

参議院常任委員会調査室・特別調査室

論題	自動車産業のカーボンニュートラル実現に向けた課題 －自動車の電動化をめぐる論点を中心に－
著者 / 所属	高野 智子 / 経済産業委員会調査室
雑誌名 / ISSN	立法と調査 / 0915-1338
編集・発行	参議院事務局企画調整室
通号	438 号
刊行日	2021-9-10
頁	52-66
URL	https://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/ripou_chousa/backnumber/20210910.html

※ 本文中の意見にわたる部分は、執筆者個人の見解です。

※ 本稿を転載する場合には、事前に参議院事務局企画調整室までご連絡ください（TEL 03-3581-3111（内線 75013）／ 03-5521-7686（直通））。

自動車産業のカーボンニュートラル実現に向けた課題

— 自動車の電動化をめぐる論点を中心に —

高野 智子

(経済産業委員会調査室)

1. はじめに
2. 「自動車の電動化」の現状
 - (1) 日本
 - (2) 海外の主要国・地域
3. 電気自動車をめぐる論点
 - (1) 電気自動車カーボンニュートラルとなる条件
 - (2) 電気自動車の普及促進に向けた課題
 - (3) 電気自動車の生産拡大に向けた課題
4. 水素による自動車のカーボンニュートラル化
 - (1) 燃料電池自動車の課題
 - (2) 電動車以外の選択肢
5. おわりに

1. はじめに

温室効果ガス排出削減等のための国際枠組みであるパリ協定¹が2020年に本格運用を開始し、世界で脱炭素化に向けた動きが加速している。我が国においても、菅内閣総理大臣は、第203回国会の所信表明演説(2020年10月26日)において、2050年までにカーボンニュートラル実現を目指すことを宣言し、その後、地球温暖化対策の推進に関する法律に

¹ パリ協定は、世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも2℃高い水準を十分に下回るものに抑えるとともに、1.5℃高い水準までのものに制限するための努力を継続すること、このために、今世紀後半に温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量との間の均衡(世界全体でのカーボンニュートラル)を達成することを目指すことなどを定めるもので、2015年12月の国連気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)で採択され、2016年11月に発効した。その後、2018年10月のIPCC(気候変動に関する政府間パネル)総会で採択された「1.5℃特別報告書」において、地球温暖化を1.5℃に抑えることと整合的なモデルとして、世界全体で人為起源CO₂排出量が2050年前後に正味ゼロに達する経路が示された。

において 2021 年改正で「我が国における 2050 年までの脱炭素社会の実現」が基本理念として規定されることとなった。

2019 年度の我が国の CO₂ 排出量のうち 18.6% は運輸部門からの排出であり、そのうち自動車からの排出が 86.1%（日本全体の 16.0%）を占めることから、カーボンニュートラルを実現するためには自動車の脱炭素化が大きな課題の一つとなる。これらを踏まえ、経済産業省が関係省庁と連携して策定した「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」（2020 年 12 月に策定、2021 年 6 月に更なる具体化）（以下 2021 年 6 月版を「グリーン成長戦略」という。）においては、「自動車・蓄電池産業」を今後成長が期待される 14 分野の一つとして位置付けた上で、「自動車は、電動化を推進する」ことを明記し、予算、税、規制改革・標準化、国際連携など、あらゆる政策を盛り込んだとする実行計画が示された。

本稿では、自動車（四輪車）の電動化を中心に、自動車産業のカーボンニュートラル実現をめぐる現状と今後の課題を整理しておきたい。

2. 「自動車の電動化」の現状

（1）日本

ア 自動車の電動化とは何か

グリーン成長戦略では、自動車の電動化を推進することとした上で、「2035 年までに、乗用車新車販売で電動車 100% を実現」するという目標が示されたことが注目されている。また、乗用車以外の車種についても、それぞれ電動化に係る目標が示されている（図表 1）²。

図表 1 グリーン成長戦略における自動車の電動化目標

乗用車		2035年までに新車販売で電動車100%
商用車	8トン以下の小型車	2030年までに新車販売で電動車20～30% 2040年までに新車販売で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%
	8トン超の大型車	2020年代に電動車5000台の先行導入 2030年までに2040年の電動車普及目標を設定
二輪車		蓄電池規格の国際標準化やインフラ整備等、国内外の取組を通じて電動化を推進する

（出所）「グリーン成長戦略」より作成

² グリーン成長戦略において、乗用車と商用車について定義は行われていない。自動車の種類及び区分方法は、一般に道路運送車両法によるものと道路交通法によるものがあり、エネルギーの使用の合理化等に関する法律（以下「省エネ法」という。）施行令第 18 条は、道路運送車両法に沿う形で、「乗用自動車」（バスを含む。）と「貨物自動車」をそれぞれ特定エネルギー消費機器として定める。一方、（一社）日本自動車工業会が取りまとめた四輪車新車販売台数は、乗用車、トラック、バスという区分で示されている。同会の区分では、2019 年の四輪車新車販売台数 520 万台のうち乗用車が 83% を占める。

ここでいう「電動車」は、「電気自動車（BEV）、燃料電池自動車（FCEV）、プラグイン・ハイブリッド自動車（PHEV）、ハイブリッド自動車（HEV）」の4種類とされている（図表2）。これらは共通要素として、車両電動化のコア技術である蓄電池・モーター・インバーターを搭載しており、その上で、①BEVは、外部から蓄電池に充電した電気により走行する、②HEVは、エンジン（内燃機関）を搭載し、ガソリン又はディーゼル（軽油）と車内部の発電機から得られる電気により走行する、③PHEVは、HEVと外部から充電できるBEVの特性を組み合わせたものとなる。また、④FCEVは、水素と酸素の化学反応によって電気を発生させる燃料電池を搭載しており、その電気で走行するものである³。

図表2 電動車の種類

共通要素		日本語	英語	略称
		電動車	Electrified Vehicle	xEV (エックスイービー)
電池 モーター インバーター	+ 充電	電気自動車	Battery Electric Vehicle	BEV
	エンジン + 充電	プラグイン・ハイブリッド自動車	Plug in Hybrid Electric Vehicle	PHEV
	エンジン	ハイブリッド自動車	Hybrid Electric Vehicle	HEV
	燃料電池 + 水素タンク	燃料電池自動車	Fuel Cell Electric Vehicle	FCEV

