

令和 2 年度

エネルギー需給構造高度化対策に関する調査事業
世界のモビリティとエネルギー転換の将来分析調査

報 告 書

2021 年 3 月

一般財団法人日本エネルギー経済研究所

目次

はじめに	1
自動車産業をめぐる環境変化.....	2
1.1 環境規制.....	2
1.1.1 CO ₂ 排出規制	2
1.1.2 大気汚染物質規制	6
1.1.3 リサイクルに関する規制.....	8
1.2 自動車技術	9
1.2.1 電気自動車.....	9
1.2.2 自動運転技術	19
1.2.3 内燃機関（ガソリン、ディーゼル）	20
1.2.4 自動車に関するエネルギー動向	21
1.3 自動車利用	28
1.3.1 自動車の所有意識.....	28
1.3.2 自動車のシェアリング.....	31
1.3.3 移動・輸送手段の統合.....	36
1.4 自動車産業	41
1.4.1 自動車市場（販売台数）	41
1.4.2 自動車生産におけるこれからの重視点	42
1.4.3 サプライチェーンの変化.....	45

図表目次

図 1	各国・地域の燃費規制値の推移（乗用車）	2
図 2	パワートレイン別 LCA での CO ₂ 排出量の試算結果（日欧比較）	3
図 3	国境炭素調整のイメージ	6
図 4	日欧の NO _x 、PM 規制値	7
図 5	世界の新車販売台数の推移（2018-2030 年）	10
図 6	世界の電動車累積台数の見通し	10
図 7	2030 年の電動車向け電力需要の見通し(STEPS/SDS、モード・充電形式・地域別)	11
図 8	電動車用電池の技術シフトの想定	12
図 9	電動化が自動車メーカーに及ぼす影響と想定される打ち手	13
図 10	独 Volkswagen Group の BEV 専用プラットフォーム概要	14
図 11	電動化に伴う自動車産業の構造変化	14
図 12	金属資源の現有埋蔵量に対する 2050 年までの累積需要量	15
図 13	レアメタル（リチウム、コバルト、ニッケル）の世界生産量	16
図 14	世界全体の電力需要の見通し(2018-2030 年)	16
図 15	全世界の電源構成の推移(2010-2030 年)	17
図 16	日本における長期エネルギー需給見通し	18
図 17	最終エネルギー消費と実質 GDP の推移(1973-2018)	18
図 18	シナリオ別 2030 年の充電ステーション数見通し	19
図 19	自動運転車の世界販売台数（レベル 2 以上）	20
図 20	内燃機関エンジンの熱効率改善の方向性（ガソリン車の例）	21
図 21	世界の再エネ発電設備容量の推移(累積値、2005-2021 年)	23
図 22	セクターカップリングの概要	24
図 23	Audi e-gas プロジェクト	24
図 24	再生可能エネルギーの均等化発電原価の推移（2010-2019 年）	25
図 25	APEC 値域における CO ₂ フリー水素の製造コスト	26
図 26	日本における FCEV 車向け CO ₂ フリー水素コスト比較（国内水素 vs 輸入水素）	27
図 27	ASEAN における自動車の保有実態と購入意欲（所得階層別）	30
図 28	年齢別および経済状況別の家庭の自動車保有率（米国）	31
図 29	ライドシェア市場規模推移	33
図 30	カーシェア市場規模推移	33
図 31	世代別ライドシェアサービスの利用意向	34
図 32	世界の自動車販売台数シナリオ（百万台）	35

図 33	MaaS が普及した場合の世界の自動車関連市場予測.....	37
図 34	欧米で進むマルチモーダルサービス	38
図 35	2050 年までの貨物輸送需要想定 (EU-28) (10 億トン-km)	39
図 36	日本国内におけるモーダルシフトの推進.....	40
図 37	世界の新車販売台数の推移予測.....	41
図 38	地域別の自動車販売台数予測と新興国比率の推移 (2017 年の 10 年後予測)	42
図 39	モビリティの方向性.....	43
図 40	自動車リサイクルのフローとリサイクル率	44
図 41	ソフトウェア化と自動運転の進展で自動車業界の産業構造に変化.....	46
表 1	カリフォルニア州 ZEV 規制において乗用車販売に求められるクレジット	4
表 2	ICE の販売禁止に関する政府・議会の主な動き	5
表 3	中国の排出ガス規制「国 6」	8
表 4	欧州 ELV 規制の概要	8
表 5	世界の主要国・地域の温室効果ガス削減目標と水素ロードマップ概要.....	22
表 6	自動運転が利用可能になった場合「自動車を手放すことを検討する」と回答した 割合 (2019 年実施、米国・欧州・中国)	29
表 7	人口 1 人当たりの乗用車保有台数 (2018 年)	29
表 8	IoT や AI が可能とする新しいモビリティサービスの類型.....	32
表 9	国別自動車生産台数 (上位 30 か国)	45
表 10	モビリティベンチャーの例.....	47

略語一覧

BEV	Battery Electric Vehicle	バッテリー式電気自動車
CAFE	Corporate Average Fuel Efficiency	企業別平均燃費基準
CASE	Connected, Autonomous/Automated, Shared, Electric	コネクティッド、自動化、シェアリング、電動化
CFRP	Carbon Fiber Reinforced Plastics	炭素繊維強化プラスチック
CRM	Critical Raw Materials	重要原材料
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle	燃料電池電気自動車
HEV	Hybrid Electric Vehicle	ハイブリッド自動車
ICE	Internal Combustion Engine	内燃機関
IEA	International Energy Agency	国際エネルギー機関
JAMA	Japan Automobile Manufacturer Association	日本自動車工業会
LCA	Life Cycle Assessment	ライフサイクルアセスメント
LCOE	Levelized Cost of Electricity	均等化発電原価
LiB	Lithium-ion Battery	リチウムイオン電池
MaaS	Mobility as a Service	モビリティ・アズ・ア・サービス
MEB	Modularer Elektrifizierungsbaukasten	次世代 BEV プラットフォーム
NEV	New Energy Vehicle	新エネルギー車
OEM	Original Equipment Manufacturer	完成車メーカー
OICA	Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles	国際自動車工業連合会
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle	プラグインハイブリッド自動車
SDS	Sustainable Development Scenario	持続可能な開発シナリオ
STEPS	Stated Policy Scenario	公表政策シナリオ
ZEV	Zero Emission Vehicle	ゼロエミッション車

はじめに

世界の将来を左右する重要な課題の一つとして、モビリティの在り方も大きな関心が寄せられている。自動車に関連した技術がどのように進歩していくのか、どのような革新技术が普及していくのか、それを通して、経済・産業・社会・ライフスタイル等にどのような影響が生じるのか、それらの変化がどのようなエネルギー転換をもたらすのか、そして、上述の諸変化はわが国にとってどのような意味を持つのか、わが国はどのように対応すべきなのか、が重要関心事項となりつつある。

他方で将来を左右する重要な諸要素・条件には、その先行きの展開に不確実性が大きく存在している。例えば、モビリティ技術の進歩や産業発展は、エネルギーの在り方に変化を与えるが、逆に、エネルギーの在り方の変化はモビリティ技術や産業の在り方に影響を与える。このような不確実性を勘案しつつ、様々な将来のありうる姿を検討することで、わが国がとるべき重要な関連政策・戦略を立案し、将来に備える必要がある。

本調査では、自動車産業の将来動向に影響を与える様々な事柄について整理、分析を行った。本調査結果が日本の対応政策や戦略の検討に資するとすれば幸いである。

なお、本調査は専門家との意見交換および株式会社テクノバの協力を受けて実施した。本調査へのご貢献に感謝の意を伝えたい。

2021 年 3 月

一般財団法人日本エネルギー経済研究所

自動車産業をめぐる環境変化

1.1 環境規制

1.1.1 CO₂ 排出規制

(1) 企業別平均燃費規制

(i) 強化される規制値

自動車に関する燃費規制として、CAFE 規制（Corporate Average Fuel Efficiency：企業別平均燃費基準 中国での同様の規制は CAFC と呼称）が運用されている。CAFE 規制は、CO₂ 排出削減に向けた規制として今後も強化される。欧州においては、2025 年規制で 68～78g/km が検討されているところである（図 1）¹。車両重量にも関係するが、内燃機関車（Internal Combustion Engine: ICE）での改善のみでは達成困難なレベルに強化されるため、電動化に拍車がかかる一因となっている。

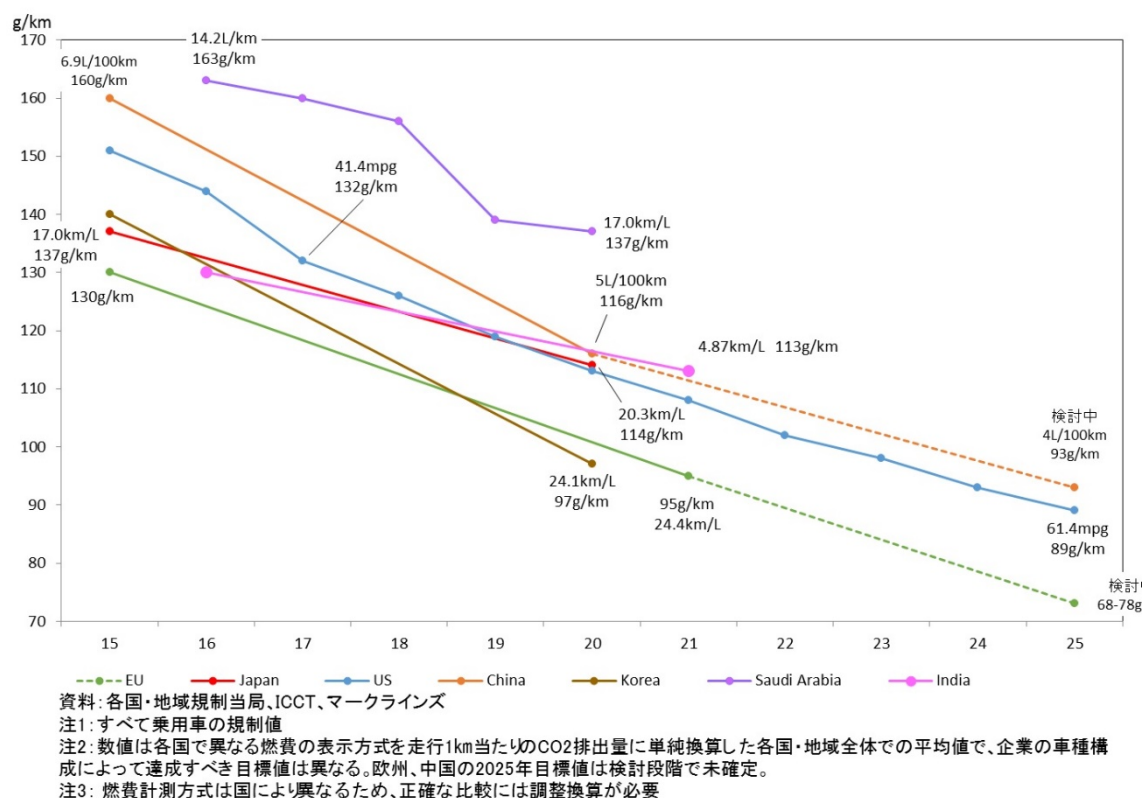


図 1 各国・地域の燃費規制値の推移（乗用車）

（出所）三井物産戦略研究所

¹ 三井物産戦略研究所産業情報部、「世界の自動車燃費規制の進展と電動化の展望」、
<https://www.mof.go.jp/pri/research/seminar/fy2017/lm20180315.pdf>（2020 年 12 月 3 日アクセス）。

(ii) LCA での規制の議論

今後 CO₂ 排出量の規制対象を自動車の走行段階だけでなく、製造段階や廃棄段階を含む、いわゆるライフサイクルアセスメント（Life Cycle Assessment: LCA）に拡大する議論があり、これが実現されると自動車のパワートレインの選択が大きく変わる可能性がある。

走行段階では CO₂ 排出が無いバッテリー式電気自動車（Battery Electric Vehicle: BEV）、燃料電池電気自動車（Fuel Cell Electric Vehicle: FCEV）の電動車であるが、エネルギー源である電力の発電方法や蓄電池等の生産段階での CO₂ 排出を含めて比較すれば、ICE に比べ必ずしも CO₂ 排出量が少ないとはいえない(図 2)²。特に発電方法については、自動車のライフサイクル全体の CO₂ 排出量に大きく影響する。

日本の様に再生可能エネルギー、原子力発電の発電割合がともに少ない国では車による CO₂ 排出削減には電源構成を併せて検討する必要がある。

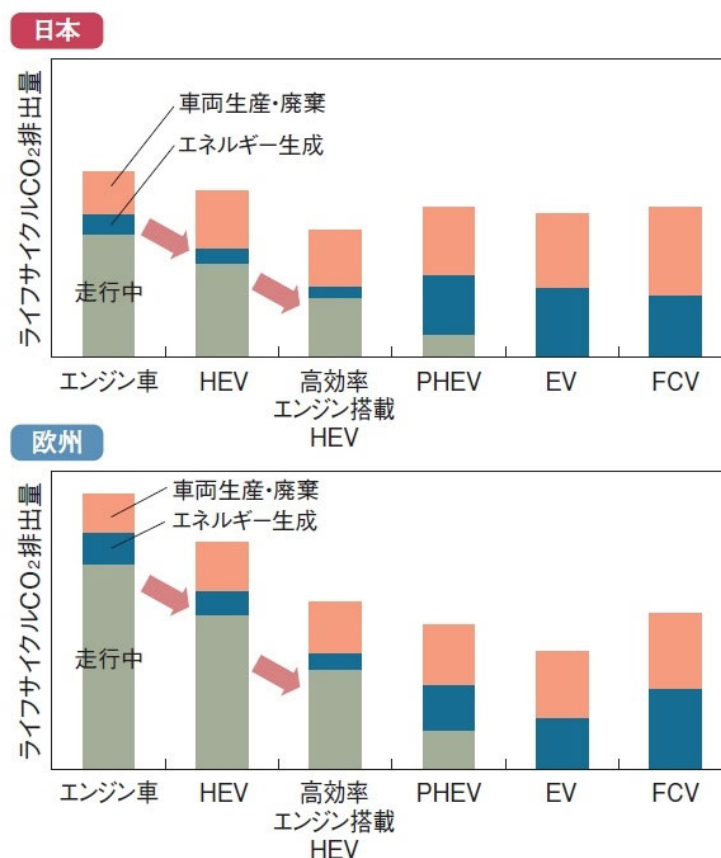


図 2 パワートレイン別 LCA での CO₂ 排出量の試算結果（日欧比較）

（出所）日経 XTECH

² 日経 XTECH、「2030 年“LCA 規制”の衝撃 対 EV でエンジンが逆襲」、
<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/cpbook/18/00037/00001/>（2020 年 12 月 3 日アクセス）。

(2) ICE 等の販売規制

(i) ZEV 規制・NEV 規制

自動車の CO₂ 排出削減を目的とした規制には、企業別平均燃費規制以外の手法として米カリフォルニア州ほかによる ZEV (Zero Emission Vehicle) 規制(表 1)¹、中国政府による NEV (New Energy Vehicle) 規制がある。いずれも非 ZEV (NEV) を販売する OEM (Original Equipment Manufacturer) に一定の ZEV (NEV) の販売を義務付けるものであり、米国では自動車販売シェアの 40%超を占める 15 州で ZEV 規制が採用されている。

なお米国では連邦が CAFE 規制を実施、州が ZEV 規制を実施しており、規制一本化の議論がある。また中国では、これまで NEV 規制の中で ICE とハイブリッド自動車 (Hybrid Electric Vehicle: HEV) は区別されておらず、HEV を販売するのに必要な NEV の販売台数は ICE の場合と同数であったが、2021 年からは、HEV は ICE よりも少ない NEV の販売台数で販売が可能になるよう制度変更が行われ、ICE に比較して HEV が販売しやすいようになる。

表 1 カリフォルニア州 ZEV 規制において乗用車販売に求められるクレジット

Model Years	Total ZEV	Minimum	
	Percent Requirement	ZEV floor	TZEVs
2018	4.5%	2.0%	2.5%
2019	7.0%	4.0%	3.0%
2020	9.5%	6.0%	3.5%
2021	12.0%	8.0%	4.0%
2022	14.5%	10.0%	4.5%
2023	17.0%	12.0%	5.0%
2024	19.5%	14.0%	5.5%
2025	22.0%	16.0%	6.0%

(注) ZEV floor は EV (BEV) および FECV、また TZEVs (Transitional ZEVs) は PHEV および水素エンジン車 (ZEV に含まれるものの内燃機関を持つもの)

PHEV のみを製造販売する OEM は、2025 年時点では自らの自動車製造販売で 6.0%分のクレジットを獲得できるが、16.0%のクレジットは BEV または FCEV を製造販売する OEM から購入する必要がある。

(出所) California Code of Regulations

(ii) ICE 等の販売規制に関する方針

ICE 等の販売を規制する政策が各国から発表されている(表 2)。欧州では、フランス、ドイツ等で 2030~2040 年までに従来型自動車販売の禁止を発表している。中国では政府政策に関与する中国汽車工程学会が、2035 年を目途に新車販売の 50%が BEV 等の新エネルギー車、残りの 50%が HEV となる見通しを発表しており、これが実現すると ICE の販売は

禁止される事態となる。今後、正式な目標として中国政府より「第14次5か年計画（2021～2025年）」に盛り込まれる可能性が高い。

表2 ICEの販売禁止に関する政府・議会の主な動き

国	政府・議会の主な動き	国	政府・議会の主な動き
	2025年までに従来型自動車販売を禁止する決議案を議会下院が可決（2016年）		2030年以降、従来型自動車販売を禁止と政府が発表（2019年）
	2025年までに従来型自動車の廃止を与野党が提案（2016年）		2030年までに従来型自動車販売を禁止と政府が発表（2020年）※HVも禁止対象
	2030年までにEUでの従来型自動車販売を禁止する決議案を連邦参議院が可決（2016年）		2040年までに従来型自動車販売を禁止と政府が発表（2017年）
	2030年までに従来型自動車販売を禁止と政府が発表（2018年）		【カリフォルニア州】 2035年までに従来型自動車販売を禁止を知事が州政府に指示（2020年）
	2030年までに従来型自動車販売を禁止と政府が発表（2018年）		2035年を目途に新車販売の50%がEVなど新エネルギー車、残りの50%がHVとなる見通しを政府政策に関与する中国汽车工程学会が発表（2020年） これから発表される「第14次5か年計画」で正式な目標として発表される可能性が高い
	2030年以降、従来型自動車販売を禁止と政府が発表（2019年）		2030年以降の新車販売をすべてEVにと大臣が発言（2017・2019年） 現在EVロードマップを策定中だが、自動車業界団体の反発によりEV目標の調整が難航
	2030年以降、従来型自動車販売を禁止と政府が発表（2017年）		

（出所）各種資料を元にテクノバ作成

（3）国境炭素調整

国境炭素調整とは、気候変動対策を講じる国が、同対策の不十分な国からの輸入品に対して、水際で炭素課金を行うことを指す。その目的は、気候変動対策の強度差に起因する国際競争上の悪影響を緩和し、炭素リーケージを防止することである。炭素リーケージとは、①一般に、国内市場が炭素効率の低い輸入品に脅かされて国内生産が減少すること、また、②炭素制約を理由に産業拠点が制約の緩い海外へ移転し、地球全体での排出量が減らないことを指す³。国境炭素調整を議論する際には、特に①の意味で用いられ、競争条件を均等化することで炭素リーケージを防ぐとしている。

