

電力需給調整におけるEVの活用について

稻福 雪華（鹿児島高専 電気電子工学科3年）

1.はじめに

近年、地球温暖化対策やエネルギー安全保障の観点から、再生可能エネルギーの導入が急速に進んでいる。しかし、太陽光や風力発電などの再生可能エネルギーは、天候や時間帯によって発電量が大きく変動するという特徴を持つ。このため、電力の「需要」と「供給」のバランスを保つことがこれまで以上に難しくなっている。

この課題に対して注目されているのが、電気自動車（EV）を活用した電力需給調整である。EVは走行のために大容量のバッテリーを搭載しており、その電力を「ためる」だけでなく「取り出す」こともできる。つまり、EVを単なる移動手段ではなく「走る蓄電池」として社会のエネルギーシステムに組み込むことで、再生可能エネルギーの不安定さを補う新たな可能性が生まれる。日本では2030年に再エネ比率36~38%を目指しており、今後も電源構成の再生可能エネルギー化が進むことが予測されている。その一方で、電力系統の安定運用には「調整力」の確保が欠かせず、その担い手としてEVがどのような役割を果たせるのかを検討することが重要である。

本論文では、電力需給の現状と課題を踏まえたうえで、EVおよびV2G（Vehicle to Grid）の仕組みを整理し、電力需給調整におけるEV活用の有効性と今後の展望について考察する。

2.電力需給と再生可能エネルギーの現状

2.1 電力需給も仕組み

電力は「ためておくことが難しい」エネルギーである。このため、発電所は常に消費量に合わせて発電量を調整しなければならない。九州電力の資料によると、需要と供給の差が1~2%でも発生すると、周波数が乱れ停電などのトラブルを招く可能性がある。このため、電力会社は需要予測を行い、火力・水力・原子力・再エネなど複数の電源を組み合わせて安定供給を維持している。

電力需要は昼間に高く、夜間に低くなる。一方、太陽光発電の出力は昼間に集中するため、需要と供給のタイミングが一致しない場合がある。この「ズレ」をどのように吸収するかが、電力需給調整の大きな課題である。

2.2 再生可能エネルギーの特徴

再生可能エネルギーは化石燃料を使わず、CO₂をほとんど排出しないクリーンなエネルギーである。SDGs Compassなどでも、再生可能エネルギーの拡大は「持続可能な社会の実現」に欠かせない要素と

して位置づけられている。しかし、再生可能エネルギーには「自然条件に左右される」「出力が安定しない」という弱点がある。

図1より、たとえば晴天の日には太陽光発電が多く発電する一方で、雨天や夜間には出力が大きく低下する。風力発電も同様に、風の強さや方向によって発電量が変化する。したがって、再生可能エネルギーの割合が増えるほど、全体の電力系統の安定性を維持するための調整が必要となる。

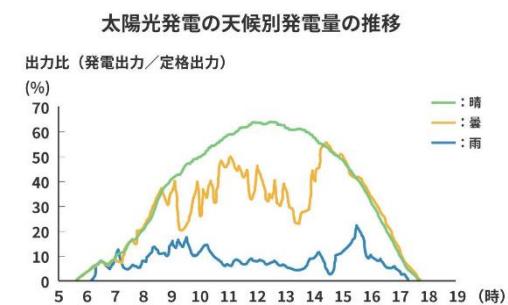


図1 太陽光発電での天候別による発電量

2.3 太陽光・風力の出力変動と課題

図2を見ると、1日の内で太陽光や風力の出力が大きく変動していることがわかる。特に昼間に発電が集中する太陽光では、需要を上回る電力が発生し、出力抑制（発電量を意図的に下げる）を行いうケースがある。これは、電力が余りすぎると系統全体のバランスが崩れるためである。

一方で、夜間や天候不良時には発電が不足し、火力発電などの調整力に頼る必要がある。このように再エネの変動を補う手段として、蓄電池や需要側調整、さらにはEVの活用が有効とされている。

