

第1回FC-Cubicオープンシンポジウム

アフターコロナに向けて加速する世界の グリーンリカバリー政策 －揺らぐ日本のFC優位性－

2020年9月4日

1. 海外のグリーンリカバリー政策
～水素戦略を中心に～
2. 海外の燃料電池(FC)の市場・アプリケーション動向
～モビリティ市場と技術とのギャップ～
3. 海外の燃料電池(FC)技術の進展
～産学官連携による製品創出と市場拡大～
4. まとめ

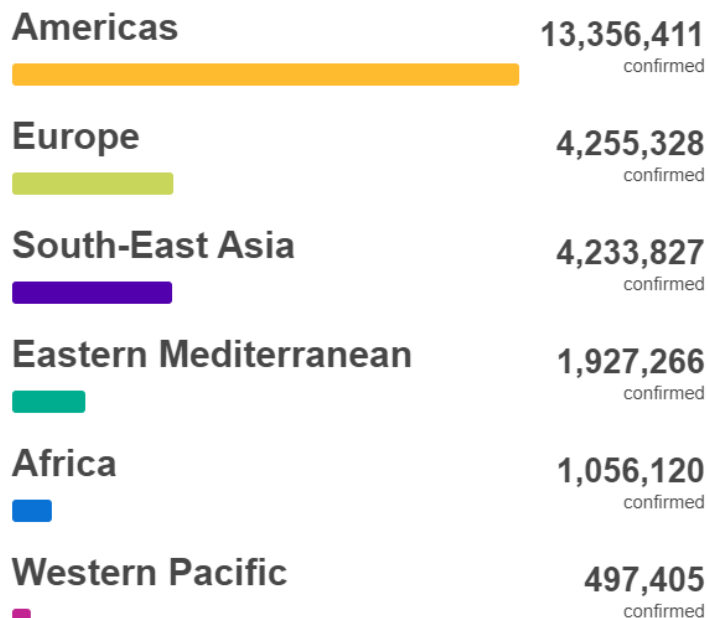
1. 海外のグリーンリカバリー政策～水素戦略を中心に～

【論点】

- 新型コロナウイルス感染拡大による経済縮退の中、再生可能エネルギーの発電量は増加、欧州、韓国、米国ではグリーンリカバリー政策を表明、中長期的な経済復興の支柱政策となりつつある。
- 欧州水素戦略では2030年までに5兆円以上投入して1,000万トンの低炭素水素を普及、韓国も水素エネルギーを含むグリーンニューディールの一環で2025年までに約6.5兆円を投入して炭素依存経済からの脱却を図る計画。
- 日本は、水素エネルギーの国際競争力を維持するためにインパクトある戦略・政策が一層求められる状況。

新型コロナウイルス感染拡大による経済への影響

- 新型コロナウイルスの感染者は9/1現在で2,500万人を超え、世界で約1,000人に3人が感染
- 主要先進国ではGDPが大幅に減少、4-6月のGDP成長率は日本が▲27.8%、米国が▲32.9%、欧州では軒並み▲40%以上と経済活動が停滞



Source: World Health Organization

新型コロナウイルスの地域別感染者数(9/1現在)

【出典】WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard

先進国	先進国の4～6月期成長率 (年率換算)
日本	▲37.8%
米国	▲32.9%
英国	▲59.8%
ドイツ	▲34.7%
フランス	▲44.8%
イタリア	▲41.0%
EU(ユーロ圏)	▲40.3%

主要先進国の4～6月期GDP成長率

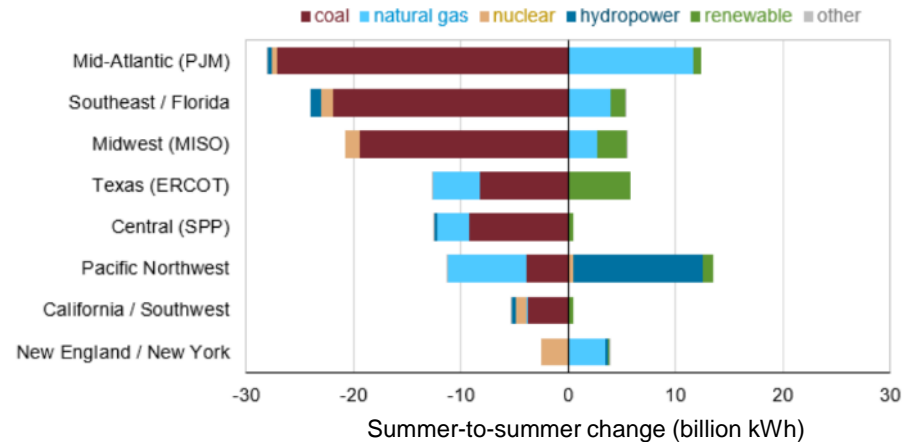
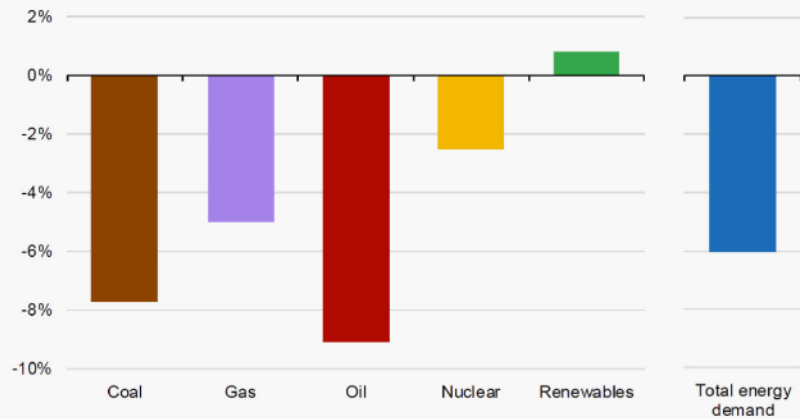
【出典】日本経済新聞、等

