

商用車の脱炭素化への道筋

2021/12

三井物産戦略研究所
産業情報部産業調査第一室
西野浩介

Summary

- 世界が自動車の完全な脱炭素化を目指すなか、CO₂排出量が自動車全体の3分の1を占める商用車の脱炭素化は避けて通れない。しかし、乗用車では主流となるEV化が容易ではなく、その動きは遅れている。
- 商用車は、乗用車に比べて用途、車両サイズ、走行パターン等の違いが大きく、脱炭素化を推進するにはそれぞれに適した動力源を使い分ける必要があり、またそれぞれに普及に向けた課題がある。
- 商用車EV・FCVの導入は課題が多い一方で、走行距離が長く燃料費節約のメリットを出しやすいことやインフラ整備を集約しやすいことなど、乗用車より進めやすい面もある。実現に向けては、自動車だけでなく、幅広い業界が連携・連動して取り組んで行く必要がある。

1. 商用車の脱炭素化に向けた動き

世界でカーボンニュートラルを目指す動きが本格化する中、欧州を中心として、2030年代に乗用車の内燃機関車販売停止を打ち出す国が増えている。一方、商用車においてはこれまでのところ、乗用車ほどの急速な規制強化や新たな政策は見られない。しかし、商用車から排出されるCO₂は自動車全体の排出量の約3分の1を占めることから、完全な脱炭素化を目指すには避けて通れない。本稿では、世界における商用車の脱炭素化の現状を概観し、その手段、方向性と課題を考察する。

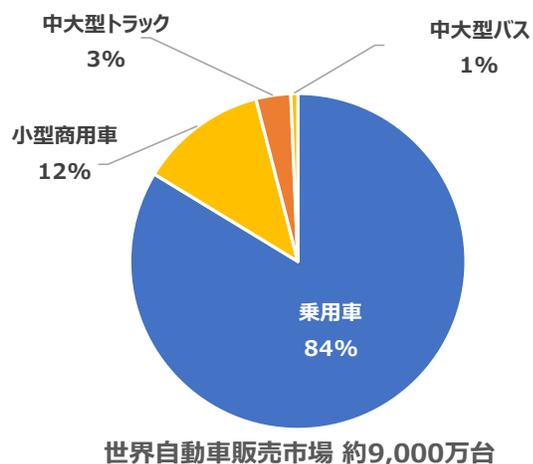
1-1. 商用車の脱炭素化の意味

自動車の世界市場は、コロナ前の2019年以前はおよそ9,000万台前後で推移していた。内訳は、乗用車が約7,500万台、小型商用車が約1,100万台、トラックとバスを含む中大型商用車が約400万台である。商用車は、台数では自動車全体の16%に過ぎない（図表1-1）。その一方、乗用車に比べて重く、1台の年間の走行距離が圧倒的に多い商用車からのCO₂排出量は、例えばEUでは、自動車全体の約3分の1を占める（図表1-2）。

ただし、乗用車より車体が大きく重い商用車は、駆動に大きなエネルギーを必要とすることから、今後、乗用車で主流となることが予想される電気自動車（BEV:以下EV）だけでは対応が難しく、排出削減とそのため動力源の転換も乗用車よりは進捗が遅い。商用車の脱炭素化の実現には、水素など他のエネルギー源をうまく組み合わせることが必要になると考えられる。

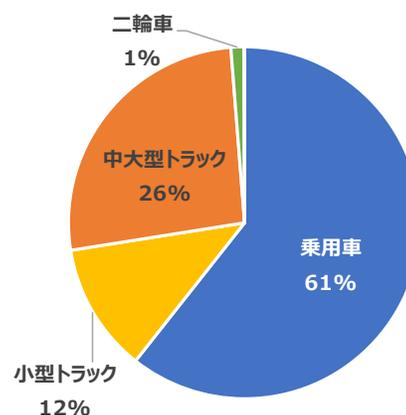
また、商用車は利用目的・形態・走行ルートや距離が明確で、ランダムに稼働する乗用車よりも計画的に運用でき、内燃機関車よりも高額なEVやFCV（燃料電池車）でも経済性を確保しやすい面を持っている。こうした商用車特有の有利不利を考慮しながら、商用車の脱炭素化がどのような形で進展するのかをみていきたい。

図表1-1 世界自動車市場の構成



出所：Frost &Sullivanなどのデータを基に三井物産戦略研究所作成

図表1-2 道路輸送部門のCO2排出量(EU)



出所：European Environment Agencyのデータを基に三井物産戦略研究所作成

1-2. 商用車市場と動力源構成

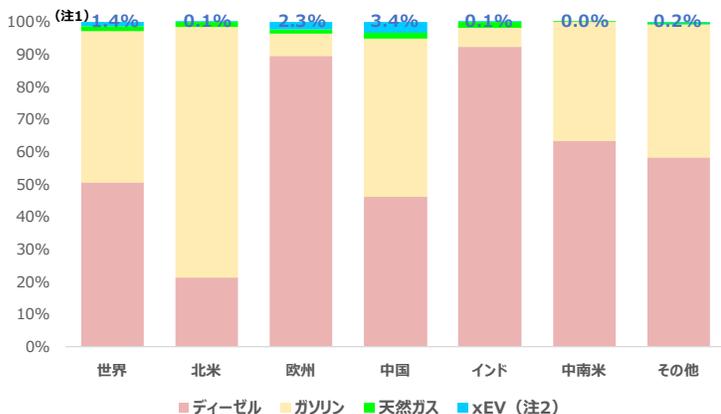
商用車は、車体サイズ・重量から小型（LCV：Light Commercial Vehicle）と中大型車（MHDV：Medium and Heavy Duty Vehicle）に分類され、また、貨物車（トラック）と乗用車（バス）にも分類される。そのほか特殊用途車などもあり、用途とサイズによってバリエーションが非常に大きい。

トラックの動力源別の市場構成をみると、LCVについては、世界全体ではガソリン車とディーゼル車がほぼ半分ずつ、天然ガス車とxEV（電動車：BEV、PHEV¹、ハイブリッド車を含む）が1.4%ずつとなっており、電動車の割合が3%近くに達している乗用車と比べて低い（図表2）。MHDVについては、ディーゼル車が9割以上を占め、天然ガス車が5%、xEVは0.5%と少ない（図表3）。いずれも地域によって構成比に違いがみられ、LCVでは乗用車同様、欧州と中国でxEVの比率がそれぞれ2.3%、3.4%と高いが、他の地域ではほぼゼロに近い。日本においては、従前よりハイブリッドバス・トラックが一定数導入されてきているが、BEVは三菱ふそうの小型トラックが少数販売されている以外に目立った実績はなく、極めて限定的とみられる。

¹ BEV：Battery Electric Vehicle（バッテリー式電動自動車）、PHEV：Plug-in Hybrid Vehicle（プラグインハイブリッド車）

