

Mizuho Short Industry Focus

国内におけるトラックの脱炭素化の道筋と普及に向けて求められる対応

【要約】

- ◆ 貨物輸送に使用されるトラックの CO2 排出削減には、電気自動車(BEV)や燃料電池車(FCEV)等のゼロエミッション車(ZEV)の導入・普及が必要となる。他方で、トラックユーザーである物流・運送事業者からみると、ZEV トラックの経済性と利便性は現行のディーゼル車に大きく劣るため、ZEV トラックの普及が進まない。この二律背反する状況を、国、物流業界全体、トラックを製造する商用車 OEM は打開していく必要がある。
- ◆ 商用 BEV・FCEV は、車両の構造や特性の違いから、用途や車型に応じた普及が想定される。BEV は走行距離が短く積載重量の小さい中型・小型トラックに、FCEV は走行距離が長く積載重量が大きい大型トラックに適すると見込まれ、車両コストや燃料価格が確りと低減すれば普及が進むと考えられる。
- ◆ かかる中、国が特に取り組むべきは、ZEV トラックが抱える経済性にかかる課題への対応である。具体的には、ZEV 車両導入やインフラ整備に対する補助金の整備、運行コストや運送収益に対するインセンティブの導入、カーボンプライシングの適用、燃料のコスト低減とクリーン化に向けた取り組みと考える。
- ◆ また、ZEV トラックを製造する商用車 OEM は、この環境変化を事業機会と捉え、トラックユーザーが抱える課題の解決に積極的に取り組み、自らのビジネスモデルを転換させることで、持続的な成長を遂げていく契機とすべきである。商用車 OEM が取り組むべきは、トラックユーザーの初期資金負担軽減に資するファイナンスソリューションと ZEV トラックのデメリットを補完した運行効率向上ソリューションの提供である。また、トラックのユーザーとメーカーが協働して「フリート・プール」を形成することで双方にメリットをもたらすとする。
- ◆ ZEV トラックが抱える経済性や利便性といった課題は一足飛びに解決されるものではない。国、物流業界、商用車 OEM が各々の立ち位置から積極的に取り組みを図ることで、日本の貨物輸送分野におけるカーボンニュートラル(以下、CN)の実現を期待したい。

1. 貨物・旅客輸送における CN 実現に向けたトラック・バス脱炭素化の意義

CN 実現に向けて
運輸部門での取
り組みが必要に

日本の 2019 年度の CO2 排出量のうち、運輸部門が占める割合は 18.6%である。運輸部門の CO2 排出量のうち 86.1%を自動車占め、そのうち 45.9%を自家用車が、38.7%を貨物や旅客の輸送に使用されるトラック並びにバスといった商用車が占める。政府は、2021 年 12 月発表の「グリーン成長戦略」の中で、「物流・人流・土木インフラ産業」を重要分野の 1 つに位置付け、CN を目指す上での取り組みが不可欠な分野としている。

運輸業界の CN
実現には、トラッ
ク自体の脱炭素
化が重要

貨物輸送や旅客輸送における CN 実現に向けた取り組みとしては、輸送の効率化、モーダルシフト、車両自体の脱炭素化の 3 つが挙げられる。輸送の効率化とは、低水準にとどまる積載率や実車率に対して、物流 DX やオンデマンド配車といったテクノロジーを活用して輸送効率を高め、低炭素化につなげていく取り組みである。CO2 排出量を低減させる観点からは極めて重要な取り組みだが、これだけで CO2 排出量をゼロにすることはあいにく叶わない。モーダルシフトとは、トラック・バス輸送に比して輸送効率が高く、原単位(g-CO2/トンキロ)でみた CO2 排出量が小さい内航海運や、電化された鉄道輸送へと代替を進めることで、CO2 排出量を低減させる取り組みである。この取り組みも貨物・旅客輸送の CO2 排出量低減には効果的であるため重要だが、既存のトラック・バス

輸送を船舶や鉄道で代替可能な範囲は、トラックであれば幹線輸送等の一部に限られる。なおかつインフラのキャパシティが十分で無く、輸送能力増強に伴う設備投資等の負担が重いために、トラック・バス輸送の全てをモーダルシフトさせて CO2 排出量をゼロにすることは現実的ではない。そこで貨物・旅客輸送における CN で最も重要となるのが、トラック・バスといった商用車両自体の脱炭素化である。

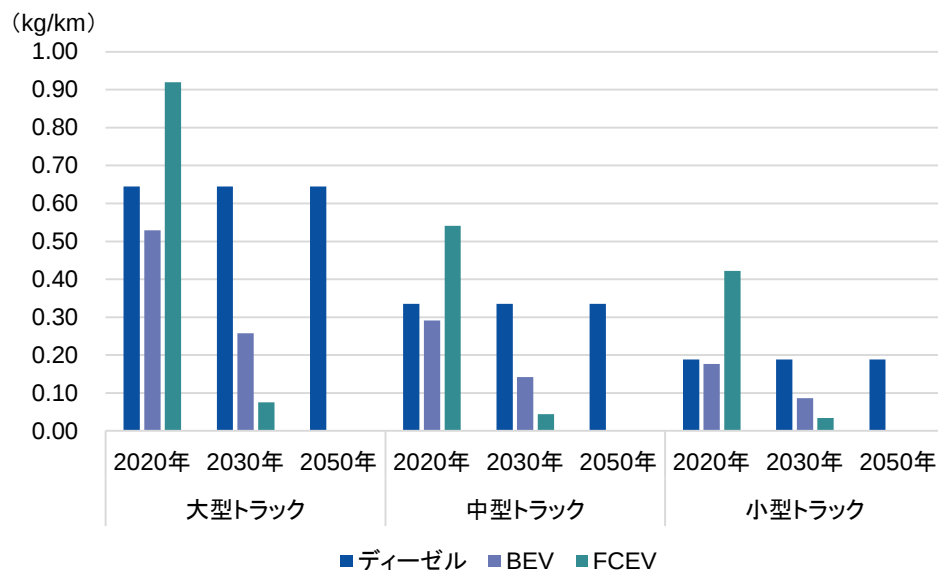
トラック・バス自体の脱炭素化にはエネルギーのクリーン化も必要

トラック・バスの脱炭素化に向けた方法としては、FCEV や BEV といった、走行時に CO2 を排出しない ZEV に車両自体を転換する「ゼロエミッション化」が挙げられる。しかしながら、ZEV に車両を転換しても、燃料となる水素や電気がクリーンエネルギー由来でなければ、Well to Wheel¹で脱炭素化とはならない。そのため、ZEV の導入だけで無く、本源的にはエネルギー源となる水素や電気のクリーン化も併せて必要となる。その他の方法としては、既存のエンジン車を e-fuel (合成燃料) やリニューアブルディーゼルといったクリーンエネルギー燃料で走行させる「燃料のクリーン化」が挙げられる。e-fuel 等は、走行時にはエネルギーを燃焼する過程で CO2 を排出してしまうが、燃料を生成する過程でカーボンリサイクルを行うために CN とみなすことができる。

ZEV はディーゼル車比で CO2 排出量が少ない

【図表 1】にて、日本におけるトラックの車型別・パワートレイン別の Well to Wheel ベースでの CO2 排出量を試算した。前提として、ディーゼル車では走行時の CO2 排出量を、BEV では発電時の CO2 排出量を、FCEV では水素製造時の CO2 排出量を計量し比較した。なお、FCEV の水素製造については、2020 年はグレー水素、2030 年はブルー水素²(CO2 回収率は 90%)とした。2050 年は BEV・FCEV とともに CN を達成する前提とした。2020 年時点の試算結果をみると、FCEV であっても、燃料となる水素製造時の CO2 排出量を勘案するとディーゼル車よりも CO2 排出量が大きくなる。他方、2030 年の試算結果をみると、BEV・FCEV の CO2 排出量はディーゼル車の半分以下となる。

【図表 1】 車型別パワートレイン別の Well to Wheel ベースの CO2 排出量の推計値



(注 1) CO2 排出量は各年代の車型・パワートレイン別の燃費に走行時(軽油の使用)・発電時・水素製造時の CO2 排出係数を乗じて算出(みずほ推計値)

(注 2) 排出係数については、走行時(軽油の使用)は環境省、発電時は電気事業低炭素社会協議会、水素製造時は資源エネルギー庁の公表資料の数値を使用

(注 3) ディーゼル車の燃費は 2020 年以降横ばい、BEV と FCEV については経年で電費や水素燃費が改善することを前提としている(出所) みずほ銀行産業調査部作成

大型トラックの脱炭素化が CO2 削減効果が大きい

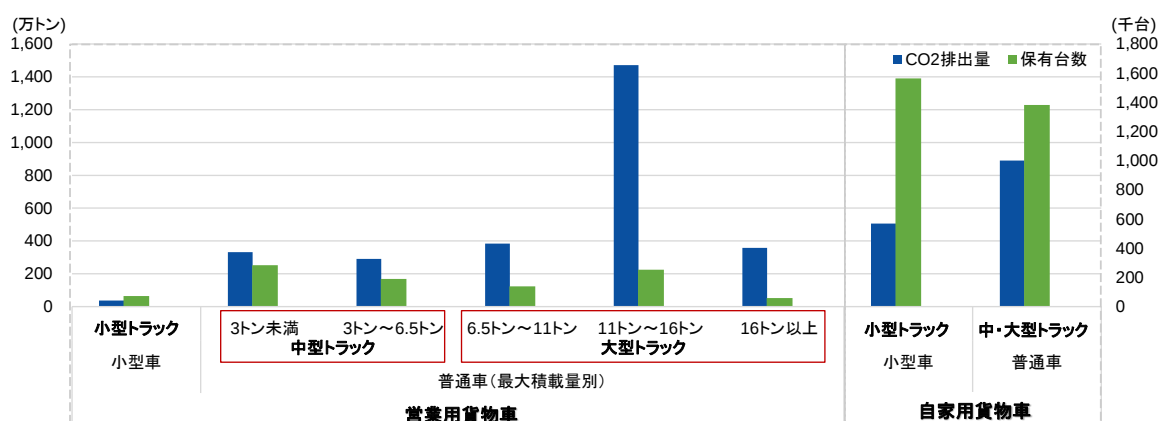
ディーゼルエンジンを搭載し、軽油をエネルギー源とする現行のトラック・バスは、車両自体が大きくて重い上に積載によって更に重量が重くなるため、燃費性能が低い。また、1 日あたりの走行距離も生涯ベースの走行距離も長いため、車両 1 台当たりでみると、

