

ゼロカーボン技術を導入した住宅の電力利用状況に関する研究

正会員 ○牛房 義明*¹ 李 岩学*² 瞿 能*³ 黒木 莊一郎*⁴ 高 偉俊*⁵

4.環境工学・21. 環境設計 m. 建築のエネルギー消費

ゼロカーボン先進街区、HEMS 導入住宅、エネルギー消費、ライフスタイル

1. はじめに

持続可能な社会を実現するうえで、効率的なエネルギー利用を実践することは大きな課題となっている。環境への意識が高い地域では、太陽光発電や家庭用燃料電池等の自家発電設備を導入した住宅が建てられているが、実際にゼロカーボン技術を活用し、CO₂排出量ゼロを可能にする先進的な暮らしが実行されているか検証する必要がある。本研究では、ゼロカーボン技術を導入した住宅を対象に住宅属性、世帯、環境意識等に関するアンケート調査及び夏期8月のHEMSデータ調査を行い、住宅のエネルギー消費の実態を明らかにすることで、ゼロカーボン技術の自立性を評価し、調査結果を居住者に還元することで今後の節電・省エネ生活の改善に役立ててもらうことを目的とする。また、持続可能で豊かな暮らしの実現のために城野ゼロカーボン先進街区のまちづくりについて考える。

2. 調査対象概要

2.1. 城野ゼロカーボン先進街区について

本研究で対象とした住宅は福岡県北九州市小倉北区城野に位置する。この地域は、環境モデル都市・北九州のリーディングプロジェクトとして「街区モデル：城野地区低炭素先進モデル街区の形成」という位置づけのもとにまちづくりが行われており、「ゼロ・カーボン」「子育て支援・高齢者対応」「人がつながり、多世代が暮らし続けられる」という3点をコンセプトに、様々な活動に取り組んでいる。図1に城野地区の位置を示す。街区内の各住戸にHEMSや自家発電設備が設置されており、街区全体のゼロ・カーボン化という目標を上げている。また、政府は2030年までにすべての新築住宅にHEMSを設置し、平均でZEH（ネットゼロエネルギーハウス）の実現を目指している¹⁾。

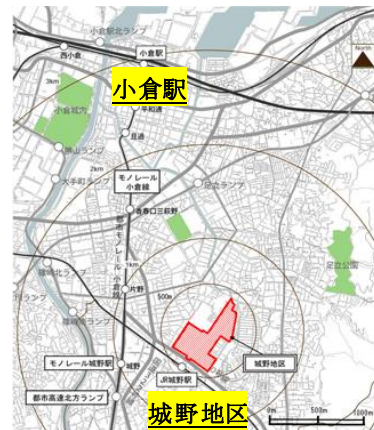


図1 城野地区の位置



図2 実測対象住宅の平面図

2.2. 実測対象の概要

実測対象住宅（以下 U 邸）は延床面積 122.67 m²、敷地面積 167.91 m²の二階建ての戸建住宅で、ダイニングの上部に吹き抜けが設けてある。主要設備として設置されているものが、太陽光発電（4.84kw）、エネファーム、照明器具、温水式床暖房、エアコン（LDK・主寝室）、冷蔵庫、洗濯機、電子レンジ、食器洗浄乾燥機、浴室暖房乾燥機、外張り断熱通気外壁などである。住宅のエネルギー使用状況において HEMS を用いて測定した。図3と図4に実測対象住宅の平面図と立面図を示す。

3. アンケート調査

住宅エネルギー使用状況は所有者の家族構成、生活環境や生活習慣など様々な要因が関係している。住民のライフスタイルや環境への考え方等を理解するために、アンケート調査を行った。アンケート調査の概要と結果を表1に示す。

アンケート結果より、対象住宅は太陽光発電とエネファームが導入されており、発電が行う。また、太陽光発電が消費しきれない場合は系統に売電する。給湯設備に関しては、エネファームがガスで発電を行い、その排熱を利用して給湯を行っている。その以外の家電製品は電気により稼働する。家族構成に関しては、子供の年齢が低く、就学前の子もいるため、自宅で過ごす時間が長いことが考えられる。

4. 実測調査分析

4.1. 実測概要

実測は、実測調査の対象住宅 U 邸より、2017 年 8 月 1 日から 8 月 31 日までの HEMS データをもとにおこなった。一時間間隔で計測を行っている。