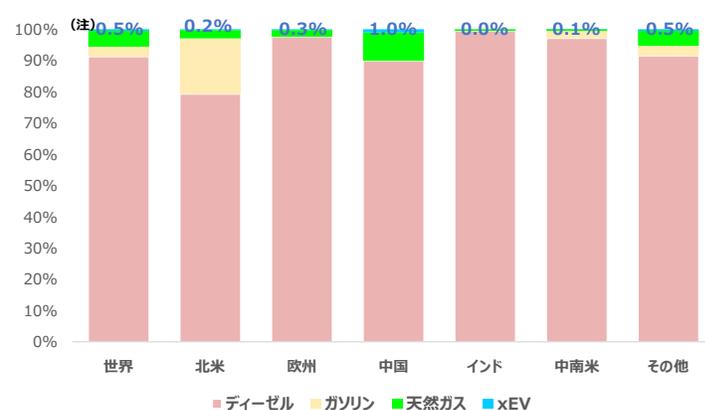
MHDVトラックにおいては、ガソリン車の比率が2割近い北米を除いて大部分はディーゼル車が占めるが、中国を筆頭に北米、欧州、その他地域では天然ガス車も一定の比率を占めている。

図表2 LCVトラックの動力源構成比率（2020年）



注1：青数字はxEV比率 注2：電動車。BEV、PHEV、ハイブリッド車を含む。
出所：Frost &Sullivan"Global Light, and Medium and Heavy Commercial Vehicle Outlook, 2021"を基に三井物産戦略研究所作成

図表3 MHDVトラックの動力源構成比率（2020年）



注：青数字はxEV比率
出所：Frost &Sullivan"Global Light, and Medium and Heavy Commercial Vehicle Outlook, 2021"を基に三井物産戦略研究所作成

一方、バス市場においては、トラックと比べて電動車の割合が高くなっている。2020年の世界におけるEVバスの販売台数は8.6万台で、バス市場の約15%を占めた。ただし、全体の9割にあたる7.8万台は中国市場における販売台数である。中国では、2000年代から中央政府主導で各都市においてEVバスの導入を積極的に進めた結果、世界で見ても圧倒的な普及台数となっている。

2. 各国における商用車の脱炭素化促進策

自動車の脱炭素化を促進するための手段は大きく分けて2つある。一つは自動車のCO2排出を減らすことを義務付ける規制を課すこと、もう一つは、EVなど、CO2排出は少ないが従来の内燃機関車より経済的負担が大きくなる車両を導入するユーザーに対して、補助金や税制上の優遇措置などの支援を行うことである。これら二つの相互補完が重要である。

2-1. 商用車のCO2排出削減に向けた規制

乗用車と同様、商用車についても、主要国・地域では企業に対して毎年販売した車の平均燃費を算出し規制をかけるCAFE（企業別平均燃費、中国ではCAFC）規制（欧州ではCO2排出規制）が導入されているが、規制のかけ方や厳しさは国・地域によってかなりの違いがみられる。

①欧州

乗用車において世界で最も厳しい規制を敷く欧州では、LCV、MHDVにも規制を設けている。規制対象期間はいずれも2020-2030年で、同期間内にLCVは31%、MHDVは30%の排出削減が求められている。乗用車に対して要求される削減率（37.5%）よりやや低い水準であるが、商用車における排出削減がより難しいことの表

れといえよう。

欧州では、乗用車同様、メーカーにEVやFCVなどのZEV²を一定割合販売することを求める、いわゆるZEV規制（中国ではNEV規制）は導入されていない。その一方、企業平均排出量の計算時に、ZEVやLEV³に対して特例を設け、平均排出量を引き下げるスーパークレジット制度（例えば1台販売した場合は2台とカウントでき、母数となる販売台数が大きくなることで、1台当たりの平均CO2排出量が少なくなるしくみ）を設けている。30%の排出削減は既存の内燃機関車の効率改善だけでクリアできる水準ではなく、規制に適合させるためには一定数のZEVやLEVを導入することが必要になると考えられる。

②米国

車種やサイズによって異なるが、2018年から2027年までの第2段階規制で、2017年実績比16～34%の燃費改善が求められている（図表4）。また、車両だけでなくディーゼルエンジンそのものの効率改善目標も設定されている。Vocational Truck（タンクローリー、コンクリートミキサー車、クレーン車などの特殊用途車両）については、ガソリン車とディーゼル車それぞれに目標値が設定されている。規制法案には、これらの目標を達成するための手段が記載されているが、ほとんどが既存の内燃機関や車両の効率改善で、EVなどを大量に導入することは想定されていない。ただし、欧州同様、既存技術の延長上で燃費改善を行うのは難しく、天然ガス車の比率拡大やEV、FCVの導入が必要になると考えられる。

図表4 EU、米国におけるLCV、MHDVのCO2排出／燃費規制

種別	EU		米国	
	CO2規制 (2020→2030)	ZEV優遇	燃費規制 (2017→2027)	ACT*2規制 (CA州)
LCV	<ul style="list-style-type: none"> 2025年までに▲15% (125g/km) 2030年までに▲31% (101g/km) (2020年147g/km対比) 	<ul style="list-style-type: none"> ZLEV*1販売割合が以下を超えた分平均燃費を優遇 2025年以降15% 2030年以降35% 	商用ピックアップ・バン (Class 2b-3) ▲16% Class 7-8トラクター▲25% トレーラー▲9% 業務用車両 (すべて) ▲24%	<ul style="list-style-type: none"> 州内販売の一定割合をZEVまたはNZEV*3 2024年規制開始、2021年から先行クレジット取得可能
MHDV	<ul style="list-style-type: none"> 2025年までに▲15% 2030年までに▲30% (2019年ベースライン対比) 	<ul style="list-style-type: none"> スーパークレジット制度 ZEV台数を2倍カウント 2020-2024年：最大平均排出3%分相当まで算入 2025年以降：販売台数の2%超分のみを算入 (2%は義務) バスを対象から除外 いずれも未達の罰則無し (2019.7 - 2020.6対比) 	ベースライン2017年 目標年2027年	カテゴリー別販売比率 2030年 Class 2b-3 30% Class 4-8 rigid 50% Class 7-8 tractor 30% 2035年 Class 2b-3 55% Class 4-8 rigid 75% Class 7-8 tractor 40%

*1 Zero/Low Emission Vehicle: CO2排出量が0-50g/kmの車両

*2 Advanced Clean Trucks

*3 Near Zero Emission Vehicle (PHEV)

