

蓄電池・電気自動車連携させた ZEH 住宅の性能評価 ー第 1 報 群馬県藤岡市のモデル住宅を対象とした実測結果の分析ー

Performance Evaluation of the ZEH Linked with the Storage Batteries and the Electric Vehicle
 -Part 1 Analysis of Actual Measurement Results for a Model House in Fujioka City, Gunma Prefecture-

野村 颯太*, 佐藤 廉*, 三田村 輝章***
 Sota NOMURA, Ren SATO, Teruaki MITAMURA

Keywords : Photovoltaic, Storage Batteries, Electric Vehicle, ZEH, Simulated Power Load Experiments
 太陽光発電、蓄電池、電気自動車、ZEH、模擬電力負荷実験

1. はじめに

2020 年 10 月、政府はカーボンニュートラルを目指すことを宣言した。住宅に関しては ZEH の普及が進む一方で、2019 年以降、固定価格買取取り制度が順次終了し、太陽光発電による余剰電力を蓄電池や V2H により電気自動車に蓄電することで、自家消費率を向上させる他、エネルギーの自給自足も実現可能な連携システムが注目されている。

そこで、本研究では太陽光発電・蓄電池・電気自動車連携させた ZEH 住宅における電力収支やエネルギーの自家消費率、自給自足率を把握することを目的として、群馬県藤岡市のモデル住宅を対象とした模擬電力負荷実験を実施したので、その結果について報告する。

2. 実測概要

2.1 対象住宅

対象住宅は、群馬県藤岡市の ZEH 仕様のモデル住宅である。図 1 に正面外観、図 2 に平面図を示す。モデルハウスのため居住者はいない。木造 2 階建てで、延床面積は 146.15 m²、U_A 値は 0.51 W/m²K、C 値は 2.1 cm²/m² である。換気方式は熱交換を行う第一種換気である。屋根には太陽光発電パネル(出力 9.9 kWh)が東向きに設置されており、玄関部分に蓄電池(容量 5.6 kWh×2 台)を備え、屋外で電気自動車(日産リーフ、蓄電池容量 24 kWh)を、V2H を通して連携させているが、今回の実験期間中は走行をさせずに蓄電池としてのみ用いる。また、電気自動車は毎日午前 5 時に自動で完全充電される設定である。

2.2 連携システム

図 3 に今回の住宅における、太陽光発電が行われる日中、および夜間の電気の流れを示す。太陽光発電パネルによる発電電力で消費分を賄い、余剰分は蓄電池、電気自動車の順に充電した後に電力会社へ売電される。発電の見込めない雨天日や夜間では電気



図 1 対象住宅外観

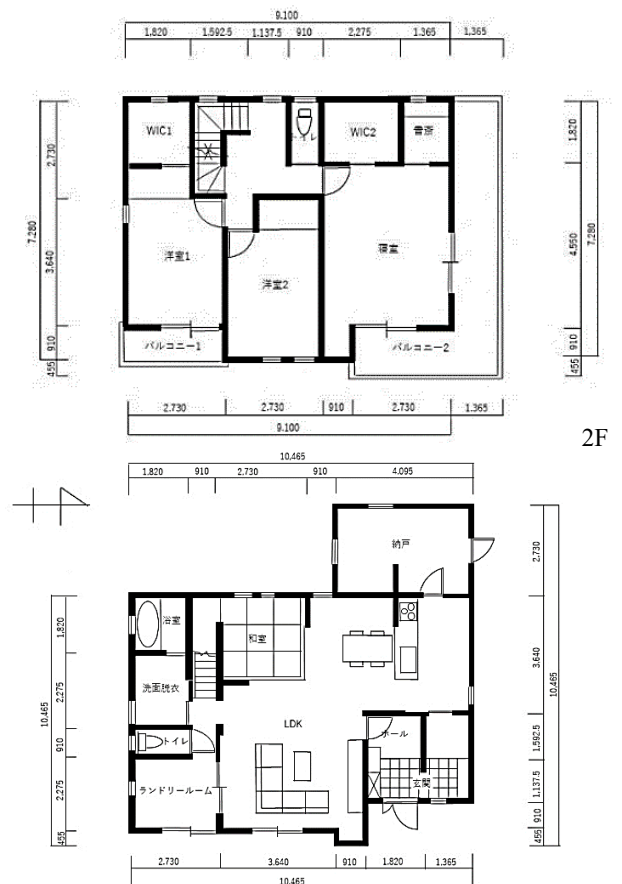


図 2 対象住宅の平面図

*前橋工科大学大学院 博士前期課程
 **前橋工科大学 准教授・博士 (工学)

* Graduate Student, Graduate School of Eng., Maebashi Institute of Technology
 ** Assoc. Prof., Maebashi Institute of Technology, Dr. Eng.