¹ ガソリン等の一次エネルギーが車両に供給される前の製造過程における CO2 の排出も含めて評価すること

² グレー水素、ブルー水素とも天然ガス由来の水素だが、ブルー水素は生成時に排出された CO2 を回収することも含んでいる

CO2 排出量が多く、環境負荷が大きい。中でも、【図表 2】に記載の通り、大型トラックは、保有台数こそ少ないが、大量の荷物を遠くへ運び、かつ燃費性能も他の車種対比低い
ため、CO2 排出量が他の車種に比べて圧倒的に大きいと推定される。故に、商用車の
CN 実現にあたり、大型トラックの脱炭素化にアプローチしていくことが最も重要と言える。

【図表 2】車種別ディーゼル貨物車両の年間 CO2 排出量と保有台数の推計値(2020 年度)



- (注 1) 車種は道路運送車両法における分類、そのうち小型車を小型トラック、普通車の中で最大積載量が 6.5 トン未満のものを中型トラック、6.5 トン以上のものを大型トラックとして定義
- (注 2) 営業用貨物車は他人の求めに応じて貨物を輸送する自動車、自家用貨物車は営業用以外のもので自家の貨物を輸送する自動車
- (注 3) ディーゼル貨物車両のうち、冷蔵冷凍車やタンクローリー、清掃車、道路作業車等を指す特種車を除いている
- (注 4) CO2 排出量は自動車燃料消費量統計の燃料消費量や自動車輸送統計年報の最大積載量別の走行キロ(営業用貨物車)をもとに推計
- (注 5) 保有台数における営業用貨物車の普通車の最大積載量別内訳、自家用貨物車の各車種の内訳はみずほの推計値
- (出所) 自動車輸送統計年報、自動車輸送統計年報、自動車検査登録情報協会より、みずほ銀行産業調査部作成

トラックユーザー
から見ると ZEV
は経済と利便性
で劣る

一方で、ZEVトラックに当たる BEVトラック及び FCトラックは、将来的に Well to Wheel
ベースの CO2 排出量が現行のディーゼル車よりも小さくなることが期待されるにも
関わらず普及が進まない。これは、【図表 3】にて記載の通り、トラックユーザーである物
流・運送事業者から見ると、ZEV トラックの経済性と利便性が現行のディーゼル車に大
きく劣ることが事由であろう。

ZEV 導入の課題
解決のためには
国をはじめとした
支援が必要

経済性や利便性といった ZEVトラックが抱える課題は一朝一夕に解決されるものではな
い。一方で、貨物輸送分野において CO2 排出削減を果たしていく必要がある。この
二律背反する状況を打破していくためには、まずは国が ZEV トラック普及を支援する必
要がある。そして、物流業界全体、トラックを製造する商用車 OEM も、ZEV トラック普及
のための対応策を進めていくことが求められると考える。

【図表 3】トラックユーザーから見た ZEVトラック導入の課題

経済性	積載重量	▶ バッテリー重量が重く、 積載可能重量が制限 ▶ FCの場合でも水素タンクによるタイヤへの重量負荷から 積載量が制限された
	資金負担	▶ ディーゼル車対比高額 で、EVの場合は充電設備等の インフラ費用も発生 ▶ ZEVにおいては、 TCOの中でも燃料コストよりも車両購入コスト負担が大きい
	電力調達	▶ 営業所等の施設の契約電力が上がり、 電力代金が嵩む リスク
利便性	航続距離	▶ 航続距離が短く 、毎日充電が必要(週一回のエネルギー補給が理想)
	充電設備	▶ 電欠時に必要な 経路充電の不安(インフラ整備・充電時間) ▶ 自社に充電設備を複数設置する場合、大規模工事のため一定期間業務が停止
	水素充填設備	▶ 水素ステーションの 整備不足 ▶ 技術者不足から、水素ステーションで充填可能な時間が限定的
	オペレーション	▶ 航続距離に合わせて 配送ルートを再設定する必要
その他	保守体制	▶ 電気部門等の 新たなケイパビリティの育成 が必要
	車両ラインナップ	▶ 現行車両に代替できる 車種がない
	陳腐化リスク	▶ 今後も技術開発が進む可能性があり、現状保有車両の 陳腐化リスク が発生

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

2. 日本における ZEVトラック普及の可能性

トラックの CN 実現の道筋を 2 つのアプローチで考察する

一つ目は、用途と車型に応じて主流となるパワートレインの定性分析

二つ目は、TCO をベースとした経済性比較による定量分析

日本では、小型から大型まで様々なサイズのトラックが存在する。また、その用途も幹線輸送からラストワンマイル輸送まで様々な使い方が存在する。そのため、BEV や FCEV といった脱炭素車両の普及も一様とはならないと考えられる。本章では、貨物輸送を担うトラックがどのように CN を実現していくかについて、二つのアプローチで考察を進める。

一つ目のアプローチでは、用途と車型に応じてどのパワートレインが普及していくかを定性的に分析する。ここでは、最初に用途毎にどのような車型のトラックが使われているかを整理し、次に BEV、FCEV、CNDEV³(カーボンニュートラル燃料ディーゼルエンジン車)のパワートレイン毎の特性を仕分けし、最後に車型に応じてどのパワートレインが主流になっていくのかを体系化する。

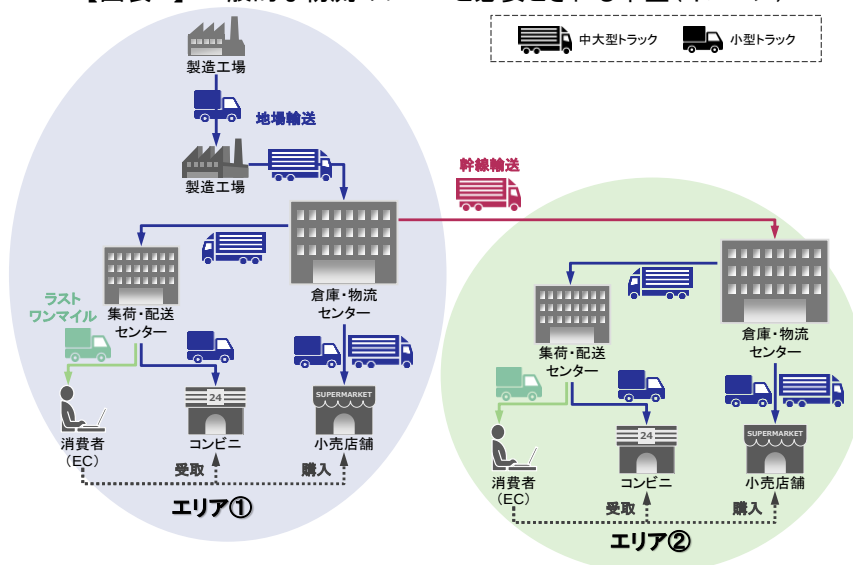
二つ目のアプローチでは、トラックの Total Cost of Ownership (TCO、車両総保有コスト)をベースとした独自予測シミュレーションに基づき、車型毎にどのパワートレインが普及していくかを定量的に分析する。ここでは、トラックが事業用車両であることから経済性が最も重視されるとの考えの下で予測モデルを構築し、一つ目のアプローチに基づく定性的な分析が定量的にも合理的であるかどうかを検証する。

(1)トラックの使われ方と ZEV の特徴を踏まえた導入の道筋

日本のトラックは、輸送パターンや積載量で様々な車型が使われる

最初に、用途毎にどのような車型のトラックが使われているかを整理する。【図表 4】は、国内における一般的な物流フローと必要とされるトラックの外観図である。発荷主によって発送される製品や商品、部品や部材は、製造業者や卸業者・倉庫運営業者が運営する倉庫や物流センターとなるターミナルに集められ、幹線輸送を経て、全国にある目的地近くの物流センターとなるターミナルに運ばれ、そこから更に配送センターや地場の小売店舗に移送され、着荷主へと輸送される。ターミナル間の輸送は、幹線輸送となり、長距離・大ロット輸送となることから、大型トラックがしばしば用いられる。一方、地域の物流拠点までの輸送や、物流拠点から同地域の配送センター並びに小売店舗までの輸送は地場輸送と呼ばれ、短距離・小ロットの運送を小型トラックで行う。それ以外にも、建設・工事に使われる土木・建築資材の運搬は比較的走行距離は短いものの、資材の重量が大きいため、大型トラックの利用が多い。大型と中型以下のトラックとでは、1 運行当たりの平均走行距離に約 100 km の差⁴がある。1 台のトラックであらゆる走行シーンを網羅出来れば万能な車両として使い勝手は良いが、価格や積載量も異なる中で、基本的には使われ方に応じて車型構成が形成されている。

【図表 4】一般的な物流のフローと必要とされる車型(イメージ)



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

³ 従来のディーゼルエンジン車で、e-fuel 等の非化石燃料を利用して走行する車両を指す

⁴ (出所) 厚生労働省、国土交通省「トラック輸送状況の実態調査『トラックドライバー調査』」(2021 年)

脱炭素車両の特性を整理し、現行のディーゼル車を基準に優劣を比較する

次に、BEV、FCEV、CNDEV のパワートレイン毎の特性について整理する。整理にあたっては、物流・運送事業者が現在使用している現行のディーゼル車の使い勝手や費用を基準として比較する。各パワートレインの特性比較に際しては、利便性の観点として、①1回のエネルギー充填で走行可能な航続距離、②エネルギーの充填時間、③エネルギー供給インフラの整備状況、経済性の観点として、④積載可能重量を基に得られる運送収益(1台当たりの輸送トン数)、⑤車両コスト(イニシャルコスト)、⑥燃料コスト(ランニングコスト)、⑦メンテナンス(ランニングコスト)で優劣を比較する(【図表5】)。

