

再生可能エネルギーを融通しあう家への挑戦 ～エコハウス「金山デッキ」の構想と目指すもの～

小林 光 博士(工学)／東京大学先端科学技術研究センター研究顧問／
公立諏訪東京理科大学客員教授／元環境事務次官

はじめに

2050年の脱炭素に向けて住宅部門が直面する課題を、論者の自宅エコハウス(羽根木エコハウス)の経験も踏まえつつ、検討する。さらに、そうした課題の解決方向としてのヴァーチャル・パワー・プラント(VPP、仮想発電所)を考察し、その一翼を担うべく建築した次世代のエコハウス「金山デッキ」を紹介する。

1 住宅部門の脱炭素に向けた課題

欧州諸国に若干遅れたが、我が国も2020年10月になって、従来の2050年での温室効果ガスの80%削減目標に代え、同年でのカーボンニュートラルを菅総理(当時)が宣言した。翌21年の地球温暖化対策推進法の改正では、法で定める理念としてこの長期目標を位置づけるに至った。脱炭素は国となったのである。

しかし、足元を見てみると、残された30年弱で脱炭素を果たせるかには不安がある。それは、我が国では1990年の行動計画(関係閣僚会議決定)以来、30年にわたって必要な対策を講じてきたはずが、成果が乏しかったことからの不安である。温室効果ガスの排出量が確実に減りだしたのは、ようやく2013年以降であった。先進国共通の第一目標であった1990年排出量へ戻すことが達成できたのは18年度、京都議定書の削減目標であった90年比6%削減をネットで(すなわち国外削減量などをカウントせずに)達成できたのは19年度と、はっきり言えば、長い間、微温的な対策レベルにとどまり効果が発現されてこなかったからである(図表1)。ちなみに直近の2020年度排出量を90年度比で見ると9.8%削減にとどまっている。言い換えれば、国内には、温室効果ガス多排出型の設備などが積み上がっているのである。

特に困った状態にあるのはビル・商店などの業務部門と住宅部門とである。2019年度のSCOPE2(電力消

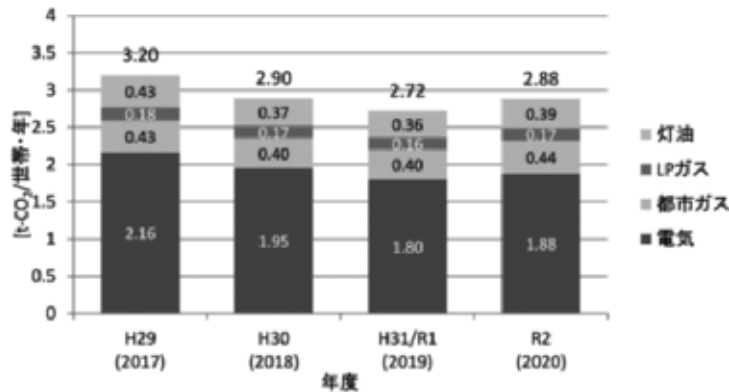
図表1 日本における温室効果ガス排出量の推移(2013年度比)



出典：全国地球温暖化防止活動推進センター(JCCCA)

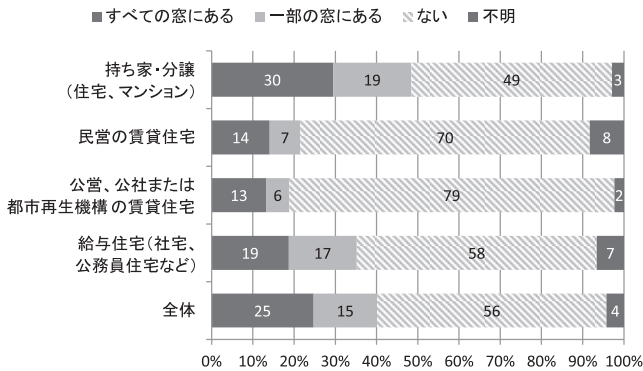
費に伴う発電所での排出量を消費者に帰属させた排出量)は、90年度比で業務部門39.3%増、住宅部門29.3%増となっていて、前述した日本全体の排出量削減レベル感とも全く乖離している。排出量の絶対値は大きいですが、減少の速度はどうだろうか。同じく前述の、我が国において排出量が最大を記録した2013年度に比べると、6年間でそれぞれ23.2%、19.8%は減っている。本論考のテーマは住宅であるので、住宅に絞ると、その現在の減少スピード、すなわち年間3%ポイントの減少実績を今後30年間ほど確実に保たせることができれば、住宅の脱炭素は可能になってくる(図表2)。

しかし、住宅全体のマスのストックからのCO₂排出量をこれほど顕著に、しかも長期間減らし続けることが果たしてできるのだろうか。技術はあるにしても、一般市民が今まで負担したことの無い環境対策費用を負担すること自体、大きな世界観の変化である。その上、市民生活のあり方自体を規制することは、政治的

図表2 世帯当たり年間エネルギー種別CO₂排出量の推移

出典：環境省「令和2年度 家庭部門のCO₂排出実態統計調査」結果の概要（確報値）図1-3（p.2）

図表3 住宅の所有関係別二重サッシ又は複層ガラスの窓の有無



出典：環境省「令和2年度 家庭部門のCO₂排出実態統計調査」資料編 図2-150（p.119）

にも大変困難な政策であって、確実な担保を見込めない。住宅の脱炭素が容易でないことは明らかである。それでは、それを可能にする算段、すなわち技術的な対策の実装・普及の方法は何なのだろうか、この点が本論考のテーマである。

