

日本に於ける環境対応車の現状と将来に対する提言

2021年9月10日
株式会社日本電動化研究所
代表取締役 和田憲一郎



目次

0. Summary	3
1. 日本の現状	4
1.1 日本の人口動態	4
1.2 日本の環境問題	4
1.3 日本の電力構成	5
1.4 日本の産業別就業人口動態	5
1.5 日本の自動車販売台数推移	7
1.6 日本の環境対応車	7
1.7 日本の充電インフラ、水素ステーション現状	8
1.8 なぜ日本ではゼロエミッション車(EV/FCV)が少ないか	10
2. 日本の将来動向	11
2.1 日本のエネルギー政策	11
2.2 日本の自動車に関連する政策	12
2.3 日本の火力発電比率に応じた ICE、HEV、PHEV、EV の GHG 排出量比較	13
2.4 日本の自動車メーカーの現在の立ち位置	15
2.5 欧米中による環境規制による影響	15
2.6 欧米中の新エネルギー車販売状況	16
2.7 自動運転車への影響	18
2.8 新技術ブロックチェーンの活用	19
2.9 日本の産業別就業人口への影響	20
2.10 車載電池および研究開発への巨額投資	21
2.11 日本企業の EV に関する競争力	21
2.12 充電インフラ、水素ステーションの動向	22
2.13 ワイヤレス給電の実用化	25
3. 日本の自動車再生戦略	26
3.1 ポストリチウムイオン電池の開発に全力を注げ	27
3.2 EV 向け高度なパワーデバイスの開発を急げ	28
3.3 水素エンジン車、e-Fuel 車の量産化を急げ	29
3.4 V2X 機器開発強化	31
3.5 政府によるアメとムチの政策導入海外	32
3.6 走行中ワイヤレス給電の開発強化	33
3.7 分散型電源への開発強化	34

0. Summary

日本の自動車産業は、2020年実績ベースで見ると、国内外の総生産台数は約2280万台。その内、日本国内の比率が18%、輸出含めた海外比率が82%である。その海外にて、米国、欧州、中国にて環境規制が一段と厳しくなっている。ガソリン車、ディーゼル車廃止のみならず、日本が得意としているハイブリッド（以下HEV）までも米国ZEV規制や欧州タクソミー規則、欧州Fit for 55 packageにて対象外となっている。

このように環境が激変する中、短期～中期的には8割を占める海外対象車に対して、ゼロエミッション車を急増させる必要がある。それは、取りも直さず8割もの車種ラインナップを変更することから、必然的に国内車種ランナップ見直しも必須となる。つまり、今後HEV中心から、EV/PHEV/FCVに軸足を大きく移していくことが求められる。

また日本政府は、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」の一環として、「2035年までに新車販売で電動車100%を実現する」ことから必然的である。これまでは、海外にてゼロエミッション化の動きがあっても、まだ大丈夫、日本は他市場とは異なると「茹でガエル」的に見ていた傾向が強かったが、海外のスピードアップに対して、日本の自動車メーカーも変わらざるを得ない状況に追い込まれている。

一方、中長期的に考えると、日本はこれまで、ソニー、旭化成などがリチウムイオン電池を開発し、世界初の量産型電気自動車を三菱自動車、日産自動車が開発して量産化に漕ぎつけるなど革新的なことを行ってきた。しかし、近年は苦戦を強いられており、新たな日本の自動車再生戦略が必要ではないかと考える。

そのためには、今一度ゲームチェンジャーとなることが必要であろう。以下をキーワードとして、7つの再生戦略を提案したい。これは取りも直さず、新産業の創出と雇用拡大につながる。

「ゼロエミッション化を前提に、世界に先駆けて新しい技術を開発し勝つ！」

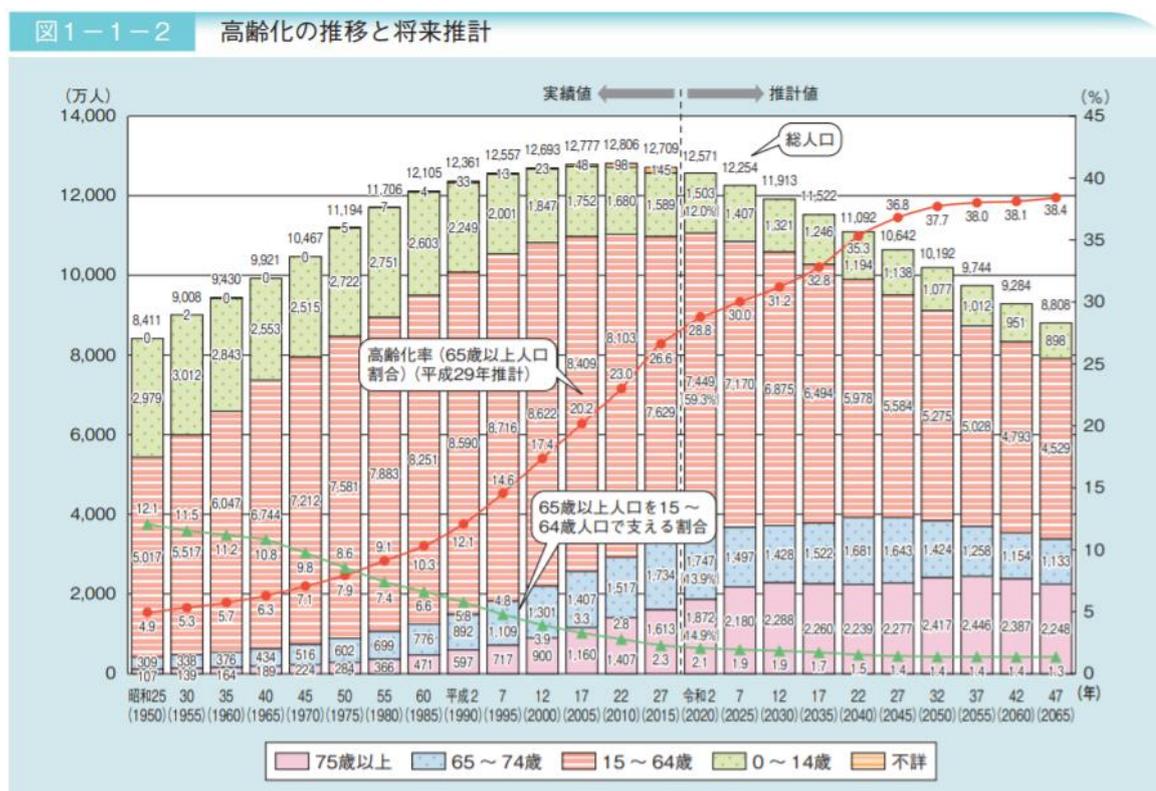
- ① ポストリチウムイオン電池の開発
- ② EV向け高度なパワーデバイスの開発
- ③ 水素エンジン車、e-Fuel車の量産化
- ④ V2X機器開発強化
- ⑤ 政府によるアメとムチの政策導入
- ⑥ 走行中ワイヤレス給電の開発強化
- ⑦ 分散型電源への開発強化

1.日本の現状

1.1 日本の人口動態

内閣府統計資料によれば、2020年10月1日時点での日本の人口は1億2571万人である。その内、高齢者(65歳以上)の占める割合が3619万人(28.8%)となり、これまでで最も多くなった。この傾向は今後も続き、2065年には高齢者割合が38.4%まで増加すると推定される。一方、15歳から64歳までの人口は1995年の8716万人をピークに減少し始め、2020年には7449万人(59.3%)となっている。

今後の推定では、少子高齢化の影響もあって、日本の総人口は長期減少傾向を示し、2065年にて8808万人、つまり2020年に対して30%減少すると予想される。また15歳から64歳までの人口は4529万人(51.4%)となり、2020年に比べて40%も減少すると予想されている。



図表1：高齢化の推移と将来推計（出典：内閣府 統計資料）

1.2 日本の環境問題

日本の環境問題は、一般的には多くの項目があるが、あまり問題となっていないのは、大気汚染、河川汚染、水道水品質、森林破壊、塩害、砂漠化、海洋汚染、海洋ゴミ問題（ペットボトル回収）、農業汚染、食料問題、ゴミ問題、騒音問題などである。過去には、4大公害病（水俣病、新潟水俣病、四日市ぜんそく、イタイイタイ病）を経験しており、

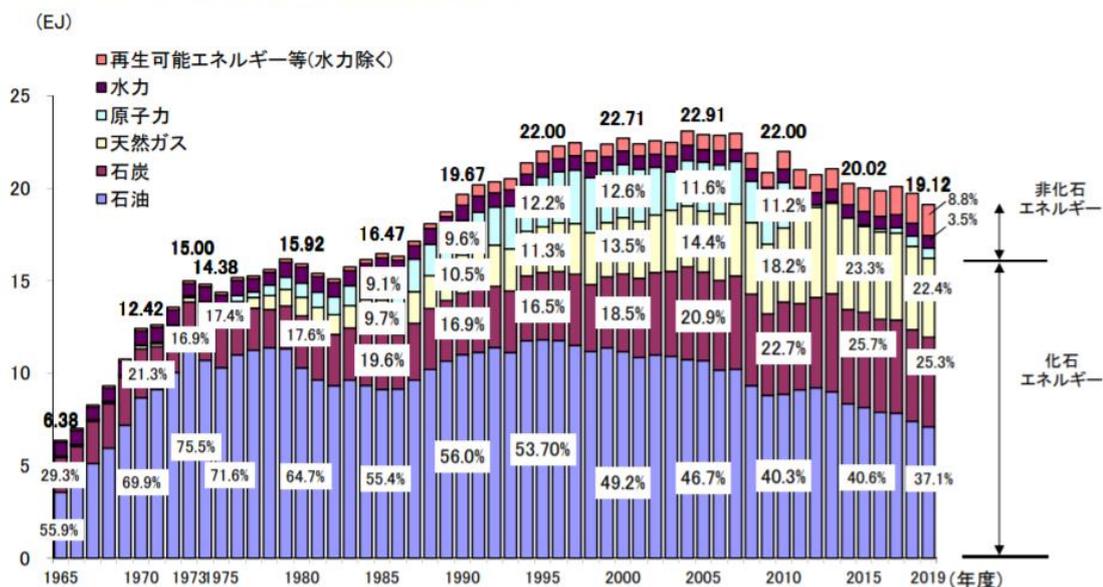
現在はこれを克服して、生活環境としては良くなっている。このような背景から、環境に関して多くの国民はあまり注視していない。

逆に課題となっているのは、グローバルな課題としては地球温暖化や気候変動があるが、日本では、発電時のCO2問題（化石エネルギー比率は2019年で84.8%、また原子力は33基中、9基のみが運転中）、および放射性物質の廃棄処理問題、そして自動車・トラック・バスの排ガス・CO2問題などである。また自然災害（地震、台風、竜巻、山火事）が多く、特に夏場には頻繁に台風が日本に到達するため、河川氾濫、土砂崩れなど毎年甚大な被害が出ている。

1.3 日本の電力構成

日本に於ける一時エネルギーの電力構成は、2019年の段階で、化石エネルギー、つまり石油、石炭、天然ガスによるものが全体の84.8%を占める。これは2011年に発生した東日本大震災と、その後に発生した原子力発電所の停止により原子力発電は大きく減少となったことも影響している。再生可能エネルギーの比率は8.8%、水力発電は3.5%に過ぎない。

【第211-3-1】一次エネルギー国内供給の推移



(注1)「総合エネルギー統計」は、1990年度以降、数値について算出方法が変更されている。
 (注2)「再生可能エネルギー等(水力除く)」とは、太陽光、風力、バイオマス、地熱などのこと(以下同様)。
 出典:経済産業省「総合エネルギー統計」を基に作成

