

北九州市戸建て住宅へのV2H導入による電力需給調整ポテンシャルの推計

北九州市立大学 学生会員 越智 渉
 北九州市立大学 非会員 白石瑠菜
 北九州市立大学 正会員 藤山淳史
 北九州市立大学 正会員 松本 亨

1. 研究の背景と研究目的

日本の大規模自然災害に伴う電力需給不足の深刻化により、従来の省エネの強化だけではなく、電力の需給バランスを意識したエネルギーの管理を行うことの重要性が認識され、同時に2050年までのカーボンニュートラルの実現を目指し、再生可能エネルギーの導入が進められている。

これらの動向に対して、PV（太陽光発電）の余剰電力を電気自動車（EV）に搭載されている蓄電池（BT）に蓄電することで、不安定電源であるPVを有効に活用し、系統電力の需給調整機能として活用する手法、V2H（Vehicle to Home）が注目されている。

本研究では、PV、EVの両方を設置できる環境である戸建かつ持ち家の住宅を対象とし、北九州市における住宅用PVの余剰電力を推計し、EVのBTを活用して安定化させる手法、V2Hによる系統電力需要量消費の影響について推計を行った。

2. 評価方法と計算条件

2-1. 家庭の電力需要量の推計

研究フローを図1に示す。本研究では、北九州市内の戸建かつ持ち家住宅にPVとEVを導入することを想定し、年間の系統電力需要量、コスト（電気代等）、CO₂排出量について推計した。

家族構成については、世帯人員数、世帯構成、世帯年齢を考慮し、表1に示すa~gの7つの世帯構成別に電力需要量を推計するモデルを作成した。具体的には、空調以外の家電の1時間当たり電力需要量については、生活スケジュール自動生成ソフトであるSCHEDULE ver. 2.0¹⁾を使用し、計算した。空調の1時間当たり電力需要量の条件²⁾については、福岡県を対象として作成されている地域モデルを参考に、暖房デグリーデーは1,481[度日/年]、冷房デグリーデーは256[度日/年]、エアコンを設置している部屋は居間、主寝室、子供部屋

×子供人数とした。熱損失係数は、新基準の3.76[W/m²・K]とした。空調の室温設定については、暖房は18℃、冷房は26℃の標準型とし、稼働時間については以下の標準型の時間帯とした。延べ床面積と冷暖房運転時間は、表1のように設定した。

2-2. 太陽光発電の発電量

太陽光発電の発電量は、次式より推計した。

$$E_p = H \times K \times P \div 1$$

ここで、E_p:1時間の発電量[kWh/h]、H:設置面の1時間当たりの平均日射量[kWh/m²/h] K:損失係数 [%]、P:システム容量[kW] 1:標準状態における日射強度[kWh/m²]である。

2-3. EVとBTの設定

本研究で使用するEVは、日産のリーフを想定し、BTの容量を40kWh、実行容量を80%とした。

EVのBTを使用する際の条件について、EVの所持

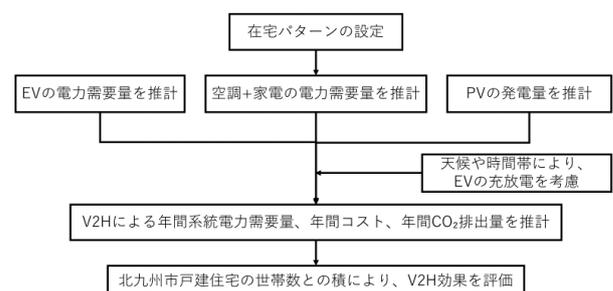


図1 研究フロー

表1 世帯ごとの延べ床面積と冷暖房運転時間

番号	世帯構成	延べ床面積 [m ²]	暖房運転時間 [h/日]	冷房運転時間 [h/日]
a	単独	60	13	8
b	夫婦のみ	80	13	8
c	夫婦と子供	100	16	11
d	夫婦と子供×2	120	19	14
e	単独 (65歳以上)	60	13	8
f	夫婦のみ (65歳以上)	80	13	8
g	夫婦 (65歳以上) と勤め人男	100	16	11

者の在宅スケジュールを EV の自宅での停車時間とした。EV の移動速度は 30.4km/h^3 とし、移動時間⁴⁾ を平日は 1.4 時間、休日は 1.6 時間とした。さらに、リーフの電費⁵⁾ は WTLC モードで 6.45km/kWh 、EV が充放電できる最大の電力は 5kWh/h までとした。BT の充放電上限を天気や時間帯に応じ 80% (昼晴、昼雨)、40% (夜晴)、50% (夜雨)、下限を 30% とした。系統電力の CO_2 排出係数は $0.319\text{kg-CO}_2/\text{kWh}^6$ 、自動車の燃費は 13.0km/L^7 、ガソリンの CO_2 排出係数は $2.322\text{kg-CO}_2/\text{L}^8$ 、ガソリンの値段は 134円/L^9 、時間帯別の電気料金¹⁰⁾ を昼間 (8:00~22:00) : 21.51円/kWh 、夜間 (22:00~8:00) : 11.89円/kWh 、を用いて計算した。