環境省において直近年における住宅からの排出量推移がどのような要因によるかを調査したレポート（令和4年3月29日、脱炭素社会移行推進室）では、家庭が使う電力のCO₂排出原単位（例えば、2020年度の全国の一般送配電事業者については433 g/kWh）の減少により世帯当たり1年間で0.01トンが減少し、家庭での省エネの進展などにより0.05トン、合計0.06トン、削減率に直すと年率2.2%の削減になっていた。それ以外の削減要因は、皮肉なことだが、冬季の温暖化による暖房需要の減少など、対策外の要因である。したがって、年々3%ポイントのオーダーで削減を続ける

には、今に倍する程の効果が発揮されるよう、省エネと使用電力のCO₂排出原単位の削減を積極的に果たすことが必須であることが見て取れる。

懸念材料は、対策効果の絶対量の確保はもちろんとして実はそれだけではない。前述の環境省の調査（詳細資料）によると、賃貸住宅と持ち家とにおいて環境性能の差も大きいと考えられる。家庭の省エネ対策の決め手の一つ、複層ガラス窓について見ると、持ち家に比べ、賃貸住宅は明らかに導入比率が低い（図表3）。賃貸住宅は、環境対策の支出は所有者（大家）が行うので、環境性能向上の利益は直接には所有者が得るものにはならない。こうしたことから、住宅環境対策の実装面では賃貸住宅には大幅な遅れが生じがちである。全国の住宅のうち、持ち家は約60%、賃貸は35%を占めるとされていて（残りは社宅など）、賃貸への環境対策の急速な実装は大きな挑戦課題と考えられる。

2 20年間のエコハウスの取り組みで理解したこと

論者は、1973年に当時の環境庁に入庁し、83年頃からたびたび地球温暖化対策の政策形成に係わってきた。特に、95年から98年の間、京都議定書に係わる内外の交渉、そして採択後は、その国内実施の準備、具体的には地球温暖化対策推進法の起草作業を担当した。当時の長期的な温室効果ガス削減目標に関する相場観は書かれたものはないが、自然界の吸収量と均衡する範囲に人為排出量をとどめる50%削減を、50年

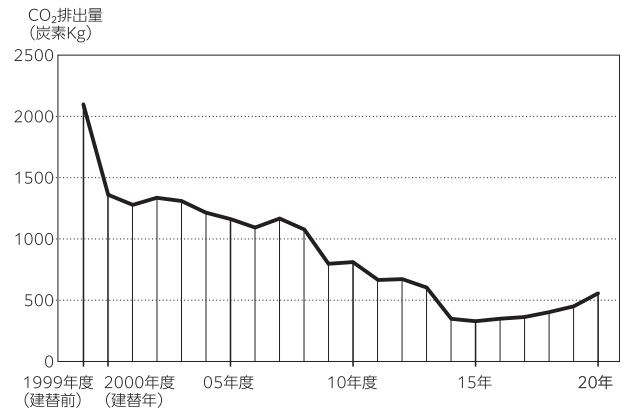
近く掛けて進めても、なんとか凌げる不都合のない範囲だろう、というような楽観的なものであった。そのような、今に比べて倍以上も緩い目標の達成に当たっても、論者は、住宅部門での温室効果ガスを大幅に削減することが避けて通れない、との確信を得た。前述のとおり、住宅部門への対策導入には課題も多い。このため、私事ではあるが、折から巡ってきた自宅建築（正確には、親が建てた住宅の建て替え）を機会に、最善の環境対策を実行し、課題克服の算段を自分なりに考えてそれを政策に反映させていかなければ、と思いついた。

この拙宅、羽根木エコハウスは2000年3月に竣工したが、その設計上の取り組み、竣工時での削減量、そして竣工後から6年間の取り組み（例えば、家電の買い替えなど）で得られた追加的な削減量などについては、既刊の拙著「エコハウス私論」（2007年4月、木楽舎）に詳しい。さらに、2021年春までの取り組みと成果については、拙著の「エコなお家が横につながる」（2021年6月、海象社。特にpp.10-59）に詳細を報告した。細目はこれらの書籍に譲るとして、ここでは、いわば要約として、この20年余のエコハウスとの付き合いで得られた体験的な気づきをいくつか紹介することとしたい。

気づきの第一は、自然のエネルギーは莫大だ、ということである。我が家の敷地面積は110 m²だが、そこに注ぐ太陽熱や光のエネルギー（年間460 GJ）は、我が家で使う電気やガスのエネルギー量（約25 GJ）より約20倍近くも大きいという計算になる。ついでに水を見ると、年間降雨量は我が家の上水使用量よりも多い。こうした天恵物をうまく使うことが脱炭素の欠かせない手段である。

気づきの第二は、エコハウスとしての建築ではもちろん大きな削減量を得られるが、その後のリノベーションや家電などの買い替えも積み重ねるとエコハウス新築の効果に匹敵する削減量を稼ぎ出す、という点である。日常的环境改善行動が重要なのである。図表4のとおり、CO₂ベースの削減量は建て替え前比で、今日までに75%ポイントであるが、そのうちの35%ポイントがエコハウスへの建て替え自体の結果であり、残りの40%ポイントが、住みながら行ってきた

図表4 羽根木エコハウス21年間のCO₂削減の推移

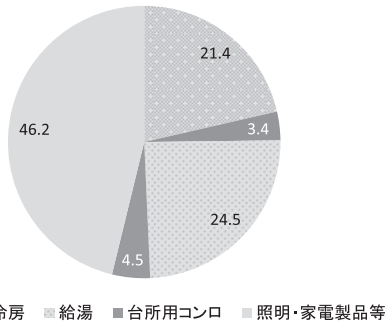


(注記1) 電力量をCO₂に換算する係数は1999年のものに固定。
 (注記2) 2015年から暦年のデータ。
 (注記3) 2014、15年と17、18年は居住人数が少なかった。
 (注記4) 20年の増加はコロナ禍によるステイホームの影響がある。