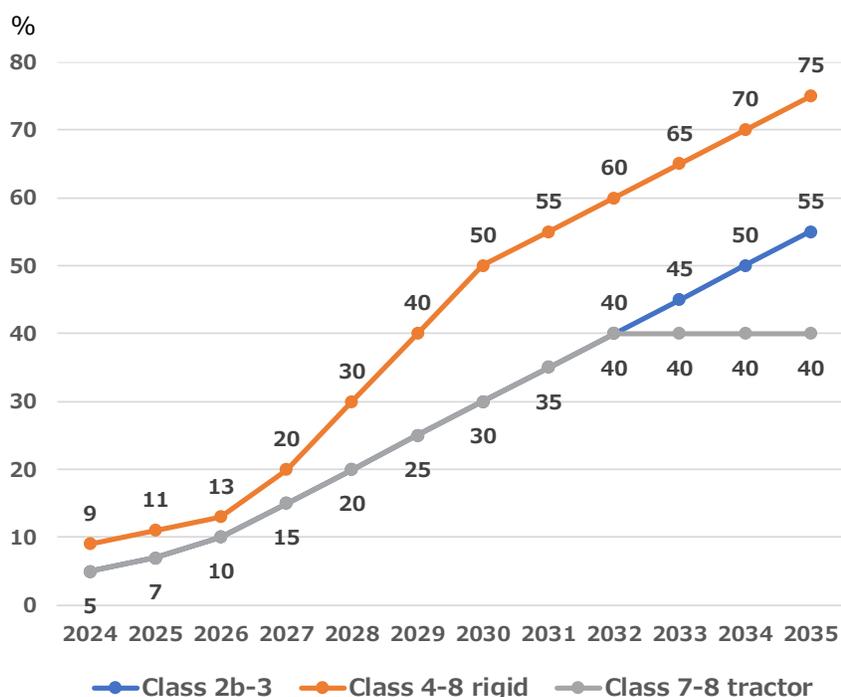
出所：ICCT情報を基に三井物産戦略研究所作成

2 Zero Emission Vehicle (走行中に排出ガスを一切出さない電気自動車や燃料電池車)

3 Low Emission Vehicle (ハイブリッドカーなどの低排出車)

カリフォルニア州は脱炭素化に向けた独自の規制体系を持っており、2045年までに州内で販売される中大型車をすべてゼロエミッション化することを目標とする排出規制、Advanced Clean Truck Regulations (ACT) を2020年に制定。2024～2035年の間にトラック製造業者が州内で販売するトラックの一定割合をZEVまたはNZEV (Near Zero Emission Vehicle:プラグインハイブリッド車) にすることを義務付けている。重量カテゴリーによって比率は異なるが、最大重量のClass7-8のトラクター (トレーラー) でも2032年に40%、Class 4-8のリジッドトラック (キャブと荷台が一体型のトラック) では2030年に50%、2035年には75%と非常に高いZEV化率を求めている (図表5)。

図表5 中大型車重量カテゴリー別ZEV販売比率



注：車両総重量: Class 2b-3 8,501-14,000 lbs. Class 4-8 over 14,001 lbs. Class 7-8 over 26,001 lbs.

rigid: 一体型トラック tractor: 牽引型トラック

出所: ICCT

また、同制度においては、メーカー側だけでなく、一定規模以上の流通業者や一般の製造業者などに対して製品の輸送状況、50台以上のトラック保有業者に対しては車両の運行状況の報告義務を設けており、2022年から適用を開始する (図表6)。これは、各分野でのZEV導入義務化を視野に入れたデータ収集を目的とするものである。

図表6 カテゴリー別ZEV化政策

Innovative Clean Transit (路線バス)

- 2040年までにフリートを100%ZEV化
- 2029年までに新規購入車100%ZEV化
- 小規模フリートへの猶予付与

Zero Emission Airport Shuttle (空港シャトルバス)

- 2035年までにフリートを100%ZEV化 (公共・民間共)
- 2023年ZEV化開始

Advanced Clean Fleets (フリートのZEV化義務)

- メーカーのZEV販売比率目標に連動 (市場確保)
- 2023年よりZEV化に適したカテゴリーから順次開始
- 大規模フリートで先行導入促進

Zero Emission Drayage Truck Concept (港湾トラック)

- 港湾周辺地域の環境改善を目的とする
- 2023年以降の全導入車をZEVとする
- 2035年時点の稼働車100%ZEV化

出所 : California Air Resources Board (CARB) プレゼン資料を基に三井物産戦略研究所作成

加えて、規制ではないが、カリフォルニア州を含む15州とコロンビア特別区では、2050年までにすべての中大型車をZEV化することに協力して取り組むことをうたった覚書を交わしている。これらの州および特別区でのトラック登録台数を合わせると米国全体の3分の1を占めるといふ。ACTは世界的に見てもひと際厳しい規制であり、米国ひいては世界の商用車の脱炭素化に推進に向けた試金石となるものといえよう。

③中国

2012～2014年と2014～2019年の2期に分けて、累計で22～27%の燃費改善を求める規制が敷かれていたが、それ以降の具体的な規制は設定されていない。乗用車では2035年までにZEV化率50%、ハイブリッドカーなどへのLEV化率50%の目標を掲げているが、それと比較すると商用車における脱炭素化へのロードマップは明確に示されていない。

④日本

日本の燃費規制では、2015年基準値と2025年基準値で3.7～18.3%の改善を求めているが、トラクター（日本で言うトレーラー）で3.7%、路線バスで5.1%と、求める改善幅は欧米と比較して小さい。2025年以降の規制が明示されていないことも含め、厳格な規制体系にはなっていない。

2-2. 新エネルギー車導入促進のための経済的支援

脱炭素化を進める上で、燃費・排出規制の強化と両輪を成すのは、EVやFCVなどの導入やインフラ整備に対する補助金や税制優遇措置などの公的支援である。規制がムチなら公的支援はニンジンで、どちらか一方では進まない。EVやFCVの車両コストは従来の内燃機関車と比較すると相当高い。商用車の中でも公共部門で使われることが多いバスに対して、主に民間部門で使われるトラックは、運用コストを含めた経済性

が最も重要な選定基準となる。特にEVに関しては、燃料費と保守費用が内燃機関車より少なくてすむため、購入時のユーザー負担を軽減できれば導入のハードルが下がる。車両コストに対する補助金等の支援は最も有効な施策となる。

各国・地域では、車両サイズやカテゴリーに応じた購入補助金を設定しているが、金額や補助割合は国や地域によって差が大きい（図表7）。欧州においては、ドイツや英国など比較的高額の補助金を設定している国もあれば、フランスなど少額の国もあり、またオランダでは都市単位で支給するなど、国によりばらつきがみられる。中国では最大20万円の補助金が設定されているが、乗用車同様、今後は徐々に減額されていく方向である。いずれも乗用車向けと比較すると高額であるが、商用車の車両コストに占める割合は乗用車ほど高くない。一方、米国カリフォルニア州においては最大15万ドル、カナダ・ケベック州では車両価格の3分の1（最大10万カナダドル）など、ZEV導入に積極的な一部の州では高額な補助金が設定されている。日本では、既存の内燃機関車との差額の一定割合額を補助する形となっており、補助幅はEVで3分の2と大きい、年間予算は限られており、大量導入を想定したものではない。

