

\*\*\* 謹賀新年 \*\*\*

本年も NeoMag 製品および NeoMag 通信をよろしくお願い申し上げます



**次世代自動車の検証（7）＜EVのCO<sub>2</sub>排出量と消費電力＞**

昨年（2021 年）8 月、国連の IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第 1 作業部会報告の中で、今まで「過去の地球温暖化は 100 年あたりで約 1℃となっている」としてきたことは間違いで、都市熱（都市バイアス）を考慮すると 100 年あたり 0.41℃に過ぎず、実際の温暖化の量は半分以下であった」という Conolly 論文を取り上げています。つまり、IPCC は都市熱も地球温暖化に算入してしまうという間違いを冒していたということになります。

NeoMag 通信では、前回のテーマ「地球温暖化と温室効果ガスの検証」の中で、IPCC 報告の前に、いち早くこのことをお伝えしていました。

この報告は、今後、「温室効果ガス・CO<sub>2</sub>の温暖化に与える影響」が再度議論されなければならない重要な科学的方向性を示唆しています。・・・とはいうものの、果たして「脱炭素／カーボンニュートラル」に向けて全速力で走り出した国際政治や国際経済が簡単にブレーキを踏むでしょうか。

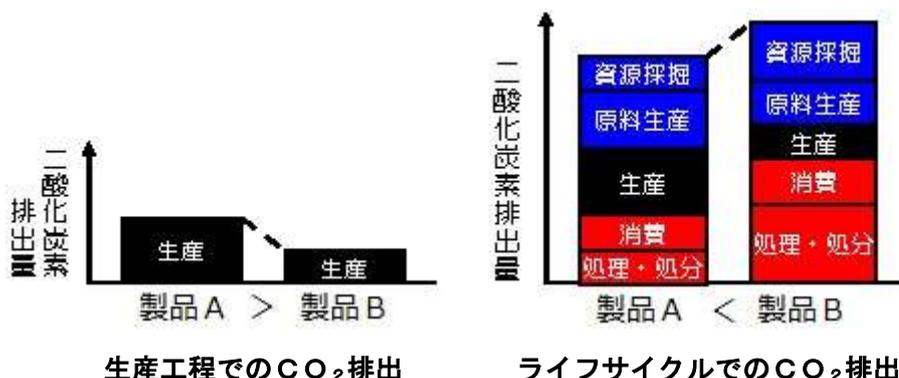
現実には、脱炭素のためのEV化の動きは止められないようです。本稿では温暖化に与えるCO<sub>2</sub>の影響の議論は一旦横に置かせていただき、「EVはどれだけのCO<sub>2</sub>量を減らせるか」、「EV化にはどれだけの電力が必要か」の検証をしてゆきたいと思います。

**[EVのCO<sub>2</sub>排出量と消費電力-1] EVとエンジン車のCO<sub>2</sub>排出量（マツダ論文）**

商品が作成され、それが使用され、最後に廃棄されるまでの間に排出されるCO<sub>2</sub>を算出して、管理する手法としてLCA（ライフサイクルアセスメント）があります。