コロナ禍における電力需要の変化

■ 新型コロナウイルスの感染拡大影響により、2020年の世界の電力需要は2019年対比で6%減少、主に火力発電がコロナの需要減少の影響を受けている一方、**唯一再生可能エネルギーだけが1%増加する見通し、米国でも同じ現象が発生。**

- ✓ 多くの国の経済活動の停滞により火力などの化石燃料や電気の国際間・地域間の融通と供給に支障がでている中で再エネは地産地消など地域内で継続供給が可能
- ✓ 主要国では経済合理性の観点から、発電にかかる原料等が不要で限界費用(発電量1kWh増やした時に費用がいくら増えるか)が低い再エネを最優先に供給する「メリットオーダー」を採用

Projected change in primary energy demand by fuel in 2020 relative to 2019



2020年の電力需要と各電源の発電量の予測(前年対比)

米国内地域別の今夏と昨夏の発電量予測

【出典】International Energy Agency(IEA), “Global Energy Review”, 2020/4

【出典】U.S. Energy Information Administration, June 2020 Short-Term Energy Outlook

アフターコロナにおける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**

【韓国】新型コロナウイルス感染拡大による危機を克服し、ポストコロナ時代の世界経済をリードするための国家発展戦略として「韓国版ニューディール(K・New Deal)」構想を7月14日に発表、2025年までに160兆ウォン(約14兆円)、うち**気候変動対策として73.4兆ウォン(約6.5兆円)を投入**

【米国】米大統領選の民主党候補バイデン氏が**脱炭素化社会を実現するために2兆ドル(約214兆円)を投資する計画を発表**、クリーンエネルギーとインフラへの投資を通じて経済成長と雇用を促進



【EU】特別欧州理事会(EU首脳会議)が7月17~21日にかけてブリュッセルで開催され、復興基金「次世代のEU」と2021~2027年の次期中期予算計画(多年度財政枠組み:MFF)からなる復興パッケージに合意、金融市場からの資金調達によって賄われる**復興基金の規模は7,500億EUR(約94兆円)**、うち**気候変動対策に30%を投入**

エネルギーシステム総合戦略の一つの柱として**クリーン燃料への移行を推進するための「欧州水素戦略」を7月8日に発表**

欧州水素戦略の概要

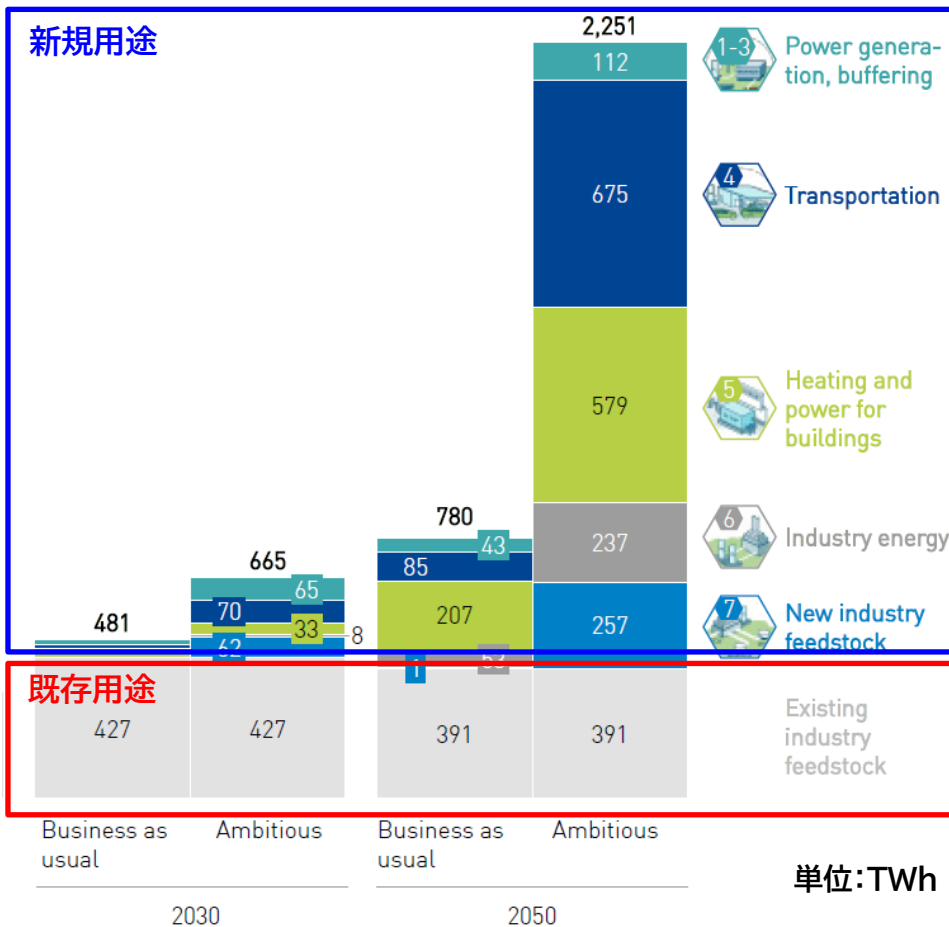
- 2030年までに水電解水素製造だけで最大**420億EUR(5.3兆円)**を拠出、2050年までの投資額は～**4,700億EUR(56兆円)**となる見通し。**欧州域内で2030年までに40GWの水電解装置導入(水素1,000万吨)**目標を発表、また、**国外での水素製造・輸入**にも言及