（出所）経済産業省資料

イ 電動車の普及に向けた取組と実績

我が国では、これまでも自動車の電動化による環境性能の向上が追求されてきた。経済産業省「次世代自動車戦略2010」（2010年4月12日）においては、2030年までに乗用車の新車販売に占める次世代自動車（電動車に分類されるBEV、PHEV、HEV、FCEVのほかクリーンディーゼル自動車⁴を含む。）の割合を5～7割とすることが目標として掲げられた。また、経済産業大臣主催「自動車新時代戦略会議」の中間整理（2018年8月31日）は、「次世代自動車戦略2010」の目標を引き継ぎつつ、長期ゴールとして、パリ協定の2℃シナリオを前提とした上で、2050年までに自動車1台、1km当たりのCO₂排出量を2010年比で8割程度削減する⁵ことなどを目指し、それにより

³ 以上の説明は、資源エネルギー庁「「電気自動車（EV）」だけじゃない？「xEV」で自動車の新時代を考える」（2018.8.21）〈<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/xev.html>〉（以下、URLの最終アクセスの日付けはいずれも2021.8.24。）を参照した。

⁴ クリーンディーゼル自動車とは、2009年10月から順次適用の自動車排出ガス規制「ポスト新長期規制」に対応したディーゼル車のこと。窒素酸化物（NO_x）等の排ガス低減性能と燃費を高いレベルで両立している点が特徴で、ガソリン車と比較して約2割程度CO₂排出量が少ないため、運輸部門のCO₂排出削減に貢献するとされる。

⁵ 2019年6月に閣議決定された「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」では、①2050年までに80%の温室効果ガスの削減に取り組む、②最終到達点としての「脱炭素社会」を掲げ、それを野心的に今世紀後

「乗用車の電動車率は 100%に達することが想定される」などとしていた。これに対して実績を見ると、2019 年の乗用車の新車販売台数に占める次世代自動車の割合は 39.2%に達しているが、内訳を見ると H E V が 34.2%、クリーンディーゼル自動車が 4.1%であり、B E V、P H E V、F C E V は目標に沿う形で普及しているとは言い難い状況にある（図表 3）。

図表 3 次世代自動車の普及目標と現状

	2019年（実績）	2020年（目標）	2030年（目標）
次世代自動車（乗用車）計	39.2%	20～50%	50～70%
ハイブリッド自動車（H E V）	34.2%	20～30%	30～40%
電気自動車（B E V）	0.5%	15～20%	20～30%
プラグイン・ハイブリッド自動車（P H E V）	0.4%	15～20%	20～30%
燃料電池自動車（F C E V）	0.0%	～1%	～3%
クリーンディーゼル自動車	4.1%	～5%	5～10%

（注）乗用車新車販売台数に占める割合。2020年及び2030年の目標は「次世代自動車戦略2010」の政府目標。

（出所）経済産業省資料、（一社）日本自動車工業会「日本の自動車工業 2020」より作成

図表 4 次世代自動車の普及促進に向けた取組

供給側	需要側
●法律 ・省エネ法 各自動車（乗用車・商用車）製造事業者及び輸入事業者を対象に、国が定めた一定の燃費基準を達成することを規定。一定台数以上の自動車の製造等を行う事業者が達成できない場合、勧告・公表・命令・罰金を規定。 ●予算 （BEV・PHEV） ・充電インフラ整備補助金 ・蓄電池の研究開発予算（全固体電池・革新型電池） （FCEV） ・水素ステーション整備補助金 ・FCEVや水素ステーションの低コスト化開発予算（規制改革・標準化含む） ・燃料電池・水素タンク等の研究開発予算	●法律 ・省エネ法 特定規模以上の貨物・旅客輸送事業者や荷主を対象に、省エネの観点から BEV/FCEV等のクリーンエネルギー自動車の導入を促進するよう規定。 ・グリーン購入法 国に対し、電動車を含む環境負荷の低減を実現した自動車を促進するよう規定。 ・温対法 国、地方自治体に対し、政府実行計画において、電動車を含む次世代自動車の導入を進めることを規定。 ●予算 ・BEV/PHEV/FCEV購入補助金 一般向けはCEV補助金。地方自治体、民間企業向けはBEV補助金（再エネや充電設備とセットで補助）。 ・FCバス購入補助金 ・電動トラック/電動バス購入補助金 ●税 ・エコカー減税/環境性能割/グリーン化特例 自動車ユーザーを対象に、BEV/PHEV/FCEV等の自動車重量税等を減免。

（出所）経済産業省「第 3 回 モビリティの構造変化と 2030 年以降に向けた自動車政策の方向性に関する検討会」事務局参考資料（配付資料 3）16 頁より作成

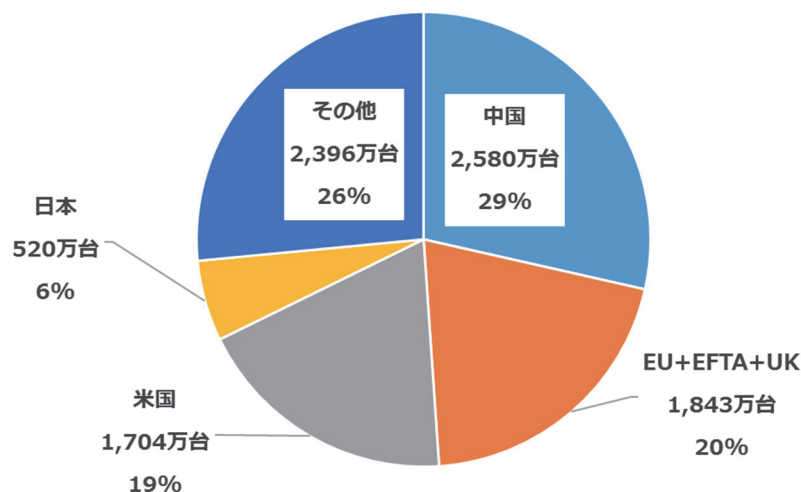
半のできるだけ早期に実現するなどとされていた。

次世代自動車の普及促進に向けた主な取組を見ると、供給側の対策として、①省エネ法に基づく燃費基準を達成することを求める、②充電インフラ、水素ステーションの整備、蓄電池等の研究開発への財政支援等があり、需要側の対策としては、①公的機関等における購入促進、②購入者に対する補助金、税制優遇等が行われてきたところである（図表４）。

（２）海外の主要国・地域

2019 年の世界全体の自動車（四輪車）販売台数は 9,042 万台⁶に達し、このうち、中国が 29%を占め、世界最大の市場となっている。また、欧州（EU、EFTA、英国）⁷が 20%、米国が 19%となっており、これらの国・地域で 68%を占める⁸（図表５）。