【図表5】ディーゼル及びZEVにおける利便性、経済性の比較

		現行のディーゼル	ZEV		CNDEV (CN燃料ディーゼルエンジン車)
			BEV	FCEV	
利便性	航続距離	◎	△	○	◎
	エネルギー充填時間	◎	△	○	◎
	インフラの整備状況	◎	○	△	◎
経済性	積載可能重量	○	△	○	○
	車両コスト	○	△	△	○
	燃料コスト	○	○	△	△
	メンテナンスコスト	△	◎	○	△

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

BEVは、航続距離、エネルギー充填時間、積載可能重量、車両コストで他に劣後

BEVは、航続距離、エネルギー充填時間、積載可能重量、車両コストで、現行のディーゼル車並びに他のパワートレインに劣後する。航続距離に関しては、BEVは蓄電池に貯めた電気で走行するが、エネルギー密度が水素や非化石燃料に比して小さいため、同じ車格の場合、他のパワートレインの車両と比較してエネルギー満充填時におけるBEVの航続距離は短くなる。エネルギー充填時間に関しては、搭載する蓄電池の容量が大きいことから急速充電であっても数時間単位の充電時間が掛かってしまい、特に輸送途中で継ぎ足し充電を行う場合には、大きなデメリットとなる。さらに、蓄電池の重量が重いために、積載可能な貨物重量が小さくなってしまう難点もある。その他、車両コストもまだかなり高く、補助金で一定程度は補填されるものの、それでも現行のディーゼル車との価格差は埋まらない。これらのデメリットを少しでも解消すべく、例えば航続距離を伸ばすために搭載する蓄電池容量を増やすことは技術的には可能だが、蓄電池のコストが高いため車両コストが更に上昇してしまい、かつ積載可能重量もさらに小さくなってしまう。技術的なブレイクスルーが無いと利便性でも経済性でも見劣りする点が多いパワートレインである。

他方で、充電器の自拠点整備やメンテナンスコストの優位性にメリット

他方、自社の事業所に充電器を設置した場合には時間・頻度・量を問わず充電できる点で、ステーションに行ってエネルギー充填を行わなければならないFCEVや現行ディーゼル車よりも利便性が高いと言える。ただし、事業所内に充電器を設置するケースにおいては、充電器及び設置工事などのコストがかさむ点には留意が必要である。また、BEVはエンジン車に比して使用部品点数が少なく、機構が簡素で消耗品も少ないためにメンテナンスコストで優位と言える。ただし、経年劣化に伴う故障は生じ得る。また、故障が生じた場合、機械品であるエンジンのように一部品だけを交換すれば良いという訳にはいかないことが想定され、ユニットやモジュールを丸ごと交換するとコストは大幅に膨らむ可能性がある。

BEVは中型・小型車両に、短・中距離走行に適する

BEVは、その特徴を勘案すると、中型・小型トラックに、短・中距離走行に適していると言えよう。中型・小型であれば、搭載する蓄電池の重量は積載可能重量にさほど影響を及ぼさないためである。また、短・中距離であれば、1日の走行距離が1回の満充電で走行可能な航続距離の範囲に収まり、充電インフラ(比較的安価な普通充電)を自社に設置できる点で利便性も高いためである。現状のBEVの車両コストは現行のディーゼル車と比べて高価だが、量産化や技術革新を背景にその価格差は徐々に縮まると考えられる。

車両コストの相当部分を占める蓄電池の容量を必要最小限にとどめれば、車両価格を抑えられる。メンテナンスコストが相対的に安価であることも考慮すれば、中型・小型での導入が適する。小型の BEV トラックは、日本市場でも流通し始めており、街中での店舗配送や宅配といったシーンでの普及が想定される。一方で、大型車両及び長距離走行で BEV が導入される可能性は低いと考える。搭載される蓄電池の重量が大きくなるために物流・運送事業者等にとって重要な運送収益に大きな影響が出ること、幹線輸送での高速走行が中心となると電費が悪化し経済性が低下すること、運行途中で継ぎ足し充電を必要とする場合には数時間単位の充電時間が掛かって運行効率が低下すること、が事由となる。

FCEV はインフラの整備状況、車両コスト、燃料コストで他のパワートレインに劣後

FCEV は、インフラの整備状況、車両コスト、燃料コストで現行のディーゼル車や他のパワートレインに劣後する。水素ステーションを自社の事業所内に設置するのは、スペースの確保、建設費及び維持管理費の負担、整備人員の確保といった制約からハードルが高い。そのため、外部の水素ステーションを利用する必要があるが、全国的に水素ステーションの整備は未だ行き届いていない。また、車両コストは BEV よりも更に高く、主要部品である燃料電池システムや水素タンクのコストがかさむため、現行のディーゼル車との価格差は BEV 以上に大きい。さらに、燃料コストについては、水素価格が 1,100 円/kg 程度で推移している現状では、事業として運用していくのは厳しいと言わざるを得ない。今後、インフラ整備が進展すれば、現行のディーゼル車に近い物流・運送オペレーションが可能となるが、車両コスト及び燃料コストといった経済性の飛躍的な改善が無いと見劣りする。

他方で、航続距離やエネルギー充填時間、積載可能重量で優位

一方、航続距離とエネルギー充填時間は BEV と比べれば利便性が高いと言える。ただし、現行のディーゼル車との比較では、エネルギー満充填時の航続距離は若干見劣りし、エネルギー充填時間も課題と言える。大型トラックの水素タンクをほぼ空から満タンにするには、現行のバス対応の水素ステーションでも 30 分は必要である。また、積載可能重量については、FCEV の躯体重量が BEV ほどは大きくないため、現行のディーゼル車とほぼ同等の貨物の積載が可能であり、BEV よりも優位である。

FCEV は大型トラックに、長距離走行に適する

FCEV は、その特徴を勘案すると、大型トラックに、長距離走行に適していると言えよう。FCEV は、BEV に比して航続距離やエネルギー充填時間において優位性があり、現行のディーゼル車に近い物流・運送オペレーションが可能となる。一方で、主要商用車 OEM 各社の FCEV トラック投入計画をみると、市場投入時期が BEV よりも遅くなる見通しである。これは、水素ステーションの整備には今しばらくの時間が掛かること、車両コスト及び燃料コストがまだ当面は高いことが要因として挙げられる。そのため、車両コストが現行のディーゼル車に匹敵する水準にまで、水素燃料コストが化石燃料と同等の水準にまで下落しないと、物流・運送事業者等には積極的に選択され難いだろう。

CNDEV は利便性で他のパワートレインに優位

CNDEV では、合成燃料である e-fuel、バイオエタノールなどの植物や廃食油から製造されるバイオ燃料を使用する開発が進んでいる。これらは、エンジンやガソリンスタンドといった既存の技術やインフラを活用することが出来ることから、現行のディーゼル車と同様のオペレーションが可能であり、利便性において BEV や FCEV に対して優位性がある。

他方で、燃料コストが BEV、FCEV に劣後

CNDEV の車両コストは、現行のディーゼル車の基本機構がほぼそのまま使えるため、現行のディーゼル車とおよそ同等になるとみられる。他方、燃料コストは、現行のディーゼル車はもちろんのこと、BEV や FCEV に対しても劣後する。e-fuel については、原料となる水素の価格が高いこと、水素と CO₂ を合成して製造する設備が追加で必要となりコストが大幅にかさむことが要因となる。e-fuel の製造コスト低減には、製造方法の改良が必要とされるが、その技術は未だ確立されていない。バイオ燃料は、原料となる農作物に規格外製品や食料生産過程で発生する副産物のような廃材を使用すれば価格は抑えられるが、量を安定的に調達することが難しいとの課題が残る。

CNDEV は、BEV や FCEV を補完する位置付け

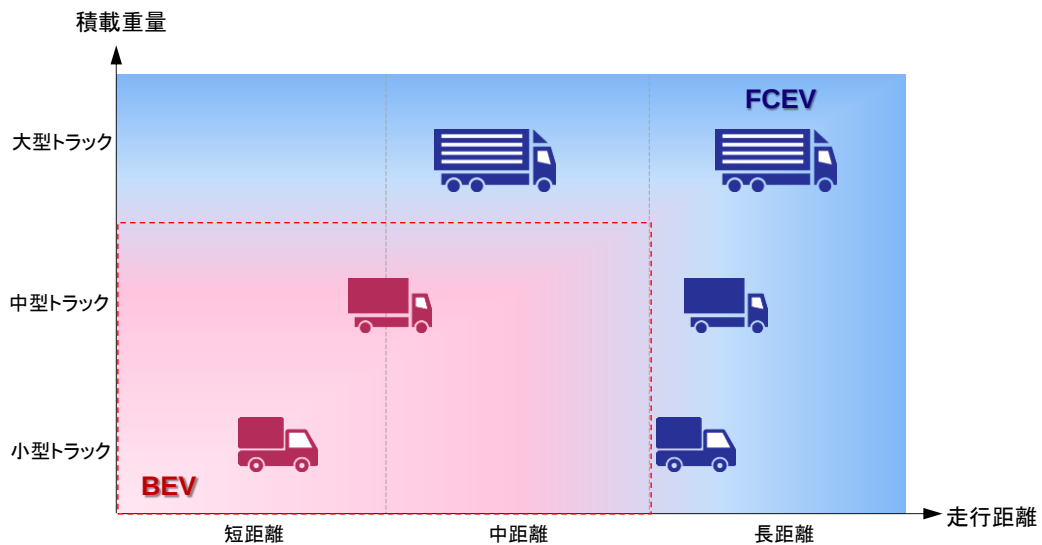
CNDEV は、その特徴を勘案すると、BEV 並びに FCEV を補完する位置付けとして期待されよう。CNDEV は燃料の製造方法や燃料原料の流通に課題があるため、開発・実証ステージにとどまっており、足下では BEV 及び FCEV が先行して実用化・商用化してい

る状況だが、既述の通り BEV 及び FCEV にもまだ多くの課題が残存するため、トラック CN 化に向けた選択肢の 1 つになり得る。中でも、停電や災害等の緊急時における BCP の観点から既存の化石燃料で走行する車両を敢えて一定程度残しておく必要がある公用車や緊急車両などの特別な用途に使用する車両が CNDEV になっていくことはシナリオとして考えられよう。