4.2. 電力使用量の内訳

電力使用量の内訳のグラフを図3に示す。エアコンの電力使用量が最も大きく、全体の半分近くを占めている。8月は気温が高く冷房の利用頻度が多かったと考えられる。その次に使用量が大きいのは、キッチン関係である。この中には、キッチン照明、キッチン専用コンセント、食器洗乾燥機、電子レンジが含まれる。割合が大きい要因として、冷蔵庫と電子レンジの使用と考えられる。3番目に使用量が大きいのは洗面関係で、洗面所・浴室照明、トイレ、洗濯機、浴室乾燥機が含まれる。どちらも使用頻度の高い家電製品が含まれるが、キッチン関係のほうが約2倍大きくっており、キッチンにいる時間が長いと考えられる。

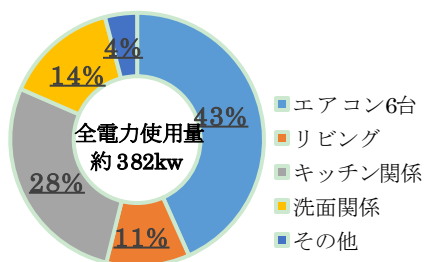


図3 電力使用量の内訳 (8月)



図4 実測対象住宅の立面図

表1. アンケート調査の概要と結果

I. 住宅属性	
延べ床面積	122.67㎡
電力プラン	契約会社: 西部ガス
	契約メニュー: プラスでんきプラン1
	電力容量: 50A
II. 住宅設備	
自家発電機器	太陽光発電装置(導入容量4.8kw)
	エネファーム
各家電製品の台数	表2参照
III. 世帯	
世帯人数	4人
家族構成	40代男性(世帯主)・女性
	小学生(男性)・就学前(女性)・金魚(ペット)
IV. 環境意識	
意識の変化	変わらない

表2. 各家電製品の台数

1. エアコン室外機	2台
2. 加湿器	1台
3. 洗濯機	1台
4. 浴室乾燥機	1台
5. 冷蔵庫	1台
6. 電子レンジ	1台
7. 食器洗い乾燥機	1台
8. 電気炊飯器	1台
9. テレビ	1台
10. 温水洗浄便座	2台
11. ガス温水器	1台

4.2. 電力推移

8月の最も気温が高い日(8/4)と、最も気温が低い日(8/26)における電力推移のグラフを図5.6に示す。8月4日の平均気温は30.7度、8月26日の平均気温は26.4度であった。2つのグラフを比較すると、正午から午後2時までの時間帯において、気温の高い日の電

力使用量の値が、気温の低い日の値の2倍近く大きいことがわかる。また、発電量の増加に伴い、売電量も大きくなっている。

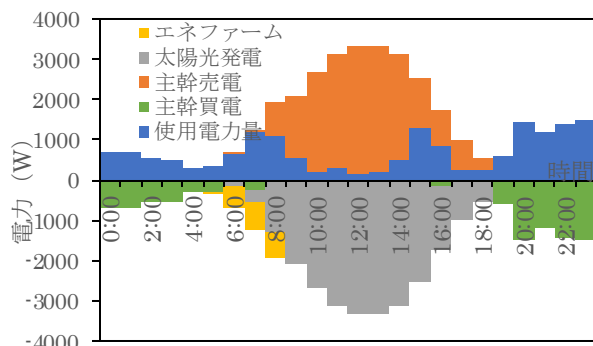


図 5 最も気温が高い日の電力推移 (8/4)

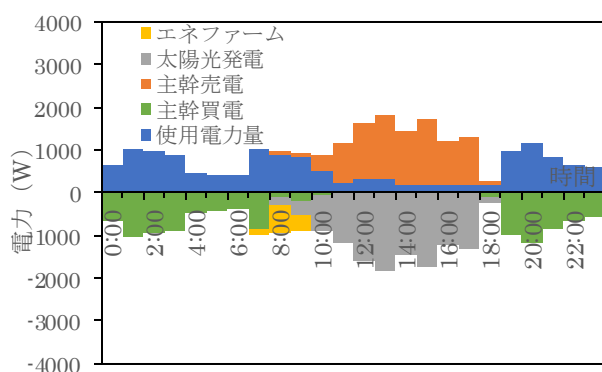


図 6 最も気温が低い日の電力推移 (8/26)

