入障壁が低くなる。

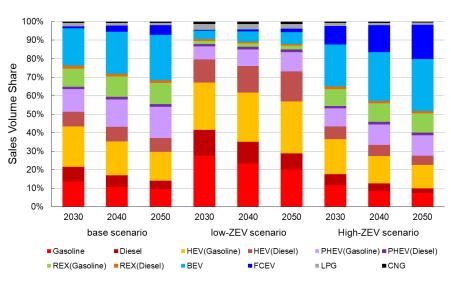


2. 電動化における燃料電池(電動車市場)

- 過去5年の電動車(PHV, EV, FCV)の販売台数は2018年まで平均年率55%で増加(2019年は中国の補助金減額で市場成長が鈍化)、2015年からはEVを中心として中国・欧州における電動車が急増。
- 当社が試算した乗用車のパワートレイン構成変化の予測では、現在の蓄電池・燃料電池技術ロードマップのコスト目標が達成される前提条件(base scenario)でEV/FCVの市場占有率は2030年で約20%、2050年で約30%へ成長。さらに再工ネ由来の水素製造が本格普及し、水素価格が化石燃料等価になった場合にはFCVの普及が拡大。



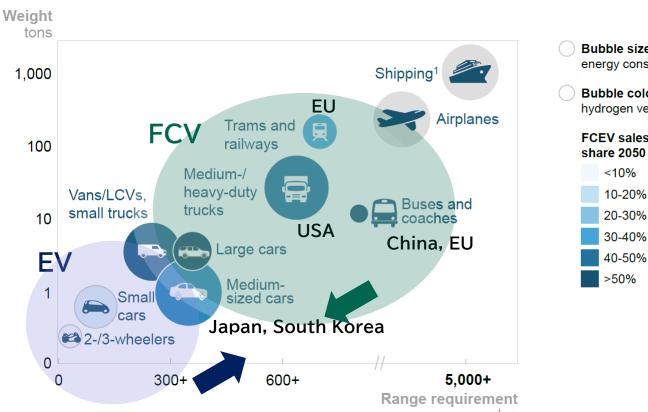
過去7ヵ年の電動車の年間販売台数の推移



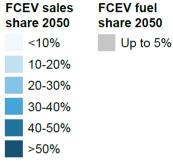
将来の自動車パワートレイン構成予測 (当社が独自で試算)

2. 電動化における燃料電池(EVとFCVの関係性)

- FCVとEVはどちらが将来的に市場優位かという議論がつきないが、自動車業界においては、競合関係ではなく移動体アプリケーション別で共存関係であることが一般的な考え方。
- ただし、FCVの初期市場形成段階における普及戦略は国・地域別でそれぞれ特色を有する。



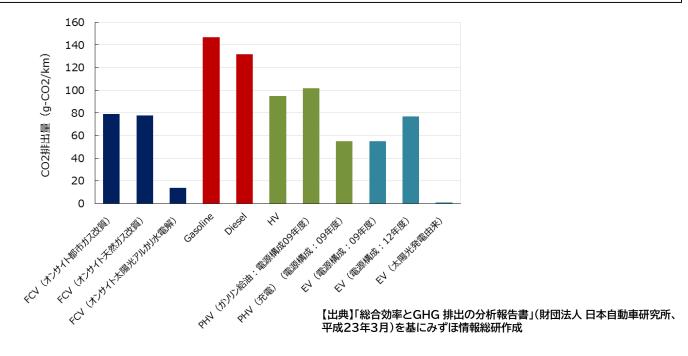
- Bubble size roughly representing the annual energy consumption of vehicle type in 2050 (1 EJ)
- **Bubble color** representing the market share of hydrogen vehicles in 2050



【出典】Hydrogen Council,Hydrogen scaling-up -A sustainable pathway for the global energy transportation- 2017

2. 電動化における燃料電池(Well to Wheelの観点)

- FCVはエネルギー効率が高いために、Well to Wheel(燃料としての一次エネルギーの採掘から車 両走行まで)でCO2排出量を低減できることに加えて、実航続距離が500km超と長く、燃料充填時間が3分程度と短いなど、ガソリン自動車並みの性能を有している。
- 2011年の東日本大震災以降の電源構成ではEVでも環境性が高いとは言い難く、将来のCO2排出量 削減に向けては再生可能エネルギーの普及に加え、余剰電力による水素製造・貯蔵を含めたクリーンな エネルギー需給システムの構築が重要。



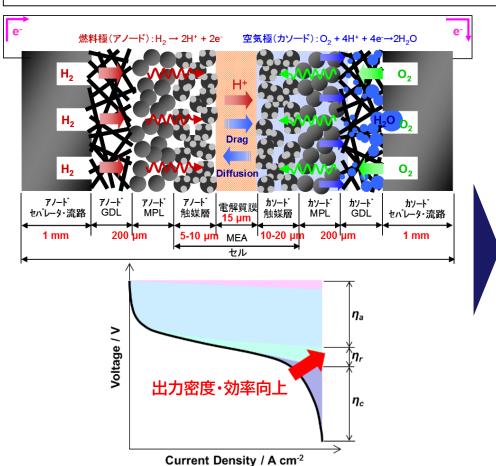
Well to Wheel JC08モードでのCO2排出量の比較





2. 電動化における燃料電池(FCV用燃料電池の原理)

■ 燃料電池は主に車載用動力源としてのPEFCでは高出力密度化・高効率化・高耐久化とPt使用量低減など部材コストの低減が喫緊の技術課題



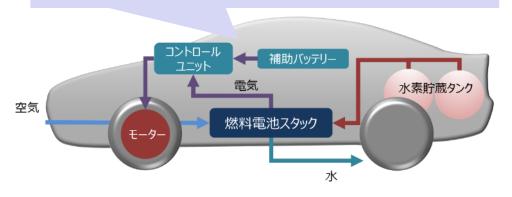
過電圧	性能低下要因と対策
活性化過電圧 (<i>η</i> _a)	有効反応面積の低下 ⇒ 触媒有効サイト(三相界面)の向 上 酸素還元反応(ORR)速度が不十分 ⇒ 高活性の触媒材料開発
抵抗過電圧 (<i>n</i> _r)	電解質内のプロトン輸送抵抗 ⇒ プロトン伝導度の向上(特に低含水時)
濃度過電圧 (η _c)	物質移動速度が不十分 ・電極内の酸素輸送抵抗の低減とプロトン伝導性の両立(アイオノマーの高分散、高拡散性の電極構造) ・凝縮水滞留の抑制・排水性向上