	Phase 1 (2020-2024)	Phase2 (-2030)	Phase 3 (-2050)
水電解装置の導入目標	<ul style="list-style-type: none"> ●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。 	<ul style="list-style-type: none"> ●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エネ由来水素製造・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)再エネ由来水素製造コストは1.1-2.4€/kgとなる見通し。 	—
再エネ水素製造目標	100万吨	1000万吨	—
再エネ水素利用手段	<ul style="list-style-type: none"> ●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 	<ul style="list-style-type: none"> ●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スング 	<ul style="list-style-type: none"> ●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。 ※再エネ電力の1/4が水素製造に利用される。
水素の輸送・供給	<ul style="list-style-type: none"> ●(理想的には)再エネ電源直接接続+需要地オンサイトで水素製造 	<ul style="list-style-type: none"> ●再エ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	<ul style="list-style-type: none"> ●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。 	<ul style="list-style-type: none"> ●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。 	<ul style="list-style-type: none"> ●天然ガス改質のバイオガス転換も役割を持ちうる。

欧州水素ロードマップの水素需給シナリオ

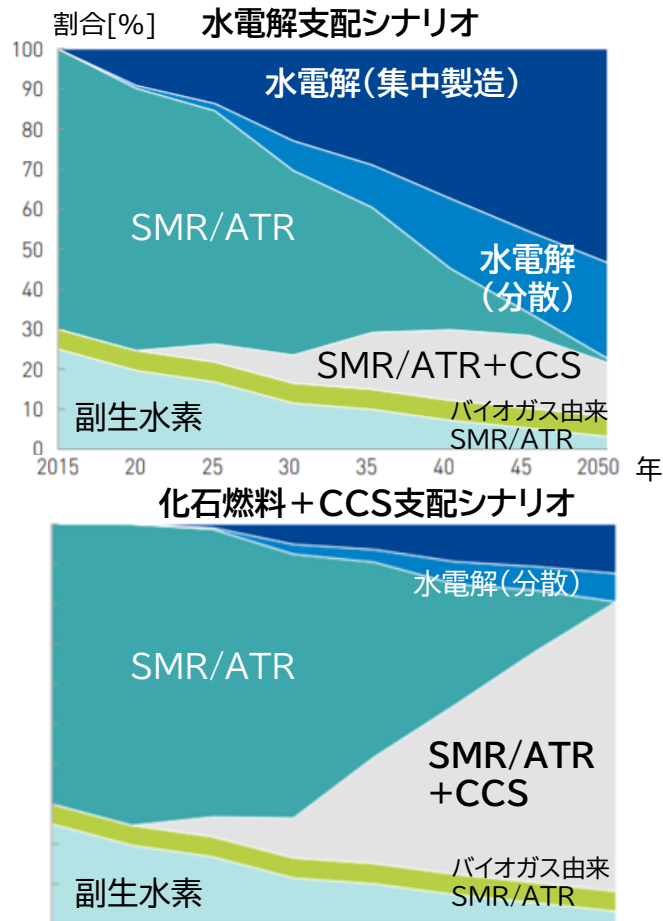
水素需要のシナリオ

“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

欧州水素ロードマップの水素利用形態

- 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
新規原料需要	●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
	●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
モビリティ	●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
	●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	



- 2020年6月10日に水素技術で世界一になることに目標に、「**国家水素エネルギー戦略(Nationale Wasserstoffstrategie)**」を閣議決定。ドイツの1,300億EUR(約16兆円)の経済刺激策のなかで水素への投資を**100億EUR(1.2兆円)**織込む。
- **化学工場、製鉄所、トラック、船舶、航空機などのエネルギー源を重油や石炭、コークス、ケロシンなどの化石燃料から水素に切り替える**べく、水素の増産・輸入体制を整備。水素は利用時にCO₂を排出しないため、化石燃料を水素によって代替すれば、気候変動の原因となる温室効果ガスの排出量を大幅削減することが可能。
- ドイツ政府はこれまで水素・燃料電池技術に関する基礎研究のために2006～2016年でNIP主導で7億EUR(870億円)を投入、2016～2026年にかけて最大14億EUR(1,700億円)を調達予定であったが、**基礎研究、応用技術への移転、製造プロセスの水素による脱炭素化技術で2020年から2023年まで10億EUR(1,250億円)へ資金拡大。**

韓国ニューディール(K・New Deal)

