

自動車産業シナリオ2050

ライフサイクル・ カーボンニュートラル

日本の自動車産業の存続に向けて

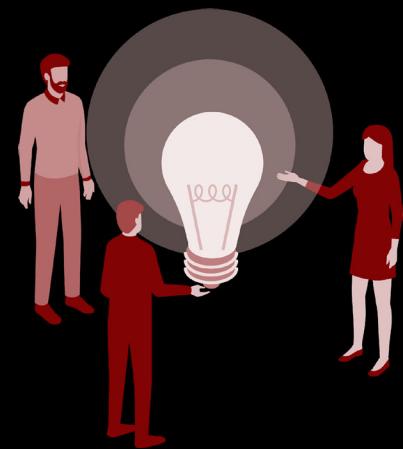


目次

第1章 新たな参加資格

第2章 自動車産業シナリオ2050

第3章 新たなパワートレインの時代における収益性
の確保に向けて

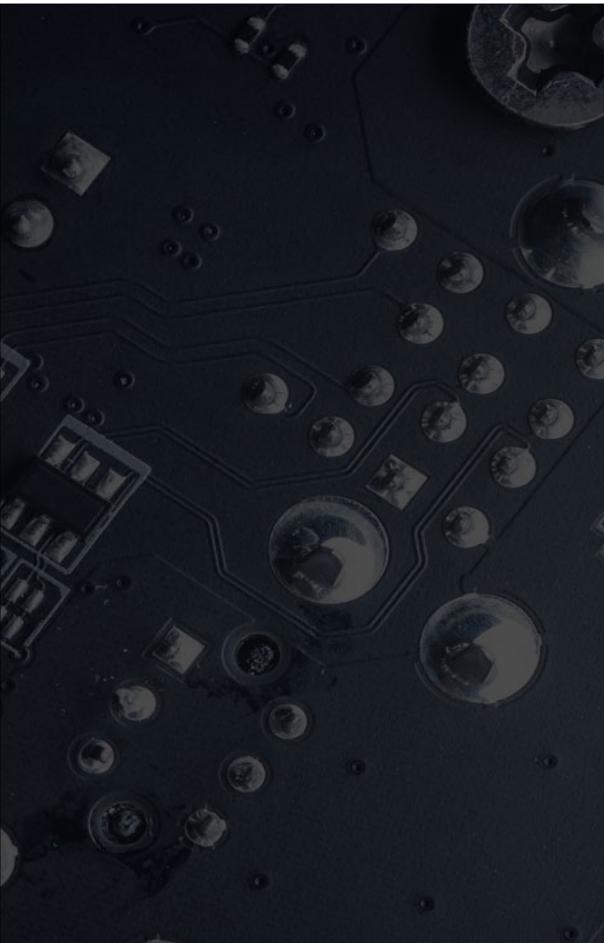


Carbon Neutral is Entry Qualification

第1章 新たな参加資格

Carbon Neutral is Entry Qualification

新たな参加資格(1/2)



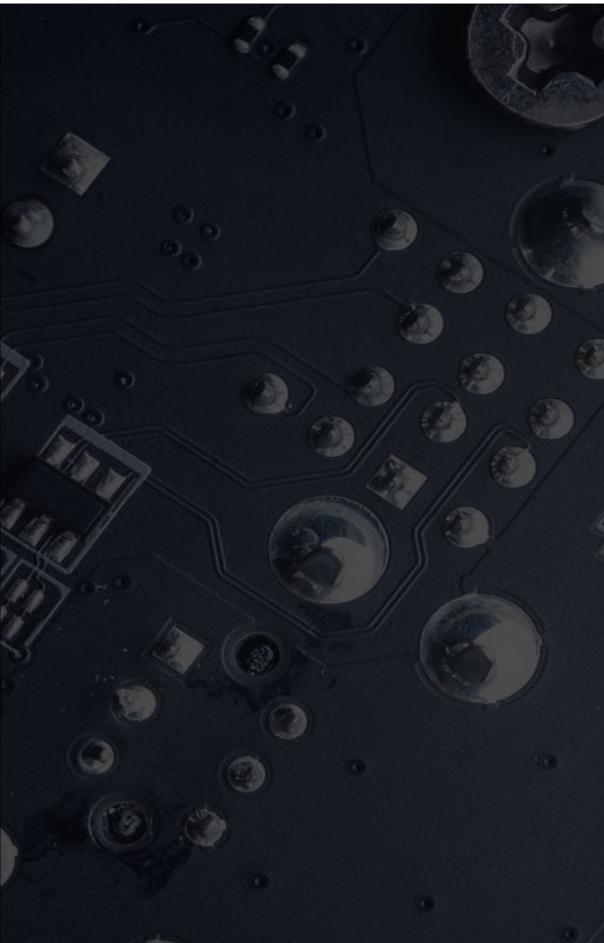
2020年10月、菅政権が国内の温室効果ガスの排出を2050年までに「実質ゼロ」とする「カーボンニュートラル宣言」を行い、ようやく日本もカーボンニュートラルの実現に向けて本格的に動き出した。日本のCO₂排出状況を踏まえると、発電などのエネルギー転換部門を筆頭に、CO₂排出量を実質ゼロにすべく取り組んでいく必要がある。

さらに自動車産業においては、従来よりも規制を強化すべく、LCA(*Life Cycle Assessment*)の導入が検討されている。筆者がエンジン吸気システムなどの事業企画をしていた20年前もそうであったように、地球温暖化や温室効果ガスと言うと注目されがちな自動車産業は、何十年も前から車両の排出ガスの削減に取り組んできた。しかしLCAが導入された場合は、資源の採掘からリサイクルに至るまでのプロダクト・ライフサイクル全てについて、実質ゼロを目指して抜本的な取り組みを推進していかなければならない。当然、自動車産業だけで達成できる目標ではないため、エネルギー産業を含む「産業界全体」を巻き込む必要がある。カーボンニュートラルな商品の選択やリサイクルなどのプロセスを確実に回すことを考えれば、産業界のみならず国民一人一人も含めてと言っても過言ではない。

カーボンニュートラルやLCAについては欧州や中国が先行して動き出しているが、それらの動きに対し、日本においては依然として「自国にとって有利な状態を生み出すために言ってるだけ」「非現実的」などの消極的な発言が散見される。しかしながら安易にそのように考えるべきではない。もちろん経済政策としての側面もあるし、難しいチャレンジであるのは間違いないが、世界の目的はあくまでも「地球温暖化防止」であり、「**地球温暖化防止という大いなる目的を達成するために必要な取り組みに、自国経済の発展や自社の事業戦略をアラインさせている。カーボンニュートラルであることは市場における大前提となり、対応できなければ国際市場から脱落する**」ということを、理解しなくてはならない。

Carbon Neutral is Entry Qualification

新たな参加資格(2/2)



地球温暖化防止の必要性は、日本も参加している国際機関において長年にわたり議論されてきた。それがいよいよ本気で取り組まなければならない水準に到達している。IPCCの第5次評価報告書は、現在のペースで温室効果ガス排出量が増加し続けた場合、すでに産業革命前に比して約1度上昇している気温が、2030～2052年の間に約1.5度の上昇に到達し、様々な「確信度の高いリスク」が発生する見込みであることを示している。

主要な確信度の高いリスク

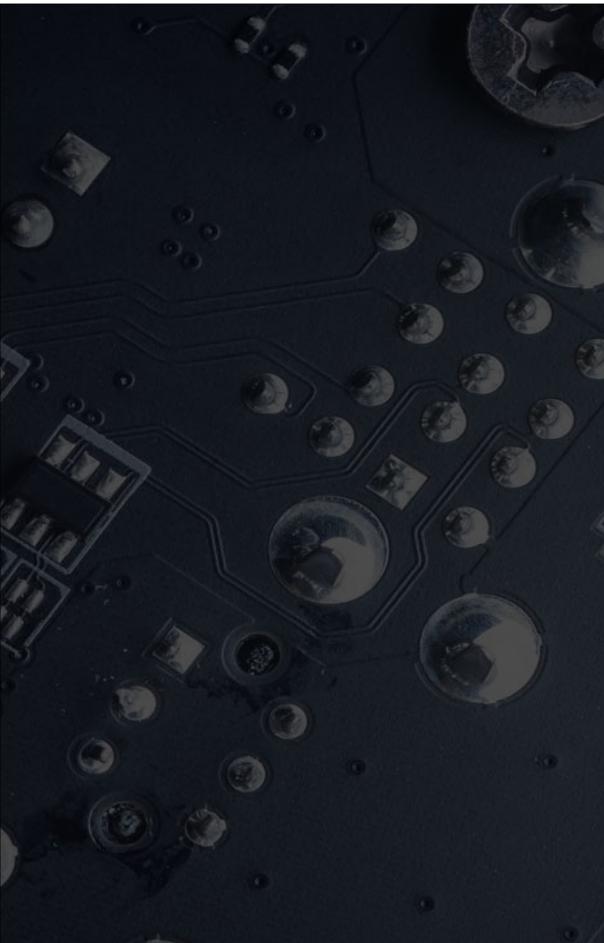
- ・海面上昇・高潮・沿岸洪水などによる沿岸部や小島嶼国における死亡・負傷・健康被害・生計崩壊
- ・洪水による大都市部における深刻な健康障害・生計崩壊
- ・極端な気象現象によるインフラや重要なサービスの機能停止
- ・熱波による特に都市部における死亡や健康障害
- ・気温上昇・干ばつ・洪水などによる食料安全保障棄損・食料システム崩壊
- ・水資源不足と農業生産減少による農村部の生計崩壊
- ・人々の生計を支える陸域・内水の生態系・生物多様性がもたらす生態系便益・機能・サービスの損失
- ・人々の生計を支える海洋・沿岸の生態系・生物多様性がもたらす生態系便益・機能・サービスの損失

そして、これらのリスクが温度の上昇の度合いによってさらに様々な影響を引き起こす可能性があることも指摘されている。その中にはウイルスなどの「感染症の拡大」も含まれている。気候変動によってウイルスや媒介生物の生息域が変化・拡大することで、感染症のリスクが増大するというものである。現在世界は新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の対応に追われているが、我々が従来のまま何も変わらず地球温暖化が進行した場合、さらなる感染症の発生リスクが想定されている。それが現在我々が置かれている状況である。

我々は、こうした地球温暖化のリスクを正しく理解し、我が事として捉え、対策に取り組まなければならない状況に立たされている。それが国際社会の課題認識である。ビジネスや経済は、そのことを十分理解したうえで考えなくてはならない。

Carbon Neutral is Entry Qualification

変わる潮目（1/2）



このように地球温暖化のリスクが具体化していく中、世界の産業界は、地球温暖化の防止と事業や経済の維持・成長を両立させるべく、「新たな技術の開発」、そして技術の開発によって見えてきている「可能性のあるソリューション」に投資を振り向けようとしている。

例えば、金融産業においては、欧州系のメガバンクが、2017年に「非在来型炭化水素を収益の主軸とする企業への融資の停止」を表明したり、同じく欧州系の大手資産運用会社が、「気候変動対応が不十分な投資先については、株主総会での反対票投票や投資除外などの制裁を実施」する旨を表明し、実際に制裁を実施したりしている。制裁対象には日本企業も含まれている。米系の大手金融機関も、2019年に「世界中の石炭採掘および石炭火力発電所プロジェクトへの直接的な資金提供からの撤退、および北極圏の石油探査・生産への資金提供からの撤退」を決定している。

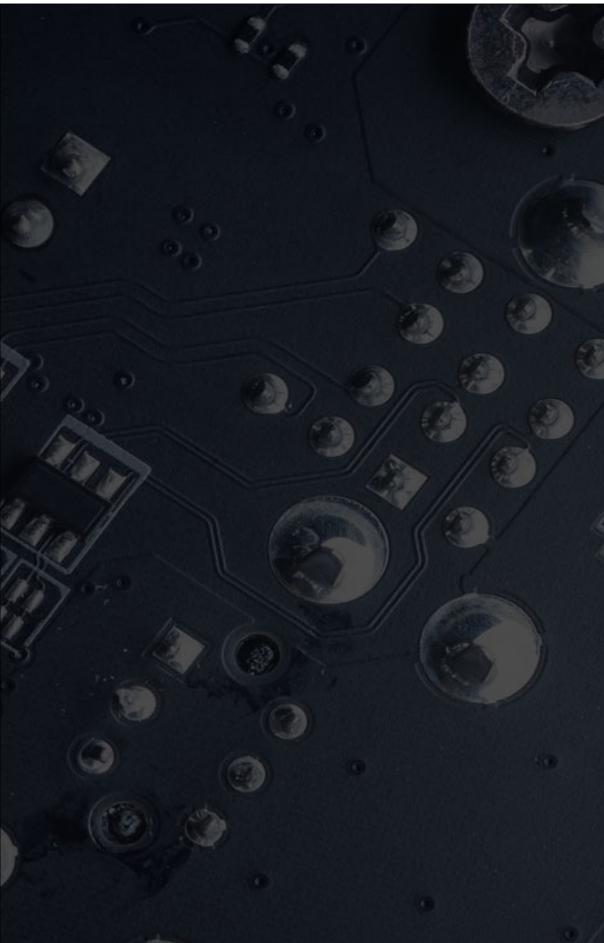
エネルギー産業においては、欧州の再生可能エネルギー比率はすでに約3割、原子力を含むカーボンフリーエネルギー比率は約6割に到達しているが、欧州委員会は2050年に向けて官民でさらに約8千億ユーロ（約100兆円）の資金を「洋上風力」などのカーボンフリーエネルギーに集中させようとしている。

欧州石油メジャーも、洋上風力発電の整備や水素事業に大きく投資している。

パリ協定を離脱した米国も、2021年1月の新政権発足と同時に、バイデン大統領がパリ協定に復帰する大統領令に署名した。新政権は公約において2050年までに排出ガスをネットゼロにすること、そのために50万カ所のEV充電ステーションを設置すること、再生可能水素（すなわちグリーン水素）や先進的な原子力などの技術の劇的なコストダウンと迅速な商業化を推進することを表明しており、その後、2030年までに洋上風力の生産量を2倍に増やす政策の検討などを指示している。

Carbon Neutral is Entry Qualification

変わる潮目（2/2）



鉄鋼産業においては、世界最大手の欧州系鉄鋼メーカーが、「水素還元」や「CCUS」の開発により、2050年までに全世界でカーボンニュートラルを目指すと発表している。同社は、カーボンニュートラルに取り組むことで、当面は環境に配慮していない従来の鋼材より高価になる可能性があることから、環境に配慮していない安価な鋼材との競争から保護する法の整備も求めている。

自動車産業においても、例えば欧州各国は10年～20年のうちに少なくとも内燃機関のみ搭載する車両の販売を禁止することを掲げ、OEM各社はBEVの量産を開始し、今後さらにEV（電気自動車）のラインナップを拡充すべく準備を進めている。OEM各社やサプライヤ各社は開発投資をEV関連へ移行させており、ギガファクトリーの建設も進んでいる。これらは周知の事実である。

さらに欧州や中国は、排出ガス規制について、Tank to WheelやWell to Wheelではなく、素材製造や部品製造なども含めたLCAの導入を検討している。これに対しOEM各社はすでに対応を進めており、例えば独系の大手OEMは、サプライヤに対し2039年までにCO₂ニュートラルな部品の供給を目指すことをコミットするLOI（Letter of Intent=基本合意書）への署名を要求し、署名を拒否するサプライヤについては今後新たな供給契約を締結しない旨を明言している（そして、2020年12月の時点で、すでに年間購買量の過半を上回るサプライヤが署名に応じている）。

こうした状況を踏まえれば、すでに潮目は変わっており、経済の流れが出来上がりつつあると言える。これは、従来の資源国を起点とした世界地図を書き換える動きでもある。

Carbon Neutral is Entry Qualification

出遅れる日本(1/3)



そうした世界の潮流に対し、日本においても、グローバル企業を中心に対応が検討されてきた。

例えば大手金融機関各社は、2020年4月の時点で「石炭火力発電所の新規建設を資金使途とするファイナンスを原則行わない」という方針の厳格化を発表している。

経団連は、2020年6月にCO₂排出量の実質ゼロを提唱する「チャレンジ・ゼロ構想」に137社・団体が参加表明したことを発表している。

東京都も、2019年12月に2050年CO₂排出実質ゼロに貢献すべく「ゼロエミッション東京戦略」を策定している。

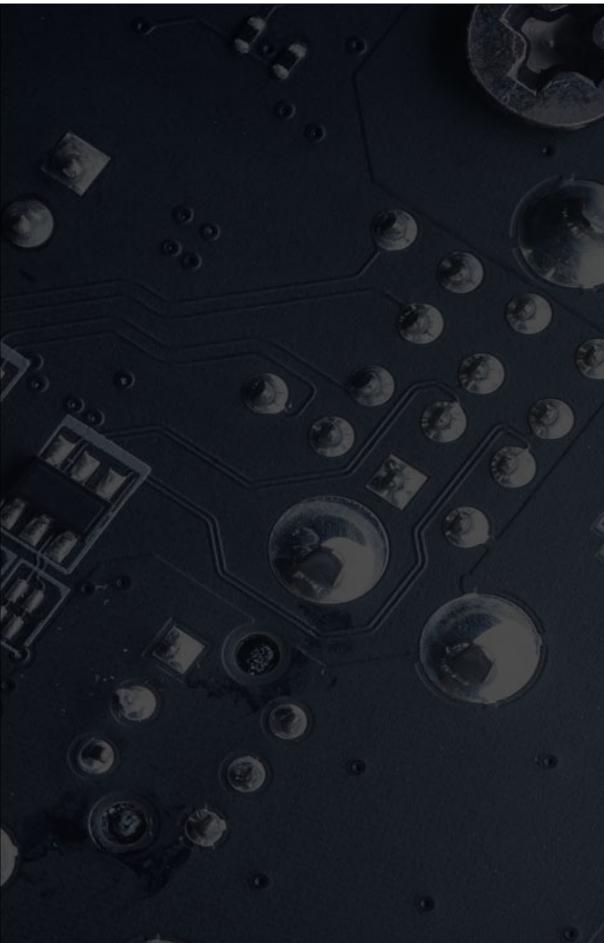
自動車産業においても、複数の日系OEMが以前から「パリ協定と科学的に整合する目標」の設定にコミットしており、「日本」でBEVやFCVを生産している日系OEMも複数社存在する。

しかし、日本においてはこれらの動きに対する認知が十分に進んでおらず、前述の菅政権によるカーボンニュートラル宣言に対しては「唐突」「驚き」という反応が多く見られた。

また、2020年12月の自工会(日本自動車工業会)の発表についても、**自工会は「2050年のカーボンニュートラルを目指す菅総理の方針に貢献するため全力でチャレンジすることを決定した」と発表した**にもかかわらず、一部のメディアやネットにおいては、発言の一部分のみを切り取り、「脱ガソリンに反対した」「政府を批判した」と、あたかも政府と対立しているかのような記事やコメントが散見された。

Carbon Neutral is Entry Qualification

出遅れる日本(2/3)



自工会の発表内容のポイントは、以下の通りである。

- ・自工会としては2050年のカーボンニュートラルを目指す菅総理の方針に貢献するため全力でチャレンジすることを決定した。
- ・画期的な技術ブレーキスルーなしには達成が見通せず、サプライチェーン全体で取り組まなければ、国際競争力を失う恐れがある。
- ・大変難しいチャレンジであり、欧米中と同様の政策的・財政的支援を要請したい。
- ・国家のエネルギー政策の大変革なしにはなかなか達成は難しい。
- ・東北で作るのとフランスで作るのは同じ車だとしても、カーボンニュートラルで考えるとフランスで作っている車の方が良い車ということになり、日本ではこの車は作れないということになってしまう。

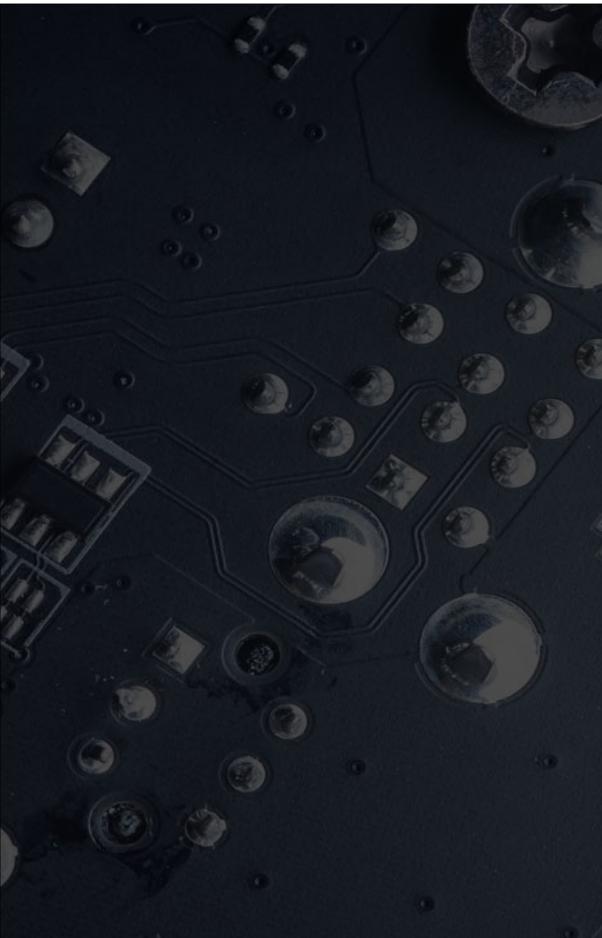
明らかに、単なる反対や批判ではない。むしろ、**今後LCAベースの戦いになるであろう国際市場の潮流を見据えたうえで、日本の雇用と経済を支える自動車産業を維持するためには何が必要であるか、生活者の利便性を損ねずに対革を進めるには技術開発やインフラ構築も含めてどのように進める必要があるか**を説いているものである。