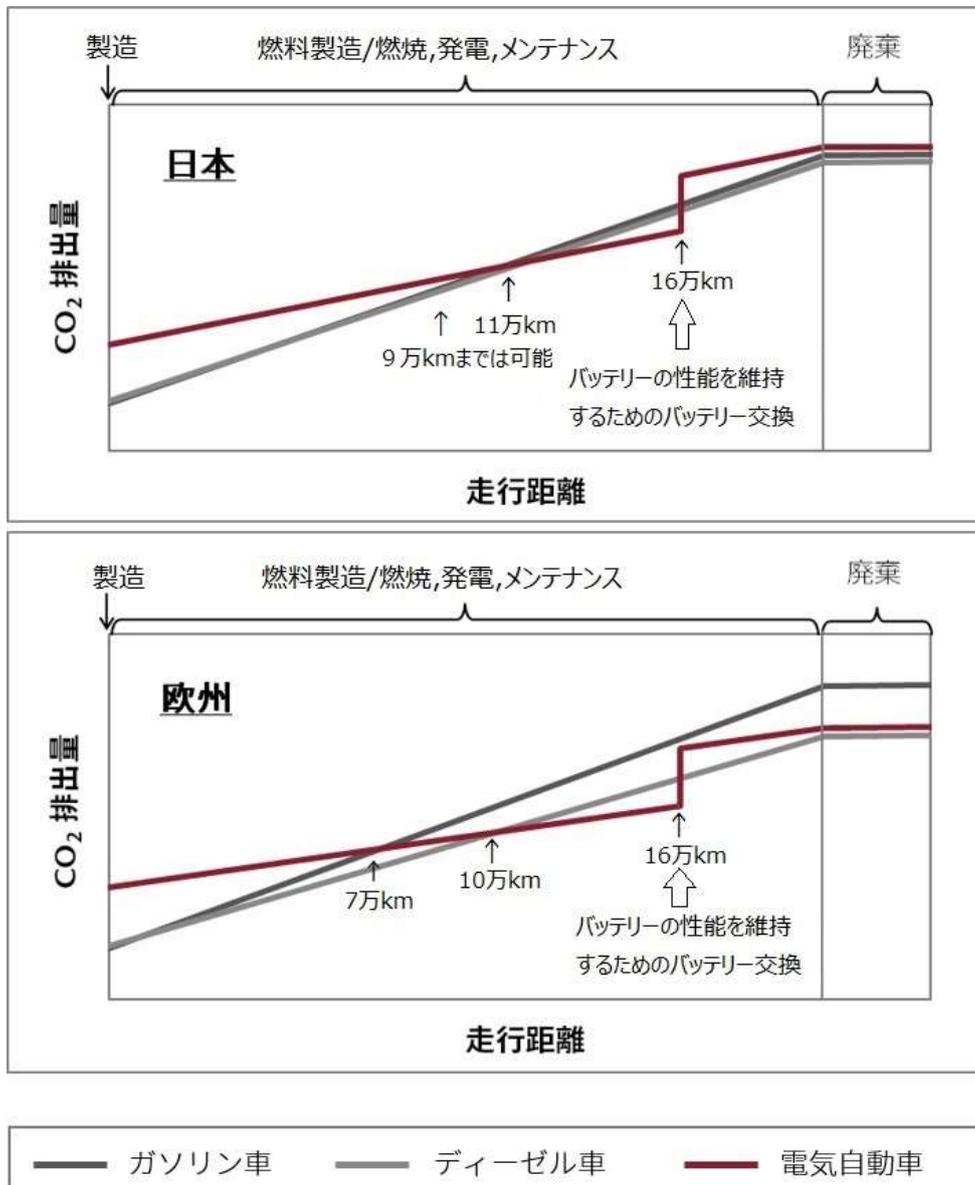


ライフサイクルアセスメント



この算出手法は国際標準化機構（ISO）で規格化されていますが、精度の高い結果を得ようとする、それなりの基礎データが必要です。多くの資材で構成されている自動車の算定をしようとしても簡単ではありません。一例として、電気自動車とガソリンエンジン車を比較し、どのようなレベルが現状では理想的なCO<sub>2</sub>削減になるのか試算したデータを、マツダが「電気自動車と内燃機関搭載車のライフサイクルでのCO<sub>2</sub>排出量」の論文で公表しています。

この中ではEVに搭載するバッテリーが大きいとその製造時に発生したCO<sub>2</sub>を自動車がどれだけ走っても内燃機関の自動車よりも削減できないが、適切な大きさのバッテリーを選ぶと9万Kmくらいの走行距離で、電気自動車のCO<sub>2</sub>発生量の総量が少なくなる、さらにEVのバッテリーの劣化があり、16万Kmで交換するとほぼ同等になると説明しています。