- 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)	<ul style="list-style-type: none">● 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)	<ul style="list-style-type: none">● 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)	<ul style="list-style-type: none">● 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

2. 海外のFC市場・アプリケーション動向～モビリティ市場と技術とのGAP～

【論点】

- 国内のFC技術は世界をリード、早い段階から製品化を進めてきたが、モビリティ市場では海外が先行、将来の目標も野心的かつ具体的
- 韓国では乗用車が急伸、欧州では着実な多用途展開、米国ではフォークリフトの事業化、トラックのスタートアップ企業の出現、中国では物流車・バスで他国を圧倒する普及台数
- グローバル規模での企業間連携も進む
- 日本のFC技術は出口(市場)に向けてどのように考えるべきか

国内のFCモビリティの動向

- 国内ではFCモビリティの製品開発、実証試験が進んでいる。一方、市場形成の点では、どのアプリケーションも海外と比べて決して先行している訳ではない(スケールが小さい)。

FCEV(乗用車)

2014/12にトヨタMIRAIの販売開始、2016/3に本田技研がClarity Fuel Cellを販売、2車種のグローバル販売台数は約1.2万台(全体の56%)、国内は3,700台



FCバス・トラック

2018/3に量産型FCバス「SORA」が投入開始、東京オリパラに向け100台規模の導入を計画。トヨタと日野がFCトラック共同開発、本田技研はいすゞと共同開発を表明



FCフォークリフト

2016/11に豊田自動織機が2.5t積タイプのFCフォークリフトを販売開始、1.8t積タイプも追加。空港のトーイングトラクターの実証も開始



FC船舶

2018年に20総t未満の「安全ガイドライン」を策定。東京海洋大学とNREG東芝不動産が「らいちょうN」の実証試験を推進、2019/12に30kWシステムを導入。



【出典】各社HP

FCモビリティの市場動向(総論)

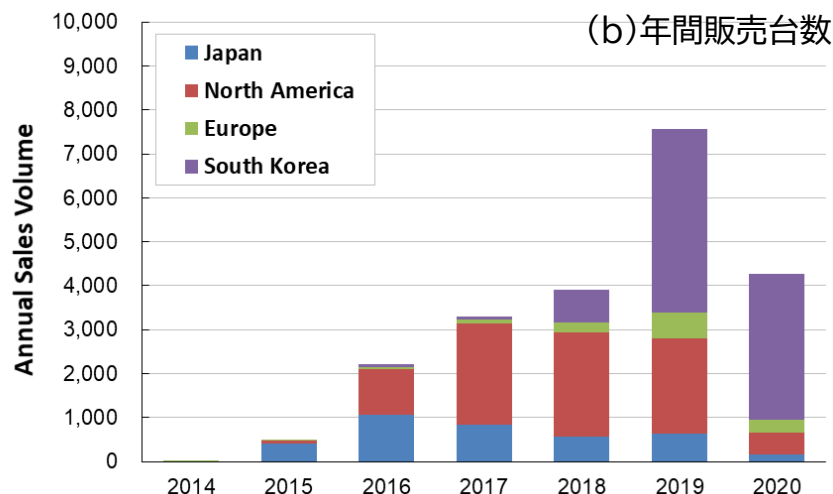
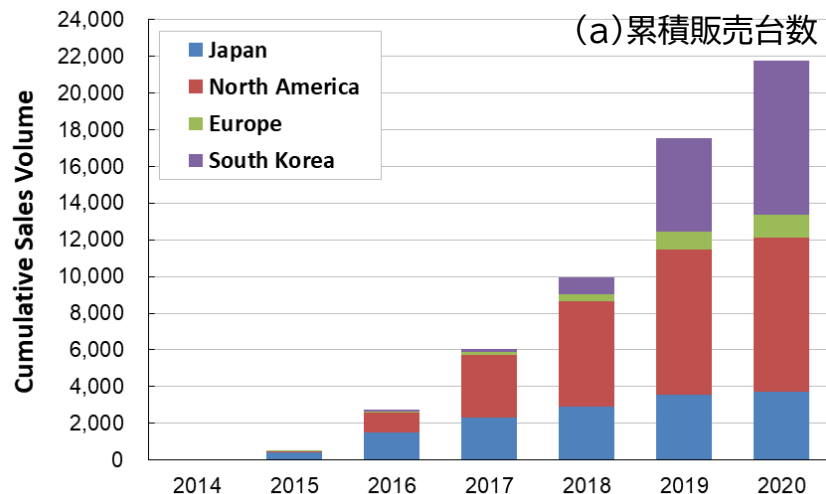
- 燃料電池(FC)モビリティについては、性能・生産技術で日本のメーカーが先行していると一般的に考えられているが、市場ベースで見ると、国内と比べて海外主要国での普及が先行。
- 欧州:FCバスや船舶の実証が早期から開始、2018年9月に仏Alstom社がドイツの非電化区間にFC列車の商用運転を開始するなど、多様なアプリケーションへ展開。
- 米国:FCフォークリフトが2019年に28,000台を突破し、事業化レベルでの供給を目指している。CA州ではZEV規制の影響もあり、日本の2倍以上の8,000台以上のFCEVが普及。更に港湾エリアの大気汚染の緩和を目的として大型のFCトラックの実証も本格化。
- 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	✓	✓✓	✓	✓✓	✓✓	✓		✓✓
北米	✓✓✓		✓✓	✓		✓✓✓	✓	✓
中国			✓✓✓	✓✓✓	✓		✓	
日本	✓✓	✓	✓	✓		✓		✓

