

EVへのシフトとCO₂排出量に関する考察

黒川 文子

1. はじめに

近年、電気自動車（EV）へシフトする動きが各国で見られるようになった。たとえばノルウェーは、2025年にすべてのガソリン・ディーゼル車の新車販売を禁止すると発表した。また、英国、フランスも2040年をめどにガソリン・ディーゼル車の新車販売を禁止する方針を表明した。ノルウェーでは政府が様々なEV購入インセンティブを整備しており、購入時にかかる25%の付加価値税が免除され、高速道路や公設の駐車場料金が無料となる。また、渋滞時にバス専用レーンを走行可能であり、その結果、2017年の新車販売の29%がEVとプラグインハイブリッド車（PHV）であった。

中国は2019年に自動車メーカーに製造・販売する自動車の10%を「新エネルギー車（NEV）」にするよう義務付ける規則を導入する。「NEV」には、EV、燃料電池車（FCV）、PHVなどの電動車が入る。しかし、ハイブリッド車（HV）は除外される。アメリカ、カリフォルニア州もZEV規制により、同州での販売台数の一定の割合をEVなどにするよう義務づけている。しかし、ZEV規制でも2018年よりHVは除外される。このように、世界の先進国や中国では、ガソリン・ディーゼル車からEVに切り替える動きが進んでいる。その理由は、EVがCO₂を排出しないため、地球温暖化を抑制し、環境に良いと考えられているからである。日本では、燃費の良いガソリン・ディーゼル車、HV、EV、燃料電池車と様々な車が販売されており、現在は燃費の良い軽自動車とHVが販売のトップ10を占めている。しかし、将来は世界の流れに沿って、日本でもEVの普及が進み新車販売の一定割合を占めるようになるのではないかとといった見方がされている。

特に欧米や日本の自動車メーカーがEVの開発に注力しているのは、中国の「NEV規制」によるところ

が大きい。中国の新車販売台数は2017年に2887万台¹⁾に達し、世界の自動車販売の約3割を占める。その大市場の10%を「NEV」にするとすると、2019年から約290万台のEV市場が中国で開けるのである。日本の自動車メーカーも中国で2017年にトヨタが129万台、日産が152万台、ホンダが144万台の新車を販売しており²⁾、その10%、つまり3社合計で42万台のEVを中国で製造・販売する義務を負うことになる。中国市場が大きいだけに、この市場で生き残っていくためには中国政府の方針に従わざるを得ない。このように、日本や欧米の自動車メーカーによるEVへのシフトは中国政府の政策によるところが大きい。

もちろん、環境上、EVは確かに走行時に何も排出しないので、大気汚染の心配がない。しかし、車のバッテリーに貯められる電気は、発電所で作られる過程でCO₂を出している。

EV：[発電所で電気を作る（CO₂を排出）→電気をバッテリーに供給→自動車の走行]

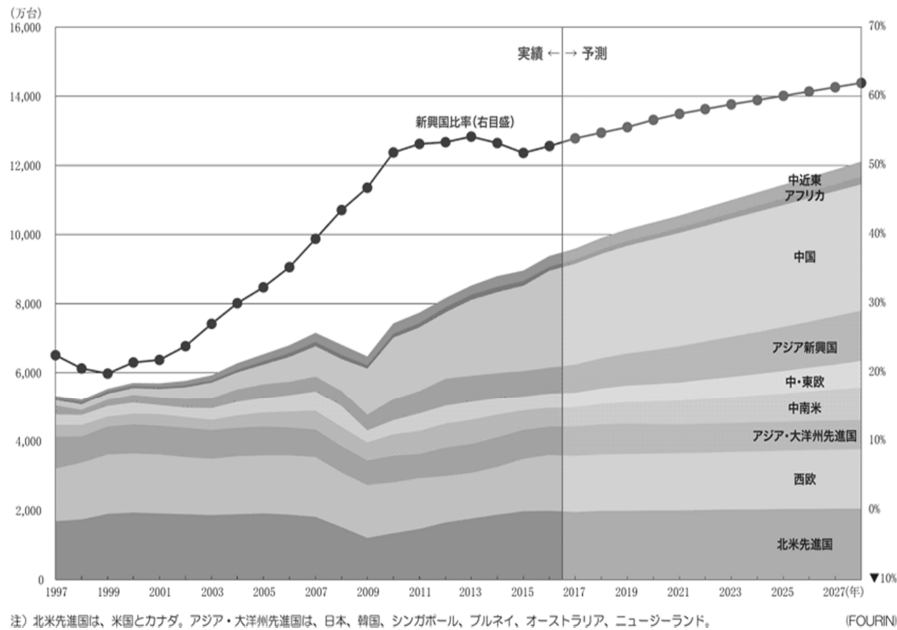
ガソリン自動車：[ガソリンを供給→自動車の走行（CO₂を排出）]

以上のように、EVとガソリン自動車の双方とも、直接・間接的にCO₂を排出しているのである。本論文では、電気を作る過程でのCO₂排出量とガソリン自動車の走行時のCO₂排出量を比較しながら、EVが本当に環境に優しい車であるかどうかについて考察する。

2. EVの普及レベル

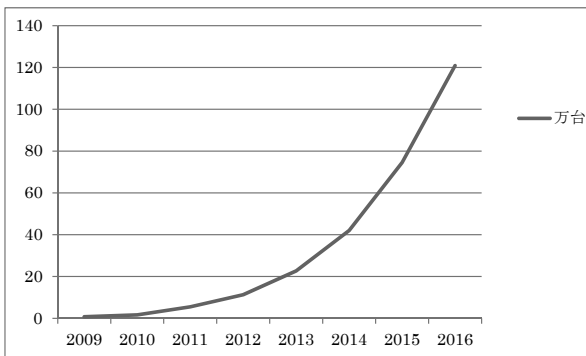
2010年頃から世界の新車販売は、図1に示されているように、先進国から中国・インドを含む新興国へ比重を移していった。そして、2016年の世界の新車販売台数は9,386万台³⁾であり、その50%以上が新興国で販売された。EVの累計販売台数は、図2のように2014年頃から急激に増加していき、世界の新車販売台