燃料電池の部材構成・性能曲線と分極特性

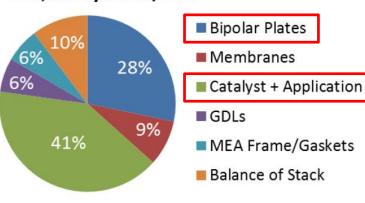
2. 電動化における燃料電池(FCVの技術課題)

- 航続距離(JC08モード650km)、燃料充填時間(3分間)などユーザビリティは内燃機関エンジン自動車並みの水準を達成。また、寒冷地対応や耐久性でも実用水準を達成しており、クルマとしての基本性能は満たしているが、普及拡大のためには更なるFCシステムと水素貯蔵タンクのコスト低減と性能向上の両立が必須。
- 「FCシステム」と「水素貯蔵タンク」の技術課題のクリアが必須。
 - ✓ FCの出力密度向上(2倍以上):エンジンと同等の出力で同じパッケージスペースが目標
 - ✓ 排熱量の低減:出力2倍のFCシステムからの排熱を放出するために、現状技術で実現されるラジエータの大きさ を約半分程度への小型化、あるいはFCの高温作動による放熱効率の向上、FCの発電効率向上の両方が必須。

高温作動化+発電効率向上、出力密度向上と小型化によるコスト低減、耐久性向上、システム簡素化によるコスト低減が課題



500,000 Systems/Year



FCVシステムとスタックコスト

【出典】DOE "Fuel Cell System Cost-2017"



3. 国内の燃料電池モビリティの動向(FCVの社会的意義と状況)

- 燃料電池自動車(FCV)は、ガソリン車よりもエネルギー効率が高い。**走行時の排出は水のみであり、** CO2フリーな水素製造が可能となれば運輸部門のゼロエミッション化が可能。
- FCVから住宅等への給電(V2H:Vehicle to Home)により、非常時の外部給電機能、電力需給逼迫時のピークカット等に果たす役割も期待、給電容量は電気自動車の数倍。大容量の発電が可能な燃料電池バスと可搬型バッテリーなどを組み合わせた移動式発電・給電システムをトヨタとホンダで共同開発したことを2020/8末に発表。
- 現時点では我が国がFCV分野の技術をリードしており、将来的な市場の成長も見込めることから、経済・雇用への好影響など、産業政策上の意義もある。
- 2014年12月にトヨタ自動車が燃料電池自動車(FCV)の一般販売を開始、2016/3年に本田技研工業(自治体・企業リース限定)、海外では現代自動車が第2世代モデルを販売開始。





トヨタ自動車 MIRAI

本田技研工業 Clarity Fuel Cell



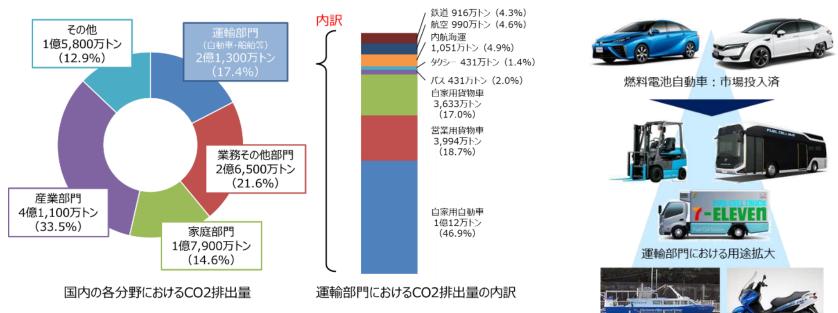
移動式発電・給電システム"Moving e"

【出典】各社HPより引用



3. 国内の燃料電池モビリティの動向(多用途展開)

- 運輸部門のうち、CO₂排出量は**自家用乗用車以外の移動体は約50%**を占める。
- こうした状況において、FCEV(乗用車)の燃料電池スタックを転用することで、バス・トラックなどの商 用車両、フォークリフトなどの産業用車両をはじめとする様々な輸送用途に燃料電池の活用を拡大す ることは、省エネルギーや省CO₂等の観点から有効。
- また、燃料電池の用途拡大に伴い、一層の耐久性や経済性が要求される商用車両等に対応するための 技術開発促進、燃料電池スタックや部材の流通量増加による車両価格低減、水素需要拡大によるイン フラ事業者の採算性の改善、水素価格の低減への貢献に繋がる。



【出典】温室効果ガスイベントリオフィス「日本の温室効果ガス排出量データ(1990~2015)確報値」により算出 ※電気事業者の発電に伴う排出量、熱供給事業者の熱発生に伴う排出量はそれぞれの消費量に応じて最終需要部門に配分



3. 国内の燃料電池モビリティの動向(FCバス)

- 主として大気汚染問題や地球温暖化の改善等の観点から、CNGバスや電動バス等の導入が進められている。利用段階でCOっを出さない燃料電池バスの普及も期待度が高い。
- 燃料電池バスは、災害時の非常用電源としての活用、通常の燃料電池自動車約50台分/年の水素の需要が見込める試算もあり、燃料電池自動車市場の黎明期における安定的な水素需要源としても期待。
- これまで国内でも実証用車両が開発され、走行実証が行われているが、既に市場投入された乗用車向けのスタックを転用し、2018年3月に量産型FCバス「SORA」が市場投入開始(2020/3末で57台、東京都は延期されたオリパラ開催までに100台導入を計画)