※ ✓が多いほど、普及・実証が進められていることを表す

FCEV(乗用車)の販売台数の推移

- FCEV(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、蔚山市では国・地方自治体補助金で1,150万ウォン(約340万円)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

主要国のFCモビリティ普及目標

- 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
FCEV(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

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CONNECTING・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)

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によるライドシェアリング	€754,622
DHL	小型配送スクーター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
Günzel	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Fahmelは、AlstomのFC列車27本を注文。



【出典】Alstom HP

液体有機水素キャリア搭載の燃料電池船の開発

- H2-Industries社とLloyd 's Register (LR)は**液体有機水素キャリア(LOHC)を利用した電動船舶の基準策定**で協業。
- LOHCは従来のディーゼルと同様な貯蔵方法が適用可能である他、LOHCはエネルギー効率が高く、非爆発性でかつ可燃性が低いとされる。
- H2 Industries社はドイツのボートメーカーNobiskrug社とLOHCによるエネルギー貯蔵を行う燃料電池ヨットの開発を推進、全長29mのヨットで価格は\$900万とされる。



【出典】H2 Industries HP

自治体への水素・燃料電池技術の導入促進

- NOWは**2018年12月に地方の水素・燃料電池技術の導入を進める支援プロジェクト「HyLand Project」を発表**。2050年までに最大95%のCO2排出削減を実現するために、地域での水素社会の創生や関連技術の活用の重要性を認識し、地方自治体の水素社会実現を支援するもの。
- 3段階の支援プログラムに分けられており、コンセプト創出からプロジェクト推進まで円滑なステップアップを推進。

Stage1 “HyStarter” プレーヤーの組織化を促し、運輸を中心に熱、電気、蓄エネに関する地域コンセプトづくりを支援

Stage2 “HyExperts” コンセプト実現のための具体的なプロジェクト準備と分析を行うための資金(上限1.5M€)を支援

Stage3 “HyPerformer” 水素・燃料の地域プロジェクトを実施するための補助金を支給(上限20M€)

- 沿海部の風力発電、脱褐炭発電に伴う産炭地の産業構造調整、自動車産業の雇用維持、都市部の渋滞緩和、中小都市の投資促進、国境付近の地域での隣国との熱や水素の接続など、地域の特性に応じた水素活用を進める。

【出典】NOW GmbH, “HyLand; NIP competition for H2 regions in Germany”, 2019/3



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。



【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」

FCモビリティの市場・アプリケーション動向(その他)

- 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。

国	アプリ	市場創出への主な取組
英国 	産業車両	<ul style="list-style-type: none">世界的な採掘会社であるAnglo American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	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">PowerCell Sweden ABI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	<ul style="list-style-type: none">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。



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



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

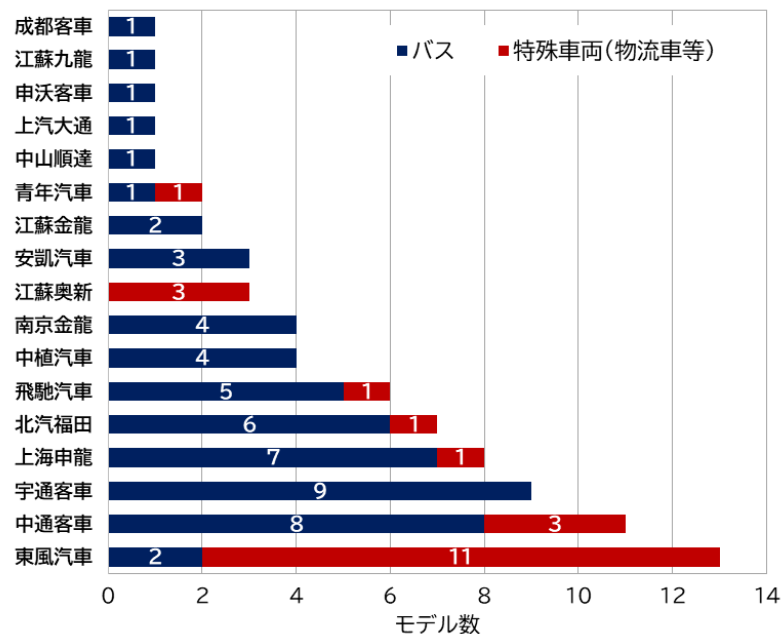
- AmazonがNY州の集配センターにPlug Power社製のFCフォークリフトを導入、1.5～1.8万ガロンの液体水素を貯蔵する装置を施設の外に設置して水素を供給。
- Daimlerは、400台以上のPlug Power社のFCフォークリフトを導入、延べ700万時間の稼働実績を有する。
- 世界最大のSMチェーンWalmartでは、COVID-19を通じて堅牢・安定な食品流通チェーンが要求されるなか、従来の充電式に伴う長時間のダウンタイムが回避、配送センターの需要ピークに対応。