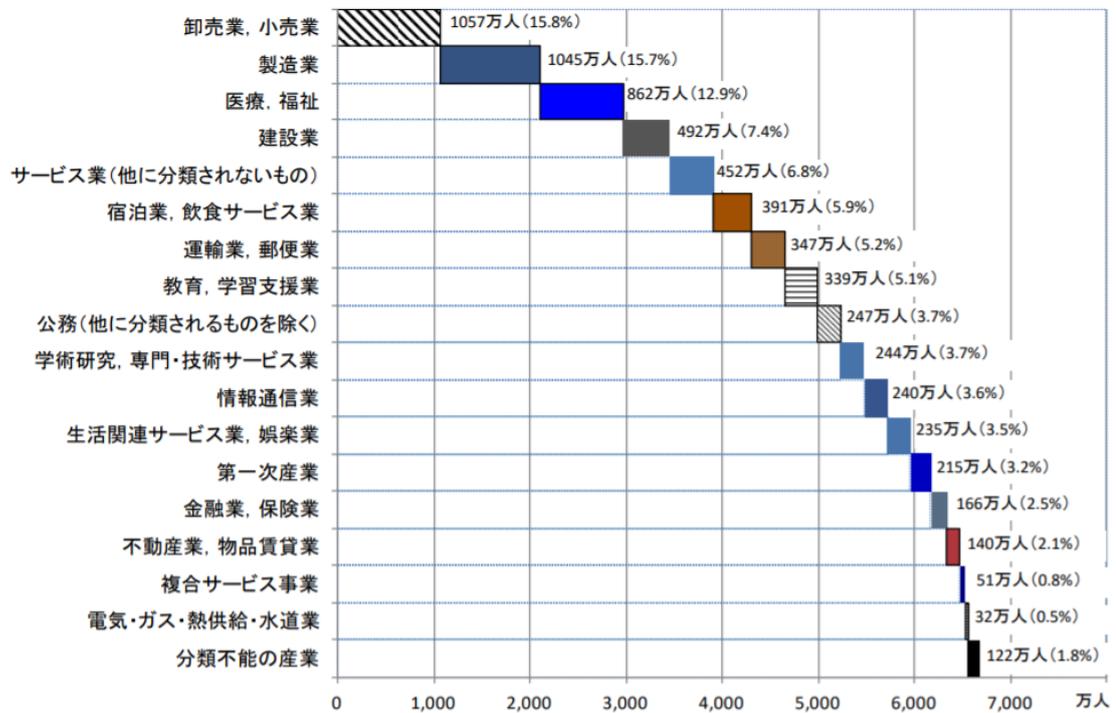
図表 2：一次エネルギー国内供給の推移（出典：エネルギー白書）

1.4 日本の産業別就業人口動態

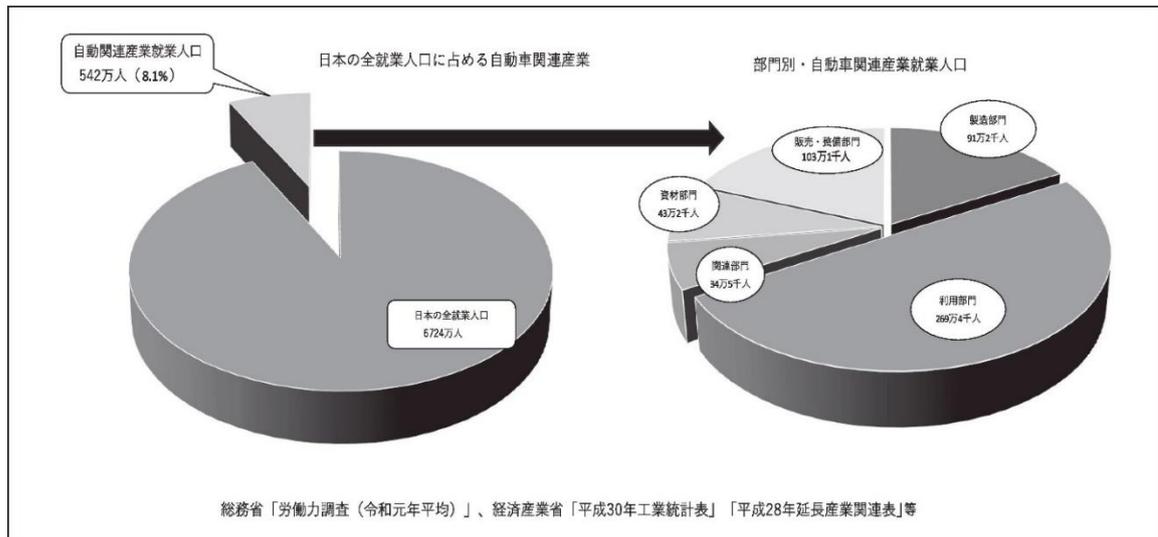
日本の全就業者数は2020年時点で約6680万人である。その内、製造業には1045万人

(15.7%)が就いている。またその中で自動車産業に従事している方々は約 542 万人にのぼっている。

産業別就業者数（男女計、就業者数計=6,676 万人、2020 年平均）



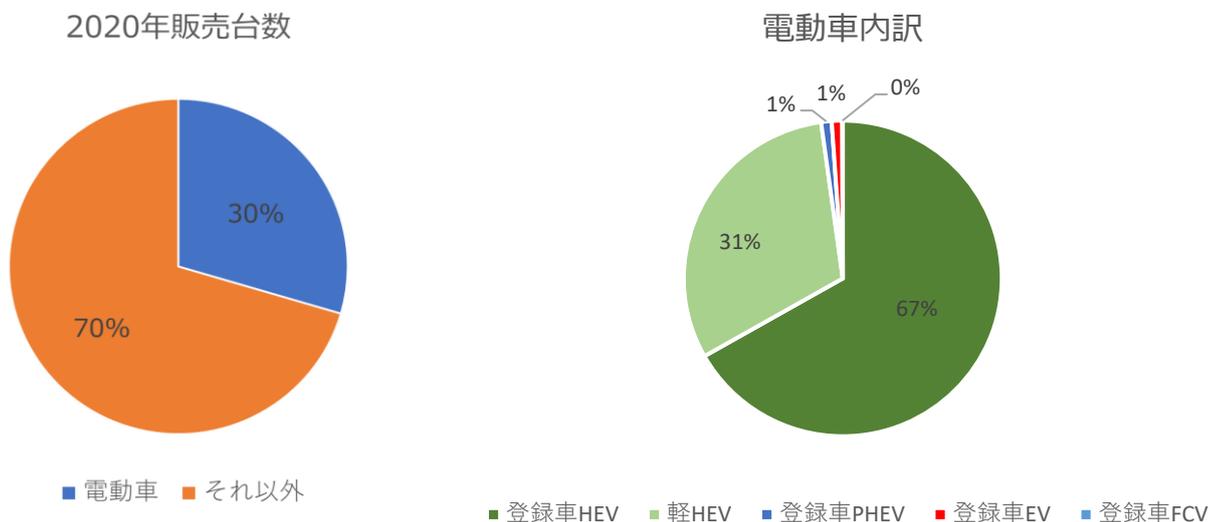
図表 3：産業別就業者数（出典：労働政策研究・研修機構）



図表 4：自動車関連産業と就業人口（出典：総務省、経産省資料）

1.5 日本の自動車販売台数推移

日本に於ける 2020 年の新車販売台数は 460 万台であった。その内、電動車と呼ばれる車両は約 138 万台(30%)である。日本の特徴として、電動車では HEV 比率が高く、登録車で HEV が 67%、軽自動車で HEV が 31%もあり、逆に登録車 PHEV、登録車 EV ともそれぞれ約 1%に過ぎない。また新車販売台数の比率では、登録車 PHEV、登録車 EV 合わせても 29345 台となり 0.6%に留まっている。



登録車	軽	登録車	登録車	登録車	総計
HEV	HEV	PHEV	EV	FCV	-
920,275	427,260	14,741	14,604	761	1,377,641

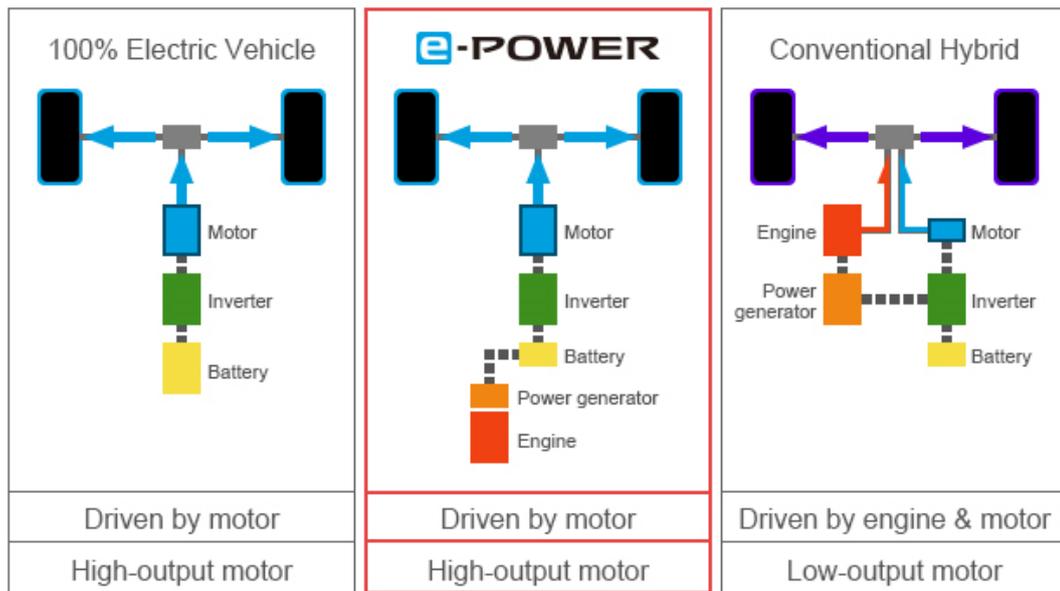
図表 5：新車販売台数の内訳（出典：日本自動車会議所）

1.6 日本の環境対応車

日本国内では、圧倒的に HEV が多いが、HEV には大きく分けて 2 種類ある。一つは、モーターだけの EV 走行も可能なハイブリッド（いわゆるフルハイブリッド）である。トヨタ、日産、ホンダはこれをメインとしている。一方、EV 走行不可だが、エンジンの再始動や加速時にモーターがエンジンをアシストするマイルドハイブリッドがある。マイルドハイブリッドの場合、装着費用がハイブリッドほど高額とならないことから、スズキなどの軽自動車にて採用されている。

またフルハイブリッドの中でも、市場では 2 つのタイプに分けることができる。一つは広く普及しているパラレルハイブリッドシステム（右側）であり、駆動にエンジンと小型モーターを併用している。もう一つが、日産が「e-POWER」として採用しているシステム（中央）であり、エンジンは発電用としてだけ使用するため、タイヤには直接つながっておらず、モーターのみで 100%駆動することが最大の特徴である。シリーズハイブリッドと