量産型燃料電池バス「SORA」

【出典】トヨタ自動車HPより引用

	項目	スペック
車両	全長/全幅/全高(mm)	10,525/2,490/ 3,350
	定員(人)	79
FCスタック	名称	トヨタ FCスタック
FCスタック	最高出力(kW×個数)	114×2
	燃料種類	圧縮水素
高圧水素タンク	最高充填圧力(MPa)	70
向 <u></u> は小系タンク	本数	10
	タンク内容積(L)	600
V2Hシステム	最高出力(kW)/ 供給電力量(kWh)	9.0/235

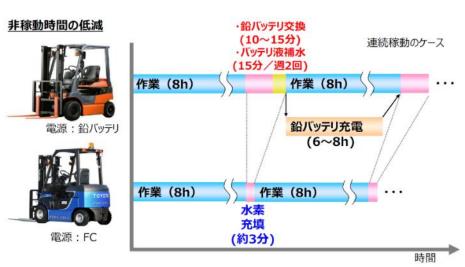
3. 国内の燃料電池モビリティの動向(FCフォークリフト)

- 工場、倉庫、配送センター等の構内で使用されるフォークリフトについては、工場等における排出ガス の低減等の観点から、2t車両以下の中小型車を中心に、従来のディーゼルエンジンから電動化が進ん でおり、既に年間販売台数のうち60%が鉛蓄電池を用いた電動フォークリフトとなっている。
- 電動フォークリフトは、ディーゼルエンジン車と比較して、稼働時にゼロエミッションであり、低騒音・低振動。また、ランニングコスト(電気代)が軽油等に比べると安いといったメリットがある。他方で、稼働時間が短く、充電時間が長いといった課題が指摘されており、連続稼動が要求される運用では燃料電池フォークリフトが期待されている。現在、国内では約250台のFCフォークリフトが稼働中。

【電動フォークリフトのTCO比較】

CURRENT POTENTIAL¹ 1,000€/service hour 2.0 -10-20% -5-10% 1.9 1.8 1.7 1.6 1.5 **FCH** Battery **Battery** Maintenance (forklifts) Depreciation (forklifts) Costs infrastructure Fuel costs Financing costs Labour costs (forklifts)

【電動フォークリフトの充電時間比較】



【出典】Roland Berger, "Fuel Cells and Hydrogen Applications for Regions and Cities Vol.2 -Cost analysis and high-level business case", 2017

【出典】豊田自動織機「燃料電池フォークリフトの取り組み



3. 国内の燃料電池モビリティの動向(FCトラック)

- セブン-イレブン・ジャパンが、3t級のFCトラックを導入することを発表。発電電力は冷蔵にも利用、東京アールアンドデーによるFC小型トラックの公道実証を福岡市内で実施。
- 大型FCトラックについては、トヨタ自動車と日野自動車、本田技研といすゞ自動車が共同開発を公表。

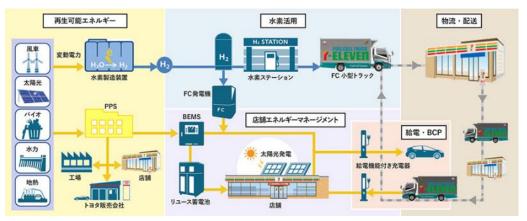
セブン-イレブン・ジャパンのFCトラックの取り組み

- セブン-イレブン・ジャパンは、トヨタ自動車が開発した 燃料電池トラックを2019年春に首都圏で2台導入。
- 走行時のCO2排出量がゼロの冷蔵温度帯3tトラックで、燃料電池で発電した電力は商品の冷蔵でも活用する。

FC小型トラックの公道実証

- 東京アールアンドデーは、国内初となる燃料電池小型トラックの公道実証を10月より福岡市内で実証。
- 車両の燃料は、水素エネルギー社会の実現に向けて 「水素リーダー都市プロジェクト」を進める福岡市にお いて「下水バイオガス原料によるグリーン水素」を使用。

【燃料電池トラックの活用】



【出典】トヨタ自動車 ニュースリリース

【燃料電池トラックの公道実証】







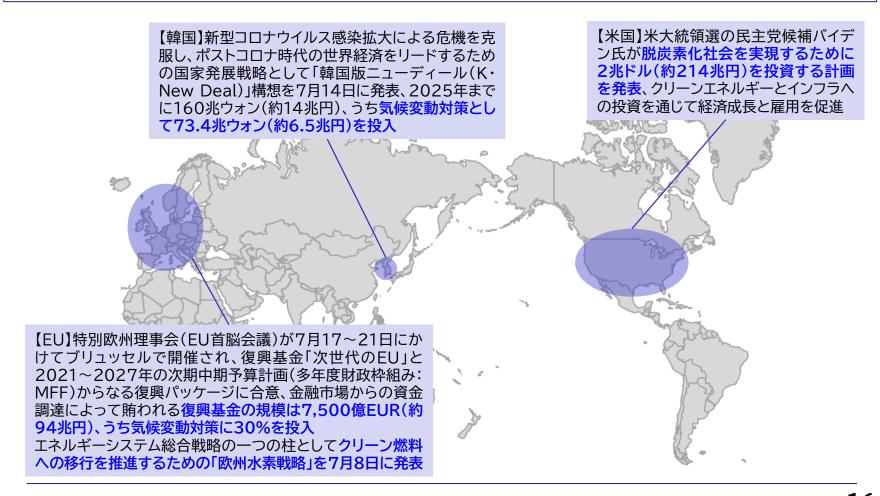


【出典】東京アールアンドデー HP



4. 海外の水素エネルギー戦略(グリーンリカバリー政策)

■ 欧州、韓国、米国民主党候補がアフターコロナの経済復興として気候変動・脱炭素化へ向けた資金投入を表明・意思表示



4. 海外の水素エネルギー戦略(欧州水素戦略の概要)

■ 2030年までに水電解水素製造だけで最大420億EUR(5.3兆円)を拠出、2050年までの投資額は ~4,700億EUR(56兆円)となる見通し。欧州域内で2030年までに40GWの水電解装置導入(水素1,000万トン)目標を発表、また、国外での水素製造・輸入にも言及