³ 日本エネルギー経済研究所、「国境炭素調整措置の最新動向の整理－欧州における動向を中心に－」第1回世界全体でのカーボンニュートラル実現のための経済的手法等のあり方に関する研究会（2021年2月17日）

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/carbon_neutral_jitsugen/pdf/001_02_00.pdf
（2021年2月26日アクセス）。

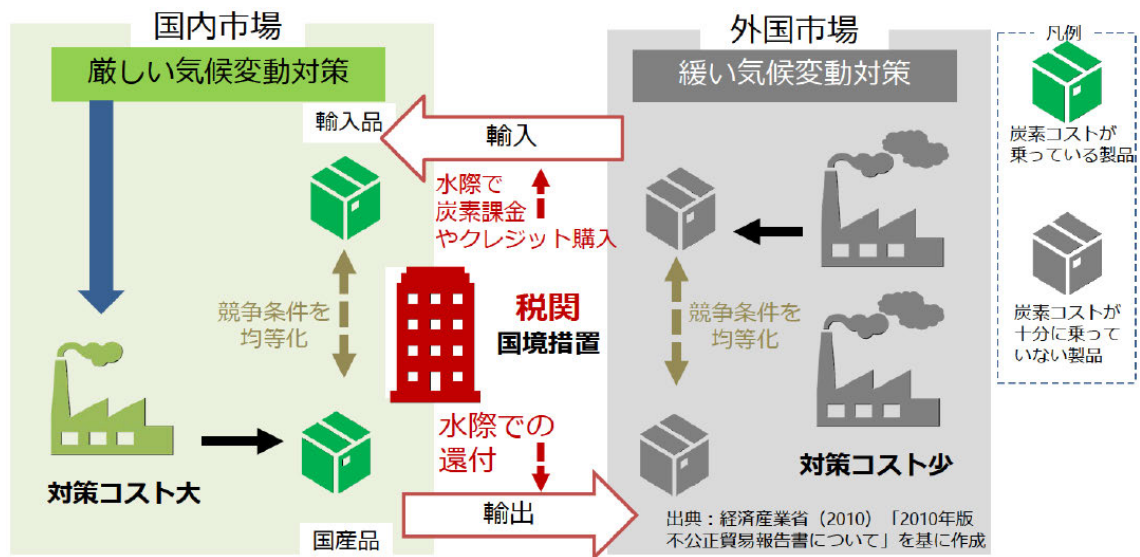


図 3 国境炭素調整のイメージ

(出所) 日本エネルギー経済研究所「国境炭素調整措置の最新動向の整理－欧州における動向を中心に－」より抜粋

たとえば欧州連合では、環境分野を含んだ新たな包括政策「欧州グリーンディール」の一環として、国境炭素調整が検討されている。欧州委員会は、2021 年 6 月までに影響評価を含む立法を実施予定としている。国境炭素調整の導入によって、部品の調達、完成車の輸出入におけるコスト増嵩に繋がると考えられる。一方で、製品に含まれる CO₂ 量の算出方法が未確定であること（産業セクターごとに適切な計測方法や制度設計が必要）や、WTO ルールとの整合性⁴の確保など、克服すべき課題もある。

1.1.2 大気汚染物質規制

自動車から発生する大気汚染物質の規制としては、欧州の EURO、日本の新長期・ポスト新長期規制、中国による国家基準等各国で整備されており、NO_x（窒素酸化物）、PM（粒子状物質）、CO（一酸化炭素）等が規制対象である。欧州で 2014 年に適用された EURO6、及び日本で 2009 年に適用されたポスト新長期規制では、ともに NO_x0.08g/km、PM0.005g/km である(図 4)⁵。

⁴ GATT 20 条の一般例外では「有限天然資源の保護」を認めているが、「恣意的もしくは正当と認められない差別待遇や国際貿易の偽装された制限」にならないことが条件であり、炭素国境調整措置の適用対象となった国がこの観点から無効を主張する可能性がある。

⁵ JAF、「[Q]乗用車の排出ガス規制における NO_x（窒素酸化物）／PM（粒子状物質）の最新の数値は？」、<https://jaf.or.jp/common/kuruma-qa/category-construction/subcategory-engine/faq063>（2020 年 12 月 3 日アクセス）。

大気汚染物質は、CO₂と比較してモータリゼーションが進展した都市に局所的に影響を与えることから、大気汚染が深刻な都市ではCO₂以上に自動車に対する規制の重要な動機づけとなることが考えられる。なお、大気汚染物質の影響は概ね都市圏の単位であることから、北京市のように、自動車単体の排ガス規制と、都市への流入規制や自動車購入時のナンバー取得に対する規制など、自動車の保有や利用に係る規制とを組み合わせた規制を独自に採用する都市が増えると考えられる。

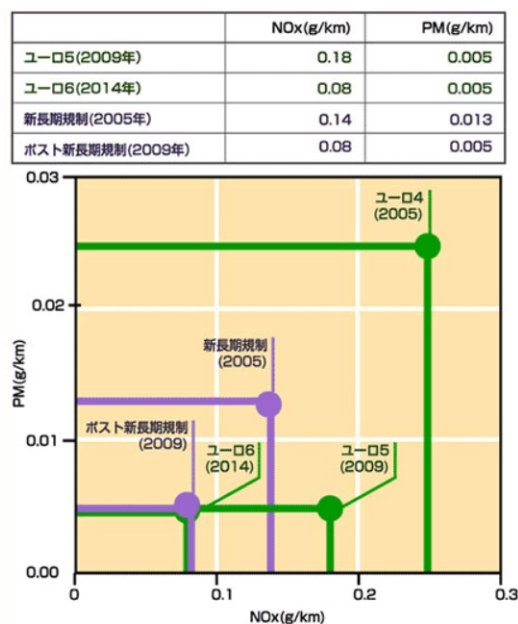


図 4 日欧の NO_x、PM 規制値

(出所) JAF

中国では世界一厳しいと言われている国 6 基準の導入を予定（2020 年運用開始を新型コロナウイルスの影響で延期中）している（表 3）。今後新興国で人口が増加すると見込まれることから、他の新興国でも規制は今後厳しくなる可能性があり、電動化加速の一因になると考えられる。

表 3 中国の排出ガス規制「国 6」

国6a	国6b
2020年～	2023年～
国5基準に対してCO排出量30%削減	国5基準に対してCO排出量50%削減、 NOxで42%削減 ※米国Tier3とほぼ同水準
【排ガス関連の品質保証期間】 3年または走行距離6万キロ以下で、排ガス関連機器が故障したり、損傷したりして排ガスが基準を超えるようになった場合、自動車メーカーが修理や交換に必要な全ての費用を負担しなければならないと規定。	

(注) 小型自動車（設計総重量 3.5 トン以下の乗用車と商用車）

(出所) 各種資料を元にテクノバ作成

1.1.3 リサイクルに関する規制

欧州では環境適合的に廃棄するための法的基盤である ELV 指令（End-of Life Vehicles Directive：廃自動車指令）を 2000 年に施行されている(表 4)。近年では、プラスチック、電子機器、希少金属等の重要原材料（Critical Raw Materials: CRM）、炭素繊維といった新素材に関する規制がなく、2020 年 11 月より内容の更新作業に入っている。日本でも 2002 年より自動車リサイクル法が施行されている。今後、自動車の材料としてアルミニウムや CFRP、などの軽量化材料の割合が増加し、また電装部品の使用も増加すると考えられるため、これからの自動車を適切に処理できるリサイクルシステムの構築が課題になる。

表 4 欧州 ELV 規制の概要

項目	概要
有害物質の使用禁止	概要2003年7月1日以降に市場に出される自動車部品や材料に、鉛、水銀、カドミウム、六価クロムが含まれていてはならない[9]。例えば、従来ボルト・ナットなどの締止めに六価クロムをつかっためっきが一般的に行われていたが、六価クロムは強い毒性をもち、六価クロムを含む廃液・鉍滓などによる環境汚染・健康被害でしばしば問題を起こしていた。現在ではおもに無害な三価クロムを使用しためっきに置き換えられている。
取り除く部品を指定	使用済み自動車を処理する際、まずはコンポーネントをすべて取り外すことを求めている。例えば、鉛、水銀、カドミウム、六価クロムを含む部品は取り外して確かな方法で保管しておかなければならない。また、燃料、オイル、ガス、バッテリー、キャタライザーなども使用済み自動車から除くことが定められている。当然、このようなものを取り除いて保管しておくにはそれなりの設備が必要で、そのような設備がなければ使用済み自動車の処理工場の認定を受けることができない。
目標リサイクル率	2006年1月1日までに再利用・リカバリーが年間の使用済み自動車の重量に対して85%以上、再利用・再生利用が80%以上とすること、2015年1月1日までに再利用・リカバリーを95%以上、再利用・再生利用を85%以上とすることが決められている。
回収・処理システムの確立	まず、認可された処理業者が発行する破壊証明(a certificate of destruction)が、自動車の登録抹消に必要なような仕組みを確立することが各国に求められている。回収の仕組みを導入し、使用済み自動車を回収するための費用は製造者が負担する
使用済み自動車の無償引き取り	使用済み自動車が全く市場価値をもたない、あるいはむしろ対価を払わねば引き取り手がない場合でも、回収時に所有者に対する費用が発生しない仕組みでなければならない。また、本指令に基づく各国の法律が整備される2002年以前に市場にでた自動車については各メーカーとも費用を負担することに抵抗しており、とりあえずは従来どおり最終所有者が負担する仕組みになっている。

(出所) 各種資料を元にテクノバ作成

1.2 自動車技術

1.2.1 電気自動車

自動車の電動化、情報化、知能化、及びカーシェア・ライドシェアといった「モビリティ・アズ・ア・サービス (Mobility as a Service: MaaS)」の進展は自動車産業に大きな影響を及ぼすが、相互に関連し合い一体化していくことにより、2030 年代半ば以降にはモビリティ革命が実現するものと予想されている。電動車⁶は 2025 年には世界全体の新車販売台数の約 30%を占め、2030 年にはガソリン車とディーゼル車の合計を超える 51%のシェアを獲得するものと推計されている(図 5)⁷。パワートレイン別では、BEV(2019 年:2%, 2030 年:18%)とプラグインハイブリッド自動車(Plug-in Hybrid Electric Vehicle: PHEV, 2019 年:1%, 2030 年:6%)のシェア急拡大が見込まれている。その背景には、次のような要因があると考えられる:

- **電気車を購入・維持する総コストの低下:** kWh あたりのバッテリー価格は、2010 年の 1,100 米ドル超から 2019 年には平均 156 米ドルへと 1/7 の水準まで急激に下落しており⁸、2030 年までにはさらに 100 米ドルにまで低下するものと予想される。バッテリー価格の急速な下落により、BEV を 5 年間所有する総コストは 2022-23 年にガソリン車に並ぶ見通し。政府によるインセンティブも総コストを押し下げている。
- **CO₂排出規制による影響:** 世界的に規制は一段と厳しくなる見通し。電動車の製造はメーカー各社にとって CO₂排出目標をクリアするための最も安価な解決策となる。
- **消費者とメーカーの動向:** 消費者が電動車を購入すると、電動車に対してさらに好意的になる傾向があり、販売台数が増えると消費者の満足と再購入意欲が高まる。自動車メーカー各社は充電インフラや電動車の製造施設の拡充に積極的に投資しており、次々に新しいモデルを発表する準備をしている。

⁶ 電気自動車(Battery Electric Vehicle: BEV)、ハイブリッド車(Hybrid Electric Vehicle: HEV)、プラグインハイブリッド車(Plug-in Hybrid Electric Vehicle: PHEV)、及び、モーターがエンジンのアシストのみ行うマイルド・ハイブリッド車(Mild Hybrid Electric Vehicle: MHEV)。

⁷ ポストンコンサルティンググループ(2020 年 1 月 10 日プレスリリース)「世界の電動車 (x EV) シェアは 2030 年に 51%へ。日本では 2030 年に 55%、ハイブリッド車が引き続きシェアを維持~BCG 調査」、<https://www.bcg.com/ja-jp/press/10january2020-electric-car> (2020 年 11 月 25 日アクセス)。

⁸ IEA (2020), *Global EV Outlook 2020*, France: International Energy Agency, pp.24-25.

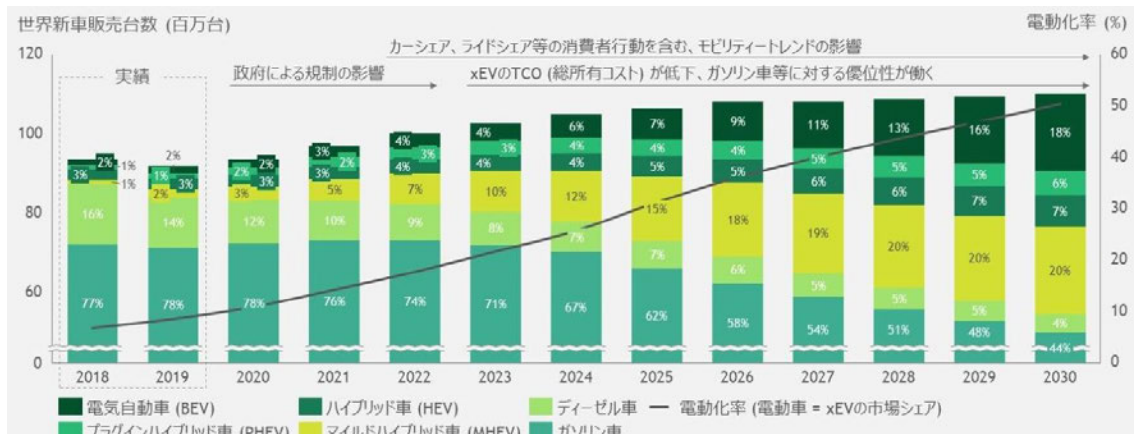


図 5 世界の新車販売台数の推移 (2018-2030 年)

(注) グラフ内の%表記はパワートレイン別の構成割合

(出所) ポストンコンサルティンググループ (2020 年 1 月)

(1) 電動車の累積台数の見通し

国際エネルギー機関 (International Energy Agency: IEA) によれば、「現存する各国の政策を織り込んだ政策シナリオ (Stated Policy Scenario: STEPS)」では、2030 年の電動車の累積台数(二輪車・三輪車を除く)は約 140 百万台と見込まれている。一方、「パリ協定の達成に向けて必要なシナリオ (Sustainable Development Scenario: SDS)」では、今後、電動車の累積台数(同左)は年率 36%で増加し、2030 年には 245 百万台に達する見通しにある(図 6)。

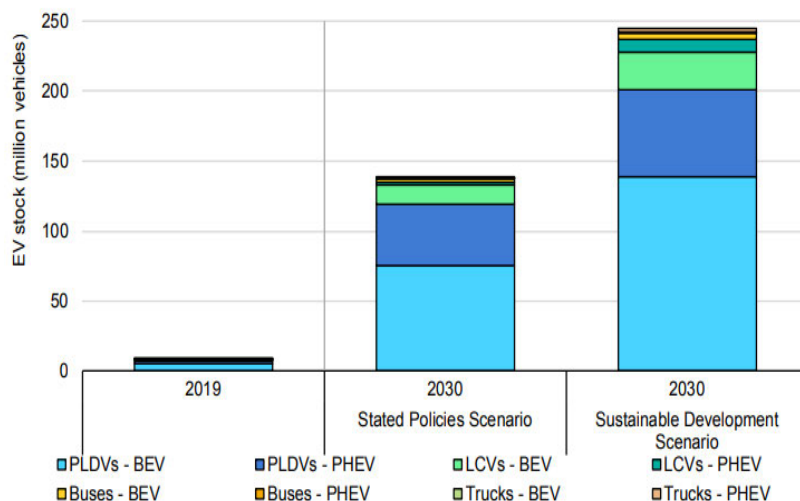


図 6 世界の電動車累積台数の見通し

(注) PLDVs = passenger light-duty vehicles; LCVs=light commercial vehicles; BEV= battery electric

⁹ IEA (2020), *op.cit.*, pp.19-20.

vehicle; PHEV= plug-in hybrid electric vehicle

(出所) IEA Global EV Outlook 2020

(2) 電動車向け電力需要の見通し

CO₂排出量について、2019年時点で比較した場合、電動車へ供給される電力の発電に伴うCO₂排出量51 Mt CO₂-eqであり、同型の内燃機関自動車による排出量104 Mt CO₂-eqの50%程度とCO₂削減に大きく貢献している¹⁰。STEPSにおける2030年の電動車向け電力需要(二輪車・三輪車を含む)は2019年水準の約6倍の550 TWhに達する見通しである。また、SDSにおいては、2030年の電動車向け電力需要(同左)はさらに拡大し1,000TWhに達する見通しにあり(ガソリン・軽油需要は最大で4.2百万バレル/日減少)、電力需要の太宗は乗用車向け充電である(図7)¹¹。

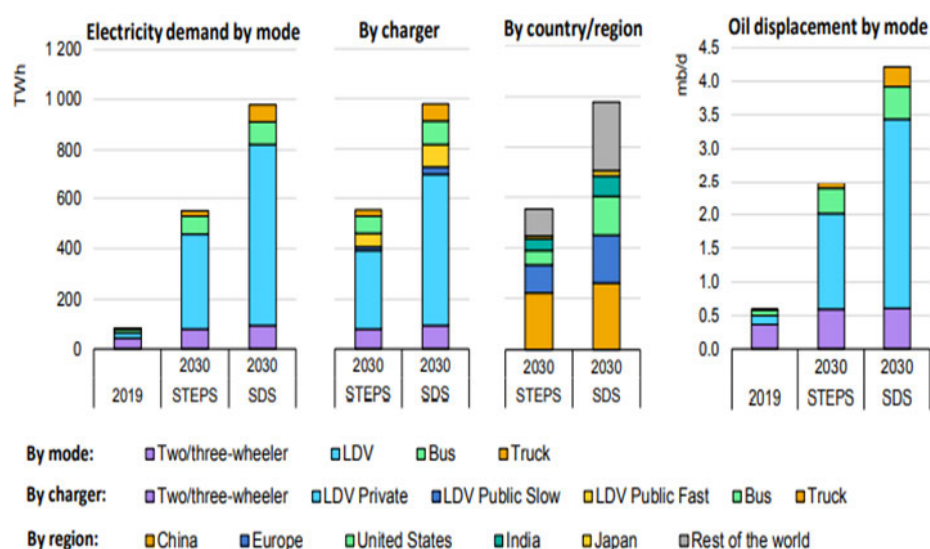


図 7 2030 年の電動車向け電力需要の見通し(STEPS/SDS、モード・充電形式・地域別)

(注) Mb/d= million barrels of oil per day; STEPS= Stated Policies Scenario; SDS= Sustainable Development Scenario; LDV= light-duty vehicle

(出所) IEA Global EV Outlook 2020

(3) 電池の技術開発予測

電動車普及の鍵を握るのは電池の技術開発動向である。前述のとおり、電動車の車体価格に占める電池の価格は現在では 30%程度にまで下落してきているが、さらなる性能向上のための技術開発が進められている。現在普及しているリチウムイオン電池の電池パックの

¹⁰ IEA (2020), *op.cit.*, pp.22-23.

¹¹ *Ibid.*, pp.21-22.