4. 3. 太陽光発電の利用

8月1ヶ月間における太陽光発電と電力使用量を平均した1日のパターンと8月の自家消費した太陽光発電を図7に示す。太陽光発電量がピークとなる時間はおよそ午前11時半～午後1時あたりで、約2500Wほど発電している。その間、太陽光発電した電力が三分の一ほど使用できず、余剰した電力は系統に売電している。発電量は、午前7時～12時頃にかけて増加し、午後3時～6時頃にかけて減少している。日射量に関係していると考えられる。電力使用量は午後8時にピークで、午後5時に使用量が最も小さく、約350Wである。これはコンセントに接続している家電製品のベース電源によるものだと考えられる。

4. 4. エアコンの電力使用量

エアコンの電力使用量と気温の関係を図8に示す。日によってエアコンの電力使用量のばらつきがみられる。エアコンの電力使用量が最も大きい日は8月23日の9823Wで、平均気温は30.1度であった。反対に8

月15日から16日にかけて、エアコンの使用量が小さくなっている。この日は雨天で気温が下がり、エアコンを利用しなくても過ごしやすい時間が比較的長かったと考えられる。このことから気温の変化に伴い、エアコンの使用量も変化する傾向がみられた。

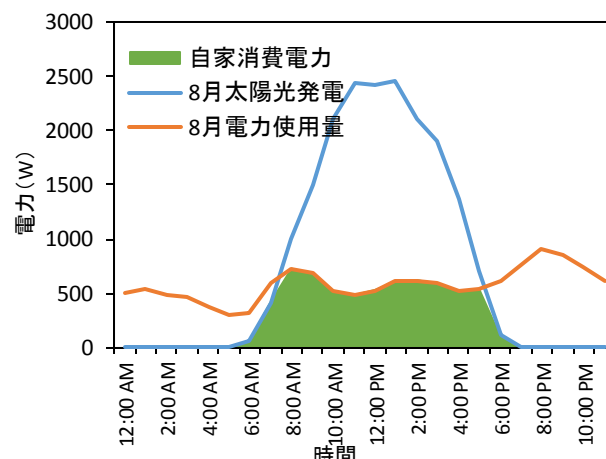


図 7 太陽光発電による自家消費電力 (8月)

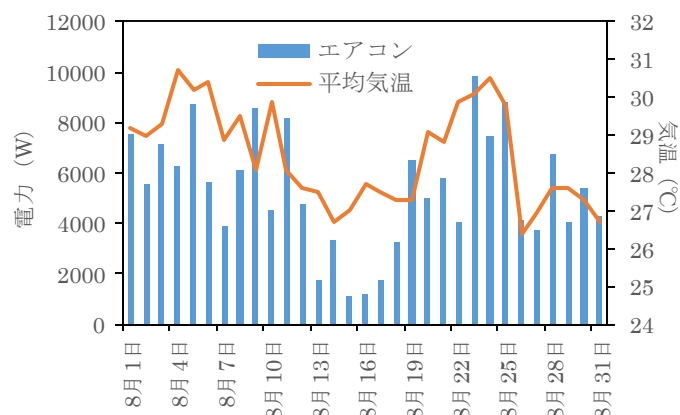


図 8. エアコン使用量と気温 (8月)

4. 5. 電力料金

電力と価格のグラフを図11、8月の電力料金における収支のグラフを図12に示す。

図11は、8月2日を例にし、ある1日の電力使用量のパターンとそのときの電気料金について表した。昼間の料金を割高に、夜間の料金を割安に設定していることがわかる。電気料金が安い午前8時～午後6時の間に太陽光発電が高くなっているため、電力を高額で買うことなく電気料金を節約することができている。図12は、1ヶ月間の電力収支で、グラフの値が0を下回る場合は一日の発電量がその日の使用量より小さいことを意味している。全体的にマイナスの値が多いことから、家庭での使用量以上の電力を十分に確保し余