種々の改善の結果である。

羽根木エコハウス竣工時の環境性能としては、壁や屋根下の断熱、複層ガラス窓（当時としては最善のもの）を使用した結果、熱貫流率（当時は床面積当りに換算したQ値）は2.0 W/m²・Kと、いわゆる次世代省エネ基準の東京地域での推奨値に比べて3割程度しか熱を漏らさない水準となっている（分母を外被面積とする現行のU_A値に換算すると約0.6。しかし、後で紹介する金山デッキでの断熱の水準に比較すると倍近く熱を通す）。こうした断熱によってエネルギー需要を減らした上で、2.3 kW能力の太陽光発電（ただし、北向きなので、発電量ベースでは、年間1200 kWh程度にとどまる）や太陽熱床暖房・給湯の設備（南向きに設置。晴れた日であれば、冬でも暖房・温水のためのエネルギー需要の30%程度を賄っているものと推計されている）といった創エネルギー設備を持っている。それらの効果により、住み始めの2000年度と1999年度とを比較すると35%の削減になった。しかし、その後の改善は、一つずつは小さな効果であるものの、積み重なると建て替え前比で一層大きな45%ポイント削減に結実したのである。図表5に見るとおり住宅から出されるCO₂の排出元は、熱利用に伴うものが半分強だが、家電、照明に起因するものも半分近くを占める。エコハウスへの改築、大改修を要せずとも、家電等の小まめな買い替えなどで相当程度の削減を果たす可能性は高いと言える。

気づきの第三は、上述のとおり、リノベーションや

図表5 世帯当たり年間用途別CO₂排出構成比

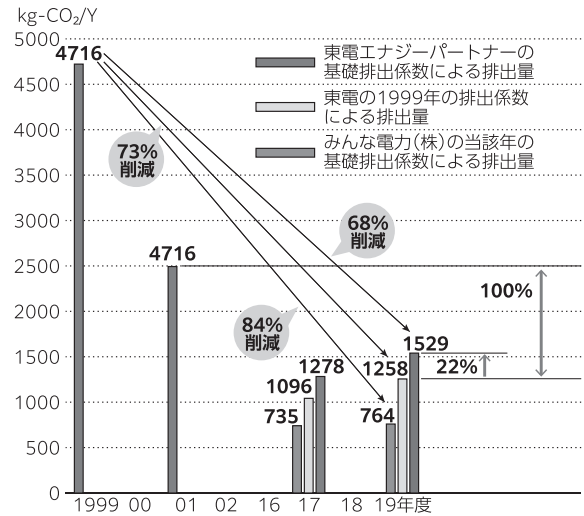
出典：環境省「令和2年度 家庭部門のCO₂排出実態統計調査」資料編 (p.188)

家電の買い替えといった環境行動が大きな削減に結び付くまでには長い時間が必要だということである。

前掲の図表4に見るとおり、建て替え後を起点とすると今日までに約63%の削減が果たされているが、それには20年間も要しているのである。政府の2030年削減目標(13年度比46%削減)の達成のために住宅部門に期待される削減率は66%とされている。前述の29%ポイント分は削減済みとしても、残りの37%ポイント分(既削減分の残りを起点とすると56%削減)をたった10年ほどで全住宅について行うのは不可能に近い、と言えよう。したがって、今後について見れば、新築住宅は、可能であれば一刻も早くゼロエミッションにした上で、残された既築住宅についても建て替えを待たず、最大限のリノベーション等を行っていくことが避けて通れないと思われる。

気づきの第四は、省エネは必須だが、それに加えて、消費する電力の排出係数の低減は絶対に必要だということである。

実は、我が羽根木エコハウスのCO₂排出量の推移グラフ図表4は、太陽光発電された電力で賄えた電力需要に起因するCO₂はもちろんゼロで計算されている。それで賄えず買電された電力に起因するCO₂を計算する際には、1999年時点でのkWh当たりCO₂排出係数を2000年以降もずっと使い続けている。その理由は、図表6に示すように、仮に東京電力エナジーパートナー株式会社の2019年の排出係数を使うと、論者の営々とした省エネ努力の成果の約5分の1がなかったこととして奪われてしまうことを避けるためである。論者は実際のところ、もっと排出係数の低い電力を供給できる企業を選んでいるため、その排出係数を用い

図表6 羽根木エコハウスの電力起源CO₂量への排出係数の影響

た推移グラフまでは作成していないものの、追加的な削減量が得られることは確かだ。先ほど論じたように、この先10年弱で全住宅において56%もの省エネを行うのは到底できないので、住宅へ供給される電力の排出係数を、省エネの不足分を補える程度に低炭素化をしないと行かない。これが論者の体験から言える重要な論点である。各家庭自らが発電パネル等を設置するよう努めるのももちろんとして、再生可能エネルギー(以下、「再エネ」という)を自給できない住宅にあっては低炭素の電力の供給を受けられるようにしないといけない。

気づきの第五を述べたい。いろいろな環境対策を紹介し、その普及には課題が多いことを述べたが、暗いことばかりではない。明るい面にも触れておこう。それは、そのための資金支出は、長期的にはペイバックされるものである上、健康や安全の確保といった、脱炭素に付随する利益(コベネフィット)でもって十分報われるものになる、ということである。