図表7 各国・地域別商用電動車の導入促進策

	導入促進策
欧州	<ul style="list-style-type: none"> EU: Clean Vehicle Directiveによって公的部門でのトラック・バス調達における2030年のクリーン車両（水素、電気、天然ガス、バイオメタン、液体バイオ燃料、合成燃料、LPG）比率目標を設定（中大型トラック：7-15%、バス：33-65%）（A） ドイツ：EVトラック購入に対して1.2万～4万ユーロ補助。バス及びトラックフリートオペレーターに対して12億ユーロ更新費用補助（B） オランダ：2025年までに最大25都市でゼロエミッション地域設定（電動商用車の利用を促す見込み）、アムステルダムが電動商用車の購入費用20%（最大4万ユーロ）補助（B） 英国：EVバン・トラック購入に最大2万ポンド補助（B） フランス：イル・ド・フランス県が電動トラック（3.5-7.5t）に対し最大9千ユーロ補助（B） イタリア：グリーントラック購入時に最大2万ユーロ補助（B） スイス：ディーゼルトラックへの道路税強化によってFCEVトラック導入促進
中国	<ul style="list-style-type: none"> 中央政府がNEVの電池容量、バス走行距離、トラック重量に応じて最大20万円購入補助、一部地方政府が半額補助（B） 走行距離400km以上のEVに対して25,000元、250-300kmのEVに対して18,000元、PHEVに対して15,000元を補助、CV-FCEV、CV-BEVに対しては50,000～80,000元を補助（B） 補助金支給額は2021年に前年比20%減、2022年に30%減
米国	<ul style="list-style-type: none"> 15州とワシントンDC：2030年迄に中大型商用車の新車販売の30%、2050年迄に100%をZEV化（A） カリフォルニア州 <ul style="list-style-type: none"> - Hybrid and Zero-Emission Truck and Bus Voucher Incentive Project (HVIP)：最大15万ドルの購入時補助、総額1.2億ドル支給。NY、NJ、MA州で同様の制度を導入（B） - Innovative Clean Transit Rule：2029年までにすべてのバスをZEV化、Advanced Clean Truck Rule：トラックメーカーに対してLDVの一定割合のZEV化を義務付け（NJ州が導入）（C） - 大規模ユーティリティ企業に対してHDTの電動化提案を義務付ける法制化（SCEが5年間でトラック・バスの充電ステーション整備に300万ドル投資、PG&Eが商用ZEVのコスト軽減目的のサブスクリプションプラン提案（C）
カナダ	<ul style="list-style-type: none"> 連邦：Infrastructure Growth Plan：15億カナダドルを投じて公用ZEバス5,000台調達、5年間で追加27.5億ドルを投じてトランジットバスとスクールバスのZEV化（D） ケベック：電動トラック購入時に最大7.5万カナダドル補助、BC：商用ZEV購入時に車両価格の3分の1（上限10万カナダドル）補助（B）
日本	<ul style="list-style-type: none"> 2030年までに1,200台の水素燃料電池バス導入目標（A） 標準的燃費水準車両との差額の一定率を補助（PHEV、HEV：1/2、EV：2/3）（B） 電気自動車用充電設備の導入費用の1/2（B）
その他	<ul style="list-style-type: none"> ニュージーランド：2025年以降公用バスの新規購入をZEVに限定、2035年までに全てZE化（予算5千万NZドル）（D） チリは2040年、コロンビアは2035年までに公用バスフリート電動化目標（A） インド：FAME-II programmeで最大7,000台の公用バス購入補助（D）

制作カテゴリー：導入目標数値設定（A）、車両購入補助（B）、フリート切り替え義務化（C）、公的部門による導入（D）
 出所：IEA “Global EV Outlook 2021”、ZEV Alliance “Moving Zero-Emission Freight Toward Commercialization”、国土交通省ウェブサイトに基づき三井物産戦略研究所作成

2-3. 各国・地域の脱炭素化促進策の違い

商用車の脱炭素化規制とEV・FCVなどの新エネルギー車導入支援の地域毎の傾向を纏めると、欧州ではCO2排出規制の強化幅が大きく、相当数のEVやFCVの導入を進めないと規制に適合させるのが難しい設定になっている。しかし、補助金など金銭面での支援は、乗用車と違い、車種によっては内燃機関車との差額を埋めるのに十分な金額とはいえない。現状の支援レベルでは、十分な数のZEV、LEVの導入が進むかは疑問が残る。

米国（連邦政府）の燃費規制も欧州同様かなり厳しい規制体系となっているが、補助制度は各州に委ねられており、カリフォルニア州をはじめとする数州以外での補助制度は限定的である。そうした中で、カリフォルニア州ではACT規制を含め、ひと際厳しい規制体系と対になる高額の補助金など、CO2低排出車導入の促進策を打ち出している。米国は、乗用車を含め、連邦レベルでの自動車の脱炭素化に向けた動きが鈍く、同州を筆頭にした積極的な10数州（連邦規制とは異なる、カリフォルニア州に準ずる規制を適用する、いわゆるSection 177 States）が米国全体の先導役となっており、ここでの取り組みが脱炭素化の行方を左右することになる。

中国ではバスのEV化が先行し、次いで乗用車を急速に進めてきたが、中大型トラックにおいては、乗用車のような厳しい燃費規制が設定されておらず、補助金制度も特段充実していない。また中大型トラックは新エネルギー車導入のロードマップから除外されており、現行制度下では脱炭素化の進展には時間を要する可能性がある。今後の規制および脱炭素化政策の動向を見極める必要がある。

日本の燃費規制は欧米に比べると緩やかなものであり、購入補助金などの支援予算も限られていることから、乗用車と同様、急速にEVやFCVの導入を促すものではないと考えられる。

3. 商用車の脱炭素化に向けた動力源の選択肢と棲み分け

3-1. 脱炭素化に向けた動力源の選択肢

脱炭素化に向けた動力源の候補となり得るものはいくつかある（図表8）。商用車でも主流となることが予想されるEVは、再生可能エネルギー電力を使用した場合のCO2排出削減効果は大きいですが、搭載可能なエネルギー量が小さいため、長距離走行が必要な用途や大型・大重量車両には適さない。これに対して、FCV（水素燃料電池車）や水素エンジン車は、搭載エネルギー量が大きく、大型車両、長距離走行に適している。しかし、天然ガスの水蒸気改質反応によって生成されるグレー水素を使用する場合には、GHG排出量がディーゼル車と同等になり、排出削減効果はない。排出を減らすためには、ブルー水素（CCS：Carbon dioxide Capture and Storageにより製造過程で出るCO2を地中に貯留）、グリーン水素（再生可能エネルギー電力により水を電気分解して発生させた水素）を使用しなければならないが、現状では、ブルー水素、グリーン水素の製造コストはディーゼル燃料と比べて高く、車両コストを含めた総運用コスト（TCO）ではさらに大きく上回る。また、大量のエネルギーを必要とする大型車両、長距離走行には液体水素や水素合

成燃料などの液体燃料が必要となり、車両コストや燃料コストはさらに嵩む。

バイオ燃料は、理論上CO2を吸収していること（CO2ネットマイナス）に加え、内燃機関の軽微な改造と充填インフラ（ガソリンスタンド）の流用が可能で、追加コストは少なくて済むメリットがあるが、燃料製造能力に限られ、コストも非常に高いため、航空燃料などでの利用が優先され、陸上輸送用には供給が限定される。