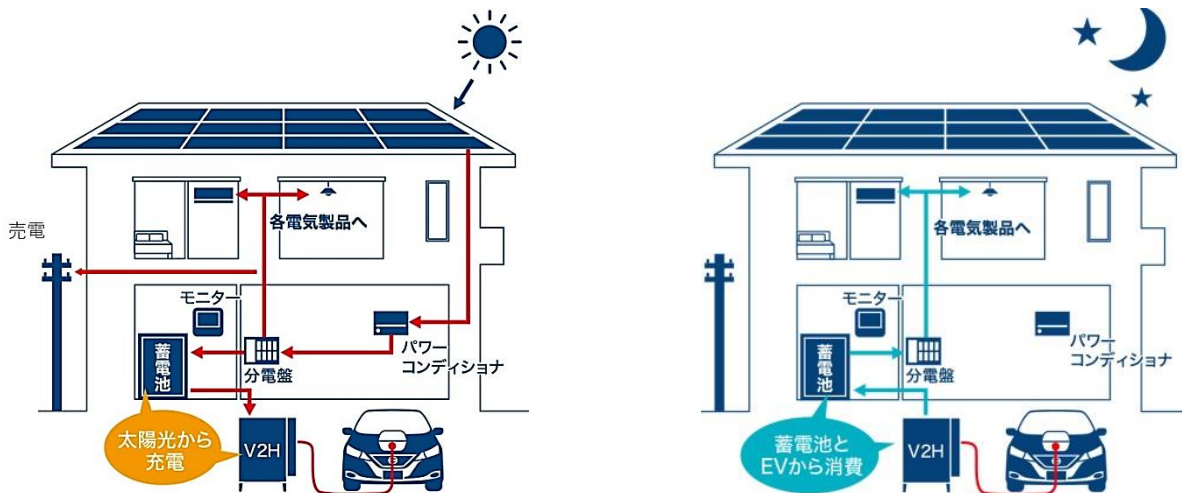


図3 対象住宅における日中の電気の流れ

自動車、蓄電池の順に蓄電力で賄い、その上で不足分を買電する。

2.3 実験方法

図4に今回の実験で設定した模擬電力負荷スケジュール、およびその内訳を示す。4人家族の居住を想定しており、生活パターンをスケジュール生成ソフト（スケジュール ver.2、（一社）空気調和・衛生工学会）を用いて作成し、54 W と 90 W の白熱電球、プログラムタイマーを用いて模擬電力負荷を設定する。測定項目は照明や空調などの消費電力量、太陽光発電量、蓄電池と電気自動車の充・放電量、電力会社への売電量・買電量であり、HEMS (MKN713、Panasonic 製)の測定データを用いる。

3. 実験結果

3.1 年間での実測結果

図5に各季節で行った模擬電力負荷実験における日別の電力収支と自給自足率を示す。自給自足率は次式により算出する。

$$\text{自給自足率} = \frac{\text{消費電力量} - \text{買電量}}{\text{消費電力量}} \times 100 [\%]$$

消費電力量の平均値は、春 25.4 kWh/日および夏 24.6 kWh/日と比べて秋 30.6 kWh/日および冬 41.8 kWh/日の方が大きく、秋期と冬期では暖房や給湯の消費電力量が増加したことが原因である。

太陽光発電量の平均値は、晴天日の多かった冬期と春期が大きく、春期と夏期は悪天日もみられたため、日によってばらつきがみられる。日射量 1MJ/m²あたりの発電量は、冬 2.99kWh、春 2.57kWh、夏 2.80kWh、秋 2.82kWh である。春は気温が高く、太陽光発電パネルが高温になるため、発電効率が下がっていることが確認できる。買電量は、冬期と秋期は日ごとの変動は小さかったものの、1日当たりで冬