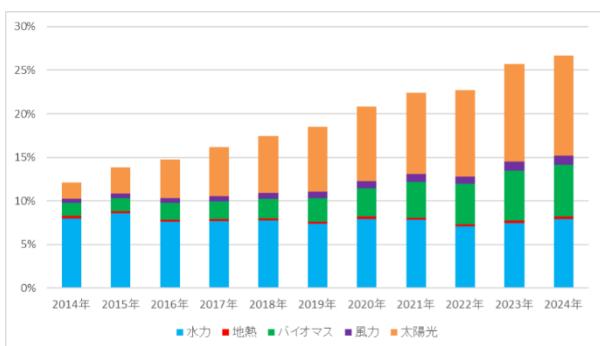


図2 再生可能エネルギー出力グラフ

2.4 調整力不足と脱炭素化の両立

経済産業省の資料によれば、脱炭素化を進めつつ電力の安定供給を確保することは極めて難しい

課題である。再生可能エネルギーを大量に導入すると、昼間に電力が余る一方、夜間に不足するという「調整力不足」が顕著になる。

火力発電を使えば調整は容易だが、CO₂排出が増えた。逆に火力を減らすと、再生可能エネルギーの変動に対応できなくなる。この「ジレンマ」を解決する手段として注目されているのが、EV の蓄電機能である。EV を分散した蓄電リソースとして活用することで、再生可能エネルギーの出力変動を吸収し、電力システム全体の柔軟性を高めることが可能であるといえる。

3. EV の仕組みと特徴

3.1 EV とは

EV (Electric Vehicle : 電気自動車) とは、ガソリンや軽油などの化石燃料を使わず、車に搭載されたバッテリーに蓄えた電気エネルギーでモーターを回して走行する車のことである。従来のガソリン車は、燃料を燃やしてエンジンを動かすため、走行時に二酸化炭素(CO₂) や排気ガスを排出する。しかし、EV は燃焼を行わず、走行時の CO₂ 排出量がゼロであるため、地球温暖化防止や脱炭素社会の実現に向けて大きな役割を果たすと期待されている。

また、電気を動力源とするため、エネルギー効率が高く、音も静かである。再生可能エネルギー(太陽光・風力など)を使って発電された電力で EV を走らせれば、「走るときも充電するときも CO₂ を出さない」真のゼロエミッションが可能となる。さらに、EV は「走る蓄電池」とも呼ばれ、電気をためて使う機能を持つことから、移動手段としてだけでなく、電力の安定供給にも貢献できる点が注目されている。

表1 EV の種類

EVの種類					
EVとは、「Electrified Vehicle(=電動車)」の略語で、一般に「電気自動車」を指す言葉					
BEV(Battery Electric Vehicle) バッテリー式電気自動車					
燃料	電気	燃料	電気・ガソリン	燃料	水素
動力	電気	動力	電気・ガソリン	動力	電気
駆動系	モーター	駆動系	モーター・ガソリン	駆動系	モーター
電気のみを利用して走行する	内燃機関(ガソリンエンジン)と電気モーターを組み合わせて走行する	水素から電気を作る燃料電池を使って走行する			

3.2 EV の基本構造と仕組み

EV は大きく分けて、「モーター」「インバーター」「駆動用バッテリー」「制御装置(コンピュータ)」という 4 つの主要な部品から構成されている。それぞれの装置が連携し合うことで、EV は効率的かつ静かに走行することができる。

まず、モーターは EV の動力を生み出す中心的な装置であり、電気エネルギーを回転運動に変換して車輪を動かす役割を持つ。従来のガソリン車の工

ンジンが燃料を燃焼させて動力を得るのに対し、モーターは電流を流すだけで回転が始まる。そのため、動作音が非常に静かで、加速もスムーズである。また、低速からでも力強いトルクを発生させることができ、快適な走行感を実現している。

次に、インバーターはバッテリーに蓄えられている直流(DC) の電気を、モーターで使用できる交流(AC) に変換するための装置である。EV は電気を効率よく使うために、この変換装置を通して電力の流れを制御している。さらに、インバーターはモーターの回転速度やトルク(回転力) を調整し、滑らかな加速や減速を実現する重要な役割も担っている。