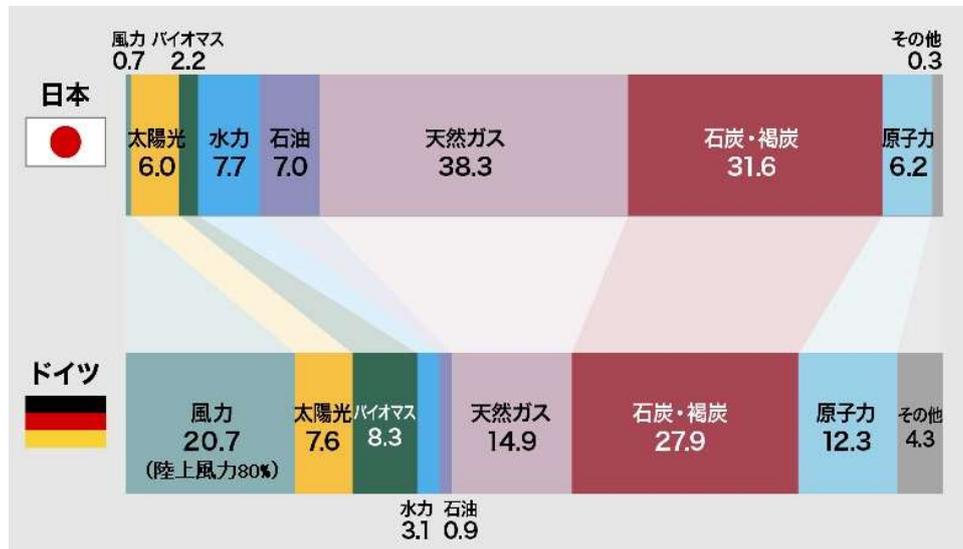


日本、欧州のガソリン車、ディーゼル車、EVのライフサイクルCO<sub>2</sub>

「環境への取り組み：LCA（ライフサイクルアセスメント）」マツダ株式会社

## [EVのCO<sub>2</sub>排出量と消費電力-2] EVとエンジン車のCO<sub>2</sub>排出量（再検証記事）

前項の論文は自動車メーカー・マツダとして、EVよりも内燃機関が有利になるような恣意的データを使っているのではないかと反論し、前提条件を精査し、日本の電力事情を考慮したデータがEVsmartBlogで公表されています。このデータでは2500ccのマツダ3とテスラモデル3のEPA燃費を比較して計算しています。



ドイツ（2019年）と日本（2018年）の電源構成比較（経済産業省資料）

バッテリー製造時のCO<sub>2</sub>排出量は上記の日本の電源構成データをもとにして、2種設定し、比較しています。また、世界中のテスラを対象にした調査から、現在のバッテリー技術では、廃車するまでバッテリー交換は不要としています。この結果の中で、75kWh級のバッテリー搭載車でも、9万Km走ればEVのCO<sub>2</sub>排出総量が少なくなると結論付けしています。ただし、この比較データの内燃機関がより燃費の良い1500ccとか、ディーゼルにするとEVが有利になるレベルはなかなか難しそうです。さらに、ハイブリッド車の燃費を適用すると、EVが有利になるレベルはあるのかと疑問が湧いてきます。ただし、ハイブリッド車はエンジン車と比べて走行時（消費時）の燃費が良く、CO<sub>2</sub>の排出も少ないと考えますが、モーターやバッテリーなど、エンジン車に比べると多くの付加機器を搭載しているため、製造時のCO<sub>2</sub>排出量は間違いなく大きく、一段の検証が必要になります。

当然ながら、今後、国内の電力の再生可能エネルギーの利用が進めば、EVの方が明らかに有利になってきます。マツダが公表しているデータでも、欧州のEVのCO<sub>2</sub>排出量が少ないのはこのためです。