剰分を売電している。したがってゼロカーボンの技術を導入したことで経済性が改善したといえる。

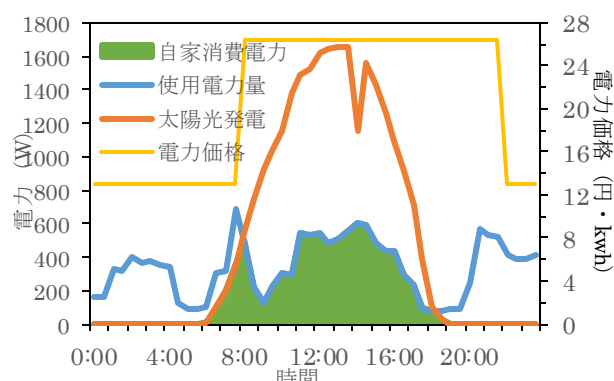


図 11 電力と電力料金（8月2日）

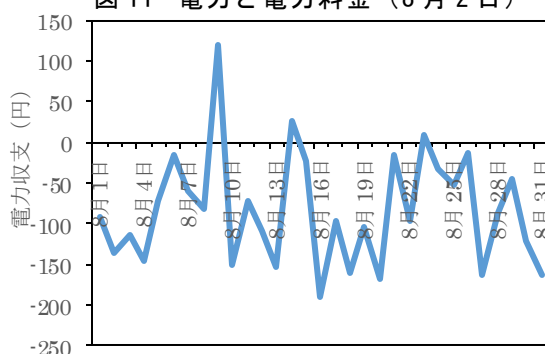


図 12 電力収支（8月）

4. 6. ゼロカーボンの達成について

一ヶ月の各電力量の合計値を表 3 に示す。買電量は 202.63kWh である。エネファームの電力効率は 40% であるため、②の値をガスエネルギーに換算し 12.12 m³となる。売電量は表 3 の③－④より 409.85kWh となる。九州電力の提示する平成 28 年度 CO₂ 排出係数^{*1}によると、U 邸の CO₂ 排出量は 124.65kg となった²⁾。ここで西部ガスによる平成 28 年度の CO₂ 排出係数^{*2}を用いてエネファームの排熱利用による CO₂ 削減量を求めると -12.05kg となった³⁾。売電量 409.85kWh による CO₂ 貢献量が -197.96kg であるため、U 邸の CO₂ 排出量は約 -85.36 kg である。よって大幅にゼロカーボンを達成したと評価できる

5. まとめ

今回の調査研究の結果、以下の知見が得られた。

- 1) エアコン使用量の割合が大きくなる点で改善の余地がある。
- 2) 気温が高いほど電力使用量が大きくなる。
- 3) お湯の使用量が少ないためエネファームがあまり活用されていない
- 4) アンケートより、住民の環境意識は引っ越し前と変わらないという結果から、政府が住民と協力し環境改善に向けた取り組みを提案する必要がある。

全体としては、ゼロカーボン技術を導入した住宅における CO₂ 排出量は概ねゼロとなり、ゼロカーボン技術を有効に活用しエネルギー効率のよい暮らしが実現できていると評価できる。

表 3 一ヶ月の各電力量合計（8月）

	電力 (kWh)	CO ₂ (kg-CO ₂)
①買電量	202.63	97.87
②エネファーム	62.07	26.78
③太陽光発電量 (④)+	576.73	0
④太陽光発電使用量	166.88	0
⑤売電量	409.85	-197.96
⑥設備導入しない場	431.59	208.46
※1：九州電力（平成 28 年度）の CO ₂ 排出係数は 0.483kg/kWh とす		
※2：西部ガス（平成 28 年度）の CO ₂ 排出係数は 2.21kg/m ³ とする。		

6. 今後の課題と展望

今回の研究では夏期（8月）のみの電力使用状況を調査しこのような結果になったが、夏期以外の時期の電力使用状況を調査するとゼロカーボンを達成できるとは限らない。今後は城野以外の多くの住宅でも年間を通じて効率的な電力利用に取り組み、ゼロカーボンの促進を期待する。

謝辞

本研究の一部は久池井美香の卒業論文として発表されている。また、データを提供していただいた方々に謝意をここに表したい。

【参考文献】

- 1) 経済産業省ホームページ
<http://www.meti.go.jp/press/2015/12/20151217003/20151217003.html>
- 2) 九州電力ホームページ
http://www.kyuden.co.jp/environment_notice02.html
- 3) 西部ガスホームページ
http://www.saibugas.co.jp/business/otehrs/co2_emission_factor/index.html

*1 北九州市立大学 准教授

*2 北九州市立大学大学院博士

*3 北九州市立大学大学院修士

*4 北九州市立大学 名誉教授・博(工)

*5 北九州市立大学 教授・博(工)

Associate professor, The University of Kitakyushu, M.Eng.

Graduate school. The University of Kitakyushu, Dr.Eng.

Graduate school. The University of Kitakyushu, M.Eng.

Professor Emeritus, The University of Kitakyushu, Dr. Eng

Professor The University of Kitakyushu, Dr. Eng