2030年代の現実解

- ・車両の開発スケジュールや設備投資などを考えれば、今すぐ全数をBEVやFCVに切り替えるのは非現実的である。もし採算度外視で設備投資をしたとしても、十分な開発や品質の作り込みを経ていない車両は、高価な割には航続可能距離が短くなってしまったり、不具合の発生が多くなってしまったり、消費者にとってメリットの少ない商品になってしまう。
- ・また、国際市場においてLCAベースで戦っていくためには、カーボンニュートラルな素材・部品・車両の生産量をまとめる必要がある。そうしなければ台あたり開発費や償却費を薄めることができない。そのためには大規模なカーボンフリーエネルギーの生産能力向上と供給インフラの整備、加えて、原材料についてレアメタルの採掘量を急増させるなども必要である。
- ・生活者の利便性を損なわないよう充電ステーションの数を増やす必要もある。
- ・よって、「2050年カーボンニュートラルという最終ゴールを見据えた過渡期の過ごし方」を考えなくてはならない。2030年代においては、車両についてはFHEVなども選択肢になるだろうし、エネルギーについても例えばブルー水素なども選択肢になるだろう。そうすることで電動化関連技術や水素関連技術の開発を進めることも十分可能になる。

Carbon Neutral is Entry Qualification

出遅れる日本(3/3)



しかし、一部のメディアやネットの反応、そして我々がコンタクトしている企業関係者の話を聞く限り、それを理解しているのは少数であり、こうした認知・理解の状況を踏まえると、残念ながら、十分に理解されているとは言えず、日本は国際市場の流れに対し遅れをとっていると言わざるを得ない。

欧州も数年前は従来の排出ガス規制の強化(2021年からの強化)についてさえ合意形成が難航する状況であったが、現在はカーボンニュートラルを強力に推し進める状態に至っている。

日本も同じようなプロセスをたどることが予想されるが、そのプロセスを可能な限り迅速に通過しなければ、すでに潮目が変わっている国際市場における将来的なシェアや競争力について、現時点でビハインドを背負ってしまうリスクがある。

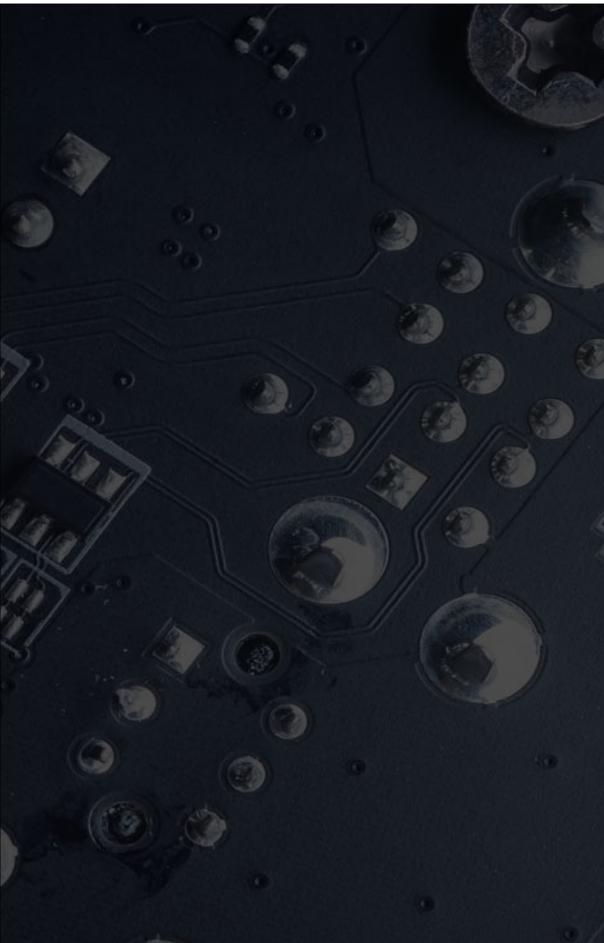
よって、国は速やかに予算配賦も含めた政策の整備・推進を行い、企業はそれ以上に早く市場環境の変化を理解し、自社の今後について検討を進める必要がある。そして、生活者の利便性とカーボンニュートラルを両立させる商品や技術、サービスを開発する必要がある。それらを新たな輸出産業にまで成長させることができれば理想的である。

認識をあらためる必要性

- ・企業は、従来と同じ感覚で地球温暖化防止やカーボンニュートラルを捉えていてはならない。今後の地球温暖化防止やカーボンニュートラルは、従来の「掛け声」的な位置づけのものではなく、対応しなければ市場から淘汰される「重要経営課題」である。
- ・国が「事業者の脱炭素化に向けた温室効果ガス算定・報告・公表制度等の見直し」などを含めた法制化を検討しているため、各社の取り組み状況はより一層見える化され、市場からの評価に直結する可能性があることを十分認識すべきである。
- ・そして、一度「非脱炭素化企業」という評価がついてしまうと、金融市場において資金調達が困難になったり、ブランドパワーが低下し、人口減少社会において社員確保に難航するなど、挽回したくても出来なくなる可能性も想定される。
- ・企業はそうしたことも理解したうえで、自社の今後の対応を検討し、行動に移していくかなければならない。

Carbon Neutral is Entry Qualification

日本の自動車産業が取り組むべきこと(1/2)



こうした状況を踏まえ、Strategy&は、日本の経済および自動車産業・関連産業の一助となるべく、2050年のシナリオを策定した。これはあくまでも現時点において想定されるシナリオの一つであり、今後変化する可能性はあるものの、カーボンニュートラル以外の考慮すべき要素も勘案しており、何かしらお役に立つものと考えている。

なお、このシナリオを踏まえて想定される、特に直近において重要な経営アジェンダも挙げておく。検討の一助になれば幸いである。

直近における重要な経営アジェンダ（詳細は次ページ）

- エネルギーを含むライフサイクル全体でのカーボンニュートラルの実現
- 日本の人口減少の影響を受けない事業の整備
- 海外の人口増加を取り込む生産供給体制の構築
- 適切な移行計画の策定を含む事業再編
- 既存事業の収益改善
- 投資ポートフォリオの見直し
- 顧客基盤の形成
- 主要技術の開発
 - 省電設計
 - サイバーセキュリティ
 - 自動運転



Carbon Neutral is Entry Qualification

日本の自動車産業が取り組むべきこと(2/2)

エネルギーを含む

ライフサイクル全体でのカーボンニュートラルの実現

日本の人口減少の影響を受けない事業の整備

海外の人口増加を取り込む生産供給体制の構築

適切な移行計画の策定を含む事業再編

既存事業の収益改善

投資ポートフォリオの見直し

顧客基盤の形成

主要技術の開発

- まず、市場競争力のあるBEVやFCVを開発する必要がある。開発効率を向上し、収益性を担保するため、顧客に認識される価値と購入意欲に響くものを見極めてフォーカスした開発を行う。同時に車両×パワートレインのポートフォリオを最適化し、原価低減も推進する必要がある。
- 車両生産や部品生産のラインに加え、鉄鋼や樹脂などのカーボンフリー化も、サプライヤを巻き込んで実現する必要がある。
- 安価なカーボンフリーエネルギーのサプライチェーンを構築する必要がある。大規模な自家発電も視野に入れる。同時に省電力化も推進する。

- 今後30年で生産年齢人口が約2,000万人減少することを踏まえた、可能な限り省人化された生産ラインや、それを可能にする製品設計などを実現する必要がある。

- 人口増加および経済成長する国や地域の需要を取り込むべく、販売チャネルの構築を含め、生産供給体制を構築する必要がある。

- カーボンニュートラルにともない縮小する内燃機関関連の事業を整理し、電動関連の事業にシフトする必要がある。例えばサプライヤは、世の中的な電動化の流れ、先行開発予算の捻出、収益化までの時間、営業的に無視の出来ない供給責任などを踏まえた判断が必要になる。
- 一方でOEMは、過渡期においてLCA規制をクリアするための内燃機関の開発と電動化のバランスをとりつつ、サプライヤ事情などを踏まえてトランジションを実現するプランの策定が必要になる。

- COVID-19からのリカバリーはもちろんだが、カーボンニュートラルに向けた電動化や、安全安心のための自動化を実現するためには、多くの先行開発投資が必要になる。先行開発投資を可能にするためにはキャッシュが必要であり、既存事業の収益性を改善する必要がある。

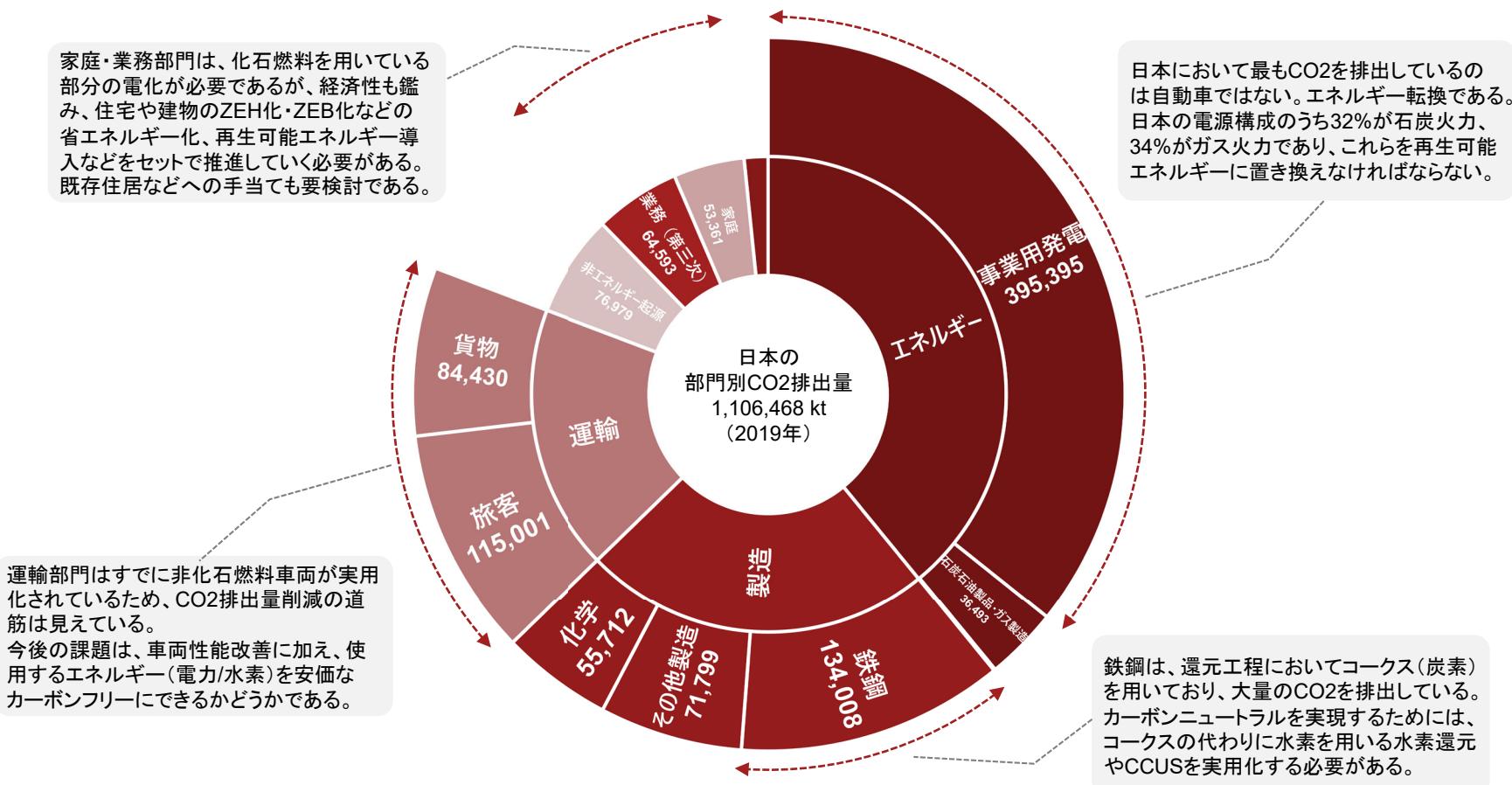
- これまでモビリティサービスのスタートアップなどへの投資が数多く行われてきたが、そろそろ現実的なポートフォリオの見直しが必要である。上述の通りカーボンニュートラルやファクトリーオートメーションなどへの投資の必要性も高まっている。本業の競争力を創出できなければ、新事業に回せるキャッシュも失われてしまう。米系大手モビリティサービス企業もバッセンジャー・ローンや自動運転の部門を売却している。

- 日本をはじめとする人口減少国においては新規顧客獲得難度が上昇するため、LTV(Life Time Value)を重視し、これまで以上に顧客の囲い込みを強化する必要がある。
- 主たる購買層である生産年齢人口が今後30年間で約2,000万人減少するのであるから、事業の継続が困難になる販売店や整備工場も出てくるはずである。そのした状況を踏まえて顧客を囲い込み続ける方法を構築していくなければならない。

- 省電設計
 - バッテリーの性能向上は当然重要テーマであるが、自動運転を含むADASの高度化など、今後も消費電力が増える原因となり、EVの航続可能距離にネガティブに作用しうるもののがいくつかある。そのため、モーター・バッテリーだけでなく、サーマルマネジメントや軽量化などを含む構造設計、省電力プロセッサの開発など、省電設計を徹底的に推進する必要がある。EVになれば誰でもクルマを作れると言う発言をよく聞くが、例えば中国において民族系OEMが100社以上存在すると言われるようにEVでも誰でも作れる。しかしながら真に競争力のあるクルマ、生活者にとって価値のあるクルマを作れるかどうかは別の話である。
- サイバーセキュリティ
 - 通信を用いるOTA(update Over The Air)やコネクティッドサービスを提供するのであれば、サイバーセキュリティを継続的に強化し続ける必要がある。ハッキングのテクノロジーも進化し続けることに留意する必要がある。
- 自動運転
 - 完全自動運転に限らず、安全安心の高度化として自動化は検討され続ける必要がある。
 - また、特に日本においては地方の過疎化が一層進み、それらの地域における事業やインフラの維持が企業や自治体の負担となり、医療難民や買い物難民などの増加が予想される。一部については遠隔診断やEC、分散型エネルギーなどによる対応が想定されるが、デジタルで対応できる部分は限定的であり、完全自動運転による移動・輸送が必要になる可能性がある。

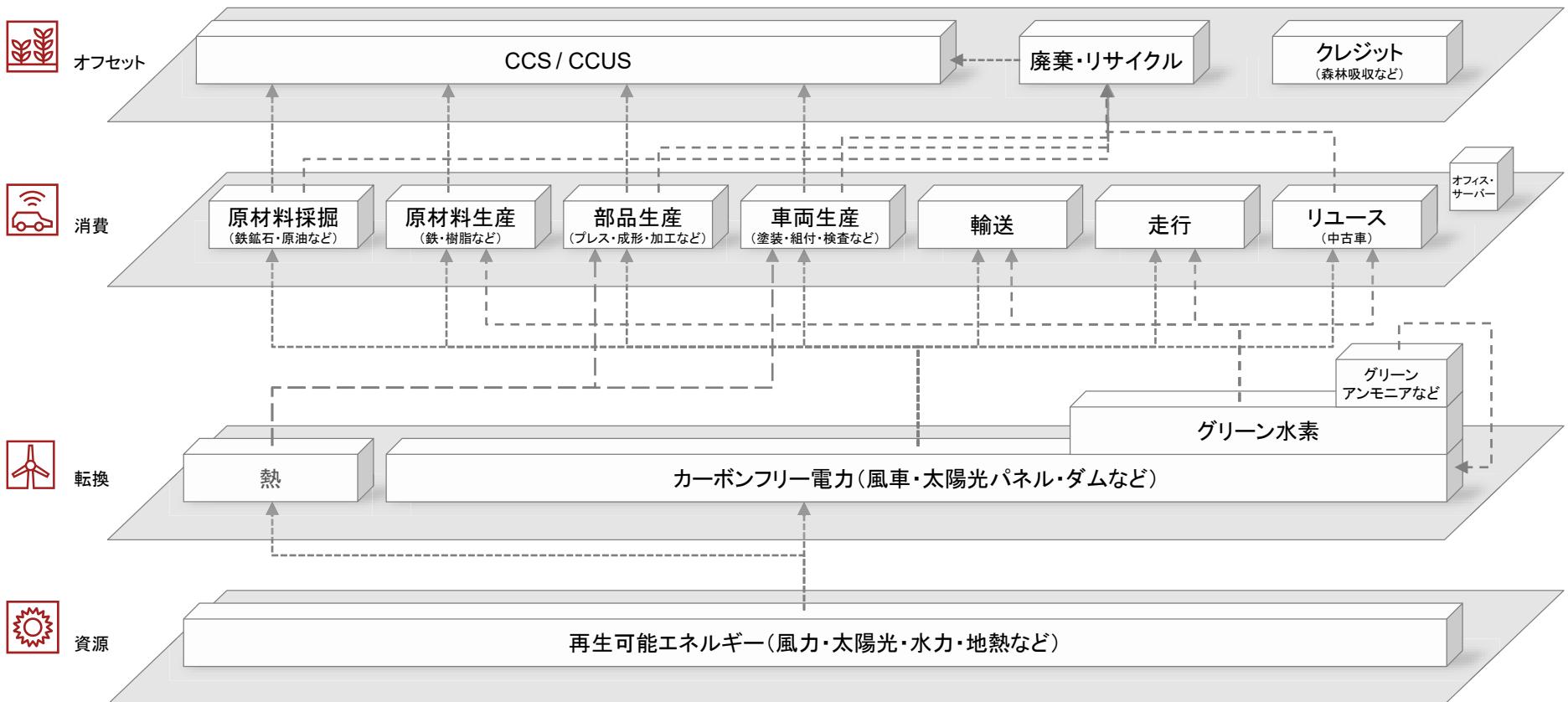
日本がカーボンニュートラルを達成するためには、運輸部門だけではなく、エネルギー転換部門など全産業の脱炭素化が必要である