図表５ 自動車（四輪車）販売台数（2019 年）の国・地域別割合



（出所）国際自動車工業会（OICA）「GLOBAL SALES STATISTICS 2019 - 2020」より作成

現時点での主要な自動車市場であるEU、英国、米国、中国の乗用車等の電動化に関する目標を見てみると（図表６）、欧州は2035年にガソリン、ディーゼルエンジン車のみならず、エンジンを搭載するHEV、PHEVの新車販売を禁止する方針である一方、米国と中国は、2035年に向け、ガソリン、ディーゼルエンジン車の代わりにPHEV、HEVの新車販売を容認する（増やす）方針と見受けられる。ただし、いずれもBEVについては現状と比較して大幅に増やし、FCEVを推進する方針であることは共通している。

⁶ 一方、ストックベースである世界の自動車（四輪車）保有台数は、（一社）日本自動車工業会「日本の自動車工業2020」によると2018年時点で14億3,318万台とされる。

⁷ EFTAはEuropean Free Trade Association（欧州自由貿易連合）を指し、現在の加盟国はスイス、ノルウェー、アイスランド、リヒテンシュタインの4か国である。また、英国は2019年時点ではEUに含まれるが、2020年1月31日をもってEUを離脱しており、区分して示している。

⁸ 国際自動車工業会（OICA）の自動車販売統計は2020年分まで公表されているが、同年は新型コロナウイルス感染症拡大のため世界の自動車販売台数は前年比14%減となっており、その影響の度合いは国・地域により異なることから、ここでは平常に近いと考えられる2019年のデータを紹介している。

図表6 主要国・地域の乗用車等の電動化に関する目標の概要

国・地域	新車販売（乗用車等）の電動化目標	備考
日本	2035年までに100%HEV、PHEV、BEV、FCEVとする	グリーン成長戦略（2021.6）
EU	2035年までに100%ZEVとする	2021.7の欧州委員会案
英国	2035年までに100%ZEVとする	ガソリン、ディーゼル車は2030年以内に販売禁止規制政策提案書（2021.7）
米国	2030年までに50%以上をPHEV、BEV、FCEVとする	大統領令（2021.8）
（一部の州）	2035年までに100%ZEVとする	カリフォルニア州等
中国	2035年までに50%以上をNEVとし、NEVのうち95%をBEVとし、FCEVは保有台数を約100万台とする	中国自動車エンジニアリング学会の計画（2020.10）

（注）ZEVはゼロエミッション車だが、その内容は様ではない（PHEVを含むか否か等）。中国のNEV（新エネルギー車）は、ここではBEV、PHEVとされる。

（出所）JETRO 資料、「グリーン成長戦略」より作成

ア EU、英国

2021年11月に予定される国連気候変動枠組条約第26回締約国会議（COP26）議長国である英国のジョンソン首相は、2020年11月、「グリーン産業革命」を推し進めるための10項目の計画を発表し、その中で、BEVの普及を支援する各種施策と合わせ、①ガソリン、ディーゼルエンジン車の新車販売を2030年までに禁止する、②炭素排出ゼロで長距離走行可能なハイブリッド車の販売は2035年まで認めるとの方針を示した⁹。2021年7月には、この方針に沿った「自動車からの排ガス規制に関する政策提案書」を公表し、同年9月22日まで意見公募を行っている¹⁰。

EUに関しては、2021年7月、欧州委員会が、温室効果ガス1990年比55%削減目標のための政策パッケージの提案の中で、乗用車・小型商用車のCO₂排出基準に関する規則に関して、2035年までに新車のCO₂排出量を100%削減（ゼロ）とする改正案を示したことが注目される¹¹。欧州議会の承認を得て本改正案が成立すれば、2035年にはHEV、PHEVを含むエンジン搭載車の販売が実質禁止となる。

EUにおけるBEV・PHEVの販売シェアの実績を見ると、2019年3.0%だったものが、2020年10.6%と急速に増加している。この背景には、2020年からCO₂排出基準が強化されたこと、それを踏まえて自動車メーカー各社がBEVの新モデル投入や販売

⁹ JETRO ビジネス短信「「グリーン産業革命」を発表、ガソリン、ディーゼル車は2030年に販売禁止へ（英国）」（2020.11.20）〈<https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/11/dde99f8b387141a2.html>〉

¹⁰ JETRO ビジネス短信「2040年までにガソリンとディーゼル重量物車両の新車販売を禁止へ（英国）」（2021.7.21）〈<https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/07/7acd9566bbe8d09d.html>〉

¹¹ JETRO ビジネス短信「欧州委、2035年までに全ての新車のゼロエミッション化提案（EU）」（2021.7.16）〈<https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/07/d870a9cd8282f522.html>〉

に力を入れたこと、コロナ禍の経済対策としてB E V購入補助金が導入されたことなどが指摘されている。一方で、E U域内のB E V新車販売の約75%は上位4か国に集中しており、B E V普及率の不均衡が課題とされている¹²。

イ 米国

米国において自動車環境規制を牽引してきたのはカリフォルニア州とされるが¹³、そのカリフォルニア州は、2020年9月、2035年までに乗用車と小型トラックの新車販売をゼロエミッション車（Z E V）とすることを義務付ける知事令を発出した。詳細な規則は、カリフォルニア州大気資源委員会が今後定めることとなっている¹⁴。

連邦レベルでは、2021年8月、2030年までに販売される新車（乗用車と小型トラック）の50%以上を、ゼロエミッション車（B E V、P H E V、F C E Vを含む。）とする大統領令が発令された。今後、環境保護庁と運輸省において新たな排ガス規制や燃費基準値を制定し、2024年7月までに最終規則をつくることとしている¹⁵。

全米でのB E V・P H E Vの販売シェアは2020年で2.0%だが¹⁶、カリフォルニア州では7.8%に達する¹⁷。同州を含む一部の州では、自動車メーカーに一定量のZ E Vの販売を義務付けるZ E V規制があり、これが段階的に強化されていることなどが背景にあると考えられる¹⁸。

ウ 中国

中国は、2012年に科学技術省が「省エネと新エネルギー車（N E V）¹⁹産業発展計画」を決定し、2014年に習近平国家主席が「N E Vシフトこそ中国自動車強国への唯一の道である」と公言するなど、産業政策の一環としてB E V産業の発展に取り組んできた。これは、エンジン車では日米欧企業に追いつくことはできないが、タンク、マフラー、ラジエーター、トランスミッションといった高度な製造技術が求められる部品が不要と