羽根木エコハウスでは、いわゆる次世代省エネ基準を超えるような環境対策に要した追加的な費用を積み上げ公開している。20年以上前なので太陽光発電設備なども今よりはるかに高く、その合計金額は960万円余になった。しかし、従来払っていた光熱水費に比べエコハウスでのそれが大幅に安くなるため、その差額(ネガティブ・キャッシュフローの減)でもってこの支出は償還されてしまうのである。一般化して言え

ば、省エネ投資は必ずペイバックされる。問題は、償還に要する期間である。家の場合であれば、家の寿命や設備の寿命を超えてしまうかどうかは気になる。羽根木エコハウスの当初の計算では、30数年で償還できると見込まれたが、その後、前述のとおり各種の省エネ・リノベーションなどを行ったため、光熱水費の実負担額は当初の予想よりはるかに下がっていて、30年どころか20年程度で償還する勢いになっている。省エネや創エネへの支出は、このように、経済的には持ち出しではない。それだけでなく、例えば、断熱性が高い家は、すなわち温熱環境に優れた家であり、快適であって脳血管障害などのリスクが小さい。冬季の災害時で暖房などなくとも寒さをしのげるし、停電でも昼間であれば太陽光発電の電力を自家消費できるので、安全性も格段に優れている。つまり、エコハウスは、健康や安全への、報われる投資と言える。

最後に、羽根木エコハウスをもってしてもCO₂削減率は80%程度であって、2030年目標は達成できても、50年の脱炭素実現にはなお削減不足であることを敢えて指摘したい。

我が家だけではなく、都会では、往々、建て詰まってしまう。その結果、陽当たりの良い、広い屋根を持たないご家庭が多く、精いっぱい努力をしても発電が消費を満たせないケースも決して例外ではない。最近では、太陽光発電の普及により昼間は発電の出力を絞るよう求められる事態も生じているが、夕方や夜間は需要が大きくなる一方、太陽光の発電量が減る時間帯には、再エネ起源の電力は大いに不足している。したがって、たくさん太陽光発電などができる人はたくさん発電し、その余剰発電電力を夕方や夜間に望まれる人に融通する、といったことが今よりずっと円滑にできるようになることが望まれる。

3 住宅部門における脱炭素化のための次のステップ

以上に紹介した体験などを踏まえ、論者としては、住宅が低炭素化を超えて脱炭素化を実現するには克服しなければならない課題があると認識している。

その一つは、前述2章の最後に提起した再エネ起源

の電力の融通である。もう一つは、1章の最後に指摘した賃貸住宅での環境対策の実装である。以下に、これら二つの課題を克服すべく論者なりに取り組んでいることを報告する。

(1) VPPの実装に備える～金山デッキの建築～

1) 建築の背景・狙い

住宅で便利に活用できるゼロ・カーボンのエネルギーは、太陽光による発電と太陽熱による暖房や給湯である。このうち熱については、なかなか隣近所といえども融通しにくいので、ここでは太陽光発電について考察しよう。

まず、なぜ融通が必要か、ということである。各家庭が十分すぎる能力の発電パネルを持ち、そして、天気が悪い日が続いても、あるいは大規模災害で停電が長引いても大丈夫なような容量の蓄電池を持たせよう。その場合は社会全体として脱炭素を果たすことができるが、個々の家が安全側に立って不必要なほどの大きな能力の発電設備や蓄電設備を持つことは、稼働率の悪い設備に貴重な資源を固定することになり、効率が悪い。資源効率が悪いだけでなく、電力利用効率も悪い。太陽光発電の仕組みは、電力が流れていく先に需要があればその需要に合わせて発電するものであって、例えば、蓄電池が満充電になってしまい、他に需要がなければ発電もしなくなる。

したがって、ある程度の大きさで需要の変動が相互に打ち消し合って、安定するような一団の需要に対して、それに見合う規模の発電設備や蓄電設備を設けることが、効率のためには望ましい。この一団の需要の間で、発電電力は融通されるのである。

そうした融通の役割をするのが主に再生可能エネルギー固定価格買取制度(FIT)によるグリッド(配線網)への再エネ電力の逆流であり、融通するプロモーターの役割は、グリッドを預かる旧東電のような一般送配電企業ではないか、ということも考えられる。しかし、現実を見てみると、大企業である一般送配電会社は、発電計画の中できっちりと制御できるわけがない分散した変動電源を、末端の低圧配電線レベルで受け入れることには長い間抵抗してきたのが実際の姿で

ある。配電網レベルにおけるボトムアップ型での再生電力の主力化にはモチベーションを持っていないように、論者はかねてより印象付けられている。一般送配電企業は、需要端でのきめ細かな解決策ではなく、原子力発電所の再稼働、遠隔地のメガソーラーや洋上風力からの超高压送電などの大規模な電力供給源のレベルで問題を解決することに力点を置いているように見受けられる。具体的に言えば、10 kWを超えるような能力の太陽光発電の出力は6600 V、できることならそれ以上にまで昇圧して、高压線で受け入れ広い範囲で使うように誘導されるが、その6600 Vの電線がないところ、あるいは電線があっても受け入れの余裕がないところは、太陽光発電がいわば迷惑施設、不要のもののように扱われがちである。