天然ガス燃料は、ディーゼル燃料と比較していずれも小幅ながら燃料・総運用コストとCO2排出削減の両面でメリットがあり、排気ガスの排出量も少ないことから圧縮天然ガス（CNG）車で一定の市場シェアを持っている。ただし、CNGは搭載可能なエネルギー量や出力でディーゼルに劣るため、中型以下で走行距離が短い用途限定となる。大型車両・長距離用途ではLNGトラックが選択される。CNGよりも車両コストが高く、専用の充填インフラ整備が必要だが、すでに実用化されていることから、グリーン水素エネルギー車が普及するまでのつなぎの役割を担う。

このように、商用車の動力源には、CO2排出削減の程度や車両・燃料コスト、インフラ整備の必要性などそれぞれの面でメリットとデメリットがある。商用車は、用途による車両サイズ、走行距離などのバリエーションが大きく、動力源の使い分けが必要になる。

図表8 自動車の動力源別の特徴

	天然ガス(LNG)	バイオ燃料	EV	水素燃料電池	水素エンジン
特徴	GHG削減率は低いがコストは安くすでに普及	理論上CO2を吸収するも量産化が困難・高価	エネルギー密度に限りあり大型・長距離には不向き	脱炭素と高エネルギー密度両立もコスト削減が課題	エンジンのエコシステム流用可能
搭載可能なエネルギー量	大	大	小	中（気体水素） 大（液体水素、水素合成燃料）	
CO2排出	▲10%	ディーゼル排出の30%吸収	▲50%	グレー水素：同等 ブルー水素：▲50% グリーン水素：▲70%	同左
製造コスト	+8%	+8%	+30%	+17%	+20%
燃料コスト	▲15%	2.2倍	▲20%	グレー水素：同等 ブルー水素：+5% グリーン水素：+50%	同左
総運用コスト	▲2%	1.6倍	+20%	グレー水素：+10% ブルー水素：+17% グリーン水素：+40%	GY：+8% B：+11% GN：+32%
メリット	・技術確立・既存インフラ活用可 ・コスト安	GHGネットマイナス	・GHG削減率高 ・燃料コスト低	ブルー、グリーン水素でGHG削減率高	左記に加え、既存サプライチェーン利用可
デメリット・課題	CO2削減率低	・燃料コスト高 ・生産量に限界	・車両製造コスト高 ・大型は不利 ・RE発電の必要性	・GHG削減コスト高 ・技術開発必要 ・インフラ整備必要	左記に加え、NOxなど排出残る

注：CO2排出、製造コスト、燃料コスト、総運用コストはすべてディーゼル燃料（車）との比較

出所：Frontier Economics社“CO2 EMISSION ABATEMENT COSTS OF GAS MOBILITY AND OTHER ROAD TRANSPORT OPTIONS”などを基に三井物産戦略研究所作成

3-2. 車両用途等による動力源の棲み分け

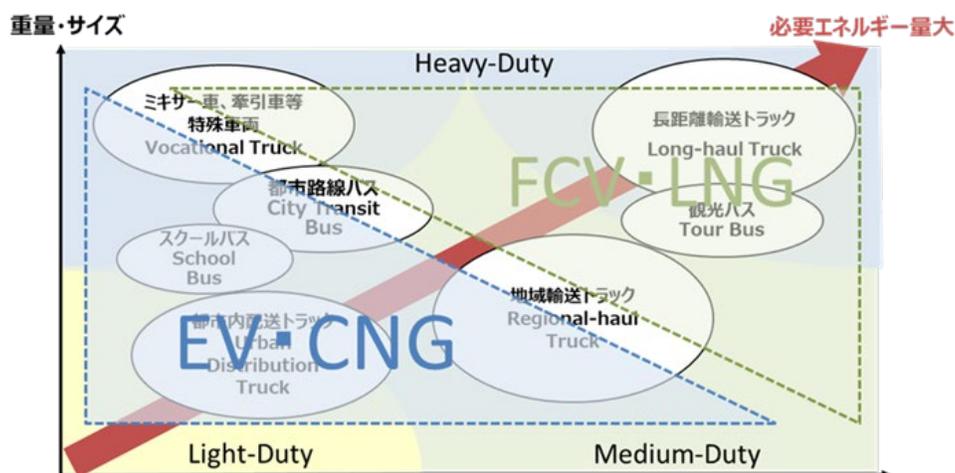
図表9、10は、商用車のサイズ・用途等の分類と各条件に適したパワートレインを示したものである。都市の配送用トラックは、中型以下で1日の走行距離が限られていること、中低速走行中心で走行・停止のサイクルが短く高頻度であること、また、都市内で特に重要になる排気ガスゼロ、静粛性が高いことなどからEVが適している。都市のごみ収集車も同様である。これらの対極にあるのが、大型・長距離輸送用トラックで、大量のエネルギーを必要とすることから、LNGや液体水素、水素合成燃料など液体燃料で駆動するFCVや水素エンジン車、LNG車が適している。

図表9 商用車のサイズ・用途・環境・走行距離およびパターンと各条件に適したパワートレイン

セグメント	用途	走行距離 (年・日)	走行環境	走行パターン	各条件に適した パワートレイン
Medium-duty	都市内配送	45,000km/年 130km/日	都市	短距離移動、 一時停止	EV、CNG車
	ごみ収集	25,000km/年 70km/日	都市	短・中距離移動、 一時停止繰り返し	EV、CNG車
	建設・ ユーティリティ	50,000km/年 140km/日	都市、郊外、 田舎	中距離移動、 一時停止少	EV、FCV、CNG車
Heavy-duty	長距離輸送	150,000km/年 430km/日	幹線	長距離巡航、 一時停止少	FCV、LNG車
	地域輸送	100,000km/年 285km/日	都市周辺 幹線	短・中距離移動、 一時停止繰り返し	EV、CNG車
	ダンプカー、 ミキサー車	50,000km/年 140km/日	都市、郊外、 田舎	オフロード走行、 高荷重走行、 一時停止少	FCV、CNG車

出所：Frost & Sullivan“Global Medium/Heavy-duty Commercial Vehicle Market Outlook, 2020”などを基に三井物産戦略研究所作成