	Phase 1 (2020-2024)	Phase2 (-2030)	Phase 3(-2050)
水電解装置の 導入目標	●2020年Q3に100MWの水電解 プロジェクトを立ち上げる。 ●2024年までに少なくとも6GWの 水電解装置を導入。	●2030年までに少なくとも40GWの水電解装置をEUで導入。 ●ウクライナや北アフリカでの再工ネ由来水素製造・EUへの輸入 についても言及。業界団体の試算では2030年までに40GWの 電解装置がこれら近隣国に設置されるポテンシャルがある。 ●スケールメリットで2030年には電解装置コストは半分程度と なる。(現状は€900/kW)再工ネ由来水素製造コストは1.1- 2.4€/kgとなる見通し。	_
再工ネ水素製 造目標	100万トン	1000万トン(日本の30倍以上)	_
再工ネ水素 利用手段	●既存水素需要の置き換え (化学、製鉄、石油精製) ●バス(+トラック)向けの水素ステーションへローカルな水素供給 ●天然ガス管への注入	●新規需要への段階的導入 (製鉄、トラック、鉄道、船舶、その他輸送部門) ●Power to Gasによる電力網のバランシング	●航空機、船舶、建物など の脱炭素化の難しいあらゆ る領域に大規模に水素を導 入。 ※再工ネ電力の1/4が水素 製造に利用される。
水素の輸送・ 供給	●(理想的には)再工ネ電源直接接続 +需要地オンサイトで水素製造	●再工ネが豊富なサイトで水素製造し、「Hydrogen Backbone」と呼ばれる水素パイプライン(一部天然ガス網を水素用に転換)で水素を輸送・供給。また、「Hydrogen Valley」と呼ばれるローカル水素エネルギーシステムを構築。 ●EU域外での水素製造・水素の輸入も計画。	
その他	●低炭素水素製造用に既存水素製造 プラントへのCCS設備導入を実施。	●低炭素水素製造用に既存の水素製造プラントへのCCS設備導入を継続して拡大。	●天然ガス改質のバイオガ ス転換も役割を持ちうる。

4. 海外の水素エネルギー戦略(欧州の水素需給シナリオ)

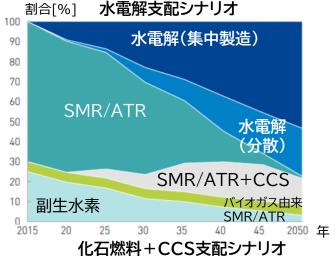
水素需要のシナリオ

"Ambitious"シナリオでは、既存の工業用原料用 途以外の新たな水素用途が大きく成長

水素供給のシナリオ

水電解支配、化石燃料 + CCS支配シナリオを検討。両シナリオでは、 2050年には既存のSMR/ATRは低炭素水素製造技術に代替







【出典】 Hydrogen Europe, "Hydrogen Technology Roadmap Draft", 2020/7



18

4. 海外の水素エネルギー戦略(欧州の水素利用形態)

- 2月発表の水素ロードマップをもとに、Hydrogen Europeが示した低炭素水素・再エネ水素利用シナリオは以下の通り。
- 工業用の既存需要の低炭素・再エネ水素転換が大半だが、運輸分野に380万トン、熱需要・発電での利用も100万トン規模を見込む

	2030年の水素利用手段・ボリューム						
分類	主な利用手段 利用量[万t] 詳細						
既存需要	●石油精製 ●化学工場、他	910	現在利用されている化石燃料由来の水素の低炭素化				
新規原料	●製鉄(水素直接還元)	100	直接還元では鉄1tあたり、50kgの水素が必要。 直接還元を欧州の製鉄量全体(2億トン/年)の10%へ適用した場合に相当				
需要	●合成燃料 (ケロシン、ディーゼル)	150	FT反応での合成燃料製造に水素を利用 ケロシン300万トン(2018年の欧州ケロシン需要の5%) ディーゼル200万トン(2018年の欧州ディーゼル需要の0.6%)、に相当				
熱利用	●建物熱需要·工業熱	200	ガス管注入(10%混入)又は100%の水素転換を検討				
	●FCV	93	370万台@2030年×年間250kg/台の水素利用(タクシー、リース車想定)				
	●FC軽商用車	30	50万台@2030年×年間600kg/台の水素利用				
モビリティ	●FCバス・トラック	27	4万5千台@2030×年間600kg/台の水素利用				
	●FC鉄道	5	570台@2030×年間kg/台の水素利用				
	●その他	25	船舶(エンジン、FC用燃料)、トラクター、重機、ドローン、フォークリフトなど				
発電	●調整力	150	蒸気/ガスタービン5GW(既存設備改造含む)、燃料電池5GW(新設)				
計		1,690					

4. 海外の水素エネルギー戦略(韓国版ニューディール)

- 韓国版ニューディールのビジョンとして、(1)追従型の経済から先導型の経済へ、(2)炭素依存経済から低炭素経済へ、(3)不平等社会から包容社会への発展を掲げた。
- 2025年までに160兆ウォン(約14兆円、1ウォン=約0.089円)(政府7割と民間3割)を投じ、新たに190万人の雇用創出を目指す。

分野	予算	項目
グリーンニューディール	73兆4,000億ウォン (6.5兆円)	 ● 老朽化した公共施設のゼロエネルギー化を推進 ● スマートグリーン都市および学校の造成 ● 電気自動車(113万台)、燃料電池車(20万台)を普及 ● 太陽光や風力、水素などの再生エネルギーの普及を拡大 ● スマートグリーン産業団地を造成など
デジタルニューディール	58兆2,000億ウォン (5.2兆円)	 公共データ14万件を公開して「データダム」を構築 5GとAI基盤の知能形政府(AI政府) 全国の小中高校に高性能の公衆無線Wi-Fiを構築 スマート病院など、スマート医療インフラを構築 小商工人のオンラインビジネスを支援 社会インフラ(道路や港湾など)管理システムのデジタル化 スマートシティーおよびスマート工業団地を造成
セーフティーネット強化	28兆4,000億ウォン (2.5兆円)	 雇用保険の加入対象を段階的に拡大 基礎生活保護対象者の扶養義務者基準を廃止(2022年まで) 傷病手当制度の導入を推進(2022年まで) AI分野などの人材養成、就活および転職の支援を強化 農漁村地域のデジタルアクセス環境を改善