図1. 世界自動車市場と新興国比率の長期推移



注) 北米先進国は、米国とカナダ。アジア・大洋州先進国は、日本、韓国、シンガポール、ブルネイ、オーストラリア、ニュージーランド。
出所 (www.fourin.jp/.../STATISTICS_NENKAN_2017.html) (FOURIN)

図2. EVの累計販売台数



(出所) 桃田健史『EV新時代にトヨタは生き残れるのか』洋泉社, 14~15頁より作成。

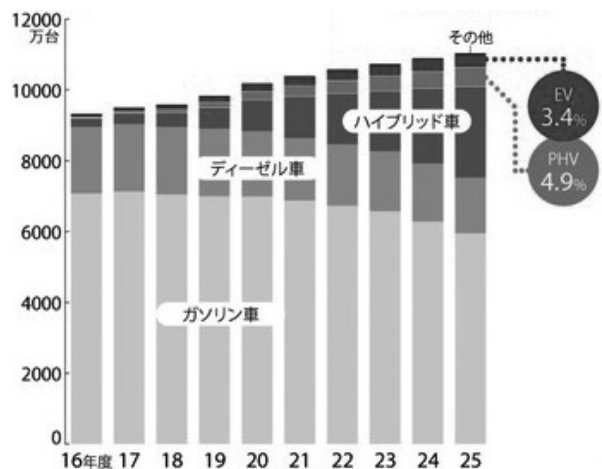
数の約1.3%を占めるまでになっている。

量産されたEVを挙げると、まず2009年に三菱自動車が世界初の量産EV「アイミーブ」を生産開始し、2010年には日産が「リーフ」を発売した。2011年には中国のBYDが「e6」を発売し、2012年にアメリカのテスラが「モデルS」を発売して、EVの世界累計販売台数は11万台になり、2013年頃から加速度的に販売が伸びていった。2013年には、ドイツのBMWが「i3」を発売し、2015年にはテスラが「モデルX」を発売した。2016年にはアメリカのGMが「シボレー・ボルトEV」を、韓国の現代自動車が「アイオニック」を発売し、世界累計販売台数はついに120万台に達したの

である。2017年には、VWが「e-ゴルフ」を、テスラが「モデル3」を発売した。

PHVを含めると、2016年の世界のEVの新車販売台数は75万台である⁴⁾。そのうち約半分を中国が占め34万台であり、米国が16万台であった。図3に示されるように、今後次第にEVおよびPHVが増加していき、2025年には合計で世界の新車販売台数の8.3%を占めるという試算もある。2030年にはEVの販売台数は637万台になるという予測もある⁵⁾。

図3. ガソリン車、ディーゼル車、HV、PHV、EVの生産台数比率の推移



(出所) HISマーケット

3. EVのCO₂排出量の算出方法

EVは今後、地球温暖化抑制のために、次第に内燃機関車に代わっていくものと見られている。それでは実際に、EVが内燃機関車よりもCO₂排出量が少ないかどうかを検証する必要がある。EVのCO₂排出量を出す際、まず発電所の電源平均のCO₂排出量を求める。これは、各国が1キロ・ワット時の電気を発電した時に排出されるCO₂の量であり、全発電所から排出されるCO₂の量を全発電量で割って求められる。そして、EVが1キロ・メートルを走行する際に消費する電力量に電源平均のCO₂排出量を掛けて得られる値が、「EVのCO₂排出量」とする計算法が一般的に活用されている。

各国の電源構成は異なっており、原子力発電、水力発電そして再生可能エネルギーの比率が高いと、電源平均のCO₂排出量は少なくなる。しかし今後、EVの普及によって電気の需要が増加し、国内の総発電量の数%を増加させる可能性もある。そのため、「EVのCO₂排出量」の低減は、各国の増加した発電量を含めて、いかに電源平均のCO₂排出量を少なくするかにかかっている。

「EVのCO₂排出量」の計算法は、「EVのライフサイクルにおけるCO₂排出量」を使うのがより正確である。日産は車のライフサイクルアセスメント手法から、CO₂排出量を計算している⁶⁾。まず、図4のように車のライフサイクルは、「資源採掘」、「製造」、「使用」、「廃車」の4つの段階から構成されている。図5から重量のある車ほど使用時のCO₂排出量が多くなると言える。