続いて、駆動用バッテリーは EV にとって「心臓部」ともいえる存在である。このバッテリーに電力が蓄えられ、その電力をもとにモーターが作動する。現在、多くの EV ではリチウムイオン電池が使用されており、これによって長距離走行や高速走行が可能になっている。バッテリーの容量が大きいほど一度の充電で走れる距離も長くなるため、EV の性能を決定づける重要な要素である。

そして、制御装置(コンピュータ) は EV 全体の「頭脳」にあたる部分である。この装置は、モーターやバッテリー、インバーターの動きを常に監視し、最も効率的にエネルギーが使われるよう制御している。加速や減速、ブレーキ、充電のタイミングなどを細かく調整し、安全で快適な走行を支えている。

さらに、EV には「回生ブレーキ」という特徴的な仕組みがある。これは、車が減速するときや坂を下るときに、モーターを発電機として働かせることで、車の運動エネルギーを電気エネルギーに変換し、再びバッテリーに戻す技術である。従来の車ではブレーキの際に熱として失われていたエネルギーを再利用できるため、EV は非常にエネルギー効率が高い。これにより、燃費(電費) が良くなり、より環境にやさしい走行が可能となっている。

このように、EV はそれぞれの装置が密接に連携し、エネルギーの流れを最適化することで、高い走行性能と環境性能を両立している。

3.3 EV の特徴と利点

EV の最大の魅力は、環境への負担が少ないとである。走行中に排気ガスを出さないため、大気汚染の原因となる物質(NOX や PM2.5 など) を排出しない。これにより、都市部の空気をきれいに保ち、健康被害の軽減にもつながる。また、再生可能エネルギーを利用すれば、発電段階でも CO₂ を減らすことができるため、地球規模での環境改善に寄与する。

加えて、EV は走行性能の面でも優れている。モーター駆動により、アクセルを踏んだ瞬間にトルク

(回転力) が発生し、スムーズで力強い加速ができる。また、エンジン音がないため非常に静かで、ドライバーに快適な運転環境を提供する。

さらに注目されているのが、EV の「蓄電機能」である。EV のバッテリーは家庭や地域の電源としても活用できる。たとえば、停電時には V2H (Vehicle to Home) という仕組みを利用して、EV から家庭に電気を供給できる。将来的には、EV が電力網全体とつながり、V2G (Vehicle to Grid) という形で余った電気を電力会社に戻すことも可能になる。これにより、電力の需給バランスを取る新しい社会インフラとしての役割が期待されている。

3.4 EV の現状と課題

日本においても EV の普及は年々進んでおり、政府は 2035 年までに新車販売をすべて電動車 (EV・ハイブリッド車など) にする方針を掲げている。実際に、トヨタや日産、ホンダをはじめとする多くの自動車メーカーが EV 専用の新モデルを開発・販売している。ENECHANGE のデータによると、2030 年には新車販売の半数以上を EV が占める見込みであり、EV 市場の拡大が現実味を帯びてきている。

しかし、普及が進む一方で、いくつかの課題も残されている。

まず、充電インフラの不足が大きな問題である。特に、地方部や集合住宅では充電設備が整っていないため、ユーザーが充電できる場所を確保するのが難しい。さらに、EV 車両自体の価格が高く、バッテリーの原材料 (リチウム・コバルトなど) の確保も課題となっている。

また、EV の普及に伴い、電力需要が急増することも懸念されている。特に、多くの人が同じ時間帯 (夜間など) に充電すると、電力網に大きな負担がかかる。これを防ぐためには、「いつ」「どのくらい」充電するかを賢く管理するシステムが必要である。ここで、V2H や V2G のような双方向の電力利用が重要となる。これらを活用することで、電力の需要が少ない時間に充電し、需要が多い時間には EV から電力を供給するなど、全体のバランスを取ることができる。