ただ平均14万Km（廃車までの走行距離）の利用が行われる計算でも、実際には少ない走行距離で廃車になる場合も少なくありませんから、一概に判断できるものではありません。このような議論に対し、電池をクリーンエネルギーだけで製造しているからEVは絶対的にクリーンだと発表するメーカーもあるようです。ただ、自社はクリーンエネルギーだと言っても、自社ですべての電気を作ったのではなく、クリーンだと言われる電気を集めて買ったものを使う場合がほとんどのようです。この場合、クリーン化の本質的な努力ではなく、金でかき集めたことになり、ほんとうの意味でのクリーンなCO<sub>2</sub>削減になるのか疑問です。

いずれにしても、CO<sub>2</sub>を発生しない電源（再生可能エネルギー、原子力等）の比率が十分高くならなければ、EVのCO<sub>2</sub>削減効果は簡単には得られないということです。

次表は、「EVとガソリン車の走行距離とCO<sub>2</sub>排出量の関係」をEVsmartBlogが再計算したデータです。赤色の部分が「ガソリン車の方が排出量の少ない走行距離領域」、緑色の部分が「EVの方が排出量の少ない走行距離領域」となります。バッテリーの製造時に発生するCO<sub>2</sub>の排出量を「最大：106kg-CO<sub>2</sub>eq/kWh」と「平均：84kg-CO<sub>2</sub>eq/kWh」の2種類としました。走行時のガソリン車の燃費は「マツダ3」のEPA推定値15.3km/L、EVの電費は「テスラモデル3ロングレンジ」EPA値6.19km/kWhを基準としています。

走行距離	容量	新車	10000km	20000km	30000km	40000km	50000km	60000km
ガソリン車		5,493	7,258	9,023	10,795	12,668	14,452	16,224
EV・マツダ論文前提条件	35.8kWh	12,255	13,266	14,277	15,289	16,408	17,439	18,450
	75kWh	19,180	20,191	21,203	22,214	23,333	24,364	25,375
EV・106kg-CO <sub>2</sub> eq/kWh	75kWh	13,880	14,891	15,903	16,914	18,033	19,064	20,075
EV・84kg-CO <sub>2</sub> eq/kWh	75kWh	12,193	13,204	14,215	15,226	16,346	17,377	18,388

走行距離	容量	70000km	80000km	90000km	100000km	110000km	120000km	130000km
ガソリン車		17,989	19,862	21,634	23,418	25,190	27,063	28,828
EV・マツダ論文前提条件	35.8kWh	19,461	20,581	21,592	22,623	23,634	24,753	25,765
	75kWh	26,387	27,506	28,517	29,548	30,559	31,679	32,690
EV・106kg-CO <sub>2</sub> eq/kWh	75kWh	21,087	22,206	23,217	24,248	25,259	26,379	27,390
EV・84kg-CO <sub>2</sub> eq/kWh	75kWh	19,399	20,518	21,530	22,561	23,572	24,691	25,703

走行距離	容量	140000km	150000km	160000km	170000km	180000km	190000km	200000km
ガソリン車		30,600	32,384	34,257	36,029	37,794	39,566	41,458
EV・マツダ論文前提条件	35.8kWh	26,776	27,807	28,926	29,937	30,949	31,960	33,099
	75kWh	33,701	34,732	35,851	36,863	37,874	38,885	40,024
EV・106kg-CO <sub>2</sub> eq/kWh	75kWh	28,401	29,432	30,551	31,563	32,574	33,585	34,724
EV・84kg-CO <sub>2</sub> eq/kWh	75kWh	26,714	27,745	28,864	29,875	30,887	31,898	33,037

### 走行距離とCO<sub>2</sub>排出量の関係をマツダの論文と再検証したデータとの比較（単位：kg-CO<sub>2</sub>）

#### [EVのCO<sub>2</sub>排出量と消費電力-3] EVが必要とする電力

日本の自動車保有台数は2020年末で、乗用車が6,220万台、トラックが1,430万台、バスが20万台で約7,700万台です。ここで、すべての乗用車がEVとなる前提で計算してみましょう。