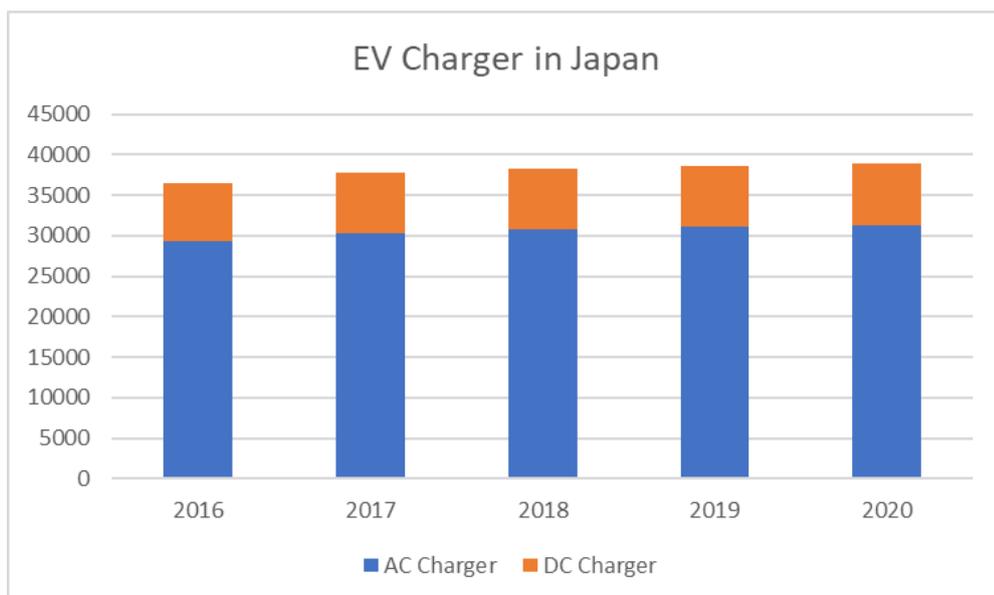
もいう。



図表 6 : Nissan e-Power System (出典 : Nissan)

1.7 日本の充電インフラ、水素ステーション現状

充電器は普通 AC 充電器と急速 DC 充電器に分類される。普通 AC 充電器の累積設置台数は 2020 年末時点で約 31,000 台である。これには壁掛けタイプならびにスタンドタイプが含まれている。一般家庭の外壁に設置されるコンセントタイプは含まれない。



	Fiscal year	2016	2017	2018	2019	2020
AC	Units for Fiscal year	29317	30341	30842	31102	31329
	Increase	4537	1024	501	260	227
	Change ratio	18.3%	3.5%	1.6%	0.8%	0.7%
DC	Units for Fiscal year	7202	7377	7496	7542	7574
	Increase	436	175	119	46	32
	Change ratio	6.4%	2.5%	1.6%	0.6%	0.4%
Total	Units for Fiscal year(AC+DC)	36519	37718	38338	38644	38903
	Change ratio	18.3%	15.5%	3.2%	0.8%	0.7%

図表 7：普通 AC 充電器の推移（出典：電動車両用電力供給システム協議会）

・壁掛けタイプの普通 AC 充電器



・スタンドタイプの普通 AC 充電器



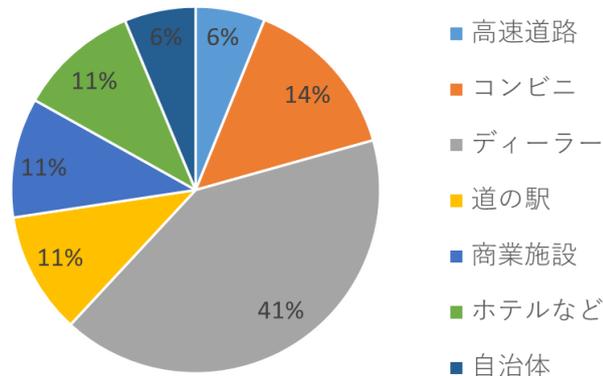
図表 8：普通 AC 充電器の種類（出典：電動車両用電力供給システム協議会）

急速 DC 充電器は、2020 年末現在、日本で約 7,600 基が設置されており、そのほとんどが CHAdeMO 方式の急速充電器である。一部には Tesla のスーパーチャージャーがある。なお、Tesla の車両はアタッチメントを接続することで CHAdeMO 方式の急速充電器に充電可能である。

・日本で現在使用されている急速充電器



図表 9：急速 DC 充電器の種類（出典：CHAdeMO 協議会）



2021年5月時点

図表 10：急速充電の設置場所（出典：e-Mobility Power）

・水素ステーション

全国で 154 設置されているが、首都圏、中京圏、関西圏、九州圏に偏っており、全国に普及しているとはいいがたい。

4大都市圏を中心に154箇所が開業。

水素ステーションの開業数	
首都圏	58箇所
中京圏	44箇所
関西圏	18箇所
九州圏	14箇所
その他	20箇所

※2021年8月現在
燃料電池自動車新規需要創出活動補助の
交付決定箇所



図表 11：水素ステーション整備状況（出典：次世代自動車新興センター：NeV）

1.8 なぜ日本ではゼロエミッション車(EV/FCV)が少ないか

日本に於いて、EV/PHEV の販売台数が少ない要因として次の3つが考えられる。

- ① 自動車メーカーでEV/PHEVを発売しているメーカーが少ない。また車種は1車種程度しかなく、消費者は数多くあるガソリン車、HEVと異なり選択肢が少ない。
- ② 電池メーカー数に起因する。日本ではEV/PHEV用のリチウムイオン電池を製造している電池メーカーが少なく、電池が高価となっている。HEV用ニッケル水素電池などは、トヨタとパナソニックが大規模に投資を行い、販売を可能としている。
- ③ 日本国内には急速充電器が7,600基存在しているが、その内、40%以上がディーラーに設置されており、ディーラー設置場合、そのメーカーのクルマの購入者でないと利用しにくい。パブリックでの設置台数拡充が望まれる。

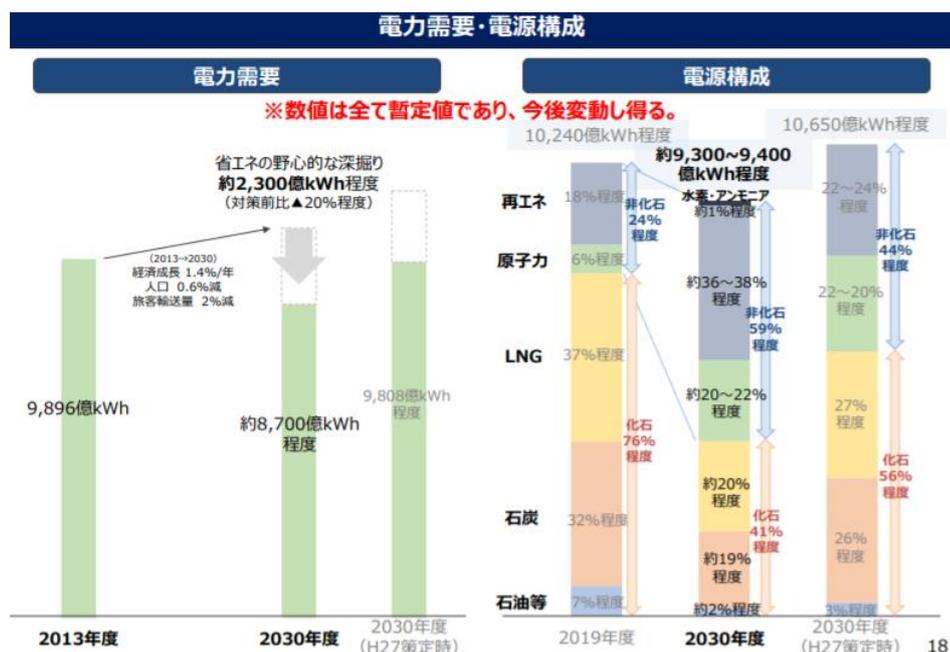
またFCVは年間販売台数が約800台程度と少なく、かつ水素ステーションも全国に150か所程度しかいないことから、ユーザーからみれば、極めて採用しにくい状況にある。

2.日本の将来動向

2.1 日本のエネルギー政策

2021年7月21日に経済産業省資源エネルギー庁から発表された「エネルギー基本計画（素案）」によれば、骨子は2030年度までにCO₂排出量を46%削減するという政府目標を達成するための施策となっている。その主な内容は、再生可能エネルギーを2019年で18%から2030年で36~38%と大幅に引き上げることや、原子力比率を2019年の6%から2030年で20~22%などに引き上げることである。

このような計画でも、化石エネルギーの比率が41%あり、LNGや石炭が2030年時点では依然として活用されている姿を示している。これら計画に対し、具体的にどのようにして実現していくのか詳細検討が求められる。特に原子力に関しては、2030年で20~22%を実現するためには、電力会社から申請されている27基を全て稼働させる必要がある。



図表 12：電力需要、電源構成（出典：エネルギー基本計画(素案)）

2030年度の発電電力量・電源構成

※数値は全て暫定値であり、今後変動し得る。

〔億kWh〕	発電電力量	電源構成
石油等	約200程度	約2%程度
石炭	約1,800程度	約19%程度
LNG	約1,900程度	約20%程度
原子力	約1,900～2,000程度	約20～22%程度
再エネ	約3,300～3,500程度	約36～38%程度
水素・アンモニア	約90程度	約1%程度
合計	約9,300～9,400程度	100%

再エネのうち

太陽光：約15%程度、風力：約6%程度、地熱：約1%程度、水力：約10%程度、バイオマス：約5%程度

図表 13：2030年度の発電電力量・電源構成（出典：エネルギー基本計画(素案)）

2.2 日本の自動車に関連する政策

日本政府は、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」の一環として、「2035年までに新車販売で電動車100%を実現する」ことを公表している。ここでいう電動車とは、HEV、EV、PHEV、FCVを示す。

また、商用車については、8t以下の小型の車について、2030年までに、新車販売で電動車20～30%、2040年までに電動車と合成燃料等の脱炭素燃料の利用に適した車両で合わせて100%を目指している。

8t超の大型の車については、貨物・旅客事業等の商用用途に適する電動車の開発・利用促進に向けた技術実証を進め、2020年代に5,000台の先行導入を目指している。また水素や合成燃料等の価格低減に向けた技術開発・普及の取組の進捗も踏まえ、2030年までに、2040年の電動車の普及目標を設定すると規定している。

そのための施策として、以下を挙げている。

- ・技術中立的な燃費規制の活用（2030年度燃費基準の達成を通じた新車の燃費向上）
- ・公用車・社用車の電動化の促進 導入支援や買換え促進、高速道路利用時のインセンティブ付与および国立公園等の駐車料金の減免の検討
- ・公共用の急速充電器3万基を含む充電インフラを15万基設置（遅くとも2030年までにガソリン車並みの利便性を実現）
- ・2030年までに1,000基程度の水素ステーションの最適配置での整備（商用車向けには事業

所の充電・充電設備の整備を推進)

- ・燃料電池自動車における道路運送車両法と高圧ガス保安法の関連規制の一元化
- ・二輪車の導入支援・買換え促進、蓄電池の規格国際標準化、バッテリーステーション（交換式等）整備 等



図表 14：自動車、蓄電池産業の成長戦略「工程表」
(出典：日本政府 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略)

2.3 日本の火力発電比率に応じた ICE、HEV、PHEV、EV の GHG 排出量比較

一般財団法人 電力中央研究所は 2021 年 6 月、日本の火力発電比率に応じた ICE、HEV、PHEV、EV の GHG 排出量比較のレポート「電動車と内燃機関車の製造と走行に伴う GHG 排出量評価 -事業用火力発電比率に応じた比較分析-」を公表した。これによれば、火力高ケース（火力発電比率 90%）、つまり 2020 年の火力発電比率 84.5%に匹敵するレベルにおいても、内燃機関や HEV に比べ、EV の GHG 排出量が最も低くなっている。