中型・小型トラックは BEV が、大型トラックについては FCEV が適している

最後に、BEV、FCEV、CNDEV の特徴と日本におけるトラック利用の実態に鑑み、車型・用途と ZEV の種類の最適な組み合わせを考察する(【図表 6】)。走行距離が短く、積載重量の小さい中型・小型トラックについては BEV が、走行距離が長く積載重量が大きい大型トラックについては FCEV が、事業用車両として使用する際に適した ZEV の組み合わせと一義的には言えるだろう。CNDEV については、技術開発動向と BEV 及び FCEV の普及動向次第ではあるが、特別な用途に使用する車両や長距離輸送を担う大型トラックで使用されていく可能性が考え得る。

【図表 6】積載重量・走行距離に応じた最適なパワートレインの組み合わせ(イメージ)



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

(2) TCO モデルによる ZEV トラックの普及推計

TCO をベースに
パワートレイン別
の普及を予測

続いて、TCO をベースにトラックのパワートレイン別普及予測を行う。TCO とは、車両の購入時から使用期間中に発生する総コストである。本稿では、パワートレイン別(現行ディーゼル車/BEV/FCEV)と車型別(大型/中型/小型)にそれぞれのイニシャルコスト(車両価格)と運行コスト(燃料費用とメンテナンスコストからなるランニングコストに、生涯走行距離を乗じた数値)を算出し、両者を合わせて TCO とした。

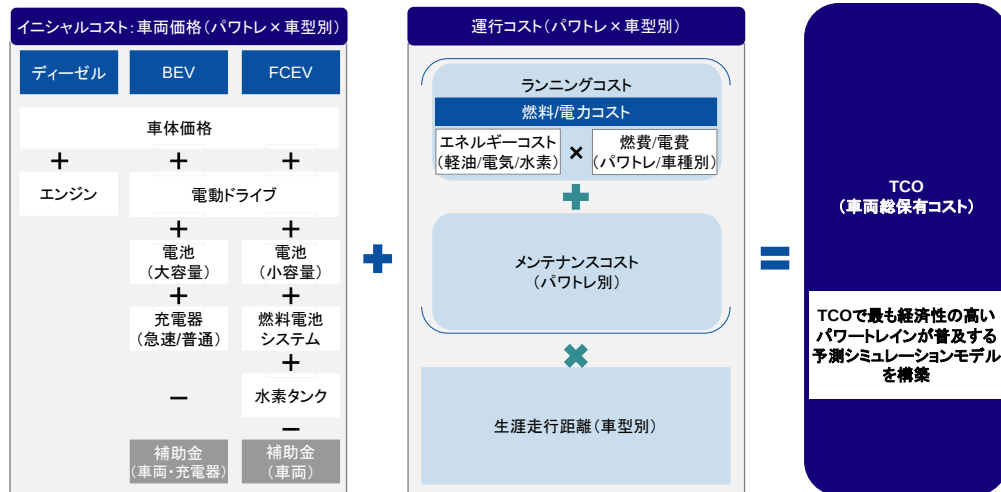
TCO 比較による
経済性に基づき、
普及パワトレが
決定するよう予
測モデルを構築

本推計では、物流・運送事業者が TCO 比較による経済性に基づいて、事業活動で使用するトラックのパワートレインを決定するとの前提のもと、予測シミュレーションモデルを構築し、2030 年並びに 2050 年の BEV 及び FCEV トラックの普及見通しを推計した(【図表 7】)。試算値の前提は後述するが、イニシャルコスト差をランニングコスト差が打ち返し、将来においては FCEV 並びに BEV がディーゼル車に対して TCO パリティ(等価)を実現する構図となっている。

TCO 比較は有効
なアプローチ

トラックは、「働く車」と言われる通り、物を輸送するための事業用車両であり、商用車 OEM にとっての販売先となるトラックユーザーは物流・運送事業者である。つまり、商用車 OEM からみると商用車販売事業は BtoB 事業である。故に、個人がエンドユーザーとして日常使いを目的に利用する乗用車とは異なり、商用車は経済性が最も重視されると考える。また、TCO の前提となる車両価格やランニングコストは経年で変化するため、将来におけるパワートレインの普及を推計するのに、適したアプローチと考える。

【図表 7】 予測シミュレーションモデルの概要



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

試算の前提数値
は複数機関の発表
を参考にした

試算の前提となる数値は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）やEUの燃料電池・水素技術推進イニシアチブ（FCH JU）、米国エネルギー省（DOE）が発表している数値等を参考にしながら設定した（【図表 8】）。

インシヤルコスト
の前提

まず、インシヤルコストの前提について説明する。BEV においては、電動ドライブ（駆動ユニット）と蓄電池が主要システムとなることから、これらの現状の価格（推計値）と将来の量産化や技術革新を背景とした価格低減効果を織り込んだ。また、事業所内に充電器を設置することを考慮した。充電器については、普通充電器と急速充電器2種の計3種が使用される前提とした。FCEV においては、BEV で使用される電動ドライブと蓄電池が搭載され、FCEV の独自機構となる燃料電池システムと水素タンクが搭載されるとの下で、これらの現状及び将来の価格を推計して前提に置いた。また、BEVとFCEVのいずれにおいても、補助金が一定規模、一定期間は続くことを織り込んだ。

ランニングコスト
の前提

次に、ランニングコストの前提について説明する。BEV と FCEV は技術革新の途上にあり、将来にわたって電費や燃費が改善していくと設定した。ただし、BEV は既に乗用車や商用車で複数のモデルが市販されているものの、FCEV の市場投入モデルは未だ限られていることに鑑み、FCEV の水素燃費の改善余地が大きいと設定した。メンテナンスコストについては、先に述べた理由の通り、部品点数や消耗品の少なさから現行のディーゼル車に比べて BEV の方が優位となる。FCEV はモーターといった駆動用ユニット等、BEVと類似した部品構成も多いが、燃料電池システムや水素タンク等、FCEV 独自の部品も存在する。そのため、FCEV のメンテナンスコストについては、現行のディーゼル車よりは低コストだが、BEVよりは高コストに設定をした。

【図表 8】 予測にあたっての主な前提条件

インシヤルコスト				CY2020	CY2030	CY2050	ランニングコスト				CY2020	CY2030	CY2050
電動ドライブ/kW(BEV・FCEV 共通) (対2020年比増減率)				11千円	3.9千円 (▲65%)	2.0千円 (▲82%)	燃料/電気代	軽油/L	120円				
				電池価格/kWh(BEV・FCEV 共通) (対2020年比増減率)	30.0千円	16.0千円 (▲47%)		10.6千円 (▲64%)	電気/kWh	試算①	27円	29円	35円
					試算②	27円		27円					
					燃料電池システム/kW(FCEVのみ) (対2020年比増減率)	36千円		12.5千円 (▲65%)	6.3千円 (▲82%)	水素/kg	試算①	1,100円	485円
試算②	660円	440円											
水素タンク/kg(FCEVのみ) (対2020年比増減率)				118.8千円	41.4千円 (▲65%)	21.0千円 (▲82%)		2020年対比 燃費/電費 改善率	ディーゼル	燃費改善なし			
充電器(BEVのみ) (対2020年比増減率)	急速充電器(90kW) (大型トラック/バス)	15,000千円	12,256千円 (▲18%)	10,383千円 (▲31%)	BEV	—	▲14%		▲23%				
	急速充電器(50kW) (中型トラック)	5,000千円	4,085千円 (▲18%)	3,461千円 (▲31%)	FCEV	—	▲18%		▲30%				
	普通充電器 (準中型トラック/バス)	3,000千円	2,451千円 (▲18%)	2,077千円 (▲31%)									
補助金				車両:価格差の3分の2、もしくは本体価格の4分の1 充電器:2分の1			メンテナンス コスト	ディーゼル	16.2円/km				
								BEV	13.5円/km				
								FCEV	14.9円/km				

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

燃料コストは 2 つのパターンを用いて推計

水素価格について、試算①は政府目標に近い数値で、試算②は政府目標の 2 倍の水準で推移すると仮定して設定

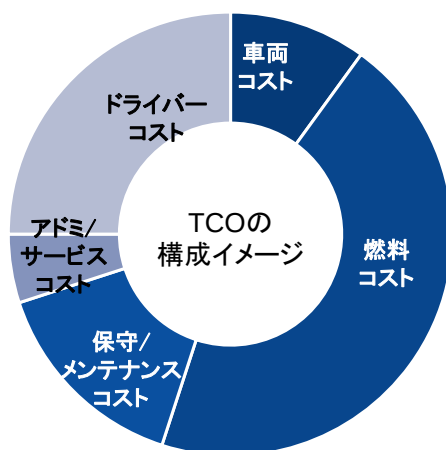
電気代について、試算①は RITE の指摘を踏まえて、試算②は将来も現状維持と仮定して設定

ランニングコストの中でも、燃料コストはトラックの TCO の約 50%を占め、コスト割合が極めて大きい(【図表 9】)。そのため、例えば、燃料となる水素の価格が低減すると FCEV の TCO ベースの経済性が一気に高まり普及が進むと見込まれる。他方で、ロシア・ウクライナ情勢の影響等、近時の地政学的な要因から生じている原油や天然ガスの高騰等をみても、今後の価格推移を見通すことは非常に難しい。また電力料金についても、個社毎の契約形態によって実際にかかる費用は大きく異なるため、一律の価格で試算することは必ずしも適していない。そのため、本稿では、エネルギー価格(水素価格、電気代)の前提を変えた 2 つの推計を試みた(【図表 10】)。

まず、水素価格の前提について概述する。現在の水素の供給コストは 100 円/Nm³(約 1,100 円/kg)程度とされている。日本政府は、水素の供給コスト(国内での水素運搬費用は除く)を、2030 年には 30 円/Nm³、2050 年には 20 円/Nm³とする目標を掲げている。弊行の推計においても、水素生成コストが安価な中東や豪州、米国からガス由来のブルー水素を調達することができれば、水素価格は概ね政府目標と同水準にまで低減することは可能とみている。そのため、試算①では、政府の目標値に国内での水素運搬費用を加味し、2030 年に 485 円/kg(44 円/Nm³)、2050 年に 296 円/kg(27 円/Nm³)と仮定して推計を行った。一方、水素の生成・輸送・利用のサプライチェーンは未だ確立されたフェーズには無いのも事実であるため、試算②では、2030 年に 660 円/kg(60 円/Nm³)、2050 年に 440 円/kg(40 円/Nm³)と政府目標の水準にまで価格が低減しないことを想定して、政府目標の約 2 倍で価格が推移すると仮定して推計を行った。