図表10 商用車の用途・車種別の重量・サイズと走行距離の分布

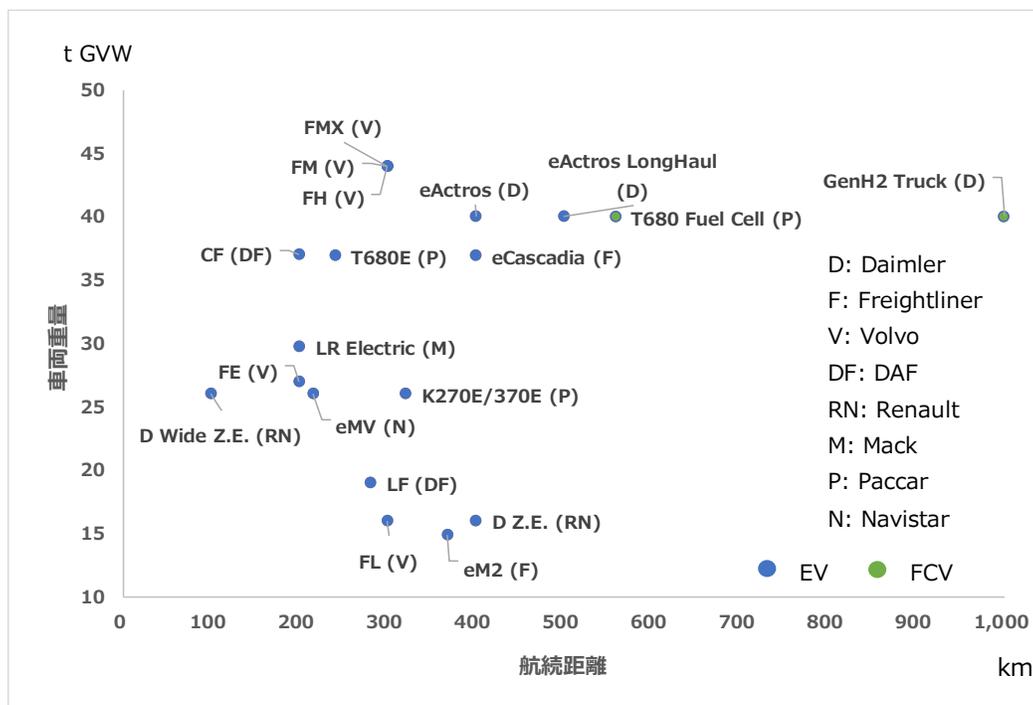


出所：各種情報を基に三井物産戦略研究所作成

走行距離

実際にこれまでに発売されたものと、今後発売が予定されているEV、FCVトラックの車両重量と航続距離の分布を見ると(図11)、EVトラックの満充電での走行距離は大部分が200~400kmの範囲にあり、長距離輸送トラックに必要な航続距離には届いていない。これに対して、FCVトラックの航続距離は現行のT680 FCEV (Paccar社)が560km、2023年に発売予定のGenH2 Truck (Daimler社)では1,000km超となっている。

図表11 EV・FCVトラックの重量・航続距離分布



t:トン GVW:Gross Vehicle Weight (車両重量に最大積載重量を加えたもの)
出所:各社ウェブサイトを基に三井物産戦略研究所作成

3-3. 運送事業者のEV・FCV転換事例

① 運送事業者フリート

ここ数年、大手の輸送事業者が都市配送用などの数百台から1万台を超える保有車両をEVやFCVに転換する動きが相次いでいる(図表12)。これらは主に中小型車で、1日あるいは1シフトの走行距離が100km前後と限られているため電池の容量は少なく済む。短距離の走行と停止を繰り返すため、アイドリングストップの必要がないEVが適している。EVは排気ガスや騒音の心配がないため都市環境に優しく、内燃機関車の侵入を制限している都市での利用が可能であるなど、メリットがデメリットを大きく上回る。また、これら大手企業の多くは2050年のカーボンニュートラル目標の一環で自社フリートの脱炭素化を進めていることに加え、顧客である荷主も自社製品のカーボンニュートラルな輸送を求めるようになっており、こうした状況がEV・FCVへの転換を後押ししている。

このようなフリートの導入・運用・保守を、政府の車両購入補助金やインフラ整備補助を活用して経済性を確保しながら、企業カーボンニュートラルニーズを織り込み事業を最適化していく動きは、今後、活

図表12 輸送事業者のEV・FCVフリート導入実績と計画

企業名	地域・国	発表年	計画・目標
JD	中国	2017	2022年までに全てのフリート（1万台以上）を新エネ車に転換
SF Express	中国	2018	1万台のEV配送車を配備
Suning	中国	2018	独立系小売企業が5千台の新エネ配送車を配備
FedEx	世界	2018	2040年にフリートネットゼロ排出化、カーボンニュートラル操業
Ingka (Ikea)	世界	2018	主要都市で2020年、全都市で2025年までにネットゼロ配送
Anheuser-Busch	米国	2019	最大800台の水素燃料電池HDVをNikolaに発注
DHL	世界	2019	中期にメール・小包EV配送化、2050年に物流ネットゼロ排出化
H2 Mobility Association	スイス	2019	19の小売企業が現代の水素トラックサービスに投資、最大1,600台の大型ゼロ排出トラックを配備
日本郵便	日本	2019	2021年までに1,200台の郵便・小包配送用車を導入、2050年までにネットゼロ配送化
UPS	北米	2019	1万台の小型EV配送車を発注
Amazon	世界	2020	Rivianに小型電動車10万台発注、2040年にネットゼロ排出化
Walmart	米国	2020	全てのフリートを2040年までに電動化
佐川急便	日本	2021	宅配事業用軽自動車7,200台をEVに転換
SBSホールディングス	日本	2021	ラストマイル物流車両2,000台をEVに置き換え

注：青色はEV、緑色はFCV

出所：IEA Global EV Outlook 2021等の情報を基に三井物産戦略研究所作成

発化していくものと考えられる。

②大型FCVトラック

トラックの脱炭素化に向けた規制（Advanced Clean Trucks）と促進策をしる米カリフォルニア州では、San Pedro Bay Ports（ロサンゼルス港とロングビーチ港）と市内のコンテナ輸送を担うDrayageトラックにFCVを導入している。港周辺のコミュニティの環境改善を目的として、管区内の大型トラック17,000台を2035年までにゼロエミッション化することを目標に掲げている（図表13）。

当初、同トラックの運用に要求されていた性能は、港と市内の数十キロを1日3～5往復、走行距離320kmで、この場合給油は、ディーゼル車では2～3日に1回、天然ガス車では1日1回必要とされていた。しかし、実際には、1日で16.5時間稼働して走行距離が687kmと想定の上2倍以上となった。FCVトラックはこれを途中充填なしで可能にした。仮にEVで運用したとすれば、1日の稼働中に2～3時間のフル充電が1回必要となり、求められた稼働率を達成することは難しい。この距離を1回の充電で走りきるためには、1,100kWhという大容量の電池が必要となり、FCVと比較して車両重量が6トン増えることになる。1回の輸送距離がさほど長く

ない場合でも、1日の稼働時間が長い場合には、EVでは難しく、FCVに優位性があることが示されている。

図表13 水素燃料電池車の導入例

米国CA州San Pedro Ports (LA、Longbeach) でのFCV Drayageトラック

- 周辺地域の環境改善を目的として管区内の大型トラック17,000台を2035年までにゼロエミッション化
- 2つの港とロサンゼルス市内の物流拠点間の往復コンテナ輸送を実施

【港湾でのFCV使用メリット】

- 無充填で1日600km以上の連続走行が可能（EVでは途中で数時間の充電が必要）
- BEVより軽量：同様のトラックでBEV駆動の場合1,100kWhの電池が必要（対FCV比6トン増）
- 港を水素充填拠点とするハブ・アンド・スポークモデルにより1～2拠点での運用が可能

【トラック要求性能】

日当たり走行距離：320km 3～5往復
給油：ディーゼル 1回/2～4日 ガス 1回/1日
車両重量：32.5トン（輸送重量最大20トン）
総走行距離：80万キロ以上
車両寿命：8年以上
想定稼働率：90%