5. 海外の燃料電池モビリティの動向(市場動向の総論)

- 燃料電池(FC)モビリティについては、性能・生産技術で日本のメーカーが先行していると一般的に考えられているが、市場ベースで見ると、国内と比べて海外主要国での普及が先行。
- 欧州:FCバスや船舶の実証が早期から開始、2018年9月に仏Alstom社がドイツの非電化区間にFC 列車の商用運転を開始するなど、多様なアプリケーションへ展開。
- 米国:FCフォークリフトが2019年に28,000台を突破し、事業化レベルでの供給を目指している。 CA州ではZEV規制の影響もあり、日本の2倍以上の8,000台以上のFCEVが普及。更に港湾エリア の大気汚染の緩和を目的として大型のFCトラックの実証も本格化。
- 中国:世界最大の自動車市場、直近ではFC物流車・バスの普及に注力、2019年に約2,700台販売 (前年比+79%)し、2019/12末時点で6,000台を突破。スタック製造プレーヤーも複数社立ち上 がっており、国内での部材調達からスタック製造までのサプライチェーンの構築に積極的な投資。

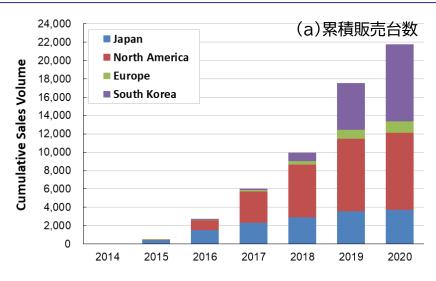
	乗用車	タクシー ・配達車	トラック	バス	鉄道・ LRT	フォーク リフト	UAV	船舶
欧州	V	//	V	VV	VV	V		//
北米	VVV		//	V		VVV	✓	✓
中国			VVV	VVV	V		V	
日本	VV	V	V	V		V		✓

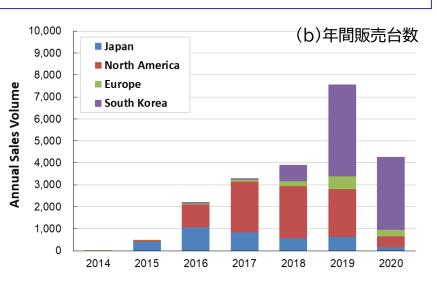
※ ✓が多いほど、普及・実証が進められていることを表す



5. 海外の燃料電池モビリティの動向(FCV乗用車の販売台数)

- FCV(乗用車)の販売台数については、市場投入開始から2020年7月末時点で全世界で累計約 21,700台。内訳は、日本約3,700台、北米約8,400台、欧州約1,250台、韓国約8,400台(中国はバス・物流車で約6,500台)。
- 韓国は2019年だけで現代自動車のNEXOが約4,200台販売され、日本国内の累積台数をわずか1年で突破、2020年も約3,300台を販売。欧州も台数は少ないが現在は日本と同水準以上。一方、日本は本田技研Clarity Fuel Cellの販売開始の2016年にピークを迎え、年間販売台数は減少傾向。
- 韓国は政府の普及政策に加え、国・地方自治体補助金の支援、個別消費税・教育税などの税優遇、駐車場料金の削減インセンティブ等が受けられるなどの効果。





市場投入開始(2014年)から2019年末までのFCEV(乗用車)の販売台数の推移



5. 海外の燃料電池モビリティの動向(主要国の普及目標)

■ 海外の主要国の普及目標は挑戦的。欧州は水素需要から具体的かつ多様なアプリケーションの目標を 設定、韓国も2040年に向けてバス・トラックを含めた野心的な目標を設定

モビリティ	国·地域別	2025	2030
FCV(全体)	日本	20万台	80万台
	米国*1	20万台(全国的な市場普及)	【2030年以降】530万台(市場の自立化)
	欧州(EU)*2	65万台 (タクシーなど特殊用途から小型車、バンなど多車種へ展開、個人消費者へシフト)	370万台*3
	中国*4	5万台	100万台
	韓国*5	【2022】8.1万台	【2040】620万台(内需290万台)
FC軽商用車	欧州*3	-	90万台
FCバス	日本	-	1,000台
	欧州(EU)*2	1,000台(長距離バスなどの開発を加速)	1.5万台
	韓国*5	【2022】2,000台	【2040】6万台(内需4万台)
FCトラック	欧州(EU)*2	1万台(普及加速)	9.5万台(ゴミ収集車・大型トラックなど多車種へ展開)
	韓国*5	-	【2040】12万台(内需万台)
FCフォークリフト	日本	-	1万台
	米国*1	12.5万台(市場の自立化開始)	【2030年以降】30万台(市場の自立化)
FC列車	欧州(EU)*2	>200編成	570編成(非電化区間の20%)*3
FC船舶	欧州(EU)*2	>100隻(小型船舶からの普及)	-(FC搭載の船舶が主流)

【出典】

- *1 "Road Map to a US Hydrogen Economy, Executive Summary", 2019/12, 水素・燃料電池関連企業19社で共同作成
- *2 "Hydrogen Enabling a Zero Emission Europe Technology Roadmap Full Pack", 2018/9, Hydrogen Europe
- *3 "Green Hydrogen Investment and Support Report Hydrogen Europe's input for a post COVID-19 recovery plan", 2020/7 Hydrogen Europe
- *4 "省エネルギー車と新エネルギー車の技術ロードマップ", 2018/3 update, 中国汽車工程学会
- *5 "韓国水素経済活性化ロードマップ", 2019/1, 韓国政府