¹² JETRO 地域分析レポート「自動車生産・販売に大打撃を受けた2020年（E U）」（2021.8.6）〈<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2021/8dbdf235697a567b.html>〉

¹³ JETRO 地域分析レポート「米自動車環境規制の見直し、新たな基準値と統一基準に注目」（2021.6.29）〈<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2021/6c7a26b74a72569b.html>〉

¹⁴ JETRO ビジネス短信「米カリフォルニア州、2035年までにガソリン車の新車販売を禁止と発表」（2020.10.2）〈<https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/10/b14ed8efcd408b45.html>〉

¹⁵ JETRO ビジネス短信「バイデン米政権、2030年までに新車の半数以上をE V、F C Vとする大統領令（米国）」（2021.8.6）〈<https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/08/34e767f15a0d8a26.html>〉。なお、いわゆる「ゼロエミッション車」の定義は国・地域等によって異なり、本大統領令の原文〈<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/08/05/executive-order-on-strengthening-american-leadership-in-clean-cars-and-trucks/>〉においては「zero-emission vehicles, including battery electric, plug-in hybrid electric, or fuel cell electric vehicles」とされP H E Vを含むが、2021年7月の欧州委員会案ではゼロエミッション車は厳格なC O₂排出量ゼロを意味し、P H E Vは含まれない。

¹⁶ JETRO 地域分析レポート「2020年の自動車販売・生産は新型コロナの影響で記録的な減少（米国）」（2021.4.14）〈<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2021/6693a935851b2c72.html>〉

¹⁷ California Energy Commission「Zero Emission Vehicle and Infrastructure Statistics」（データの最終更新は2021.7.30）〈<https://www.energy.ca.gov/zevstats>〉

¹⁸ 自動車産業ポータル MARKLINES「米国のC O₂・C A F E規制：トランプ政権が現基準の大幅緩和を計画」（2018.5.16）〈https://www.marklines.com/ja/report_all/rep1716_201805〉

¹⁹ 中国の新エネルギー車（N E V）は、通常B E V、P H E V、F C E Vが該当する（JETRO 地域分析レポート「中国で急速に進む新エネルギー車へのシフト」（2017.10.16）〈<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2017/c895f347c351fc07.html>〉）。

なるB E Vであれば自動車強国となることが可能と判断したことに加え、今後も自動車保有台数が増える見込みの中で、石油の輸入依存度が高く、エネルギー安全保障の観点からエンジン車を増やしていくこと、また、深刻化する大気汚染への対応策でもあったとされる²⁰。N E Vの普及目標に関しては、2020 年 10 月、中国自動車エンジニアリング学会が「省エネルギー・新エネルギー車技術ロードマップ 2.0」を発表し、2035 年までに新車販売においてN E Vを 50%以上とすること、N E Vのうち 95%以上をB E Vとすること、F C E Vの保有台数を約 100 万台とすること、エンジン車はH E Vとすることなどが示された²¹。

実績については、中国自動車工業協会によると、2020 年のN E Vの販売台数は前年比 10.9%増となり、全自動車販売台数に占める割合は 5.4%であった²²。増加の理由について、中国においては、大都市で乗用車のナンバープレート発給規制²³を行っているが、N E Vは優遇されること、企業平均燃費規制及び一定比率のN E V生産義務付けというダブルクレジット規制²⁴によりメーカーのN E Vシフトが促されていること、2020 年に 50 万円以下の小型B E Vが発売され、地方都市や農村で販売が好調だったことなどが指摘されている²⁵。

3. 電気自動車をめぐる論点

以上のような各国・地域の動きを受けて、各自動車メーカーも自動車の電動化、特にB E Vの開発・販売を拡大する方針を打ち出しており、グリーン成長戦略も「我が国においても、この 10 年間は電気自動車の導入を強力に進め」ることとしている。一方、我が国では各種取組が行われてきたにもかかわらず、B E Vの普及が進んでこなかった現実もある。以下では、B E Vをめぐる主な課題を整理する。

（1）電気自動車がカーボンニュートラルとなる条件

B E Vは、そもそも電力が脱炭素化されていなければ気候変動対策にならないということとは我が国ではよく言われる。一般的に、自動車の環境負荷の評価方法としては、①自動車の燃料タンク (Tank) から実際に走行させる段階 (車輪) までを評価する「Tank to Wheel」、②燃料を手に入れる段階 (井戸) から実際に走行させる段階 (車輪) までを評価する「Well

²⁰ 湯進『2030 中国自動車強国への戦略 世界を席巻するメガE Vメーカーの誕生』（日本経済新聞出版社、2019 年）22～28 頁

²¹ JETRO ビジネス短信「2035 年までの自動車技術ロードマップを発表、販売台数に占める新エネルギー車の割合を 50%以上に」（2020. 11. 5）〈<https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/11/429bf4411a60db56.html>〉

²² JETRO 地域分析レポート「コロナ禍で加速する新エネルギー車市場（中国）」（2021. 3. 3）〈<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2021/158dd9b2f489b2d2.html>〉

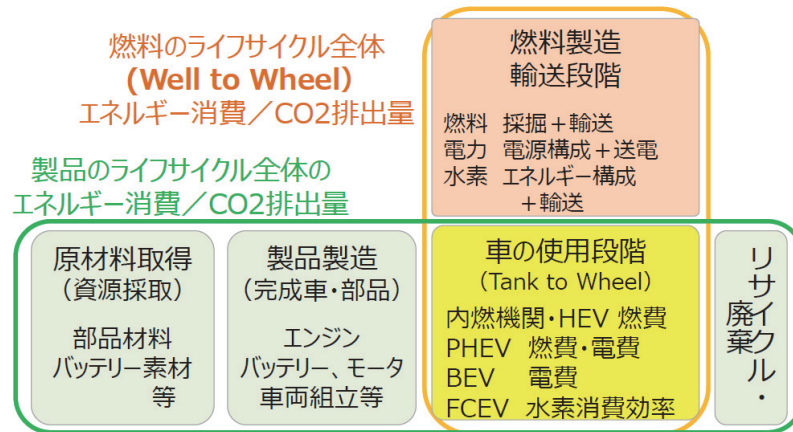
²³ 中国の大都市では、大気汚染対策や渋滞緩和のため、ナンバープレートの年間発給総数を規制しており、新たにナンバープレートを取得したい場合は、抽選やオークションに参加しなくてはならない。