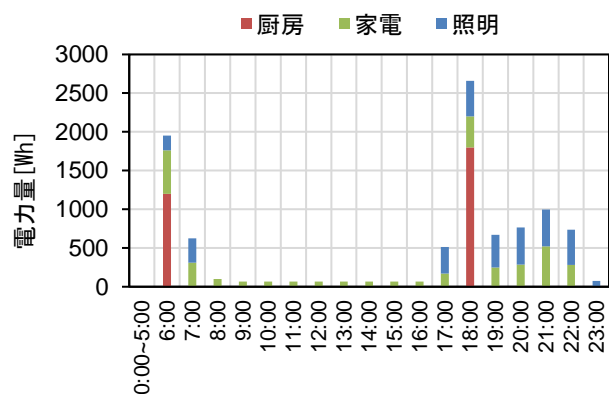


図4 一日の模擬電力スケジュール

期は 17 kWh 程度、秋期は 12 kWh 程度の買電が発生していた。秋冬では晴天日により安定した日射量があり、発電量が十分であっても、消費電力量が増加するため、蓄電量だけでは夜間消費分までは賄えず、翌日の朝にかけて買電が発生するためである。春期と夏期は買電量にばらつきがあり、悪天日では秋冬と同様に買電量が増加するが、晴天日では消費電力量に対して十分な発電と蓄電ができるため、夜間から翌日の朝にかけても蓄電量で賄い、買電を抑えることができている。

季節の平均自給自足率は、冬 59.13%、春 72.24%、夏 71.64%、秋 60.56% であり、通年では 65.89% となる。最大値は春期 5/19 の 86.67% であり、消費電力量が少なかったことに加え、前日からの蓄電量、当日の発電量が多く、買電量を抑えられていたためであると考えられる。一方で最小値は秋期 10/25 の 43.53% である。春期とは反対に消費電力量が増加したこと、連日の悪天によって蓄電、発電が行えず、買電量が増加したことが原因だと考えられる。今回の実測では、いずれの季節においても消費電力量に大きな差が見られないため、自給自足率は買電量の値が大きく関