5. 海外の燃料電池モビリティの動向(ドイツ)





ボッシュが燃料電池システムを発表

- 自動車サプライヤーであるBosch GmbH.はスウェーデン PowerCellの燃料電池スタックPowerCell S3をベースに した燃料電池システムを発表
- BoschとPowerCellは、2019/4の段階で自動車セグメント向けの燃料電池スタックPowerCell S3に関する共同開発およびライセンス契約に署名済。
- ボッシュは、燃料電池技術をトラックやバスなどの大型車両の 電化、およびCO2排出に関するより厳しい法的要求を満たす ための有望な技術と見なしており、2030年には商用車販売 の20%をFCパワートレイン化にすることが目標



出典:Bosch Presented Fuel Cell System Based on PowerCell's Fuel Cell Stack at the IAA fair in Frankfurt(2019/9)

H2Busコンソーシアムの設立を発表

- Everfuel, Wrightbus, Ballard Power Systems, Nel HydrogenはH2Busコンソーシアムの設立を発表。コンソーシアムは、1,000台の燃料電池バスとそれを支えるインフラを、商業的に競争力のある料金でヨーロッパの都市に展開することを約束している。
- この画期的な水素燃料電池電気バスのソリューションは、価格は下表、水素価格は1kgあたり5~7€、サービスコストは1kgあたり0.30€を予定し、最も費用対効果の高いゼロエミッションオプションとなる
- プロジェクトの第一段階である合計600台のバスは、EUのコネクティング・ヨーロッパ・ファシリティから4,000万€の支援を受けている。この資金援助により、2023年までにデンマーク、ラトビア、英国の各地域で200台の燃料電池バスとそれを支えるインフラが導入される。

バスの種類と概要

バス種類	長さ	価格	航続距離
Single Deck	12m	<375k€	<450km
Articulated	18m	<465k€	<520km
Double Deck	10.9m	<410k€	<310km

【出典】Leading players enabling true zero-emission hydrogen solution for public transportation(2019年6月3日)





5. 海外の燃料電池モビリティの動向(ドイツ)

FCモビリティプロジェクトへ2350万€の資金提供

連邦交通デジタルインフラ省(BMVI)はFCモビリティプロジェクトに、総額2350万€の資金提供を行うことを発表、DHLの配送スクーター500台の燃料電池車化をはじめ、以下のプロジェクトが採択された。

採択プロジェクト例

事業体	内容	金額
GHT Mobility	50台のFCVによるライド プーリング	€754,622
DHL	小型配送スクータ500台 の燃料電池車化	€9,822,330
MAN, Shell	商用車用FCシステム・水 素インフラの開発	€8,121,251
FAUN Umwelttechnik	燃料電池ごみ収集車開発	€521,241
EvoBus	バッテリー電気バスへの燃 料電池エクステンダ導入	€3,309,652
Günsel	FCマテハン車両(水素駆動産業用トラック)89台のBMW工場への導入	€1,024,094

[出典] Germany: DHL and MAN Receive Millions in Funding from BMVI for Hydrogen Fuel Cells (2019/10)

水素を燃料としたFC鉄道の実証加速

- ブランデンブルクのDeutsche Eisenbahn Service AG は、「H2Rail」プロジェクトを通じて、今後3年でディーゼル機関車のゼロ・エミッション水素への転換を試験。
- ドイツ・ニーダーザクセン州において、既に商用運行を開始した Alstom社の"Coradia iLint"は延べ10万km以上の走行実 績。
- Rhein-Main Verkehrsverbund(RMV)の子会社である Fahmeは、AlstomのFC列車27本を注文。



【出典】Alstom HP



5. 海外の燃料電池モビリティの動向(フランス)



パリ市内へのFCタクシーの導入

- ◆ Toyota Motor Europeは、FCモビリティの更なる推進を 目指して、Air Liquide、idex、STEPの3社と共同で合弁会 社「HysetCo」を設立、パリ市内に2020年末までに600台 のFCタクシーの導入を推進。
- STEPの後継会社であるHyPEが既に100台所有、500台を 追加配備することを目指している。
- FCEVをタクシーとして活用することで、市内の水素ステーションの稼働率の向上、車両間のリアルタイム通信技術による運用の効率化など次世代モビリティサービスとして注目。

100 Self July 190 Self July 19

【出典】Air Liquide HP

再エネ由来水素を用いた船舶の実証

- ◆ トヨタ自動車とToyota Motor Europeは、燃料電池技術を 初めて船舶向けに応用し、再生可能エネルギーで世界一周航 海を目指しているフランスの「エナジー・オブザーバー号」向け のFCシステムを開発した。
- エナジー・オブザーバー号は、太陽光や風力の再生可能エネル ギーや海水から生成した水素を用いた燃料電池を動力とする。
- 燃料電池自動車「MIRAI」の搭載部品を用いて、船舶用のコンパクトなFCシステムを開発し、エナジー・オブザーバー号に搭載したもの。



【出典】 TOYOTA ニュースリリース「トヨタ、船舶向けに初の燃料電池 システムを開発し、フランスの「エナジー・オブザーバー号」に搭載」



5. 海外の燃料電池モビリティの動向(その他欧州主要国)