重量エネルギー密度は 200Wh/kg 程度であるが、技術開発の進展により、2025 年頃には重量エネルギー密度を 300Wh/kg まで高めた先進リチウムイオン電池の実用化が目指されている(電池容量 40kWh の BEV で電池パックコスト 60 万円、航続距離 400km を実現可能)。2025 年以降は、電極間を固体電解質で満たすことで重量エネルギー密度を 500Wh/kg(電池容量 40kWh の BEV で電池パックコスト 40 万円、航続距離 500km を実現可能)にまで高めた全固体電池が市場に投入され、2030 年代には主たる普及モデルとなることが国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)等の複数機関で予想されている¹²。

全固体電池の BEV 向け高性能品は量産技術が未確立であり、自動車メーカー各社は全固体電池の早期実用化に向けて開発競争を繰り広げている。トヨタ自動車は 2020 年台前半の実用化を目指しており¹³、独 Volkswagen Group は 2020 年 6 月に以前より協力関係にあった米国の電池開発ベンチャー QuantumScape に 2 億ドル(約 210 億円、1 ドル=105 円換算)の追加投資を行うなど、全固体電池の実用化に向けて技術開発を加速させている¹⁴。

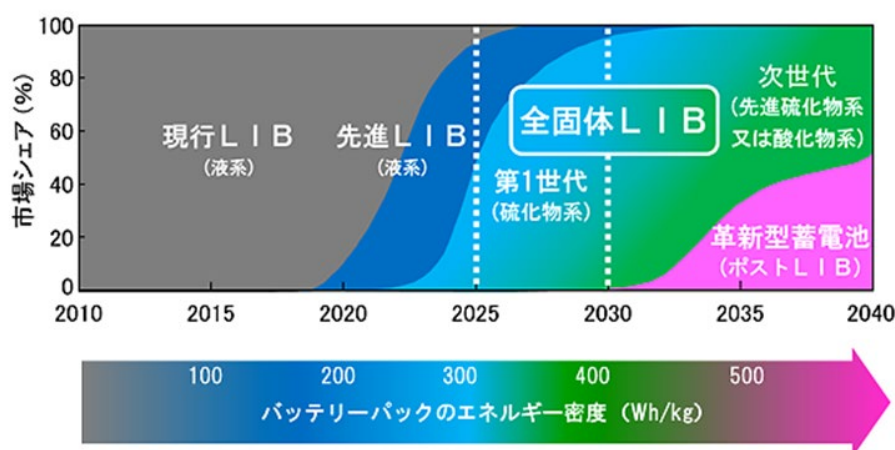


図 8 電動車用電池の技術シフトの想定

(出所) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

¹² 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) (2018 年 6 月 15 日プレスリリース)「全固体リチウムイオン電池の研究開発プロジェクトの第 2 期が始動―産学官の力が結集する体制を構築し、EV 用途での早期実用化を目指す―」、https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100968.html (2020 年 11 月 25 日アクセス)。

¹³ 日経クロステック、「全固体電池を採用した EV、一番乗りは Tesla かトヨタか?」、<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01393/00012/> (2020 年 11 月 26 日アクセス)。

¹⁴ Volkswagen Group (June 16, 2020, Press Release) "Volkswagen increases stake in QuantumScape," <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/volkswagen-increases-stake-in-quantumscape-6136> (2020 年 11 月 26 日アクセス)。

(4) パワートレインの絞り込み・クルマのつくり方・設計の抜本的な改革の必要性

世界的な電動化の潮流は、市場が拡大する電動車と、市場が縮小する内燃エンジン車の双方において自動車メーカーに影響を及ぼすとみられている。そのため、自動車メーカー各社は電動車への打ち手として、「新たなアーキテクチャの開発(従来と異なる思想でのクルマのつくり方・設計)」や「水平分業化」、電動車・内燃エンジン車共通の打ち手として「選択と集中(地域×車型×パワートレインの絞り込み)」や「陣営化(莫大な開発コストの負担を分担すべく完成車メーカー同士の提携による規模の経済の追求)」の取り組みを迫られている¹⁵。

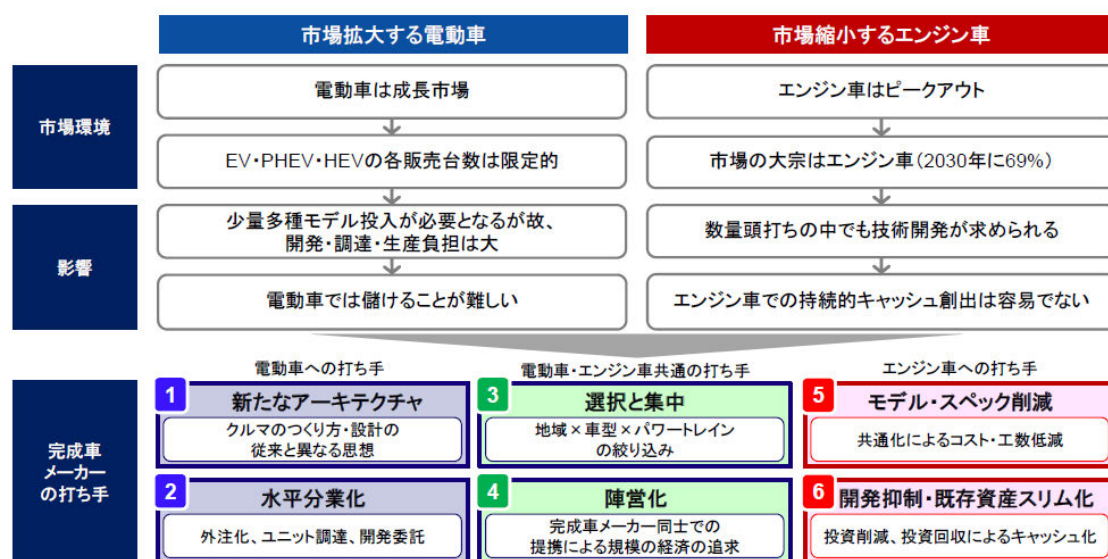


図 9 電動化が自動車メーカーに及ぼす影響と想定される打ち手

(出所) みずほ銀行産業調査部

個別の事例として、独 Volkswagen Group は 2020 年 11 月に新規 5 ヶ年計画「プランニング ラウンド 69」を発表したが、今後 5 年間で電動化、ハイブリッド・パワートレイン、デジタル技術のための設備投資と研究開発に合計 1,500 億ユーロを投資するとともに 2030 年までに 70 車種、約 2,600 万台の BEV を生産・販売する方針である。クルマのつくり方の抜本的な改革として、複数セグメントに対応可能な BEV 専用プラットフォームとして MEB(Modularer Elektrifizierungsbaukasten)¹⁶を開発することにより、BEV に最適なバッテリー配置の実現及び大衆市場向けに長期に渡る効率的・安価な BEV の製造を目指して

¹⁵ みずほ銀行産業調査部、「Mizuho Industry Focus Vol. 205 自動車電動化の新時代 2018 年 2 月」、https://www.mizuho.co.jp/corporate/bizinfo/industry/sangyou/pdf/mif_205.pdf (2020 年 12 月 2 日アクセス)。

¹⁶ Volkswagen Group, “Technology Modular electric drive matrix (MEB),” <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/modular-electric-drive-matrix-meb-3677> (2020 年 11 月 27 日アクセス)。

いる(図 10、前述の 2,600 万台のうち約 1,900 万台は MEB をベースにしている¹⁷⁾。



図 10 独 Volkswagen Group の BEV 専用プラットフォーム概要

(出所) みずほ銀行産業調査部(原典: Volkswagen Group ウェブサイト)

電動化の進展は、自動車産業の構造にも大きな変化をもたらすと予想されている。既存の産業構造は高度に垂直統合されたサプライチェーンに立脚しているが、完成車メーカーは、前述の車のつくり方の変化(水平分業化)に加えて、必要となる部品数の変化(内燃エンジン車: 約 3 万点、BEV 約 2 万点、40%減)、エネルギー転換(ガソリン・ディーゼルから電気)への対応が必要となる(図 11)。

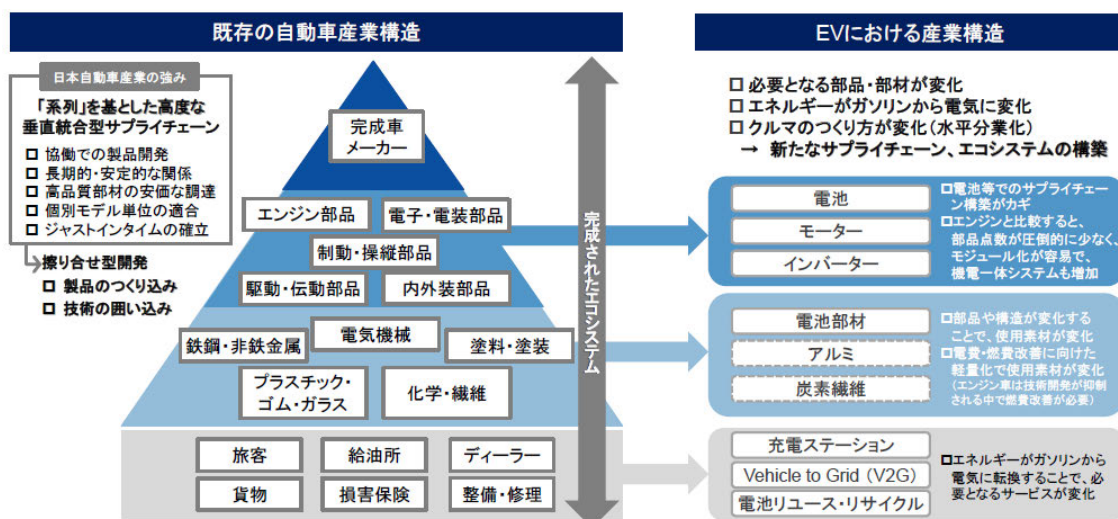


図 11 電動化に伴う自動車産業の構造変化

(出所) みずほ銀行産業調査部

¹⁷ Volkswagen Group (November 13, 2020, Press Release) "Volkswagen Group raises investments in future technologies to EUR 73 billion," <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/volkswagen-group-raises-investments-in-future-technologies-to-eur-73-billion-6607> (2020 年 11 月 27 日アクセス)。

(5) 資源・エネルギーの制約

(i) 資源の制約

電動車向け電池の部品にはリチウムに加えてコバルト、ニッケルといったレアメタルが利用される¹⁸。下図 12 は、日欧米、BRICs 等の新興国について、これまでの金属の使用量と経済成長の関連を解析し 2050 年までの累積需要を予測したものだが、多くの種類の金属が現有埋蔵量では賄いきれなくなり、中には埋蔵量の数倍の使用量が予想される金属も存在することが指摘されている¹⁹。レアメタルの多くは特定の国に偏在しているが、特にコバルトは政情不安定でカントリーリスクの高いコンゴ共和国で世界全体の 54%が生産されている。電動車の普及進展に際しては、レアメタルの資源制約を考慮する必要がある(図 13)。

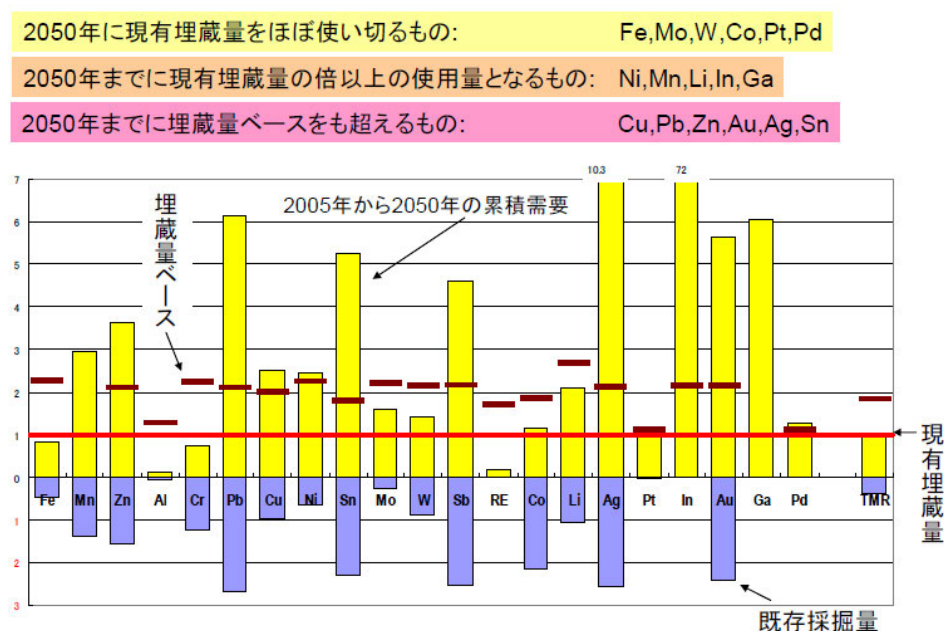


図 12 金属資源の現有埋蔵量に対する 2050 年までの累積需要量

(注) 埋蔵量ベース：技術的には採掘可能だが経済的な理由等で採掘対象とされていない資源量

(出所) 国立研究開発法人物質・材料研究機構

¹⁸ 経済産業省資源エネルギー庁、「EV 普及のカギをにぎるレアメタル」、

https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/ev_metal.html (2020 年 12 月 2 日アクセス)。

¹⁹ 独立行政法人 物質・材料研究機構(2007 年 2 月 15 日プレスリリース)「2050 年までに世界的な資源制約の壁―各種金属資源の将来消費予測を実施、消費量が 2050 年までに現有埋蔵量の数倍を超えてしまう金属が多数あることを指摘―」、

<https://www.nims.go.jp/news/press/2007/02/200702150/p200702150.pdf> (2020 年 12 月 2 日アクセス)。

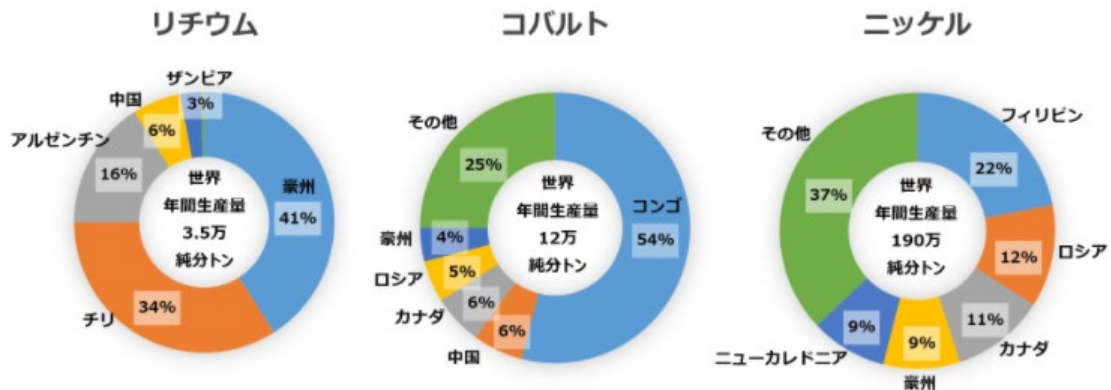


図 13 レアメタル（リチウム、コバルト、ニッケル）の世界生産量
（出所）経済産業省資源エネルギー庁（原典：JOGMEC, Industrial Minerals, USGS 等）

(ii) エネルギーの制約

IEA によれば、2019 年には 23,486TWh であった世界全体の電力需要は 2030 年には 28,932TWh にまで伸長し、最終エネルギー消費に占める電力の割合も 2030 年には 21%に達するものと見込まれている(図 14)。

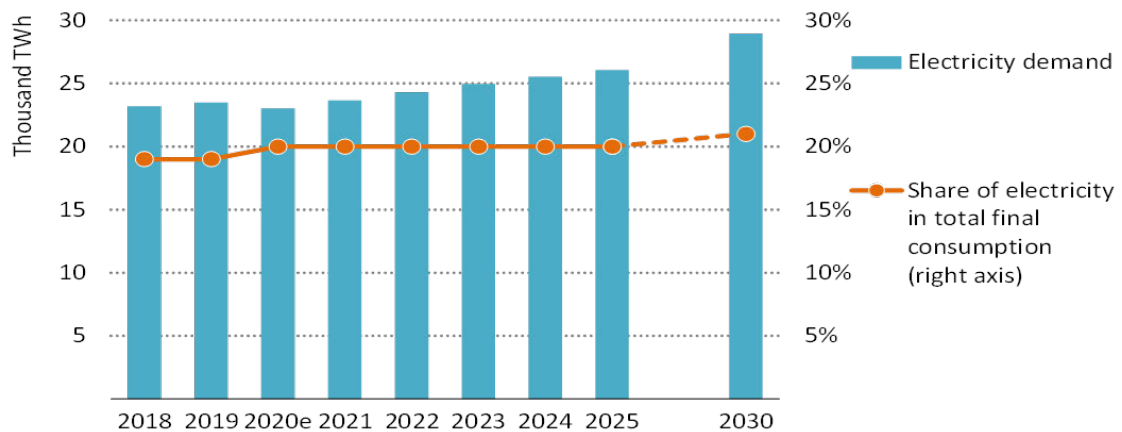


図 14 世界全体の電力需要の見通し(2018-2030 年)

(出所) IEA World Energy Outlook 2020

2030 年の電源構成は、再生可能エネルギー(再エネ)と原子力発電の合計が 47%と全電源の約半分を占めるものと想定されている(図 15)。パリ協定の目標達成のため、電動車向け電力の供給は再エネ発電による電力が前提となるが、再エネ発電の適地は世界中に遍在するため、特定の国・地域においては、再エネ由来の電力供給可能性が電動車普及のボトルネックとなる可能性がある。

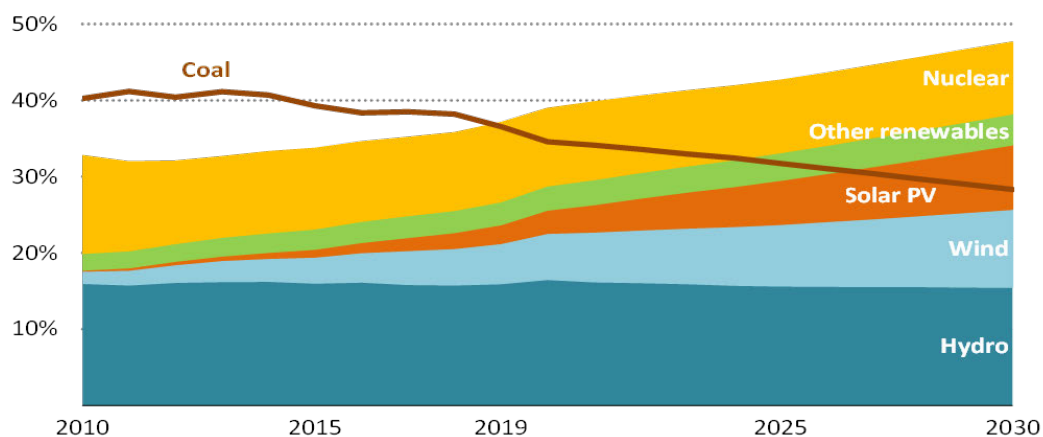


図 15 全世界の電源構成の推移(2010-2030 年)

(注) 全期間にわたりガス発電が約 23%を占める。Other Renewables：バイオ燃料、地熱、太陽熱、海洋
(出所) IEA World Energy Outlook 2020

日本国内の経済成長を勘案した 2030 年度の電力需要は、徹底した省エネにより電力需要が 1,961 億 kWh(対策前比 17%減)程度抑制され、2013 年度水準となるものと見込まれている(図 16)²⁰。運輸部門では 1973 年から 2018 年までの間に最終エネルギー消費は 1.7 倍にまで伸長したが(図 17)²¹、2030 年に向けた省エネの取り組みとして、次世代自動車 (BEV、HEV、PHEV、FCEV 及びクリーンディーゼル) を 50-70%まで普及させる目標が設定されている²²。