さらに日本政府が「エネルギー基本計画（素案）」にて想定している 2030 年の火力発電比率 41%に近い、火力中ケース（火力発電比率 45%）では、内燃機関、HEV に比べて EV のほうが、大幅に GHG 排出量が低下している。このようなことから、火力発電比率が高い日本に於いても、EV 化することで将来大きな効果が見込まれる。

表1 前提条件

(a) 事業用火力発電比率

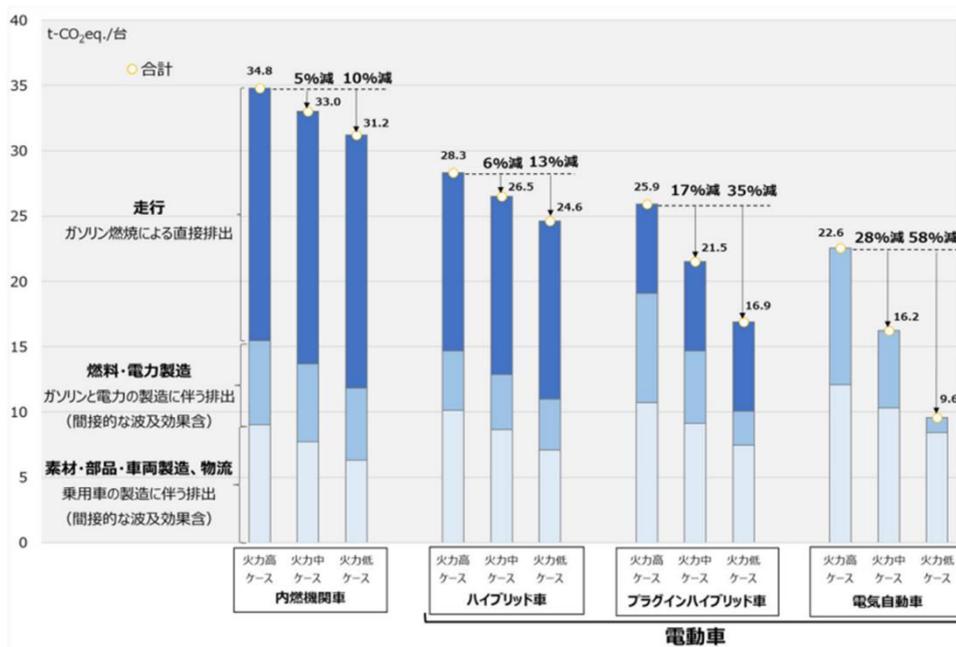
		火力高ケース	火力中ケース	火力低ケース
事業用発電				
火力発電比率	%	90	45	0
火力発電除く事発電比率	%	10	55	100

(注) 火力高ケースは 2015 年の産業連関表の電源構成であり、事業用発電の GHG 直接排出係数が⁵ 571g-CO₂eq./kWh である。火力中ケースは事業用発電の GHG 直接排出係数が⁵ 285g-CO₂eq./kWh である。

(b) 乗用車

		内燃機関車	ハイブリッド車	プラグインハイブリッド車	電気自動車
二次電池容量	kWh	-	1.3	10.0	40.0
燃費	km/ℓ	12.0	17.0	17.0	-
電費	km/kWh	-	-	7.0	7.0

(注) 乗用車に関わる前提条件については、自動車メーカーの公表情報、国土交通省「自動車燃料消費量調査」などを基に設定している。



(注) 生涯走行距離は車種によらず 10 万 km、プラグインハイブリッド車の生涯走行距離についてはガソリン走行が 5 万 km、電気走行が 5 万 km に設定している。なお、自家用発電の電源構成は変更していないため、結果の一部には火力発電の影響が含まれる点に留意する必要がある。

図1 乗用車一台当たりのGHG排出量

図表 15 : 乗用車 1 台あたりの GHG 排出量 (出典 : 電力中央研究所)

2.4 日本の自動車メーカーの現在の立ち位置

日本の乗用車を生産・販売する自動車メーカーの「カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」への対応をまとめた。最も積極的なのはホンダであり、「2040年までに世界での新車販売全てをEVとFCVに切り替えると発表」と、大胆な戦略を打ち出している。

	カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略への対応
トヨタ	全方位で電動化推進。2030年には、HEV、EV、FCVで世界で800万台を販売し、その内、EVとFCVで200万台を目指す
ホンダ	2040年までに世界での新車販売全てをEVとFCVに切り替えると発表。それまでにHEVやICEの販売は中止する。
日産	2030年代初頭には主要市場で販売するすべての新型車を電動車に切り替える。2050年までにLCA全体でカーボンニュートラルを目指す。
スズキ	2025年度までに軽自動車と小型車、商用車のHEVとPHEVを開発。2025年からは順次、電動車を市場投入する。
マツダ	2030年までにEVを3モデル、PHEVを5モデル、HVを5モデルの市場投入を発表した。対象地域は日本、欧州、米国、中国、ASEANとほぼ全域を予定。
スバル	2030年にグローバル販売台数の40%以上をEVとHEVにする。
三菱自動車	2030年に世界販売に占める電動車の比率を50%に引き上げる。

2.5 欧米中による環境規制による影響

欧米中にて、昨年から今年にかけて環境規制が一気に厳しくなっている。最近の主な規制を示す。

- ・ 米国カリフォルニア州 ZEV 規制
- ・ 米国バイデン大統領による 2030 年に新車販売の半分以上をゼロエミッション車(PHEV含む)とする電動化目標の公表
- ・ 欧州 CO2 規制
- ・ 欧州 LCA 規制
- ・ 欧州タクソノミー規則
- ・ 欧州 Fit for 55 package
- ・ 欧州人権デューディリジェンス法
- ・ 中国 NEV 規制および「省エネ・新エネ車技術ロードマップ 2.0」
- ・ 国連 WP29：自動運行装置やサイバーセキュリティに関する国際基準採択

これら規制の中でも、特に 2021 年 4 月 21 日欧州委員会が公表したタクソノミー規則の「技術的スクリーニング基準」の草案は大きな意味を持つ。なぜなら、当該草案にて、世界で初めて 2025 年以降、PHEV を「サステナブル投資」の対象から外すと明記されたからである。これまで PHEV は、米国および中国に於いても、新エネルギー車の一部として、EV、FCV に次ぐ特別なポジションを与えられてきた。しかし、HEV のみならず、内燃機関

を有する PHEV もサステナブル投資の対象外としたことで、一気にゼロエミッションが加速すると思われる。

2021年7月14日に欧州委員会から公表された「Fit for 55 package」もその流れを引き継いでおり、ガソリン車、ディーゼル車のみならず、ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車も含めた内燃機関車の新規販売を2035年に禁止することが盛り込まれている。また規制の対象は、自動車のみならず船舶など広範囲にゼロエミッション化を促すものとなっている。その結果、欧州では船舶、建設機械、農業機械などにも電動化の波が押し寄せている。なお、今回の規制で、対象は乗用車および小型商用車としているが、米国カリフォルニア州の新 ZEV 規制と同様、第二弾として大型トラックも規制追加となると予想される。

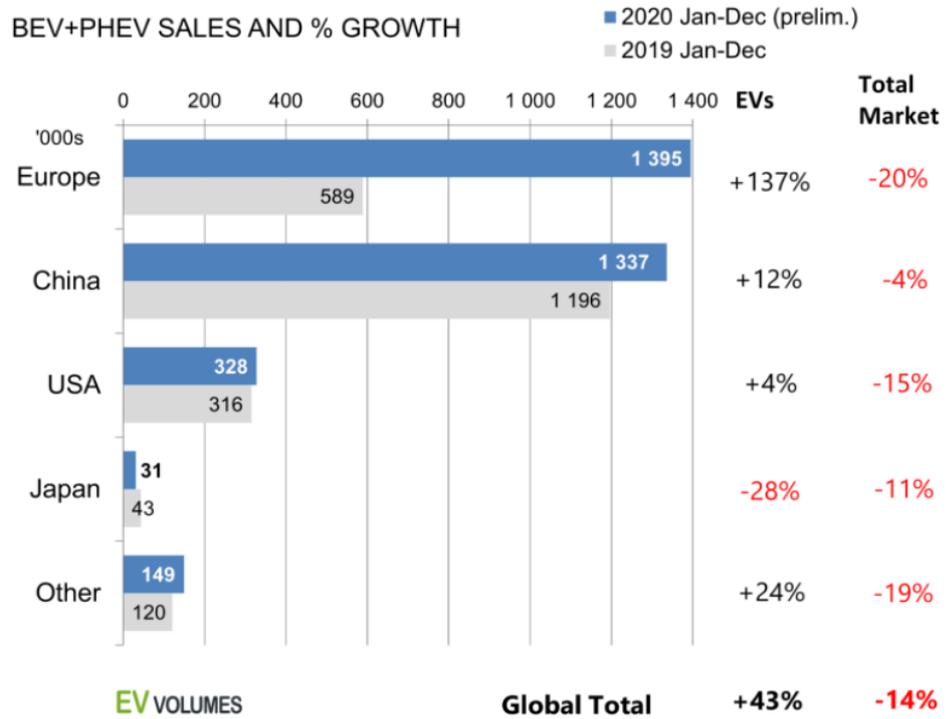
2.6 欧米中の新エネルギー車販売状況

上述の環境規制の影響もあり、欧州では EV/PHEV の販売が急増している。2019年の EV/PHEV 販売台数は約 60 万台に対して、2020年は多くの都市でロックダウンに見舞われたにも係わらず、約 140 万台に急伸し、中国を抜いて世界一となった。その勢いは今年に入っても継続し、2021年上半期では既に 100 万台を超えている。

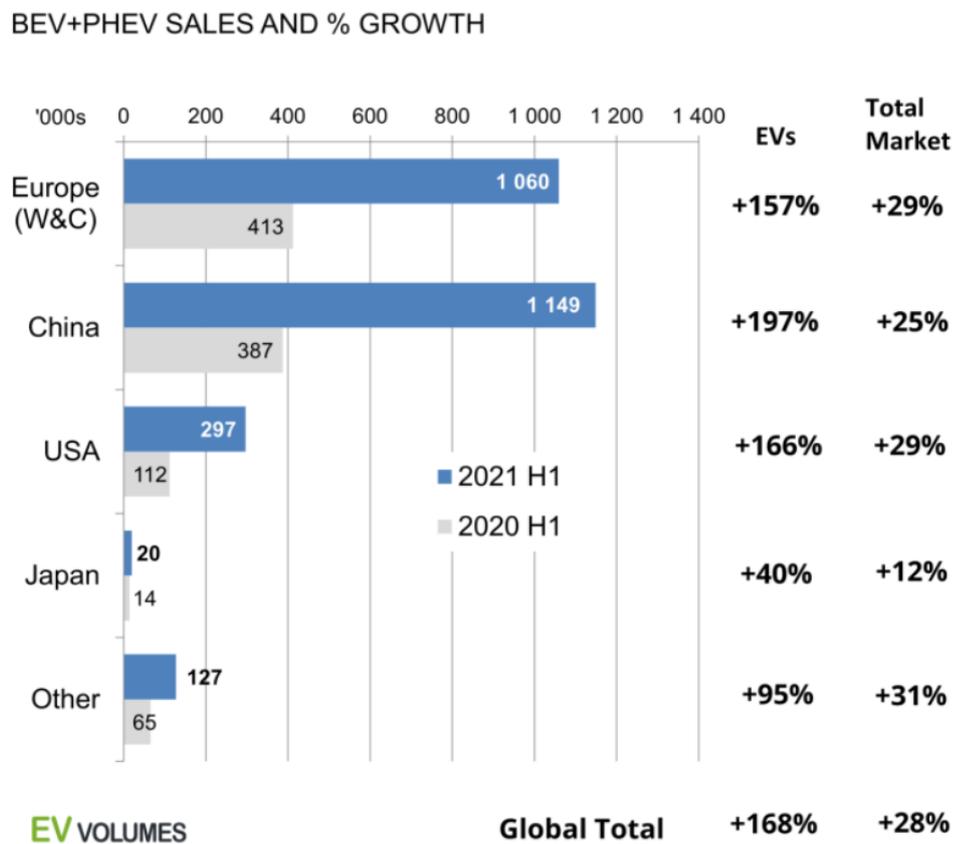
一方、中国も今年に入って勢いがついている。背景として、上汽通用五菱汽車（GM、上海汽車、五菱集団の合弁会社）「宏光 MINI EV」が大ヒットとなり、テスラモデル 3 やモデル Y を抜いて、EV 分野で独走していることが挙げられる。「宏光 MINI EV」は最安値で約 43 万円、170km 走れる長距離モデルでも約 60 万円で販売されており、これまで電動バイクなどを活用してきたユーザーなどからの乗り換えが多いようだ。また、中国では多くの自動車メーカーが類似の MINI EV を販売する動きもあり、このジャンルは年間 100 万台規模に成長すると推測される。このような背景もあり、2021年上半期は既に 110 万台を超え、例年 9 月～12 月に販売のピークがあることから、年間 240 万台前後まで伸展するのではと想定される。