■ その他の主要国でもFCアプリケーションの多様化が進展、市場創出へ実証、企業間連携が進む。

围	アプリ	市場創出への主な取組
英国	産業車両	● 世界的な採掘会社であるAnglo Americaは、Williams Advanced Engineering(WAE)と協力して、 燃料電池鉱山用トラックを開発、2030年までに世界の温室効果ガス排出量を30%削減。
	バス	● 英国政府の運輸省は、少なくとも4,000台のゼロ・エミッションバスを導入し、国内のバスと自転車のインフラを強化するための5年間の50億EURの計画を発表。
	鉄道	● 2040年までにすべてのディーゼル専用列車を代替する政府提案に従い、RSSB(鉄道安全標準化委員会)が FC鉄道の運用および安全性のリスクの検討開始、国の鉄道システム全体でどのレベルの標準化が必要かを判断し、安全性と互換性の観点から市場へのルートを明確にしていく方針。
オランダ	タクシー	● 最初の燃料電池タクシーとして、ハーグの自治体がトヨタのMIRAIを35台導入。これはWMO(社会支援法) による輸送手段として使用され、毎年約15,000人が利用予定。
	バス	● 公共交通機関オペレーターQbuzzは、グローニンゲン州とドレンテ州で使用するために、ベルギーのメーカー Van Hoolに20本の燃料電池バスと水素燃料ステーションを発注。
	鉄道	● GroningenとLeeuwardenの間で、FC鉄道の多くのテスト走行が行われる予定。グリーン水素で列車が 走るのはこれがオランダ初。
	船舶	 北西ヨーロッパのプロジェクトH2SHIPSで、水素燃焼船舶への燃料補給と輸送の技術的および経済的な実現可能性を検証し、この技術の市場参入が成功する条件を検討。アムステルダムに新たな水素駆動の港湾船を建設、ベルギーでは外海での運用に適した水素燃料補給システムを開発、試験を開始。 ノルウェーの造船会社のUlstein Design&Solutionsとオランダの燃料電池メーカーNedstackは、新たな燃料電池駆動のオフショア船の設計を進め、3年以内に船の進水を目指す。総出力は7.5MWで、そのうち2MWはNedstackのPEM燃料電池によって賄われる。
スウェーデン	トラック	● PowerCell Sweden ABは燃料電池大型トラックの実証プロジェクト「H2Haul」に参加、燃料電池と水素で電気を供給する様々なタイプの大型トラックの実地試験をヨーロッパ数カ国の主要な物流会社や小売会社で実証。
	船舶	● 同スタックメーカーは船舶や建設機械向けの100kW級燃料電池システム「MS-100」を発表、船舶用システム開発でノルウェーHavyardへ供給。

5. 海外の燃料電池モビリティの動向(米国)



革新的なスタートアップ企業の出現

- 米国アリゾナ州拠点のスタートアップNikola社はFCトラック「Nikola-One」を2016/12に発表、アンハイザー・ブッシュから800台のFCトラックを受注。
- 2019年に3モデル目「Tre」を発表、従来の米国市場向けと異なり、欧州市場を視野に展開、航続距離は500~1200km、水素充填時間は20分。
- 2020/6にNASDAQに上場、一時、フォード社の時価総額を 超え、水素社会への関心が再燃。FCピックアップトラックもほ ぼ同時期に発表。

第2のZE商用車の事業会社の出現

- 米国のHyzon Motors Inc.がゼロ・エミッション商用車の世界的な展開に焦点を当てた燃料電池自動車会社として事業を開始。
- Hyzonは、これまで多くの自動車OEMにサプライヤーとして 提供してきたHorizon Fuel Cellグループ(シンガポール本 社)の成果を活用し、2020年後半にFCバスと車両総重量15 ~40tトラックを、2021年からはバンやその他の水素を搭載 した車両を導入予定。







【出典】 https://newatlas.com/nikola-hydrogen-truck-preorder-beer/54486 Nikola Motor Company Website

【出典】Hyzon Motors Website

5. 海外の燃料電池モビリティの動向(米国)



FCハイブリッドトラックのデモ車両の増加

- 米国大手エンジン・発電機メーカーCummins Inc. は、燃料電池とバッテリーを搭載した大型FCトラックのデモンストレーション車両を、2019年北米商用車ショーで発表。
- 昨年に約2.9億USDで買収したHydrogenicsの90kWの FCスタックが搭載され、150~250マイルの航続距離を持つ。
- 更に、現代自動車のFCシステムにCumminsのバッテリーおよび制御技術を組み合わせたパワートレインを共同開発し、商用車メーカー向けに販売する計画を発表。両社は今後、燃料電池発電機の開発も手掛け、提携は商用車市場を超えて拡大する可能性。



【出典】 Cummins Inc. Website

FCフォークリフトの市場拡大・運用実績増加

- AmazonがNY州の集配センターにPlug Power社製のFC フォークリフトを導入、1.5~1.8万ガロンの液体水素を貯蔵する装置を施設の外に設置して水素を供給。
- Daimlerは、400台以上のPlug Power社のFCフォークリフトを導入、延べ700万時間の稼動実績を有する。
- 世界最大のSMチェーンWalmartでは、COVID-19を通じて 堅牢・安定な食品流通チェーンが要求されるなか、従来の充電 式に伴う長時間のダウンタイムが回避、配送センターの需要 ピークに対応。



【出典】https://fuelcellsworks.com/news/walmart-dcs-are-keeping-food-on-the-shelves-and-meals-on-the-table-with-help-of-plug-power-fuel-cells/



5. 海外の燃料電池モビリティの動向(中国)



- 中国汽車工程学会のロードマップではFCEVの普及目標は2020年頃に5千台、2025年頃に5万台、2030年頃には100万台と設定し、将来的には商用車の耐久性100万km以上、乗用車30万km以上、製造コストも300万円(1人民元=16.5円で換算)以下と、日本の目標と同等レベルの目標を掲げている(日本の技術水準レベルへの追従)。
- 2019年度末までのFCモビリティの普及台数は約6,100台(物流車・バス)、乗用車の販売は無いが自動車全体で2020年の普及目標は達成。
- 現在は、燃料電池の部材、BOPなど海外からの調達に依存することが多いが、BEVでもリチウムイオン電池の内製化が一気に進んだことから、**FCの国内サプライチェーンの早期構築に積極的な投資**を行っている。