²⁰ 経済産業省 (2015 年 7 月)「長期エネルギー需給見通し」、
https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/pdf/report_01.pdf
(2020 年 11 月 30 日アクセス)。

²¹ 経済産業省資源エネルギー庁 (2020 年 6 月)「令和元年度エネルギーに関する年次報告」【第 211-1-1】最終エネルギー消費と実質 GDP の推移データ。

²² 経済産業省資源エネルギー庁「2030 年エネルギーミックス必達のための対策
～省エネ、再エネ等～」、
https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/022/pdf/022_006.pdf
(2020 年 11 月 30 日アクセス)。

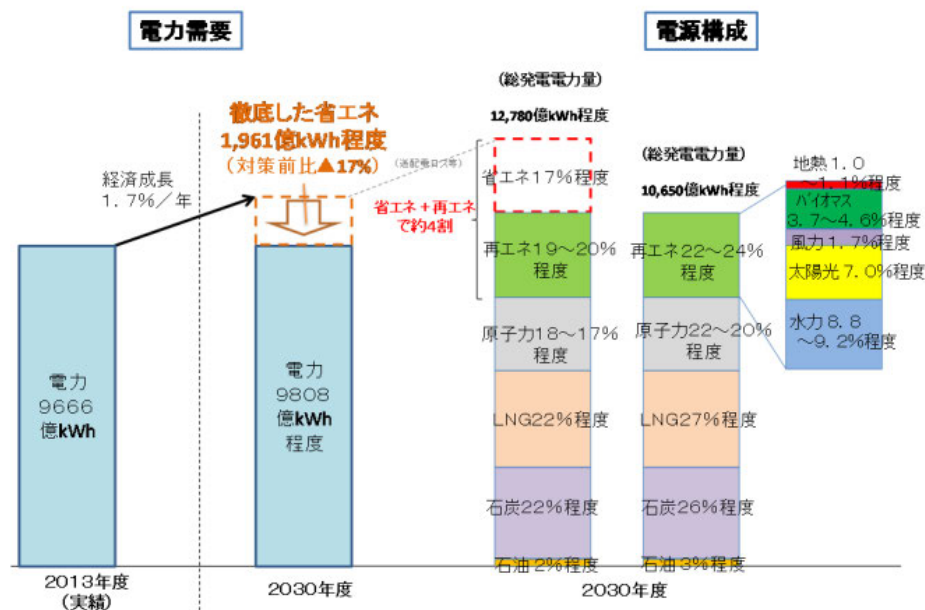


図 16 日本における長期エネルギー需給見通し

(出所) 経済産業省

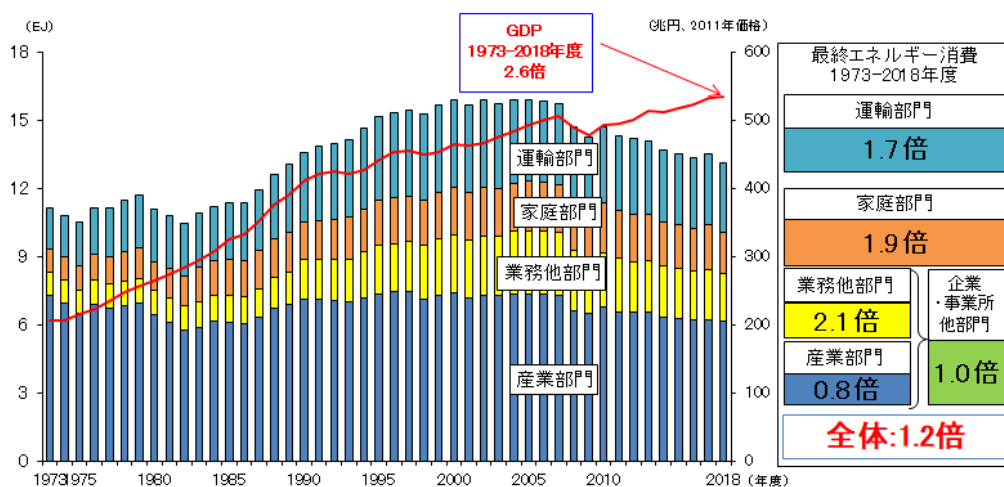


図 17 最終エネルギー消費と実質 GDP の推移(1973-2018)

(出所) 資源エネルギー庁

電動車の普及に向けては、電気を供給する充電ステーションの設置基数もエネルギーの制約となる。IEA の SDS では、2030 までに全世界で 240 百万ヵ所、容量 1.1TW 規模の充電ステーションの設置が想定されている(図 18)。

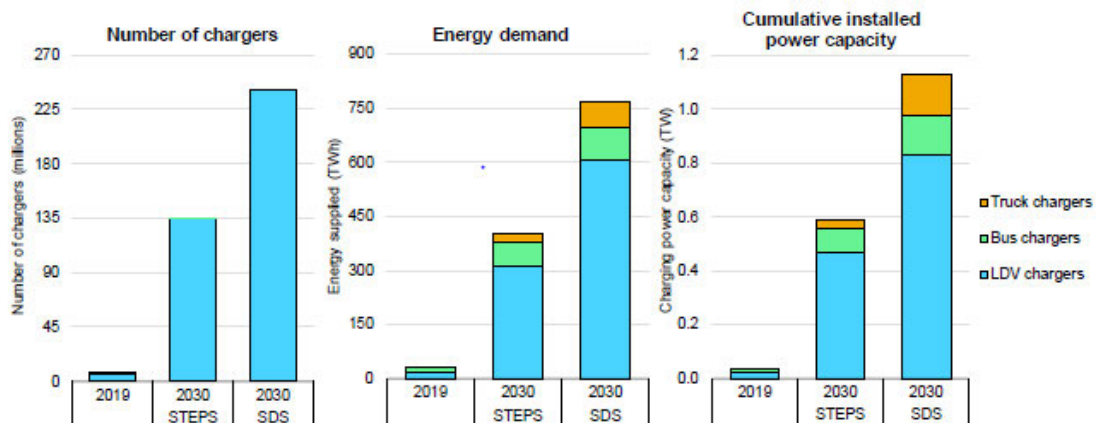


図 18 シナリオ別 2030 年の充電ステーション数見通し

(出所) IEA EV Outlook 2020

特に、BEV の普及に向けては、利用可能な充電ステーション数の増加に加えて、ユーザー利便性の向上が必要であるが、そのうちの重要な要素として急速充電ステーションの増設と充電規格の国際標準化がある。現在 BEV の主要な急速充電システムとして世界で 5 種類の規格が存在するが、そのうち、日本企業が主導する CHAdeMO、欧米自動車メーカーを中心に開発が進む CCS1(米国規格)、CCS2(欧州規格)、中国の国家推奨規格である GB/T については各国・地域での標準化や国際標準化が進められている。2020 年 4 月には、CHAdeMO と中国の電力企業連合会が共同で次世代超高速出力充電規格(チャデモ 3.0)を発行²³したが、現在までのところ CCS1/CCS2 とは共通化されておらず、「日中共同規格 vs CCS」の構図となっている²⁴。

1.2.2 自動運転技術

自動運転技術の開発も自動車メーカー各社、ベンチャー企業や Google といった IT 企業により進められている。自動運転車の世界生産台数は 2021 年以降に大幅に伸び、2045 年には 13,552 万台に達するものと予想されている。2030 年の自動運転車の生産台数 6,951 万台のうち約 87%はレベル 2 車両であり、当面はレベル 2 車両が市場を牽引するものとみられるが、2030 年頃からレベル 3 車両の生産が急速に伸び、2045 年にはレベル 3 車両で 4,280 万台、レベル 4・5 車両で 2,139 万台が生産される見通しである。欧州自動車メーカーがレベル 3 車両以上の開発・普及推進に積極的に取り組んでいるため、当面は欧州が市場を牽引するとみられるが、2020 年代には欧州に加え中国や北米でも普及が徐々に進み、2030 年

²³ CHAdeMO 協議会(2020 年 4 月 24 日プレスリリース)「日中次世代超高出力充電規格、チャデモ 3.0 として発行完了」<https://www.chademo.com/ja/chademo3-0/> (2020 年 12 月 1 日アクセス)。

²⁴ 大槻、小倉(2019 年 9 月)「電動自動車の充電規格と V2X：V2X の社会実装に向けてどの規格が先行しているか?」、(一財)日本エネルギー経済研究所、pp.1-3。

代前半にはレベル 3 以上の車両の市場は 1,000 万台を超えるとみられている²⁵。高度な自動運転には各種センサー信号のリアルタイム収集・解析による 3D データの活用が不可欠であることから、通信技術としての 5G の普及進展も鍵となるものと思われる。

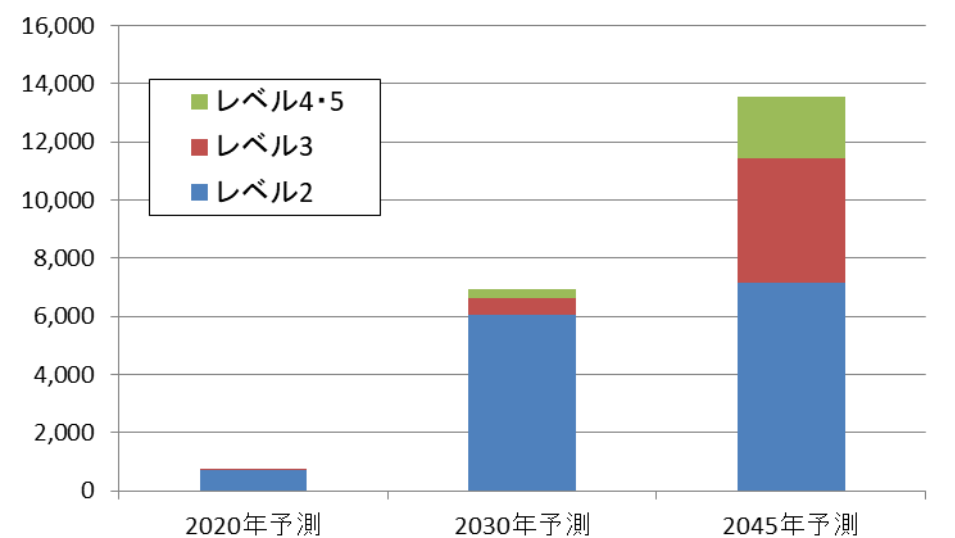


図 19 自動運転車の世界販売台数（レベル 2 以上）

（出所）富士キメラ総研プレスリリースを基に（一財）日本エネルギー経済研究所作成

1.2.3 内燃機関（ガソリン、ディーゼル）

運輸部門の低炭素化に向けては、内燃機関エンジンの効率化も有効なアプローチである。図 20 は内燃機関エンジンの熱効率向上の方向性を示したものである。ガソリン車の場合、現行の熱効率は 41%、燃焼エネルギー約 60%は熱損失であるが、熱損失低減技術と廃熱回収の新技术の統合により、大型船用ディーゼル並みの熱効率 55%が目標とされている²⁶。

²⁵ 富士キメラ総研（2020 年 9 月 8 日プレスリリース）『『2020 自動運転・AI カー市場の将来展望』まとまる（2020/9/1 発表 第 20092 号）』、<https://www.fcr.co.jp/pr/20092.htm>（2020 年 12 月 2 日アクセス）。

²⁶ PwC Japan グループ、「自動車の将来動向：EV が今後の主流になりうるのか、第 5 章、自動車の先進技術の俯瞰と内燃機関車の改良技術」、<https://www.pwc.com/jp/ja/knowledge/thoughtleadership/automotive-insight/vol7.html>（2020 年 12 月 2 日アクセス）。

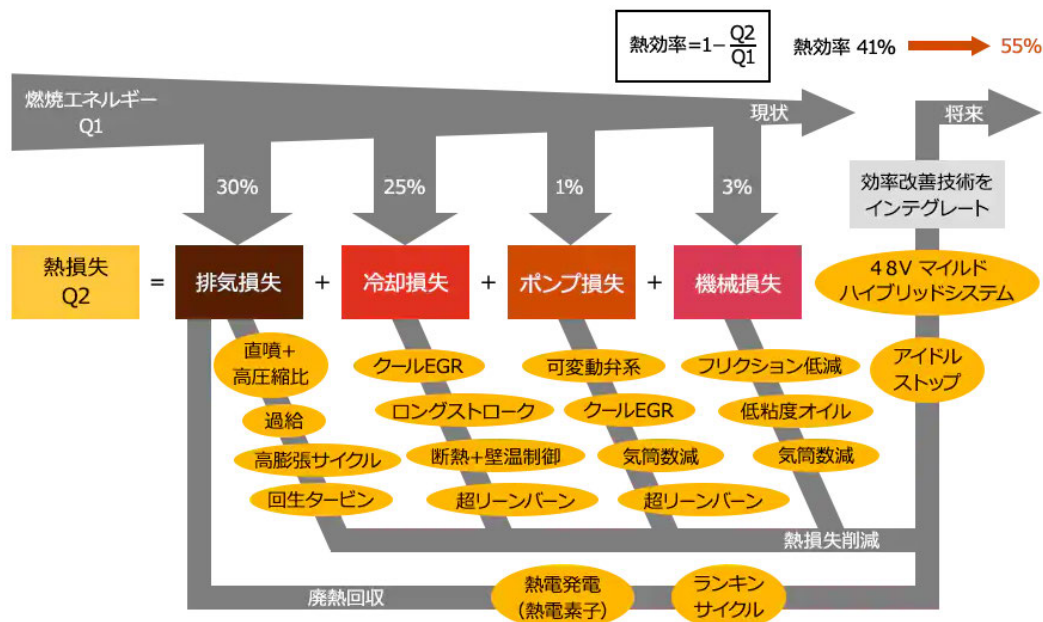


図 20 内燃機関エンジンの熱効率改善の方向性（ガソリン車の例）

（出所）PwC Japan グループ

内燃機関エンジンの技術開発動向に関して、世界各国・地域の 2050 年カーボンニュートラル目標のもと予想以上のスピードで進展する脱炭素化の潮流を背景に、運輸部門では電化（電気自動車と充電ステーションの普及拡大）が本命とされている。内燃機関エンジンの技術開発動向に関して、例えば、独 Daimler によるエンジン構造・部品の統一化や独 Volkswagen Group によるエンジン・トランスミッションを中心とし部品部門集約²⁷などは目立った動きとして確認されるが、世界各国・地域の 2050 年カーボンニュートラル目標のもと予想以上のスピードで進展する脱炭素化の潮流を背景に、運輸部門では電化（電気自動車と充電ステーションの普及拡大）が本命となり、自動車メーカー各社の技術開発の中心もバッテリーや自動運転のための車載ソフトウェア開発に軸足が移されることが予想される。

1.2.4 自動車に関するエネルギー動向

(1) 脱炭素の潮流

下表 5 は世界の主要国・地域の温室効果ガス削減目標と水素ロードマップを示したものである。世界の主要な国・地域は 2050 年カーボンニュートラルを相次いで宣言しており、英国やフランスなど一部の国では法制化されている。それら主要国・地域では明確な導入目

²⁷ みずほ銀行産業調査部、前掲「Mizuho Industry Focus Vol. 205 自動車電動化の新時代 2018 年 2 月」、pp.40-41.

標や各種優遇政策により既に再エネが進んでおり、温室効果ガス削減対策の軸足が再エネから水素に移っている。

表 5 世界の主要国・地域の温室効果ガス削減目標と水素ロードマップ概要

	温室効果ガス削減目標	水素ロードマップ
	2050年：ネットゼロ 2030年：少なくとも▲55% (1990年対比)	2030年：水電解40GW (2020年7月、「欧州の気候中立に向けた水素戦略」、 2020年11月に更新し、 予算を4,700億ユーロに増額)
	2050年：ネットゼロ	2030年：水電解5GW、再エネ水素供給量14TWh 2040年：水電解10GW (2020年6月、「国家水素戦略」、 予算90億ユーロ)
	2050年：ネットゼロ <u>法制化</u> (1990年比)	水電解：5GW (2030年) (2020年11月、「グリーン産業革命」及び「10ポイント計画」)
	2050年：ネットゼロ <u>法制化</u> (1990年比)	2030年：水電解6.5GW、水素生産量6百万トン (2020年9月、「国家水素戦略」、 予算70億ユーロ)
	2050年：▲80% (2005年比、オバマ政権)	重要プログラムの公表なし
	2060年：ネットゼロ (*) * 9/22 国連総会演説	重要プログラムの公表なし (5/22からの全人代で 「国家水素エネルギー発展戦略」の計画策定に言及)
	2050年：ネットゼロ (*) * 10/26 所信表明演説	2030年：水素供給量3百万トン (2020年12月、「グリーン成長戦略」)

(出所) 各種報道を基に(一財)日本エネルギー経済研究所作成

ガソリン・ディーゼルなどの石油製品の精製・販売会社の動きとして、英蘭 bp は 2020 年 9 月に公表した Energy Outlook 2020 において石油・ガス価格の長期見通しを大幅に引き下げ、石油・ガス資産の座礁資産化の流れが加速している。また同社は、2050 年カーボンニュートラル目標を発表し、2030 年には温室効果ガスを事業全体で 1990 年対比 30～35%、石油・ガス生産を 40%、メタン排出量を 50%それぞれ削減するとともに、再エネ等の低炭素分野への投資を 10 倍（再エネ発電 50GW）に増やす方針も発表した²⁸。将来においても当面の間、化石燃料ベースの内燃機関ガソリン・ディーゼル車が自動車産業の根幹を担うことに変わりはないが、特に再エネや電動車の普及が進む欧米先進国において、ガソリンやディーゼルの供給量の縮小が小売価格の高騰を引き起こし、内燃機関自動車市場の縮小と電動車市場の拡大が加速する可能性がある。

(2) 国内外における再生可能エネルギー普及の進展

世界の全電源構成に占める再エネ電源のシェアは 2020 年第一四半期に約 25%に達した。COVID-19 によっても増加トレンドに変化はなく、2021 年度には 3,000GW を超える見通

²⁸ bp (2020), Energy Outlook 2020, United Kingdom: bp.