しかし、需給のバランスはもっと小さな範囲でこそ取りやすいのではないかと、特に、供給を調節してバランスを取るだけでなく、需要自体も調節してバランスを取るとなると、むしろ、顔の見えるような範囲の方がやりやすくないだろうか。これが論者の問題意識である。特にこのような限られた地域での需給バランスの取り方を習熟すれば、配電線の末端、例えば巨長（電柱での距離）数キロといった範囲ごとに開閉器を設け、系統電力が被災したときは、最小限の電力需要をこの巨長の範囲で融通し合って生活の安全を確保するということもできるようになる。配電線レベルでの電力融通を前提に送配電の仕組みを組み立てるのは災害へのレジリエンスの観点からも有益性が高い。トップダウンで電力が上から降りてくる仕組みでは、そもそもこうした芸当はできないのである。

2) 金山デッキの環境スペック

このような認識の下、論者は、2021年末に概成を果たした金山デッキに住所を移した。そこは、八ヶ岳の茅野市側の麓、標高1020 m、既存集落の上端で農業振興地域が広がる、これ以上日射遮へい物ができない、将来も陽光にあふれるはずの発電適地である。図表7は、金山デッキの北西面から太陽方向を見たところである。極めて高い天空率（空の見える割合）が見て取れる。

既に2章で述べたように、CO₂対策の要諦はまず省

エネである。この金山デッキの設計、施工監理は、環境建築の大御所 中村勉先生（中村勉総合計画事務所 所長）にお願いし、パッシブ（躯体そのもののエコ化）な環境性能の確保に腕を奮っていただいた。その結果、BELS評価（建築物省エネ性能評価認定制度）では、BEI（通常考えられるエネルギー消費量に対する当該設計建物で想定されるエネルギー消費量の割合。値が小さい方が省エネ性能に優れる）は、0.4、すなわち60%削減とすばらしい省エネ性能のものになった。その実現の主な要因は、熱貫流率の、前に紹介した指標であるU_A値で見ると0.32という高断熱の外皮にしたことにある。窓はすべて木製の断熱サッシで、大きい主要な窓は3枚ガラスである。こうした躯体の基礎性能に加えて、使用する家電製品は極力、省エネ型のものとした。

エネルギーの供給側では、太陽光発電パネルを設けることとし、家庭用の上限に近い8.8 kW能力を設置した。エネルギーの利用はオール電化なので、この発電電力で空調や給湯、調理、照明のほかOA機器などを駆動させるが圧倒的に供給過剰で、通常住宅での想定エネルギー消費量を153%削減できるマイナスエネルギー消費の住宅、つまりエネルギー・ポジティブな住宅となっている。正真正銘、文字どおりのZEH（ゼロエミッション・ハウス）である。もちろん、太陽光発電のみでは夜間の電力が賅えないので、昼間に余剰電力がたくさん産まれることを活かし、23 kWh相当の大容量の蓄電池を導入し、その蓄電電力を夜間に使う（充電レベル（SOC）で30%まで放電可能）仕組

図表7 天空率が高い金山デッキ



出典：筆者撮影

図表8 車庫に備えられた蓄電池やパワコン、自動開閉器など



出典：筆者撮影

みとした。昼間に蓄電池が満杯になれば、その時に限り、系統へ逆潮流し、近隣のお宅などで電気が使われることになる。逆に、夜間や、降雨が続くなどの理由で蓄電池の充電量が30%を下回りそうになると、初めて系統から商用電力を購入する動作に切り替わる。**図表8**は、蓄電池やパワーコンディショナー（パワコン）、系統連系と自立を切り替える装置などを収めた車庫壁面である。

以上のように、金山デッキでは、地産された再エネ電力の消費が最優先される仕組みになっている。

3) 金山デッキでの挑戦課題～VPPの準備へ～

けれども、論者の狙いは再エネ電力の主力化を単に自宅で果たそうということではなく、周辺の太陽光発電パネルや需要家の皆さんを巻き込んだ、近隣配電網レベルでの再エネ電力の主力化である。再エネ電力が豊富にあるときは、蓄電や蓄（冷）熱を含め、電力を積極的に使い、逆に再エネ電力が乏しいときは蓄えた再エネ電力をグリッドに戻してあげる。実際には発電所がない中で、こうした需給がマッチしたグリッドを実現するように調節することを仮想発電所、VPP（ヴァーチャル・パワープラント）と言うが、将来は、その一員に我が金山デッキがなろうというのが狙いである。東京・世田谷の羽根木エコハウスでは、再エネ電力の自家消費を高めることはできたが、近隣のお宅への再エネ電力の供給にはほとんど手が回らなかつ

た。日照に優れ、発電・蓄電の能力が大きな金山デッキなら、次のステップに上がれる、と期待している。

ここでは、日々の暮らしの中で現実のデータを取りながら、不都合なく、どれだけ配電網に再エネ電力を供給できるのかを把握したい。また、VPPへの一層大きな貢献ができるようにするには住まい手として何をすべきか、なども検討してみたい。さらに、客員教授を務める諏訪東京理科大の先生方とも協力し、地元関係者に参加をいただいた研究会を組織し、周辺での再エネ電力の逆潮流可能性や、時間的な調節の余地ある電力需要の大きさなども調べた上、地域VPP化の道を実証的に探してみたい、とも思っている。

(2) エコ賃貸住宅を住宅市場に登場させる

1) エコ賃貸「羽根木テラスBIO」の狙いと環境スペック、そして実績

羽根木エコハウス建築の14年後、金山デッキの建築に6年先立つ2014年春、東京・世田谷の羽根木エコハウスの隣地で「羽根木テラスBIO」という館名のエコ賃貸が竣工した。この土地は、相続する直系の子供がなく他界した母方の伯父・伯母の家と土地を論者と弟が相続し、古家を除却し活用したものである。近隣で緑が減ってきているため、建ぺい率いっぱい建築することなく、敷地の半分は緑化する方針とした結果、建築部分はたった2世帯（各2LDK・延べ床76 m²の2階建てメゾネット）という建物になった（**図表9**）。