次に、電気代の前提について概述する。資源エネルギー庁の委員会において、公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE)は、参考値として設定された日本の 2050 年の電源構成(再生可能エネルギー 54%、原子力 10%、水素・アンモニア 13%、化石+CCUS23%)のケースでは、2050 年に電力小売コストが 34.9 円程度にまで上昇するとの試算結果を発表している。この試算結果も踏まえ、一般家庭の電気代 27 円/kWh を基準に、試算①では、2030 年時点に 29 円/kWh、2050 年時点に 35 円/kWh とした。また、試算②では、2030 年、2050 年の両時点でも現状と変わらない 27 円/kWh と置いて推計を行った。

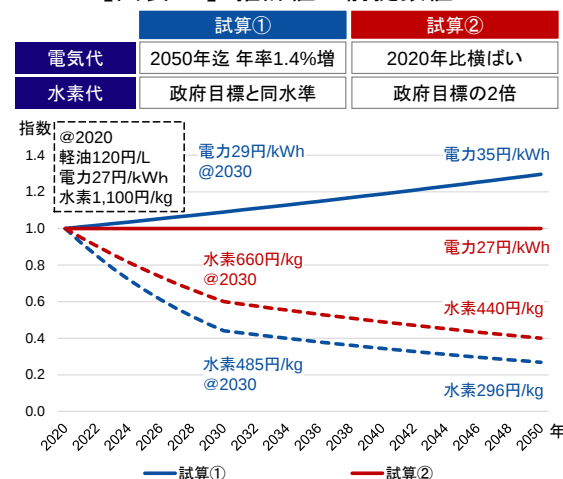
【図表 9】大型トラックの TCO の構成イメージ



(出所) 各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

大型トラックは、2050 年にかけて FCEV の比率が高くなる

【図表 10】推計値の前提数値



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

試算①と試算②の推計結果を【図表 11】に示す。大型トラックは、他の車型と比較して生涯走行距離が長いため、TCO において燃料コストが占める割合が大きく、燃料コストが大幅に低減するとコスト優位が生まれやすい構造にある。そのため、試算①・②のいずれにおいても、2050 年にかけて水素の価格が大きく低減していくことを背景に、FCEV の比率が高くなる結果となった。中でも、水素価格が政府目標水準にまで低減する試算①では、新車販売の 100%が FCEV になると算出された。

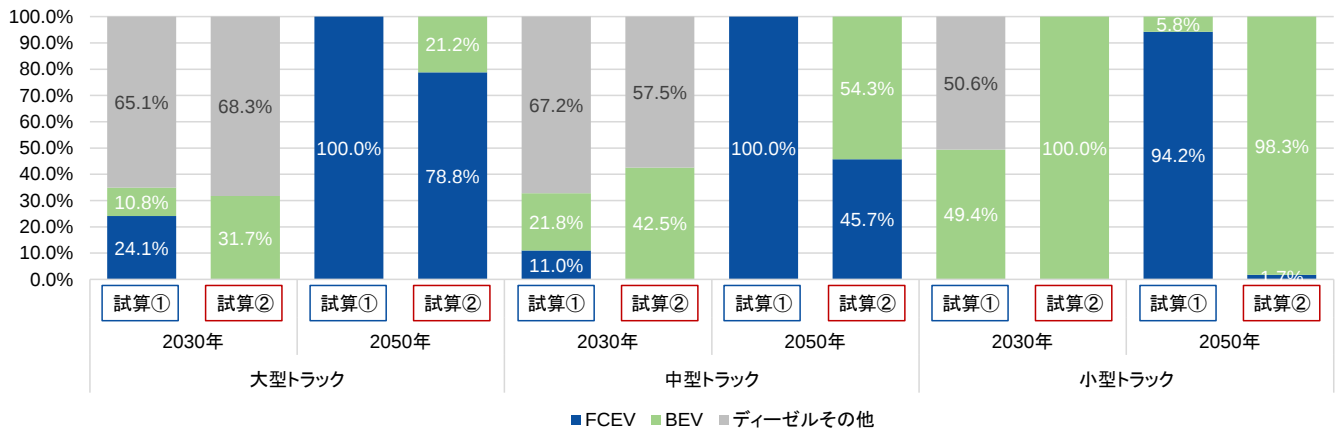
小型トラックは、BEV の普及が見込まれる

小型トラックは、パワートレイン間の車両価格差が比較的小さいこと、BEV に必要となる充電器も安価な普通充電器で足りることの 2 つからイニシャルコスト差が他の車種よりも小さいこと、BEV のメンテナンスコストがディーゼル車と比べて有利なことを事由として、BEV が普及していく結果となった。特に、試算②では、2030 年及び 2050 年のいずれにおいても新車販売のほぼ 100%が BEV トラックになると算出された。また、試算①でも、2030 年時点で新車販売の約 50%が BEV トラックになると算出された。

中型トラックは、BEV の普及が先行する

中型トラックは、走行距離やコストの考え方が大型と小型の中間に位置する。2030 年時点では、小型トラックと同様に BEV が FCEV に先行して普及をし、試算①では BEV のシェアが約 20%となり、試算②では BEV のシェアが約 40%となった。2050 年時点では、試算①では FCEV が 100%となり、試算②では FCEV と BEV の各々が約 50%となった。

【図表 11】 2030 年・50 年時点の BEV・FCEV の新車販売シェア



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

推計モデルでは考慮できていない観点も存在

本推計では、TCO ベースの経済性に焦点を当ててシミュレーションモデルを設計した。これは、トラックが事業用車両であるという特性を反映したためであり、モデルは一定の合理性があると考えられるが、実際の利用シーンやビジネスシーンを想定すると、考慮しきれない重要なポイントがいくつか存在する。例えば、BEV での長距離輸送が現実的でない可能性、BEV が先行導入されたのちに FCEV へと転換することが容易でない可能性、カーボンプライシング等によって走行時の CO2 排出量がコストとみなされる場合には ZEV トラックが一気に普及する可能性などが考えられる。

日本における ZEV トラックの普及の道筋

本章では、日本における ZEV トラック普及の道筋について、定性・定量の両面から分析を行った。結論としては、小型・中型トラックについては BEV が、大型トラックについては FCEV が適したパワートレインとなり、2050 年に掛けて BEV・FC トラックの普及が各々に適した車種で進展すると見込まれる。

ZEV トラックの普及には利便性と経済性で大きなハードル

他方で、ZEV は現行のディーゼル車両と比較し、航続距離やエネルギーの充填時間、エネルギー供給インフラの整備状況といった利便性や、台当たりの輸送可能トン数や車両コスト、燃料コストといった経済性の面で大きなハードルがある。経済性のハードルは、量産効果や技術革新等を背景に、経年で低下していくとみるが、ZEV トラックの車両コストの低減、TCO のおよそ 50%を占める電気代や水素の燃料コストの動向が ZEV トラック普及におけるキーファクターと言えよう。

3. ZEV 普及促進のために求められる対応

日本の ZEV トラック導入は黎明期

日本における ZEV トラックの導入は黎明期を迎えようとしている。BEV トラックでは、2017 年に三菱ふそうが小型 BEV トラック「eCanter」を発売し、2022 年度にはいすゞ自動車と日野自動車も小型 BEV トラックを発売する予定である。FC トラックでは、いすゞ自動車と日野自動車が、2021 年より小型 FC トラックの実証を開始しており、2023 年 1 月以降に市場導入される見通しである。また、両社は、2022 年度までに大型 FC トラックの実証開始を計画しており、こちらは 2020 年代後半の本格的な商用化・量産化が期待される。三

菱ふそうも 2020 年代後半までに FCトラックの量産を開始する計画である。

普及推進のため、
政府がまず支援
制度を確立すべ
き

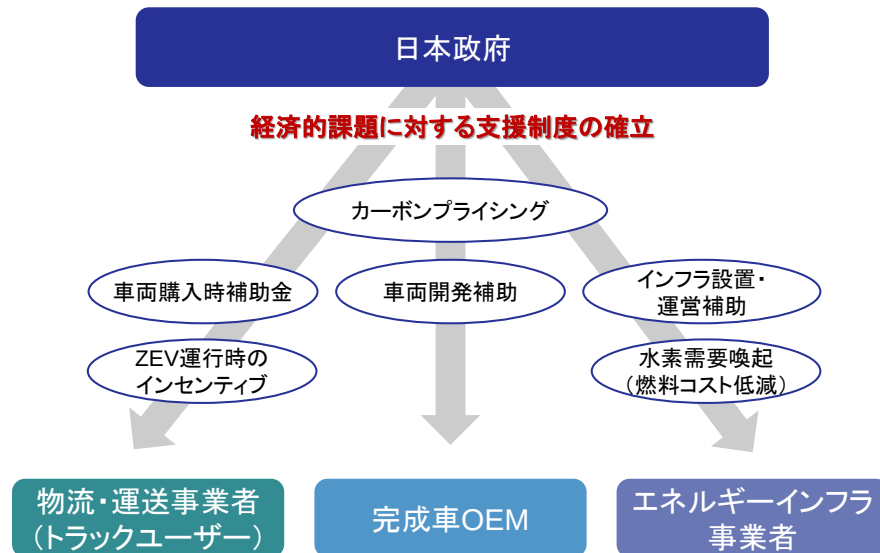
他方で、経済性や利便性といった ZEVトラックが抱える導入課題が山積する中、物流会社や商用車 OEM といった民間事業者だけで課題を一掃するのは困難である。そのため、ひとえに ZEV トラックの普及促進と言っても、まずは国が支援制度を確立し、ZEV への誘導、機運醸成を進め、ZEV トラック普及の土壌を整えることが肝要であり、その上で、物流業界、商用車 OEM も対応を進めていくことが求められる。