日本の部門別CO2排出量



自動車産業は、LCA規制が導入されれば、エネルギーを含むライフサイクル全体でカーボンニュートラルを実現しなくてはならない

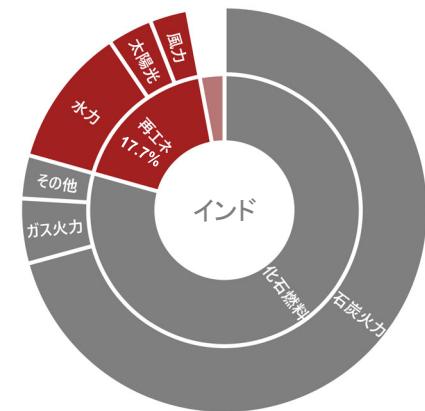
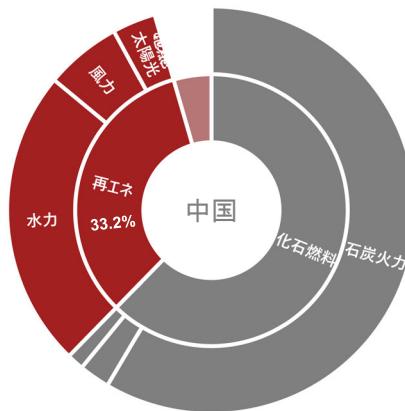
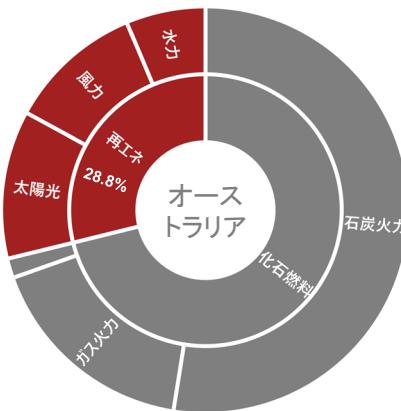
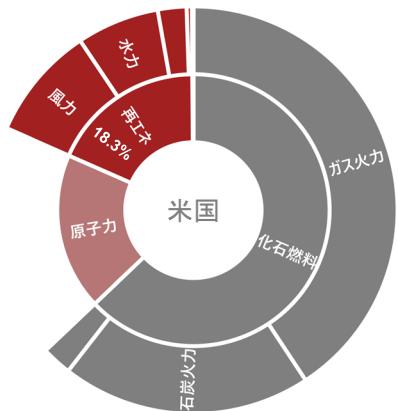
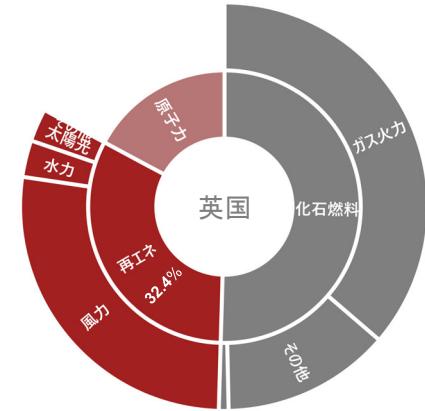
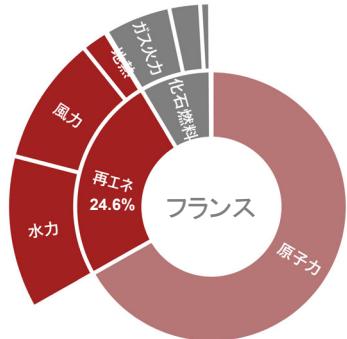
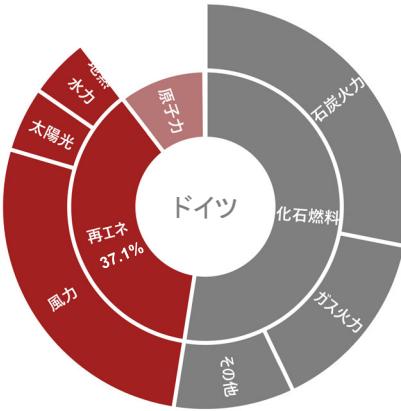
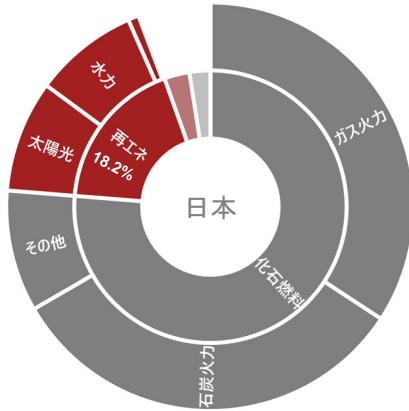
自動車産業のライフサイクル・カーボンニュートラル(2050年概略イメージ)





2050年カーボンニュートラルは、欧米中が絶対的に有利という話ではなく、ほぼ全ての国にとってチャレンジである

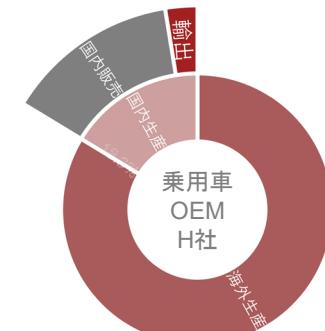
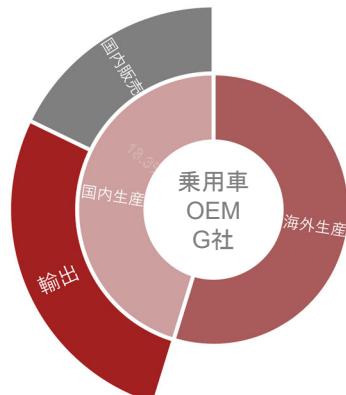
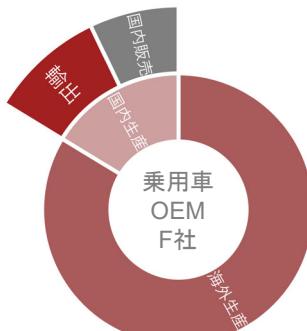
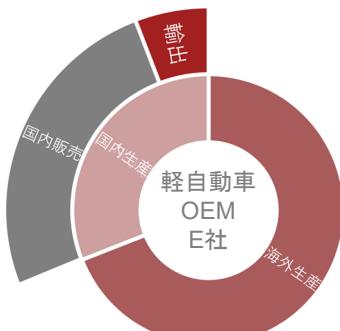
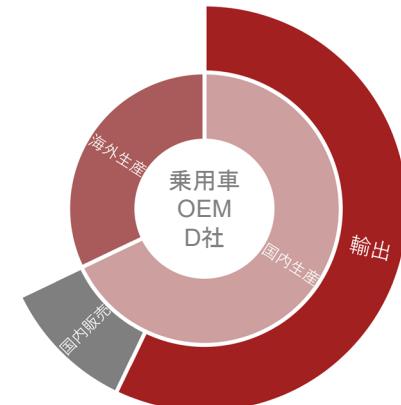
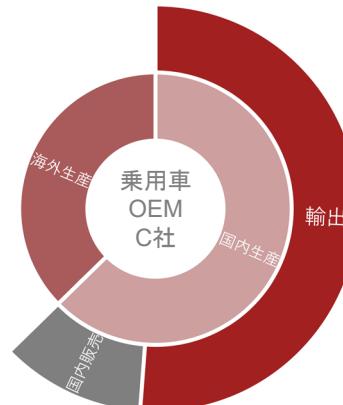
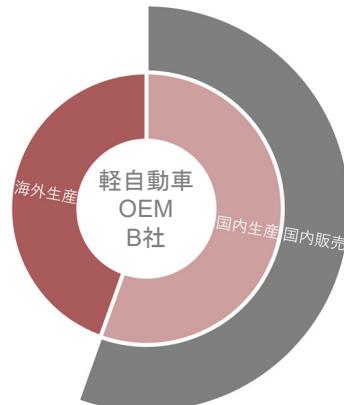
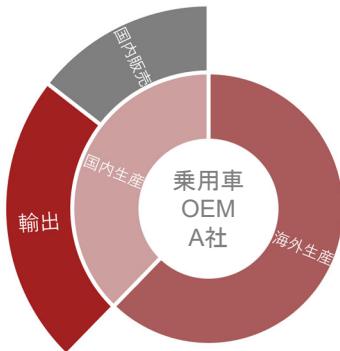
各国の電源構成(2020年10月時点)





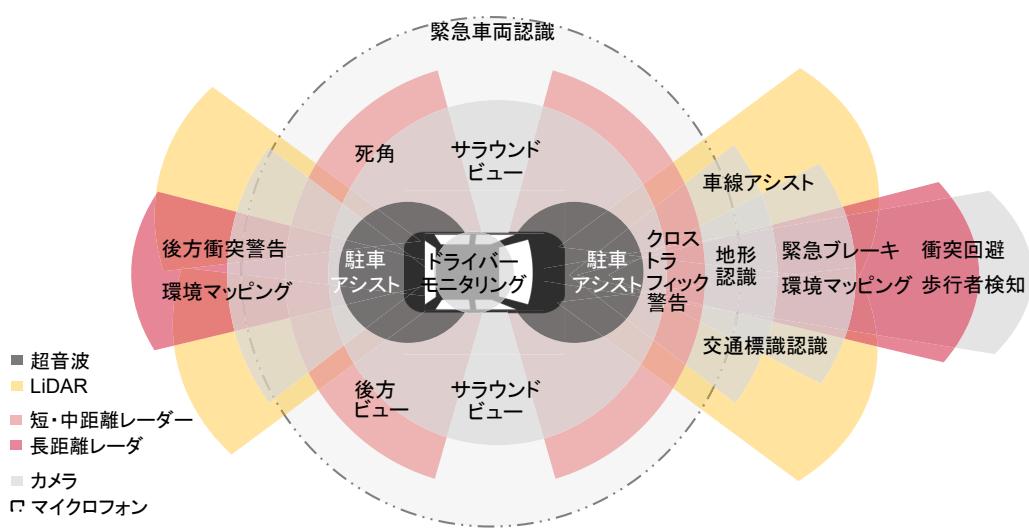
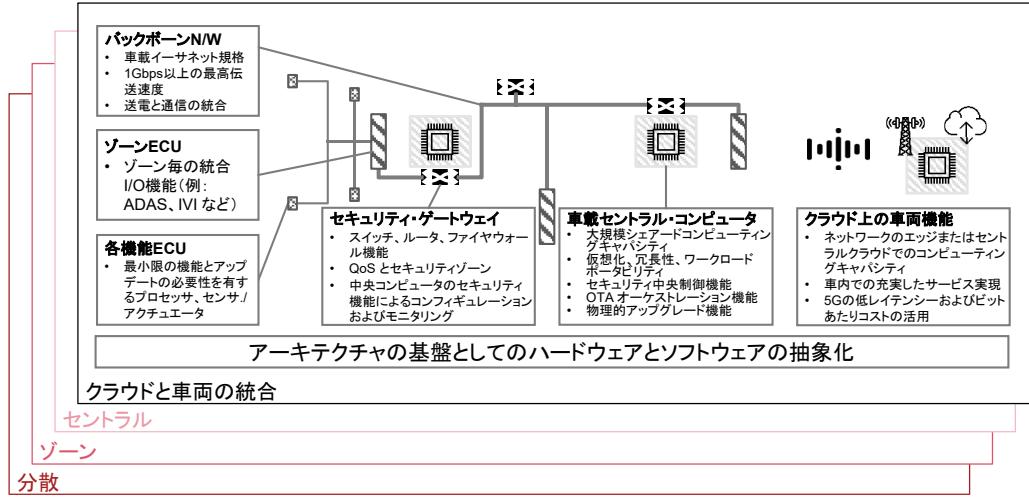
日系OEMの事業の大半は海外であり、国内生産分も多くが輸出である。よって国内生産を継続するには各国規制対応が必要である

日系OEMの生産販売構成(2019年)





車載コンピューティングの高度化は、消費電力との戦いでもある



E/E, コネクティッド

- 異なる車載電子アーキテクチャが共存するが、中央制御化が進む明確なトレンドがある
- 自動車は真に「走るスマートデバイス」と化す
 - ソフトウェア設計の再利用と、ソフトウェアベースのインベーション
 - ECUなどの物理コンポーネントの複雑さと数の低減
 - 車両、クラウド、そして潜在的には他の車両も含めた全体での電力消費最適化
 - 物理的なアップグレードが可能になることによる長寿命化

AD/ADS

- レーダーとカメラのセンサーは良好なコストで開発されている
- 安価なLiDARシステムにはまだ必要な性能がない
- 低電力技術をベースにした新しいAD/ADASコンピュータが開発中
- EUで2022年以降、様々な運転支援システムの義務付け
- テストと検証はまだ十分に成熟していない
- モーション予測は依然として完全には解決されていない
- 膨大なテストデータが従来の分析を複雑にしている
- 現時点で、自動運転用に十分に開発されているテストトラックはわずかしかない
- 5Gに向けて、2022年までにドイツの高速道路で4Gを拡大
- 当面は、4Gをベースとした疑似5Gのみ(非独立型)

充電インフラは、利便性と事業性の双方を鑑みた整備が必要になる

自宅・職場の占有充電器		公道の路肩充電器	集客手段としての充電器	充電ステーション
典型的な電流	3-11kW AC 1-3相	3-11kW AC 1-3相	3-11kW AC 1-3相	50-350kW DC (22kW+ ACの場合もあり)
利用パターン	<ul style="list-style-type: none"> 夜間の長時間の（自宅での）充電 日中の（職場での）充電 1日の必要分を再充電 	<ul style="list-style-type: none"> 占有充電器が利用できない顧客用に、都市部に設置される公的充電設備 1日の必要分、またはフル充電のために利用 	<ul style="list-style-type: none"> 買い物・食事のついでの充電 毎日の必要充電量の数分の1程度 	<ul style="list-style-type: none"> 長距離ルートに隣接して立地 他の充電設備が利用できない顧客用に、都市部にも設置 自動運転フリート車両の充電に利用
典型的なエネルギー需要	10-20kWh	10-80kWh	5-10kWh	30-80kWh (フルチャージ)
許容停車時間	<p>4-14時間</p>	<p>4-14時間</p>	<p>0.5-2時間</p>	<p>5-20分</p>
必要充電時間	<p>1-7時間</p>	<p>1-24時間</p>	<p>0.5-3時間</p>	<p>10分-1.5時間</p>
利用者の視点	<ul style="list-style-type: none"> 十分満足できる 低コストで便利 	<ul style="list-style-type: none"> 可用性・駐車ルール・費用が重要 	<ul style="list-style-type: none"> Nice to have (あれば良い) 唯一の充電源とするには不十分 	<ul style="list-style-type: none"> 可用性・充電時間・費用・使用ルールが重要 長距離運転を促進 事業者の事業性が重要

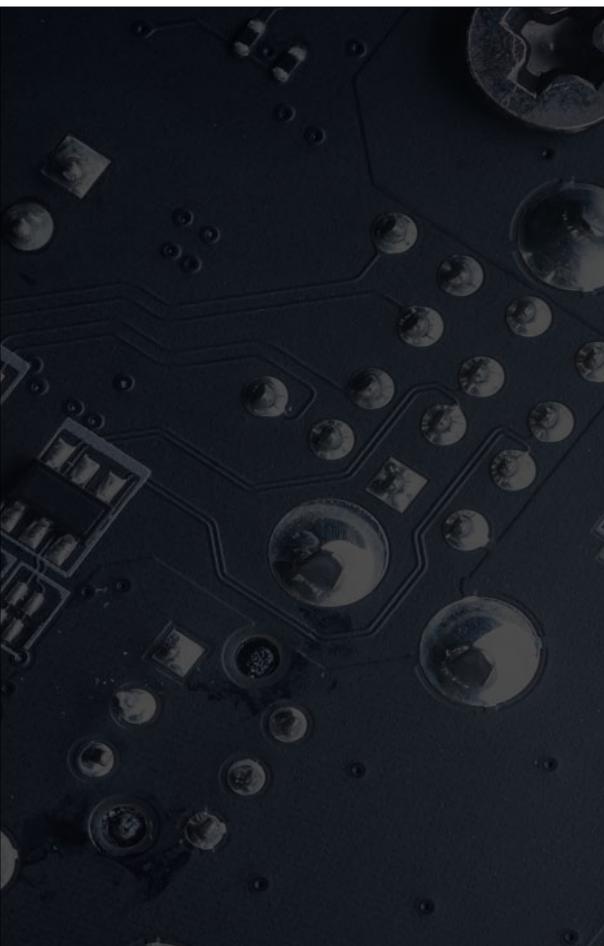
Automotive Scenario 2050

第2章 自動車産業シナリオ2050



Automotive Scenario 2050

市場全般



2050年。国内の自動車販売台数は、少子高齢化に伴う世帯数の減少により縮小している。

一方で、新興国を中心とした世界の人口増加に伴い、海外における自動車の需要は引き続き増加している。

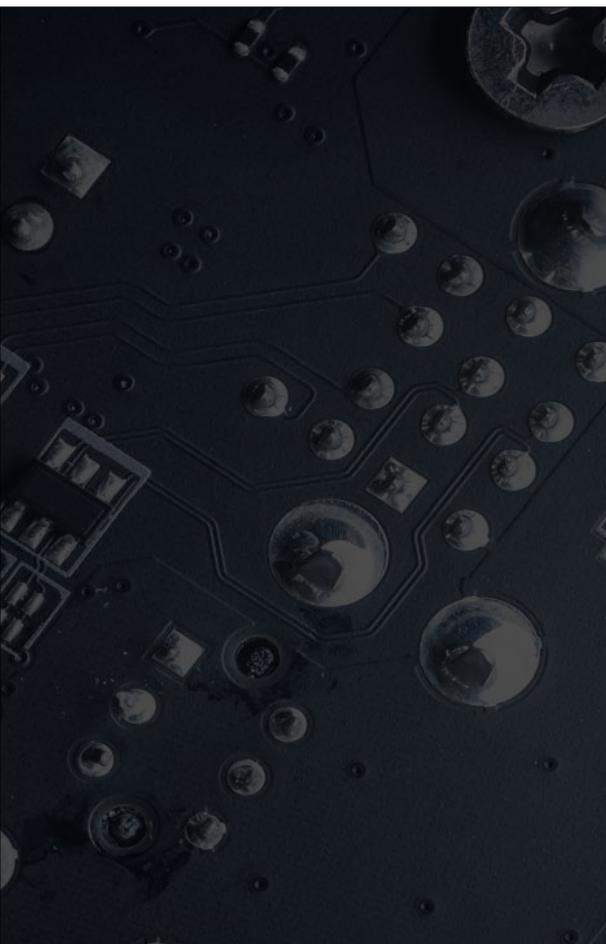
カーシェアなどのモビリティサービスの普及により販売台数が減少するのではないかという予想もあったが、一部の世帯において所有を諦めてサービスを利用するといった動きも見られたものの、多くの世帯においては、そもそもタクシーなどのサービスが存在している中でも所有を選択していたこと、また、COVID-19の世界的な流行により不特定多数が利用するサービスに対する懸念が高まったこと、人口減少に伴いサービスの規模が縮小して利便性が伸び悩んだことなどから、想定されていたほどのインパクトは発生していない。むしろ、レンタカーやカーシェアは、車両購入に至る体験の入り口の一つとして機能するようになっている。

中古車の価格水準が、バッテリーの劣化という目に見える価値の低下により下落しやすくなっている。その結果、価格要因で軽自動車を選択していた顧客層の一部が、中古の乗用車の購入に移行する。一方、もともと軽自動車以上のコストパフォーマンスを求める顧客層においては、劣化が明らかな中古車の購入を敬遠し、新車購入を検討する割合が増加する。



Automotive Scenario 2050

車両生産(1/2)



日系OEM各社は、従来の生産・供給体制を維持、もしくは再編しつつ、需要が伸びている国での生産を拡大し、グローバルで生産・販売台数を維持・拡大させている。

国内については、需要は減少しているものの、引き続き設計開発や生産などのCoE(Center of Excellence)として機能するため、また、流動台数が少ない国へのコスト競争力のあるCBUやKDを可能にするため、一定の生産台数を維持している。

車両や部品を生産する工場は、少子高齢化に伴う労働力減少への対応や、生産効率、品質、フレキシビリティの向上などを理由に、テクノロジーの進化を踏まえた自動化が進んでいる。

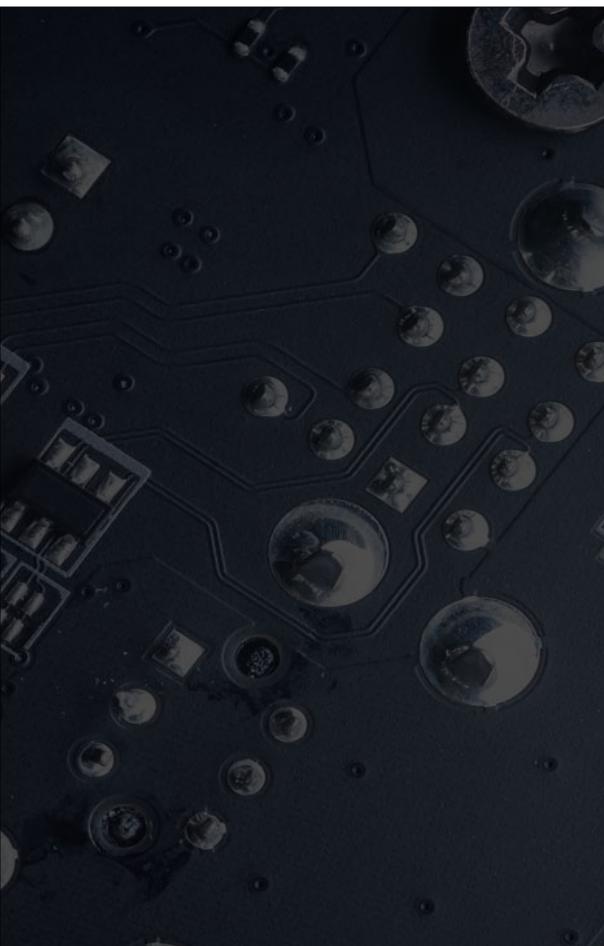
車両の設計も、ロボティクスを最大限駆使したオートメーションでの組み付けが可能な設計になっている。