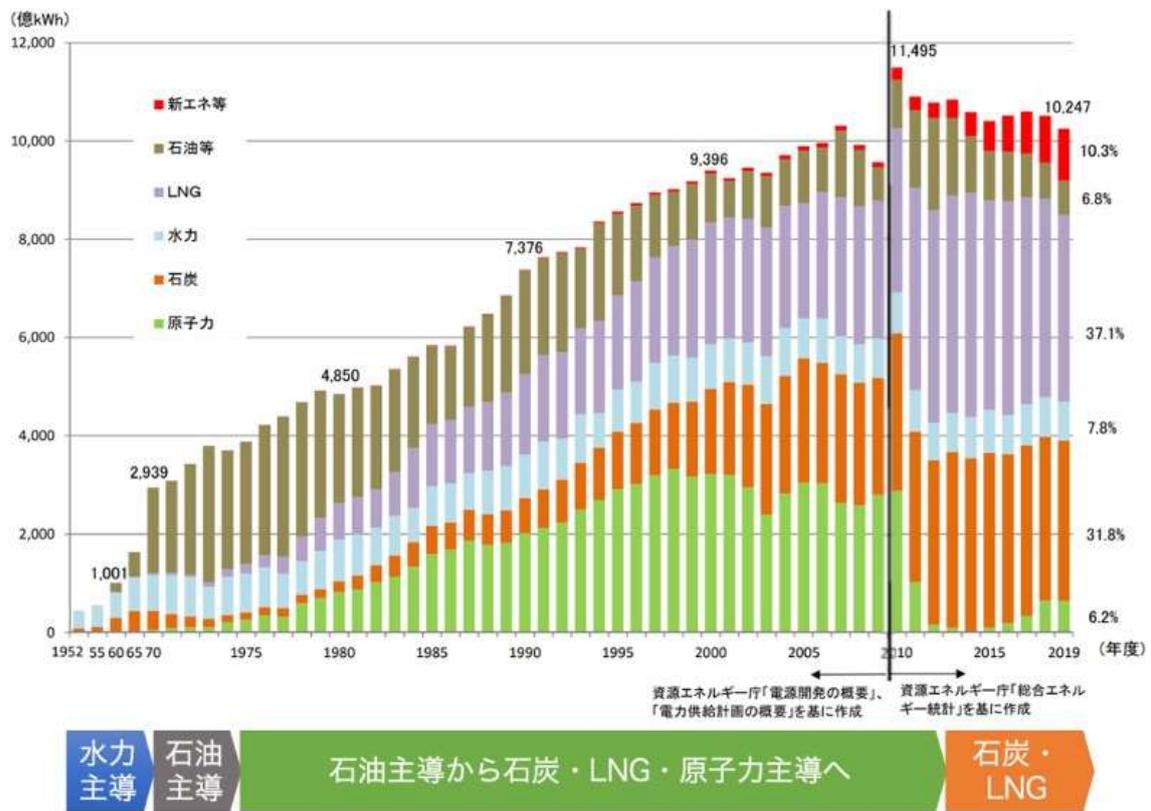
乗用車の年間走行距離の平均が約1万km、1日では約27kmとなります。

前回のテーマでお話をしましたように、EVの平均電費を6.0km/kWhとすると、 $27 / 6 = 4.5$ kWh/台の電力が必要となる計算です。日本では6,220万台の乗用車が走行していますから、 $6,220 \text{万} \times 4.5 \text{kWh} = 27,990 \text{万 kWh}$  すなわち、1日約2.8億kWhの電力がEV用に必要となってきます。充電を夜間電力中心に行うとしても、この程度の電力供給アップは必要でしょう。

原発1基分が約100万kW(0.01億kW)の出力ですから、1日あたり2,400万kWh(0.24億kWh)の発電能力となり、2.8億kWh / 0.24億kWh = 11.67 ということ、少なくとも原発12基分、火力発電所なら24基分が必要となります。