²⁴ 本規制では、新エネ車の目標と企業平均燃費の目標を同時に達成することが求められ、目標が達成できない場合は、B E V専業メーカー等からクレジットを購入するか、N E V以外の車の生産台数を削減するなどの対策が必要になる。詳細はJETRO 地域分析レポート（2017. 10. 16）（前掲脚注 19）参照。

²⁵ JETRO 地域分析レポート（2021. 3. 3）（前掲脚注 22）、湯進「中国で規制クリアできない日系メーカーの憂慮」（東洋経済 ONLINE、2021. 5. 11）〈<https://toyokeizai.net/articles/-/427122>〉、『電気新聞』（2021. 6. 21）

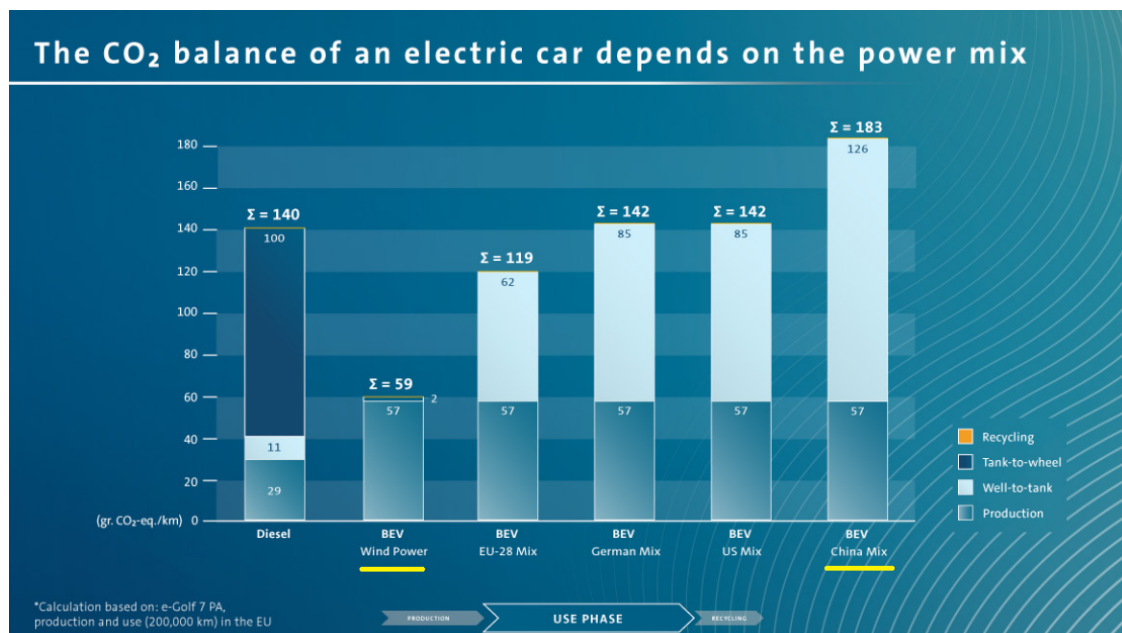
to Wheel」、③原材料取得からリサイクル・廃棄まで自動車のライフサイクル全体で評価する「LCA (Life Cycle Assessment)」がある（図表7）。

図表7 自動車のライフサイクルでの環境負荷の評価



(出所) 資源エネルギー庁「2050年カーボンニュートラルの実現に向けた検討」(総合資源エネルギー調査会基本政策分科会(第36回会合)(2021.1.27)配付資料2)77頁より抜粋

図表8 フォルクスワーゲン社によるLCA分析結果



(出所) Volkswagen 「From the well to the wheel: A holistic approach from start to finish」
 <<https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2019/04/from-the-well-to-the-wheel.html>>

LCAで評価すると、同じBEVであっても電源構成が異なればCO₂排出量も変わる。独フォルクスワーゲン社のLCA分析においては、製造段階のCO₂排出量について同社のBEVとディーゼル車を比較するとBEVの方がディーゼル車よりCO₂排出量が大きくなること、BEVの製造段階におけるCO₂排出量のうち約4割が蓄電池の製造に由来

するため、蓄電池の製造にグリーンな電力を使用する必要があることなどが指摘されている。また、車の使用段階を含めて 2017 年のデータに基づき試算したところ、100%風力発電のケースと石炭火力発電が主力の中国の電源構成²⁶のケースを比較すると、LCAでのCO₂排出量は後者が前者の3倍以上となり、後者はディーゼル車のケースも上回るとされた（図表8）。

図表9 各国の自動車の燃費基準における算定対象範囲（バウンダリ）

国・地域	バウンダリ	概要
日本	Well to Wheel	・ 2020年3月、乗用車の2030年度燃費基準を定め、Well to Wheelベースで、2030年の電源構成や燃料採掘から輸送までのエネルギーロスを考慮した燃費換算式（EVやPHVも評価に含む）を策定。
欧州	Tank to Wheel (2023年までにLCA検討)	・ 2019年4月、乗用車の2030年CO ₂ 排出目標を定めたRegulation (EU) 2019/631及び重量車のCO ₂ 排出目標を定めたRegulation (EU) 2019/1242で、LCAの検討が必要であるとし、2023年までに評価と一貫したデータ報告の共通の方法論を評価し、必要に応じて立法措置を検討すると明記。 ・ 一方で、2023年の評価を踏まえ、LCAを考慮した排出規制を検討する可能性は現時点では不透明。
中国	Tank to Wheel (2025年以降の基準でLCA検討)	・ 2019年1月、乗用車の2025年燃費基準を設定。EV・FCVを0gCO ₂ /kmとして計上するため、TtWベースで評価。 ・ 当該補足資料では、EVのエネルギー効率を、2025年の電源構成予測に基づき、①0とする②簡易な熱量換算(1kWhあたりガソリン0.1161L)③ライフサイクルでの熱量換算(1kWhあたりガソリン0.224L)④ライフサイクルでのCO ₂ 換算(1kWhあたりガソリン0.264L)の4つの選択肢を考慮に入れつつ分析を継続する旨を明記。
米国	Tank to Wheel	・ 2020年4月にSAFE車両規則を制定し、2026年の燃費基準及びCO ₂ 排出目標を設定。Tailpipe(走行)でのCO ₂ 排出量を計上するため、TtWベースで評価。
カナダ	Tank to Wheel	・ 2014年9月公布の法律に基づき、2025年の燃費基準及びCO ₂ 排出目標を設定。EV・FCVを0gCO ₂ /kmとして計上するため、TtWベースで評価。
韓国	Tank to Wheel	・ 2014年1月公布の法律に基づき、2020年の燃費基準及びCO ₂ 排出目標を設定。EV・FCVを0gCO ₂ /kmとして計上するため、TtWベースで評価。