ここでもエコハウスを増やすことに活用しようと、建物の環境スペックは、羽根木エコハウスよりもさらに進化したものとした。熱貫流率は、当時の指標であるQ値では1.79 W/m²・K（現行のU_A値換算では0.53）と、建築物省エネ法が推奨する断熱性能に比べ、失う熱量は3分の1にとどまっていた、先行の羽根木エコハウス（Q値は2.0）に比べて10%以上熱漏れが少ない（ただし、金山デッキに比べては65%ほど熱漏れが多い）。

エネルギー需要側では、このような高い省エネ性能を持たせたことに加え、エネルギーの供給側では、陸屋根に合計7 kW能力の太陽光発電パネル（うち、各入居世帯がそれぞれ専用できるパネルが2.7 kW、残

図表9 羽根木テラスBIO



出典：筆者撮影

り1.6 kWは共用部分に給電)を置いた。世帯専用パネルからの電力は、通常時は自家消費と余剰分の逆潮に充当し、昼間の停電時には室内3か所の非常用独立回路コンセントに流される。また、共用部分を賄う電力は、通常時は井戸揚水ポンプや庭、玄関の照明、監視カメラへ流れ、そして災害時や夜間停電時にはこれらに加え、非常用コンセント(各戸室内に一つずつ、屋外にも1か所配置)にも給電すべく、常時蓄電(さらにその余剰は売電)することとして、蓄電容量7 kWh相当のリチウムイオン蓄電池を設けた。

こうした需給両面の対策の相乗効果から、一つのお宅の純買電量(電力購入量)は54 kWh/月、もう一つのお宅は同じく26.5 kWh/月(いずれも2015年から19年6月末までの4年半の実績平均)と、極めて少なく、脱炭素に向けた手ごたえを感じる事ができた。ちなみに、お住まいの方々にアンケートをしたことがあるが、室内温熱環境への評価、そして太陽光発電の有益さに関し強い支持があった。

2) 賃貸住宅のエコ化に向けた取り組みの在り方

エコ賃貸経営を始める際の問題意識は、なにゆえに賃貸集合住宅の環境性能が劣っているのかの原因の理解と、それを踏まえた賃貸住宅のエコ化に向けた政策や取り組みの在り方を実証的に検討することであった。羽根木テラスBIOの経験から、これらの点について何が言えるか、以下に手短かに紹介しよう。

まず、賃貸住宅の環境性能が劣ってしまう原因を見よう。論者自身が家主になってみて体験的に理解でき

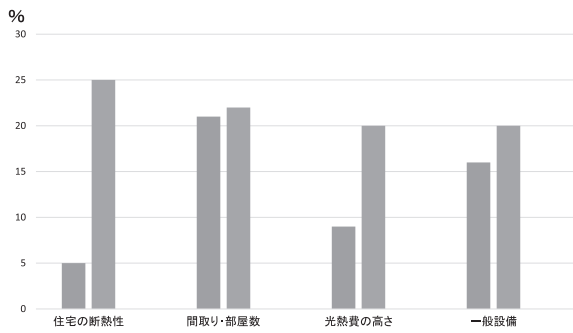
たことは、賃貸経営に関連する様々なステークホルダーがこぞって安い賃料を選好することである。住み手を募集し、不動産管理の手数料を収入源とする、いわゆる不動産屋は、当然のことながら、客を容易に見つけられるよう家賃の低い値付けを強く促す。建築費を融資する銀行も、高額融資をしたいモチベーションはあるものの、やはり貸し倒れを避けるべく、確実に住み手が見つかる低廉な家賃を歓迎する。そして、これまた、環境性能が高い家の方が請求額を増やせるに違いない建築会社も、最初の提案は、敷地目いっぱい、ワンルームを配置するような安普請のものである。それは、不動産屋同様、空き家リスクを下げるべく、リスクの極小化が図れる物理的なデザインを目指すためであろう。顧客たる施主からいつも問われる経済性への対応に習熟した結果、そうした設計に特化し、例えば、論者が U_A 値などを質問するとほとんどの建築会社が全く答えられない、というありさまであった。このような声に囲まれて、施主は、安い家賃を選択せざるを得なくなる。幸いと言うか、住み手も、実は、物件の住み心地よりは、通勤時間距離、広さ、築年数に比較して低家賃であることを重視して選択を行う。

これらの需給両サイドの選好行動の結果、広さや築年数をスクリーニングして、賃貸契約が成約に至った物件について距離と賃料の散布図を作ると、比較的にはっきりした関係が浮かび上がってくることになる。したがって、住み心地、そしてその背景にある環境性能のマネタイズができていない、ということが低い環境性能の賃貸住宅が横行する主な原因と見られよう。

しかし、住み手はそれで構わないのだろうか。この点についてのアンケート結果を見ると、必ずしもそうではなく、住んでみて、後知恵として気づくことに住み心地の悪さがあるのである。窓の結露やカビ、騒音、寒さ暑さの厳しさなどが、あらかじめ覚悟していなかったゆえに不満として強く意識されることとなる(図表10)。

この点を踏まえると、今後の賃貸の環境性能の向上策としては、物件の環境性能の表示を工夫し、その掲出を義務付けることや、契約時の重要事項の告知内容に環境性能の伝達を加えることが有効になると考えられ