(1) 政府が取り組むべき対応策

政府が取り組む
べき対応

国が特に取り組むべきは、ZEV トラックが抱える経済性にかかる課題への対応であろう。トラックが事業用車両であることは既述の通りだが、故にトラックユーザーである物流・運送事業者にとって ZEV トラック導入が経済合理性の観点で成り立つことが最も重要となる。国による具体的支援策としては、ZEV 導入やインフラ整備に対する補助金の整備、運行コストや運送収益に対するインセンティブの導入、燃料のコスト低減とクリーン化に向けた取り組み、カーボンプライシングの適用と考える(【図表 12】)。中でも、前章で述べた ZEV トラック普及のキーファクターへの対応となる、車両の購入時補助金や燃料のコスト低減とクリーン化に向けた取り組みが重要である。

【図表 12】 日本政府に求められる支援策



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

まずは、車両の
購入時補助金が必要

BEV・FCEV のいずれにおいても、現行のディーゼル車よりも車両価格が高いことが導入・普及の妨げとなっている。そのため、ZEVトラック購入時の経済的負担を軽減する補助金の整備が必要である。ZEV トラックに対する購入時補助金は 2016 年より既に導入されているが、現状の制度では ZEV トラックの車両価格は現行のディーゼル車の車両価格並みには至らないため、更なる上積みが必要である。中でも、FC トラックに対して、優先的に手厚い補助金を交付すべきであろう。FC トラック自体は、未だどの車型も市販されていない状況だが、市場投入期においては BEV トラックよりも遥かに車両価格が高くなると想定される。一方で、先述の通り、FCEV は CO2 排出量が圧倒的に多い大型トラックに適したパワートレインである。効率的・効果的に CO2 排出削減を図るためには、FC 大型トラックの普及に資する制度設計が肝要となろう。FC 技術の導入ステップとして、小型トラックから始まり徐々に大型トラックに進展していくことが考えられるが、FC システムの早期量産化で価格低減が進展するのであれば、小型 FC トラックにこそ、まずは重点的に補助金を充てていくような配分も一案となろう。

運行コストの低
減に資するイン
センティブの制度
設計を期待

運行コストに対するインセンティブ設計とは、バス・トラックのような商用車の運行コストの低減に資する制度設計である。欧州においては、ユーロビニエツトと称される、重量貨物車両の道路利用への課金基準を定める EU 指令がある。2022 年 2 月に欧州議会と理事会は、CO2 排出量に応じた課金を 2026 年までに行うこととし、ZEV に対しては toll

charge(通行料)を 50～75%軽減することが決定している。日本政府も、2021 年 6 月に策定したグリーン成長戦略や同年 12 月に国土交通省が発表した環境行動計画において、電動車に対して高速道路利用時のインセンティブ付与や国立公園等の駐車料金の減免を電動車の普及促進施策として挙げており、ZEV の利用コスト低減につながるインセンティブの導入が期待される。

運送収益に対するインセンティブとして、積載可能重量の緩和を期待

運送収益に対するインセンティブ設計については、既述の通り、ディーゼル車、BEV、FCEV では積載可能な重量が異なるが、BEV 及び FCEV に固有の制度が設けられるべきである。欧州では、FCEV や BEV などの ZEV については、積載可能な重量の上限が緩和され、ディーゼル車対比で 1 トンないしは 2 トン分の荷物を多く積み荷することが認められている。運送事業者にとっては、積載重量は運送収益を左右する重要な要素である。そのため、BEV を中心として、ZEV の導入により、積載可能重量が制限されるようなディスインセンティブを軽減する、もしくは積載可能重量がディーゼル車比で大きくなるインセンティブにつながるような制度設計が有効であると考ええる。

インセンティブ導入は財政支出を伴わない支援策

ここで挙げた運行・運送時のインセンティブ制度導入は、高速道路利用料や駐車料金の減免という点では政府の歳入を減少させるが、積載可能重量制限の緩和も含め、新たな財政支出を伴わない支援策として重要であると考ええる。

商用車 OEM の車両開発支援にも目を向けるべき

補助金の整備は、購入時の初期コスト負担軽減のみに着目するのではなく、商用車 OEM に対する車両開発段階での支援も重要である。研究開発が進むことで車両価格の低減や車両性能が向上することは、導入課題の解消に寄与する。現在、政府の造成したグリーンイノベーション基金事業のプロジェクトの一つに「次世代蓄電池・次世代モーターの開発」があり、蓄電池やモーターシステムの性能向上・コスト低減などの技術課題の解決を図っていることから、今後の技術革新が期待される。

商用 BEV・FCEV に合わせたインフラ整備にも支援すべき

インフラ面では、乗用車とは異なる特性を有する商用 BEV・FCEV に合わせたエネルギー供給拠点の整備、エネルギー供給網の整備、エネルギー供給コストの低減が必要となる。BEV・FCEV の普及が十分でない期間においては、エネルギー充填機器自体や設置工事の費用といった初期コストの負担が重く、また十分な需要も見込めないこともあり、エネルギー充填はビジネスとしての採算が合わず、普及が進まない。また、大容量送配電網の整備や水素供給網の構築、電気代金並びに水素価格の低減は、商用車のユーザー及びメーカーだけでは対処が及ばない。そのため、民間事業者が事業性を確保出来るようになるまでは、国が補助金を交付し、かつ民間事業者とも協調しながら業界全体で支えていく必要がある。水素ステーションについては、2018 年 2 月に、水素ステーションの整備・運営を行うインフラ事業者、自動車 OEM、機関投資家等の 26 事業者が参画して日本水素ステーションネットワーク合同会社(JHym)が設立された。JHym は、水素ステーションを保有し、インフラ事業者に運営を委託して委託費を支払っているが、JHym の水素ステーションの建造コストと運営受託をしているインフラ会社の運営費の一部に対して、国が補助金を交付している。しかしながら、現在までに設置された水素ステーションの立地は FC 乗用車向けを前提としたものとなっているケースがほとんどであるため、今後、FCEV が大型トラックや長距離走行路線を中心に本格的に普及していく過程においては、FC 商用車のユースケースに合致した立地選定やステーション設計等を、業界を挙げて進めていく必要があろう。BEV 向け充電網については、完成車 OEM が中心となって設立した合同会社日本充電サービスを源流とする e-Mobility Power(現在は東京電力の子会社)によって公共充電網の整備が進められており、国が充電器及び設置工事に補助金を交付している。しかしながら、BEV トラックは、搭載されるバッテリー容量が大きいことから、トラック用の大出力急速充電網の確立やその用途に見合ったインフラ整備が求められる。大出力急速充電器及びその設置工事には、乗用車向けを遥かに上回るコストが掛かるため、国の手厚い支援が必要であろう。また、商用車は定まったルートを走行するケースが多いという特性があるため、充電・水素インフラをユーザーの走行ルートに合せて整備すれば、ユーザーの利便性も確保され、インフラの稼働率向上にも寄与するため、充電・水素インフラの自立化がより進むといえよう。

燃料コスト低減にも積極的な関与が必要

燃料においては、コスト低減とクリーン化がキーとなるが、貨物輸送を担う物流会社やトラック製造を担う商用車 OEM だけでは解決し得ないため、国の積極的な関与が必要となる。中でも、FCEV の燃料となる水素については、前章で検証したように、政府が目標とする価格水準にまで低減すれば、FCEV が TCO ベースで優位となる。FCEV は、CO₂ 排出量が圧倒的に多い大型トラックに適したパワートレインと位置付けられるので、水素の価格低減とクリーン化に資する政策の早期導入が期待される。なお、水素の価格低減にあたっては、水素の生産量・流通量の飛躍的な拡大が必要となるが、一方で、これに見合う水素の需要量・消費量を見通すことが出来なければ生産・流通側で投資意思決定を下すことは出来ない。そのため、水素の生産設備や流通網の整備に補助金等を交付することも重要だが、まずは水素の実需を創り出すことを最優先とすべきだろう。水素の用途としては、ガス火力発電への混焼やガス導管への混入なども挙げられるが、すでに商用化を果たしている自動車での利用が実需喚起の早道と言え、世界に先駆けた FCトラックの普及で水素を巡る日本の産業振興も視野に入ろう。

カーボンプライシング適用が企業行動変容を起こす手段となり得る

カーボンプライシングの適用については、政府が税率を設定し課税する「炭素税」と、政府がキャップを課し排出枠の取引を認める「排出量取引制度」が存在する。それぞれ一長一短あるものの、いずれも、長期的な価格シグナル効果を通じて企業の行動変容を促し、脱炭素技術への投資やイノベーションを促す役割が期待されており、政府主導による規制的なカーボンプライシングは世界中で拡大している。日本政府においては、現在導入について議論の最中であり、カーボンプライシングについては企業に経済的なコスト負担を増加させるものであるが、企業のビジネスモデルや戦略に変革を起こすきっかけの 1 つの手段になり得ると考える。

政府は経済性にかかる課題を中心に、率先して対応を進めるべき

以上、ここまでで、ZEV トラックの普及に向けて、政府が講じるべき支援制度について述べてきた。ZEV は、貨物輸送分野の CO₂ 排出削減を果たすべく、導入を進める必要がある一方で、経済性や利便性といった一朝一夕に解決されない導入課題が残る。かかる状況を打破していくためには、経済性に関する課題への対応を中心として、まずは政府による支援体制の確立が不可欠である。中でも、車両の購入補助金や燃料のコスト低減とクリーン化に向けた取り組みは、ZEV トラック普及のキーフアクターである車両コストと燃料コストの低減に資する対応として重要性が高いと考える。

(2) 物流業界が取り組むべき対応策

物流業界が取り組むべき対応

次に、物流業界が商用 ZEV 普及に向けて取り組むべきは、走行時の CO₂ 排出量がゼロとなるグリーン輸送に経済的な価値を付加するといったインセンティブ設計だと考える。