認識をあらためる必要性

- ・ 昨今DX(デジタルトランスフォーメーション)やFA(ファクトリーオートメーション)の話がよくなされているが、今後は、従来の延長線の域を超えて、あと30年で労働力人口が約2千万人減少することを念頭に置いて考えなくてはならない。2030年までに約5百万人、2040年までに約11百万人の人口減少が想定されていることを考えれば、今すぐにある。コストや生産性を考慮しつつも徹底的な省人化をしなければ、そもそも事業の存続が困難になる可能性がある。
- ・ また、バッテリーの性能改善の過渡期においては、軽量化が電費や航続可能距離に対する重要な打ち手になる可能性がある。そのため、開発や生産工程は、新たな軽量素材や軽量構造に対応したもの、もしくは新たな軽量素材や軽量構造が出てきた際にフレキシブルに対応可能なものにしておく必要がある。
- ・ DXやFAは、それらを見越したものにしておかなければ、償却前に改修することになるか、負の遺産として使い続けることになるだろう。

Automotive Scenario 2050

車両生産(2/2)



欧州や中国などの海外においてLCAの導入が進み、グローバル企業である日系OEMおよびサプライヤは、日本の政策動向にかかわらず、現地生産分および日本からのCBUやKDについて、LCAでのカーボンニュートラルの実現が必要になっている。

LCAでカーボンニュートラルを実現するため、ライフサイクル全体を通し、電化、省エネルギー化、CCUS、そしてカーボンフリーエネルギーの調達が必須になっている（オフィスやデータセンターなども意識しておく必要がある）。

カーボンフリーエネルギーの調達については、カーボンフリーエネルギーの供給状況次第で争奪戦になる可能性があるため、安定調達のために、OEM自身による自家発電の必要性が検討される。その選択肢としては、風力発電や太陽光発電のほか、地熱発電、自社で水素を調達・輸入して燃料電池で発電することなどが検討される。

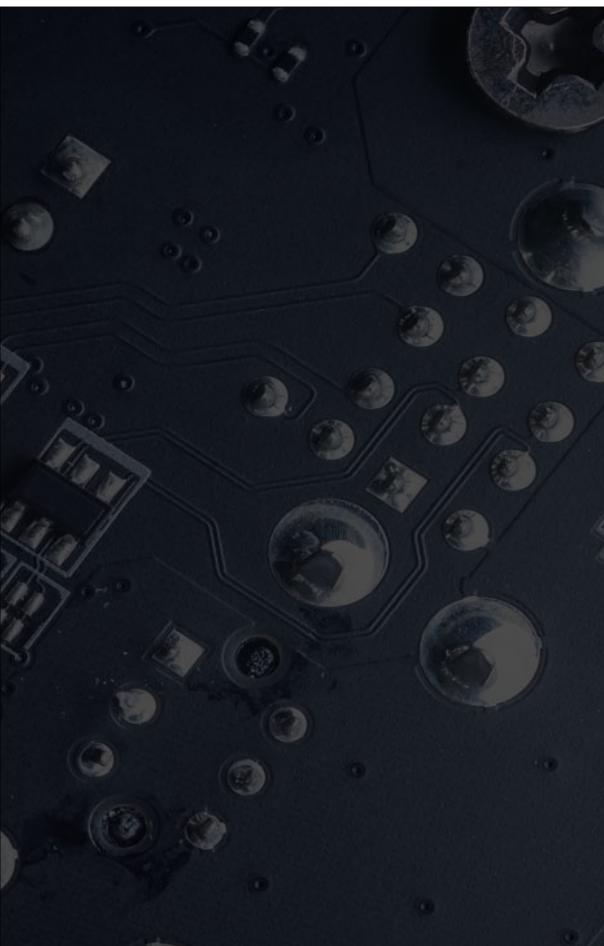
その結果として、自らがエネルギー会社になることを検討する企業が出てくる可能性もある。

自動車産業の規制強化とエネルギー産業の変化のスピード

- ・エネルギー会社がカーボンフリーエネルギーを安価に十分供給できれば、エネルギー会社からの調達がメインになる。
- ・ただし、LCAも段階規制になる可能性があるため、2050年までの期間も漸進的に進捗させる必要がある。すなわちスピードが求められる。エネルギー会社が自動車産業のためだけにスピード感を持って動く保証はなく、国がどこまでリーダーシップを発揮するかも分からない以上、自動車産業自身による対応策も考えておく必要がある。
- ・再生可能エネルギーの性質を考えれば、調達先を地理的に複数に分けることも検討の余地がある。
- ・なお、水素は、エネルギー会社が海外からの輸入に依存するのであれば、あえてエネルギー会社を経由して調達する必要はない可能性がある。よって、水素の輸入について、エネルギー会社は、大手需要家や商社などと競合する可能性がある。

Automotive Scenario 2050

部品生産



車両がICVからBEVになると、部品数が3万点から2万点に減少する。その結果、サプライヤの淘汰、再編が進む。

将来を見通したドラスティックな再編が結果を出す

- Blue Nexusはベストプラクティスの一つになり得る。eAxeはBEVの基幹コンポーネントの一つであるが、これの最適解を迅速に導出するために複数の日系大手部品メーカーとOEMが手を組んだのは、グループ全体の市場競争力を創出し、事業の存続を実現していくために有効な打ち手である。

また、人口減少に伴う国内需要および労働力の減少により、国内市場を事業の中心としていた中小企業などの再編や淘汰が進む。中小の工場が閉鎖に追い込まれることでサプライチェーンがスタックし、OEMは調達問題を抱える。

一方、大手企業においては、内燃機関関連と電動関連の両方の対応が必要であった過渡期を経て、トランジションがほぼ完了している。工場についても、生産年齢人口の減少への対応として進めてきた自動化が功を奏し、稼働を維持している。それに伴い電力消費が増加している。

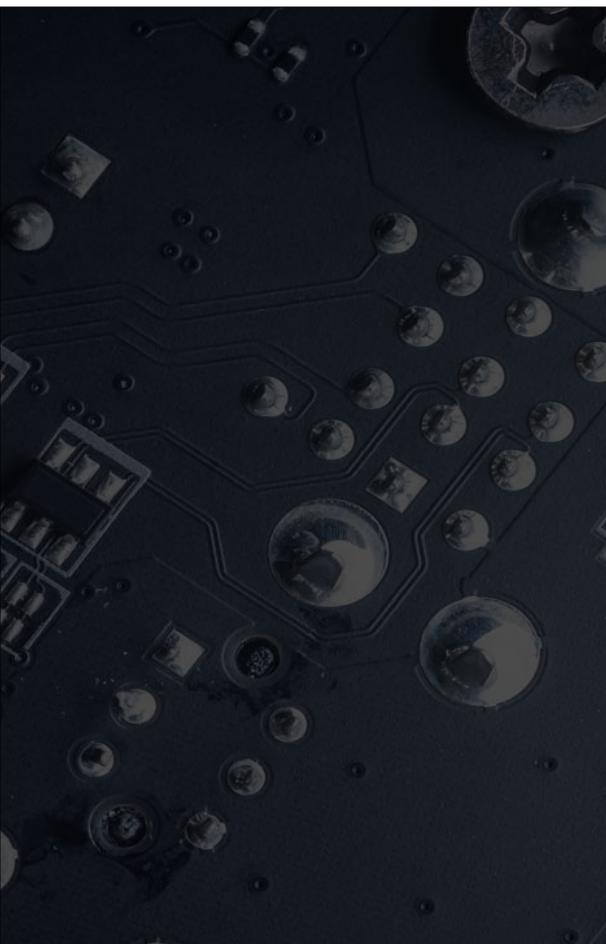
そして、OEM同様、国内をCoEとし、人口の増加、すなわち需要の増加が進む新興国への進出を進め、グローバルで業績の維持・拡大を継続している。

なお、カーボンニュートラルについては、サプライヤの方が日系OEMより早い達成が必要となり、対応が進んでいる。例えば2020年の時点ですでに独系の大手OEMがサプライヤに対し「2039年までにCO₂ニュートラルな部品の供給を目指す」ことをコミットするLoIへの署名を要求し、署名を拒否するサプライヤについては今後新たな供給契約を締結しない旨を明言しているように、サプライヤは、LCAでカーボンニュートラルを実現しなければソーシングに呼ばれない状態になっている。

そのため、サプライヤにおいても、カーボンフリーエネルギーの安定調達のため、自家発電の必要性が検討される。

Automotive Scenario 2050

パワートレイン



地球温暖化に対する取り組みとして、各国でICVの販売規制がより一層強化されている。規制は、従来のTank to WheelからLCAへと強化され、未達のOEMや関連事業体に対しては、2021年の欧州排ガス規制で導入されるような罰金、税制優遇からの除外、炭素税の適用などの不利になる施策が導入されている。

日本においても同様に、2020年の菅政権による2050年カーボンニュートラル宣言を受けて、ICVの販売規制が検討・導入されている。

日系OEM各社はグローバルで事業を展開しているため、日本の政策動向にかかわらずEVの開発・生産・販売に舵を切っている。過渡期においてはICV、MHEV、FHEV、PHEV、BEV、FCVを同時並行的に生産するなどしていたが、内燃機関関連部品の生産台数減少に伴い、サプライヤ側での原価の維持やOEM側での台あたり開発費の抑制が困難になり、モデルチェンジのタイミングや在庫の積み増しなどを連動させ、ICV、MHEV、FHEV、PHEVの打ち切りと、BEV、FCVへのシフトを実施している。

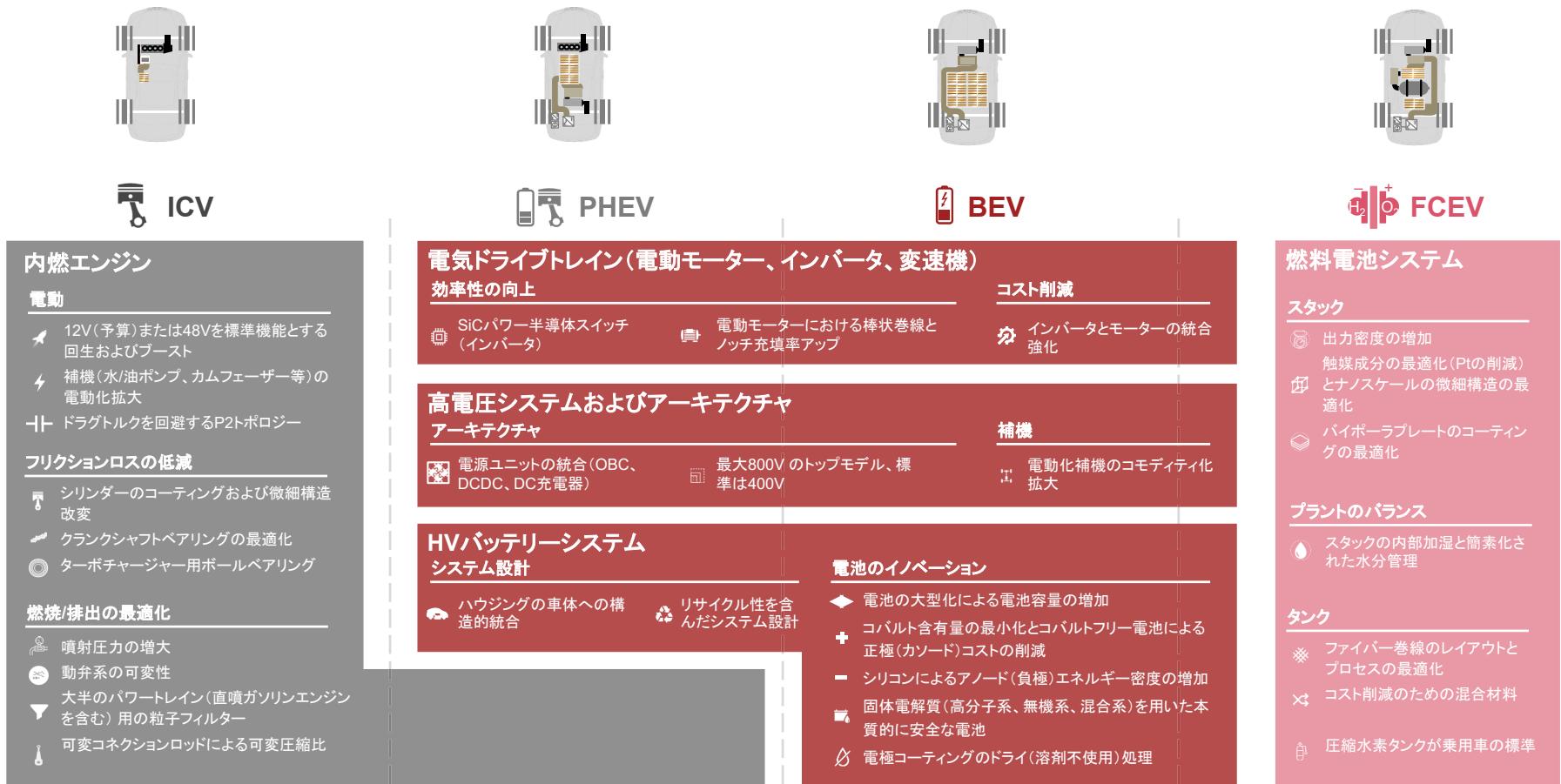
ただし、どうしてもインフラが整わない地域や用途については、2050年代においても内燃機関搭載車両が残る可能性がある。

OEMによる意思決定と全体のマネジメントが重要

- 当面は、航続可能距離と価格の観点から、内燃機関搭載車両の継続が現実解になるが、各国の規制動向、インフラ整備状況、自社の開発ロードマップなどを踏まえた適切なトランジションプランを策定し、サプライヤとの調整も含めて準備を進めていく必要がある。
- 欧州ではすでに、ある時点をもって内燃機関の開発を停止する旨を発表しているOEMやサプライヤが存在する。

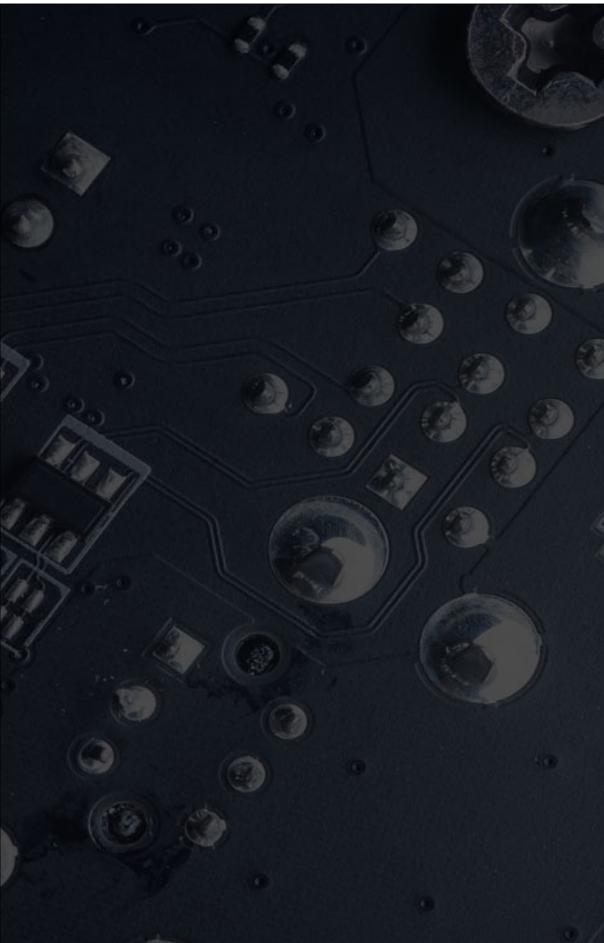


段階規制になるとことを想定すると、開発・量産リードタイムの関係上、内燃機関の高度化と電動化のバランスをとった推進が必要になる



Automotive Scenario 2050

BEV(1/3)



全固体などの次世代バッテリー実用化によるバッテリーセルのコスト低減、また、シャシー一体型搭載のような新たな技術が可能にする搭載数の増加(航続可能距離の伸長)、生産性向上、部品数削減などにより、ICVと同等もしくはそれ以上のコストパフォーマンスが実現されている。現在のFHEV並みのコストパフォーマンスとまではいかない可能性はあるが、BEVは自宅での充電が可能であることから、FHEVほどの航続可能距離がなくても致命的な問題にならず、市場に受け入れられるようになっている。

家庭用急速充電器は新たなビジネスチャンス

- 2020年時点すでに、米系BEVメーカーだけでなく、独系の大手OEM各社なども、家庭用急速充電器を開発・販売している。
- なにかしらのエネルギー関連事業への参入を図るのであれば、有効な入口の一つになりえる。
- 将来的にはワイヤレス給電による利便性の高い充電が実現される可能性もある。

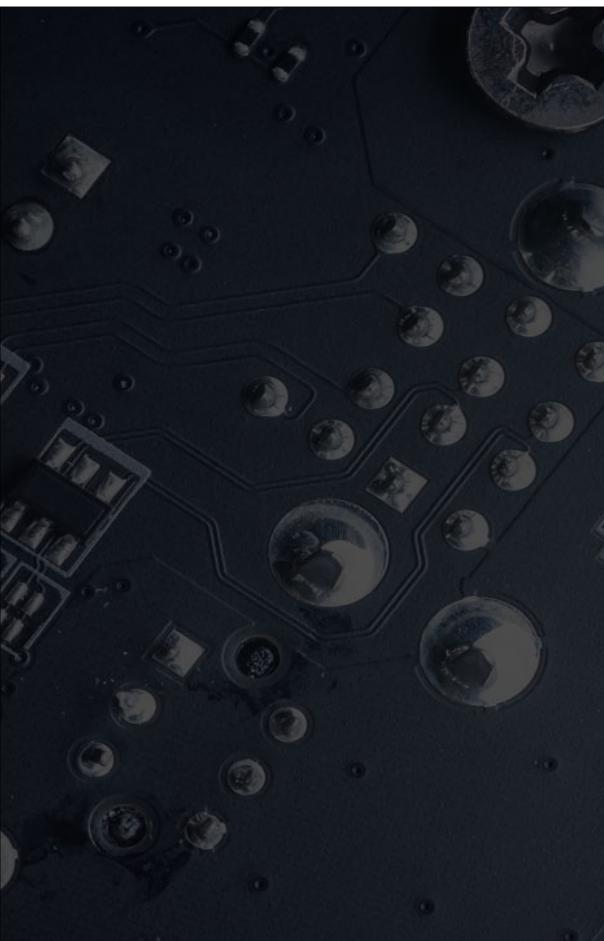
人口減少に伴う不動産需要低下への対応のため、集客施策の一環として、集合住宅においても充電インフラの設置が進んでいる。

バッテリーはBEVの基幹部品であり、車両原価に占める割合も大きいため、安定調達、原価低減、技術開発の推進のため、特に大手OEMにおいては内製化が志向される。ただし国や地域によっては現地サプライヤも活用もされる。

また、バッテリーは巨大重量物になるため、在庫保管を含む物流費削減の観点から、車両工場の近く(理想的には車両工場直結)で生産される。ここでの設計を妥協したOEMは、長期にわたり大きなコストを抱え続けることになる。

Automotive Scenario 2050

BEV(2/3)



バッテリーは生産に膨大な電力を要するため、LCAに対応すべく、カーボンフリー電力の大規模な安定調達が課題になる。そのため、エネルギー自由化を踏まえた、ありとあらゆる手段を駆使したカーボンフリー電力の調達が行われる。同時に原価低減の一環として、ラインの生産性向上、設備の省電化、工場での自家発電、工場全体のエネルギー効率の向上なども進む。

しかし、特に2050年に至るまでの過渡期において、LCA規制が段階的に強化されいくなか、自動車産業などが必要とするカーボンフリーエネルギーの総需要に対し、エネルギー会社による再生可能エネルギーの能増が追い付かず、不十分になる可能性がある。そのため、OEMやバッテリーサプライヤにおいては、国内での大規模な自家発電、もしくは海外での大規模な自家発電と水素などによるエネルギー輸入の必要性が検討される。

その際、液体水素などによる海外からのカーボンフリーエネルギーの輸入は、水素の液化、輸出基地、海上輸送、受入基地などのコストが必要になるため、コスト面で国内カーボンフリー電力と大差なく、安定調達などの観点も踏まえ、国内発電も十分選択肢になり得ている。