日本の1日当たりの発電量は現在28億kWh/日程度ですので、2.8億kWh / 28億kWh = 0.1となり、発電量を約10%増強するための発電所を建設する必要があります。10%は大した数値ではないように見えますが、この発電所増強は火力発電所というわけにはゆかないでしょう。原発の再稼働ならともかく、再生エネルギーですべて賄うことにすると簡単ではありません。前テーマでもお話をしましたように、政府のグリーン成長戦略でもある「洋上風力発電所」を中心に原発12基分、または火力発電所24基分に相当する電力を増強するしかないかもしれません。

ここで参考までですが、もし、トラック・バスを含めた全自動車のEV化をすると、そのバッテリー容量から推測すると、恐らく、さらに同程度の発電所増強が必要となりそうです。つまり、20%の増強ということになります。



日本のエネルギー・発電の供給量割合（経済産業省資源エネルギー庁）

#### [EVのCO<sub>2</sub>排出量と消費電力-4] 充電インフラの整備

11月号でもお話をしましたように、自宅で満充電をしても、外出先での追加充電（急速充電）が必ず必要になってきます。急速充電はその名の通りスピード重視の充電ですが、EV用の急速充電器は非常に高価なため、個人で導入することは難しく、街中に整備されたものを利用することになります。

主な設置場所として、高速道のSA及びPA、商業施設などの駐車場、自動車販売店などの公共性の高い場所が中心です。ただし、現在の急速充電器の大半は20~50kW出力であり、充電時間30分ルールや

EV複数台数の充電を考慮すると、十分な充電量が確保できないばかりか、大きな充電渋滞を引き起こしかねません。したがって、最低でも90kW以上の急速充電器の大規模設置が不可欠となります。

欧州ではすでに350kW級のEV充電設備が100か所以上に設置されています。また米国、中国でも同様の規模のEV充電設備の拡充が始まっています。

一般の急速充電器は3相200Vの電源を使っているようですが、商用電源でこれだけの電力がいくつもまとまって流れると電力会社の一般的な柱上トランスはほぼ全力運用の状態でも間に合わなくなるでしょう。また、大出力の複数の急速充電器を設置するとなると、高圧受電して需要家側で必要な電圧に変換する必要があるようです。そのためには受電設備（キュービクル）の設置場所の確保保守点検の対応なども必要です。

EV充電器の設備状況によって電力会社の配電網の強化も必要となり、電力料金への影響も考えられます。配電網だけでなく、負荷変動の大きい再生可能エネルギーの発電が増加すると、広範囲で電力の融通が必須になり、現在の送電網は対応できなくなることは間違いありません。現状でも太陽光発電の電力を送る送電線が足りないため、発電した電気を受け取れない事例が国内で発生しています。本来なら優先して利用すべき再生可能エネルギーは安定供給には難がありますから、安定した電力供給のためには原発や火力発電所がバックアップ電源として使われることになりそうです。