しにある²⁹(図 21)。現在、日本国内では洋上風力発電の開発が各地で進められており、2040 年までに 50GW 規模の開発が計画されている。2030 年の日本国内の洋上風力発電の市場規模は 9,200 億円と見積もられている³⁰。

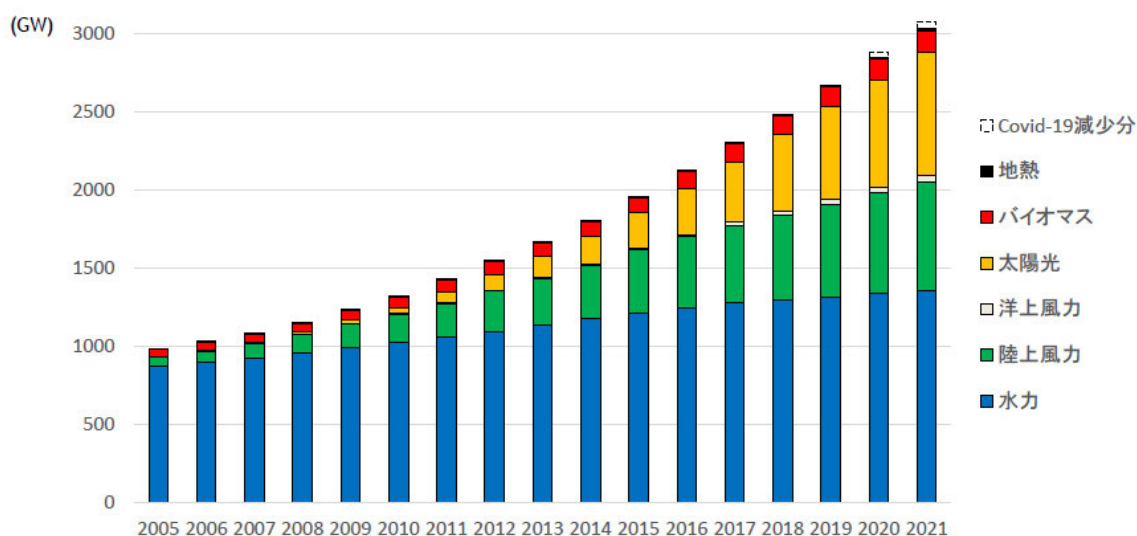


図 21 世界の再エネ発電設備容量の推移(累積値、2005-2021 年)

(出所) IEA Renewable Energy Market Update Outlook for 2020 & 2021、BP Statistical Review of World Energy June 2020、IRENA Renewable Capacity Statistical 2020 等を基に(一財)日本エネルギー経済研究所作成

(3) セクターカップリング

セクターカップリングは、電力系統、ガスネットワーク、運輸部門の連携である。先行する欧州の国・地域では、2050 年カーボンニュートラル目標の実現に向けて、あらゆる産業の脱炭素化に取り組んでおり、余剰再エネ由来の水素の活用が電化の困難な産業セクターの脱炭素化への切り札と考えられている(図 22)。

²⁹ 二宮(2020 年 7 月)、(一財)エネルギー経済研究所 第 435 回定例研究報告会発表資料。

³⁰ 矢野経済研究所(2020 年 9 月 24 日プレスリリース)「No.2522 洋上風力発電市場に関する調査を実施(2020 年)」、https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/2522 (2020 年 12 月 2 日アクセス)。

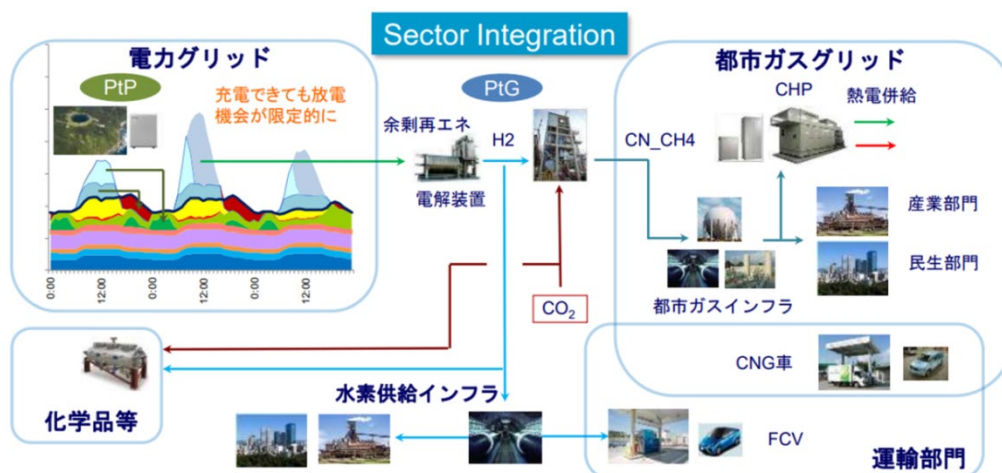


図 22 セクターカップリングの概要

(出所) (一財) 日本エネルギー経済研究所³¹

自動車分野における取り組みの事例として、ドイツでは Audi が再エネ由来の水素と CO₂ から自動車燃料(合成メタン) を製造しており、合成メタンは既存の天然ガスパイプラインを通じて CNG 充填ステーション³²に輸送されている(図 23)。Audi が開発した天然ガス(合成メタン)とガソリンのハイブリッド車は天然ガスで 400km、ガソリンで 900km、合計 1,300km 走行可能である³³。

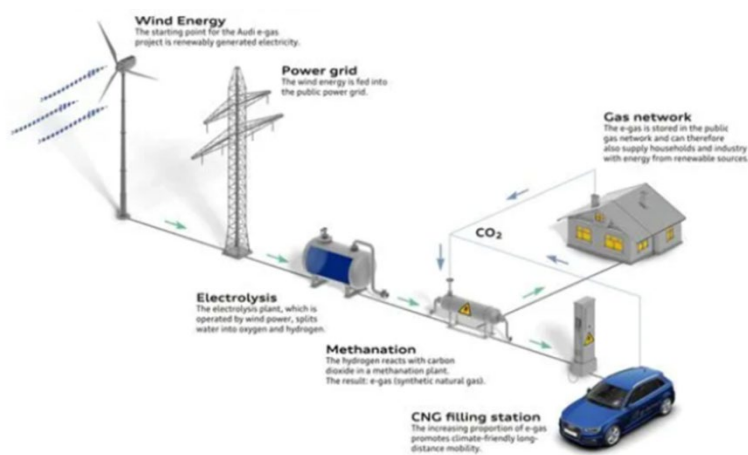


図 23 Audi e-gas プロジェクト

³¹ 柴田 (2019 年 11 月)「低炭素社会に向けた Power to Gas・メタネーションの役割」、http://www.rite.or.jp/news/events/pdf/shibata_muki2019.pdf (2020 年 12 月 2 日アクセス)。

³² ドイツ国内では CNG 充填ステーションが約 1,000 箇所存在。

³³ Audi Japan Press Center (2013 年 6 月 27 日プレスリリース)「世界初：Audi、power-to-gas 精製設備が本格稼働」、<https://www.audi-press.jp/press-releases/2013/crt6ds00000013dg.html> (2020 年 12 月 2 日アクセス)。

(4) 再生可能エネルギー発電のコスト

再エネ発電の均等化発電原価(Levelized Cost of Electricity: LCOE)は過去 10 年間で急激に低下している。太陽光発電の LCOE は、2010 年の 37.8 セント(≒40 円)/kWh から 2019 年の 6.8 セント(≒7.1 円)/kWh へと 82%低下し、陸上風力発電の LCOE は 2010 年の 8.6 セント(≒9 円)/kWh から 2019 年の 5.3 セント(≒5.5 円)/kWh へと 39%も低下しており、今後も継続しての低下が見込まれている。下図 24 のとおり、2019 年の再エネ発電コストは火力発電コストレンジの下限に迫っており、最も競争力のある電源になりつつある。

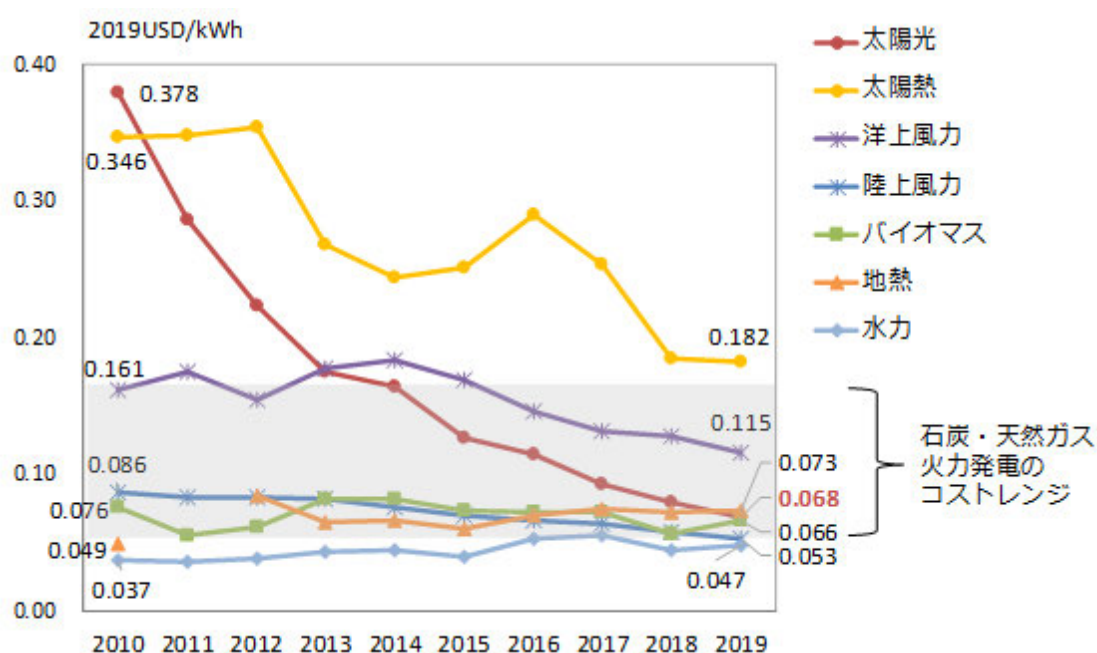


図 24 再生可能エネルギーの均等化発電原価の推移 (2010-2019 年)

(出所)IRENA, Renewable Power Generation Costs in 2019 を基に(一財)日本エネルギー経済研究所作成

(5) 水素製造のコスト

CO₂ フリー水素の利活用は、我が国の「2050 年カーボンニュートラル」実現に向けての鍵となるが、商業規模での普及に向けては大幅なコスト低減が不可欠とみられている。

2019 年 1 月のダボス会議において、安倍首相(当時)は「2050 年までに水素の製造コストを現在の 1 割以下にし、天然ガスより割安にすることを目指す」と述べた³⁴。現時点の国内の水素充填ステーション価格は凡そ 100 円/Nm³ (=1,000/H₂-kg)であることから、その

³⁴ 外務省(2019 年 1 月 23 日プレスリリース)、「安倍総理の世界経済フォーラム年次総会(「ダボス会議」)への出席」、https://www.mofa.go.jp/mofaj/ecm/ec/page4_004676.html (2021 年 2 月 9 日アクセス)。

1割では10円/Nm³(=100円/H₂-kg(1米ドル/H₂-kg、100円/1米ドル換算))を目指すことになるが、水素製造原単位を5kWh/Nm³³⁵とした場合、10円/Nm³の実現には発電コストを2円/kWhまで下げることが必要となる。

水素製造に関しては、国内での再生可能エネルギー発電由来の水電解による水素製造も最大限追求することになるが、商業規模での普及を想定した場合、海外からの輸入が前提となる。2018年にアジア太平洋エネルギー研究センター(Asia Pacific Energy Research Centre: APERC)が実施した水素製造・輸入コストに関する調査によれば、APEC地域のCO₂フリー水素の製造コストはCCS付き化石燃料発電で7-23米セント/Nm³、再エネ発電で22-55米セント/Nm³となった(図25)

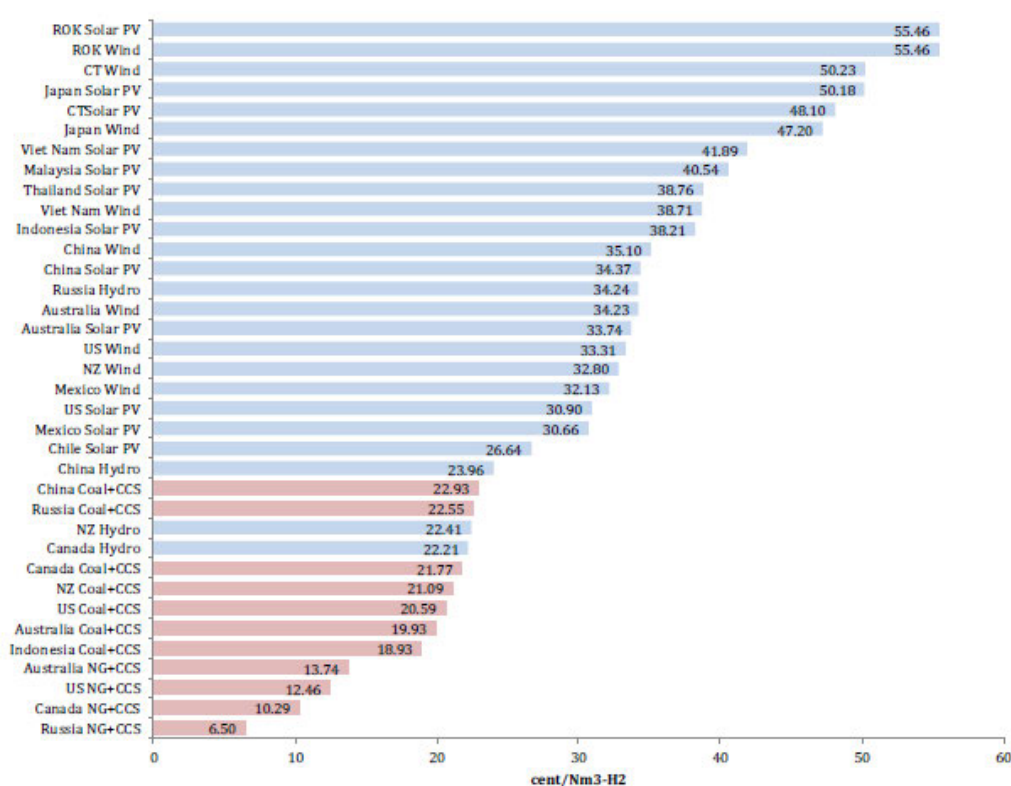


図25 APEC 値域におけるCO₂フリー水素の製造コスト

注1: ROK:韓国、CT:台湾、NZ:ニュージーランド

注2: 前提条件として、CAPEXは全ての国で同じとし、2030年時点の燃料価格、ユーティリティ価格、再エネ発電コストを用いて試算されている。

(出所) APERC, “Perspectives on Hydrogen in the APEC Region”

³⁵ 経済産業省(2019年3月12日)、「水素・燃料電池戦略ロードマップを策定しました～水素社会実現に向けた産学官のアクションプラン～」

<https://www.meti.go.jp/press/2018/03/20190312001/20190312001-2.pdf> (2021年2月9日アクセス)。

また、日本における FCEV 車燃料としての CO₂フリー水素の供給コストについて、水素充填ステーションが小規模（供給能力 300Nm³/h 以下）の場合には 69-105 米セント/Nm³、大規模（供給能力 300Nm³/h 以下）に普及する場合には 36-72 米セント/Nm³まで低下し、仮に FCEV 車の価格が HEV と同等になり、CO₂フリー水素の費用が 11 米セント/Nm³になれば、FCEV 車のライフサイクルコストはガソリン車と同等となった（図 1-22）。なお、CO₂フリー水素の大規模輸出を目指す豪州は 2 豪ドル/H₂-kg 以下（=16 米セント/Nm³、達成年の明示なし）³⁶、チリは 2030 年に 1.5 米ドル/H₂-kg（=15 米セント/Nm³）以下³⁷を将来の水素製造コストの目標として設定している。

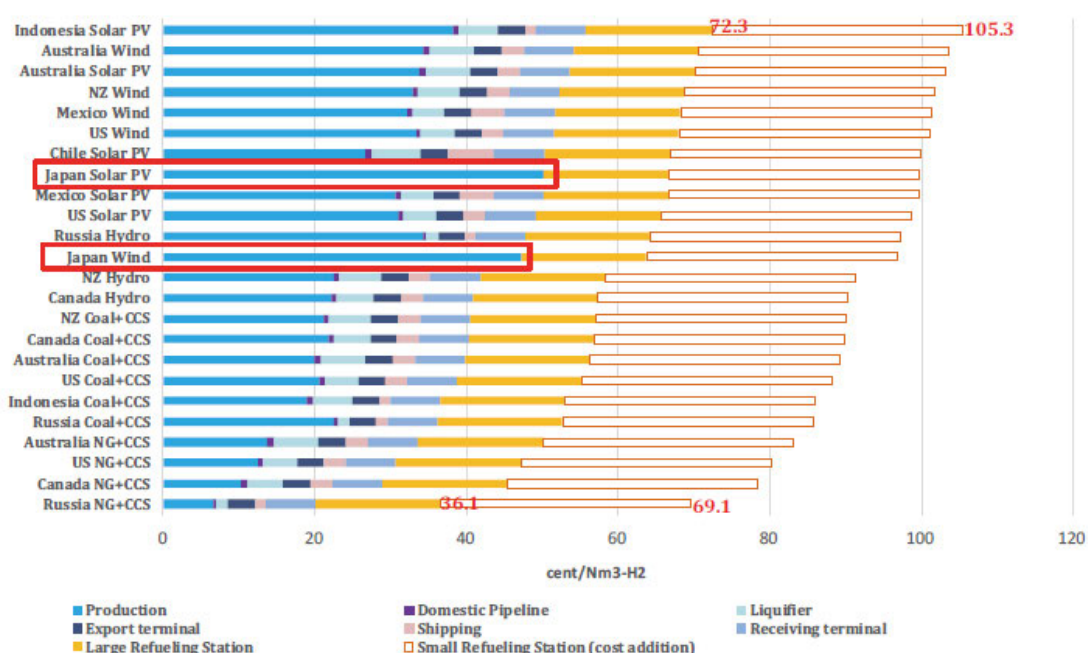


図 26 日本における FCEV 車向け CO₂フリー水素コスト比較（国内水素 vs 輸入水素）
 （出所）APERC, “Perspectives on Hydrogen in the APEC Region”

³⁶ JETRO、「ビジネス短信 オーストラリア政府、水素産業支援のため 3 億豪ドルのファンドを設立」、
<https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/05/c97389b0c63a745.html> (2021 年 2 月 9 日アクセス)。

³⁷ Ministerio de Energía (November 3, 2020), “National Green Hydrogen Strategy,”
https://energia.gob.cl/sites/default/files/national_green_hydrogen_strategy_-_chile.pdf (2021 年 2 月 9 日アクセス)。

1.3 自動車利用

1.3.1 自動車の所有意識

従来、個人の自動車利用においては、個人が自動車を所有することが一般的であった。しかしながら、ここ数年、自動車の「シェアリングサービス」や、複数の移動・輸送手段を利用者の需要に応じて組み合わせる「マルチモーダルサービス」など、個人が自動車を所有しなくても、自動車の利便性を享受できる様々なサービスが生まれている。これらのサービスにより、自動車の利用形態は多様化し、人々の自動車の所有意識にも変化が生まれ始めている。ここでは、自動車の利用形態の多様化と、それに伴う自動車の所有意識への影響を各国・エリアのデータから整理する。

(1) 自動車の利用形態の多様化

IBM が 2016 年に実施した世界 16 カ国を対象とした自動車所有に関するアンケートによれば、今後 10 年以内にクルマを所有するだろうと回答した消費者は、「今はクルマを購入するゆとりがない」とする回答者 14%も含め、全体の 86%に及んでおり、今後も車を所有する意識が高いことがうかがえる。一方、4 割程度がカーシェアリングやライドシェアングに興味を持っており、自動車の利用形態として、従来の「所有」とは異なる新たな選択肢が注目されていることが分かる³⁸。自動車のシェアリングは、消費者が自動車を所有せずに自動車利用の利便性を享受することを可能とするだけでなく、クルマの所有者に対してもクルマを所有する新たな価値を提供することになる。

また、Accenture が米国・欧州・中国の消費者を対象に実施したアンケートによれば、自動車オーナーの約 96%が「今後も自動車を所有するだろう」と回答した一方で、仮に自動走行ソリューションが利用可能になった場合、約半数が「自動車を手放すことを検討する」と回答している³⁹。

³⁸ IBM (2016 年 1 月)「人とクルマの新たな関わり 消費者の生活におけるパートナーへと変化するクルマ」、<https://www.ibm.com/downloads/cas/JXKLO3RN> (2021 年 2 月 5 日アクセス)。

³⁹ Accenture (2019 年 9 月) „Mobility Services: The Customer Perspective”, https://www.accenture.com/_acnmedia/pdf-109/accenture-mobility-services.pdf (2021 年 2 月 5 日アクセス)。

