

MF4 電気自動車を含む住宅ストックネットゼロエネルギー化実現可能性と電力需給調整力の評価

Evaluation of the feasibility of achieving net zero energy residential building stock including electric vehicle and the electricity demand flexibility potential

指導教員 山口容平准教授 都市エネルギーシステム領域
28H21070 宮原昂希 (Koki MIYAHARA)

Abstract: The introduction of renewable energy and electric vehicles (EVs) is being promoted in the residential sector to achieve a carbon neutral society. It is important to estimate how much net energy demand will be generated by the introduction of both technologies, reflecting regional characteristics in a wide area. In addition, EV battery charge/discharge control is considered to be an effective means of strengthening the power system. It is also important to quantify how much the electricity demand flexibility potential. In this study, a simulation model is developed to clarify these issues. Then, we will quantify the amount of equipment installed that is necessary to achieve net zero energy for the housing stock.

Keywords: Electric vehicle, Residential energy demand, Agent based modelling, Mixed integer programming

1. はじめに

カーボンニュートラル社会実現に向けて家庭部門では電気自動車 (EV) や太陽光発電システム (PV) の導入、機器・設備の高効率化による住宅ストックのネットゼロエネルギー化が求められている。これらの創・省エネルギー対策によるエネルギー需要の削減量を定量化することは今後の脱炭素化に向けた政策立案や投資戦略を策定するうえで重要である。また、EV の導入においては住宅ストックを対象とするエネルギーマネジメントとして EV バッテリーの充放電制御が注目されている。この技術は需要側のデマンドレスポンスとして PV 普及に伴う需給調整および配電網の容量制約の緩和に活用することが有望視されており、実用化に向けた検討が進んでいる。

本研究では、将来の住宅ストックのエネルギー需要の推計を行い、省エネルギー対策効果の定量化を行う。そしてネットゼロエネルギー化に必要な追加的対策を明らかにする。また、EV の大量普及時に EV バッテリーが有する需給調整ポテンシャルを定量化し、電力システムに対する影響力を評価する。

2. 研究手法

本研究では小地域を計算単位とした住宅のエネルギー需要推計モデルを用いる。本モデルでは住宅の機器・設備の稼働に伴うエネルギー需要と自家用車のエネルギー需要を推計可能である。両者は居住者の行動シミュレーション結果に基づいて決定され、デモグラフィックや地域パラメータを説明変数とした地域性の表現や将来推計が可能である。推計では近畿地方の住宅ストックを 6 の都市クラスに分類し、創・省エネルギー対策効果を類型ごとに定量化する。推計シナリオは 2019 年と 2050 年を想定し、概要は表 1 に示すとおりである。

EV バッテリーの充放電制御による需給調整ポテンシャルの評価には混合整数計画法に基づいて電力料金を最小化する充放電スケジュールを決定する数理最適化モデルを用いた。2050 年においてすべての戸建て住宅に充放電機器が導入され、各住宅の残余需要を説明変数とした料金体系で充放電制御を行った場合の時刻別電力需要および需給調整ポテンシャルを定量化する。

表 1 シナリオ名と概要

シナリオ名	住宅機器・設備性能	PV (発電容量 3.0kW)	自家用車
2019 年シナリオ	2019 年	戸建て 5.9%	ガソリン車 100%
2050 年シナリオ	2050 年	戸建て 100%	EV 100%