日立製作所開発の350kW充電器



欧州の350kW級急速充電ステーション

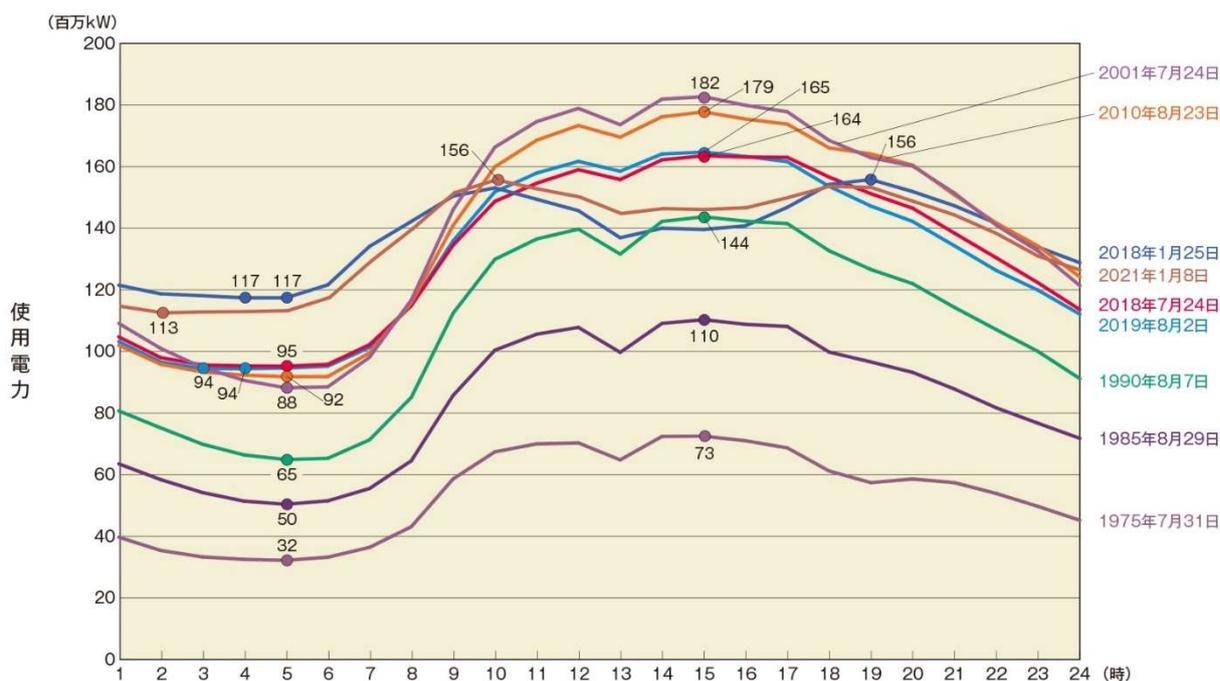
### [EVのCO<sub>2</sub>排出量と消費電力-5] 電力の需要と発電量のバランス

新たな発電には再生可能エネルギーの利用を主体に考えられ、その多くの部分は太陽光発電や風力発電によると想定できますが、太陽光発電は晴天の日中に限られ、発電は集中した時間に行われ、電気の利用時間と合わないことが多くようです。また、現在、英国や欧州で問題になっていますが、風力発電も風次第であり、季節変動、日変動、時間変動によって発電量が左右されます。

発電能力は足りても、必要な時の電力が不足する時や、発電しても利用できない状態が発生します。EVは利用しない夜間の充電が主体になる可能性があります。その時、太陽光発電はできず、他の発電に頼る必要があります。昼間の電気を電池に充電し、夜間に自動車へ再充電することも理屈上は考えられますが、電池の費用を考慮すると当面現実的ではないでしょう。現在は夜間の電力に余剰が発生する時に充電すれば電気料金も安価にできる合理的なシステムになっていますが、EVの普及が進め

ば、夜間の電力が不足する可能性があります。 そうなると、夜間の電気料金を昼間よりも高価に設定し、需要の平準化に誘導する必要があるかもしれません。 電気料金の体系が変わると、安価な夜の電気料金を利用しての電気温水器などの稼働時間の変更も必要になるかもしれません。 電力の需要に対応してリアルタイムに料金を細かく変化させるような契約も発生するかもしれません。 夜間の電力料金上昇が起これば、EVの充電コストに影響が出るだけでなく、電力会社が推奨している給湯器の電力コストにも影響してきます

CO<sub>2</sub>対策のため、太陽電池の設置拡大をすすめれば夜の電力確保が問題になりそうです。 一方、昼間のピーク電力に対して夜間の電力消費は少なく、夜間にEVの充電の電力供給能力は可能であるという意見があります。 1日の電力使用量の変化のデータが下記のグラフのデータが公表されています。 これを見ると、「ピーク電力に近い電力の24時間継続供給ができること」と「現在の発電インフラを使用すること」が前提であれば、2019年のピーク電力と21時～翌朝5時までの8時間の平均夜間電力の差は約0.5億kWであり、8時間で4億kWhとなり、EV用の1日2.8億kWhを賄うことは十分可能と思えます。 しかし、もし可能であったとしても、クリーンなEVを充電するのは、できる限りクリーンな電力を利用すべきでしょうから、この方法のように、現状の電力供給体制でEVを増大させることは大きな問題となってきます。



