

## オフグリッド住宅の性能および居住者評価からみたエンバィロメント・デザイン手法に関する研究

脇坂 圭一（静岡理科大学）

## 1. 目的

2022（令和4）年6月、建築物省エネ法が改正され、2025（令和7）年4月から全ての新築住宅・非住宅に省エネ基準適合が義務づけられることとなった。従来、小規模（300㎡未満）の住宅は「説明義務」に止まっていたものの、「適合義務」化されたことになる。改正に関連して、2050年にカーボンニュートラル（以下、CN）、2030年に温室効果ガス46%排出削減（2013年度比）の実現に向けて、我が国のエネルギー消費量の約3割を占める建築物分野における取り組みが喫緊の課題となっている。

省エネ基準において、算定の基準の一つとなる外皮平均熱貫流率  $U_a$  ( $W/(m^2 \cdot K)$ ) であるが、例えば、静岡県を含む関東から関西にかけてのエリアを含む地域区分における値は0.87となっているものの、この値は欧米諸国と比べて極めて低い水準にとどまっている。

$U_a$  値を高い水準に定め、環境性能（例えば、断熱性や気密性）を厳しく求めていく設計手法が見られるが、数値の厳格化（量的評価）にとどまらず、空間デザイン、居心地（質的評価）を統合した環境デザイン手法（エンバィロメント・デザイン手法）が望まれる。

本研究では、パッシブハウス、高気密・高断熱住宅、ZEH（ゼロエネルギーハウス）など、さまざまな用語が生み出される中、「オフグリッド住宅」に着目する。「オフグリッド住宅」は2024年1月に発生した能登半島地震や3.11（当時、多賀城市在住だった筆者は仙台で被災した）をはじめ、インフラがオフラインになる災害時に威力を発揮するのはもちろん、平時においても消費エネルギー（電気、給湯）の最小化、創エネ、蓄電・貯湯システムを有することから究極の環境配慮型住宅と言っても良いだろう。

そこで、本研究では発表されている事例がそれほど多くはない「オフグリッド住宅」の事例を収集し、意匠・計画面、設備・環境面から空間的特徴・傾向を整理し、また設計者・設備設計者・施工者・居住者の意向を把握し、CN時代の建築環境デザイン手法について課題の把握と普及を図ることを目的とする。

## 2. 調査研究の実施方針と項目、方法

本研究における調査対象事例を示す（下表）。オフグリッド住宅10事例に加えて、先行する参照事例として高い環境性能を示すパッシブハウスとして3事例について

も調査を行った（一部、助成金採択前に行った調査、また自己資金で行った調査も含む）。「ほくほく」は既存改修で、他はすべて新築であった。調査にあたっては、所在地の気象条件を把握した後に、建物の配置・平面・断面などの空間構成、外皮性能、設備性能、システム図、およびステークホルダー（設計者、設備設計者、施主のいずれか、または可能な限り複数）へのヒアリングを行い、事例の整理から傾向・課題を抽出した。結果については、本稿では概略を示し、詳細については紙幅の制限から、投稿論文<sup>文1,文2</sup>およびwebsite<sup>文3</sup>を参照されたい。

## 3. 建物の配置・平面・断面等の空間構成

南に対して正対して大きく開口を開けることで、冬期の日射取得を最大化し、また傾斜屋根とすることで、屋根面に設けた太陽光パネル（以下、PVパネル）の発電効率が最大化されるため、オフグリッド住宅の形態や空間構成は収束する傾向がある、という仮説が成り立つ。しかし、実際には、様々な解が見られた。

傾向としては、道路に並行配置した街並みに対して、南面に正対させた配置（例：佐戸、小高町等）が複数見られたものの、屋根は片流れ（例：秋谷、バレックス、全作さん等）の他、切妻（例：響の杜）、三次元曲面（例：金山デッキ）、フラット屋根（例：佐戸）など様々であった。平面構成としては、東西に細長くして南面を大きくする傾向がある一方で、狭小地（例：まほろ）や傾斜地（例：バレックス）では、矩形に近い事例も見られた。断面構成としては、2層が多いが、1層（例：ほくほく、金山）も見られた。また、上下階を吹き抜けとして、一室空間的につなげる事例（例：響き、秋谷、まほろ）も見られた。