図表10 賃貸入居後に関心割合が高い事項



住居選択時は気にしなかったが、住んでみて不満が生じるのが、**住居の環境性能!**

出典：三菱総合研究所の調査(環境省委託「賃貸住宅における環境性能実測調査事業」)による

る。賃貸物件をPCから検索できる情報サイトでは、特記事項として、複層ガラス窓(二重窓)などの設備の有無が書かれていることはあるが、環境スペックによって検索を始められるようにはまだなっていない。ちなみに、論者の羽根木テラスBIOでは、エコ賃貸物件などを専門とするミドリムシ不動産に広告を依頼した(現状の掲出状態は<https://midorimushi-estate.com/article.php?id=51>を参照)。こうした現状を前に進めるには、何らかの政策的な働きかけやビジネス上の工夫が必要と思われる。例えば、環境性能の高い物件では、脳血管障害などのリスクが減ることが期待できるので、居住の方の生命保険料や医療保険料はエコハウス低減料金などを設定してもよいかもしれない。

環境性能を反映した比較的に高くなる家賃については、家主側の覚悟も要る。環境性能の悪い物件がまだまだ多い現状では、価格競争に負けるかもしれない不安が付きまとう。しかし、高い環境性能、したがって優れた住み心地の物件は、住み手の発見には手間取るかもしれないが、一旦住み手を迎えれば定着率は高くなり、空き家になってしまう可能性は低くなる。実際、北九州市の芝浦グループホールディングス株式会社が展開するエコ賃貸マンションでは、各戸がそれぞれ専用の太陽光発電パネルを持っていて電気代が大いに節約できる(ついでに言えば、売電収入は、ご夫人の口座に振り込まれるようにすることもできて、節電モチベーションも高まる工夫がなされている)ことが臆(かし)され、空きを待つ人の長いリストができており、万が一転居が出ても空き家になる期間は最小

化できている。環境性能を反映した高い家賃は、空室リスクを低める投資と思えるようにできれば、家主側の環境行動の背中を押すことができるのではないだろうか。例えば、環境性能の高い物件では、空室期間が短くなると期待できるほか、住まい手の脳血管障害などのリスクが減り、家賃滞納などのデフォルトが少なくなると期待できるため、金融機関は賃貸物件建設時に借入をした家主からの返済が滞ることも少なくなるはずなので、借入金にはエコハウス優遇の特利を適用するなどにしてもよいかもしれない。ちなみに、羽根木テラスBIOの場合も、資金供給を行った三井住友信託銀行は、相当な低利の融資を組んでくださった。こうしたことが一般化すると、家主の判断を環境選好的に誘導しやすくなると思われる。他方、論者のような実験的な家主にあっても、高い環境性能ゆえの良い住み心地や光熱水費が削減されて生じる住み手側の利益(この物件では太陽光発電に限ればその利益は月額7000円程度)をすべて家主側が吸い取ってしまう家賃の値付けは避けるべきと判断した。世間一般では賃貸経営の期待粗利回りは10%程度であるが、この物件の環境追加投資に見合う月額家賃増加期待額は1万7000円になるものを、世間相場より1万円程度のプラスに留めている。環境対策費用がもう少し安くなるとありがたい、というのが実感であるが、今はそのために少し余分感がある出費をどこまで投資として飲み込むか、その辺のさじ加減は経営の妙として判断が分かれるかもしれない。

4 内外の学ぶべき事例と今後の政策への期待

以上、論者自身の経験に基づいて、住宅部門の脱炭素化に伴う障害とその克服の方向を考察してきた。しかし経験の範囲は自ずと限られる。以下では、参考にすべきものとして論者がさらに内外の現場を訪れた事例を簡単に紹介し、読者と共有したい。

(1) 配電網レベルの再エネ電力主力化の事例とその普及政策

1) 5軒の家での電力融通

このテーマでは、大和ハウス工業株式会社が開発した千葉県船橋近郊の船橋グランオアシスがまず参考になる。ここで大多数を占める高層街区での環境取り組み(再エネ起源電力の一括受電など)も高く評価できるものであるが、論者が注目するのは戸建て分譲の街区での取り組みである。この街区では、5軒が1つのグループを作って、系統線からの受電(そうして逆潮流も)を1か所に絞っている。その上で、この5軒で自営の配電線を巡らし各戸に給電をするのだが、そこを流れる電力は、系統からのものだけではない。各戸に3kWの太陽光発電パネルと5.7kWh相当の蓄電池があって、これらからの電流も流れるのである。**図表11**は、自営の配電線を地下に収めた管渠の上部である。

具体的な作動としては、昼間の発電時では、各戸の蓄電池が満充電になるまで各戸間で発電電力が融通されて充電が行われ、それ以降は、それぞれのパネルの余剰電力が系統に逆潮流して売電される。

発電量が落ちてきて消費量を下回るようになっても直ちに買電が始まるわけではなく、各戸の蓄電池のSOC(充電割合)が30%になるまで放電して電力融通が行われ、すべての蓄電池がこのレベルにまで放電されると買電が始まる、といった作動になる。系統と各戸の間、そして各戸間の電力の売買の関係は、光ファイバーを介して通信サービスを行う企業がデータを管理して、通信料と併せて電気代も徴収する仕組みとなっていて、各戸間の電力のやり取りは正確に電気代に反映される仕組みとなっている。

このような電力融通によって、自家製の再エネ電力のグループ内消費が最大化され、他方で買電量は最小化されるが、その効果はどうだろう。まだ暫定的な分析しか行われていないが、総電力消費量の30%に相当する分の買電が回避され、節電されたものと推計されている。近隣の電力融通の脱炭素促進効果を垣間見させてくれる頼もしい実績である。