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



- 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、FCEV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。BEVの補助金政策が縮小する一方で、FCEVは2020年まで補助金は継続。
- 2018年、工業信息化部は『新エ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。**



単位: 万元

	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

- 技術要求
1. 燃料電池システムの定額出力は駆動モーターの定額出力比の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。
 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



- 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ですが、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://fuelcellworks.com/news/faw-exhibits-fuel-cell-car-at-auto-shanghai-2019/>
2. <https://www.chinapev.com/dongfeng/fengshenaolus/this-is-dongfeng-fengshen-ax7-fcv-unveiled-on-2019-shanghai-auto-show/>
3. <https://www.saicmaxus.com/news/201904/673.shtml>

3. 海外の燃料電池(FC)技術の進展～産学官連携による製品創出と市場拡大～

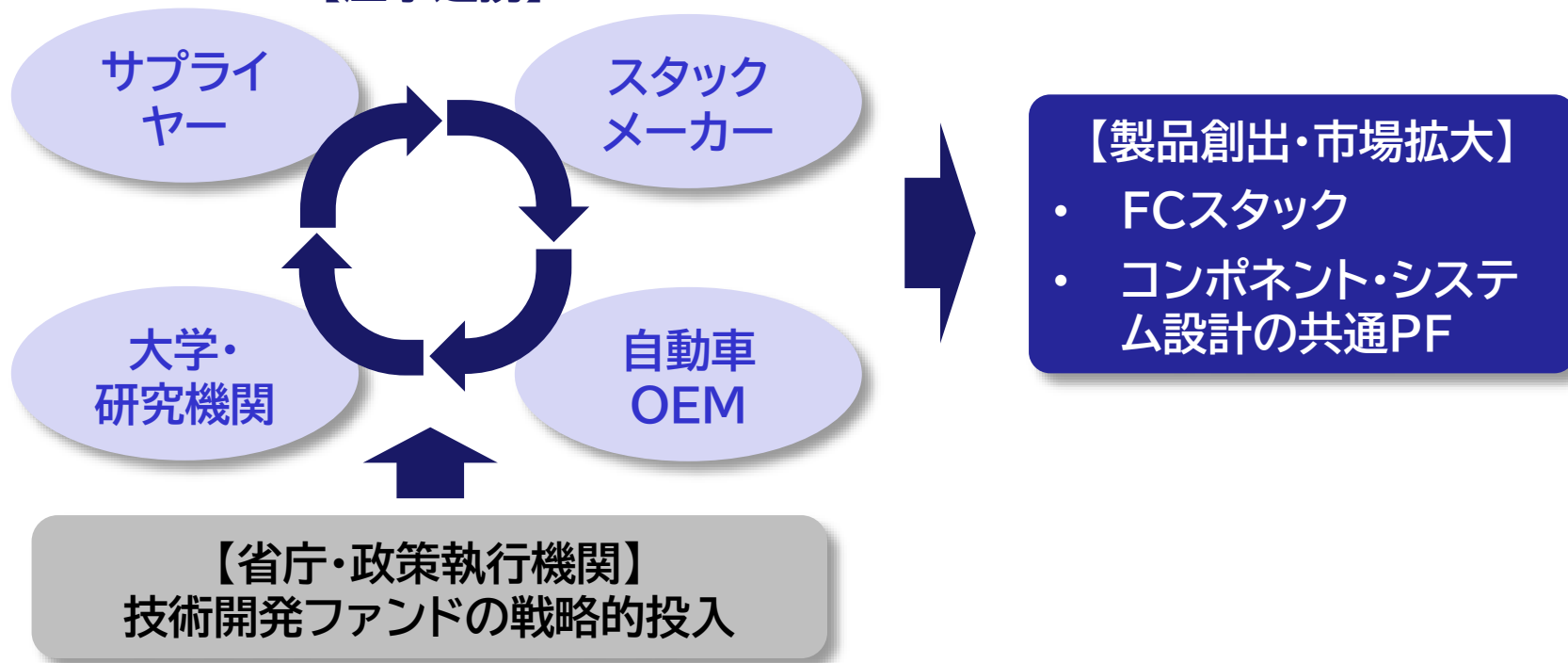
【論点】

- 欧州を中心に産学官連携でFC市場拡大に向けた共通のFCスタック製品化、FCコンポネント・システム設計のプラットフォーム開発が進展
- 自動車OEM～スタックメーカー～サプライヤーの連携による高性能スタック製品化、FCモビリティの多用途展開の加速に向けたシステム設計プラットフォームの開発・普及など、製品・設計手法の標準化を狙っていることが見える
- 日本でも産業の裾野拡大、更なる競争力強化に向けて産学官連携の強固なプラットフォームの創出とその成果の産業界への普及が必要