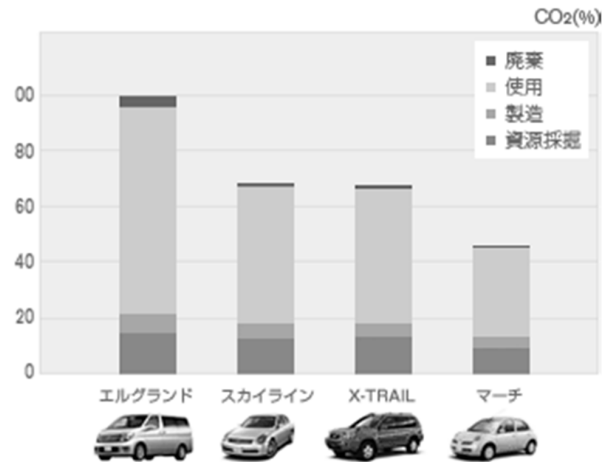
図4. 車のライフサイクル



※ASR：Automobile Shredder Residueの略。使用済み自動車から可能な限り、鉄や非鉄等の素材を回収し、マテリアルリサイクルした残さ。

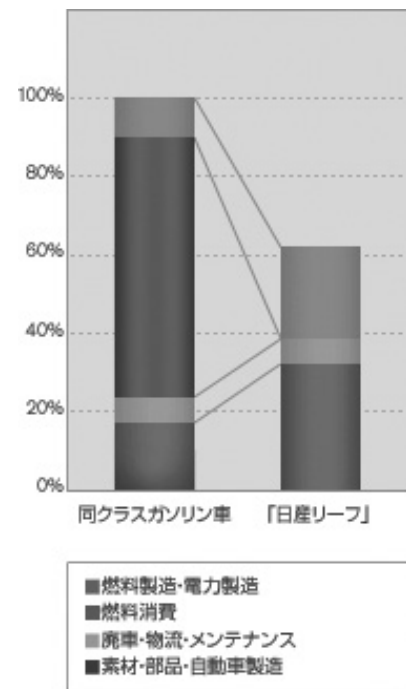
(出所) 日産自動車ホームページ

図5. 日産自動車の主要車種におけるLCA結果



(出所) 日産自動車ホームページ

図6. 日産リーフと「同クラスガソリン車」のライフサイクルにおけるCO₂排出量の比較



*日本生産・走行(10万km)における比較

(出所) 日産自動車ホームページ

図6は「日産リーフ」と「同クラスガソリン車」のCO₂排出量をライフサイクルで比較したものである。走行時以外のCO₂排出量を見ると、「素材・部品・自動車製造」においては、「日産リーフ」が約2倍のCO₂を排出している。「廃車・物流・メンテナンス」においては、双方、同じぐらいのCO₂排出量である。やはり一番差が出るのは、走行時に必要な「燃料消費」と「燃料製造・電力製造」の合計であり、「日産

リーフ」のCO₂排出量は、「同クラスガソリン車」の約1/4になっている。「同クラスガソリン車」は走行時にCO₂を排出するが、ガソリンを製造する時にもCO₂を排出する。

つまり、車体製造において「日産リーフ」のCO₂排出量の方が「同クラスガソリン車」よりも多いが、「燃料消費」と「燃料製造・電力製造」において「日産リーフ」のCO₂排出量の方が少ないため、総合すると「日産リーフ」のCO₂排出量の方が図6で見ると3/5ほどで済む。したがって、「日産リーフ」は「同クラスガソリン車」よりもライフサイクルで40%ほどCO₂の排出量が少ないため、環境に優しい車と言える。またEVのバッテリーは、蓄電池として活用することができ、家庭で発電した太陽光などの再生可能エネルギーを蓄え使用することができる。

以上のように、車のライフサイクルからEVのCO₂排出量を算出するのが最も厳密である。ただ、ガソリン自動車の燃料製造時のCO₂排出量がEVの「素材・部品・自動車製造」におけるCO₂排出量の多い分を相殺するぐらいの量である。本論文では、「EVのCO₂排出量」で一般的に活用されている計算方法に従って、ガソリン自動車の走行時の「燃料消費」とEVの電力製造時のCO₂排出量を比較し考察する。

4. 各国の電源構成とCO₂の排出量

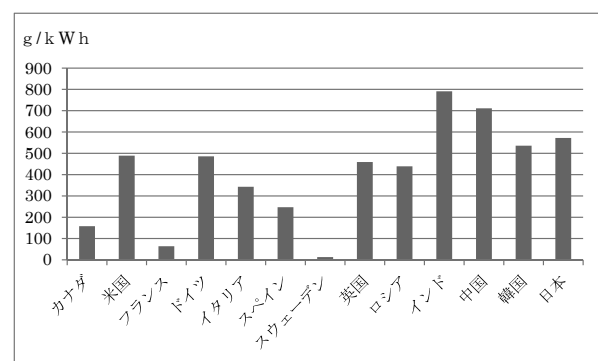
各国の発電量1 kWh当たりのCO₂排出量は、図7のように発電設備の電源構成によって異なってくる。たとえばフランスは原子力が50%を占め、スウェーデンは水力50%、原子力25%であり、CO₂排出量の少ない電源構成である。そのため、フランスの発電量1 kWh当たりのCO₂排出量は2013年に64g、スウェーデンは13gと非常に少ない。このような国でEVを使うならば、CO₂排出量の少ない発電で作った電気をEVに蓄電できるため、非常に環境に優しい車になる。しかし、インドでは発電量1 kWh当たりのCO₂排出量は791g、中国では711gと多い。そのため、インドや中国でEVを1 km走行させる際に排出されるCO₂の量は、フランスやスウェーデンよりも多くなる。日本では、2011年の東日本大震災以降、原子力発電の比率が

低下し、LNGや石炭火力発電の割合が増加したため、2013年の発電量1 kWh当たりのCO₂排出量は572gであり、欧米諸国や韓国よりも多い。

ただ、各国の発電量1 kWh当たりのCO₂排出量は、発電設備の電源構成によって決まるが、電気を使う人が使用する電源を選択できる制度があると良いであろう。そうすれば、インドであろうと中国であろうと、EVに蓄電される電気はCO₂排出量の少ないものになる。