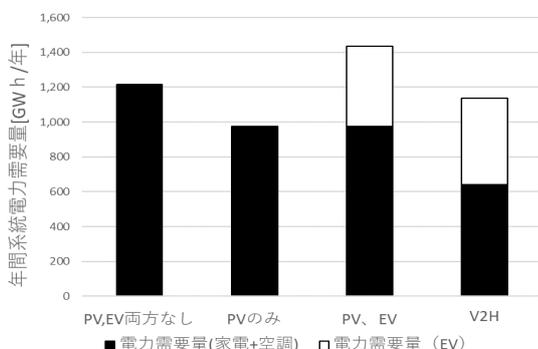


図2 北九州市の全世帯の年間系統電力需要量結果

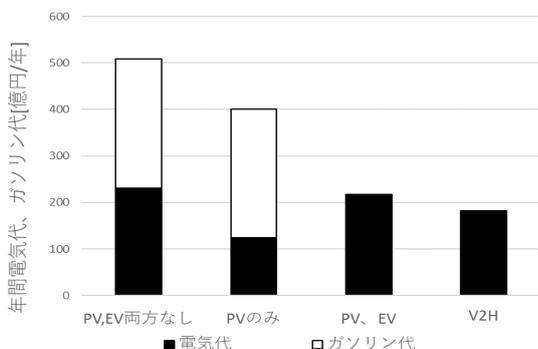


図3 北九州市の全世帯の年間コストの結果

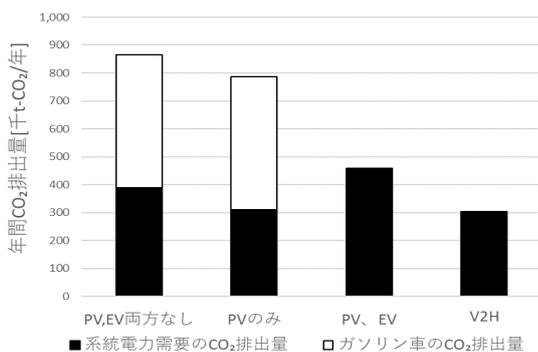


図4 北九州市の全世帯の年間のCO₂排出量の結果

3. 推計結果と考察

本研究では以下 4 つのケースを設定した。その結果をもとに、表 1 に示す世帯属性 a~g ごとの北九州市内の世帯数を考慮し、北九州市内全体へ拡大推計した結果を図 2~4 に示す。

- PV と EV を導入しないケース (PV、EV 両方なし)
- PV のみ導入するケース (PV のみ)
- PV と EV を導入し、V2H を実施しないケース (PV、EV)
- PV と EV を導入し、V2H を実施するケース (V2H)

PV、EV 導入かつ V2H 実施で、年間系統電力需要は約 7% 削減、年間コストは約 64% 削減、年間 CO_2 排出量は約 65% 削減できることがわかった。

4. まとめと今後の課題

本研究において、年間のコスト、 CO_2 排出量ともに V2H を実施したケースが最も低い結果となったため、北九州市内の戸建て住宅へ V2H を実施したケースでは、経済面と環境面に大きな効果があることが示唆された。今後は、V2H の導入によって BT の充放電を繰り返すことによる充放電効率の低下や BT の劣化についても考慮することが課題である。

参考文献

- 1) 空気調和・衛生工学会：「住宅における生活スケジュールとエネルギー消費」 SCHEDULE Ver. 2. 0, 2000.
- 2) 伊香賀俊治：マクロモデルの作成について，住宅エネルギー消費量と CO_2 排出量の都道府県別マクロシミュレーション手法の開発，pp. 4-5
- 3) 国土交通省：平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査 一般交通量調査集計結果整理表
- 4) 製品評価技術基盤機構「自動車の運転時間」
- 5) 日産：リーフ主要装備一覧
- 6) 経済産業省 石油製品価格調査 資源エネルギー庁
- 7) 国交省：自動車の燃費基準値
- 8) 環境省：事業者からの温室効果ガス排出量算定方法ガイドライン
- 9) 経済産業省 石油製品価格調査 資源エネルギー庁
- 10) 九州電力 時間帯別電灯