産学官連携によるFCアプリケーションの市場拡大・企業創出

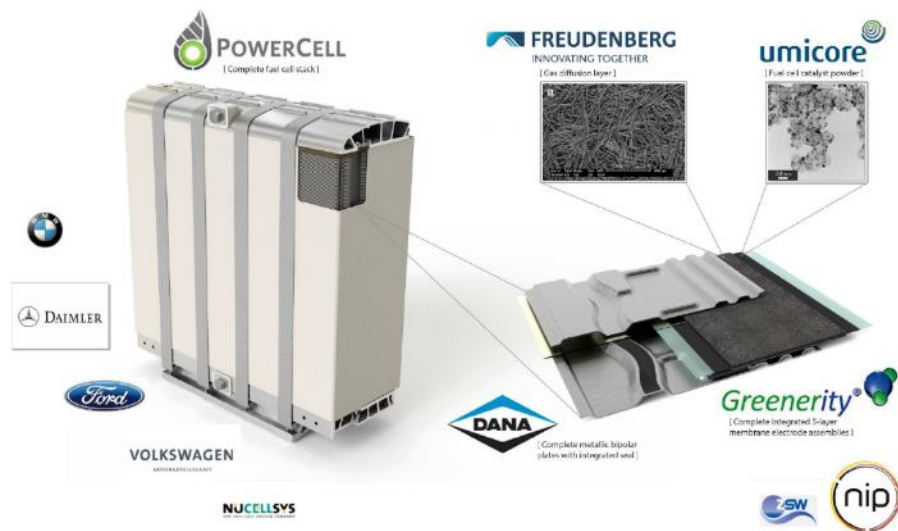
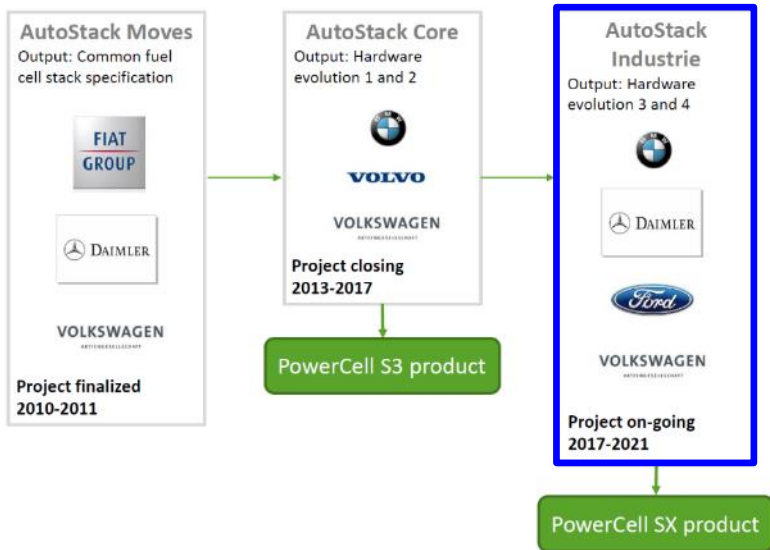
- 欧州を中心に産学官連携でFC市場拡大に向けた共通のFCスタック製品化、FCコンポーネント・システム設計のプラットフォーム整備が進む。
- FC製品・アプリケーションの開発加速、サプライチェーンの構築、新規プレイヤーの市場参入の拡大を狙い、燃料電池産業の底上げを図る。

【産学連携】



高性能FCスタックの市場開拓・サプライチェーンの創出

- 欧州ではPowerCell(スウェーデン)、Elringkliner(独)、Symbio(仏)などのFCスタック・システムメーカーが存在、EU・政府等の支援を受けて車載用FCの高性能化・製造コスト低減を推進。
- 共通の燃料電池スタック開発を目指した”AutoStack Industries”プロジェクトがドイツNIPの支援で2017年からスタート(2017~2021、総額60M€)、前身のプロジェクトにおいてPowerCellからS3(3.8kW/L, 100kW)がプロダクトアウト、**現行の車載用スタックとして世界最高レベルの出力密度**。次期モデルは>4.0kW/L, 製造コスト€50/kW(10,000ユニット前提)を目指している。
- 自動車OEMとしてDaimler, VW, BMW, Fordが参画、UmicoreとGreenerity(MEA)、GDL (Freudenberg)、Dana(BPP)の部材サプライヤーと連携。