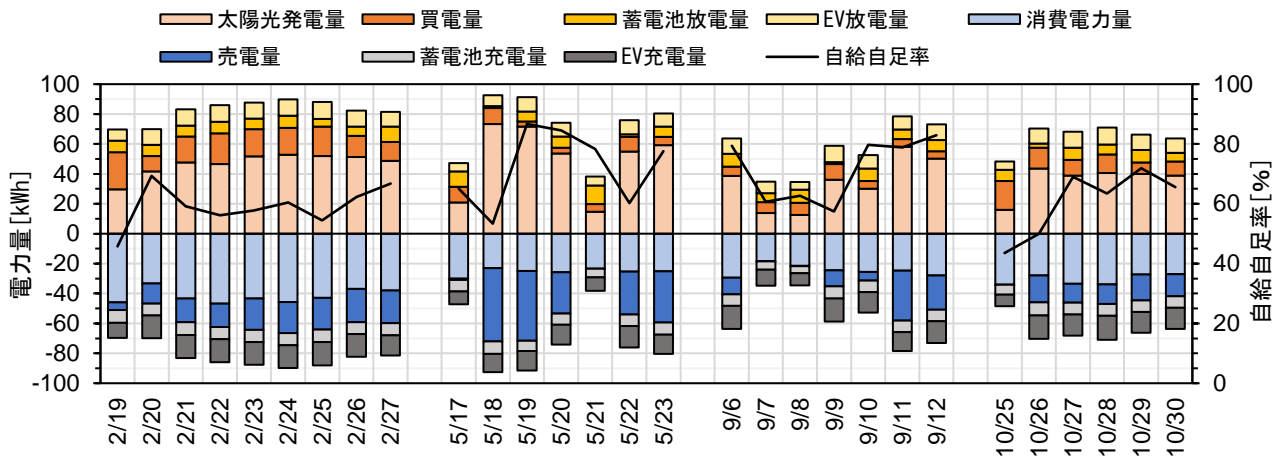


図5 日別の電力収支と自給自足率

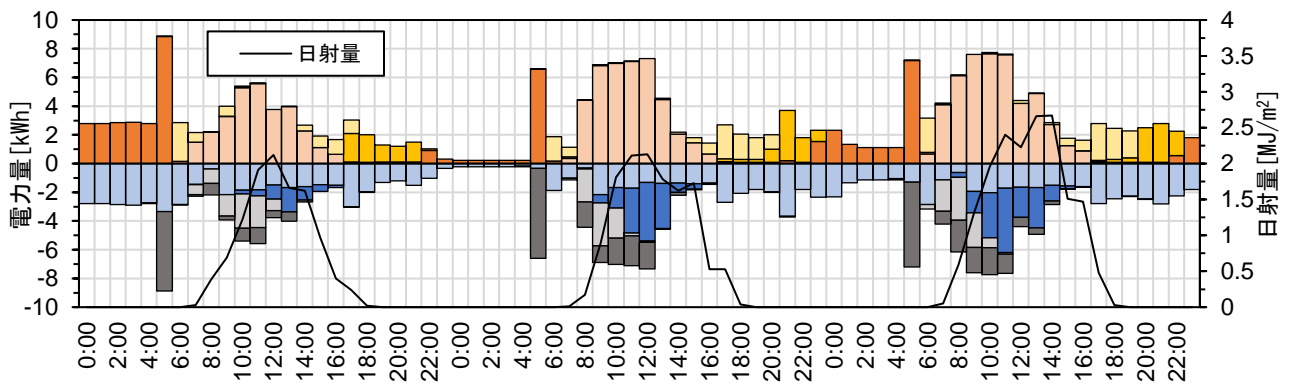


図6 時刻別の電力収支と日射量 (2/19~21)

わっていることが分かる。特に春期、夏期については天候の変化が激しく、それに伴って買電量が大きく変動するため、自給自足率も大きく変化している。5/18 などの当日が晴天日であり、十分に発電が行えている日でも、前日が悪天日であり蓄電分が十分でなかった場合、朝にかけて買電が発生するため、自給自足率が減少することも確認できる。

図6に消費電力が増加する冬期における、自給自足率が最大となった2/20と、その前後の日との計3日間における時刻別の電力収支の推移を示す。19日は冬期の中で発電量、自給自足率が最小となり、20日は自給自足率が冬期で最大となったことから、変動の大きい3日間である。天候は順番に曇り、曇り、晴れであり、日射量は11.3 MJ/m²、13.3 MJ/m²、17.3 MJ/m²である。19日は前日の蓄電分が不十分であり、朝方の買電が他の日と比べて増加した。また日中も発電量が少なく、夜間の買電が発生したのは22時頃と他の日と比べて早い。これは翌日の自給自足率の減少の原因となると言える。また夜間の消費電力が他の日と比べて全体的に低下しており、通常は終日運転しているエアコンが止まっていた可能性が考えられる。一方で20日は消費量に対して十分な発電量

があり、24時前まで買電に頼ることなく賄えているため、自給自足率の増加につながっている。仮に翌日朝5時のEV自動充電のための買電が無い場合、さらに高い自給自足率になると考えられる。

図7に消費電力が少ない春期における、自給自足率が通年で最大となった5/18と、その前後の日との計3日間における時刻別の電力収支の推移を示す。冬期と比べても、日中の消費電力が低いことが分かる。17日は自給自足率が春期で最小となり、変動のある3日間である。天候は順番に曇り、晴れ、晴れであり、日射量は7.3 MJ/m²、28.4 MJ/m²、26.1 MJ/m²である。18日、19日は通年で見てもかなり多い日射量となっており、17日と比べてもかなり多いことがグラフから読み取れる。3日間は天候がかなり変動したため、発電量も大きく変動している。また自給自足率の値は65.1、53.3、86.7である。18日と19日で比較すると、発電量は差がほとんど無かったものの、自給自足率には差が見られた。これは前日の蓄電量の差が原因であると言える。17日は23時頃から買電が発生しているが、一方の18日は翌朝5時あたりまで蓄電分を活用しており、早朝にかけての買電を抑えていることが分かる。またあわせて翌朝5時のEV

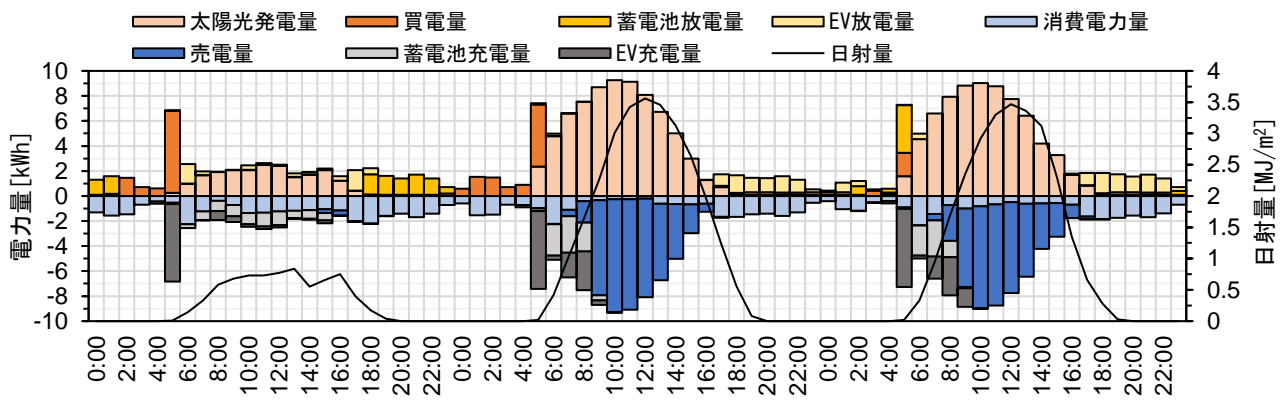


図7 時刻別の電力収支と日射量 (5/17~19)