物流業界は多重階層構造

物流業界は、一般的に、発荷主と運送契約を結ぶのは物流事業者であり、物流事業者は協力会社を含む運送事業者に実際の貨物輸送を要請する。運送事業者の中にはトラックを保有せず、運送情報を別の事業者提供することで収益を得る事業者も数多く存在し、実際にトラックを保有し輸送する運送事業者に至るまでに 7 次請負にも連なる多重階層構造となっている。また、中小・零細が物流事業者に占める割合が 9 割を超えるピラミッド構造にあるため、多重階層構造の頂点に立つ発注者たる発荷主の影響力は大きく、運送事業者は荷主からの様々な要求に対して、日々対応を迫られている状況にある。

業界を挙げてグリーン輸送に経済的な価値を付与するインセンティブ設計を検討することも一案

トラックを保有する運送事業者にとっては、ZEV を導入したところで、運送料等の収益が増える訳では無く、ZEV の TCO がディーゼル車を下回らない限り、逆に従来比高コストな車両の購入費用負担だけが重く押し掛かるため、ZEV を導入する動機に乏しい。そのため、車両を保有し輸送を担う下請けの運送事業者に対して、例えば、運送料の中に ZEV のコストを賄うだけのグリーン輸送の付加価値を加算するといった、何らかのインセンティブ設計を、荷主も含め業界を挙げて検討していくことも一案なのではなかろうか（【図表 13】）。

海運業界では荷主主導で脱炭素化を推進

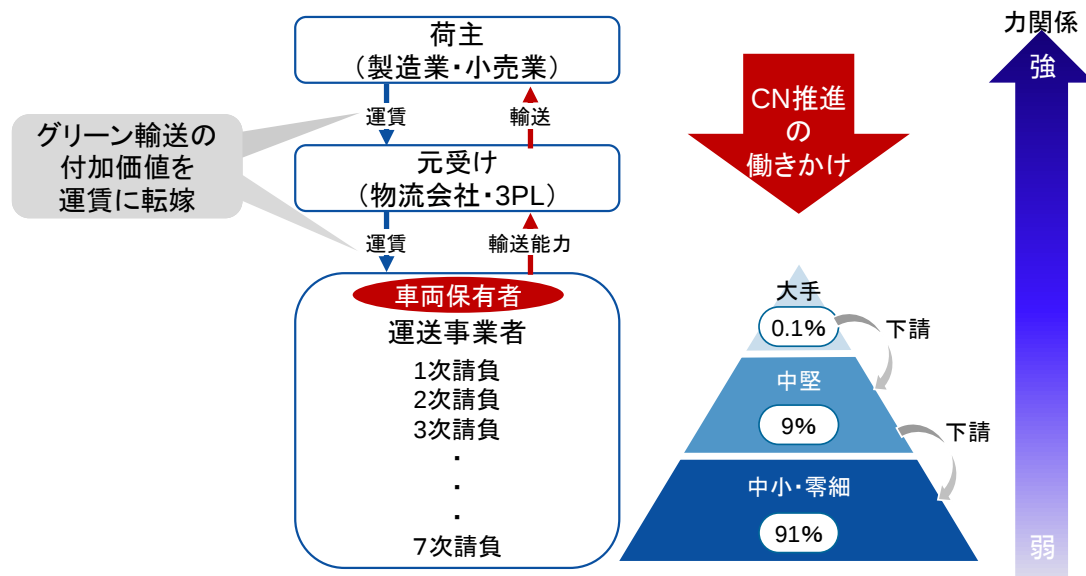
海運業界では、2021 年 10 月に、米民間団体のアスペン研究所が海運業界の脱炭素化の取り組みの一環として海運荷主企業向けに「Cargo Owners for Zero Emission Vessels (coZEV)」を発足した。その中で、米 Amazon や欧州家具大手 IKEA といった加

盟大手荷主企業 9 社が、2040 年までに自社海上貨物の全量を、ゼロエミッション燃料を採用した船舶で輸送することを目指す文書に署名しており、各社が起用している海運会社に対して船舶燃料のゼロカーボンを求めていることとしている。物流業界においても、業界構造に鑑みれば、CN に積極的な荷主の対応が、運送事業者の ZEV 導入の契機となる可能性があると考えられる。また将来的には、グリーン輸送を実現できることこそが、荷主や運送事業者にとって輸配送のスピード勝負に替わる新たな競争力の源泉となりうるであろう。

政府支援も業界の早期構造転換には必要

加えて、グリーン輸送に対し経済的なインセンティブをつけるには、政府による支援も必要である。例えば、前項で挙げたカーボンプライシングの導入等、グリーン輸送に対して経済的な価値を付与する制度設計を政府が講じることで、早期に業界の構造転換を促すことが可能になろう。

【図表 13】物流業界をあげた CN 実現への取り組み



（出所）みずほ銀行産業調査部作成

(3) 商用車 OEM が取り組むべき対応策

商用車 OEM が取り組むべき対応

政府を先頭に ZEV 普及に向けた対応を進めていくのに加えて、ZEVトラックを製造する商用車 OEM は、この環境変化を事業機会と捉え、トラックユーザーが抱える課題の解決に積極的に取り組み、結果として自らのビジネスモデルを転換させることで、持続的な成長を遂げていく契機とすべきであろう。かかる中、商用車 OEM が取り組むべき対応策は、①ZEV トラックの車両コストの低減、②トラックユーザーの初期資金負担軽減、③ZEVトラックの運行効率向上、である。

ZEV の車両コスト低減に、最も効果を発揮するのは FC システムの量産化

ZEV は現行のディーゼル車よりも遥かに車両価格が高く、車両コスト低減が競争優位を確立するために重要となる。車両コスト低減に最も効果を発揮するのが量産化である。特に、FCEV については、量産化によるコスト低減効果が大きいとされる。米国エネルギー省は、2020 年時点で 323 米ドルとした FC システムのコストを、2030 年時点では 80 米ドルにまで低減させるとの目標を掲げているが、コスト低減額 253 米ドルのうち、量産化（千台規模から十万台規模に増加する想定）による効果は 137 米ドルに達し、コスト低減幅の実に過半が量産化効果になると試算している。

FC システムの量販化、特に他用途への転用・展開が FC システム量産化の近道

量産化に向けて最も近道となるのは量販化である。特に、FCEV については、自動車以外の他のアプリケーションへ FC システムを転用・展開することが有用となる。トヨタは、自社で FC 乗用車 MIRAI を販売するだけでなく、いすゞ・日野・Paccar といった自社グループ内外の商用車 OEM に FC システムを供給し、FC トラックやバスを共同開発している。併せて、FC システムをパッケージ化した FC モジュールを開発し、2021 年から外販を開始しており、トラックやバスのみならず、鉄道、船舶、発電機などの幅広い用途への展

開を進めている。現代自動車も、2030 年までに FC システムの生産能力を年間 70 万基にまで増強する目標を掲げ、そのうち約 30%に当たる 20 万基を自動車以外の用途向けに供給するとしている。自社の特定用途だけでなく、他社の多様な用途へ拡販を進めることで、FC システムの量産を進めることがコスト低減に有効と言えよう。

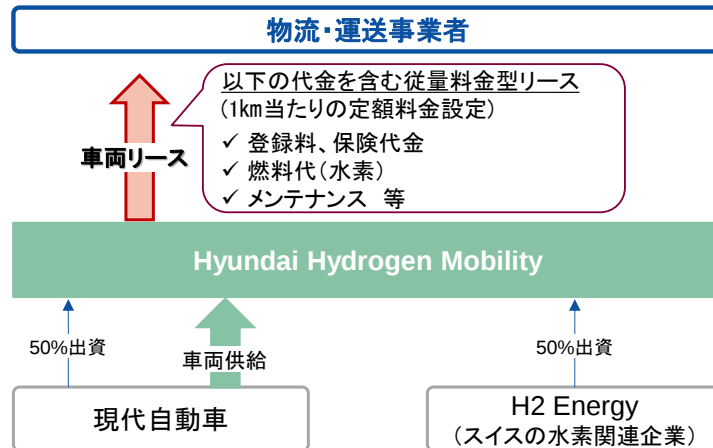
新たな価値を提供し、ZEV 普及を後押しすることも期待できる

ユーザーの初期資金負担の低減には、ファイナンスソリューションが必要

また、商用車 OEM には、トラックの BEV 化・FCEV 化を進める中で、トラックユーザーに対して新たな価値を提供し、ZEV トラック普及を後押しする取り組みを期待できるであろう。具体的には、②トラックユーザーの初期資金負担軽減、③ZEV トラックの運行効率向上、への取り組みである。

トラックユーザーの初期資金負担軽減に効果的なのが、金融機能の活用である。BEV や FCEV には購入補助金等の手当が施されているので初期投資負担は一定程度緩和されてはいるものの、車両価格が現行のディーゼル車に匹敵する水準にまで低下しなければユーザーには選択されない。メーカーである商用車 OEM としては、ユーザーである物流・運送事業者が購入しやすい仕組みを整えることが肝要となろう。特に、トラック運送事業者の 9 割超は経営体力が盤石でない中小・零細の物流事業者であり、物流会社の約 6 割が赤字経営を強いられている。従って、BEV・FCEV の TCO がランニングコストの大幅低減を要因に現行のディーゼル車対比でコストパリティを迎えたとしても、車両購入時のイニシャルコスト、初期資金負担の大きさにより、BEV・FCEV を敬遠することが指摘される。そのため、商用車 OEM としては、車両の売り切りではなく金融機能を活用して、車両価格の高い BEV・FCEV の普及に資するソリューションを提供していくべきであると考えられる。世界で初めて大型 FC トラックを量産し、欧州で導入を進めている現代自動車は、顧客の運転データや車両の使用状況、走行距離に基づき、燃料代やメンテナンス費用を上乗せした 1 km 当たりの定額料金を設定し、従量料金型リースの形態で、物流・運送事業者に FC トラックを提供している（【図表 14】）。これにより、車両購入者の初期資金負担を大幅に軽減させるとともに、運行時を含めたトータルでのコストの透明化を訴求している。このようにファイナンスソリューションを盛り込むことで、高価な BEV・FCEV の導入を促進することが出来よう。