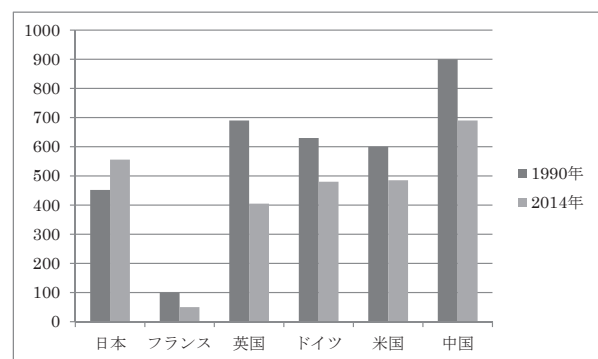
日本では再生可能エネルギーの大半が、固定価格買い取り制度を通して電力会社に売られる。その結果、さまざまな電源の電気が区別なく供給されてしまうため、消費者は電源の選択をすることができない。再生可能エネルギーの発電事業者が直接企業に電気を売ることもあるが、日本の固定買い取り価格が世界と比較しても高額であるため、買い取り制度を優先しているのが現状である⁷⁾。

図7. 各国の発電量1 kWh当たりのCO₂排出量 (2013年)



(出所) OECD/IEA

図8. 各国の発電量1 kWh当たりのCO₂排出量の推移 (1990年と2014年の比較)



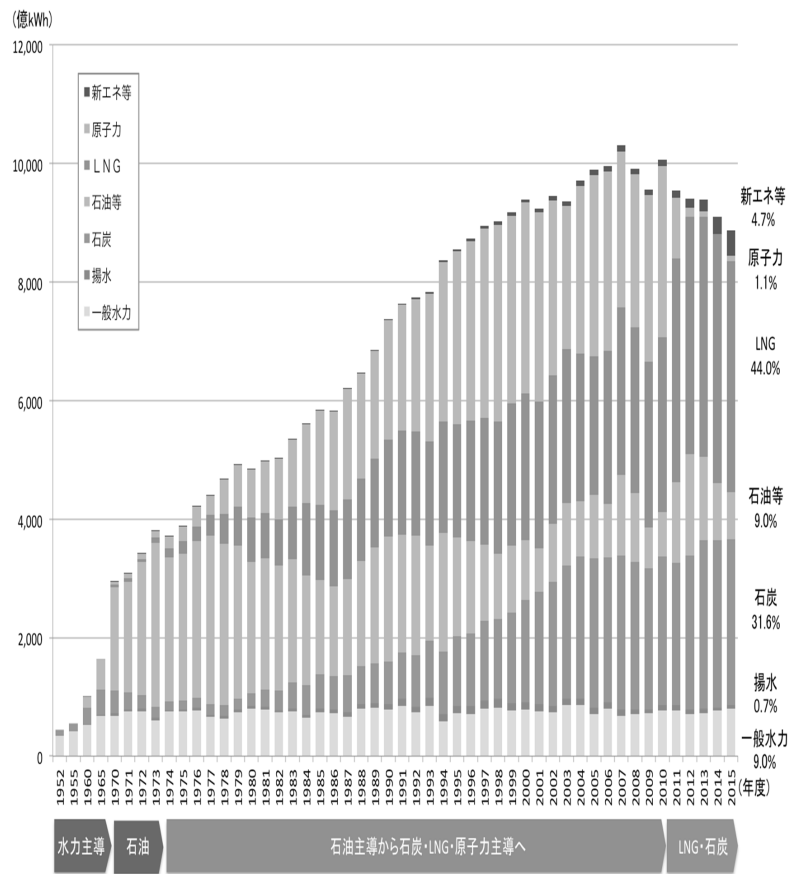
単位: g/kWh

(出所) 日本経済新聞, 2017年10月4日

日本の発電で懸念されることは、図8からも分かるように主要国が1990年から2014年の25年間で、発電1 kWhあたりのCO₂排出量を減少させているにもかかわらず、日本は逆に増加させていることである。つまり、日本の電力は25年前よりグリーンではなくなっている。日本は公害対策や省エネ技術が進んでおり環境先進国と言われてきたが、今や世界の地球温暖化抑制の流れから取り残されている。日本は1990年に発電1 kWh

あたりのCO₂排出量が452gであり、図8からフランスに次ぐ少なさであったが、2014年には556gに増加させ、逆に英国、ドイツ、米国では400g台へと減少させた。日本と他国とのこの違いは、再生可能エネルギーの普及の差にある。日本の再生可能エネルギーの発電量に占める比率は、2014年に6.5%であったが、一方、ドイツは24.5%、英国は18.5%と大きな比率を占めている⁸⁾。

図9. 日本のエネルギー・発電の供給量割合



(出所) 経済産業省エネルギー庁「エネルギー白書2017」

次に日本の電源構成の推移を1952年から2015年まで見てみる。図9は、電力会社10社（北海道電力、東北電力、東京電力、北陸電力、中部電力、関西電力、中国電力、四国電力、九州電力、沖縄電力）が、石油、石炭、天然ガス、原子力、水力、再生可能エネルギーをどのような割合で発電しているかを示している。日本の発電所の主要電源は、1965年頃までは水力主導であり、1973年の第一次オイルショックまでは石油主導であった。その後は石油主導から石炭・LNG・原

子力主導へと発電比率を変化させていった。しかし、2011年の東日本大震災以降は、原子力発電の割合がゼロ近くまで減少し、LNGがそれをカバーしている。

2011年から2015年にかけて、LNGと石炭が主要電源となっており、石油を合わせると火力発電が84.6%を占めている。特に世界では石炭火力発電を減らす動きにあるが、日本では逆に増加しており、2012年は発電量に占める石炭火力発電の割合が27.6%であったのが、2015年には30.6%へと増加した。