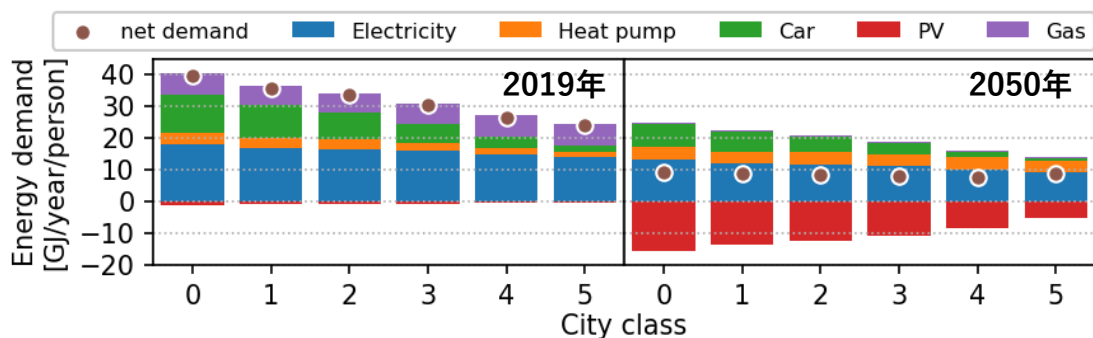


図1 都市クラス別の正味エネルギー需要

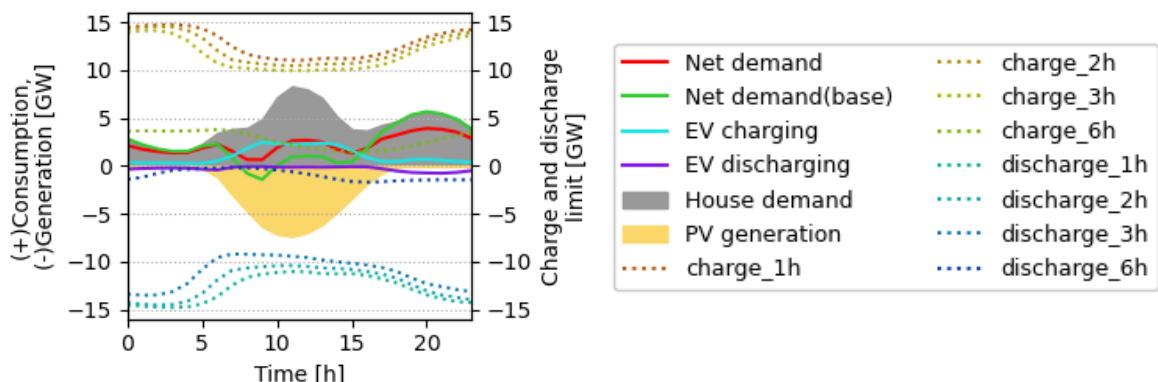


図2 時刻別電力需要および需給調整ポテンシャル

3. 住宅ストックエネルギー需要推計結果

2019年と2050年シナリオにおける都市クラス別の一人あたり年間エネルギー需要を図1に示す。都市クラスは住宅密度によって決定され、住宅密度の高い地域で都市クラスは高くなる。図中 net demand は正味エネルギー需要をあらわしており、負値の場合は住宅ストックのネットゼロエネルギー化が達成できるということを示す。

2019年シナリオでは正味エネルギー需要は24~40 [GJ/year/person]程度となり、都市クラスが高い地域ほどエネルギー需要は小さくなった。特に自家用車のエネルギー需要に差異が大きく、最大で10倍程度の差異が発生した。また、都市クラスが低い地域では住宅サイズが大きくなる傾向にあり、住宅の電力需要(図中 Electricity)が大きくなった。2050年シナリオでは2019年シナリオに比べて正味エネルギー需要が大きく減少し、都市クラスによる差異も見られなくなった。戸建て住宅の割合が高い都市クラスが低い地域ではPV普及によるマイナス需要によって正味エネルギー需要の削減に貢献している。本シナリオにおいても住宅ストックのネットゼロエネルギー化は不可能である。この達成には少なくともPV容量が4.2kW以上に増強あるいは集合住宅へのPV導入を行い、かつ機器・設備の更なる高効率化が必要であることが明らかとなった。

4. 需給調整ポテンシャルの推計結果

図2は充放電最適化を行ったときの時刻別電力需要、充放電パターンおよび需給調整ポテンシャルの年間平均値を示している。図中の面でそれぞれ住宅の電力需要とPV発電量を示している。Net demand (base)は両者の和、すなわち充放電制御を行わない場合の正味電力需要である。Net demand は充放電最適化を行った際の正味電力需要であり、EV charging と EV discharging がそれぞれEVバッテリーの充電、放電量を示している。充放電最適化を行うことで昼間の正味電力需要が増加し、夕方以降に減少することで電力負荷率が向上した。

図中点線でEVバッテリーの充放電による需給調整ポテンシャルをあらわしており、継続時間別にポテンシャル出力を示している。discharge では放電による下げ調整力を示しており継続時間が6時間の場合では常時5 [GW]未満であったが、3時間以内の場合ではほとんどの時間で10 [GW]程度を確保可能であった。10 [GW]という数値は関西電力管内の揚水発電所の合計出力の約2倍に相当し、有効に活用することが可能となれば電力供給の安定性の強化に寄与できると考えられる。

5. 参考文献

- 1) Yoshiyuki Shimoda, Minami Sugiyama, Ryuya Nishimoto, Takashi Momonoki, Applied Energy Volume 303, 1 December 2021, 117510