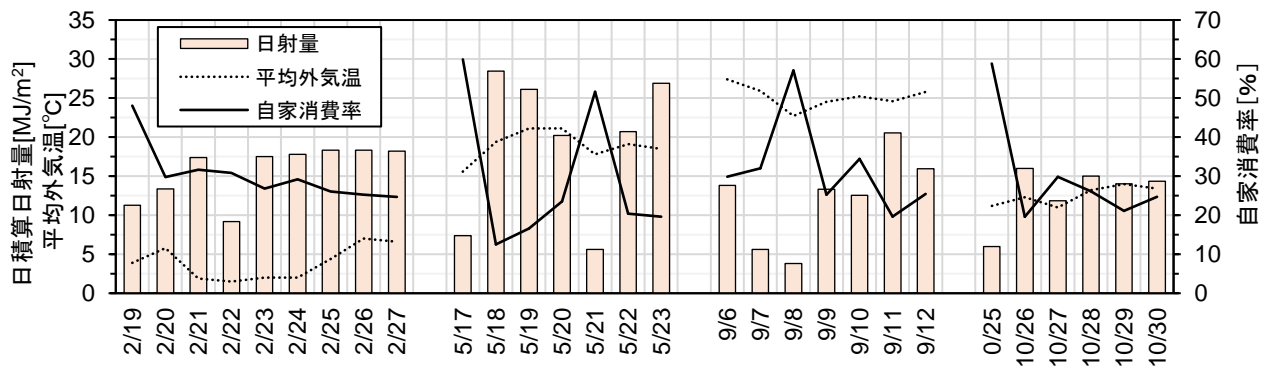


図8 日別の日積算日射量・外気温・太陽光発電の自家消費率の推移

の充電も蓄電分で賄うことができていることが読み取れる。19日は晴天日であったため、この日も夜間に蓄電分を活用できていることから、買電を抑制していることから、高自給自足率となったと考えられる。

図8に日別の日積算日射量と平均外気温、太陽光発電の自家消費率を示す。自家消費率は次式により算出する。

$$\text{自家消費率} = \frac{\text{自家消費量}}{\text{太陽光発電量}} \times 100 [\%]$$

最大となったのは5/17の59.9%、であり、この日の日射量は7.38MJ/m²と通年でみてもかなり少ない日である。一方で最小となったのは5/18の12.52であり、2日間とも春期であった。またこの日は日射量が28.44MJ/m²と通年で最も高い日である。これらから、自家消費率は主に日射量の影響を大きく受けていることが分かり、相関係数も0.81と強い相関が見られる。また自家消費量は通年で大きな差が無かったことも要因と言える。外気温は季節によって変化が見られるのに対して、自家消費率の値は季節による傾向が見られなかった。また自家消費率の平均値は各季節でそれぞれ30.2%、29.1%、31.9%、30.1%であり、通年では30.3%となる。天候によって日ごとに変動はあるが、平均で見ると季節間での差はほとんど無い

ことが分かる。また経済産業省のデータでもFITにおける買電量と太陽光発電の設備容量をもとに、全国平均は30%程度²⁾と算出されており、これと同様の数値であることが確認できる。また自家消費率と自給自足率では相関係数が0.2ほどであり、相関はほとんど見られなかった。自家消費量は日射の影響を大きく受けているのに対して、自給自足率は主に買電量の値が影響するためだと考えられる。日射量と買電量の相関係数も0.15ほどで、相関は見られない。

4. まとめ

本報では、太陽光発電、蓄電池、電気自動車連携させたZEH住宅における模擬電力負荷実験から、各季節での電力収支と自給自足率、自家消費率について分析した。

次報(その2)では数値シミュレーションモデルを構築し、本報の実測結果との比較の他、蓄電池の容量や、EVの走行量等を変更したケースについて検討する。

謝辞

実測調査にあたり、(株)石田屋藤岡店の高田恭葉氏をはじめ、関係各位にご協力いただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 株式会社石田屋のHP <https://ishidaya-net.co.jp/>
- 2) 経済産業省、調達価格等算定委員会、2019年11月29日