つまり、日本は脱CO₂先進国から脱落しており、環境と成長を両立させる経済構造を構築できないでいる。風力と太陽光発電コストは主要22か国の中で最も高い。風力は世界の1.6倍、太陽光は2～3倍である⁹⁾。日本の発電総量が2011年以降減少しているのは、企業の節電努力による。

石炭火力による発電1kWh当たりのCO₂排出量は943gであり、石油火力(738g)、LNG火力(599g)と比較しても非常に多い¹⁰⁾。このため、石炭火力で発電した電力でEVを走らせると、ガソリン・ディーゼル車が排出するCO₂の量とそれほど差がなくなる。

各国の電源構成とCO₂の排出量を見てきたが、日本の発電所のCO₂の排出量は、2011年以降の電源構成の急激な変化によって増加していることがわかった。EVのCO₂排出量は、発電1kWhあたりのCO₂排出量の影響を大きく受けるため、今後、政府の電源構成に関する方針が重要になってくると思われる。

5. EV、ガソリン車とHVのCO₂排出量比較

ここでは、「日産リーフ」を例にとってEVのCO₂排出量を算出し、他のガソリン車やHVとのCO₂排出量を比較する。「日産リーフ」の電費は気温や高速道路走行などによって変わり、7.9～9.6km/kWh¹¹⁾の範囲で推移している。普通にエアコンを使うという条件で、ここでは「日産リーフ」の平均電費を8.5km/kWhとする。

図7からインドでは発電量1kWh当たりのCO₂排出量が791g、中国は711gと多い。「日産リーフ」の平均電費は8.5km/kWhなので、インドで蓄電すると1km当たりのCO₂排出量は93.06g/km(791÷8.5)となる。中国では「日産リーフ」の1km当たりのCO₂排出量は83.65g/km(711÷8.5)となる。中国とインドで使用する「日産リーフ」はHV車の新型プリウス(58g/km)よりもCO₂を多く排出する。

フランスでEVを走行させると、1km当たりのCO₂排出量は7.53g/km(64÷8.5)、スウェーデンでは1.53g/km(13÷8.5)となり、ほとんどCO₂を出さないで、これらの国ではEVの普及が、地球温暖化の抑制に大きな意味を持つてくる。日本ではEVが1km

走るのに排出するCO₂の量は67.29g/km(572÷8.5)となる。「日産リーフ」はガソリン車(147g/km)よりも環境に優しく、HVの新型プリウスよりも環境に悪い。図7に基づいて、2013年の各国の発電量1kWh当たりのCO₂排出量から、「日産リーフ」の1km当たりのCO₂排出量を算出すると、以下のようになる。

カナダ:	18.59g/km (158÷8.5)
米国:	57.53g/km (489÷8.5)
ドイツ:	57.18g/km (486÷8.5)
イタリア:	40.35g/km (343÷8.5)
スペイン:	29.06g/km (247÷8.5)
英国:	54g/km (459÷8.5)
ロシア:	51.65g/km (439÷8.5)
韓国:	63.06g/km (536÷8.5)
中国:	83.65g/km (711÷8.5)
インド:	93.06g/km (791÷8.5)
フランス:	7.53g/km (64÷8.5)
スウェーデン:	1.53g/km (13÷8.5)
日本:	67.29g/km (572÷8.5)

次に国ごとにEVの「日産リーフ」、ガソリン車(147g/km)、HVの新型プリウス(58g/km)を比較し、CO₂排出量の少ない順に並べると以下のようになる。

カナダ:	EV < HV < ガソリン車
米国:	EV < HV < ガソリン車
ドイツ:	EV < HV < ガソリン車
イタリア:	EV < HV < ガソリン車
スペイン:	EV < HV < ガソリン車
英国:	EV < HV < ガソリン車
ロシア:	EV < HV < ガソリン車
韓国:	HV < EV < ガソリン車
中国:	HV < EV < ガソリン車
インド:	HV < EV < ガソリン車
フランス:	EV < HV < ガソリン車
スウェーデン:	EV < HV < ガソリン車
日本:	HV < EV < ガソリン車

以上から、欧米ではEVが最もCO₂排出量が少なく、日本、韓国、中国、インドではHVが最もCO₂排出量

が少ないという結果になった。経済産業省が燃料製造からEVの走行までのCO₂排出量を試算したデータ¹²⁾によると、中国では82g/km、日本では59g/km、ドイツでは49g/km、フランスでは5g/kmである。経済産業省と筆者の試算の差は、何年の各国の電源構成を採用しているのか、EVはどの車種を採用し、どのような走行の仕方かで平均電費を計算しているのかによって異なってくるためである。しかし、二者の試算の差は中国では1.65g/km、日本では8.29g/km、ドイツでは8.18g/km、フランスでは2.53g/kmであり、差は9g/km以内に収まっている。

EVと比較すると内燃機関車のCO₂排出量が多いが、近年、マツダが新技術を開発して燃費を良くしている。中長期的にHVも含めてエンジン車はまだ世界の主流であると考えられており、技術的に進化していくと、EVのCO₂排出量まで近づいていくこともありえる。反対に、大型EVでは多くのバッテリーを積むと車両が重くなり、CO₂排出量が増加するという課題もある¹³⁾。

総合すると、EVを使用することは、世界的にCO₂排出量を抑制することができ環境に良いと言える。そして、さらに各国の発電所の電源構成をCO₂排出量の少ないものに変えていけば、EVはさらに環境に優しくなるであろう。

6. 欧州におけるPHVの燃料測定法 (ECE R101)