## 4. 外皮性能

1)  $U_a$  値：値が確認できなかった2事例（例：秋谷、バレックス）を除き、全ての事例でZEH基準を満たしていた。さらに高い性能としてHAET20基準を満たしている事例（例：佐戸、ほくほく、小高町他）も複数見られた。

2) 断熱方法および断熱材：木造で充填断熱とした事例が多く、さらに付加断熱とした事例もあった。唯一のRC造であった事例（例：まほろ）では外張り断熱としていた。また、基礎下断熱としている事例は6事例であった。

3) 開口部：トリプルガラスを導入した事例（例：佐戸、

作品ID	作品名	略称	所在地	竣工年	設計者	構造	階数	延べ床面積	地域区分
CSOH01	佐戸の家	佐戸	秋田県大仙市	2016年	もろくす建築社/佐藤欣裕	木造	2階	125.58㎡	3
CSOH02	ハヶ岳エコハウスほくほく	ほくほく	山梨県北杜市	2021年	[設計・施工]梶原建築/梶原高一	木造	平屋	65.69㎡	3
CSOH03	響の杜	響の杜	滋賀県長浜市	2021年	[設計・施工]内保製材(株)	木造	2階	124.33㎡	5
CSOH04	小高町の家	小高町	神奈川県横浜市	2015年	abanba/番場俊宏	木造	2階	94.90㎡	6
CSOH05	まほろの家	まほろ	東京都町田市	2016年	abanba/番場俊宏	RC造	2階	55.45㎡	6
CSOH06	秋谷の木組	秋谷	神奈川県横須賀市	2023年	能作文徳建築設計事務所/能作文徳+Studio mnm/常山未央	木造	2階	125.58㎡	6
CSOH07	MC-EN@Akiya Smart Village	MC-EN	神奈川県横須賀市	2023年	中川エリカ建築設計事務所/中川エリカ	木造	2階	137.30㎡	6
CSOH08	バレックス社セカンドハウス	バレックス	神奈川県三浦市	2014年	株式会社バレックス/渡邊氏	木造	2階	180.81㎡	6
CSOH09	金山デッキ	金山	長野県茅野市	2021年	中村勉総合計画事務所/中村勉	木造	地下1階・地上1階	124.54㎡	3
CSOH10	全作さんの小屋	全作さん	岡山県吉備中央町	2018年	レミングハウス/中村好文	木造	地下1階・地上2階	100.1㎡	5

ほくほうく、まほろ)、木製サッシを導入した事例(例:佐戸、北方、金山、全作さん)、内障子ありの事例(例:ほくほうく、響、まほろ、金山)、など様々な工夫がなされていた。このうち、既存改修事例(ほくほうく)では、外部サッシを既存活用しつつ、内側に高性能木サッシを取り付けていた。

## 5. 設備性能

1) PVパネル:平均で6.3kW(最小2kW、最大17kW)であった。設置位置を屋根面としていた事例が多い一方で、野立てとする事例(例:佐戸)もあった。なお、発電した電力を直流のまま使用し、変圧回数を減らすことでロスを最小化した事例(例:小高町)もあった。

2) 蓄電池:平均25.8kWh(最小13.5kWh、最大72kWh)であった。鉛蓄電池が多く、リチウムイオン電池は少数派(例:秋谷、金山)であった。また、再生電池を使用した事例(例:ほくほうく)もあった。

3) 太陽熱集熱パネル:平均9.3㎡(最小2.85㎡、最大18㎡)であったが、設置しない事例(例:秋谷、バレックス、金山)も複数あり、半々の結果となった。設置位置は、野立て(例:ほくほうく、響)、屋根(例:まほろ)のほか、垂直壁面の事例(例:佐戸)もあった。

4) 暖房設備:薪ストーブ(例:佐戸、ほくほうく、秋谷、金山、全作さん等)が多く、他はペレットストーブ(例:まほろ)、エアコン(例:バレックス)であった。冬期に直射日光のみで生活するとした事例(見込みも含む)も複数(例:ほくほうく等)あった。

5) 給湯:電気を使用しないために、ガス給湯としている事例(例:小高町、まほろ、バレックス等)、エコキュート(例:秋谷等)の他、補助給湯として薪ボイラーの導入(例:ほくほうく)、ペレットボイラーの導入(例:響)、等が見られた。