(出典) 日本: 乗用自動車のエネルギー消費性能の向上に関するエネルギー消費機器等製造事業者等の判断の基準等(平成25年経済産業省・国土交通省告示第2号)、欧州: Regulation (EU) 2019/631, Regulation (EU) 2019/1242、中国: 《乘用车燃料消耗量评价方法及指标》国家标准 编制说明、米国: Safer Affordable Fuel-Efficient (SAFE) Vehicles Rule, Federal Register Vol. 85, No. 84、カナダ: Regulations Amending the Passenger Automobile and Light Truck Greenhouse Gas Emission Regulations, P.C. 2014-935 September 18, 2014、韓国: 자동차 평균에너지소비효율기준, 온실가스 배출허용기준 및 기준의 적용관리 등에 관한 고시 [시행 2019. 1. 30.] [환경부고시 제2019-34호, 2019. 1. 30. 일부개정]

(出所) 環境省「税制全体のグリーン化推進検討会（令和2年度第2回）」（2020.11）、配付資料2-2「自動車による排出量のバウンダリに係る論点について」2頁

自動車産業において真のカーボンニュートラルを実現するためには、LCAで評価することが適当だが、LCAで評価する方法や手続等は確立されていない。自動車の燃費基準の観点からは、現時点で、日本を除く各国は「Tank to Wheel」で自動車のCO₂排出量を評価しているとみなされる（図表9）。我が国は、乗用車の2030年度燃費基準²⁷において「Well to Wheel」を採用したため、走行時の使用電力の発電に伴うCO₂排出を考慮してBEVを評価することになるが²⁸、他国は、発電に伴うCO₂排出は考慮せず、BEVのCO₂排出をゼロと評価していることになる。これは、BEVを優遇することで普及を促すことを期待している面があるとの指摘もある²⁹。なお、欧州委員会は、BEVのキーデバイスでもある蓄電池について、LCAで評価することを含め、規制強化の方針を示している³⁰。

²⁶ 中国は、2060年までのカーボンニュートラルを実現するため、再生可能エネルギーを大幅に拡大する方針であり、2025年までに単位GDP当たりのCO₂排出量を18%引き下げること目標としている（JETRO ビジネス短信「世界最大の再生可能エネルギー市場・設備製造国として、対外進出にも意欲（中国）」（2021.4.7）〈<https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/04/4f0bf14130729257.html>〉）。

²⁷ 乗用自動車については、省エネルギー及びCO₂排出削減対策を推進するため、省エネ法のトップランナー制度に基づき、目標年度の燃費基準を策定しており、2020年3月31日に2030年度燃費基準が策定された。

²⁸ これは考え方であり、我が国において自動車をCO₂排出量で直接規制する制度は存在しない。

²⁹ 日経クロステック「【記者の眼】日本燃費規制、EVに厳しく緩い罰則 守らないのが株主利益か」（2020.1.22）〈<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00138/011700462/>〉

³⁰ JETRO ビジネス短信「欧州委、循環型経済に向けたバッテリー規制の改正案発表（EU）」（2020.12.14）〈h

(2) 電気自動車の普及促進に向けた課題

ア 電気自動車の特性

BEVの普及を阻む要因として、一般的に、①価格が高い（経済性）、②航続距離が短い（運用性）、③充電インフラが整っていない（インフラ）ことが指摘される（図表 10）。

図表 10 次世代自動車の特性と課題

		BEV	PHEV	FCEV
経済性	車両価格	約300万円～	約300万円～	約700万円～
	燃料／電力コスト※	年間2.5万円	(利用方法に依存)	年間7.3万円
運用性	航続距離	約300～500km	BEV走行距離：約65～95km + ガソリン走行距離	約650～850km
	充電時間	長い 急速充電で30～60分	中程度 急速充電で20分程度	短い 3分
インフラ	数・配置コスト	急速・普通充電：約30,000基 比較的安価		162箇所（整備中含む） 高価
	ビジネス性	多くの事業者が赤字運営		赤字運営

※試算の前提：年間走行距離1万km、電気代20円/kWh（FIT賦課金は含む。基本料金は本試算では算出に用いない。）、水素価格1100円/kg、BEV（電費）8km/kWh、FCEV（水素燃料費）150km/kg。

【参考】ガソリン車（20km/L）、ガソリン価格130円/Lとすると、年間6.5万円、HEV車（30km/L）では年間4.3万円。

（出所）資源エネルギー庁「2050年カーボンニュートラルの実現に向けた検討」（総合資源エネルギー調査会基本政策分科会（第36回会合）（2021.1.27）配付資料2）69頁より作成

このうち、経済性について、BEVの燃料／電力コストは、ガソリン車やHEVより安価と試算されている。また、車両価格について、BEVのコストは蓄電池が占める割合が大きいとされるが、これは近年低下してきている。運用性を見ると、現状でガソリン車又はHEVと全く同じとはいかないが、航続距離については、利用目的によっては支障がないとも言われており、加えて、蓄電池の性能向上により年々伸びてきている。充電時間が長いことについては、自宅又は事業所の駐車場に充電設備があれば不都合はなく³¹、むしろサービスステーション（SS）が減少傾向にある地域ではBEVの方が好ましいという指摘もある³²。また、一般的にBEVは容量の大きな蓄電池を搭載しており、災害時の非常用電源となるだけでなく、平時から「動く蓄電池」として活用することも考えられる。従来の自動車の価値にこういった新たな価値を組み合わせることで消費者に提示するなど、BEVの特性に応じた普及促進方策を検討することもあり得るだろう。

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/12/47bc18d866bce008.html>

³¹ 逆に、2012～2018年のカリフォルニアのBEV購入者を調査したところ、その後BEVからエンジン車に買い替えた者は約2割おり、その主な理由は充電の不便さで、ガソリン車に戻った者の約7割は自宅にレベル2（240V）の充電設備を持っていなかったとされる（Dominick Reuter「EVユーザーの20%がガソリン車に戻った…充電問題の解決が急務」（Business Insider、2021.6.24）〈<https://www.businessinsider.jp/post-237010>〉）。