今後は、政府や企業が協力してインフラ整備や制度づくりを進め、EV がより身近で使いやすい存在となることが求められている。



図 3 日本国内の EV 販売数

4. EV の電力需給調整への活用と展望

4.1 EV 普及の現状と将来

日本国内の EV 普及台数は年々増加しており、2030 年には新車販売の 3~4 割が EV になると予測されている。政府は「2035 年までに新車販売を電動車 100%」とする目標を掲げており、社会全体で EV の普及が進むことは確実である。

このように EV が大量に普及すれば、国内に膨大な蓄電容量が分散して存在することになり、電力需給の調整に活用できるポテンシャルは極めて大きい。

4.2 EV の蓄電・放電による需給調整効果

EV を電力系統に組み込むことで、再生可能エネルギーの変動を吸収し、電力需給の安定化に寄与できる。

経済産業省の資料によれば、昼間の太陽光発電によって電力が余る時間帯に EV を充電し、夕方以降の需要ピーク時に放電することで、系統全体の需給バランスを大幅に改善できるとされている。

図 4 に示すように、EV の蓄電池が「緩衝材」として働くことで、発電と消費のズレを滑らかにすることが可能である。

また、EV が全国的に普及すれば、その総蓄電容量は莫大なものとなる。たとえば、100 万台の EV が 50kWh の電力を蓄えていると仮定すると、合計で 5000MWh となり、これは中規模発電所数基分の出力に匹敵する。

このような蓄電リソースを社会全体で協調制御すれば、電力系統の需給安定化だけでなく、災害時のバックアップ電源や、地域ごとのマイクログリッド形成にも活用できる。

特に日本のように災害が多い国では、非常時に EV を地域の電源として活用できることは大きな利点であるといえる。

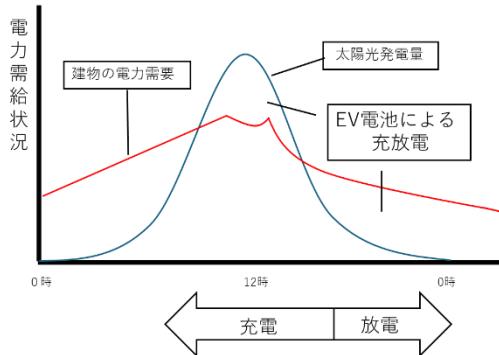


図 4 EV の充放電

4.3 実証事例

実際に、日本国内では V2G を用いたさまざまな実証実験が行われている。

東京電力パワーグリッドの「V2G 実証プロジェクト」では、EV を複数台連携させ、系統の需給バランスに応じて自動的に充放電を行う試験が実施された。その結果、EV を数百台規模で制御することにより、周波数維持に必要な調整力を一定程度確保できることが確認されている。

TEPCO 実証データには、EV 群がピーク時に放電し、夜間に再充電する様子が示されている。

また、日産自動車や中部電力が行った「スマートティ豊田実証実験」では、地域内の EV と太陽光発電設備を連携させ、余剰電力を EV に充電して夜間に家庭へ放電する仕組みが導入された。その結果、再エネの有効利用率が向上し、地域内の電力自給率も改善されたという。

このように、V2G の社会実装は着実に進みつつあり、今後の普及拡大が期待されている。

4.4 導入における課題

しかしながら、EV を本格的に電力需給調整へ活用するためには、いくつかの課題が残されている。第一に、コスト面の課題である。V2G 対応の双方向充電器は現在も高価であり、一般家庭や事業所での普及を妨げる要因となっている。加えて、充放電の頻度が増えることでバッテリーの劣化が早まる懸念もあり、ユーザーにとっての経済的メリットをどのように設計するかが重要である。

第二に、制度的課題がある。現在の日本では、EV が系統へ電力を逆潮流させることに関する法制度や料金体系が十分に整備されていない。再エネの固定価格買取制度 (FIT) のように、EV の放電による電力をどのように扱うか、明確なルール作りが求められている。

第三に、インフラと標準化の課題である。V2G を実現するためには、通信規格やプラグ形状、制御システムの統一が欠かせない。欧州では ISO15118 規格のもとで統一が進んでいるが、日本では CHAdeMO 方式と海外規格の併用が続いているが、国際的な互換