エネルギーの安定調達については、再生可能エネルギーの性質を踏まえ、調達先を地理的に分散させておくなどの手法も検討される。

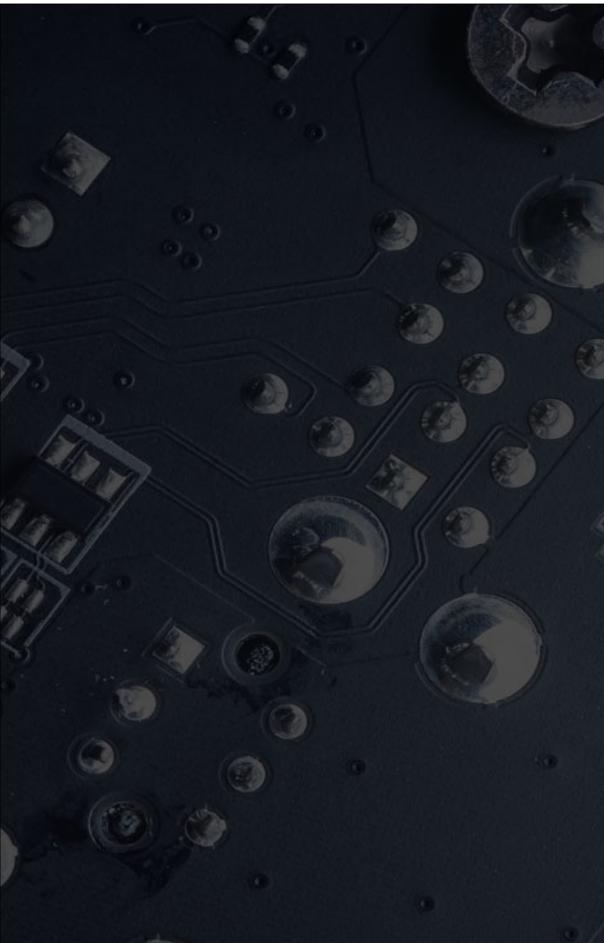
この課題を解決できなかった場合、必要十分な量のバッテリーを国内で生産できず、輸入になる分だけ車両原価が上昇し、車両販価を維持すれば収益性が悪化、車両販価を上げれば国際市場における競争力を喪失することになる。

過渡期の過ごし方

- 過渡期においてはブルー水素を輸入してLCA規制をクリアしつつ電力量を確保するという手段も考えられるが、2050年の規制値が「ゼロ」になる可能性、そして許認可や土地の取得などを含む発電施設の立ち上げリードタイムの長さを鑑みれば、カーボンフリーエネルギーの調達をどうするか、今から考えて準備を進めておく必要がある。

Automotive Scenario 2050

BEV(3/3)



ハードとしては、バッテリー交換による車両寿命延長も検討されるが、LCAの観点ではCO₂排出量の加算になる可能性があるため、カーボンニュートラルが達成されるまでは二の足が踏まれる。充電時間短縮のためのバッテリーシェアについても同様である。車両一台あたりバッテリー数が増加するため、LCAの観点では不利になる可能性がある。

また、コバルトやリチウムなどのレアメタルに関する問題が残る。OEM各社やバッテリーメーカーは調達を強化するが、レアメタルの産地との外交問題や産地の政情不安定などにより代替手段の重要性が高まり、使用済みバッテリーの鉱山化(使用済みバッテリーを回収してレアメタルを取り出して再利用)が進む。一連のプロセスにはコストがかかるが、必要に迫られた技術の開発により、それなりのコスト水準に到達し、実用化される。なお、バッテリーの投資対効果を最大化するため、回収した車載バッテリーを、まずは定置型蓄電池として再利用し、そのうえで最終的にはレアメタルを回収して再利用するという循環モデルになる可能性がある。

レアなメタルの調達はやはりネック

- 回収コストの削減、そして回収率の向上が課題になる。海外へ輸出される車両もあるため、新車生産時に用いた量を回収するのは困難な可能性が高い。よって、レアメタルの調達については複合的に設計しておく必要がある。
- そもそも「レア」である時点での調達に課題を抱えるのは容易に想像できるものであるから、現在コバルトフリー・バッテリーの開発も進んでいるように、設計段階でレアメタルから脱却することも考えていく必要がある。



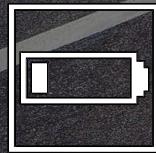
バッテリーは、性能向上に加え、再利用による再収益化も含めた販価低減や、原材料調達の安全性向上なども推進する必要がある

ミリオン・マイル・バッテリー

中国のCATLは、100万マイル以上持続するパワーパックを市場に投入。米系の大手EVメーカーも長寿命バッテリーを発表。

理論的には、長寿命バッテリーは2台目に再利用できる可能性があり、コストを低減し、BEVをより魅力的なものにする。

実際に100万マイルの走行にバッテリーが使用されることはほとんどないため、さらなる充電サイクルは、グリッドストレージやバックアップ電源システムに再利用される可能性がある。



ドイツにおけるリチウムの開発

バッテリーの必須素材であるリチウムは、近々ドイツの複数の企業によって生産され、材料輸入の必要性が劇的に減少すると報告されている。カールスルーエ工科大学の科学者たちは、ライン川上流域の地熱水から低侵襲なプロセスを用いてリチウムを抽出する計画を発表している。

中国における交換型バッテリー

電気自動車に対する数多くの支援プログラムの中で、中国政府は交換可能なバッテリーシステムを促進するためのインセンティブを提供してきた。

30万元以上の価格を付けられた新エネルギー車は、2020年7月23日に発効した最新の補助金計画の奨励金の資格がないが、交換可能な電池が付いている車はこの制限から免除される。

交換型バッテリーは、早さ、便利性など、車の所有者が電池の技術の改善

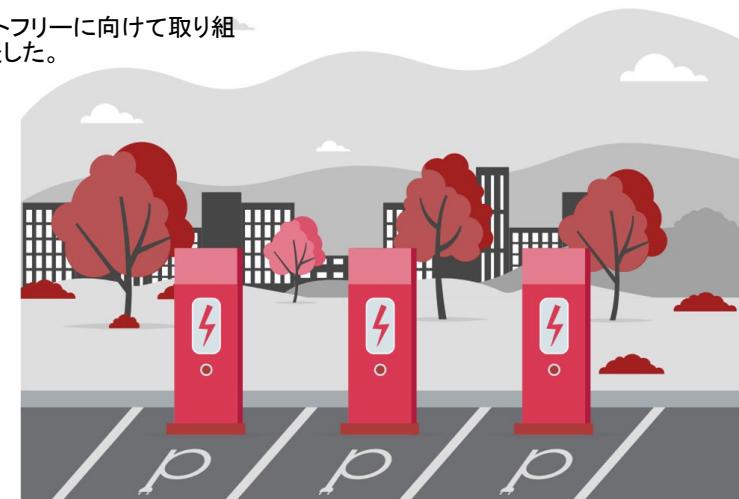
から絶えず利益を得ることを可能にすると見られている。

政府はまた、真に「バッテリー・アズ・ア・サービス」を実現するために、業界全体の標準化を推進している。

なお、LCAにおいて交換型がどのように評価されるかは要確認である。

コバルトフリー・バッテリーの開発

テスラは、コバルトフリーに向けて取り組んでいることを発表した。





搭載技術による航続可能距離の伸長や部品削減などもあり得るため、リユース/リサイクルは車両設計とあわせて検討する必要がある

バッテリー開発動向

中国のバッテリーメーカーのCATLは、バッテリーセルをEVのシャシーに組み込む新技術を開発している。これは、車両により多くのセルを搭載し、航続可能距離を800km以上に伸ばすものである¹⁾。

一方、Blackstoneは、大幅なコスト削減、生産の柔軟性、エネルギー密度の20%向上を実現する、リチウムイオン全固体電池をプリントする3Dプリント技術について大きく前進した²⁾。

トヨタと京都大学が開発中のフッ化物イオン電池は、従来のリチウムイオン電池に比べて単位重量あたりのエネルギー量が約7倍になり、1回の充電で1,000kmの走行が可能になるという³⁾。

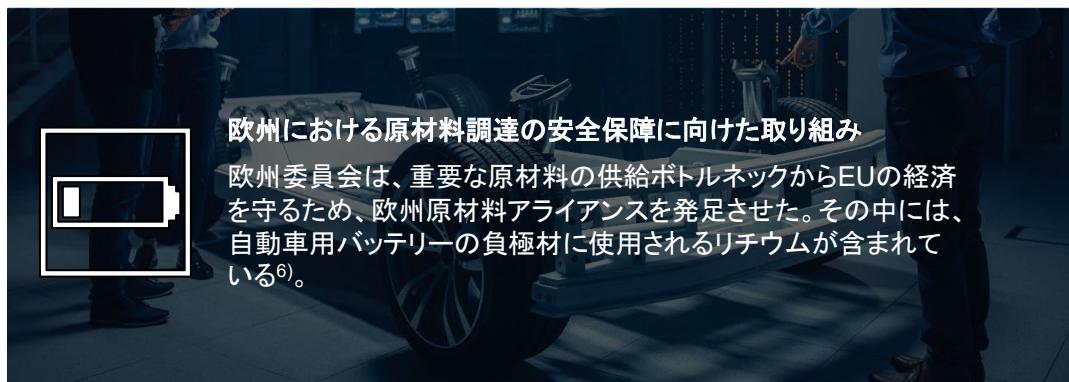
中国におけるBaaSモデル

中国のEVメーカーNioは、電気自動車を購入してバッテリーパックの利用を別途契約するというバッテリー・アズ・ア・サービスモデルを開始した⁴⁾。

新たな業界ベンチマーク

テスラは毎年恒例のバッテリー・デイで、コバルトフリーに向けた動き、時速200マイルに達するモデルSのPlaidパワートレイン、バッテリーライン生産を合理化するための新しい正極の製造工程、新たなバッテリーの搭載技術を発表した。

また、新バッテリー4680の航続距離とパワーの向上ため、独自のタブレス(放電と充電を行うための導電部レス)バッテリーの製造を計画しており、これまでの業界の野望を超えるコスト削減を実現すべく、新たな目標を設定している⁵⁾。



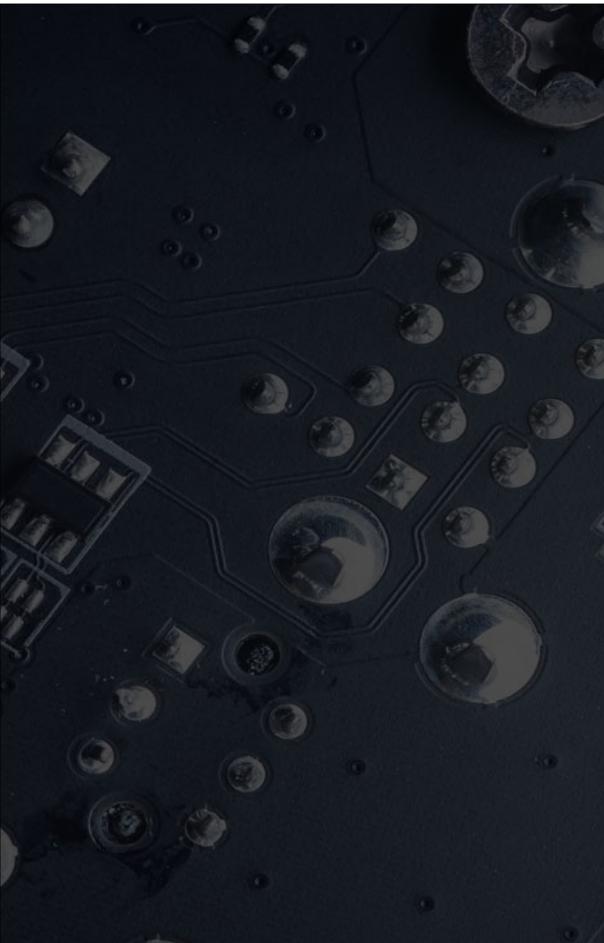
1) Automotive News (2020年8月12日)、2) Business Wire (2020年9月16日)、3) Nikkei Asia (2020年8月12日)、4) Reuters(2020年8月20日)

5) The Verge (2020年9月22日)、6) Euractiv (2020年9月30日)

出所:Strategy& "E-Mobility Sales Review Q4 2020"

Automotive Scenario 2050

FCV(1/2)



全固体を含む次世代バッテリーの実用化までは、航続可能距離や補給時間などについてBEVよりFCVに優位性があるものの、水素ステーションなどのインフラ設置に膨大な費用を要すること、拡大する過疎地への新規インフラ設置は費用対効果が見込めず進みにくいこと、また、水素タンクは要求仕様が高く、原材料費や加工費が高くなるうえに、車両の設計自由度も下げることなどから、乗用車でのFCV普及は限定的になっている(FCVへのプラグイン機能追加も、コストと搭載難度に課題を抱える)。

一方、高速道路などの決まった幹線道路や物流拠点を走行し、稼働率の高さを求められる商用車については、設置すべき水素ステーションの数が限定されること、補給時間が短く航続可能距離が長い車両が好まれること、車体が乗用車より大きいため水素タンクを搭載しやすいことなどから、FCVの採用が進む。水素ステーションの設置には1億円～4億円程度かかるが、特定の高速道路や物流拠点においては安定した需要が見込まれるため設置しやすく、普及を後押しする。

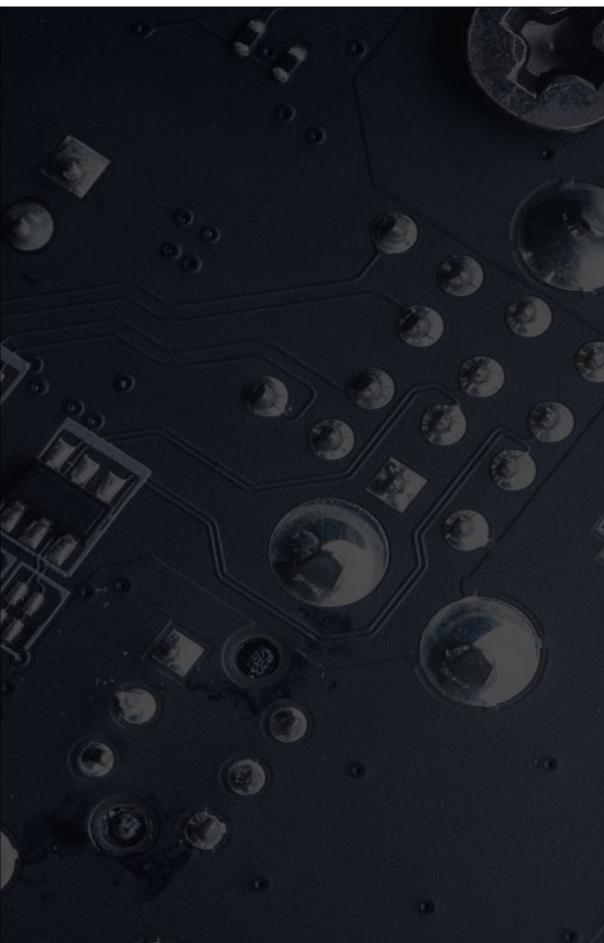
OEMとしても、LCAの観点において部品や車両の輸送におけるCO₂排出量を削減する必要があるため、自社の工場や物流拠点に水素ステーションを設置し、試験運用を行い、採用を進める。

商用車による物流は、人口減少とともに実店舗の減少(売上の運営的にも維持が困難となって減少)がもたらす買い物難民の増加、および国民のITリテラシー向上によるECの普及により、増加する。BEVやFCVによる従来より安全で利便性の高い冷凍/冷藏機能がコールドチェーンの進化を促し、物流や在庫の持ち方も変化する。

その結果、FCVの走行用水素の需要が増加する。ただし、BEVにおけるバッテリー生産と同様の電力問題により、水素の調達について課題が残る。

Automotive Scenario 2050

FCV(2/2)



後述するが、今後、自動車産業以外での需要も含め、膨大な量の水素が必要になる可能性がある。これまで主流として想定されてきたブルー水素は、生産に化石燃料を用いるため大量のCO₂を排出し、カーボンフリーではないため、LCAにおいても排出量がカウントされる。そのためブルー水素はCCSとのセットで生産することが前提となるが、CCSはCO₂排出量をゼロにできるものではないし、回収したCO₂の輸送や地中への圧入にもコストを要する。また、膨大なCO₂を継続的に圧入し続けた後の漏出や環境負荷についてはまだ検証を要する（なお、CCSでカーボンフリーが達成できるのであれば、CCSさえ出来れば石炭火力を継続できるという話にもなり得てしまう）。

一方、再生可能エネルギーを用いた水電解により生産するグリーン水素は、カーボンフリーである点は良いが、生産に大量の電力を要する。その規模は「余剰電力」程度ではなく、国内の再生可能エネルギーによる発電の能力次第では、国内でパワーできない可能性がある。また、その電力価格が高ければ、需要家が手を出せないものになってしまう可能性がある。

そのため、水素の需要家は、日本におけるカーボンフリーエネルギー（原子力を含む）による発電の量および価格のポテンシャルと、カーボンフリー電力および水素の需要を想定し、国内もしくは海外で大規模な自家発電を行うことも含め、備えておく必要がある。

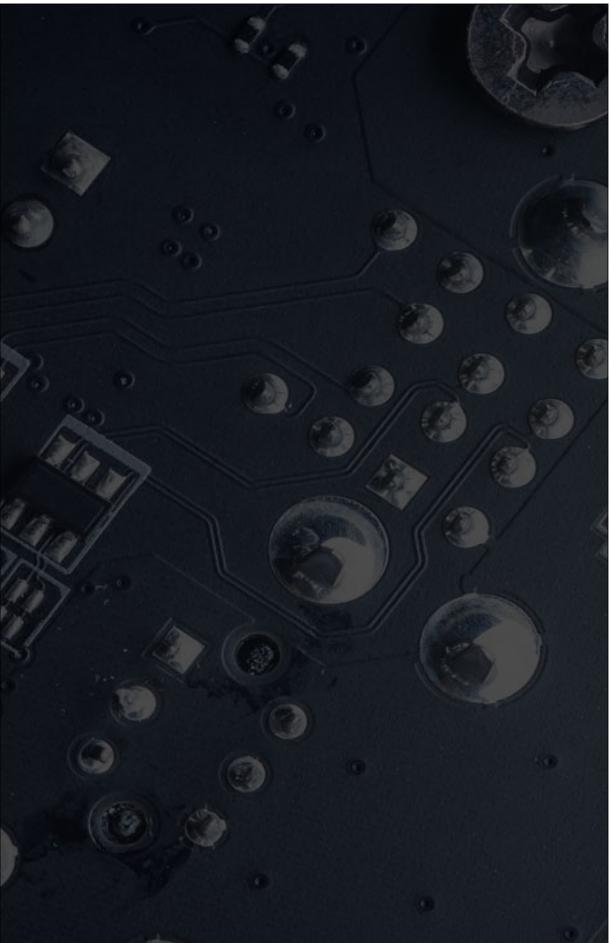
なお、海外のグリーン水素メーカーと提携する選択肢もあるが、輸出元の国においても日本と同様のカーボンフリーエネルギー需給問題が発生し、安定的に輸入することができなくなる可能性があることに留意しなければならない。

国内の再生可能エネルギーによる発電能力

- ・エネルギー事業者の意思決定や、原子力の稼働状況などに大きく左右される。
- ・過渡期においてはブルー水素も選択肢である。

Automotive Scenario 2050

水素(1/2)



なお、BEVかFCVかという話がよくなされるが、ガソリン車とディーゼル車が共存していた状況と同じで、必ずBEVかFCVのどちらかになるというものではない。

「そのような限定的な台数だと、逆にFCVの普及はないのではないか」という話もあるが、カーボンニュートラルや水素は自動車産業に限った話ではなく、全産業的な話であることを忘れてはならない。

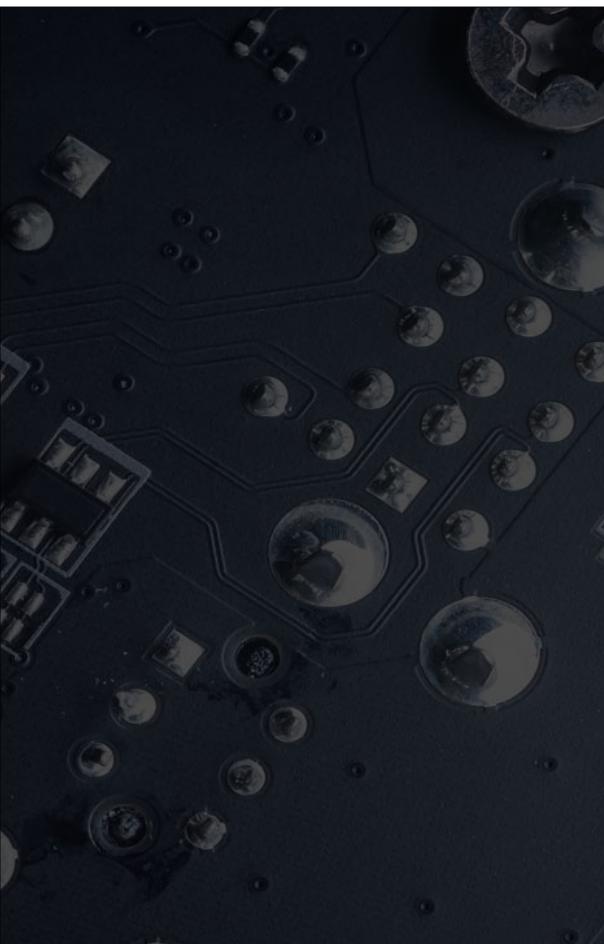
カーボンニュートラルの実現に向け、日本で最もCO₂排出量が多い電力セクターにおいてもカーボンフリーエネルギーの導入が進む。発電方法を風力や太陽光に置き換えるだけでなく「火力発電にアンモニアを用いてカーボンニュートラルを目指す」という話もあり、LCAに対応したグリーンアンモニアを生産するためにはグリーン水素が必要になる。