【図表 14】ファイナンスを活用した現代自動車の FC トラックの販売手法



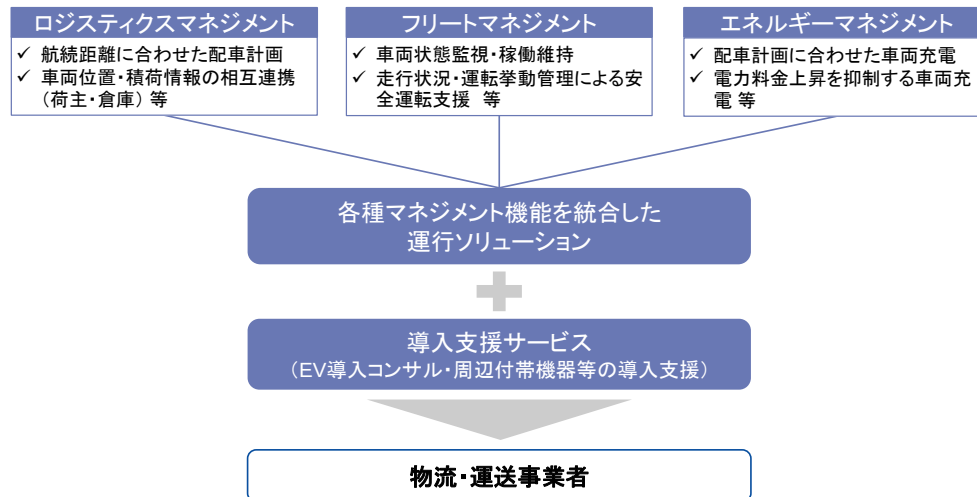
(出所) Hyundai Hydrogen Mobility AG HP より、みずほ銀行産業調査部作成

運行ソリューションの提供により、ディーゼル車比で劣後する運行効率を補う

車両の運行効率向上に効果的なのが、BEV・FCEV の弱点をコネクテッド技術等も活用して補い、利便性の高いプロダクトに転換する取り組みである（【図表 15】）。とりわけ BEV は、航続距離、エネルギー充填時間、エネルギー供給インフラといった利便性でディーゼル車に大きく劣後する。こうしたデメリットを理解した上で、新たな付加価値として ZEV トラックの運行効率向上に資するソリューション提供が商用車 OEM の新たな収益源となろう。商用化で FCEV に先行している BEV では、これに類する事例が芽出している。独 Traton 傘下の米 Navistar は、NEXT eMobility Solutions というビジネスユニットを立ち上げ、Consulting、Charging、Constructing、Connecting、Conserving という 5C のビジネスを展開する。具体的には、BEV の導入効果測定、運行経路のシミュレーション、充電機器の設置、コネクテッド技術を活用した車両の稼働時間最大化といったサービス

を展開し、物流・配送現場のオペレーションに BEV を組み込むサポートを事業化している。国内でも、日野自動車に関西電力とともに、電動商用車の最適稼働マネジメントといった電動車導入・運用における課題に対するソリューションを提供する CUBE-LINX という合弁会社を立ち上げた。このように、ロジスティクスマネジメントとフリートマネジメントとエネルギーマネジメントを統合した運行ソリューションと、ZEV 及び周辺付帯機器まで含めた導入支援サービスを商用車 OEM が手掛けることで、オペレーション上の弱点を補っていく必要があると考える。

【図表 15】運行効率向上ソリューションイメージ



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

フリート・プールの形成がより効用を高める手段

上述のファイナンスソリューションと運行効率向上ソリューションという 2 つは、商用車 OEM がトラックを運行・保有する物流・運送事業者と共同で仕組みを構築する「フリート・プール」を形成し、サービスとして提供することでより効用が高まると考える（【図表 16】）。

複数の事業者が車両を共同で調達・保有することで、量販と車両コスト低減を実現

具体的には、商用車 OEM に加えて、複数の物流会社もしくはリース会社が共同出資する新会社を立ち上げ、BEV トラック・FC トラックの調達・保有を行い、個々の物流会社や運送会社にリースやレンタル、サブスクリプションといった形態で車両を貸し渡すという形が有効となろう。商用車は車両の使用年数が長いため、1 社で多数の車両を保有しているケースにおいても各年単位の車両更新台数は限られる。複数の事業者が車両を共同で一括購入すれば、商用車 OEM はまとまった規模の販売台数を確保することが可能となる。これにより、BEV トラック・FC トラックの早期量産化に目途が立ち、車両コストの低減が早々に実現し得る。買い手にとっても、1 社単独で限られた台数を購入するよりも安価に調達することが出来る。

メンテナンス受託は、ユーザーの課題を解消するとともに、収益機会となる

また、フリート・プールの運営する新会社が、BEV トラック・FC トラックのメンテナンスを請け負うことも考えられよう。BEV・FCEV の車両構造はディーゼル車とは全く異なる。そのため、これまでは物流・運送事業者自身が担うことの多かった車両メンテナンスを自社で行うことが難しくなると考えられる。物流・運送事業者としては、ZEV 車両が故障して車両にダウンタイム（不稼働時間）が生じると、事業性が一気に低下するおそれがある。商用車 OEM は、BEV トラック・FC トラックの車両構造を当然に熟知しており、コネクテッド機能が付加された車両であれば車両のコンディションも把握することができる。商用車 OEM が、フリート・プールの運営する新会社を通じて、物流・運送事業者から点検・保守・メンテナンス事業のアウトソースを受託すれば、物流・運送事業者が抱える問題が解消されることとなる。また、商用車 OEM からみれば、収益性が高いとされるアフターサービスの機会を安定的、かつまとまったロットで確保することにもつながる。

ソリューション事業展開は、異業種連携も必要

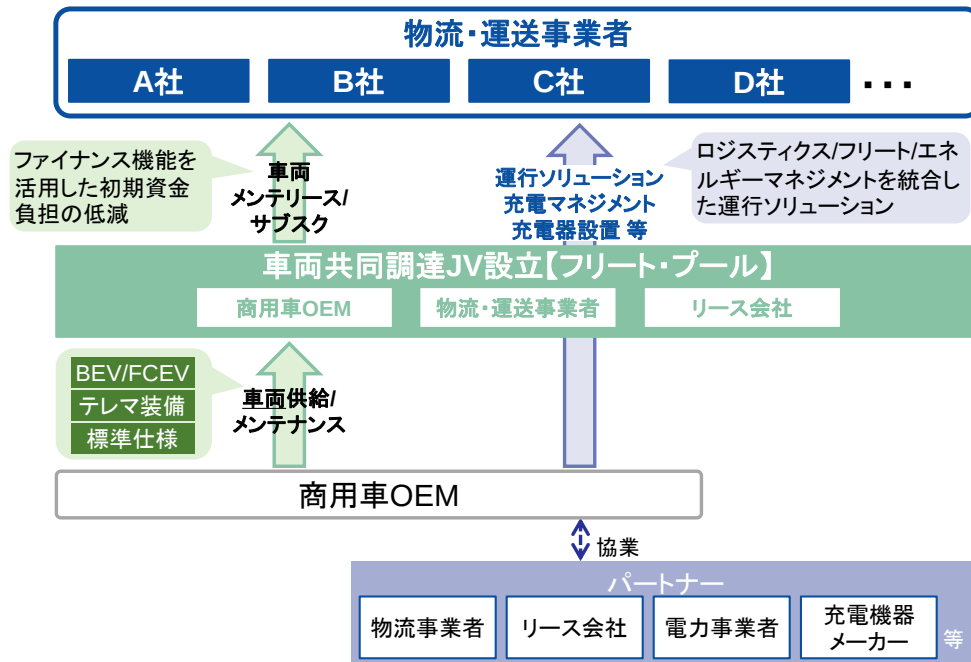
フリート・プールにおいては、車両の航続可能距離に即した運行経路シミュレーションや運行計画策定、充電機器設置・導入や充電マネジメントといったサービスを展開することも想定し得る。これらのソリューション事業は必ずしも商用車 OEM が得意とする分野では無いので、物流事業者や電力事業者といった事業ノウハウを有する事業者と連携した

座組の構築も必要となろう。

フリート・プール
は双方にメリット

フリート・プールの仕組みは、メーカー及びユーザーの双方にとってメリットのある、BEV・FCEV 市場の早期スケールングに効く事業モデルであると考えている。

【図表 16】フリート・プール



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

各取り組みはビ
ジネス拡大の機
会となる

商用車 OEM によるソリューション提供やサービス事業展開は、BEV・FCEV の普及課題への対応策としてだけではなく、車両の売り切りを中心としてきたこれまでのビジネスモデルから、その版図をソリューション型へと転換・拡大する機会ともなり得る。他方で、電力事業者やシステム事業者、物流事業者等が異なるノウハウを強みに当該ビジネスに参入してくることも想定される。かかる中で、商用車 OEM には、自身が主導し、他業界をも巻き込む形で新たなビジネス機会を取り込んでいくことを期待したい。

4. おわりに

運輸業界の CN
実現に向け、
各々のプレーヤ
ーの取り組みを
期待

いすゞ自動車や日野自動車の前身となる東京瓦斯電気工業が国内初の量産トラックを製造してからおよそ 100 年が経過する中、トラックはディーゼル車から BEV や FCEV にシフトせんとしている。ZEV トラックが抱える経済性や利便性といった課題は一足飛びに解決されるものではない。国、物流業界、商用車 OEM が各々の立ち位置から積極的に取り組みを図ることで、日本の貨物輸送分野における CN の実現を期待したい。

みずほ銀行産業調査部
自動車・機械チーム 豊福 亘
齋藤 裕貴
wataru.toyofuku@mizuho-bk.co.jp

[アンケートに
ご協力をお願いします](#)



Mizuho Short Industry Focus／195 2022 No.4

2022 年 9 月 29 日発行

© 2022 株式会社みずほ銀行

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、
弊行が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、弊行はその正確性・確実性を保証す
るものではありません。本資料のご利用に際しては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護
士、会計士、税理士等にご相談のうえお取扱い下さいますようお願い申し上げます。
本資料の一部または全部を、①複写、写真複写、あるいはその他如何なる手段において複製すること、②弊行の書面に
よる許可なくして再配布することを禁じます。

編集／発行 みずほ銀行産業調査部

東京都千代田区丸の内 1-3-3 ird.info@mizuho-bk.co.jp