アメリカ、カリフォルニア州の2018年改定のZEV規制、そして2019年から導入される中国の「NEV規制」でもHVは除外されているが、PHVは認められている。EVの高い販売価格、短い航続距離、充電インフラの未整備という欠点がある程度カバーできるのがPHVである。PHVはEVとHVの中間的な存在であり、両方のメリットを持ちながら、EVにCO₂排出量の少なさでは劣っており、HVには取り扱いの簡単さや販売価格で劣るというデメリットもある。ここでは、欧州におけるPHVのCO₂排出量の算出方法を基に、多くの自動車メーカーがPHVの開発・販売に参入するようになった理由を考察する。

PHVは、最初はEVとして数十キロ走行し、電気が

無くなるとHVとして走る車である。ドイツの自動車メーカーがEVやPHVの開発・販売に乗り出したのは、アメリカで発覚したVWのディーゼル車の排ガス不正問題に機を発する。VWはディーゼル車の販売を促進するため、燃費の良さ、排ガスの少なさ、走行性能の良さを適切な販売価格の中で実現しようとしたが、この4つのバランスを上手くとることができず、排ガス不正に走ったものと見られる。

それ以降、欧州の他の自動車メーカーのディーゼル車もカタログ値と実際の排ガスなどの値が異なることが発覚し、世論はディーゼル車に対してネガティブな印象を持つようになった。そのため、特にドイツの自動車メーカーはディーゼル車の代わりに欧州のCAFEをクリアするための自動車として、電気とガソリンの両方を使えるPHVやEVの開発に目を向けるようになったのである。

欧州ではCO₂排出量に対する規制が世界で最も厳格であり、地球温暖化抑制のためにCO₂削減に取り組んでいる。2021年には図10のようにCO₂を95g/km以下にするという厳しい数値を自動車メーカーに課している。これは燃費に換算すると約24km/Lに相当する。2030年にはその3割削減(34km/L)を目標としており、EVシフトを加速させる狙いである。

CAFE (Corporate Average Fuel Efficiency) は、各自動車メーカーの平均燃費であり、各車のCO₂量とその企業の販売台数で加重平均した値である。ただ、販売台数や車種構成によって自動車メーカーごとにCO₂=95g/km以下という規制値が異なってくる。たとえば、トヨタは94.3g/km、ルノー日産グループは92.1g/km、ボルボ・カーは103.5g/kmであり、達成可能と見られている。一方、VWは96.3g/km、ダイムラーは100.7g/km、PSAグループは92.6g/km、現代・起亜自動車は91.7g/km、フォードは93.0g/kmであるが、達成不可能と見られている。2016年の欧州での実際のCO₂排出量は、トヨタが105g/km、VWやダイムラーは120g/km前後であった¹⁴⁾。

図10のように日本の2020年の燃費目標は20.3km/Lであり、CO₂排出量では122g/kmに相当し、中国の117g/kmとほぼ同程度である。北米のCAFEがそれほ

ど厳しくないのは、自国の自動車メーカーの実力を考慮しているからである。しかし、米国はディーゼル車を欧州ほど推進していないため、NO_x排出レベルを非常に厳格に設定しており、それをクリアするのは難しい。そのため、VWが排ガス不正問題を引き起こす結果となったのである。将来、米国も燃費を急速に良くするように仕向けており、2025年の規制ではCO₂排出量を97g/kmとしている。

2021年からEUで適用されるこのCO₂=95g/km以下という厳しい数値をクリアするために、PHVが有利になるような「ECE R101」という欧州の燃費測定法が適用されることになった。欧州の自動車メーカーのPHVは、欧州の燃料測定法「ECE R101」を満たすのが主な目的であるため、電気のみでの走行が終わった後はHV走行に切り替わるが、日本の自動車メーカーのPHVやHVのようにエンジン走行とモーター走行を頻繁に切り替えて「最適制御」し、走行性と燃費性を高めた車よりも劣ると言われている。

欧州の燃料測定法 (ECE R101) ではPHVのためにCO₂排出量の軽減係数が採用されている。燃料消費量軽減係数の計算式は、(EV走行距離 + 25) ÷ 25となる¹⁵⁾。25という数字は、一般的な運転距離は25キロであろうという推定から決められた。PHVが仮にバッテリーで1キロしか走れなくても軽減係数は1.04になり、CO₂排出量100g/kmのPHVの場合、排出量は、CO₂排出量 ÷ 軽減係数 = 96.2g/kmとなる。

たとえばSUV型PHVで、CO₂排出量を140g/kmとし、電気モーターで35キロ走行できる車を考えてみる。軽

減係数は2.4となり、その結果、PHVのCO₂排出量は、140 ÷ 2.4 = 58.3g/kmとなるため、2021年の規制をクリアできる。ドイツの高級車自動車メーカーはこの軽減係数の恩恵を最大限に活かせるため、PHV市場へ参入してきている。北米CAFEにおいてもPHVは優遇されており、EV走行だけとしてCO₂排出量を0 g/miと設定している。

PHVはEV走行を延ばしていくと電池のコストが増加し、エンジンを使わなくなる。そうするとコストのかかるエンジンを搭載している意味もなくなり、EVの購入で済む。欧州自動車メーカーがCAFEをクリアするために、CO₂排出量の算出方法で優遇されているPHV市場に参入してきたが、高い販売価格、EV走行距離、車体重量等で解決すべき課題が多いと思われる。CAFEにより自動車メーカーがさまざまな車を開発・販売することになるが、実際にユーザーがそれを購入するかどうかは不確かなままである。