また、カーボンフリーエネルギーの割合が高まれば、カーボンフリーエネルギー（特に再生可能エネルギー）の不安定さを解消するため、「電力貯蔵」が必要になる。その手段としては定置型蓄電池などがあるが、水素による電力貯蔵も重要な選択肢となる。

自動車と同じく日本のCO₂排出量の上位に入るのが、鉄鋼産業である。自動車産業は鉄鋼産業の重要な需要家であり、LCA規制を考慮すると、自動車産業としても鉄鋼産業の脱炭素は必ず進めてもらう必要がある。鉄鋼産業の脱炭素における重要な施策としては「高炉水素還元」「水素還元製鉄」「CCUS」などがあり、還元剤をコークスから水素へ置き換えることが想定されている。なお、CCUSについては、回収した排出ガスを変換して水素を取り出し、燃料電池で再度エネルギーに転換することも検討されている。

Automotive Scenario 2050

水素(2/2)



鉄の価値

- ・鉄の使用量については今後も継続する。今後、完全自動運転を含むADASの高度化による電力消費量の増加なども予想されており、航続可能距離を伸ばすためにはバッテリーの性能改善だけでなく更なる軽量化などにも取り組む必要がある。軽量化について、従来は樹脂やアルミへの置き換えが進められてきたが、アルミは依然として高価であり、かつ精錬時に多量の電力を要するため、さらなる置き換えを進めるのは難しい。現在も、電力価格などの理由で米国に依存している部分がある。CFRPについても同様である。一方、第三世代ハイテンやホットスタンプの実用化など、鉄のさらなる進化が進んでおり、テーラーロールドブランクなどの生産技術の進化もあり、鉄の価値が見直される。

石油化学産業についても同様である。カーボンニュートラルの実現に向けて、ガソリン・軽油・重油・灯油などの需要の減少が想定されるため、産業自体の変革が必要になると想定されるが、容器や自動車に用いる「樹脂」や「ゴム」などを生産するためには、引き続き石油精製やナフサ分解・蒸留が必要になる可能性がある(ナフサを用いない方法も検討されている)。自動車の樹脂化はかなり進んでいるため、BEVやFCVでエンジン周辺の樹脂部品がなくなれば、車両の材料構成に占める樹脂の割合は縮小し、排出量における影響も小さくなると予想される。それでもLCAに対応するためには、石油精製における加熱炉、ナフサ分解における分解炉、蒸留塔の電気化およびカーボンフリーエネルギー化が必要になり、水素は選択肢の一つである。

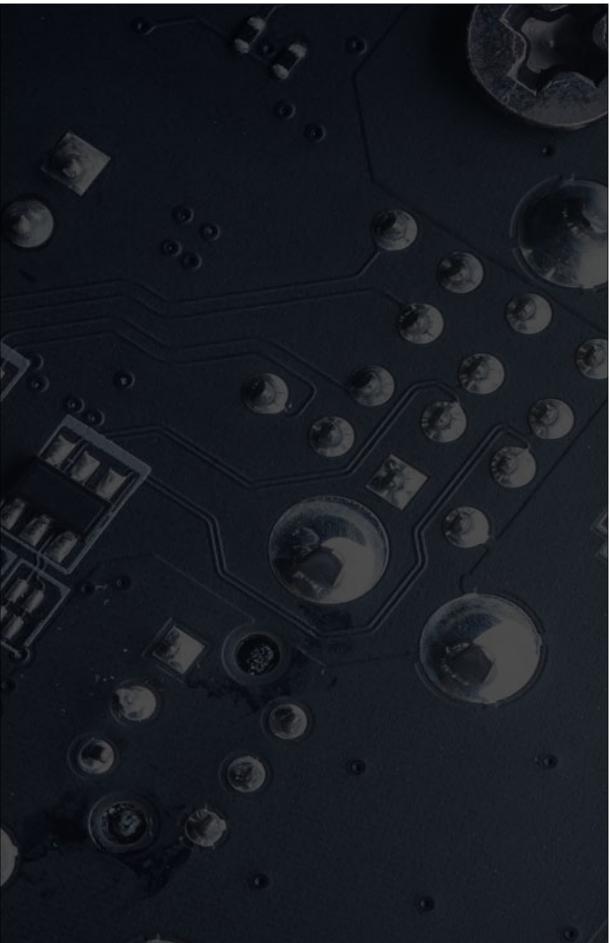
様々な工場において現在天然ガスなどの化石燃料を用いている設備やユーティリティも、基本的には電化に向かうと想定されるが、水素化の可能性もある。

2020年時点で3~4割は存在すると言われる非電化の鉄道路線や、船、飛行機などのモビリティについても、水素によるカーボンニュートラルが進むと想定される。

すなわち、車両のみで考えると水素の需要は(BEVに比して)小さく見えるかもしれないが、自動車のバリューチェーン全体および世の中全体で考えれば、水素の需要は相当量に達する可能性がある。よって、市場全体で水素の生産・供給を最適化することにより、商用車におけるFCV普及も可能になりえる。

Automotive Scenario 2050

総括(1/2)



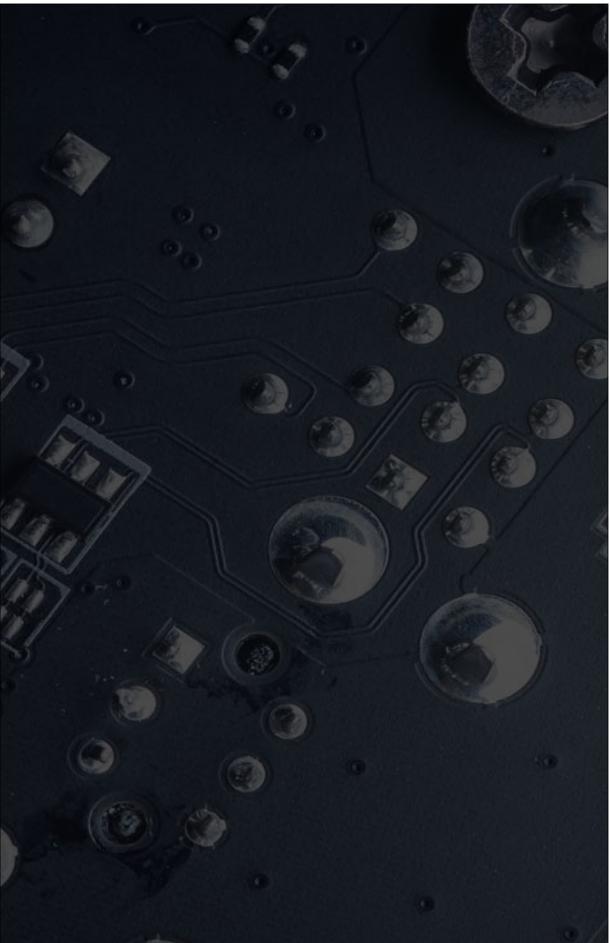
以上を踏まえると、シナリオの振れはあるだろうが、日本の自動車産業および関連産業が取り組まなければならない事はほぼ見えている。2050年にカーボンニュートラルが本当に実現できるかどうかはさておき、省人化も含めてその方向に向かって走らなければならないのは間違いない。ポイントはLCAである。LCAがエネルギーも含めたサプライチェーンのカーボンフリー化を促す。従来は「単体での省エネ」がテーマであったが、すでにモードは変わっており、まずは「ライフサイクルでのカーボンフリー」、そのうえでの省エネである。商品やサービスがカーボンニュートラルであることは市場における大前提となり、対応できなければ罰金や炭素税などにより競争力を失い、国際市場から脱落するのである。

この状況を乗り越えるためには政府の動きも重要である。政府が投資家となり自国産業の維持と成長を牽引する必要がある。LCA規制やカーボンプライシングにより企業に負担や制約を強いる形でカーボンニュートラルに向かわせようとするだけでなく、むしろ積極的に取り組む企業への恩典付与を含め、ある程度主体的に実現環境の整備を推進することが重要になるだろう。現在、脱炭素効果を持つ製品の生産設備について税額控除や特別償却を認めることなどが検討されているが、こうしたことにより一層ドライブしていかなければならない。

例えばオーストラリアは、日本企業の多くが水素の輸入元として検討している水素生産国であるが、オーストラリア・ヴィクトリア州の水素は褐炭ベースのブルー水素のため、LCAでのカーボンニュートラル規制の強化とともに需要が減少する可能性がある。そのため、オーストラリア政府が支援する形で、複数のグリーン水素量産プロジェクトを動かしている。

Automotive Scenario 2050

総括(2/2)



日本においては、日系発電合弁企業がノルウェーの大手エネルギー企業などと秋田県沖での洋上風力事業参入に向けた企業連合の設立を発表したり、大手日系電力企業がデンマークの洋上風力世界最大手企業と千葉県銚子沖での洋上風力事業を推進する合弁会社設立で合意したりしている。しかし、当該領域は本来、日本自身が今後の成長産業として取り組むべき領域である。よって、国民および法人が税金を納めて外資企業を育てるという形にならないよう、公的資金の注入の仕方なども考えていかなくてはならない。

水素についても、日本の再生可能エネルギー生産能力、エネルギー安全保障、そして各産業のコスト競争力を鑑みても輸入が本当に良いのか、十分検討したうえで判断するべきである。多少の原価差であれば、関税をかけてでも国内生産を育てるように仕向ける方が良い可能性もある。もちろん、安価でなければ需要家も最終消費者も受け入れられないため、徹底的なコストダウンが必要であるが。

なお、自動車産業にとってカーボンフリーエネルギーを安価に十分調達できるかどうかは、コスト競争力はもちろんのこと、事業の継続可否にも直結しうる重要な問題である。もしエネルギー産業がカーボンフリーエネルギーの供給を十分にできず、自動車産業自身やその他産業による対応も出来なかつた場合、自動車産業の海外流出も起こりうる。現時点ですでに販売のメインは海外なのであるから、自動車関連企業の存続を考えれば起こり得る未来である。

自動車産業の2050年カーボンニュートラル実現は、国やその他の産業も含めた総力戦になるのである。



排ガス規制や内燃機関搭載車両販売規制に加え、炭素税などのカーボンプライシングによる消費者の移行促進が行われている

カリフォルニア州の移行期日設定

米国で最も人口の多いカリフォルニア州は、2035年までに内燃機関のみを搭載する乗用車とトラックの販売を禁止することを決定した。

同州政府は、この決定が温室効果ガスの排出量を3分の1以上削減すると考えている。また、同州はこのような動きを開始した米国初の州となり、他の州もこれに追随するのではないかと期待されている¹⁾。

同様の動きとして、英国政府は電気自動車市場の拡大を加速させるため、化石燃料車の販売禁止を2040年から2030年に前倒しする計画を立てている。

その他の国も、2050年の脱炭素化目標を達成すべく、同様の計画を発表している²⁾。

欧洲委員会は、2030年までに新車からの平均CO2排出量を2021年比で50%削減することを提案している。これは、現在の目標である同期間で37.5%削減する目標を上回る³⁾。

2021年以降、中国は補助金政策を変更し、BEVを主に推進するのではなく、PHEVやFCVなど、環境に優しい駆動システムをより幅広く取り入れる⁴⁾。

ドイツの税制改正(カーボンプライシング)

ドイツでは、2021年から燃費が悪い新車について自動車税が増税される。これは、市民に対しより燃費の良い車を購入することを奨励するためのものである。すでに登録されている車は影響を受けない。

将来的に自動車税は、自動車が排出するCO2の量に応じて、より強く課税されることになる。

ディーゼル燃料について、2021年より、CO2排出量1トン当たり25ユーロ、2025年には55ユーロ、2026年には65ユーロが加算される。この金額はCO2排出量1トンに寄与する燃料の量に加算される。軽油は1リットルで2.67kgのCO2を排出する。したがって、ディーゼル燃料374.5リットルに25ユーロの料金が加算され、1トンのCO2排出量に貢献することになる⁵⁾。すなわち、2021年には1リットルあたり約7セント、2025年には15セントの値上げとなる。



1) CNBC (2020年9月23日)、2) The Guardian (2020年9月1日)、3) Reuters (2020年9月11日)、

4) Automobilwoche (2020年7月20日)、5) Clean Energy Wire (2020年6月15日)

出所:Strategy& "E-Mobility Sales Review Q4 2020"



さらにインセンティブにより消費者を電気自動車購入に向かわせているが、生産能力やインフラの整備が追い付いていないのも事実である

欧州が先行するインセンティブ戦略

欧州では、電気自動車の需要を刺激すべく、各国政府が手厚いインセンティブの提供を競い合っている。

例えばフランスでは、BEVの購入者に最大12,000ユーロの補助金が支給され、場合によっては購入コストを最大40%引き下げができる。

一方オランダの消費者は、BEVに4,000ユーロの補助金を受けることができる。

ドイツは、BEVとPHEVへの補助金増額や電気自動車の社有車減税など、市場を刺激するための施策を次々と導入している。

しかし、現在のEV生産能力が限られているため、オンライン・コンフィグレーターにおいて消費者の関心が3倍になっている事実があるにもかかわらず、測定される市場影響は小さくなっている。

なお、同時に、25億ユーロがEVバッテリーの研究・生産と、2030年までに充電インフラを100万基のチャージポイントに拡大する長期計画に割り当てられている。



フランス、ドイツ、イタリア、スペインの消費者のうち、平均68%が、向こう5年以内にEVを購入するつもりである¹⁾。



ドイツでは、現在、電気自動車7台に1台の割合で公共の充電ステーションが設置されている²⁾。



コンゴは、EVバッテリーの主要な原材料であるコバルトについて、世界の生産量の60%以上を占めている³⁾。

中国のコミットメント継続

中国の大手国有電力会社であるState Grid Corporationは、27億元を投資して24の地域と自治体に7万8000の充電スポットを設置すると発表した。

さらに、中国政府はNEVIに対する奨励策を2022年末まで延長した。

NEVIは引き続き10%の自動車購入税が免除され、様々な購入補助金の対象となる。



1) Strategy& eReadiness survey (2020年2月), 2) NOW GmbH / KBA and BNetzA (2020年6月)

3) Investing News(2020年6月16日)
出所:Strategy& "E-Mobility Sales Review Q3 2020"

Powertrain Study 2021

第3章 新たなパワートレインの時代における収益性
の確保に向けて



さらなる環境規制の強化により急速に訪れる新たなパワートレインの時代において、どのように収益性を確保していくべきか

概要

1. 電動化のトレンドは、規制や世論の後押しにより加速し続けており、流れが止まることはないだろう。2030年に欧州の自動車CO2削減目標を達成するためには、電動車(xEV)の割合を35%から45%まで引き上げる必要がある
2. 自動車メーカーは電動車の追加コストに苦戦しており、収益性および貢献利益が圧迫されている。電動車の大衆車セグメント(ボリュームゾーン)への展開拡大と、COVID-19による経済不況がその原因である
3. 今後10年間、電動パワートレインの技術は、現在のペースを落とさず開発が続けられていく
4. バッテリーが電動パワートレインの中の最大のコストドライバーである。コストは今後低下していくが、この基本的な構図が変わることはない
5. 議論されることの多いBEVの経済性がICVを超える転換点は、ある一つの時点として一律に訪れるわけではない。これは、車両セグメント、出力および走行距離(バッテリーのサイズ)に大きく左右される。短中期的には、BEVはある一定範囲のセグメントでは経済性を持つが、長距離走行(600km以上)においては現実的な選択肢にならない可能性もある。
6. 各パワートレインの顧客にとっての提供価値(Value Proposition)に基づき、要所を押された効果的な開発を行うべく、派生モデルは極力減らし、一方で、コアとなる技術・性能は改変していく必要がある
7. (COVID-19の影響により)自動車メーカーの収益性は不安定な一方で、電動車の販売台数は今後も増加していくことを前提に考えると、自動車メーカーは、貢献利益と収益性を向上させるために、パワートレイン・プラットフォームのコスト最適化と顧客視点でのパワートレイン・ポートフォリオの再構築に焦点を当てる必要がある

1

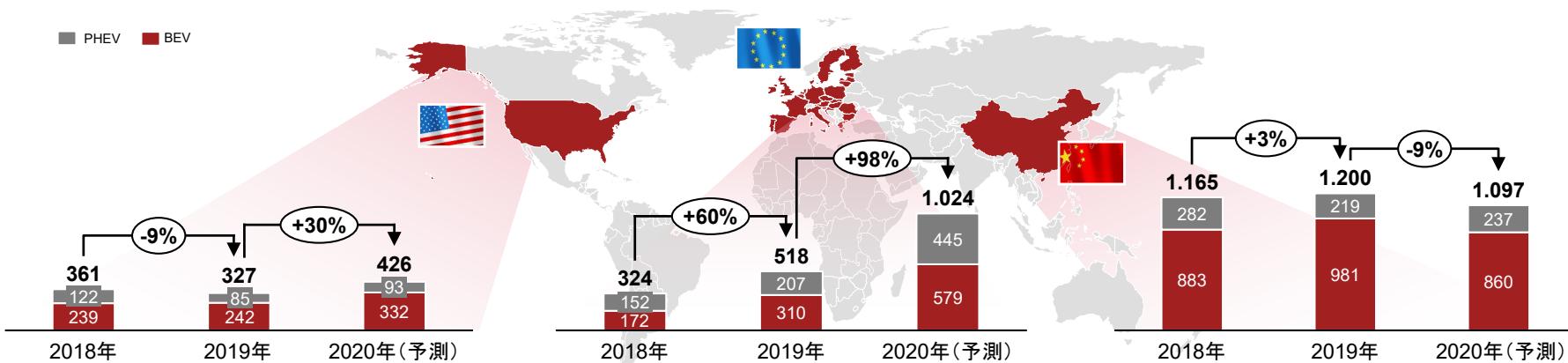
なぜ電動化が自動車産業の収益性を圧迫するのか

変革がもたらす危機



中国における電動車の販売台数の伸びは鈍化し、欧州が主な成長市場になっている

BEVおよびPHEVの現在の販売台数と推移(千台 / 年)



米国

- 米国市場は、CARB規制に従う州（例：CA州、MA州、OR州、ME州）とそれ以外に二分される
- BEVに対する政府の支援策（例：税額控除）は自動車メーカーごとの総販売台数に応じたものに限られる
- インフラ支援について政府負担のパッケージではなく、主に自動車メーカーがこの取り組みを主導
- 内燃機関車の都市乗り入れ規制は、現実的ではなく、2030年までは具体化されない見込み
- ただし2021年1月以降の新政権はカーボンニュートラルを重視しているため、BEV・PHEVの販売台数を含め、状況が変わる可能性がある

EU28ヶ国

- 近年、これまでよりも更に厳しい自動車CO2削減目標が制定された
- 上記の目標を遵守し、罰則を回避するためには、BEVやPHEVが必須
- COVID-19の経済対策として、BEVおよびPHEVを中心とした政府支援策を実施
- 2030年までの内燃機関車の都市乗り入れ規制を初めて発表（例：アムステルダム市）

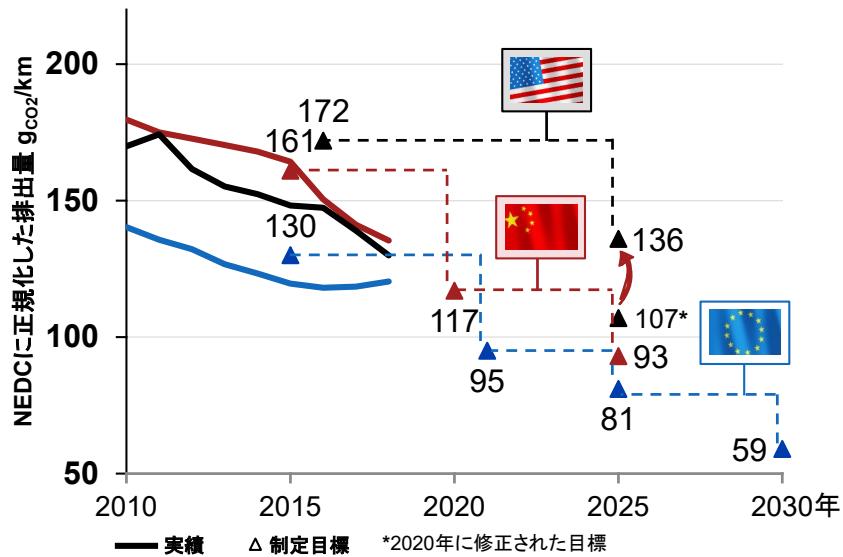
中国

- COVID-19への対応として、NEVの財政助成金を2022年まで延長
- 今後3年間でNEVの強制生産割当率は、段階的に引き上げられる。不履行の自動車メーカーには罰金が科される
- NEV向けのナンバープレート特別割り当てがなくなり、ICV向けの割り当てが若干緩和される見込み（例：杭州）