表 6 自動運転が利用可能になった場合「自動車を手放すことを検討する」と回答した割合（2019 年実施、米国・欧州・中国）

	高級車 所有者	高級車以外 所有者
米国	39%	21%
欧州	55%	41%
中国	78%	69%

（出所）Accenture

これらのアンケート結果からは、今後も自動車の所有意識が急速に低下することはないものの、自動車のシェアリングという新たな利用形態の普及や自動運転車の実用化動向が、自動車の所有意識に変化を及ぼす可能性があることが分かる。

（2）新興国における自動車の所有意識

前述の通り、世界的に今後も車を所有する意識が高いことがうかがえるが、ここでは、人口増加と経済成長が続く新興国、特に今後の世界の自動車市場の成長を牽引すると思われるアジア諸国における自動車の所有実態と今後の購入意欲を整理する。

まず、自動車の所有実態について、先進国とアジア新興国を比較すると、2018 年の人口 1 人当たりの乗用車保有台数は、先進国ではおよそ 0.5～0.6 台である一方、中国およびタイは 0.14 台、インド 0.02 台、インドネシア 0.06 台となっている。この数値の差から、先進国では今後の自動車販売台数は横ばいであると予測されている一方、アジア新興国では今後も自動車販売の大きなポテンシャルがあることが想定される。

表 7 人口 1 人当たりの乗用車保有台数（2018 年）

国名	1 人あたり 乗用車保有台数	国名	1 人あたり 乗用車保有台数
イタリア	0.64	米国	0.38
カナダ	0.62	中国	0.14
ドイツ	0.57	タイ	0.14
イギリス	0.53	インドネシア	0.06
日本	0.49	インド	0.02
フランス	0.49		

（出所）United Nations, JAMA データより（一財）日本エネルギー経済研究所作成⁴⁰

⁴⁰ 2018 年の各国人口と四輪車保有台数より算定。各国人口：United Nations, “World Population Prospects 2019”, <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>、四輪車保有台数：JAMA「世界各國の四輪車保有台数（2018 年末現在）」

ASEAN における自動車の保有実態と購入意欲についてより詳細なデータを見ると、各国、自動車所有実態は所得によって差があるものの、どの所得階層においても自動車購入意欲が高い。ASEAN の中で比較的 GDP が小さく自動車所有率が低いベトナムにおいても、低所得層の約 8 割に自動車購入意欲がある。一方、自動車を必要としない理由は、車両価格や維持費など経済的な理由が挙げられており、新興国における自動車保有については、各国の今後の経済発展とそれに伴う可処分所得の伸びによる影響も大きいと考えられる。



図 27 ASEAN における自動車の保有実態と購入意欲（所得階層別）

（出所）テクノバ資料

（3）先進国における若年層の自動車離れ

先進国においては、特に若年層の自動車離れが言われている。米国における調査では、ミレニアル世代（1980-90 年代生まれ）は他の世代と比較し、同じ年齢での自動車保有率が若干低くなっている。しかしながら、ミレニウム世代の中でも、家庭内で経済的に依存している場合に自動車保有率が低く、経済的に自立できれば自動車を保有する傾向があり、自動車所有の意識はあるものの、経済的な要因で保有率が低下している可能性がある。

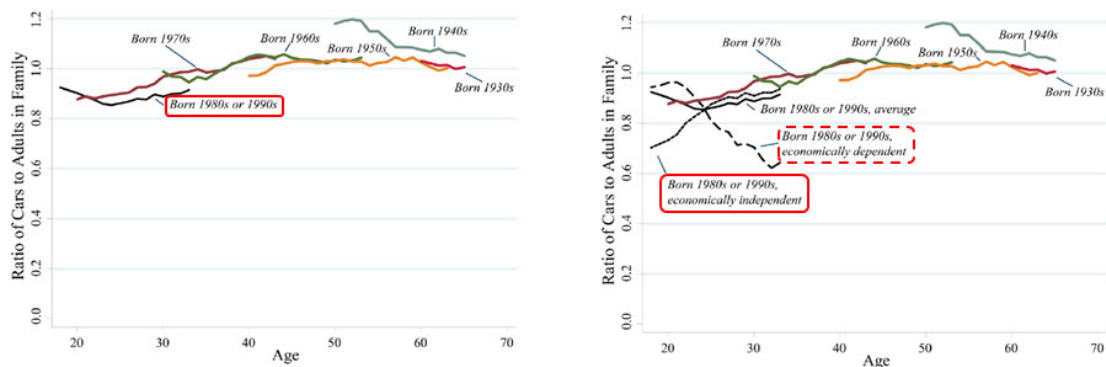


図 28 年齢別および経済状況別の家庭の自動車保有率（米国）

（出所）Nicholas J.Kleina, Michael J.Smart⁴¹

日本においても、世帯主年齢別の乗用車普及率を見ると、2019 年度末時点で、29 歳以下 52.8%、30～59 歳 78.9%、60 歳以上 63.0%となっており、若年層の普及率が低いことが分かる⁴²。若年層の普及率は、2011 年をピークとし、それ以降は減少傾向にあり、全般的には全年齢階層の中で一番低い普及率となっている。また、日本自動車工業会（Japan Automobile Manufacturer Association: JAMA）による調査では、若年層で「車購入意向あり」は約 4 割に留まり、買いたくない理由として、「買わなくても生活できる」「今まで以上にお金がかかる」「車以外にお金を使いたい」など、自動車の必要性の低下や経済面の負担が挙げられている⁴³。

このように、複数の調査から先進国において若年層の自動車保有率が低くなっていることが分かる。この理由として、インフラ整備が進む大都市への人口集中によって自動車の必要性が低下したこと、経済的な事情や未婚化・晩婚化などライフスタイルの変化によって、自動車を所有する年齢が遅くなっていることなどが考えられる。また、後述のように先進国においては若い世代ほど、ライドシェアリングサービスの利用意向が強く（図 31）、自動車を所有せずに、利用する人が多いことも考えられる。

1.3.2 自動車のシェアリング

前述のように、今後も個人の自動車所有の意識は高いと思われる一方、自動車を所有せず、

⁴¹ Nicholas J.Kleina, Michael J.Smart（2017 年 1 月）, “Millennials and car ownership: Less money, fewer cars”, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0967070X16305571#:~:text=1%20shows%20that%20Millennials%20have,have%20more%20cars%20per%20adult>（2021 年 2 月 5 日アクセス）。

⁴² 内閣府「消費動向調査」、https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00100405&tstat=000001014549&cycle=0&tclass1=000001136604&tclass2=000001139086&stat_infid=000031931481&tclass3val=0（2021 年 2 月 5 日アクセス）。

⁴³ JAMA（2020 年 3 月）「2019 年度乗用車市場動向調査」、http://www.jama.or.jp/lib/invest_analysis/pdf/2019PassengerCars.pdf（2021 年 2 月 5 日アクセス）。

その利便性を享受できる新たなサービスを利用する人が増えている。経済産業省は、IoT や AI が可能とする新しいモビリティサービスの類型を以下のように整理している。(表 8)

ここでは、世界各地でサービスが拡大している「自動車のシェアリング」について、その普及状況およびシェアリングの拡大が自動車産業に与え得る影響を整理する。

表 8 IoT や AI が可能とする新しいモビリティサービスの類型

サービス分類			サービス内容	
カーシェア	B2C	ウェイク型 ラウンドトリップ型	借り受けたステーションへの返却を前提としたカーシェアサービス 近年ではスマホアプリにより予約／借受／返却手続きが可能に	
		ステーション型	借りた場所と異なる場所に返却することができる、乗り捨て型のカーシェアサービス	
		フリーフロート型	決められたエリア内であれば、道路上や公共駐車場など自由に乗り捨てることができるカーシェアサービス	
	C2C		所有する自家用自動車を、利用者間で貸し借りできるカーシェアサービス	
デマンド交通	定路線型		通常の路線バスをベースに、予約があった場合に限り運行するサービス	
	準自由経路型(マイクロランジット)		利用者の需要に応じて高頻度で運行ルート・時刻を更新して運行する乗合バスサービス	
	自由経路型	B2C	タクシー配車	配車アプリ等により、高効率にタクシー配車を行うサービス
			相乗りタクシー	配車アプリ等を用い、同方向に移動する利用者のマッチングを行い、まとめて効率的に運送するサービス
		C2C	ライドヘイリング	一般ドライバーが自家用車を用いて乗客を運送するサービス
			カープーリング	同方向への移動者同士のマッチングを行うサービス
	マルチモーダルサービス			複数の交通モード（鉄道・バス・タクシー・カーシェア等）を統合し、アプリを通じた一元的な検索・予約・決済を実現したサービス
物流	物流P2Pマッチング		荷主と物流の担い手のマッチングサービス	
	貨客混載		旅客運送事業者による貨物運送と、貨物運送事業者による旅客運送の両方を含んだ、ヒトとモノの混載運送サービス	
	ラストマイル配送無人化		ラストマイル配送でドローンを含む無人配送ビークルを活用した配送サービス	
	駐車場シェアリング		アプリ等を用い、月極や個人の駐車場を一時的に貸し借りすることを可能とするサービス	
移動サービスと周辺サービスの連携			既存のモビリティサービスのインフラを活用し、フードデリバリー提供や広告・クーポン配信等を活用した消費誘導を行うサービス	
コネクテッドカーサービス			車両のコネクテッド化を通じた、メンテナンス、業務オペレーション等の高度化サービス	

(出所) 経済産業省 ⁴⁴

(1) 世界各地におけるシェアリングの拡大

自動車のシェアリングサービスは、大きく「ライドシェア」と「カーシェア」の2種類に分けることができる。ライドシェアとは、主に個人の車両所有者と利用者（同乗したい人）を結びつけるサービスであり、移動をシェアする利用形態である。一方、カーシェアとは、主に事業者が所有する車両を利用者（車両の借り手）に貸し出すサービスであり、あらかじめ決められたステーションから自動車を借受・返却するステーションベース型と、サプライヤーの営業地域内なら自由に借受・返却できるフリーフロート（乗り捨て型）の2つの形態がある。

自動車のシェアリングサービスは、ここ数年、世界各地で拡大しており、2017年時点で、グローバルのライドシェア市場規模は510億ドル、カーシェア市場規模は19億ドルとなっ

⁴⁴ 経済産業省「IoT や AI が可能とする新しいモビリティサービスに関する研究会」中間整理、
<https://www.meti.go.jp/press/2018/10/20181017005/20181017005-2.pdf>（2021年2月5日アクセス）。

ている。今後、ライドシェア市場は、主に中国が市場を牽引し、2030年にはグローバルで約3,700億ドル規模、カーシェア市場は、年率40%程度で成長し続け、2030年にはグローバルで約1,500億ドル規模に拡大するといった見込みもある（図29、図30）⁴⁵。

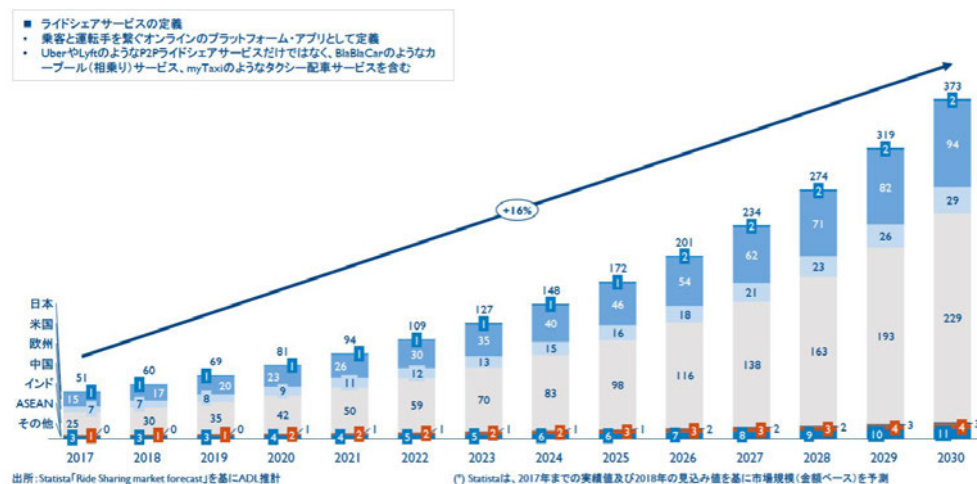


図29 ライドシェア市場規模推移

（出所）Arthur D. Little

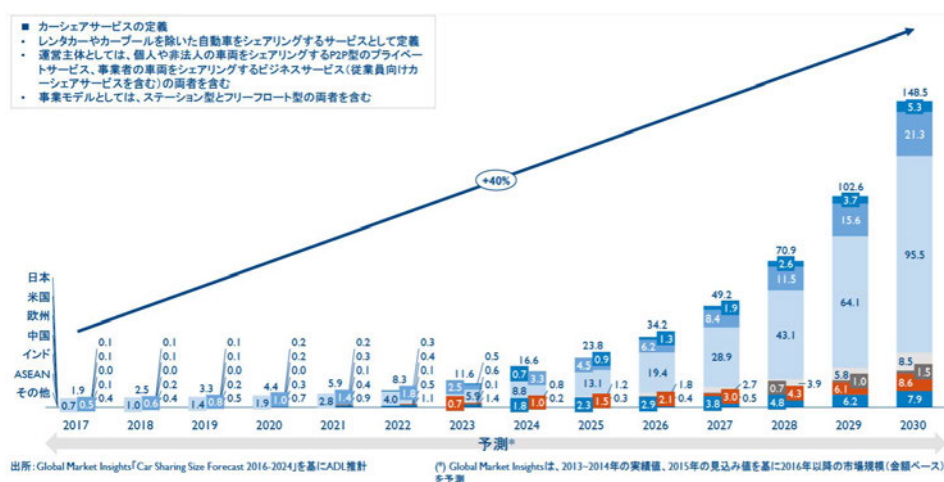


図30 カーシェア市場規模推移

（出所）Arthur D. Little

ライドシェアサービス⁴⁶の利用意向について国別および世代別に示したデータを見ると、日本を含む先進国では若い世代の利用意向が高く、年齢が上がるにつれて低下する傾向にある一方、中国やインドでは、全ての世代の利用意向が高いことが分かる。これに関して、

⁴⁵ Arthur D. Little（2019年3月）「平成30年度高度な自動走行システムの社会実装に向けた研究開発・実証実験 自動走行が活用されるモビリティサービスの海外動向・国内事業性の調査」、https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H30FY/000677.pdf（2021年2月5日アクセス）。

⁴⁶ このデータにおいては、一般のドライバーの自家用車に乗って目的地まで移動できるサービスと定義。

三井物産住友研究所は、1人当たり GDP が小さい国ほどシェアリングへの許容度が高いという調査結果を踏まえ、ライドシェアについても、先進国では所得水準が相対的に低い 20 代、30 代の利用意向は高く、年代が上がるに連れて、その割合が低下する傾向が見られる一方、世代を問わず自動車所有に十分な所得水準にない人が多い中国やインドでは、利用意向が全世代で高いと分析している。さらに、中国、インドでの自動車シェアリングビジネス拡大の背景には、所得要因に加え、中国主要都市でのナンバープレートの購入制限や、インド主要都市での環境汚染対策としての運転規制が所有の制約となっていることが考えられるとしている⁴⁷。

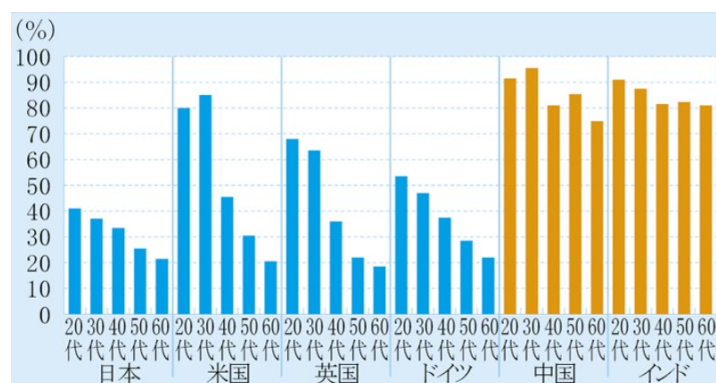


図 31 世代別ライドシェアサービスの利用意向

(出所) 三井物産住友研究所

(2) シェアリング拡大に伴う既存自動車産業への影響

自動車シェアリングの拡大が自動車販売台数に与える影響については、2030 年までの世界の自動車販売台数の約 3 分の 1 を抑制するという見解もある (図 32)。

⁴⁷ 三井物産住友研究所「人々のシェアリングへの許容度と自動車販売へのインパクト」、
https://www.mitsui.com/mgssi/ja/report/detail/1223885_10674.html (2021 年 2 月 5 日アクセス)。

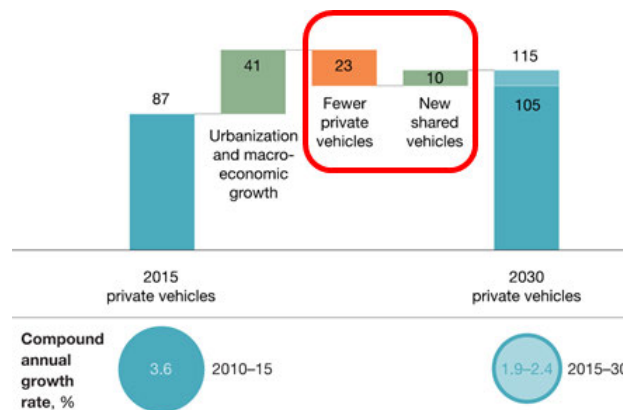


図 32 世界の自動車販売台数シナリオ（百万台）

（出所）Mckinsey & Company⁴⁸

まず、基本的には、自動車シェアリングの拡大によって、個人が所有する自動車の台数は少なくなることが考えられる。しかしながら、国によっては、異なる影響も想定される。例えば、人口 1 人当たりの乗用車保有台数が低い国では、シェアリング車両がクルマを利用した経験がないユーザーへの需要喚策になったり、自動車を保有する新たな価値になったりすることで、自動車販売台数の増加に貢献することも考えられる。

一方、シェアリングに使われる車両台数については、様々な見解がある。シェアリングに使われる車両は、個人利用の車両と比較して稼働率が高く、耐用年数内の走行距離は増加する一方、耐用年数は短縮すると考えられている。また、カーシェアを考えれば、ドライバーは車の所有車ではないため車両の損傷が激しくなることや、運営業者が、競争上、新しくて魅力的な車を採用しようとするとも考えられる。このような理由から、自動車の使用期間が短くなり、買い替えの頻度が上がることになる。結果、シェアリングに使われる車両が大幅に増加し、自動車販売台数全体には大きな変動はないとする見解もある。

自動車のシェアリングの拡大は自動車の車体構造にも影響を与え得る。前述のように、シェアリングに使われる車両は稼働率が高く、消耗が激しくなる。そのため、従来よりも、車両の耐久性、強度、メンテナンス性が求められることになり、自動車部品の要求仕様が変化することが考えられる。また、カーシェアに使われる車両には、従来の個人所有向けの多目的・フルサービスのオーナーカーとは異なり、近場での買物、家族旅行、送迎等のそれぞれ目的に適した車両が求められる。例えば、都市内の近距離移動に使われるような車両は、外観に対するこだわりはあまり求められず、低価格で耐久性のある単一のモデルが普及する可能性がある。一方、レジャーや家族旅行など、個人の趣味趣向に合わせて使われるような