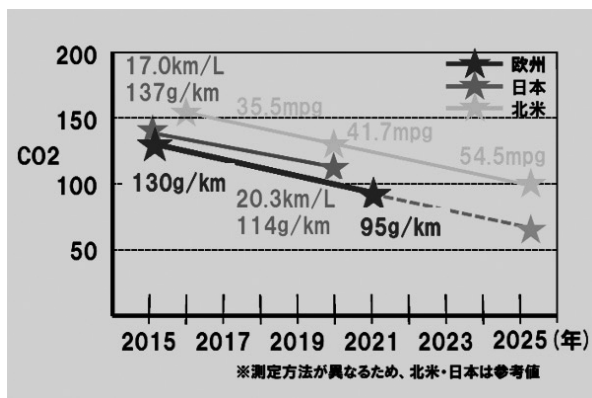
7. 各国の自動車メーカーとEVシフト

7-1. 中国の自動車メーカー

中国の自動車メーカーは、日本や欧米の自動車メーカーにガソリン車の品質やブランド力などで競争力がなく、これまで他国で自社ブランド車を販売することも困難であった。しかし、EVではガソリン車よりも部品点数が約6割と少なくてすむため参入障壁が低く、中国の自動車メーカーも世界で競争力を持つ可能性が大きい。したがって、中国では国策として自国の自動車産業の競争力を高めるためにEVへのシフトを促進していると思われる。国の支援策として、EV購入のための優遇策を打ち出している。EVの購入時には、25%の付加価値税が免除され購入しやすくなった¹⁶⁾。中国の自動車メーカーに対しては、2019年の「NEV規制」を義務付けており、EVシフトを促進している。2016年には中国ではNEVは約50万台、2017年には乗用車市場だけで58万台であった。中国政府はNEVを2025年までに年間300万台、2030年には1500万台にする計画である。

確かに、中国の大気汚染は深刻でありEVはその解決策になる。政府はガソリン車のナンバープレートの

図10. EU, 日本, 北米のCAFEの推移



(出所) car.autoprove.net

取得を困難にしており、取得が容易なEVを国民はやむなく購入している面もあり、これによって中国はEVの販売を促進させている。北京市では2011年からガソリン車のナンバープレートの発給に抽選制度を導入している。当選確率は0.5%と低い。天津、広州、深圳などの6都市にも導入されており、当選確率は1%である。上海ではナンバープレートを競り合う制度を導入しており、1枚約150万円以上もするという。一方、NEVは購入時に補助金を受けられる。ガソリン車は北京市や天津市で渋滞緩和のために曜日によってナンバープレートの末尾の数字によって走行を制限されるが、NEVにはそのような制限もない。EVはガソリン車と比較して、デザインが良くなく車種も少なく、家庭での長時間の充電が必要になるなどデメリットも多いが、すぐに購入できるというメリットの方が大きいのである。

7-2. ドイツの自動車メーカー

欧州では、もともと新車販売台数におけるディーゼル車の比率が高かったが、米国でVWの排ガス不正問題が発覚して以来、その比率を減少させている。その不正は、排ガス試験が行われていることをソフトウェアが検知し、試験の時だけ有害物質を取り除く浄化装置をフル稼働させるというものだった。ディーゼル車はガソリン車よりも相対的にCO₂排出量が少ないため、EUのCAFE規制をクリアするための車として活用できると考えられていたが、これを機に他の自動車メーカーのディーゼル車の排ガスに対しても顧客が疑念を抱くようになり、販売の低下を招いた。その結果、欧州の自動車メーカーはディーゼル車に代わってEVやPHVをCAFEをクリアするための車として開発するようになったのである。また、VWの最大の販売市場は中国であるため、中国の「NEV規制」をクリアするためにEVへのシフトを進めているという大きな理由もある。VWは中国で年間約400万台を生産しており、2019年には「NEV規制」により、約12万台の生産が必要になる¹⁷⁾。中国では外資の自動車メーカーは中国企業との合弁を義務づけられているため、先端的なEV技術が中国メーカーに流出する恐れもある。そ

して、もしVWがこの「NEV規制」をクリアできないならば、他の自動車メーカーから「クレジット」を購入しなければならない。この「クレジット」の仕組みはアメリカ、カリフォルニア州のZEV規制と類似している。中国政府は、2025年にはNEVを700万台販売する計画であるため、NEV市場の拡大を狙って100社以上のEVのスタートアップ企業が誕生した¹⁸⁾。そのようなスタートアップ企業との提携により、外資メーカーは「クレジット」を確保することができる。スタートアップ企業の狙いも、性能の良いEVの製造・販売よりも「クレジット」の売却による収入にあると思われる。

一方、ドイツの高級車メーカーであるダイムラー、BMW、そしてVWグループのアウディやポルシェの最大の販売市場は米国である。そして、その米国もZEV規制を採用する州があるため、ドイツの高級車メーカーもEVを製造・販売していかなければならない。ただ、中国市場向けの小型EVとは異なり、テスラが販売しているような高級EVが米国市場では主流と見られているため、テスラと競合することになっていくであろう。

7-3. 日本の自動車メーカー

日本の自動車メーカーのEVシフトは、自国市場向けというよりも、中国、米国向けであろう。日本市場ではHVの比率が高く、世界でも特異な市場と言えよう。日本では大気汚染もなく、中国やインドのようにEV推進政策を行う必要もそれほどない。日産自動車がEVではリードしているが、トヨタも「全固体リチウム電池」の開発が成功すれば、EVの航続距離を画期的に伸ばすことができる。しかし、中国市場ではEVに中国製電池の採用を求められる可能性が高い¹⁹⁾。中国では日本の高い電池技術を生かせず、さらにガソリン自動車で磨いた部品などを微妙に調整し精度の高い車を作りあげる「擦り合わせ」の技術をEVではあまり生かせない。日本の自動車メーカーがEVでも競争力を持つのは相当な努力が必要であろう。