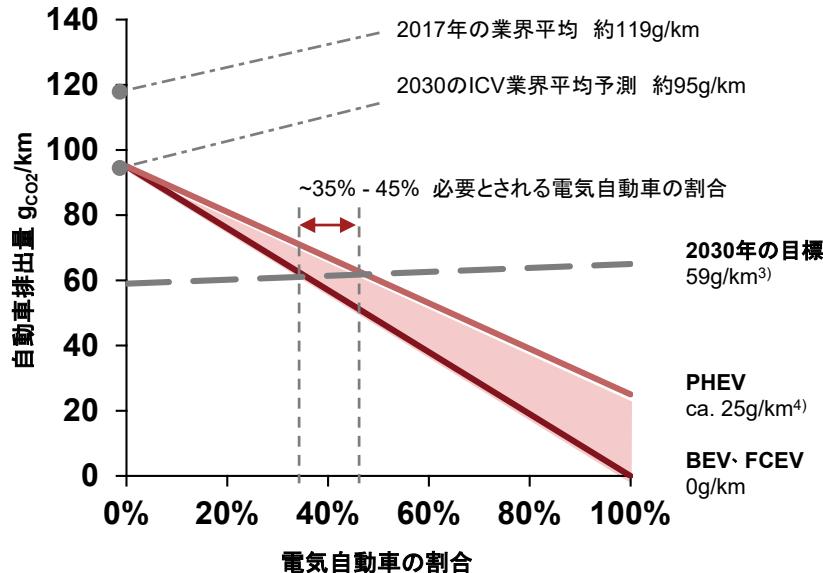
欧州で2030年の自動車CO₂削減目標を達成するためには、電動車(BEV・PHEV)の割合を約35%～45%に引き上げる必要がある

規制動向—自動車のCO₂削減目標と電動車導入の効果

各地域の自動車CO₂削減目標

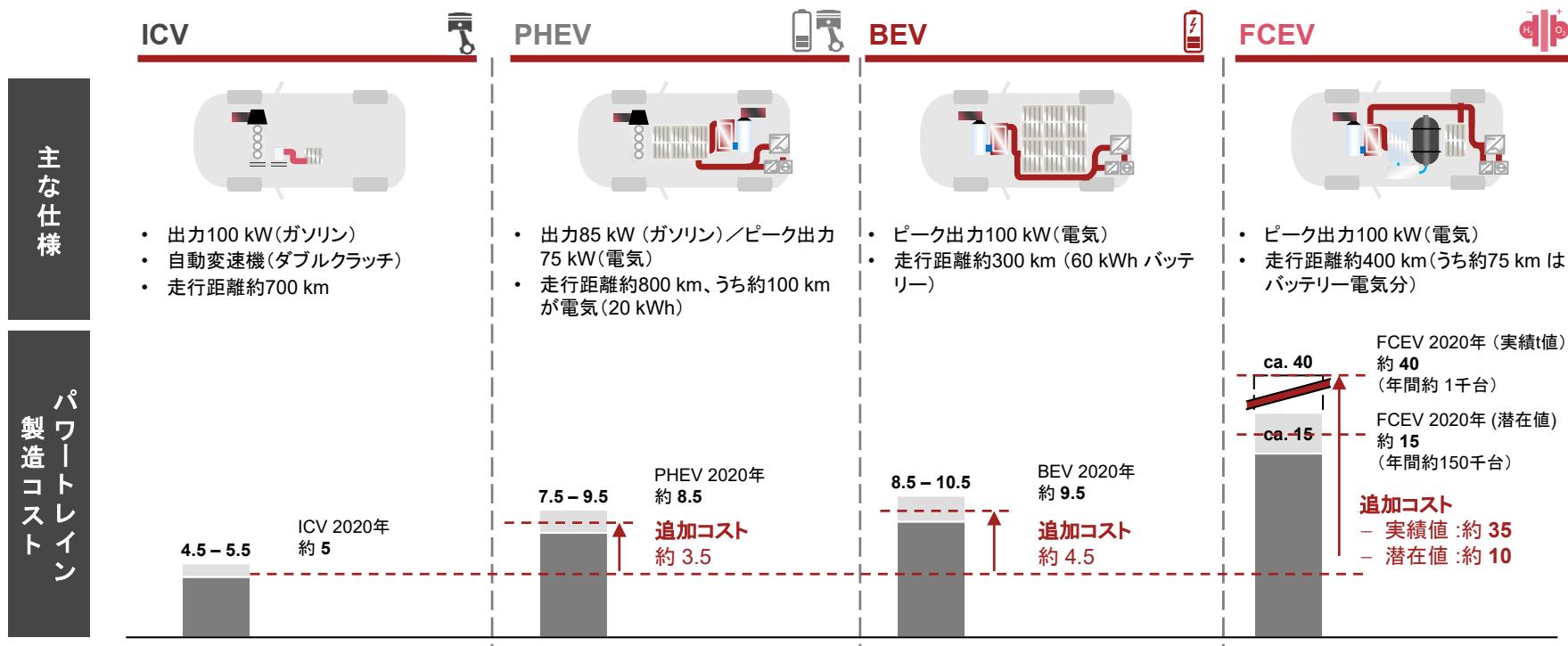


電動車の割合が自動車排出量に及ぼす影響^{1,2)}



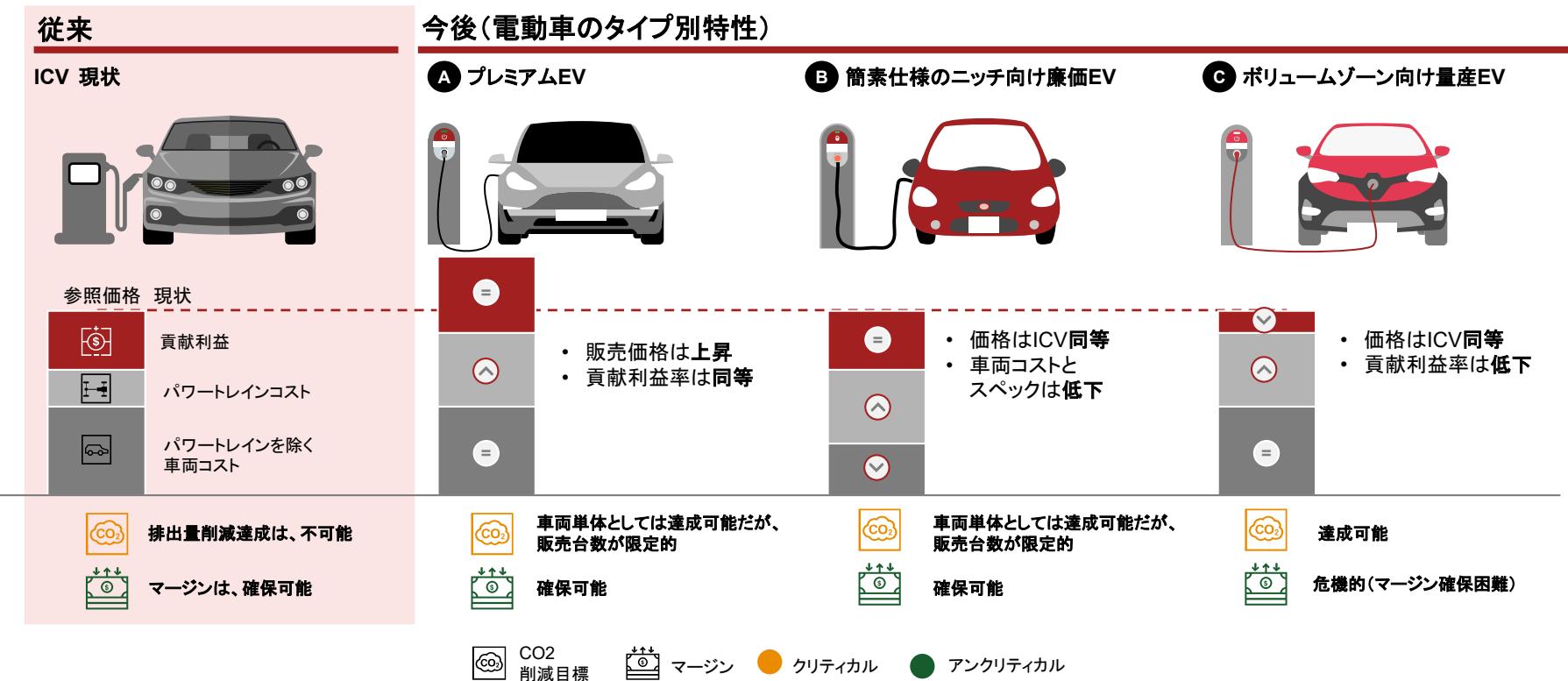
現時点における電動車の製造コストは、ICVに比して約3,500～10,000ユーロ高い

電動パワートレインの追加コスト(単位:千ユーロ、2020年)



一方で値上げの余地は限定的なため、貢献利益が減少し、ボリュームゾーン向けEVの増加とともに収益性の確保が危機にさらされる

内燃機関車および電動車の収益性



2

今後のパワートレイン技術・ コストはどう進化していくか

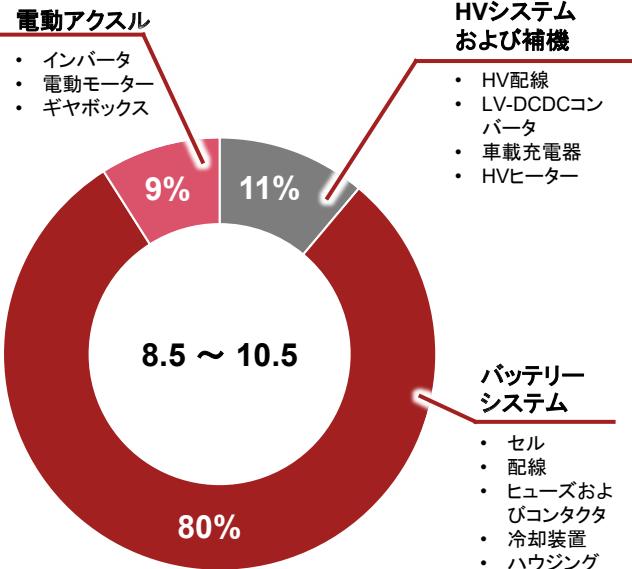


BEVのパワートレインのコストの大半はバッテリーセルが占めているため、そのバリューチェーンを詳細に分析する必要がある

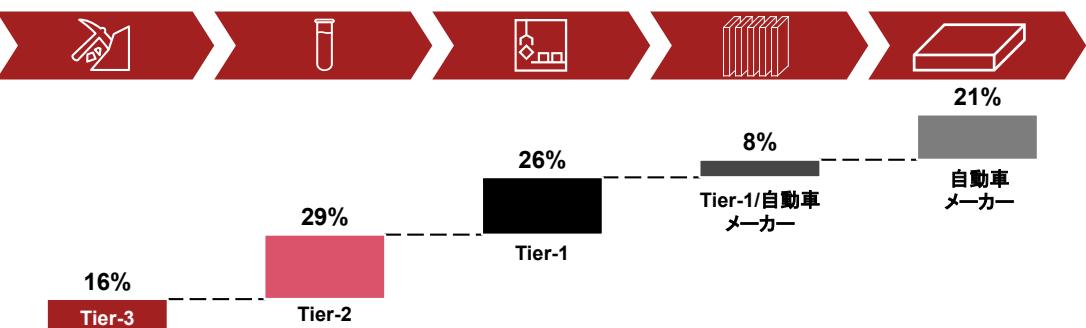
バリューチェーン最適化の実現(BEVにおけるバッテリーおよびセルのコスト的重要性)

BEVパワートレインの一般的なコスト内訳

2020年の自動車メーカーによる製造コスト、60kWh/100kW
大衆車クラス、単位：千ユーロ



自動車用バッテリーのバリューチェーンと構成比

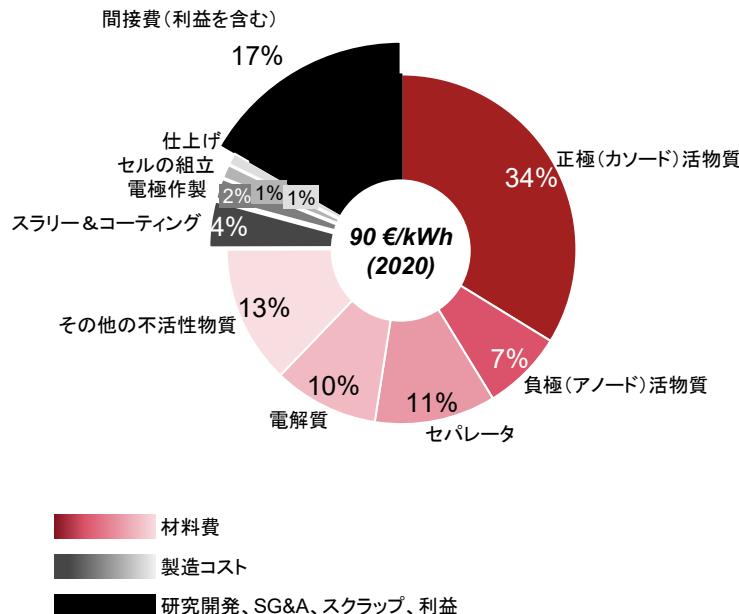


原材料および前駆体	バッテリー材料の加工	単一セルの製造	セルモジュールの製造	バッテリーシステムの組立
<ul style="list-style-type: none"> 主な材料 <ul style="list-style-type: none"> - コバルト - ニッケル - リチウム - グラファイト - 溶剤 	<ul style="list-style-type: none"> 主な材料 <ul style="list-style-type: none"> - 活性物質 <ul style="list-style-type: none"> (例: NCM、グラファイト) - 電解質 - セパレータフォイル - セルのハウジング 	<ul style="list-style-type: none"> 主な工程 <ul style="list-style-type: none"> - 混合および電極コーティング - 卷付け／ステークリング - 電解質充填 - シーリング - 形成およびエイジング 	<ul style="list-style-type: none"> 主な工程 <ul style="list-style-type: none"> - ステークリング - 電気的接続(電源/信号) - 主な組立部品 - モジュールコントローラ - セルのコネクタ 	<ul style="list-style-type: none"> 主な工程 <ul style="list-style-type: none"> - ハウジング組立 - 電気組立 - 主なサブアセンブリ <ul style="list-style-type: none"> - HVコンタクタ - BMS - モジュールコネクタ

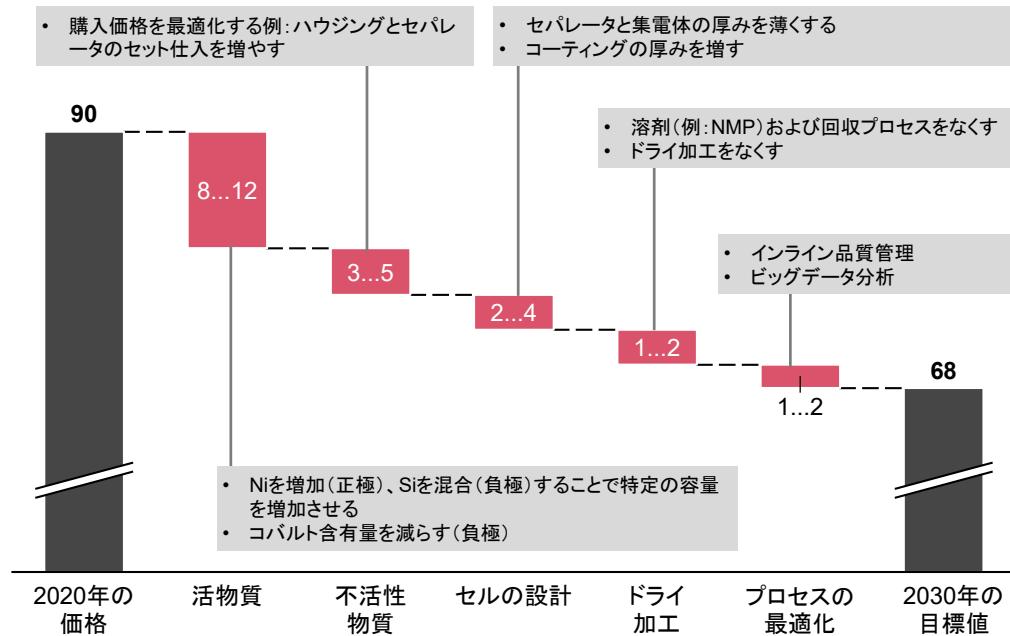
コスト最適化策の進展に応じて、大容量の車載バッテリーセルの価格は、90ユーロ/kWhから68ユーロ/kWhまで低下する見込み

バッテリーセルの価格とコスト最適化

セルの価格内訳(2020年)



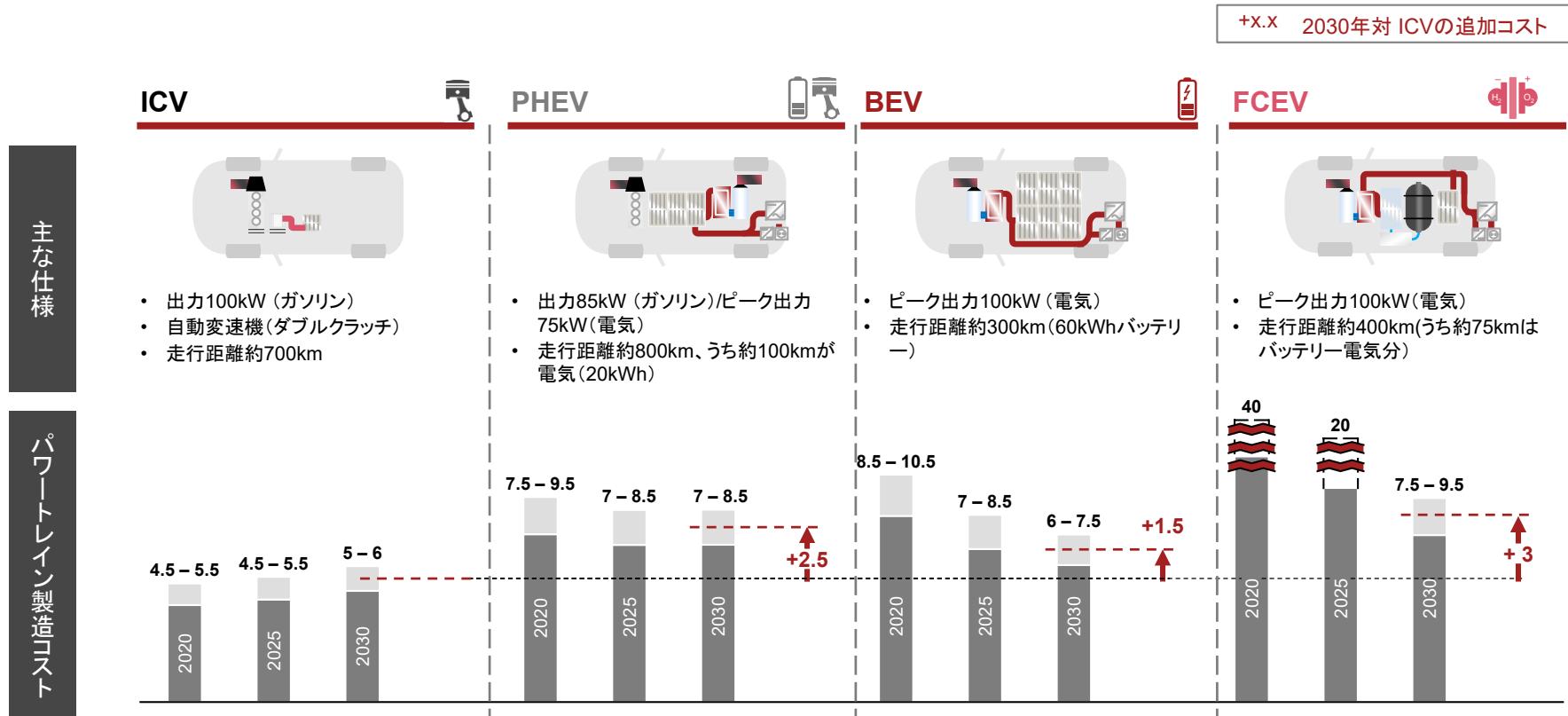
2030年までのセルの価格とコスト最適化策(ユーロ/kWh)



