

分散型電源および電力貯蔵を含む環境保全型エネルギー供給システム

題目

分散型電源活用と EV 充放電による住宅における環境保全エネルギー供給システムの検証

著者

早稲田大学 横山隆一、紙屋雄史、草鹿仁、大聖泰弘

1. 研究目的

温室効果ガスの削減やエネルギーセキュリティの観点から自然エネルギーの導入が進められている。しかし、自然エネルギーは発電量が不安定なため、系統周波数への影響などの課題もある。

本研究では、太陽光発電 (PV) を設置した住宅において、電気自動車 (EV) を蓄電池として活用することによる PV の利用率向上効果について定量的な解析を行った。EV の充放電運用シミュレーションを開発し、以下の2点について検討した。

- ① EV を蓄電池として運用した際の効果を太陽光発電の有効利用、温室効果ガスの削減の定量評価
- ② PV 発電出力と電力需要、車両走行の変動を考慮した EV の蓄電池としての最大ポテンシャルの定量評価

2. 研究項目及び研究成果

2.1 研究項目

本手法は、図1に示すような PV パネルと EV を備えたスマートハウスにおいて、電気自動車の充放電量を算出するものである。このモデルでは、電気自動車は自宅に駐車している際に家庭に設置してある分散電源と電力系統から充電することが可能であり、家庭需要を賄うために放電

(Vehicle to House) することも可能である。なお、EV から商用系統への放電は考慮していない。

次に EV 充放電の運用シミュレーション概要を図2に示す。運用評価における主要パラメータは太陽光発電出力量、家庭電力需要量、住宅における EV の在・不在情報、走行電力消費量、EV の電池容量などであり、時系列の各パラメータによって各時間における各種充放電の発生条件を決定し、充放電量を算出することができる。そこからさらに分散電源から発生する余剰電力量や系統からの買電量の算出も行う。

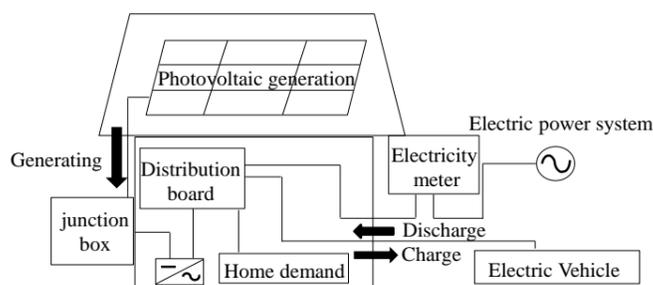


図1 需要家のモデル

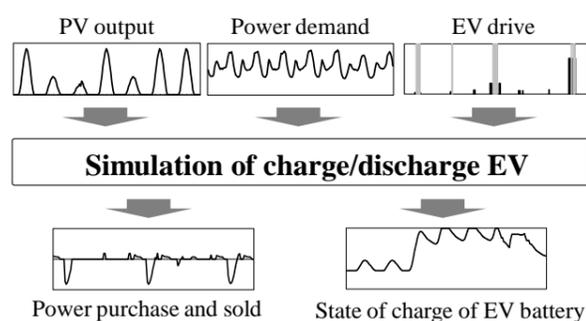


図2 EV 充放電シミュレーション概要

2.1 研究成果

本研究では充放電制御の効果を検証するため、表1のように数ケースの需要家を想定して比較を行なった。EV、V to H の導入効果だけでなく、充放電制御方式の検証も行うため、系統由来の EV 充電制御方式の比較も行った。本稿では夜間の EV 充電は電気料金が安価な23~7時にのみ行うことが可能としているが、充電の上限値を設けることで太陽光発電電力を吸収する余地を残すことにしている。Charge scheme の詳細を以下に示す。

① Fixed value : 毎晩同じ値まで充電する方式。本稿では Case4, 5 共に SOC80 %まで充電する。

② Corresponding to prediction : 次の日の PV 出力、需要、走行パターンを考慮し、次の日に SOC が 100 %を超過しないよう上限値を毎晩変更する方式。(走行消費分を保持する場合はその限りではない、最低 30 %)

また、他の充放電に関しては全ケース共通で以下のように設定した。

- ① PV パネルからの充電 : 上限値を設けていない。
- ② 住宅への放電 : 23~7時は系統由来の充電の上限値を放電の下限値とし、23~7時以外は住宅への放電に下限値 (30 %) を設けている。
- ③ 走行中の急速充電 : 走行中に SOC が 30 %を下回った際に 80 %まで充電する。

Case	PV	EV	VtoH	Charge scheme
1	×	×	×	n/a
2	○	×	×	n/a
3	○	○	×	Fixed value
4	○	○	○	Fixed value
5	○	○	○	Corresponding to prediction

なお、EV バッテリー容量には 24 kWh、PV 最大定格出力にはいる。Charge scheme の詳細を以下に示す

表1 シミュレーションケース

シミュレーション結果を図3に示す。本稿では、PV 自家利用率、買電量、CO₂ 排出量の3つを評価項目とし、四季毎に週間シミュレーションを行った結果の平均値を年間平均値とした。なお、CO₂ 排出原単位は 0.479 kg/kWh とした。

PV 自家利用率とは PV パネルによって発電された電力のうち、自宅で消費できた電力量の割合を示している。Case2 のような PV パネルのみの住宅では、自家利用率は 40 %程度しかすぎない。しかし、Case3 のように EV を導入すると 60 %近くまで上昇し、V to H を可能にした場合には 70 %近くまで上昇した。

Case5 のように 1 週間先の PV 出力、需要、EV の在不在情報が予測できる場合には、最大で 75 %程度まで改善できることが示された。買電量は通常売電、夜間帯の EV 充電、EV の急速充電の3つに分けて示した。通常買電量は家庭需要を賄う電力であるが、この値は PV パネルおよび V to H の導入によって低減した。一方、総買電量で見ると Case2 より Case3, 4 の方が大きな値を取ったが、これは EV の導入によって消費する電力量が増加したことに起因している。なお、Case3 を基準に考えると Case4, 5 はそれぞれ総買電量が 10, 25 %程度低減した。内訳を見ると通常買電量が半減し夜間帯の EV 充電量が増加しており、V to H の効果が非常に大きいことを示している。CO₂ 排出量に関しては総買電量とほぼ同様の結果を示しており、EV 導入による消費電力量増加によって Case3, 4 が Case2 より高い値を取った。Case5 は Case1 より 35 %程度削減されていることが分かった。

3. まとめと考察

本稿では、PV および EV を導入した住宅モデルを想定した上で、EV 充放電シミュレーションを行い、EV を蓄電池として活用した際の効果を定量的に評価した。

その結果、EV 導入、VtoH 導入それぞれでエネルギーの有効活用や温室効果ガスの低減効果があることが示された。

また、PV 出力等の予測ができる場合、EV の充放電量を適切に制御することで PV 自家利用率や CO₂ 排出量が 30 %以上改善されることが分かった。今後は、地域規模での評価や影響因子の解析を行う予定である。