また米国も 2021年上半期で約 30 万台と販売を伸ばし、昨年の年間販売台数に匹敵するところまで来ており、倍増が見込まれる。このように欧米中にて EV/PHEV の販売が急伸する中、日本はあまり変化がない。各自動車メーカーからの EV/PHEV の新車が乏しいということもあるが、ある意味では EV/PHEV のガラパゴスになりつつある。

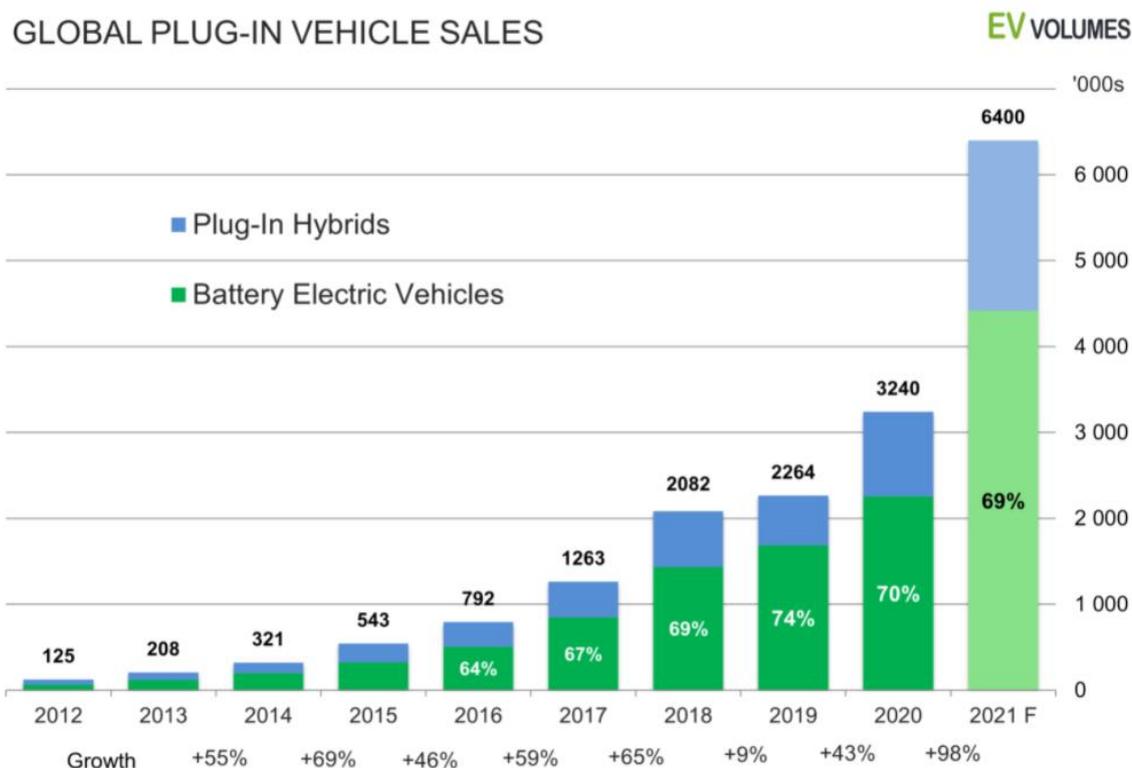
さらに、2021年に於ける世界の EV/PHEV 販売台数は約 640 万台と予想され、対前年比でほぼ倍増の予定である。しかし、日本の自動車産業は、2020年実績で見ると、国内向け 2 割、輸出を含めた海外向け 8 割のビジネスであり、このような急伸する海外の EV/PHEV ビジネスに対しても目を向けることは必須である。



図表 16 : 2020 年の世界に於ける EV/PHEV 販売台数 (出典 : EVvolumes.com)



図表 17：2021 年上半期の EV/PHEV 販売台数（出典：EVvolumes.com）



図表 18：2021 年 世界の EV/PHEV 販売予想（出典：EVvolumes.com）

2.7 自動運転車への影響

世界各国で自動運転車導入への機運が高まっている。特に中国の雄安新区では「国家千年の大計」として新都市（敷地面積は 1770km²）を建設中である。その最大特徴は、地域内は自動運転車のみ走行可能としていることにある。既に地下に自動運転専用道路などを着工しており、第一次完成が 2035 年を目指している。

なお、自動運転車は、人が運転する時と同じように、「認知」・「判断」・「操作」の 3 つの動作を正確に繰り返すことが重要になる。そのためには、周辺をセンシングするセンサとその情報を処理する制御ユニット、そして制御ユニットからの指示を受けて走行が出来るハードウェアが鍵となる。このように情報伝達スピードが重要となる中、EV の場合は電気信号にてモーターを回転し、それをサスペンション、タイヤに伝達するため、内燃機関や HEV に比べて数百分の一と言われるほど伝達速度が早くなる。自動運転車はこのように EV との親和性が高く、各地で実証試験が行われている車両でも EV を採用されている比率が高

い。実用化の際は多くがEVになると予想される。

先進事例：雄安新区

■「国家千年の大計」として、習近平主席が主導
深圳経済特区、上海浦東地区に続く新都市開発プロジェクト

■場所とレイアウト

北京と天津を結ぶ正三角形の位置。北京から最短105kmの距離。最終計画面積：
1770km² 第一次完成は2035年、人口は当初100万人、将来は200~250万人

■特徴

- ・世界一流のデジタル都市を目指す
- ・域内は自動運転車のみ走行可能



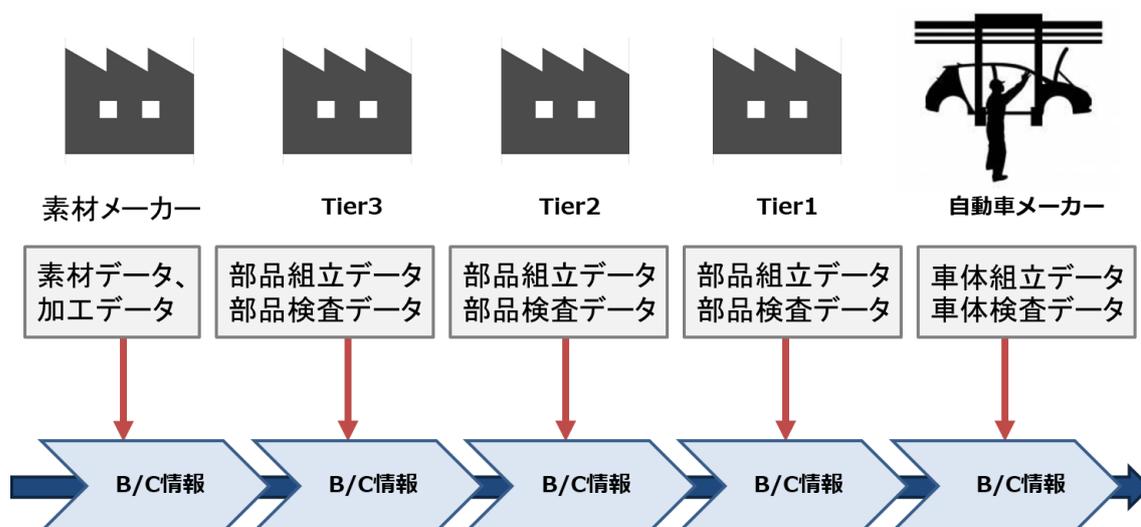
出典：河北雄安新区规划纲要全文发布

図表 19：中国雄安新区（出典：河北雄安新区规划纲要全文发布）

2.8 新技術ブロックチェーンの活用

欧州 LCA 規制でも示されているが、「EV 用バッテリーについては、2024 年 7 月から LCA ベースにて CO₂ 排出量を申請するよう自動車各社に義務付けている」。これに先立ち、欧州自動車メーカーでは、各サプライヤーに対し、どのように製造し、どう CO₂ を計測しているか証明を出すように求めている。これらを行おうとすると、製造毎のトラッキングが必要となる。新技術であるブロックチェーン技術を活用すると、工程毎の状況を記録することが出来、また事後でもどうであったかを明らかにすることが可能となる。さらに、販売後にバッテリーの一部に端子部に溶接不具合などが起こった場合、どの車両が対象車となるのか瞬時に判断することが出来、ユーザーへも連絡が容易となる。このように新技術を EV でも用いることで、より信頼性とトラッキング性が高まると予想される。このような新技術は EV 製造、販売過程でも多いに役立つであろう。

■ 全てのプロセスをブロックチェーン(B/C)で一元管理



図表 20：自動車メーカーのデジタル化 活用事例（出典：日本電動化研究所）

2.9 2030 年 日本の産業別就業人口への影響

上述に示すとおり、2020 年時点で日本の全就業者数は約 6680 万人、その内、製造業には 1045 万人(15.7%)、またその中で自動車産業に従事している方々は約 542 万人である。もし 2030 年に人口動態により 11%減少するとなると、自動車産業に従事する方々は 482 万人となる。

しかし、ここで2つのリスクを想定しなければならない。一つは、日本の自動車産業は、2020 年実績でみると、国内向け 2 割、輸出 1 割を含めた海外向け 8 割のビジネスである。これまでのように、ガソリン車、ディーゼル車、HEV 車などを生産しようにも、輸出向けは環境規制により受け入れが厳しくなる。もし輸出が規制の影響により 5 割低下すると想定すると、生産比率はこれまでの 3 割から 2.5 割に 17%減少する。ということは、上記 482 万人が 400 万人に減少することを意味する。これは現状からみると、内燃機関が国内にて現状維持できたとしても、海外規制の影響と人口減少により、542 万人から 400 万人、つまり 26%減少することを意味する。

もう一つは、国内でも EV 化が伸展する場合である。これは欧州が参考になる。欧州の自動車産業従事者は約 370 万人、関連する産業まで入れると約 1460 万人と言われている。欧州では労働界が EV 化で人員削減が行われる際には、EV 化のためのスキルアップと再訓練を自動車メーカー等に要求している。一方では、充電インフラが増加することにより、その製造、設置、運営で 10 万人以上の新規雇用が生まれるとの見方もある。またテスラのギ

ガベルリン、ノースボルトの電池生産のように新工場を建設する動きもあり、ある意味、産業革命的な動きが起きているといえる。これらより、正確に自動車産業従事者の増減を推定することは難しいが、過去の経験より産業革命が起きた場合は、雇用人口が増えることが多い。