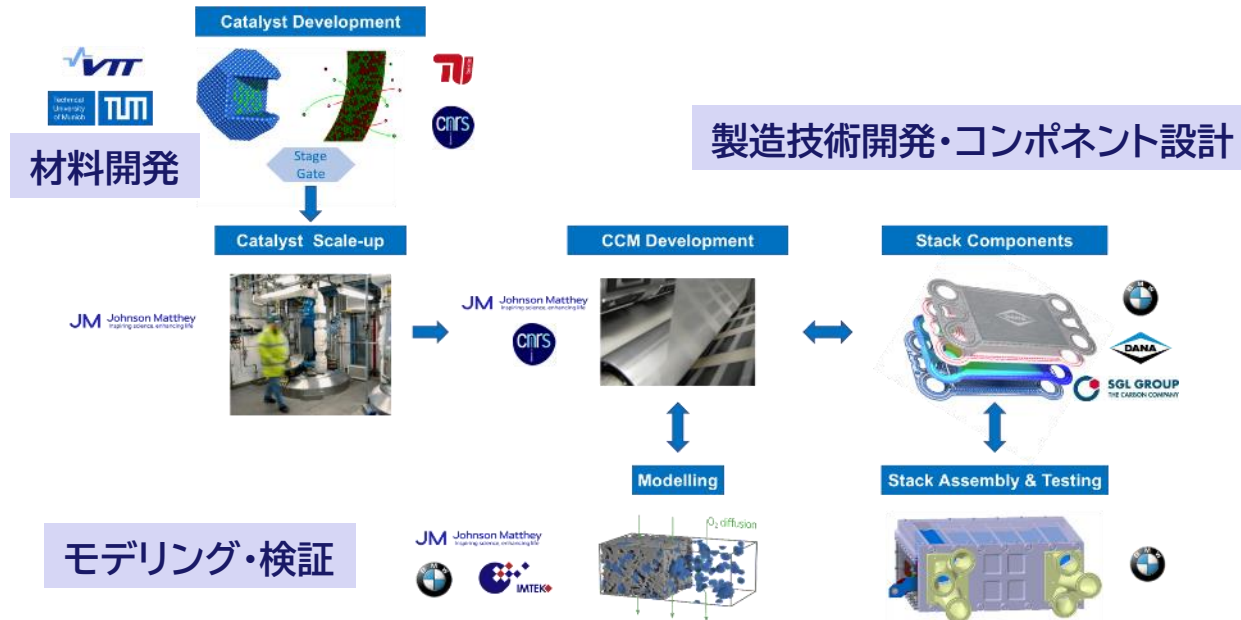


【出典】PowerCell AB : Hydrogen Fuel Cells in Transport Applications(2017)

FCスタックコンポーネントの低コスト化の推進

- **INSPIRE***プロジェクトではFCHJU支援のもと、FCスタックのコスト目標€50/kWに向けて電極触媒・PEM・GDL・およびセパレータを含む、新しいスタック部材技術の開発、製造および実装を推進。
- Johnson Mattheyはコンソーシアムを牽引、**FCHJUプロジェクトで創出されたMEAなど新規材料と部品を開発、それらを統合して性能を高め、量産性を実証**。SGL Carbon GmbHはガス拡散層、Danaは自動車に動力を供給する最適設計の金属セパレータを開発、量産化を実証。BMWはスタックの要件を提示、MEAとBPPの市場開拓に必要なコスト、耐久性、および体積電力密度の目標を達成することを目的とした新しいスタック設計に組み立てる予定。

*Integration of Novel Stack components for Performance, Improved duRability and LowEr Cost

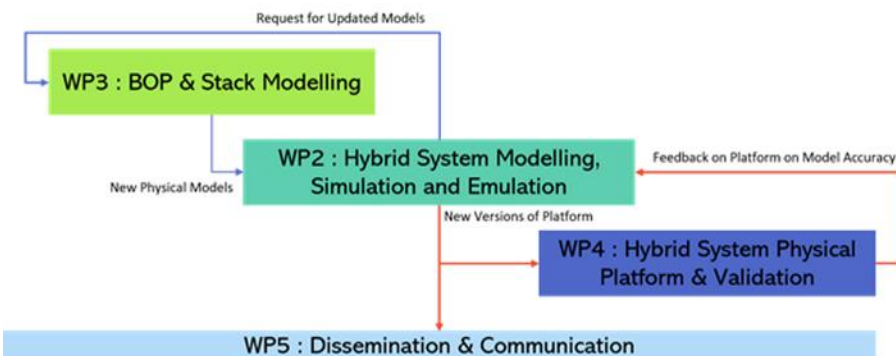


FCモビリティの多用途展開加速に向けたシステム設計PF

- **Virtual-FCSプロジェクト**ではFCHJU支援のもと、PEFCとバッテリーハイブリッドシステムを設計および最適化するためのモデリングとハードウェアパーツを組み合わせたプラットフォームを開発。
- ハイブリッドFCシステムの設計プロセスをより簡単、安価、かつ迅速にすることで、特に**FCパワートレインの多用途展開の加速、新規プレーヤー参入の障壁を下げる**ことが狙い。
- ノルウェーの研究機関**SINTEF**を中心に、**スタック・システムメーカーのBallard Europe、欧州のバス、トラック、鉄道、船舶会社との連携**で共通の設計プラットフォームの開発・普及を推進。



WP1 : Coordination



WP5 : Dissemination & Communication

【出典】<https://www.sintef.no/projectweb/virtual-fcs/objectives/>



Solaris Bus & Coach S.A.



BANKE APS



Westcon Power and Automation AS



Viva Rail Ltd.

4. まとめ

- 新型コロナウイルス感染拡大による経済縮退の中、欧州、韓国、米国ではグリーンリカバリー政策を表明、中長期的な経済復興の支柱政策となりつつある。特に欧州は水素戦略を立て、水素エネルギー産業のイニシアティブ確保を狙う。
- 国内のFC技術は世界をリード、早い段階から製品化を進めてきたが、モビリティ市場では海外が先行、韓国では乗用車が急伸、欧州では着実な多用途展開、米国ではフォークリフトの事業化、トラックのスタートアップ企業の出現、中国では物流車・バスで他国を圧倒。
- 欧州を中心に産学官連携でFC市場拡大、標準化に向けた共通のFCスタック製品化、FCコンポーネント・システム設計のプラットフォーム開発が進展。
- 他国の圧倒的な投資と強固な産学官連携で、日本の水素エネルギー技術はアドバンテージを失う恐れ。水素はエネルギーシステムを大きく転換するものであり、個社の取組では限界。日本独自の市場開拓を推進する戦略・政策の立案、産学官連携による基盤技術と産業形成が求められる。

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。