8. 考察

全般的にEVはガソリン車よりも環境に優しいと言える。ただ、各国の発電所の電源構成によってその程度が異なってくる。火力発電の割合が大きい電源構成の国では、CO₂排出量においてHVの方が環境に優しい国もある。しかし、各国の政策によって、消費者が再生可能エネルギーの使用のみを選択出来る場合は、電源構成が火力発電に偏った国でもEVは環境に優しくなる。したがって、EVを真に環境に優しい車にするには、①各国の発電所の電源構成において火力発電の割合を少なくし、再生可能エネルギーの割合を大きくすること、②電源構成の変更が難しい場合は、再生可能エネルギーの価格を下げて、消費者がその使用のみを選択出来るようにすることである。

日本の自動車メーカーが得意とし、かつ日本市場で相当の販売シェアを持つHVが中国の「NEV規制」でもアメリカのZEV規制でも除外されることは、日本の自動車メーカーにとって非常に不利である。しかし、HVはガソリン車と同様に、規制によって一定量を販売しなければならない車としてではなく、中長期的に世界の新車販売の主要な車として生き残れることができると思われる。それは、ユーザーが燃費の良い、かつ使い勝手の良い車を自由に選択した結果として現れてくるであろう。近年は、HVのデザインも洗練されてきている。規制は自動車メーカーを縛るが、車のユーザーは縛れない。内燃機関車を販売禁止にする規制が、最も日本の自動車メーカーを恐れさせるものであり、一定比率のEV等を販売しなければならないという規制は内燃機関車の販売を縛るものではない。

HVを多く販売しているトヨタやホンダは、各国の方針の下に、新たにEVの開発に専念しなければならないことは確かである。実際の車のCO₂排出量とは関係の無いところで各国の規制が成立しており、また自国の自動車メーカーに有利になるように規制は作られる。

日本の自動車メーカーがとるべき道は、やはり各市場に求められている条件をクリアした上で、競争力のある車を販売することである。つまり、日本市場ではHVも含めて燃費の良い車を販売すること、中国では

2019年から新車販売の10%をEV等の販売にすること、欧州では2021年のCAFEに向けて、販売する車の平均CO₂排出量を95g/km以下にすること、アメリカでは州ごとの規制をクリアしCAFE基準を満たすことである。

ただ、今後もEVの3大欠点を克服していかなければならないであろう。つまり、高い販売価格、航続距離、充電インフラと充電時間の長さである。自動車メーカーがEVを製造、販売しても顧客が購入してくれなければ意味がないのである。最初にこのEVの3大欠点を解決した自動車メーカーが、顧客を多く獲得し、次第に量産効果によって生産コストを下げるができる。そして、各国市場に適したデザイン、価格で顧客にとって魅力的な車を販売するという基本を貫くことが、今後も日本の自動車メーカーが競争力を保持できる道となろう。

注

- 1) 日本経済新聞, 2018年1月12日。
- 2) response.jp > TOP > 自動車 ビジネス > 海外マーケット。
- 3) www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/.../20170039.pdf
- 4) 国際エネルギー機関 (IEA)。
- 5) エコノミスト2017.11.14, 20ページ。
- 6) 日産ホームページ (www.nissan-global.com/JP/ENVIRONMENT/.../LCA/) より。
- 7) 日本経済新聞, 2018年1月21日。
- 8) 日本経済新聞, 2017年10月4日。
- 9) 日本経済新聞, 2017年10月4日。
- 10) 朝日新聞, 2010年7月23日。
- 11) ev1.nissan.co.jp/LEAF/RORA/QUESTIONS/.../457。
- 12) 日本経済新聞, 2017年11月6日。
- 13) 日本経済新聞, 2018年1月28日。
- 14) 日本経済新聞, 2017年11月9日。
- 15) monoist.atmarkit.co.jp > オートモーティブ。
- 16) 日本経済新聞, 2017年11月6日。
- 17) 新エネルギー車の比率は2019年には10%であるが、

車種の走行能力により数値が異なってくる。

18) 日本経済新聞, 2017年11月17日。

19) 日本経済新聞, 2018年1月24日。

参考文献

池原照雄 (2002年) 『トヨタVSホンダ』 日刊工業新聞社。

大藪恵美, その他 (2008年) 『トヨタの知識創造経営』 日本経済新聞出版社。

黒川文子 (2008年) 『21世紀の自動車産業戦略』 税務経理協会。

黒川文子 (2017年) 『自動車産業のESG戦略』 中央経済社。

中西孝樹 (2013年) 『トヨタ対VW』 日本経済新聞出版社。

日野三十四 (2002年) 『トヨタ経営システムの研究』 ダイヤモンド社。

松田修一監修 (2002年) 『日本再生：モノづくり企業のイノベーション』 ダイヤモンド社。

桃田健史 (2017年) 『EV新時代にトヨタは生き残れるのか』 洋泉社。

Study of EV Shift and Carbon Dioxide Emission

KUROKAWA, Fumiko

This paper investigates the relationship between EV shift particularly in China, EU and USA and the amount of carbon dioxide emission. In China automakers must obtain a new-energy vehicle score, which is linked to the production of various types of zero- and low-emission vehicles at least 10 percent starting in 2019. But zero emission vehicles also emit CO₂ in process of generating electricity in a power plant. This paper compares the amount of carbon dioxide emission among EV, hybrid engine vehicle and gasoline-engine vehicle. As a result, the amount of CO₂ emission of EV varies in each country because of the diversification of energy mix. In general, EV has less CO₂ emission than other vehicle in EU and USA. But in India, China, Korea and Japan, HV emits less CO₂ than other vehicle.