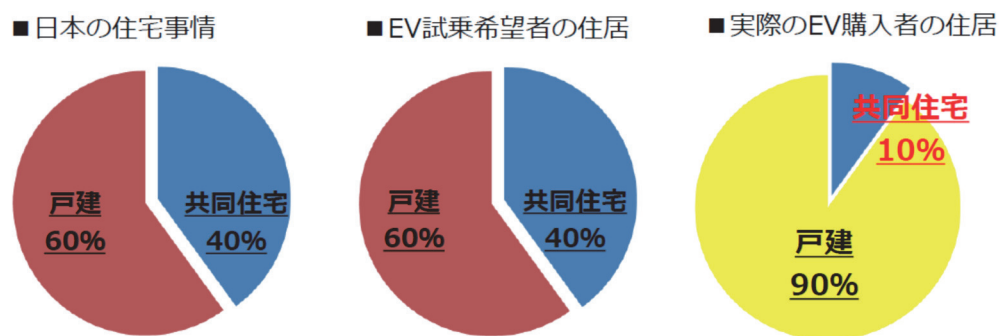
³² 横山隼也「出光、あえて「低スペックのEV」で見据える勝算」（東洋経済ONLINE、2021.4.25）〈<https://toyokeizai.net/articles/-/424348>〉

イ 充電インフラの整備

充電インフラの整備は、BEVの普及には不可欠であり、これまでも「次世代自動車戦略 2010」等に沿って整備を進めてきたが、BEVやPHEVは想定どおりに普及しておらず、そのこともあって、充電設備設置事業者は赤字運営が多いとされる(図表 10)。グリーン成長戦略においては、充電インフラについて、老朽化設備を更新するほか、既存のインフラを有効に活用できるサービスステーション(SS)における急速充電器 1 万基等、公共用の急速充電器 3 万基を含む充電インフラを 15 万基設置し、遅くとも 2030 年までにガソリン車並みの利便性を実現することを目指すなどとしている。その際には、基数を達成することにこだわるのではなく、利用者のニーズに合ったものから順次整備していくことが求められる³³。

また、自宅に充電環境がないことがBEVの購入を妨げる要因となることが知られている。既築の戸建ての場合は充電設備の後付けも容易であるが、集合住宅の場合は工事費が高額である上に駐車場は共用設備であるため、設置の合意形成等が難しい。その結果、実際のBEVの購入者は戸建ての住民に偏っている状況にある(図表 11)。

図表 11 日本の住宅事情とBEV(EV)購入者の関係



(注) 平成 25 年住宅・土地統計調査(総務省)等に基づき経済産業省作成

(出所) 経済産業省「電気自動車・プラグインハイブリッド自動車の充電インフラ整備事業費補助金について」(2017.6)

BEVの普及のためには、国民の約4割が居住する集合住宅への充電設備を促進する必要があるが、この点について参議院経済産業委員会の質疑において経済産業省から「集合住宅は権利関係の問題等々で設置が進まないという事情があるが、最近、マンションの駐車場を第三者が借りて事業として充電器を設置して運用するような形も出てきている。こういった状況も踏まえて、集合住宅に無理なく設置できるようなスキームを、単に補助金を渡すだけではなく、しっかり検討してまいりたい」旨答弁があった³⁴。

³³ (一社)日本自動車工業会の豊田会長は、2021年6月の記者会見において、「急速充電器等の拡充に際しては自動車業界のコンネクティッド技術等をあてにしてほしい」などと述べたとされる(「自工会豊田会長「コンネクティッド技術をあてにして」、急速充電器などの増設にビッグデータで協力」(レスポンス、2021.6.3)〈<https://response.jp/article/2021/06/03/346404.html>〉)。

³⁴ 第204回国会参議院経済産業委員会会議録第5号14頁(2021.5.20)

ウ スマート充電の必要性

BEVが普及すると、ガソリンやディーゼルの需要が減る代わりに電力需要が増える。BEVの充電が電力需要のピークの時間帯に集中するのが避けられないとなると、BEVの増加に伴い、発電能力や系統容量を増やさなければならなくなる。英国の場合³⁵、通常、午後5時から7時に電力需要のピークがあるため、BEVの充電はこの時間帯に行うのではなく、夜間の電力需要が少ない時間帯や再生可能エネルギーの発電量が多い時間帯にシフトすることが望ましいとして、政府は、新たに設置される住宅・事業所用の充電設備にスマート機能を備えることを義務付ける方向で手続を進めている³⁶。

エ 中古車市場の整備

自動車の中古市場においては取引が活発に行われるが、電動車についてはバッテリーの性能評価が難しく、取引価格が下がる傾向にあるとされる³⁷。グリーン成長戦略は、電動車への買換え促進に向けた蓄電池劣化評価の取組の後押しや、関連する環境整備等を通じた中古車市場の魅力向上に取り組むこととしている。一方、英国下院運輸委員会は、2021年7月に公表した報告書³⁸において、BEVの中古車市場の活性化は、新車を購入する余裕がない層がBEVを購入できるようにするためにも重要であり、当面は新車と同様の購入補助を行って市場を育成することを提案している。

(3) 電気自動車の生産拡大に向けた課題

ア 蓄電池

車載用蓄電池（リチウムイオン電池）はBEVの車体性能（走行距離等）を左右するキーデバイスであり、コスト面でも約3割を占めるといわれる。世界的に自動車の電動化が加速する中で、今後も自動車産業が我が国の輸出産業として発展するためには、性能が高くコスト競争力もある蓄電池を国内で生産できることが望ましい。

足下で蓄電池の開発、生産の国際競争は激化している。中国・韓国企業は積極的に投資を進めており、日本企業のシェアは低下する一方³⁹、欧州は、欧州内での蓄電池生産を

³⁵ HM Government 「Electric Vehicle Smart Charging: Government Response to the 2019 Consultation on Electric Vehicle Smart Charging」 (2021.7) <https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1008744/electric-vehicle-smart-charging-government-response.pdf>

³⁶ 英国政府は、Automated and Electric Vehicles Act 2018により、英国で販売・設置される全ての充電設備にスマート機能を持たせることを義務付ける二次法（我が国の政省令に相当するとされる。）を制定する権限が与えられている。

³⁷ （一社）日本中古自動車販売協会連合会「カーボンニュートラルに向けた中古自動車販売について」（経済産業省・国土交通省「第3回カーボンニュートラルに向けた自動車政策検討会」（2021.4.16）、資料4<http://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/carbon_neutral_car/pdf/003_04_00.pdf>）

³⁸ UK Parliament, House of Commons, Transport Committee 「Zero emission vehicles」 (2021.7.28) <<https://publications.parliament.uk/pa/cm5802/cmselect/cmtrans/27/2702.htm>>