なお、自工会では、「2050年のカーボンニュートラル（炭素中立）に対応しないと、日本ではクルマが造れなくなる。その結果、自動車関連産業に従事する約550万人のうち70万～100万人の雇用が失われる可能性がある」とコメントを発表している。しかし、これは完成車の輸出台数（2019年で約482万台）を全て海外移転することを前提としている。実態は全てが欧州に輸出している訳でなく、また新しい産業創出などは入っておらず、やや過度な表現とも見える。より正確な吟味が必要であろう。

2.10 車載電池および研究開発への巨額投資

日系自動車メーカーが国内でEV/PHEVを生産しようとしても、最大の障害が電池生産にあった。中国、韓国のように巨大な電池メーカーが存在せず、唯一あるのはパナソニックであるが、パナソニックはその主要投資先を米国や中国に移している。このため、小さな電池メーカーではボリューム確保が難しく、かつ価格が高価となるなどの課題があった。

それに対して、トヨタ自動車は、2021年9月7日、2030年までに車載電池や研究開発に1兆5000億円を投資すると発表した。この投資により、電池単体のコストを「材料や構造の開発によって30%以上の低減を目指す」と説明している。電池メーカーに依存するのではなく、自動車メーカーが電池メーカーも兼ね備える新たな展開である。またこれによって、国内および輸出のEV/PHEV大量生産への道が開かれると推定される。

2.11 日本企業のEVに関する競争力

日本はEV/PHEV/FCVの販売では出遅れているが、では技術的に出遅れているかと言えば必ずしもそうともいえない。2021年9月2日、日本経済新聞は特許専門会社であるパテント・リザルトと共同調査を行い、「EVの特許競争力ランキング上位20社」を発表した。これは単にEV関係の出願件数だけでなく、その重要度をスコア化して順位付けしたものである。

それによれば、トップのトヨタ始め、上位20社に日系自動車メーカー、部品メーカーなど8社がランクインしている。それ以外では、米国8社、韓国3社、ドイツ1社である。これらから見るに、EVの商品化では遅れているものの、EV先端分野では日本と米国企業が激しい争いをやっていることがうかがえる。特にトヨタは、開発の中心をHEVではなくEV関係に移して集中的に開発を行っているといえる。

EVの特許競争力ランキング上位20社		
順位	企業名	特許競争力 (ポイント)
1	トヨタ自動車 (日)	8363
2	フォード・モーター (米)	6564
3	ホンダ (日)	3849
4	ゼネラル・モーターズ (米)	3283
5	デンソー (日)	2581
6	日産自動車 (日)	1950
7	ワイトリシティ (米)	1749
8	テスラ (米)	1741
9	日立アステモ (日)	1709
10	現代自動車 (韓)	1694
11	L G化学 (韓)	1421
12	ポッシュ (独)	1285
13	ゼネラル・エレクトリック (米)	1253
14	パナソニック (日)	1250
15	マサチューセッツ工科大学 (米)	1192
16	CPSテクノロジーホールディング グス (米)	1184
17	日立製作所 (日)	1095
18	三菱電機 (日)	1041
19	エマージングオートモーティ ブ (米)	951
20	起亜自動車 (韓)	911

(注) パテント・リザルトと共同調査、順位は7月初旬に米国で
出願されたベース

図表 22 : EV の特許競争力ランキング上位 20 社 (出典 : 日本経済新聞)

2.9 充電インフラ、水素ステーションの動向

日本政府は、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」の中で、公共用の普通充電器 12 万基、急速充電器 3 万基、総計 15 万基の充電インフラを、2030 年までに設置する方針を打ち出した。政府は年度毎に補助金の予算を打ち出す計画である。

なお、これまでの武骨なデザインの急速充電器に対して、東京電力 HD とニチコンはスタイリッシュな急速充電器を開発した。これはグッドデザイン賞を受賞している。今後、高速道路のサービスエリアなどに 2022 年から設置予定である。



図表 23：スタイリッシュな急速充電器（出典：e-Mobility Power）

また、日本と中国との共同研究にて超急速充電仕様 ChaoJi（チャオジ：中国語で超級）を開発中である。最大出力 900kW であり、実用化は 2022 年を目指している。当該仕様は、従来の CHAdeMO 仕様のみならず、中国の GB/T 仕様、テスラ仕様とも代用可能であり、かつ今後は CCS 陣営ともハーモナイズの検討を進めている。今後、日本に於いても ChaoJi 仕様のクルマおよび超急速充電器が増えると予想される。

All rights reserved CHAdeMO Association

ChaoJi; International Best Standard

Backward Compatibility

	CHAdeMO	GB/T	CCS1	CCS2	Tesla	ChaoJi
Connector						
Inlet						
	✓	✓	✓	✓		Applying
	IEEE		SAE			?
	EN			✓		?
	JIS	✓	✓	✓		✓
	GB	✓				✓
Communication	CAN		PLC		CAN	CAN
Max Power	400kW 1000x400	185kW 750x250	200kW 600x400	350kW 900x400	250kW?	900kW 1500x600
Market Power	150kW	125kW	350kW	350kW	85-250kW	-
Number	27,500	300,000	3,000	11,000	20,000	-
Since	2009	2012	2014	2013	2012	2021

図表 24：超急速充電 ChaoJi の国際化（出典：CHAdeMO 協議会）

ChaoJi's Strength

- High Power
900kW(1,500V×600A)

380V×600A×10min=38kWh
(Estimate Range: 200~300km)



- Compact Easy to Use Connector



- Backward Compatibility with All Existing Standard

- Best Safety Level



Best Integrity among all Standard
Dynamic Liquid Cooling system for Heat Resistance
High Voltage Safety
Connectivity Security
Electrical Magnetic Compatibility



図表 25 : ChaoJi の強み (出典 : CHAdeMO 協議会)

ChaoJi Project Members

- More than 60 Entities from not only China and Japan but from USA, UK, Germany, Netherland, Swiss, Australia, India, Korea, etc



図表 26 : ChaoJi Project Members (出典 : CHAdeMO 協議会)

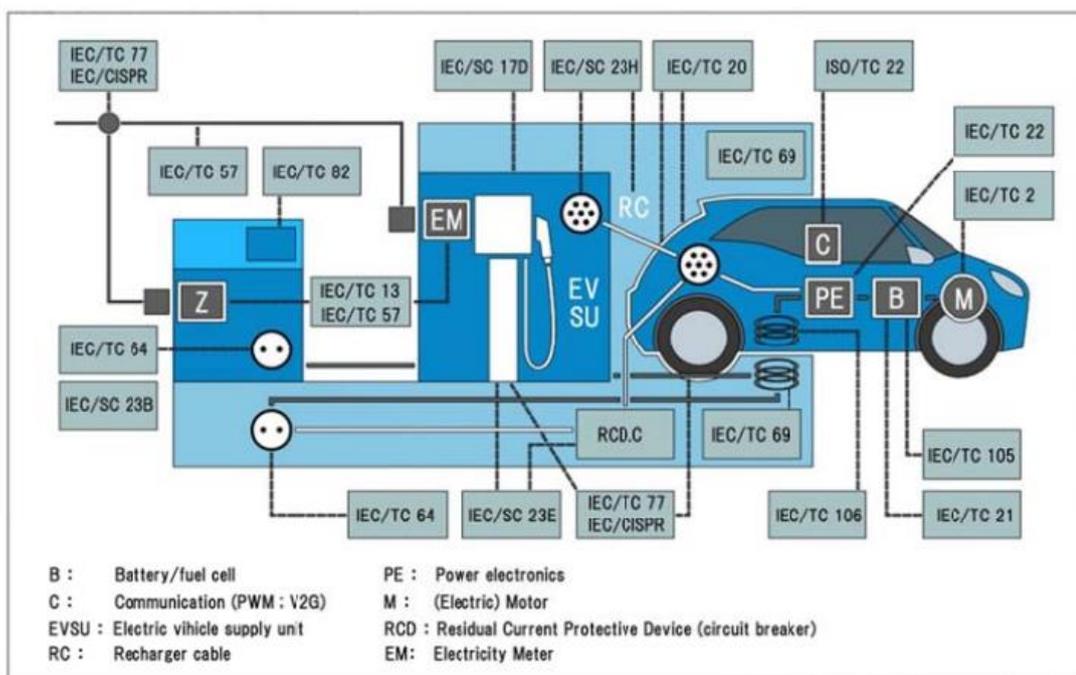
政府は、水素ステーションについて、2030年までに1,000基程度の水素ステーションの最適配置での整備（商用車向けには事業所の充電・充てん設備の整備を推進）を計画している。FCVにおける道路運送車両法と高圧ガス保安法の関連規制の一元化を目指す方針も明らかにしている。

2.13 ワイヤレス給電の実用化

これまで充電インフラについて述べてきたが、それらは普通充電にしる、急速充電にしる、コードを繋がないといけないという制約があった。それに対して、EVを利用するユーザーが多様化するにつれ、女性の場合など手が汚れないほうが良い、雨天・夜間などに安心して使えるほうが良いなどの要望が多くなってきた。それに対応可能としたのが、ワイヤレス給電である。これはグラウンド側に埋め込まれたレゾネーターから、車体下部に設定してあるレゾネーターにワイヤレスで充電するものである。本件に関しては、IECにて国際標準化が整いつつある。本格的な実用化は2022年頃と想定され、日本もEVに関して実用化を早めていくことが望まれる。



図表 27 : ワイヤレス給電状況（出典：WiTricity）



図表 28 : IEC での EV 向け標準化分担 (出典 : 自動車技術会技報)

3.日本の自動車再生戦略

短期～中期的には 8 割を占める海外対象車に対して、ゼロエミッション車を急増させる必要がある。それは、取りも直さず 8 割もの車種ラインナップを変更することから、必然的に国内車種ランナップ見直しも必須となる。つまり、HEV 中心から、EV/PHEV/FCV に軸足を大きく移していくことが求められる。

また日本政府は、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」の一環として、「2035 年までに新車販売で電動車 100%を実現する」ことから必然的である。これまでは、海外にてゼロエミッション化の動きがあっても、まだ大丈夫、日本は他市場とは異なると「茹でガエル」的に見ていた傾向が強かったが、海外のスピードアップに対して、日本の自動車メーカーも変わらざるを得ない状況に追い込まれている。

一方、中長期的に考えると、日本はこれまで、ソニー、旭化成などがリチウムイオン電池を開発し、世界初の量産型電気自動車を三菱自動車、日産自動車が開発して量産化に漕ぎつけるなど革新的なことを行ってきた。しかし、近年は苦戦を強いられており、新たな日本の自動車再生戦略が必要ではないかと考える。

そのためには、今一度ゲームチェンジャーとなる必要があるであろう。以下をキーワー

ドとして、7つの再生戦略を提案したい。これは取りも直さず、新産業の創出と雇用拡大にもつながる。

「ゼロエミッション化を前提に、世界に先駆けて新しい技術を開発し勝つ！」

- ① ポストリチウムイオン電池の開発
- ② EV向け高度なパワーデバイスの開発
- ③ 水素エンジン車、e-Fuel車の量産化
- ④ V2X機器開発強化
- ⑤ 政府によるアメとムチの政策導入
- ⑥ 走行中ワイヤレス給電の開発強化
- ⑦ 分散型電源への開発強化

