

連載「脱炭素社会の到来」第9回

交通・運輸部門で進む「電動化」

水野有智¹

「電動車」は脱炭素化の有効な手段

自動車なくして物資や人を社会の隅々にまで運ぶことはできない。一方で、自動車から排出される二酸化炭素（CO₂）は回収が難しく、交通・運輸部門の脱炭素化の課題となっている。自動車の電動化が世界で進む理由の一つはこの点にある。

日本の運輸部門の CO₂ 排出量は 2018 年時点で日本全体の 18.5%で、自動車からの CO₂ 排出は日本全体の 15.9%を占める。世界的な潮流に追随して、日本でも運輸部門の電動化を進める方針で、日本政府も 20 年に、ガソリン自動車の新車販売を 30 年半ばまでに禁止し、「電動車」の販売のみを認めると宣言した。

内燃機関車と電動車の特徴

自動車は駆動の方式に基づいて内燃機関自動車と電動車に整理できる（図表）。

内燃機関自動車はガソリン自動車とディーゼル自動車とに大別でき、前者はガソリンを、後者は軽油を燃料とする。電動車は「電気モーターが車両の駆動に寄与する自動車」で、具体的には蓄電池式電気自動車、燃料電池自動車、ハイブリッ

¹ 計量分析ユニット エネルギー・経済分析グループ、電力・新エネルギーユニット、新エネルギーグループ 主任研究員

ド自動車該当する。自動車の CO2 排出の捉え方には、「Well to Wheel (WtoW。自然界から変換加工せず得られる一次エネルギー源から走行までの過程)」と、「Tank to Wheel (TtoW。蓄電池や燃料タンクから走行までの過程)」がある。化石燃料を使う内燃機関自動車は、WtoW、TtoW のいずれにおいても CO2 を排出する。他方、ガソリンや軽油と言った液体燃料は質量・体積当たりのエネルギー発生量が共に高く、数分で補給できる特徴を持つ。

	内燃機関自動車		電動車		
	ガソリン自動車	ディーゼル自動車	蓄電池式電気自動車	燃料電池自動車	ハイブリッド自動車
TtoW CO2 排出	-	やや優れる	優れる (排出なし)	優れる (排出なし)	やや優れる
WtoW CO2 排出	-	同程度	やや劣る～ 優れる	やや劣る～ 優れる	やや優れる
航続距離	-	やや優れる	同程度	同程度	やや優れる
エネルギー補給速度	5 分程度	5 分程度	30 分～十数時間	5 分程度	5 分程度
特徴	-	トルクが強	航続距離を	小型の車両	蓄電池容

		く、バス・トラック等で必須	伸ばそうとすると車重が増加する	で航続距離のメリットを出すことが難しい	量、モーター出力等で様々な形式あり
--	--	---------------	-----------------	---------------------	-------------------

出典：2021 年現在市販の自動車諸元等より筆者作成

一方、電動車は複数の方式がある。ハイブリッド車以外の純粋な電動車であれば「TtoWCO₂ 排出量」はゼロで、排ガスも出さない。だが、「WtoWCO₂ 排出量」は、充電する電力の発電方式や水素の製造方式に依存する。

電動車で最もシンプルな仕組みが「蓄電池式電気自動車」で、走行エネルギーを車載蓄電池から供給する。ただし、21 年現在の蓄電池のエネルギー密度は液体化石燃料よりも低く、充電せずに走り続けられる航続距離は同程度の大きさの内燃機関自動車に比べて短いものが多い。また、充電速度は「充電電流の大きさ×充電電圧の大きさ×充電時間」でおおむね決まることから、家庭でも行える 100 ボルトあるいは 200 ボルトでの充電では 1 時間単位の時間がかかり、急速充電には大電流・高電圧が必要である。

「燃料電池自動車」は、これらの問題を水素と燃料電池によって補うものだ。水素 1 キログラム当たりのエネルギー発生量はガソリンの約 2.7 倍で、燃料 1 キログラム当たりの走行距離はガソリン自動車の実燃費（20 キロメートル/リットルとして換算）の約 4 倍だ。ただし、圧縮水素の体積当たりのエネルギー発生量はガソリンの約 10 分の 1 であり、水素タンクはプロパンガスボンベのような大

きな円筒形で、車両に効率よく搭載できない。そのため、小さい車両では航続距離の確保が難しい。また、燃料である水素は再生可能電力と水から作ることもできるため、WtoW CO₂ 排出量をほぼゼロにすることも比較的容易であるが、電力から水素を作る時点で約 40% のエネルギーが失われることや、水素供給インフラの普及が課題となる。

「ハイブリッド自動車」は内燃機関を搭載する電動車であり、内燃機関の効率が悪い運転領域をモーター駆動で補うことで、燃費を向上させる。また、減速時にモーターを発電機として使う回生ブレーキで電力を生み、従来熱として捨てられていた車両の運動エネルギーの一部を駆動に再利用することができる。ハイブリッド車にはエンジンを発電専用にする「シリーズハイブリッド」、エンジンの駆動補助をモーターで行う「パラレルハイブリッド」の他、モーターとエンジンの役割を任意に変更できる「動力分割式」などがある。また、蓄電池を直接充電できるものは「プラグインハイブリッド車」と呼ばれる。

求められる官民一体の取り組み

自動車の電動化を通じて社会のゼロエミッション化を達成するには、WtoW CO₂ 排出量の低減、すなわちサプライチェーンの上流である一次エネルギー源を脱炭素化することも必要となる。蓄電池式電気自動車であれば電源を化石燃料を燃やす火力発電から再生可能エネルギー（再エネ）や原子力に替える、燃料電池自動車であれば水素の一次エネルギー源を化石燃料から再エネなどに替えることや、化石燃料を使う水素製造プラントに CO₂ 回収・貯留設備を装備する

ことなどが考えられる。また、内燃機関自動車であってもバイオ燃料などカーボンニュートラル燃料を採用すれば、WtoWCO₂ 排出量を実質的に低減できる。

これらの施策は自動車業界だけでは完結しない。電源構成の低炭素化や水素、カーボンニュートラル燃料を供給するサプライチェーンの整備を含めた、業界横断的な取り組みが求められる。

脱炭素化の実現のためには、自動車の使われ方を考慮して経済合理性や利便性に優れた車種を開発・普及していく必要がある。例えば1回当たり走行距離が長い自動車（高速バスや長距離輸送を担う大型トラック）を充電時間がかかる蓄電池式電気自動車に置き換えることは困難だ。社会全体での脱炭素化には、送配電網の整備、充電インフラや水素供給インフラの拡充により電動車の利便性を高めることも重要である。

また、日本が今後も自動車の輸出を通じて外貨獲得を目指すのであれば、蓄電池やモーターの原材料となる資源の確保や、日本国内に利益を還元して雇用を生み出す電動デバイス（蓄電池、半導体、モーター等）供給網の確立などが重要になる。「世界一の自動車」を日本から生み出し続けるためには、国家的な資源戦略や自動車に関する規制改革など、官民一体の取り組みが求められる。

お問い合わせ:report@tky.ieej.or.jp