(注) 1975年のみ9電力合計・発電端、1985～2015年は10電力合計・発電端、2016年以降は10エリア合計・送電端

### 最大電力発生日における1日の電気の使われ方の推移（電気事業連合会）

#### [EVのCO<sub>2</sub>排出量と消費電力-5] まとめ

現在走行している乗用車をすべてEVに変えても、国内電力の増強は10%程度で済みそうなことがわかりました（全自動車なら20%）。また、夜間充電が中心であれば、現行の電力供給体制でもなんとかなりそうです。

しかし、EVに切り替える本来の目的はCO<sub>2</sub>排出量の削減ですから、充電用電力もCO<sub>2</sub>を排出しない電力が求められます。

一方、現在の世界の電力資源構成やバッテリー技術では、EVのライフサイクルの中で、CO<sub>2</sub>の積算排出量がガソリン車やディーゼル車より減少する条件は、「走行距離が欧州で7万km以上、日本では9万km以上になること」になってしまい、EV化でCO<sub>2</sub>を減らすことは思ったより簡単ではないことがわかりました。

そうはいつても、EV化と脱炭素を推進せざるをえない世界の流れです。そのためには「再生可能エネルギーの拡大（大規模洋上風力発電の実用化）」、「バックアップ電源としての原発の再稼働」、「安全・高性能バッテリーの実用化」、「急速充電インフラの整備」、「国内送電網の強化」等が必須となってきます。

---

以上今回は、EVのCO<sub>2</sub>排出量と消費電力についてお話をさせていただきました。次回も引き続きEV関連の情報をお伝えいたします。

#### <参考・引用資料>

「IPCC 第1作業部会（WG1）報告書」気象庁ホームページ

<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar6/index.html>

「IPCC 報告の論点(32)：都市熱を取除くと地球温暖化は半分になる」アゴラ 2021. 12. 02

<https://agora-web.jp/archives/2054140.html>

「循環・廃棄物のまめ知識」国立環境研究所ホームページ

<https://www-cycle.nies.go.jp/magazine/mame/20070702.htm>

「Estimation of CO<sub>2</sub> Emissions of Internal Combustion Engine Vehicle and Battery Electric Vehicle Using LCA」Ryuji Kawamoto(Mazda Motor Corporation), et al.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/11/9/2690>

「環境への取り組み：LCA（ライフサイクルアセスメント）」マツダ株式会社

<https://www.mazda.com/ja/csr/environment/lca/>

「電気自動車のCO<sub>2</sub>排出量はトータルで見てもガソリン車より少ない」EVsmart ブログ 2020. 03. 26

<https://blog.evsmart.net/electric-vehicles/ev-global-life-cycle-co2-emissions-less-than-ice/>

「電気自動車(EV)は本当に環境にやさしいのか」アゴラ 2021. 11. 08

[https://cigs.canon/article/20211116\\_6364.html](https://cigs.canon/article/20211116_6364.html)

「そんなに急いで電気自動車にしますか：電気自動車は地球にやさしい？」武智伸三著 電子書籍

「自動車保有台数」(社)日本自動車工業会/JAMA

[https://www.jama.or.jp/industry/four\\_wheeled/four\\_wheeled\\_3t1.html](https://www.jama.or.jp/industry/four_wheeled/four_wheeled_3t1.html)

「自動車の使用実態」国土交通省ホームページ

<https://www.mlit.go.jp/jidosha/iinkai/seibi/5th/5-2.pdf>

「最大電力発生日における1日の電気の使われ方の推移」電気事業連合会

<https://www.fepec.or.jp/smp/enterprise/jigyuu/japan/index.html>