6) 貯湯槽:平均容量は625L(最小370L、最大1000L)であった。設置位置が屋外の事例(例:ほくほうく、まほろ等)が複数あった。

## 6. 設備システム図

青色を電気系統、赤色を熱系統として、夏季と冬季それぞれ、設備システム図を作成した。実線と点線で電気/熱の流れの有無を示した。電気系統としては、PVパネルで発電した電気を蓄電池に蓄え、エアコンや家電で使用する。熱系統としては、太陽熱集熱パネルでつくられたお湯を貯湯槽に貯湯し、風呂や給湯に利用する。

1) 電気系統:積雪寒冷地では、冬期の太陽光発電が十分では無い状況となる日もあるが、その場合、商用電力に切り替える事例(例:佐戸、響、ほくほうくなど)が多かった。

2) 熱系統:冬期の太陽熱集熱が十分では無い場合、ペレット/薪ボイラー、ガス給湯への切替えによる対応を行う事例(ほくほうく、響、まほろなど)が多かった。

## 7. ステークホルダーへのヒアリング

設計者、設備設計者、施工者、居住者にヒアリングを行った内で特徴的なコメントについて整理した。

1)Ua値について:Ua値は損失しか見ておらず換気効率を考慮すべき、Ua値は平均値のため、必ずしも快適性に繋がる訳では無いなど、基準の在り方への疑義もあっ

た(例:佐戸、ほくほうく)。

2)ユーザーインターフェイス(UI):建築関連分野外からの参入による屋根一体型PVパネルを導入した事例(例:ほくほうく、MC-EN)の事業者(モノクローム社)は、IT技術の活用の側面から建築分野でHEMSの可能性が未成熟だとして、その一つとしてUIの重要性を述べた。

3)住まい方について:住まい手の電力使用に制約を与えずに、太陽光・太陽熱を活かした住まい方を目指す方向性(例:秋谷、バレックス)と、多少の不便さは受け入れつつも住まい方による結果としての省エネを楽しむ方向性(例:ほくほうく、全作さん)の両者が見られた。

4)断熱材について:性能だけでは無く、解体時の廃棄を考慮し、自然素材であることを先端の条件とした事例(例:佐戸、秋谷)も見られた。

5)開口部について:既設小学校から再利用した木サッシを設置した事例(例:金山)では、建築家の職能として社会に向けたメッセージの重要性が述べられた。

6)国の施策について:高い環境性能を持ちつつ非常時にも能力を発揮するオフグリッド住宅を後押しする制度や補助金などの施策があるべきで、そうしないと初期投資の過大さを受け入れる施主が限られる趣旨の声があった。消防法における蓄電池の取り扱いなど、設計当初と現在で更新された制度に関しては積極的に整備されるべきとの声も聞かれた。

## 6. 調査研究の実施により期待される成果

本研究では、開発の途上にあると思われるオフグリッド住宅の事例収集を行い、各事例に見られる意匠計画的側面、設備環境的側面からの傾向や課題についての整理を行った。主に2010年代後半以降に試みられてきた事例が多い中、設計者、設備設計者、施工者、居住者、事業者ら、多様なステークホルダーが実験的な試みに向けて挑戦を行ってきた経緯もあり、現時点では使用されていない設備等も散見された。しかし、そうした事実も受け入れた上で、それぞれが環境に対する高い意識を有し、オフグリッド住宅がさらに推進されるべきとの声が多く聞かれた。本研究の成果の一つであるwebsiteにおける発信から、一般に対する周知が促進され、国の施策への反映、建築領域に止まらない周辺領域との協働、などといった効果も期待したい。

謝辞 本研究の調査にあたりまして対象事例の設計者、設備設計者、施工者、居住者(所有者)ほか、みなさまに多大なご協力を得ましたこと、大変に感謝申し上げます。

## 参考文献

文1:戸塚俊汰、脇坂圭一、伊藤勢来、梅田怜緒「オフグリッド住宅の事例分析からみた計画・意匠および設備・環境に関する特徴 その1 建築的特徴とテキスト分析からみた傾向」、日本建築学会近畿支部研究発表会、2024.6(投稿済)

文2:脇坂圭一、戸塚俊汰、伊藤勢来、梅田怜緒「オフグリッド住宅の事例分析からみた計画・意匠および設備・環境に関する特徴 その2 外皮・設備性能およびシステム図からみた傾向」日本建築学会近畿支部研究発表会、2024.6(投稿済)

文3:[https://note.com/keiichi\\_wakisaka/m/ma8c9f77aeb90](https://note.com/keiichi_wakisaka/m/ma8c9f77aeb90)