3.1 ポストリチウムイオン電池の開発に全力を注げ

これまでリチウムイオン電池は、中国、韓国などを中心に大量生産してきたが、リチウムイオン電池のエネルギー密度を上げるためには、コバルト、ニッケル、マンガンなどの希少金属が必要となる。しかし世界的にこのような原材料は限りがあることから、資源高騰を招いている。日本としては、これまでの電解液を固体電解質に変えた「全固体電池」の開発の開発を急ぐとともに、さらにその先にポストリチウムイオン電池となるリチウム硫黄(Li-S)2次電池、フッ化物(F)イオン2次電池、リチウム空気2次電池などの次世代電池開発を急ぐことが急務である。これら新電池の開発により、他に比べて圧倒的な優位性を持つことが可能となる。既に国家プロジェクトも動いており、開発を促進することが望ましい。

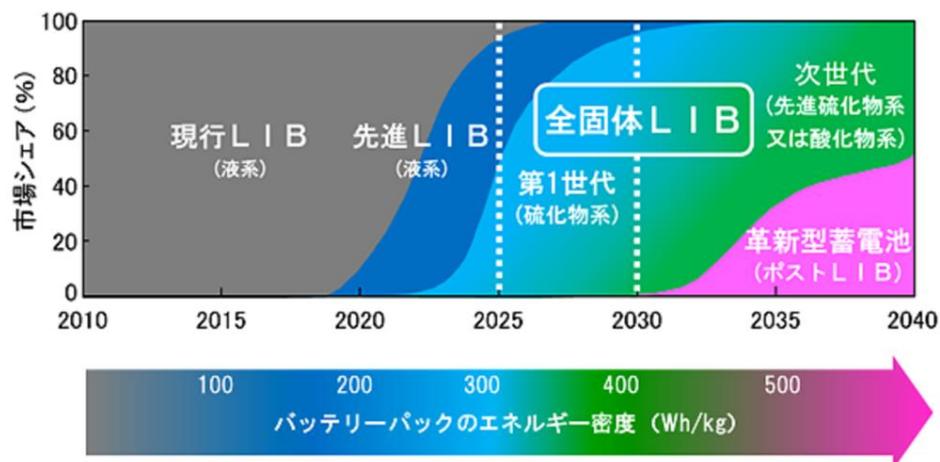
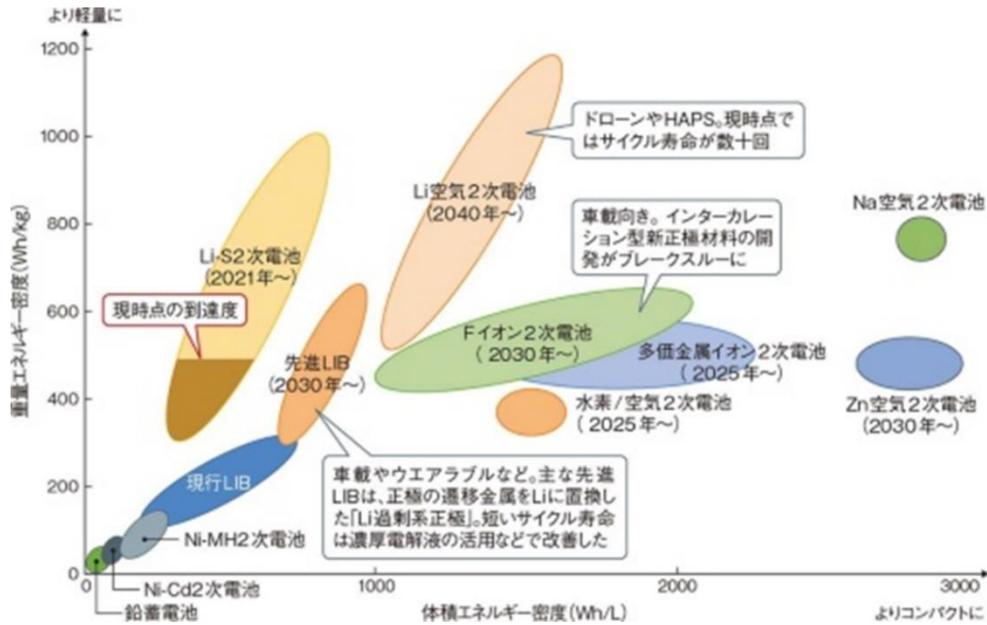


図2 EV用バッテリーの技術シフトの想定

図表 29：全固体電池（出典：NEDO）



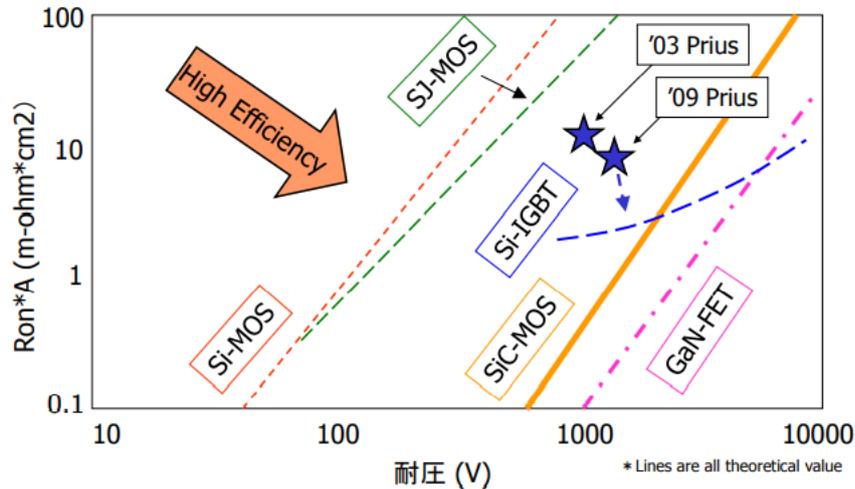
図表 30 : ポストリチウムイオン電池 (出典 : 日経エレクトロニクス)

3.2 EV 向け高度なパワーデバイスの開発を急げ

EV/PHEV にはモータ、インバータ、車載充電器、DC-DC コンバータ等が搭載されているが、これらは高度なパワーデバイスが必要である。例えば、コア電子部品である IGBT は、高品質で信頼性高い部品を製造できるのは、ドイツ：インフィニオンと日本の三菱電機、富士電機、日立パワーデバイス、ルネサスエレクトロニクスなど日系部品メーカーが高いシェアをもっている。これら IGBT に対して、次世代の SiC、GaN などを開発し、諸外国に対して圧倒的に競争力のある部品を開発することが急務である。

日本の高度な電子部品が世界中の EV/PHEV/FCV に搭載されることで、「Made in Japan Inside」となるように、部品供給の命綱を握る部品を開発・生産することで世界をリードすることができる。また、高度なパワーデバイスは、変換効率などクルマの仕様上に於いて大きな役割を果たすため、日本の自動車に優位性をもたらす。

次世代パワーデバイス



Siは理論性能限界に近づく ⇒ SiC・GaNに期待

図表 31 : 次世代パワーデバイス (出典 : トヨタ自動車)

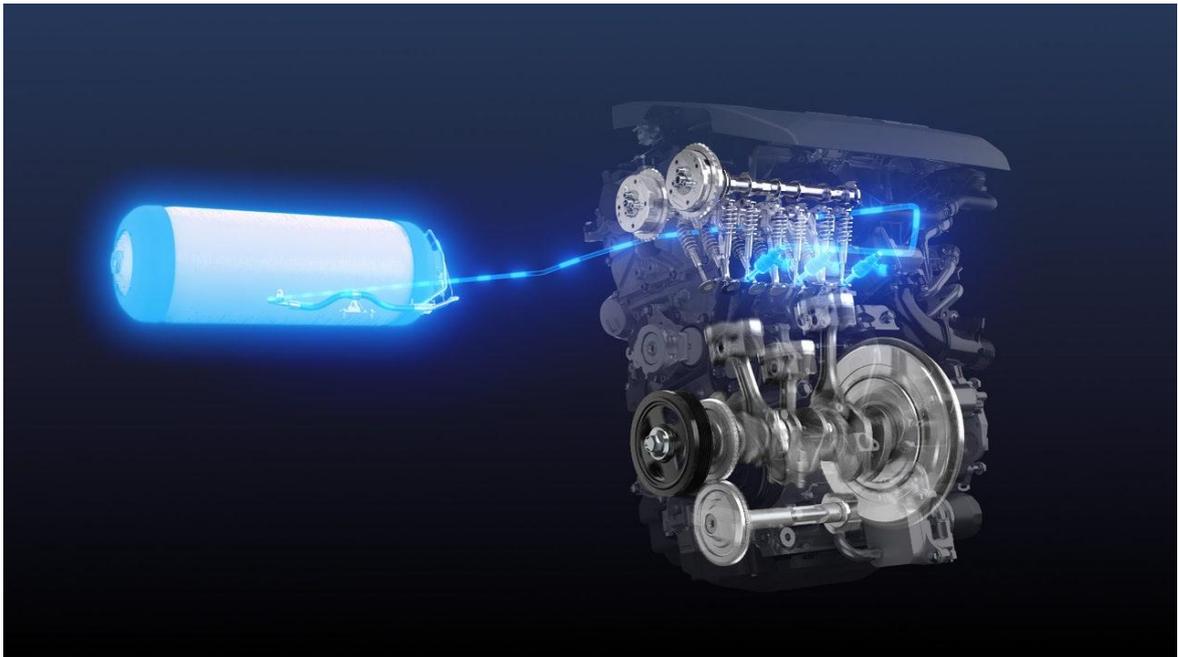
3.3 水素エンジン車、e-Fuel 車の量産化を急げ

今後は主戦場であるゼロエミッション化をいかにして、実用化するかが課題となる。なお、ゼロエミッション車は必ずしも EV や FCV だけでない。トヨタは水素エンジン車を開発中であり、試作車を 24 時間耐久レースに出して走行試験を実施している。水素エンジン車は、ガソリン・エンジンの燃料供給系と噴射系を変更し、水素を燃焼させることで動力を発生させる。燃焼時はごく微量のエンジンオイル燃焼分を除き、走行時に CO $_2$ は発生しない。完全ゼロエミッションではないが、ほぼゼロエミッションとなる。メリットとしては以下が挙げられる。

- ・燃料を水素として、酸素と混ぜて圧縮し燃焼させる仕組み。
- ・燃料が水素なので、CO $_2$ はほぼ発生しない。(潤滑油が燃焼のため若干発生)
- ・従来のエンジン構造が使用できる。
- ・FCV(99.97%)ほど高純度でなくても使用可能

但し、まだ課題も多く、早期の実用化を目指して推進が望まれる。

冒頭、自動車産業に従事している方々は約 542 万人と述べているが、HEV に固執するのではなく、新たな技術開発によりゼロエミッションのエンジンを残すことで、その従事者は 7 割程度が維持可能である。また水素を作り出すために新たな従事者が必要となり、要望される自動車産業従事者はガソリン車とほぼ同等となるであろう。さらに、EV/PHEV も作り出すことで、これまで以上に自動車産業に従事する方は増加することが予想される。