性の確保が今後の焦点となっている。

これらの課題を克服するためには、国・自治体・企業・市民が連携し、制度整備や技術開発を同時に進めることができると必要であるといえる。

4.5 将来の期待と展望

今後、EV の普及と V2G 技術の発展が進めば、日本の電力システムはより柔軟で分散型の形へと進化すると考えられる。

2030 年日本エネルギー需給予測を参考すると、2030 年時点では EV の普及台数は 1,000 万台規模に達すると予測されている。これだけの EV が電力需給調整に参加すれば、電力系統全体の安定化に大きく寄与することが期待される。

さらに、EV が地域ごとに分散配置されることにより、災害時にも一部地域で独立運転（マイクログリッド）を行えるようになる。これにより、停電時にも地域コミュニティが最低限の電力を確保できる社会が実現する。

また、将来的には AI や IoT 技術を用いて、EV の充放電を自動で最適化する「スマートグリッド社会」が形成される可能性もある。こうした仕組みによって、電力システム全体の効率性・環境性・レジリエンスが向上するといえる。

5. まとめ

本論文では、再生可能エネルギーの拡大に伴う電力需給の不安定化という課題に対し、EV の蓄電・放電機能を活用する可能性について考察した。その結果、EV は走行手段であると同時に「走る蓄電池」としての役割を持ち、V2G 技術を通じて電力系統の需給調整に貢献できることが明らかになった。

再エネの発電変動を EV が吸収することで、電力の安定供給と脱炭素化の両立が可能となる。さらに、災害時には地域の非常用電源としても機能し、分散型社会の実現に寄与するといえる。

一方で、制度整備・コスト削減・インフラ整備などの課題も依然として残っており、これらを解決するための官民一体の取り組みが求められている。今後、EV と再エネを融合したエネルギー社会が進展すれば、電力の安定供給、環境負荷の低減、そして災害に強い持続可能な社会の構築が実現できると考えられる。

したがって、EV は単なる移動手段ではなく、次世代の電力インフラを支える重要な存在であると結論づけられる。

6. 参考文献

[EV とは？HV や FCV との違いや特徴、普及に向けた政府の取り組みを解説：朝日新聞 SDGs ACTION!](#)

[【2025 最新版】世界の電気自動車\(EV\)の動向は？
普及率から総台数、販売台数まで解説 | EV 充電工
ネチェンジ](#)

[EV 初心者必見！電気自動車\(EV\)の仕組みとメリッ
トを徹底解説](#)

[【2025 年最新】V2H の価格相場や設置費用は？性
能比較など徹底解説！](#)

[今後の日本のEV自動車市場：2030年に向けた予測
と課題](#)

[電力系統とは？社会インフラを支える仕組みから
関連資格まで徹底解説 - 電気工事施工管理技士、
電気工事士 - | CIC 日本建設情報センター](#)

[9 種類の再生可能エネルギーとは？特徴やメリッ
ト・導入事例 | SDGs コンパス](#)

[九州電力送配電 電気の生産と消費をバランスさ
せるために](#)

[kaiken_20241129-1.pdf](#)

[電力の「脱炭素化」と「安定供給」は両立できるの
か？今後、電力会社に求められる変革を考察しま
す。 - 太陽光発電 | 株式会社 恒電社\(コウデンシ
ヤ\)](#)

[「走る電池」EVが電力の調整弁に 日産、ホンダ
が実証着手：日経ビジネス電子版](#)

[002_05_00.pdf](#)

[【図解つき】太陽光発電の仕組みや基礎知識をわ
かりやすく解説！](#)

[2024年\(暦年\)の自然エネルギー電力の割合\(速報\)
| ISEP 環境エネルギー政策研究所](#)

[日本における次世代自動車の販売動向\(2015-2024
年\) - Genspark](#)

[第1部 第3章 第1節 2030年のエネルギーミ
ックスの進捗と課題 | 平成29年度エネルギーに
関する年次報告\(エネルギー白書2018\) HTML版
| 資源エネルギー庁](#)