【稼働サイクル】

稼働時間：16.5時間
走行距離：687km
速度：最高95km/h 平均42km/h
燃料電池出力：最高131kW 平均62kW
駆動エネルギー消費：869kWh
総エネルギー消費：927kWh
水素消費量：57kg
水素消費率：8.3kg/100km
燃料充填時間：20分/60kg



Ballard社製燃料電池スタック搭載 Kenworth社製トラック
[Drayage_Trucks_WP_May_2019.pdf \(ballard.com\)](#)

出所：Ballard社ウェブサイトを基に作成

4. 商用車の脱炭素化に向けた課題

4-1. EV・FCVに向けた課題①：コスト

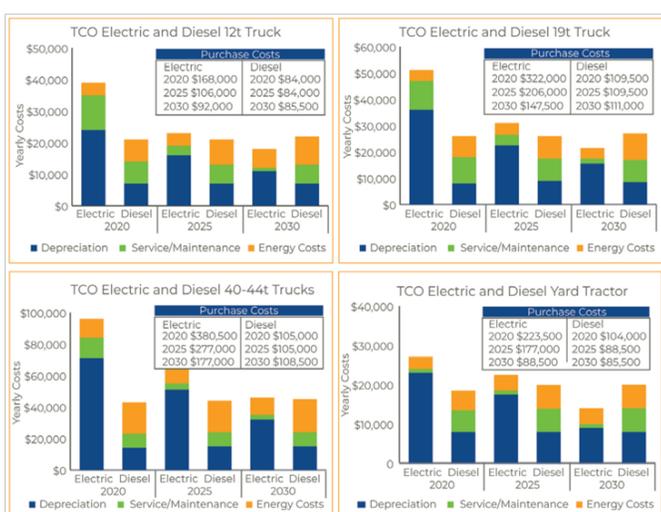
EVトラック普及に向けた最大の課題は車両コストであり、その中でも大きいのが電池コストである。過去10年で車載電池価格はおよそ10分の1になったといわれている。しかし、図表14のTCO（総運用コスト）試算にあるように、乗用車の3～10倍となる大容量の電池が搭載されるEVトラックの車両コスト（償却費）は、ディーゼル車のコストを大きく上回り、大型になるほどその差は大きくなる。一方、燃料費（電気代）はディーゼル車の半分から3分の1程度で済む。内燃機関車より構造がシンプルであることから、保守費用も将来的には相当削減される可能性がある。従って、多くの予測にあるように、電池コストが現在の半分程度に下がれば、2020年代半ば～2030年頃には電池容量が比較的小さい小型商用車から徐々にEVのTCOがディーゼル車のそれを下回り、導入が進むだろう。

ただし、生涯走行距離が50～100万キロ超に達する車両の場合、車載電池が交換なしで持ちこたえられるのか、現状では実地検証例がなく未知数である。また、乗用車にも言えることであるが、石炭火力発電などコストは安いCO2排出量の多い電力を使用している国や地域の場合、再エネ発電に切り替えた結果コストアップになる可能性もあり、その場合はEVのTCOが下がるのにより時間を要する。

一方、FCVについては、図表14で示すように、TCO削減に向けては燃料の水素コスト削減が最大の課題となる。グレー水素は天然ガスの改質により生成されるため、天然ガス燃料に改質・圧縮・貯蔵のコストを加えると、ディーゼル燃料と大きく変わらない。脱炭素化に貢献し得るグリーン水素は、水電解コストの占める割合が大きく、2030年時点でもディーゼル燃料並みに下げるのは容易ではないと予想される。グリーン水素のコストは、水電解装置の効率や再生可能電力のコストに左右され、車両側でコントロールできる要素は少ない。水電解を行うための再エネ電力が低コストで使用できる地域においては、より早くTCOが下がる。

EVもFCVも、再エネ電力が低コストで使用できる地域で普及が先行することが予想でき、またそうした地域でなければEVやFCVに転換する意味は薄れる。

図表14 ディーゼルとEVトラックのTCO試算

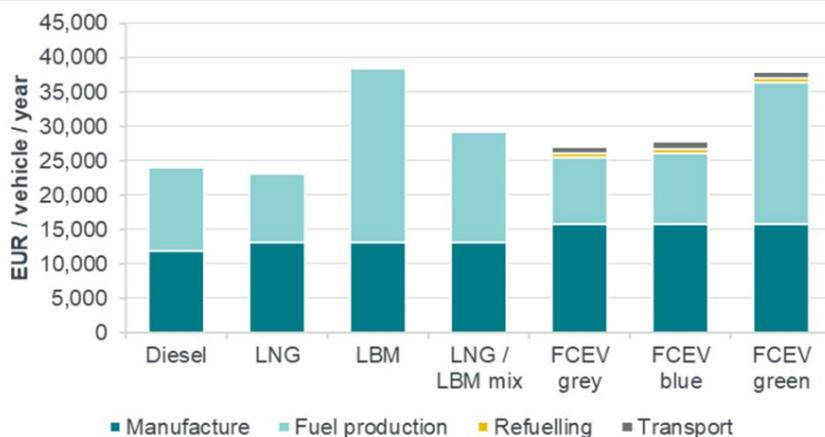


- 【試算の前提】**
- 車種ごとの電池搭載量
 - 12t (Cargo Van) 180kWh
 - Y19t (MD Regional) 220kWh
 - 40-44t (HD Long-haul) 300kWh
 - Yard Tractor 150kWh
 - 車載電池価格の低下
 - 2020年 150ドル/kWh
 - 2024年 94ドル/kWh
 - 2030年 62ドル/kWh
 - EV電費効率上昇
 - 1.6kWh/km (2020)→1.25kWh (2030)
 - ディーゼル燃料価格 上昇
 - 電池耐用走行距離 10万Km
 - 車両耐用年数
 - 12t : 8.5年 19t : 9年
 - 40-44t : 5.5年 Yard : 10年

出所 : Moving Zero-Emission Freight Toward Commercialization

出所 : [Moving zero-emission freight toward commercialization | Zev Alliance](#)を基に三井物産戦略研究所作成

図表15 トラックのパワートレイン別年間運用コスト試算 (2030年)