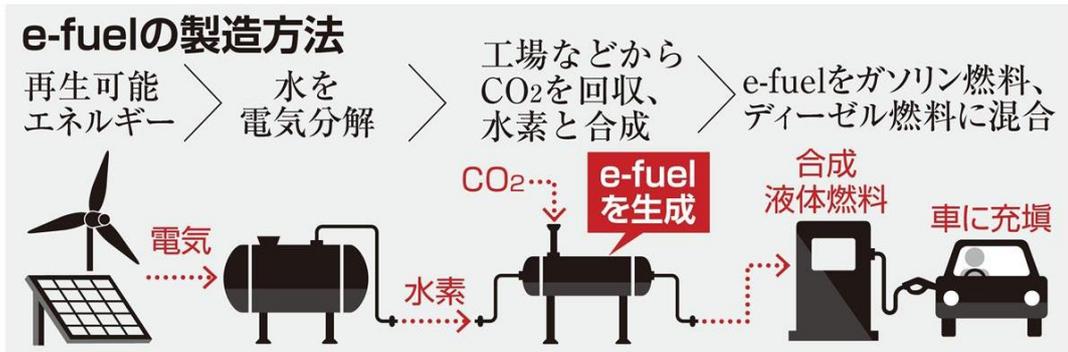


図表 32：水素エンジン車（出典：トヨタ自動車）

もう一つの候補として、e-Fuel(燃料)がある。e-Fuel とは、再生可能なエネルギー源で生成した水素と、多くは産業プロセスから回収した CO₂ を混合することで作り出される合成燃料である。ガソリン、ディーゼル、ケロシン（灯油）といった燃料の「カーボンニュートラル（排出量実質ゼロ）」版とみなされる。メリットとしては以下が挙げられる。

- ・ 再生可能エネルギーによって作り出す水素と産業にて算出される CO₂ を利用して、内燃機関を走らせ、その後 CO₂ を出すことから、カーボンニュートラルである。
- ・ 既存のエンジン部品、ガソリンスタンド、アフターサービスなどがあまり変更せずに使えるため、大きな投資が不要である。
- ・ 太陽光の余剰電力を有効活用できる。

これに関しても、課題が多いが、早期の実用化が望まれる。



図表 33：e-Fuel の製造方法（出典：産経ニュース）

3.4 V2X 機器開発強化（家とのエネルギーマネジメント最適化）

世界各地で、災害（地震、ハリケーン、台風、津波、山火事等）が頻発している。そして、発電所からの電力が停止すると、たちまち多くの人が困る状態となる。特に夏場や冬場などでは、冷房、暖房が止まることは危険な状態となる。EV/PHEV/FCV が普及するにつれ、どのように新エネルギー車を有効活用するかが求められる。既に日本に於いては、日本独自の商品であるが V2X (V2H、V2L) が多数開発されている。これら V2X 機器と家・都市を結ぶエネルギーマネジメントの研究を進め、最適なソリューションを提供することで、新たな産業や雇用創出が生まれる。

- V2H (Vehicle to Home) type

						
Mitsubishi Electric	Nichicon	Takaoka Toko	Denso	Honda	Delta electric	Tsubakimoto Chain

- V2L (Vehicle to Load : External power supply) type

			
Mitsubishi Motors	Honda	Nichicon	Toyota Industries

図表 34 : V2X (V2H、V2L) 機器 (出典 : EVPOSSA)



図表 35 : V2H と家との連携 (出典 : 積水化学工業)



図表 36 : V2L の例 (出典 : 三菱自動車)

3.5 政府によるアメとムチの政策導入

2つの方策を日本政府に対して提案したい。

① 政府目標を実現するために、各自動車メーカーからの具体的事業戦略の提出

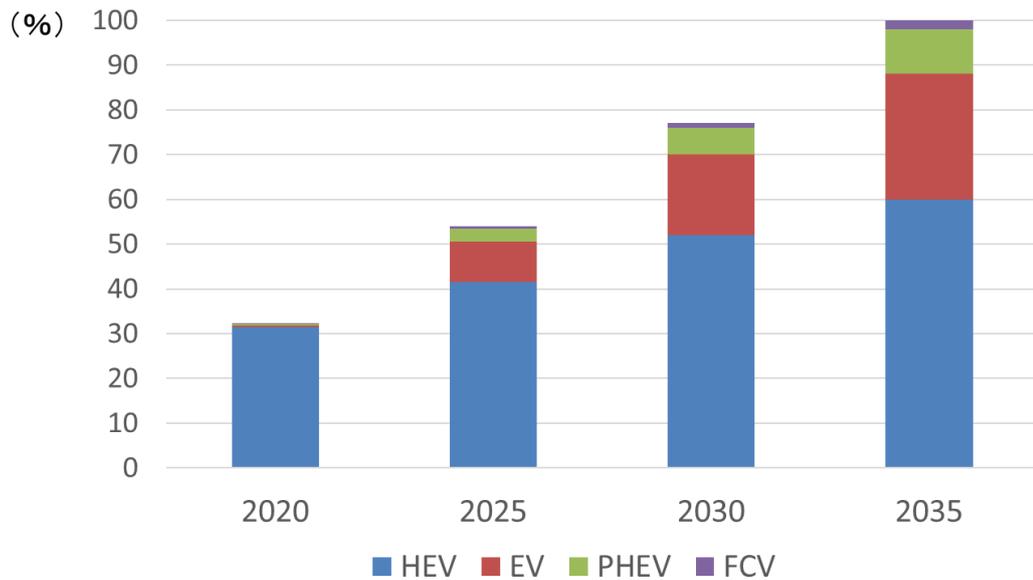
日本政府が掲げる「2035年までに新車販売で電動車100%を実現する」と日系自動車メーカーの方針が一致していない。このため、例えば本年年末までに、各自動車メーカーはどのようにして2035年までに新車販売で電動車100%を実現するのか、その具体策を新たな事業戦略として打ち出すよう要望すべきであろう。またその際に、政府に対して実現するための要望なども集約すべきである。そうでなければ、政府の方針はたんなるお題目として掲げるだけで、どのメーカーも必死に実行しようとししない。

② 日本版 ZEV 規制の導入

政府のグリーン成長戦略では、2035年に電動車100%を目指しているが、そこに至るまでの道筋がみえない。また達成した企業と達成しない企業には不公平が生じる。このような状態を解消するためには、米国カリフォルニア州で実施している ZEV 規制を、日本版に修正し導入すべきと考える。

達成できている企業は他企業にクレジットとして販売可能であり、逆に達成できない企業は他企業からクレジットを購入する必要がある。中国 NEV 導入の際も、米国カリフォルニア州大気資源局(CARB)を訪問して学習しており、日本も同様にして米国にシステム構築を学ぶべきであろう。以下に例を示す。

日本版ZEV規制案



Proposed Japanese ZEV Regulations

[%]

	Class	2020	2025	2030	2035
Minimum ZEV (EV)	Gold	(0.35)	9	18	28
Minimum ZEV (FCV)	Gold	(0.02)	0.5	1	2
TZEVs (PHEV)	Silver	(0.35)	3	6	10
AT PZEV(HEV)	Bronze	(31.4)	41.5	52	60
Total ZEV Percentage Requirement	-	(31.12)	54	77	100

- ・ ZEV : Zero Emission Vehicle (battery electric and fuel cell)
- ・ TZEV : Transitional Zero Emission Vehicle (plug-in hybrids)
- ・ AT PZEV : Advanced Technology Partial Zero Emission Vehicle (hybrids)

図表 37 : 日本版 ZEV 規制案 (出典 : 日本電動化研究所)

3.6 走行中ワイヤレス給電の開発強化

ワイヤレス給電をさらに進化させた技術として、走行中ワイヤレス給電がある。現在、世界各国でも研究開発が進んでいるが、日本でも企業、大学等にて研究を行っている。これの最大の特徴は、これまでEVが多くを電池を搭載しなければならないというジレンマに対し、走行しながら給電が出来るため、電池搭載量を減らすことが出来ることである。また走行中は常時給電ができるため、高速道路などで自動運転車とも親和性が高くなる。

開発例として、イスラエル新興企業 **ElectReon** 社がスウェーデンのゴットランド島にて、実証試験を実施している。道路の中にはコイルが埋め込まれ、地上には各所に制御ユニットが設置されており、走行中ワイヤレス給電可能となっているようだ。日本も研究室レベルではなく、きちんとした道路を作り、実証試験を実施した上で、実用化のスピードを上げることがを要望したい。これら新技術は新たな産業を興し、従事者を増加させる可能性がある。



図表 38：スウェーデンに於ける走行中ワイヤレス給電の実証試験（出典：ElectReon）

3.7 分散型電源への開発強化

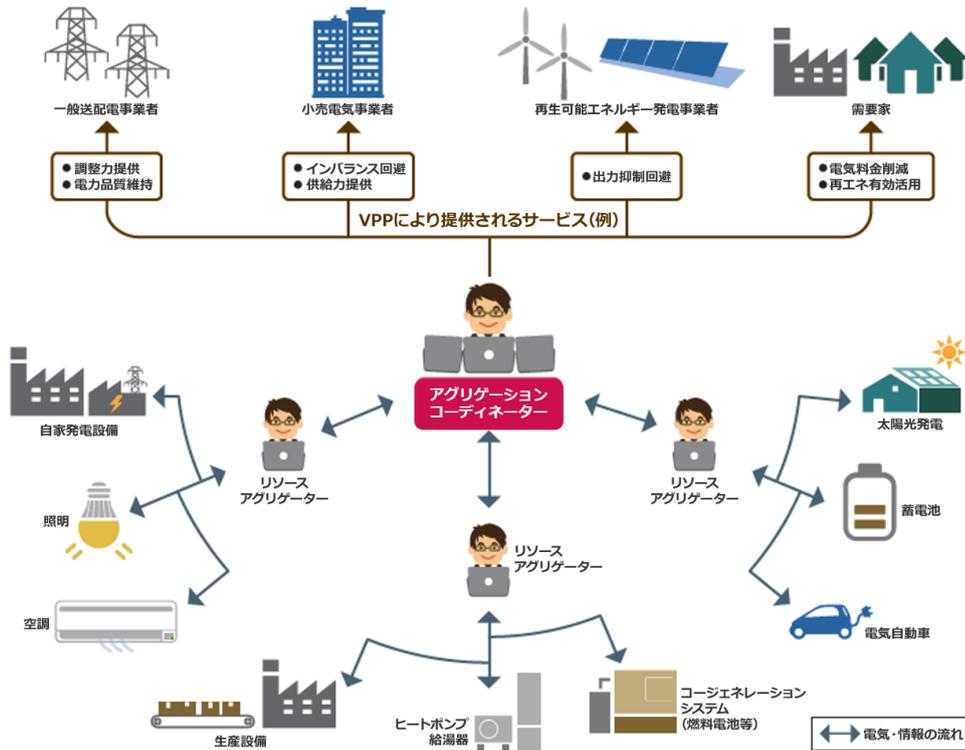
少しマクロな視点となるが、次第に EV、PHEV が増加してくると、充電による電力逼迫の状況が生まれてくる。これはどの国でも同様であろう。日本は、東日本大震災に伴う電力需給の逼迫を経験していることから、これまでの大規模発電所（いわゆる集中電源）に依存した従来型のエネルギー供給システムから、電力の需給バランスを意識したエネルギーの管理を行うことの重要性が強く認識されるようになった。

また、震災後、太陽光発電や風力発電といった再生可能エネルギーの導入が大きく進み、その結果、天候など自然の状況に応じて発電量が左右されるため、供給量を制御することができないという課題も明らかとなった。

このような背景から、分散型電源という概念が生まれてきた。比較的小規模な発電装置、太陽光、風力、燃料電池、EVなどを消費地近くに分散配置して電力の供給を行うシステムである。それらを実行するためには、分散設置されたエネルギーリソース（発電設備、蓄電設備、需要設備、EV）を ICT 活用してアグリゲーション(束ねること)することで、あたかも一つの発電所のように電力の需給バランスを調整する VPP（バーチャルパワー

ラント：Virtual Power Plant) の活用が必須である。

今後、EV や PHEV が大きく普及するためには、VPP のように総合的な分散型電源が必要であり、日本はこれらシステムを早期に開発し実用化することで、電力の逼迫に対して安定供給できる道筋をつけることが大切である。これは他国に対しても優位性をもつであろう。



図表 39 : VPP のイメージ (出典：資源エネルギー庁)

以上