注: 大型(70Ah以上)の大容量自動車用セル(年間生産量10GWh以上)
出所: Strategy& バッテリー原価モデル

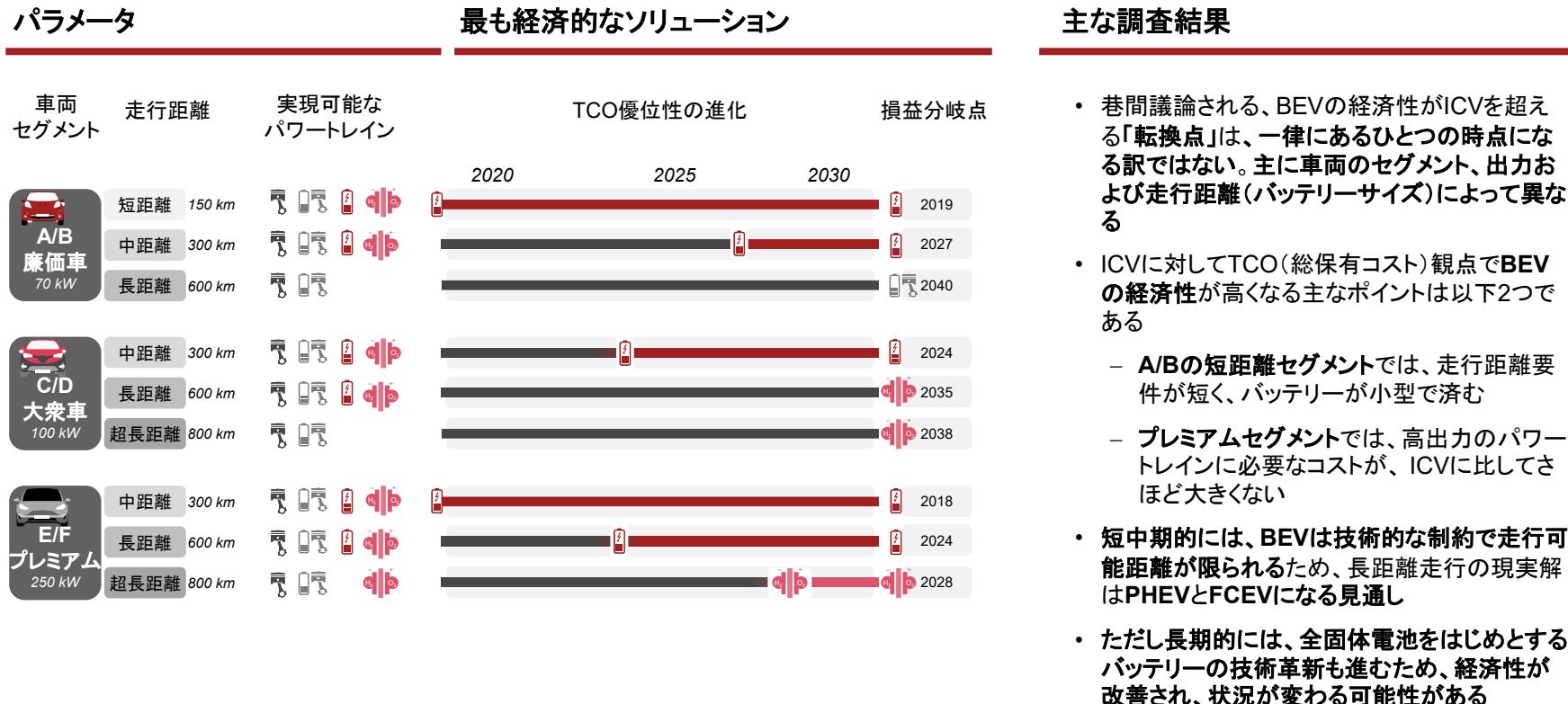
2030年には新技術のコストダウンが進み、電動車の追加コストは、約1,500～3,000ユーロ水準まで縮小する見込み

電動パワートレインの追加コスト(単位:千ユーロ、2020～2030年)



短中期的には、BEVはある一定範囲のセグメントで経済性を持つが、長距離(600km以上)において選択肢になるにはハードルがある

車両とパワートレインの特定の組み合わせにおける経済性



注1：主な前提条件：ドイツの2020年時点の電力・燃料価格。水素価格は5ユーロ/kg、PHEV走行モードは40%EVモード／60%ICVモード、FCEV走行モードは40%EVモード／60%FCモード

注2：一度限りの購入インセンティブは考慮していない

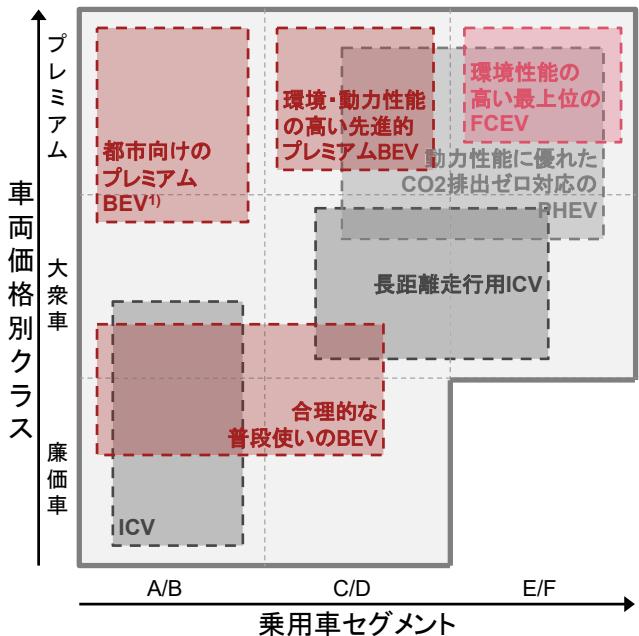
3

パワートレインのポートフォリオ
とコアケイパビリティをどのように
再構築するか

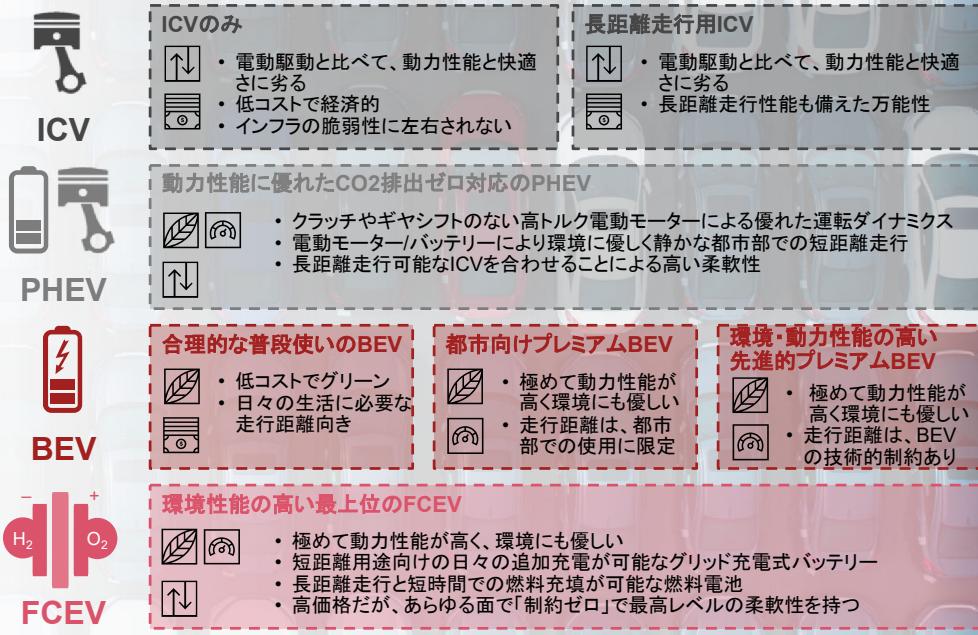
各パワートレインの特性は、車両ポートフォリオにおける各セグメントの顧客提供価値に沿った形で設計する必要がある

2030年の主なパワートレインと元型

主なパワートレインの種類



パワートレインの元型



将来期待されるパワートレインの性能にフォーカスした開発をしていくのが肝要である

パワートレインの性能と開発の注力領域

主なパワートレインのコンフィギュレーション

	ICV	<p>ICVのみ</p> <ul style="list-style-type: none"> A/Bセグメント 3~4気筒シリンダーガソリン 40-60kW 	<p>長距離走行用ICV</p> <ul style="list-style-type: none"> C~Eセグメント 3~4気筒シリンダーガソリンまたはディーゼル 60-150kW
	PHEV	<p>動力性能に優れたCO2排出ゼロ対応のPHEV</p> <ul style="list-style-type: none"> D/Eセグメント 3~4気筒シリンダーガソリン、80-200kW 100-200km電気(20-40kWh) 40-150kW電気 	
	BEV	<p>合理的な普段使いのBEV</p> <ul style="list-style-type: none"> A~Cセグメント 120-300km(20-50kWh) 40-80kW 	<p>都市向けプレミアムBEV</p> <ul style="list-style-type: none"> A/Bセグメント 150-250km(20-30kWh) 60-100kW
	FCEV	<p>環境性能の高い最上位のFCEV</p> <ul style="list-style-type: none"> E/Fセグメント 100-200km電気(20~40kWh)、グリッド充電(プラグイン) 水素500-800km(水素6-8kg) FC スタック常時80-120kW、アクスルピーク出力150-350kW 	

パワートレインの主な特徴

 サステナビリティ

 ダイナミクス

 柔軟性

 運営コスト

コンポーネント戦略への示唆

- ダイナミクスに優れたパワートレインは主にBEV/PHEVで提供
- 更なるダウンサイ징
- 4気筒以上はニッチ市場向けのみ
- ディーゼルは4気筒の150~200kWセグメントのみ
- 電動パワーの増加、ICVのパワーやダイナミクスの減少、複雑な変速機は最小限に
- 3~4気筒のエンジン、主にガソリン
- 低出力時のマニホールド噴射およびターボチャージ不使用
- セル/モジュールレベルで高い共通性を有する、拡張可能なバッテリーシステムのアーキテクチャ
- 出力は1軸で約150kW~200kWまでをカバーし、それ以上は主に2軸(4WD)で対応
- 持続可能な完全な製品ライフサイクル(ゆりかごから墓場まで)
- BEVを遥かに超える長距離走行性(水素5kg相当以上)
- 柔軟性を実現するためのグリッド充電式バッテリーによる「プラグイン」機能、および家庭/職場での低コスト充電
- FCは主に「レンジエクステンダー」として機能
- プラグインハイブリッド化にともなうコストアップの低減

提言

派生モデルはIndex 0.26
極力減らし
パワートレインと
その構成部品の
コアとなる性能を
高めていく



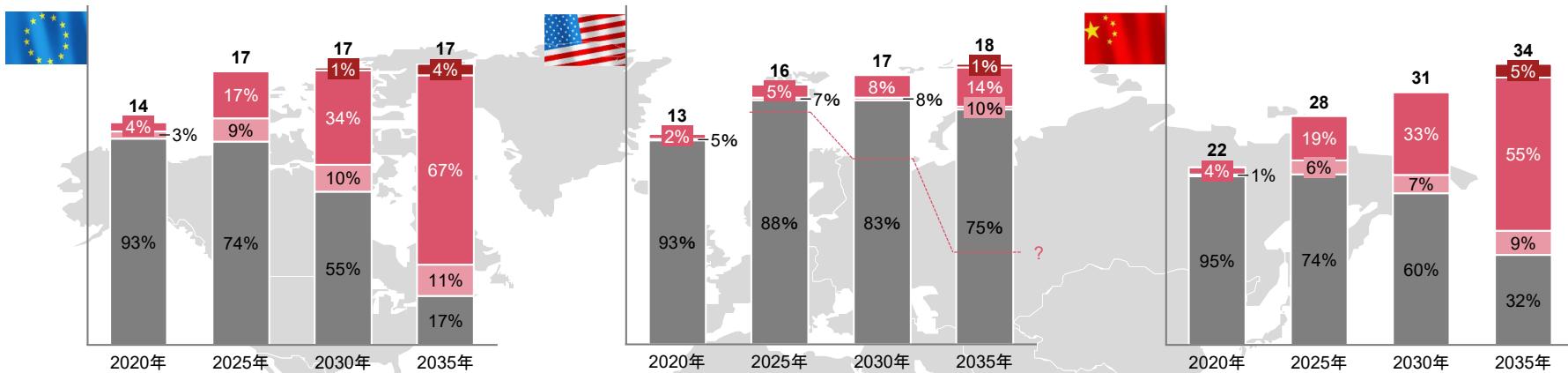
4

提言



中国とEUでは法規制の後押しを受けてBEVの販売台数が増加する見通し。米国は2021年の政権交代により状況が変わる可能性がある

電動車の見通し(新車販売台数と内訳 - 米国、EU、中国、単位:百万台)



EU28カ国

- 2030年にBEVの新車登録台数は約6百万台となる見込み
- 2025年以降は家庭用／商用／公共の充電インフラが十分に整備される
- 2020年以降は法規制による強力な後押しがある
- 継続的なBEVのコスト低減と顧客のBEVに対する受容性改善により、2025年以降、更に需要が加速する見込み

米国

- 2030年にBEVの新車登録台数は約1.4百万台となる見込み
- 比較的低成本な既存のICVが選択肢として存在するため、他地域よりもBEVの普及率が低い
- 州・および地方自治体毎の電動車への優遇政策が、地域ごとの市場ダイナミクスを支える
- 家庭用充電インフラの広範な普及は2030年より後になる見通し
- ただし2021年1月以降の新政権はカーボンニュートラルを重視しているため、BEVの販売台数を含め、状況が変わる可能性がある

中国

- 2030年にBEVの新車登録台数は約10百万台となる見込み
- 2022年には、優先度の高い主要都市や、交通量の多い主要な幹線道路沿いに公共の充電インフラが十分整備される
- BEVに対する消費者の需要はコンパクトカーセグメントから全セグメントへと拡大



FCEV



BEV



PHEV

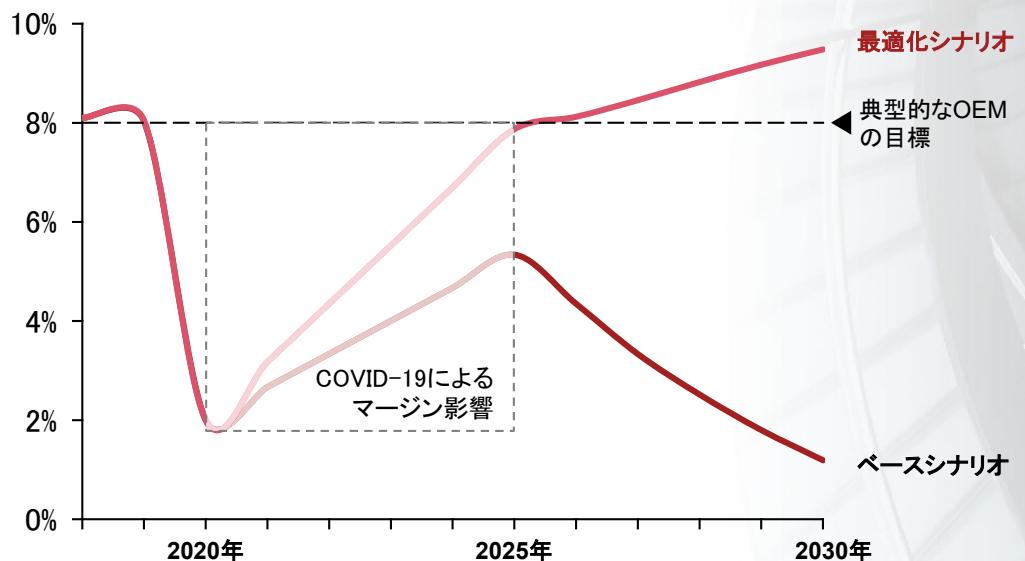


その他のHEV/ICV

収益性を守るには、早急に車両×パワートレインのポートフォリオを見直し、フォーカスした製品の開発とコストダウンを推進しなければならない

今後10年間の収益とコストの予測

自動車メーカーのマージン予測



示唆

ベースシナリオ：

- 電動車により自動車メーカーのコストは増加するが、価格の上昇は限定的となり、追加コストは完全にはカバーされない
- 電動車の販売台数の著しい伸長が見込まれる2024/2025年以降に既存のマーケットプレイヤーの大半にとって危機的な状況が訪れる見込み

危機的な状況を回避する最適化シナリオ：

- 顧客に認識される価値の最適化、および顧客の支払い意欲の向上の観点に基づく、ポートフォリオの再構築
- 将来期待されるパワートレインの性能へのフォーカスを含む、今後のパワートレイン・プラットフォームのコストダウンの推進

略語一覧

- AC= 交流電流
- ADAS= 先進運転支援システム
- BEV= バッテリー式電気自動車
- CARB= カリフォルニア州大気資源局
- CBU= Complete Build Up 完成車輸出
- CCS= Carbon dioxide Capture and Storage
- CCUS= Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage
- CFRP= Carbon Fiber Reinforced Plastics 炭素繊維強化プラスチック
- DC= 直流電流
- FCV= 燃料電池自動車
- FCEV= 燃料電池自動車
- FHEV= フルハイブリッド電気自動車(ストロングハイブリッド)
- HV= High Voltage(高圧)
- ICV= 内燃機関車
- IPCC= Intergovernmental Panel on Climate Change 国連気候変動に関する政府間パネル
- KD= Knock Down 現地組み立て輸出
- LiDAR= レーザーレーダー
- LoI= Letter of Intent 基本合意書
- MHEV= マイルドハイブリッド
- NEV= 新エネルギー車(P.38)
- OTA= 無線による遠隔での車載ソフトウェア更新機能
- PHEV= プラグインハイブリット
- QoS = サービス品質
- Tank to Wheel= 燃料タンクから車両走行による消費まで
- Well to Wheel= 一次エネルギーの採掘から車両走行による消費まで

第1章・第2章 著者、第3章 監訳者 紹介

第1章 新たな参加資格、第2章 自動車産業シナリオ2050(執筆)、第3章 新たなパワートレインの時代における収益性の確保に向けて(監訳)

赤路 陽太(あかじ・ようた) yota.akaji@pwc.com

PwCコンサルティング、Strategy&のディレクター。デンソー、リクルート、複数のコンサルティングファームを経て現職。自動車産業および情報サービス産業に精通し、新事業開発、事業戦略、事業変革、Go to Market、デジタルなどのテーマについて豊富なコンサルティング実績を有する。事業会社とコンサルティングファームの双方において事業の変革や開発を牽引した実績を有し、プラクティカルな支援を提供している。

第3章 新たなパワートレインの時代における収益性の確保に向けて(監訳)

室井 浩気(むろい・こうき) koki.muroi@pwc.com :

PwCコンサルティング、Strategy&のマネージャー。自動車、産業材など製造業分野を中心に、成長戦略、新規事業開発、デジタル戦略、アライアンス、組織・オペレーション改革などの多様なテーマで、数多くのプロジェクト実績を持つ。

尾留川 建斗(びるかわ・けんと) kento.birukawa@pwc.com

PwCコンサルティング、Strategy&のシニア・アソシエイト。自動車や機械加工、ロボティクスなどの製造業領域を中心に、中長期の成長戦略や新規事業領域の策定、事業モデル構築、オペレーション改革など幅広いテーマのプロジェクト実績を有する。

清水 祐哉(しみず・ゆうや) yuya.y.shimizu@pwc.com

PwCコンサルティング、Strategy&のアソシエイト。総合商社や国内インフラ企業などに対し、投資プロセスの最適化や中期経営計画策定などを支援している。

第3章 著者 紹介

Dr. Jörn Neuhausen “Staying profitable in the new era of electrification: Powertrain Study 2020”, “E-Mobility Sales Review Q3&Q4 2020”
PwC Consulting Germany, Strategy&, Director Electric Drives

Christoph Stürmer “Staying profitable in the new era of electrification : Powertrain Study 2020”, “E-Mobility Sales Review Q3&Q4 2020”
PwC Consulting, Global Lead Analyst

Felix Andre “Staying profitable in the new era of electrification: Powertrain Study 2020”
PwC Consulting Germany, Strategy&, Manager Electric Drives

Jörg Assmann “Staying profitable in the new era of electrification: Powertrain Study 2020”
PwC Consulting Germany, Strategy&, Automotive Partner

Annabelle Kliesing “E-Mobility Sales Review Q3&Q4 2020”
PwC Consulting Germany, Strategy&, Senior PR Lead

原文 “Staying profitable in the new era of electrification Powertrain Study2020”

問い合わせ先

PwCコンサルティング合同会社 ストラテジーコンサルティング(Strategy&)
✉ jp_cons_srtategy-info-mbx@pwc.com Tel 03-6257-0700



Part of the PwC network

strategyand.pwc.com

© 2021 PwC. All rights reserved.

PwC refers to the PwC network and/or one or more of its member firms, each of which is a separate legal entity. Please see [pwc.com/structure](https://www.pwc.com/structure) for further details.

Disclaimer: This content is general information purposes only, and should not be used as a substitute for consultation with professional advisors.