³⁹ グリーン成長戦略69頁脚注58には「民間調査によれば、2016年から2019年で、日本勢がEV・PHEV用車載用蓄電池の世界シェア37%から29%まで低下する一方、中国勢が35%から46%に、韓国勢が14%から19%にシェアを伸ばしている。」とあるが、2021年1－4月期の売上げ上位3社を見ると、1位は中国のCATLで売上げが前年同期比約4倍、市場シェアは32.5%、2位は韓国のLGエネルギーソリューションで市場シェア21.5%、3位が日本のパナソニックで市場シェア14.5%となっており、4位以下も中韓の企業が上位を占める状況となっている（Kyunghee Park 「Global EV Battery Sales Surge as Demand for Cle

拡大すべく、中韓メーカーの工場誘致を含め、投資を強化している⁴⁰。このような状況を踏まえて、グリーン成長戦略は、2030 年までのできるだけ早期に、国内の車載用蓄電池の製造能力を 100GWh まで高めるとともに、蓄電池サプライチェーンの強化に向け、ニッケル、コバルト、リチウム等の鉱物資源の確保や蓄電池材料を含めた大規模投資を促すこととしている。さらに、2030 年以降、更なる蓄電池性能の向上が期待される次世代電池（全固体リチウムイオン電池等）の実用化を目指すとしている。

また、蓄電池のストックが急増する中で、レアメタルや大量のエネルギーを使用して製造される蓄電池のリユース・リサイクルを促進することも重要である。グリーン成長戦略は、蓄電池のライフサイクルでのCO₂排出見える化や、材料の倫理的調達の担保、リユース・リサイクルの促進等について、2021 年度を目途に制度的枠組みを含め、その在り方を検討することや、リユース促進等に関する国際ルール・標準化を進めることなどを掲げている。

イ 中小企業の移行支援

自動車の電動化が進行し、エンジン車が生産されなくなれば、エンジンに関わる部品は不要となる。一方で、蓄電池やモーター、ソフトウェアなど新たな需要が生まれる部分もあるが、いずれにせよ産業構造の変化は避けられない。また、サプライチェーン全体での脱炭素化が求められる中、特に中小企業にとって、そのための設備投資等は重い負担となると考えられる。グリーン成長戦略では、エンジン部品サプライヤーが電動車向けの部品製造等の新分野に挑戦することなどの「攻めの業態転換・事業再構築」を後押しする、サプライヤーの電動化対応を加速的に推進するため、技術開発や設備投資、人材の確保・活用・育成等を後押しする、サプライヤーの製造プロセスのカーボンニュートラル化や事業転換について伴走的にサポートするための体制構築や環境整備（企業間連携や再編等を含む。）も進めるなどの対応を掲げているが、特に中小企業に対しては、状況に応じたきめの細かい支援が求められる。

4. 水素による自動車のカーボンニュートラル化

（1）燃料電池自動車の課題

FCEVは電動車の一つであるが、外部からの充電は行わず、水素を燃料に発電する。FCEVの乗用車は、2014 年に市販が開始されたが、2020 年時点でも国内販売台数は 761 台にとどまる⁴¹。運用性（航続距離、燃料充填時間）はエンジン車と比べても遜色ないが、車両価格や燃料コストが高く、また、水素ステーションが高価で採算性がなく整備が進まないことなどが課題となっていると考えられる（図表 10）。今後は燃料電池トラック等大型商用車の展開も考えられることから、グリーン成長戦略では、FCEVの普及を見据え、2030 年までに 1,000 基程度の水素ステーションについて、人流・物流を考慮しながら最適

an Cars Booms」(Bloomberg Green, 2021. 6. 1) <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-06-01/global-ev-battery-sales-surge-as-demand-for-clean-cars-picks-up>>。

⁴⁰ 「半導体より深刻な「電池払拭」危機 欧州トラップで日本が悲鳴」『週刊ダイヤモンド』（2021. 4. 3）42～43 頁

⁴¹ （一社）日本自動車販売協会連合会の月次データ（乗用車）を集計。

な配置となるよう整備することとしている。

（２）電動車以外の選択肢

電動車以外の選択肢として、合成燃料と水素自動車の研究されている。

合成燃料は、 CO_2 と水素を合成して製造される燃料であり、排出された CO_2 を再利用することからカーボンフリーな脱炭素燃料とみなすことができる。特に、再エネ由来の水素を用いて製造されたものは「e-fuel」と呼ばれる。「e-fuel」の利点は、既存のエンジンをほとんど改良しないで使用でき、既存車の CO_2 排出削減に貢献すること、可搬性があることなどが挙げられるが、現在の技術ではコストが極めて高くなり、大量生産も難しい。グリーン成長戦略においては、合成燃料に係る技術開発・実証を今後 10 年で集中的に行い、2040 年までの自立的商用化を目指すとしている。

水素自動車は、水素を燃料にしたエンジン車であり、最近ではトヨタ自動車株式会社が開発中の車両でレースに参戦したことが注目されたほか、欧州自動車関連メーカーでも技術開発が進められているとされる⁴²。利点としては、既存のエンジンを活用できること、BEVに不向きな中大型車に有効な技術と考えられていることなどがあるが、現時点では研究開発段階である。

なお、これら水素による自動車の脱炭素化の選択肢を実現するためには、安価な水素が安定的に供給されることが前提条件であり、そのための技術開発や投資も同時に進める必要がある。

５．おわりに

自動車の電動化、特に電気自動車へのシフトは、「インテグラル（すり合わせ）型」のものづくりから「モジュール型」のものづくりへの変革をもたらし、日本の強みを減じる可能性も指摘されているところである。また、紙幅の関係で触れられなかったが、グリーン成長戦略において「電動化の推進」と合わせて取り上げられている「車の使い方の変革」も、カーボンニュートラルでありつつ快適で安全な社会を実現する上で重要である。これらの点を含め、我が国の基幹産業である自動車産業は一大変革期にあると言えるが、これを成長の機会と捉え、官民が連携して前向きに取り組むべきであろう。また、いずれの選択肢を採るにせよ、自動車産業の競争力を維持しつつカーボンニュートラルを実現するためには、安価で脱炭素化された電力が十分に確保されることが必要不可欠であり、その対応が急がれる。

（たかの ともこ）

⁴² TOYOTA NEWS「発売めどもない水素エンジンで、なぜレースに出るのか？」（2021.4.26）〈<https://toyotames.jp/insidetoyota/137.html>〉、日経クロステック「【記者の眼】EV重視の欧州、水素エンジン真っ盛りの不思議」（2021.6.9）〈<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00138/060700814/>〉