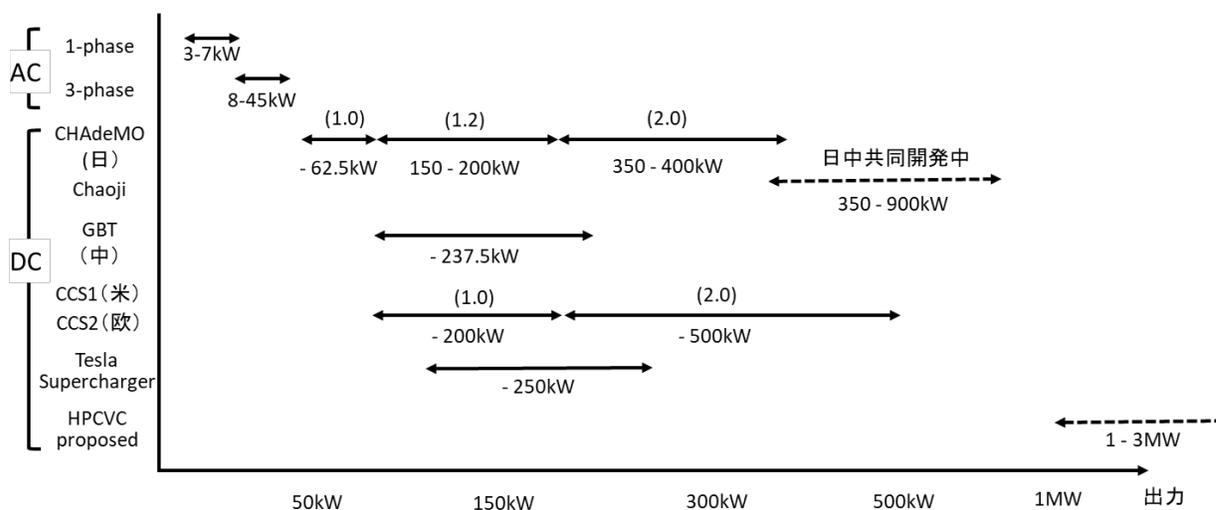
LBM : Liquid Biomethane

出所 : frontier Economics "CO2 emission abatement costs of gas mobility and other road transport options"
<https://www.frontier-economics.com/media/4643/carbon-abatement-costs.pdf> を基に三井物産戦略研究所作成

4-2. EV・FCV普及に向けた課題②：充電・充填インフラ

整備商用車EVの普及に向けてのもう一つの課題は充電インフラの整備である。昨今、乗用車EVにおいても、電池容量の増加にともない急速充電（直流充電）の高速化(高出力化)が進められている。商用車EVの電池はさらに容量が大きいことから、従来の急速充電の出力では時間がかかり、稼働率重視の商用車では実用性が低い。現状で整備されている充電器は乗用車と共用の50～150kWが中心で、商用車では一般的な300kWhの電池でも充電に最短で2時間かかることになる。より高速な充電器の規格としては、欧米のCCS（Combined Charging System）、日本のCHAdeMO 2.0、日中共同開発のChaojiなどがあるが、本格的な配備はこれからである（図表16）。これに加えて、現在、CCSから派生したHPCVC（High Power Commercial Vehicle Charing Task Force）とTeslaが、1～3MWの超高速充電器の規格策定に取り組んでいる。充電器の高出力化は技術的には可能であるが、電力系統への負担や電池の高圧大電流に対する耐久性能確保は課題として残る。

図表16 各国・地域の急速充電器規格



HPCVC: High Power Commercial Vehicle Charging Task Force
出所：Frost & Sullivan社他の各社情報を基に三井物産戦略研究所作成

世界的に見ても走行台数が限られるFCV向けの水素ステーション数は、2020年時点で世界で560カ所に過ぎず、ドイツ、米国（カリフォルニア州）、中国など一部の国・地域に限られている。水素充填ステーションは設備コストが1拠点当たり数億円と高額であるため、1拠点での充填量を大きくすることで単位量当たりのインフラコストを抑える必要がある。1台当たりの1回の充填量が少なく、行動範囲が限定されていない乗用車では経済性を得にくい。1回の充填量が多く、また行動範囲やルートがあらかじめ規定されていることが多い大型商用車では、インフラの設置場所と充填能力の最適化が図りやすい。特に、まとまった台数を保有・運用する企業や組織であればスケールメリットを得やすくなる。この点は、先述の超高速充電でも同じことが言えよう。

4-3. 商用車の脱炭素化に向けて必要な取り組み

商用車の脱炭素化に向けた取り組みは始まったばかりで、課題も多い。その最大の理由は、乗用車と比べて車両サイズが大きく重量があるため、EV化が困難なことにある。特に500kmを超えるような長距離を走行することが多い大型トラックは、現在の電池技術では実用性を欠き、FCVなどに頼らざるを得ない。車両サイズや走行距離など、それぞれの特性を活かしながら複数の動力源を使い分けていくことが求められる。

商用車は生産財であるため、選択の際には、デザインや走行性能といった商品性ではなく運用効率や経済性が優先される。より高い経済性を実現するために稼働率を最大限に高めようとするところから、年間あるいは生涯走行距離は乗用車よりはるかに長く、消費エネルギーも大きくなる。その結果、車両・設備コストに対して燃料費を含む運用コストの割合が大きくなる。EVは燃料費が安いことに加えて構造が単純なため、内燃機関車と比較して保守費用が少なくすむことから、商用車ではコストメリットが出しやすいといえる。加えて、前節で述べた輸送業者の例のように、特定の企業や組織がまとまった数の車両を計画的に運用する場合には、走行範囲や時間による効率的な車両シフトや、充電インフラの適切な配備を行い、さらに効率的・経済的に運用することで内燃機関車に劣らぬ経済性を実現していくことが可能になると考えられる。また、商用車の車載電池は大型でリース物件も多く所在が把握されていることなどから回収コストが抑えられるため、リユース・リサイクル事業への親和性が高いと考えられる。

EVでは対応できない大型・長距離用途では、FCVを含む水素エネルギー車の導入が必須となるが、実用化は緒についたばかりである。本格的な普及に至るまでに乗り越えるべき課題は多い。

その中でも重要なのは、水素充填インフラの整備や水素製造・供給のサプライチェーン構築など燃料面での課題解決である。水素充填インフラは1拠点当たりの設備コストが大きいのが、乗用車のようにランダムな移動をしない商用車は拠点を集約化しやすく、設備の単位償却コストを大幅に下げることが可能となる。商用車は水素充填インフラの先導役となることが期待される。

現状、水素のコストは、ディーゼル燃料を大きく上回る。グレー水素の場合は製造過程で排出されるCO₂の量がディーゼルと同等になるため、水素コストの引き下げと並行して、CO₂排出量の少ないブルー水素、グリーン水素への移行を進めて行かなければならない。そのためには、自動車だけでなく化学や製鉄など他のセクターでも水素需要を拡大し、水素製造・供給における経済効果を享受できるようにしていくことが必要となる。その際、グリーン水素へ一気に転換することは難しく、初期段階では比較的低コストで供給できるグレー水素、次いでブルー水素で需要を満たしつつ段階的に移行していくことになる。その各過程では天然ガスからの水素生成能力の拡大と輸送インフラの水素の共用や転用が行われる。さらに、グリーン水素への移行に向けては、安価な再エネ電力による生成、水素合成燃料の製造、地産地消型の水素製造・貯蔵・輸送体制の整備などが必要になる。このように、水素エネルギー車への移行過程では、エネルギー、電力、化学、輸送など幅広い業界の企業が連携・連動しながら取り組みを進めていく必要がある。

当レポートに掲載されているあらゆる内容は無断転載・複製を禁じます。当レポートは信頼できると思われる情報ソースから入手した情報・データに基づき作成していますが、当社はその正確性、完全性、信頼性等を保証するものではありません。当レポートは執筆者の見解に基づき作成されたものであり、当社及び三井物産グループの統一的な見解を示すものではありません。また、当レポートのご利用により、直接的あるいは間接的な不利益・損害が発生したとしても、当社及び三井物産グループは一切責任を負いません。レポートに掲載された内容は予告なしに変更することがあります。