⁴⁸ Mckinsey & Company（2017 年 4 月），“How shared mobility will change the automotive industry”，<https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/how-shared-mobility-will-change-the-automotive-industry>（2021 年 2 月 5 日アクセス）。

車両はその多様なニーズを満たすため、車両のモデル数が増加することも考えられる。

(3) ライドシェアに関する法規整備の動向

ライドシェアは、一般ドライバーが自家用車を用いて乗客を運送するという点で、今までにないサービスであり、各国では関連法規の整備が進められている。

先進国では、米国とカナダが、普通免許による自家用車の参入を認めている。イギリスとフランスは、ハイヤーや観光車両のように特定の車両のみで参入を認めている。ドイツ、韓国では、自家用車によるライドシェアは違法とされており、この背景には、既存タクシー業界の保護、安全上の懸念、事故が起きた場合の補償の問題などがある。他方、新興国では、中国のようにライドシェア用の免許制度を導入する国も存在し、多くの国でライドシェアを認めている。新興国では、都市の交通インフラの供給不足に対する対応策としてライドシェアを位置づけている点も特徴的である⁴⁹。

このように、ライドシェアに関する法規整備の対応は各国で異なっている。自家用車によるライドシェアが違法の国では正規タクシーによる配車サービスが普及したり、自家用車の参入を認めた国では交通渋滞などの新たな課題が生まれたりといった動きがあり、今後もライドシェアは各国の試行錯誤の中で普及していくものと考えられる。

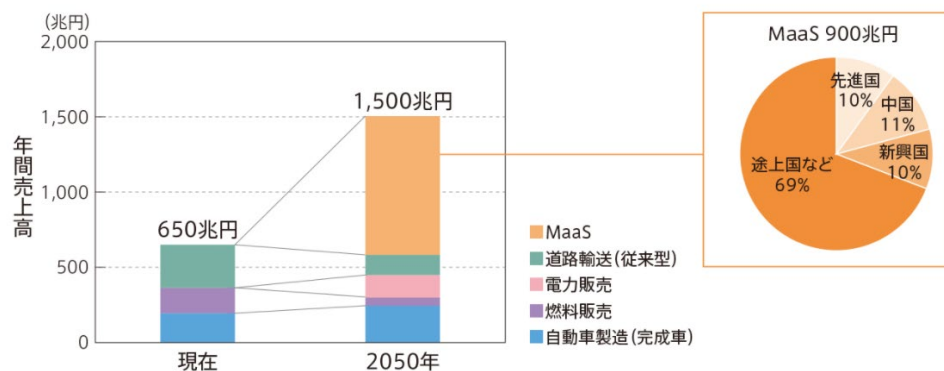
1.3.3 移動・輸送手段の統合

(1) MaaS

IoT や AI の進化と、自動運転、電動化、シェアリングといった自動車業界の様々な変革を背景に、自動車を含む様々なモビリティを必要な時だけ利用するサービス（Mobility as a Service: MaaS）が存在感を強めている。MaaS が広く普及した場合の市場規模は、約 900 兆円に達するとの試算もあり、現在の自動車関連全体の 1.4 倍に当たる巨大市場が、ゼロから創出される可能性がある⁵⁰。特に、自動車の個人所有が進んでいない新興国、発展途上国はライドシェアへの抵抗感が少ないため、今後、MaaS の大きな市場になる可能性を秘めている。実際に、アジアにおいては、中国の DiDi、インドの Ola、インドネシア Go-Jek など、自国発の配車サービスが事業領域を拡大している。また、アフリカでも Uber や Bolt などのグローバル企業に加え、多くの地場企業が配車サービスを提供しており、既存の交通事業者や公共交通、各種規制が存在する先進国とは異なる発展を見せる可能性がある。

⁴⁹ 日本エネルギー経済研究所、「ライドシェアの現状と日本における導入方法の検討」、<https://eneken.ieej.or.jp/data/8339.pdf>（2021 年 2 月 5 日アクセス）。

⁵⁰ 三菱総合研究所、「MaaS 市場 900 兆円への挑戦」、<https://www.mri.co.jp/knowledge/mreview/201811-6.html>（2021 年 2 月 5 日アクセス）。



注: 2050年にMaaSが先進国で50%、中国・新興国で75%、途上国などで100%普及すると仮定した場合の関連産業ごとの年間売上額を推計。
 ここでのMaaSは、自動走行する電気自動車のシェアリングによる道路輸送サービス(旅客・貨物)のほか、付随する情報提供サービスを指す。

図 33 MaaS が普及した場合の世界の自動車関連市場予測

(出所) 三菱総合研究所

都市部に着目すると、世界的に都市化が進み、自動車の増加による都市の大気汚染や交通渋滞が深刻化する中、自動車流入規制を定める都市が増加している。MaaS の普及は、人の移動や物流における利便性の向上はもちろん、自動車利用の低減による大気汚染の防止や交通渋滞緩和につながることが期待されており、都市の交通・環境課題の解決策のひとつになり得る。

(2) マルチモーダルサービス

経済産業省において、狭義の MaaS と定義されているのが「マルチモーダルサービス」である。マルチモーダルサービスとは、複数の交通モーダル（鉄道、バス、タクシー、カーシェアなど）を統合し、アプリを通じた一元的な検索・予約・決済を実現したサービスであり、欧米諸国を中心に実用化が進んでいる。

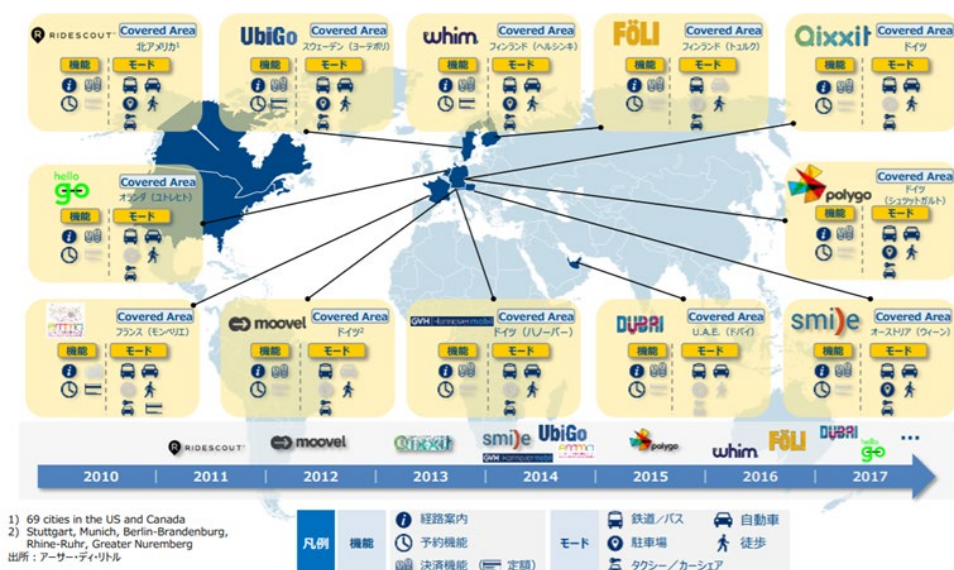


図 34 欧米で進むマルチモーダルサービス

（出所）経済産業省「IoT や AI が可能とする新しいモビリティサービスに関する研究会」中間整理⁵¹

このようなマルチモーダルサービスの先駆けとなったのは、2016 年にフィンランドの首都・ヘルシンキにおいてが提供を始めたサービス「Whim」である。同サービスでは、利用者は毎月定額もしくはその都度お金を払ってポイントに換え、ポイントを利用することで、いくつかの交通手段から最適な移動ルートを自動検索することができる。また、予約から決済まで一括して行うことができ、ユーザーがスマホアプリを提示するだけで、交通手段を利用できるような仕組みになっている。Whim のユーザーへの調査結果によれば、Whim ユーザーの交通手段の分担率において、自家用車の利用が 40%から 20%に減少し、公共交通の利用が 48%から 74%へ増加した⁵²。

日本でも、自動車会社、公共交通事業者などの民間事業者や自治体が、各地で実証実験を進めている。新しいモビリティサービスの拡大は、深刻な渋滞、満員電車といった都市の課題のみならず、高齢化の進展、不採算の交通事業者の撤退といった地方の課題の解決に資するとの期待がある。一方、モビリティ関連データのデジタル化の遅れや異業種間の連携不足、新サービスに対する法令、規制とった制度面など、普及に向けた課題も存在しており、官民での取り組みが進められている。

（3）物流分野におけるモーダルシフト

複数の交通モーダルを使用した移動は、物流分野でも促進されている。現在のトラック等

⁵¹ 経済産業省「IoT や AI が可能とする新しいモビリティサービスに関する研究会」中間整理、<https://www.meti.go.jp/press/2018/10/20181017005/20181017005-2.pdf>（2021 年 2 月 5 日アクセス）。

⁵² MaaS Global, “Mobility as a Service The End of Car Ownership”, <https://travelspirit.foundation/wp-content/uploads/2017/10/MaaS-Global-travelspirit-.pdf>（2021 年 2 月 5 日アクセス）。

の自動車中心の輸送に、鉄道輸送や海運輸送を組み込むことで、自動車による大気汚染の防止や交通渋滞緩和につながることを期待されている。

欧州においては、欧州連合は 2011 年交通白書で、2050 年までに運輸部門からの温室効果ガス排出量を 1990 年比で 60%削減するという目標を打ち出しており、貨物輸送については、2030 年までに自動車輸送の 30%をよりクリーンな鉄道や内航海運にシフトすることを目指している。しかしながら、1996 年から 2016 年の間、道路、鉄道、内航海運の貨物輸送シェアは概ね 50%から変化せず、道路輸送はわずかに増加している。さらに、2050 年までの長期予測では、道路輸送が旅客輸送と貨物輸送の両方で支配的な位置を維持することを示唆しており、更なる取り組みの必要性が認識されている。今後に向けては、費用対効果の高いインフラ整備の優先実施、各輸送の物流ターミナルの効率的な整備・配置、技術開発の支援など、モーダルシフト推進に必要な取り組みを整理している⁵³。

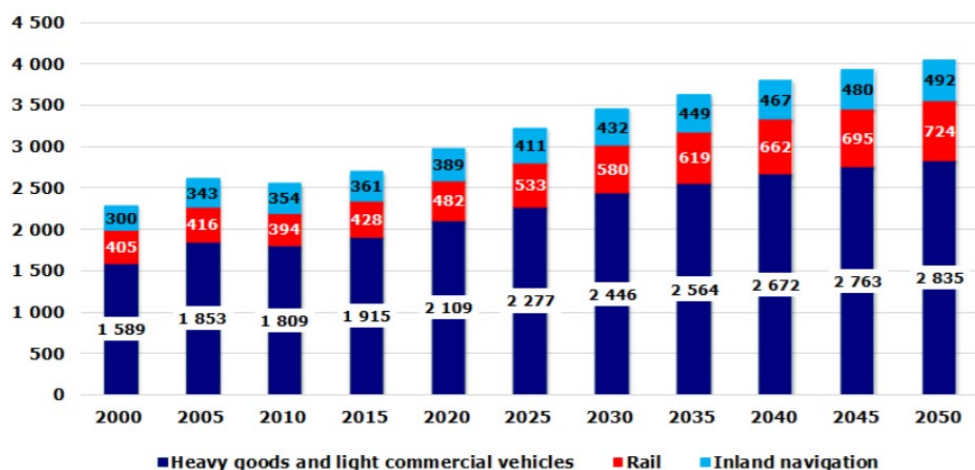


図 35 2050 年までの貨物輸送需要想定 (EU-28) (10 億トン・km)

(出所) European Parliament

日本においても、貨物輸送量の約 50%が自動車による輸送であり、物流分野での環境負荷低減に加え、労働力不足への対応を背景にモーダルシフトを推進している。また、日本の物流システムを海外展開し、ASEAN 諸国などのグリーン物流の支援を促進している。

⁵³ European Parliament (2018 年 11 月) ” Research for TRAN Committee - Modal shift in European transport: a way forward”,
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2018/629182/IPOL_STU\(2018\)629182_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2018/629182/IPOL_STU(2018)629182_EN.pdf)
 (2021 年 2 月 5 日アクセス) .

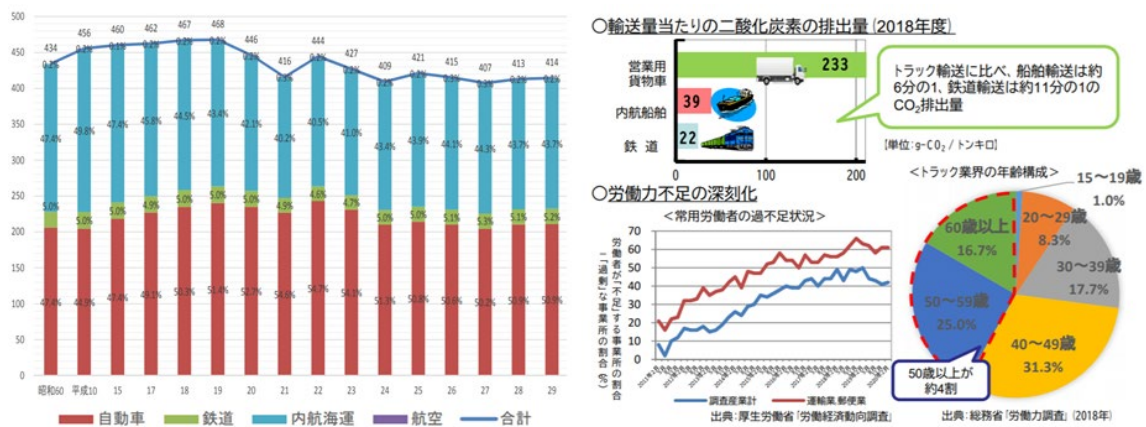


図 36 日本国内におけるモーダルシフトの推進

(出所) 国土交通省⁵⁴

⁵⁴ 国土交通省、「モーダルシフト等推進事業」、<https://www.mlit.go.jp/common/001288624.pdf> (2021 年 2 月 5 日アクセス)。

1.4 自動車産業

1.4.1 自動車市場（販売台数）

(1) 総数

世界の新車販売台数について、2017 年は年間 0.95 億台であるが、2040 年には年間 1.1 億台から年間 1.6 億台の範囲が予測されている（図 37）⁵⁵。新興国の所得が先進国並みに増加した場合が最も多い年間 1.6 億台となる。一方で、新興国での所得増が鈍化（-2 億台）電動化、自動化などによる車両販売価格上昇（-1 億台）となった場合、年間 1.3 億台程度となる。さらにカーシェアリング、ライドシェア等、個人で車両を所有しない車の使用形態によるユーザー減（-2 億台）の影響を考慮した場合、最も少ない年間 1.1 億台にとどまる。

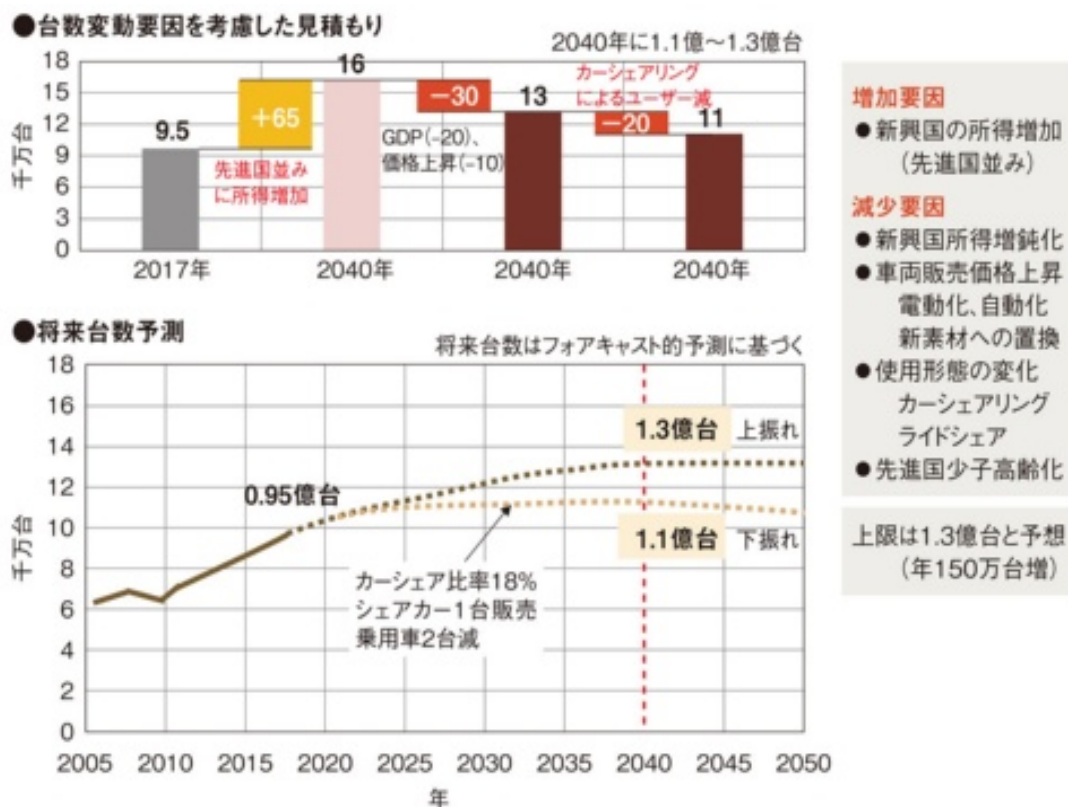


図 37 世界の新車販売台数の推移予測

(出所) 日経 XTECH

(2) 地域別

世界販売台数における新興国の構成比は、特に新車購入補助等を政策的に支援した中国

⁵⁵ 日経 XTECH、「2050 年に保有台数は 20.1 億台にまで増加、現状の CO2 規制が抱える深刻な問題」、<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00478/00008/> (2020 年 12 月 3 日アクセス)。

による台数増の影響が大きく、また、インドやフィリピンやインドネシアでも販売台数増となり、販売台数における新興国比率は 2016 年で約 55%である。一方で北米先進国、西欧、日本を含むアジア・太平洋先進国等では横ばいが続いている(図 38)⁵⁶。

2030 年の予測では、引き続き中国とインドの経済成長により世界自動車市場は特にアジア新興国での拡大継続に伴い、拡新興国比率は 60%超となることが予測されている。日本やドイツなど一部の先進国では、人口減少による新車市場の縮小が見込まれており、将来的な成長は横ばいとなる見通しである。先進国では、都市への人口集中に伴う渋滞や環境悪化などへの対応策として、公共交通機関の充実化やシェアリングの利用拡大等も進展し、新車市場に影響を与える可能性がある。