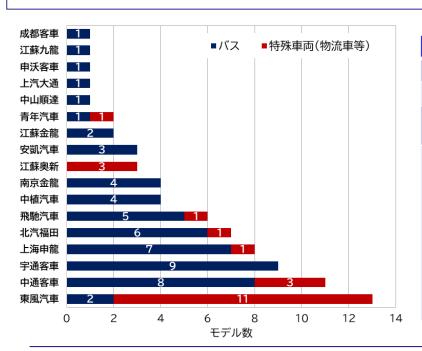
項目		2020	2025	2030
市場規模(音	音及目標)	5,000台(達成)	50,000台	1,000,000台
生産能力		1,000台/社	10,000台/社	100,000台/社
水素ステー	ション	100基以上	300基以上	1000基以上 (過半数を再エネ由来)
要求性能		-30℃起動	-40℃起動	
英田市	耐久性	40万km	80万km	100万km
商用車	製造コスト	<約¥25.0 M	<約¥16.5 M	<約¥10.0 M
乗用車	耐久性	20万km	25万km	30万km
	製造コスト	<約¥5.0 M	<約¥3.3 M	<約¥3.0 M

5. 海外の燃料電池モビリティの動向(中国)



単位:万元

- 新エネルギー自動車の発展を促進し、産業技術レベルを高め、コアコンピタンスを強化し、FCVの普及 を図るため、中央及び地方政府は、多くの補助金政策を打ち出している。FCVの補助金は、2020年9 月に販売補助金(右下表)から製造メーカーへの奨励金へ移行。
- 2018年、工業信息化部は『新工ネ自動車応用促進推薦車両リスト』を計13回発表し、うち5~13回のリストに計17社77モデルのFCEVが掲載された。(2017年は10社29モデル)
- 技術課題と市場性を考えると、中国のFCEVはバスや特殊車両が中心となるが、各地の公共交通分野における実証プロジェクトにより、バスの生産台数が大きく伸びていくと推測。



	2016	2017	2018	2019	2020	
乗用車	20	20	20(上限)	20(上限)	20(上限)	
軽バス、トラック	30	30	30	30	30	
大・中型バス、 トラック	50	50	50	50	50	
	1 燃料電池システムの宝類出力け駆動モーターの宝類					

. 燃料電池システムの定額出力は駆動モーダーの定額 出力比の30%を下回らないこと。比率が0.3-0.4未 満のモデルへは80%、0.4-0.5未満は90%、0.5以 上は100%を支給。

技術要求 2. 乗用車の燃料電池システムの定額出力は10kWを下回らないこと。 商用車は30kWを下回らないこと。

- 3. FCVの航続距離は300kmを下回らないこと。
- 4. FCVが採用する燃料電池は『道路車両用高分子電解 質膜燃料電池モジュール』(GB/T 33978-2017) の保存温度要求を満たすこと。

【出典】"2016~2020年新エネ自動車普及応用財政支援政策"に基づき弊社作成





5. 海外の燃料電池モビリティの動向(中国)



- トヨタ自動車と商用車メーカー4社、SinoHytec(北京億華通)は、中国におけるFCEV普及を目的とした新会社の設立に向けて合弁契約を締結、「FCスコンポーネント」から「FCシステム制御」、そして「車両搭載」までの技術開発を一気通貫で行い、開発から製品化までのリードタイムを大幅短縮し、中国のFC商用車の普及をスピードアップ。
- 中国内のFCEVはFCバス・物流車であるが、2019年度の上海モーターショーでは乗用車タイプの FCEV(プロトタイプ)を出展する自動車メーカーが増加(合計で8社)。上海汽車のMPV(G20)は最高 出力150kW、航続距離550km、水素充填時間5分のスペック。燃料電池スタック、高圧水素タンクの 技術については海外依存の点も大きいが、燃料電池システムの構築などで技術が進んでいる可能性。







一汽紅旗(第一汽車の高級ブランド)H5 FCEV^{※1}

東風汽車 AX7 FCEV^{※2}

上海汽車 MAXUS G20FC*3

【出典】

- 1. https://fuelcellsworks.com/news/faw-exhibits-fuel-cell-car-at-auto-shanghai-2019/
- 2. https://www.chinapev.com/dongfeng/fengshenaeolus/this-is-dongfeng-fengshen-ax7-fcv-unveiled-on-2019-shanghai-auto-show/
- 3. https://www.saicmaxus.com/news/201904/673.shtml



まとめ

- 国内:2025年および2030年頃のFCVの普及台数目標、価格低減目標に加え、バス・トラックなどの業務用車両、フォークリフトなどの産業用車両をはじめとする様々な用途への活用による波及効果も含め、目標が設定されている。
- 米国:フォークリフトの普及(補助金なしのビジネスモデルが成立しつつある)や大型トラックの実証が 先行、乗用車ではZEV規制の効果もあり、日本の2倍以上の約8,400台が普及。特に大型トラックで は革新的なスタートアップ企業、自動車会社が出現、市場の活性化が始まろうとしている。
- 欧州:水素戦略のもと、グリーン水素の製造・インフラに重点的に投資する計画。バスやタクシーな業務 用車両および鉄道・船舶等など多用途への普及が戦略的に実施されている。また、モビリティのみなら ず、新規原料需要、工業熱など幅広い領域での水素活用を検討。
- 中国:日本と同様のロードマップが策定され、バス・トラックの導入は世界随一。FCVの量産ライン構築、 国内のサプライチェーン構築への積極的な投資が開始。市場拡大に向けて多くのプレーヤーの群雄割 拠の時代が到来。
- 韓国:政府等の手厚い補助金・税優遇策の効果もあり、日本の2倍以上の8,300台程度が普及。今後、 ニューディールのなかで燃料電池車(20万台)の普及、太陽光や風力、再生エネルギー由来の水素の普及を拡大。
- 日本の競争力の維持・強化に向けて、FCV(乗用車、商用車)に留まらず、多様なアプリケーション先としての市場動向をグローバルの視点で見極めつつ、政府・自治体による普及・技術開発支援を含めて燃料電池業界の活性化、新規企業の市場参入を促進していくことが重要。



ご清聴ありがとうございました。

本資料は、みずほ情報総研株式会社(以下「当社」)が信頼に足り且つ正確であると判断した情報にもとづいて作成しておりますが、当社はその正確性・確実性を保証するものではありません。