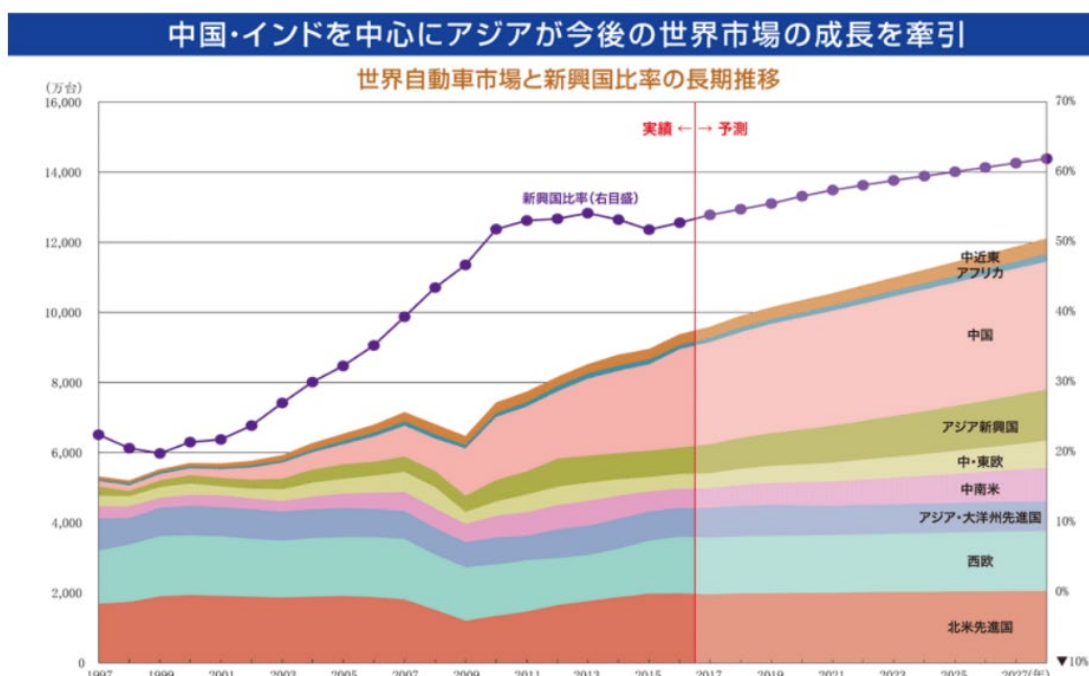


図 38 地域別の自動車販売台数予測と新興国比率の推移（2017 年の 10 年後予測）
（出所）FOURIN

1.4.2 自動車生産におけるこれからの重視点

(1) モビリティの多様化

CASE による自動化レベルの向上、所有形態の変化により、求められるモビリティの姿は異なる(図 39)⁵⁷。ただし、今後生産される全ての自動車が CASE にフル対応した特定

⁵⁶ FOURIN、「世界自動車統計年刊 2017」、
https://www.fourin.jp/report/STATISTICS_NENKAN_2017.html（2020 年 12 月 3 日アクセス）。

⁵⁷ IHS Markit、「2020 版オートモーティブサービス概要」、

のモデルに集約されるということではない。例えば、シェアリング需要に対する自動車は増加するであろうが、オーナーカー向けの自動車の需要が0になる訳ではない。そして、シェアリング用車両に求められる耐久性やシートアレンジ等はオーナーカー向けの車両とは異なるニーズがあるため専用車両が開発される可能性もある。同様に、パワートレインも全て BEV にという訳ではなく、エネルギーや環境規制の動向を踏まえ、様々なパワートレインを搭載した車両が今後も共存する可能性がある。

従って自動車産業においては、いずれかの自動車に特化して強みを発揮するか、もしくはどのような自動車にも対応できるよう全方位で準備しておくか、戦略性が一層必要となる。

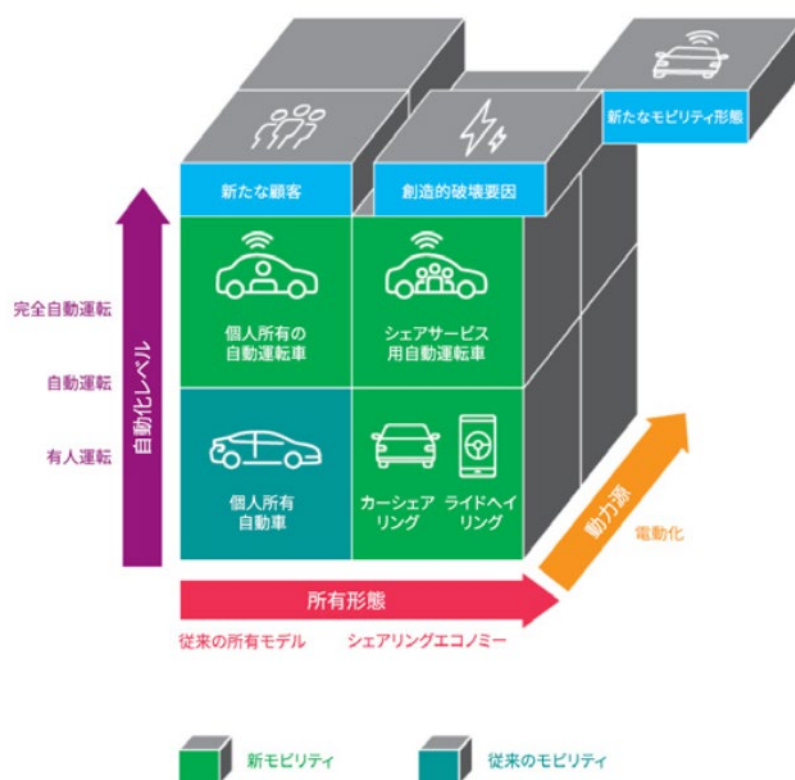


図 39 モビリティの方向性

(出所) IHS Markit

(2) 循環型社会への適応

環型社会への適応として、日本の自動車産業は 2005 年に完全施行された自動車リサイクル法に対応している。日本では年間約 400 万台発生する使用済み自動車に対して、部

品・または素材としてリサイクルがなされ、リサイクル率は約 80%である(図 40)⁵⁸。

ただし、走行中の CO₂排出削減に向けてアルミや CFRP などの軽量化材料を使用すると、既存の鉄に比べてリサイクルは困難になる。また増加している車載電装品もリサイクルにはひと手間を要する。さらに、電動化される次世代自動車では特に蓄電池のリサイクルが課題となる。次世代自動車の使用済蓄電池はリチウム化合物等の材料を効率的に回収・処理するリサイクルシステム構築が必要となる。さらに、輸出先の海外におけるリサイクル体制構築も必要となるであろう。

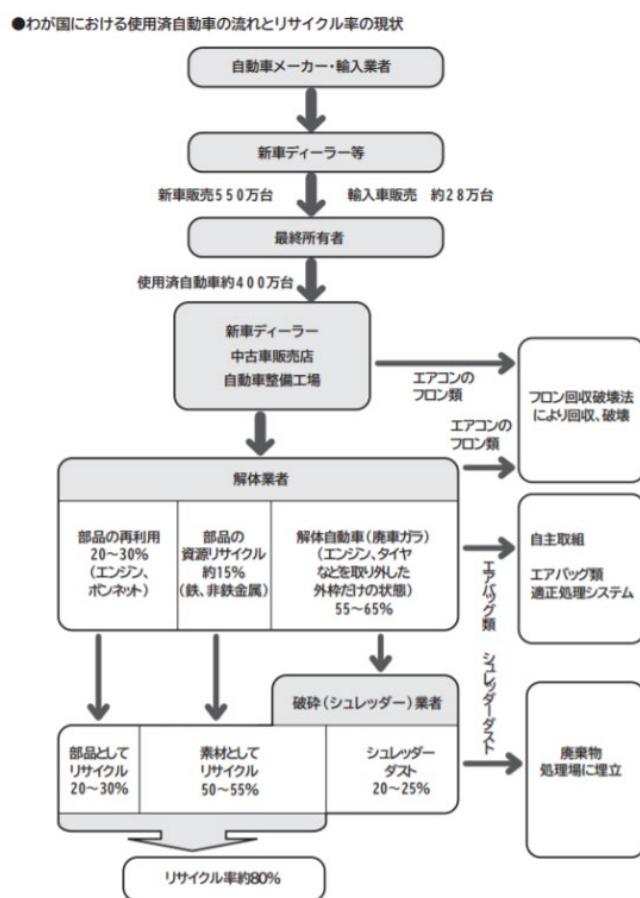


図 40 自動車リサイクルのフローとリサイクル率

(出所) 財団法人 自動車リサイクル促進センター、社団法人 日本自動車工業会、日本自動車輸入組合

⁵⁸ 財団法人 自動車リサイクル促進センター、社団法人 日本自動車工業会、日本自動車輸入組合、「報道用資料 自動車リサイクル法」https://www.jarc.or.jp/automobile/publicity/pdf/ad_mass_1.pdf (2020年12月3日アクセス)。

1.4.3 サプライチェーンの変化

(1) サプライチェーンのグローバル化

貿易障壁の撤廃、輸送費の削減、容易な国際通信の確立等の理由により、企業のグローバル化が進んでいる。自動車産業においても海外での現地生産、海外企業からの部品調達等は進んでいる(表 9)⁵⁹。

自動車生産台数で上位のメキシコ(6位)、タイ(11位)等の地域は日系自動車関連企業が多く進出し、輸出拠点に位置づく地域となっている。メキシコ、タイは、米国、日本といった OEM の拠点から比較的近い位置にあって、労働力等生産コストが安価な地域である。今後、自動車生産に LCA での CO₂ 排出規制が実施されれば、再生可能エネルギーの豊富な地域に生産拠点が移るなど、拠点の立地場所を選定する要因が変化する可能性がある。

表 9 国別自動車生産台数(上位 30 か国)

(単位:台、%)

順位	2017年		2018年		2019年		前年比
	国・地域名	台数	国・地域名	台数	国・地域名	台数	
1	中国	29,015,434	中国	27,809,196	中国	25,720,665	△ 7.5
2	米国	11,189,985	米国	11,297,911	米国	10,880,019	△ 3.7
3	日本	9,690,674	日本	9,729,594	日本	9,684,298	△ 0.5
4	ドイツ	5,645,584	インド	5,142,809	ドイツ	4,661,328	△ 9.0
5	インド	4,792,231	ドイツ	5,120,409	インド	4,516,017	△ 12.2
6	韓国	4,114,913	メキシコ	4,100,770	メキシコ	3,986,794	△ 2.8
7	メキシコ	4,094,832	韓国	4,028,834	韓国	3,950,617	△ 1.9
8	スペイン	2,848,317	ブラジル	2,881,018	ブラジル	2,944,988	2.2
9	ブラジル	2,736,802	スペイン	2,819,565	スペイン	2,822,355	0.1
10	フランス	2,225,700	フランス	2,267,764	フランス	2,202,460	△ 2.9
11	カナダ	2,194,003	タイ	2,167,694	タイ	2,013,710	△ 7.1
12	タイ	1,988,823	カナダ	2,025,794	カナダ	1,916,585	△ 5.4
13	英国	1,749,385	ロシア	1,768,546	ロシア	1,719,784	△ 2.8
14	トルコ	1,695,731	英国	1,604,328	トルコ	1,461,244	△ 5.7
15	ロシア	1,551,909	トルコ	1,550,260	チェコ	1,433,963	△ 0.6
16	イラン	1,515,396	チェコ	1,442,884	英国	1,381,405	△ 13.9
17	チェコ	1,305,865	インドネシア	1,343,714	インドネシア	1,286,848	△ 4.2
18	インドネシア	1,218,106	イラン	1,095,210	スロバキア	1,100,000	0.6
19	イタリア	1,142,210	スロバキア	1,093,215	イタリア	915,305	△ 13.8
20	スロバキア	1,032,445	イタリア	1,062,332	イラン	821,060	△ 25.0
21	ポーランド	689,783	ポーランド	659,652	ポーランド	649,864	△ 1.5
22	南ア	589,951	南ア	610,854	南ア	631,983	3.5
23	マレーシア	501,700	マレーシア	564,971	マレーシア	571,632	1.2
24	アルゼンチン	473,408	ルーマニア	476,769	ハンガリー	498,158	7.6
25	ハンガリー	418,435	アルゼンチン	466,649	ルーマニア	490,412	2.9
26	ベルギー	377,002	ハンガリー	463,000	モロッコ	394,652	△ 1.8
27	ルーマニア	363,688	モロッコ	402,085	ポルトガル	345,704	17.4
28	モロッコ	341,802	ベルギー	308,493	アルゼンチン	314,787	△ 32.5
29	台湾	291,563	ポルトガル	294,390	ベルギー	285,797	△ 7.4
30	パキスタン	250,800	スウェーデン	291,000	スウェーデン	279,000	△ 4.1
	EU	18,358,206	EU	18,604,079	EU	17,735,151	△ 4.7
	ASEAN	3,945,200	ASEAN	4,321,779	ASEAN	4,130,590	△ 4.4
	世界計	96,746,802	世界計	96,869,020	世界計	91,786,861	△ 5.2

⁵⁹ JETRO 日本貿易振興機構、「主要国の自動車生産・販売動向」、

https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/01/f2067f867d465ba0/20200011.pdf (2021 年 3 月 3 日アクセス)。

(出所) JETRO (原典は OICA 統計)

(2) IT ベンダーの参入

従来の自動車産業は、大手自動車メーカーと、Tier1 サプライヤーとそれに連なる Tier2、Tier3 サプライヤーからなり、部品の供給から完成車組み立てまでを行う大きなピラミッド構造を構築すること大規模な自動車生産体制となっている。その中で自動車メーカーは研究開発段階から Tier1 サプライヤーと共同開発することで技術競争力の維持を可能としてきたが、近年の自動運転技術に代表されるソフトウェア開発は、IT 企業との連携が不可欠であり、自動車メーカー、Tier1 サプライヤーともに IT 企業との連携が進められている。そのため、IT 企業による技術囲い込みは自動車産業にとって脅威となりつつも IT 企業による自動車技術開発は不可欠のものとなり、今後の自動車業界において自動車産業の構造が変化する可能性がある(図 41)⁶⁰。

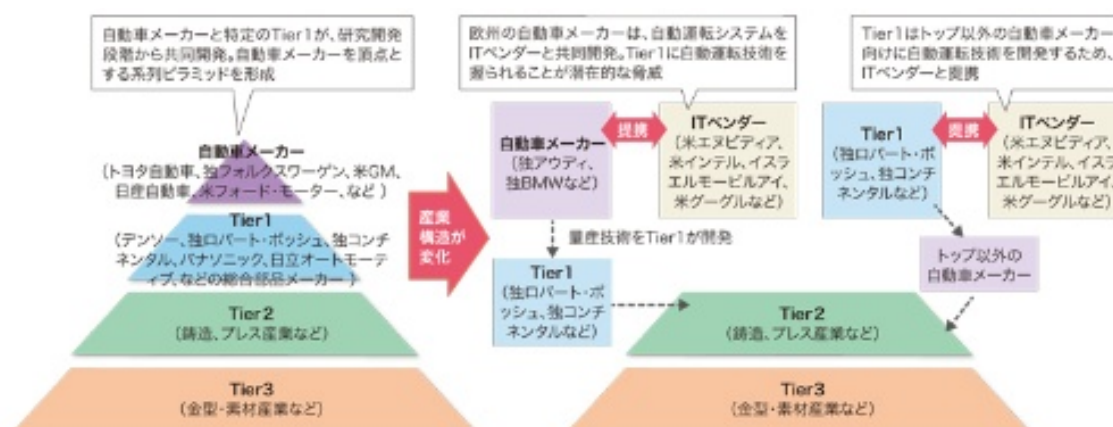


図 41 ソフトウェア化と自動運転の進展で自動車業界の産業構造に変化

(出所) 日経 XTECH

(3) モビリティベンチャーの台頭

電動化の進展及び Tier1 であるメガサプライヤーの技術力向上によっても自動車産業の構造変化が起こりうる。EV はエンジン関連部品をモーター、インバーター、蓄電池に変更でき、ICE に比べ比較的新規参入が容易なため、高い技術を保有するサプライヤーが完成車メーカーとして新規参入する事例がみられる。また、EV 以外でも完成車メーカーからのプラットフォーム提供を受け ICE 生産するサプライヤーもあり、今後のモビリティベンチャーによる産業変化が進展する可能性がある。

⁶⁰ 日経 XTECH、「自動運転がケイレツを打ち壊す？」、

<https://xtech.nikkei.com/it/atcl/column/17/032700103/032700002/> (2020 年 12 月 3 日アクセス)。

表 10 モビリティベンチャーの例

企業名	特徴
Lucid Motors (米国)	● 2007 年設立当初はフォーミュラ E 向けに電動パワートレインとモーターを製造していたが、2018 年にサウジアラビアの公共投資基金から 13 億ドルを獲得し、Lucid Air の生産を開始するなど急成長。 ● 2020 年 9 月に生産仕様モデルが発表され、2021 年春には出荷が開始される予定。
Rivian (米国)	● 2009 年に設立、2011 年から電動 SUV を開発。2020 年末に生産開始予定。 Amazon の配達車両を生産。 ● Pininfarina・Ford・Amazon と連携し Ford と電動プラットフォームを共通化。
Vinfast (ベトナム)	● ベトナムの異業種企業が説立した自動車メーカー。元 GM の人材を集め、ピニンファリーナ、ボッシュ、マグナ、シーメンスなどのサプライヤーからの部品調達。

(出所) 各種資料を元にテクノバ作成

二次利用未承諾リスト

令和2年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査事業 世界のモビリティとエネルギー転換の将来分析調査報告書

令和2年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査事業（世界のモビリティとエネルギー転換の将来分析調査）

一般財団法人日本エネルギー経済研究所

頁	図表番号	タイトル
2	図1	各国・地域の燃費規制値の推移（乗用車）
3	図2	パワートレイン別LCAでのCO2排出量の試算結果（日欧比較）
6	図3	国境炭素調整のイメージ
7	図4	日欧のNOx、PM規制値
10	図5	世界の新车販売台数の推移（2018-2030年）
10	図6	世界の電動車累積台数の見通し
11	図7	2030年の電動車向け電力需要の見通し（STEPS/SDS、モード・充電形式・地域別）
12	図8	電動車用電池の技術シフトの想定
13	図9	電動化が自動車メーカーに及ぼす影響と想定される打ち手
14	図10	独Volkswagen GroupのBEV専用プラットフォーム概要
14	図11	電動化に伴う自動車産業の構造変化
15	図12	金属資源の現有埋蔵量に対する2050年までの累積需要量
16	図13	レアメタル（リチウム、コバルト、ニッケル）の世界生産量
16	図14	世界全体の電力需要の見通し（2018-2030年）
17	図15	全世界の電源構成の推移（2010-2030年）
18	図16	日本における長期エネルギー需給見通し
18	図17	最終エネルギー消費と実質GDPの推移（1973-2018）
19	図18	シナリオ別2030年の充電ステーション数見通し
21	図20	内燃機関エンジンの熱効率改善の方向性（ガソリン車の例）
24	図23	Audi e-gasプロジェクト
26	図25	APEC値域におけるCO2フリー水素の製造コスト
27	図26	日本におけるFCEV車向けCO2フリー水素コスト比較（国内水素vs 輸入水素）
29	表6	自動運転が利用可能になった場合「自動車を手放すことを検討する」と回答した割合（2019年実施、米国・欧州・中国）
30	図27	ASEANにおける自動車の保有実態と購入意欲（所得階層別）
31	図28	年齢別および経済状況別の家庭の自動車保有率（米国）
32	表8	IoTやAIが可能とする新しいモビリティサービスの類型
33	図29	ライドシェア市場規模推移
33	図30	カーシェア市場規模推移
34	図31	世代別ライドシェアサービスの利用意向
35	図32	世界の自動車販売台数シナリオ（百万台）
37	図33	MaaSが普及した場合の世界の自動車関連市場予測
38	図34	欧米で進むマルチモーダルサービス
39	図35	2050年までの貨物輸送需要想定（EU-28）（10億トン・km）
40	図36	日本国内におけるモーダルシフトの推進
41	図37	世界の新车販売台数の推移予測
42	図38	地域別の自動車販売台数予測と新興国比率の推移（2017年の10年後予測）
43	図39	モビリティの方向性
44	図40	自動車リサイクルのフローとリサイクル率
45	表9	国別自動車生産台数（上位30か国）
46	図41	ソフトウェア化と自動運転の進展で自動車業界の産業構造に変化