2) 既存配電網を使った電力貯蔵放電の制御

この5軒の範囲での低圧受電の電力融通をさらに大々的に、既存の配電網を活用して行っている事例が、既に沖縄・宮古島にある。ここでは、地元の電力小売り企業が、各戸に太陽光パネルと蓄電池やエコキュートを配備し、住み手には、電力のみを供給している。その単価も従来の供給者である沖縄電力よりも安く設定されている。消費者側から見れば、設備を購入したり借りたりする必要がないPPA(パワーパurchase・アグリーメント、電力販売契約)形式での電力利用である。そしてこの電力小売り企業は、この諸設備を制御して地産の再エネ電力を最大限活用しつつ、系統電力として沖縄電力の電力供給を最も無理ない形で減らすように電力網を運営している。言い換えれば、ここでは、VPPが既に現実化しており、配電会社に極めて近い電力小売り会社が登場しているのである。

宮古島では、現地の企業、株式会社宮古島未来エネルギーの手により、同社所有の太陽光発電パネルや蓄電池を一般消費者の居宅に取り付け、電力のみを販売する事業をかねてより行ってきた。最近では、そうした電力供給・貯蔵の設備を一定の地区で集中的に導入し、需給の全体を適切に制御することにより、その地区の配電網を地産の再エネ電力を中心として、いわば自立して運営できるようにする取り組みが開始されている。具体的には、**図表12**のように、宮古島本島から海を渡る長い橋でつながる離島、^{くりまじま}来間島においては、約620kW能力の太陽光パネル、電力を貯蔵する各戸設置の合計325kWh相当の蓄電池、そして電力過剰時に吸収することができるエコキュート40台以上が参加したグリッドが整備されている(もちろん中には太陽光パネルも蓄電池も装備しない家もあるので、地区中が太陽光パネルと蓄電池で固められているわけではない)。さらに、沖縄電力が調整用として蓄電容量800kWh相当の蓄電池を置いている。これらの設備を活用し、平常時から、宮古島本島からの電力投入を極小化する(地産電力を域内で最大限活用する)ように、各設備の発電、充電、消費などが制御されている。そして、今年(2022年)4月には、宮古島からの電力移入の経路を完全に閉じて、自立したグリッドとしての運営実験も行われ、成功を収めた。

図表11 配電線を地下に収めた管渠の上部



出典：筆者撮影

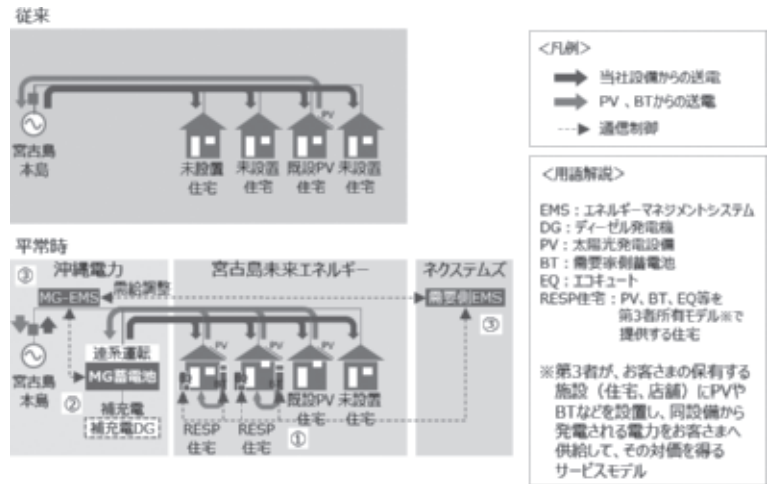
こうした事例がいよいよ出てきたことを見ると、政策面では、配電会社をサポートしていくルール整備が大いに期待される。いまだ2020年6月に配電事業が許可制へ移行しただけであって、地域レベルにおける再エネ電力主力化のためには、ルール面で大いに知恵を出していくことが望まれる。

(2) 賃貸住宅の環境性能向上

この面では、欧州の政策や事例が参考とされるべきであろう。欧州連合(EU)の指令によって、賃貸物件のエネルギー費用は分かりやすい様式で表示することが求められている。それは標準的な暮らし方をその物件ですると、いくら電気・ガス代がかかるかを金銭表示し、ランクが分かる棒グラフ上に位置付けて表示する仕組みであって、極めて直截である(図表13はフランス、ボルドーの街角の不動産屋さんの展示)。我が国においても、住まい手に対してこうした分かりやすい形での情報提供を行えるようにすることが重要である。揚げ足はいくらでも取れるが、いわば割り切り、決めの問題なので、是非実現していただきたい。

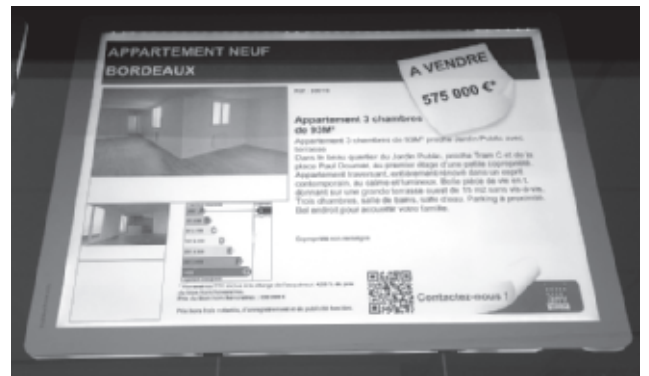
また、イギリスでは、十分な環境リノベーション費用の補助の仕組みを整えた上ではあるが、環境性能に劣る物件を賃貸に供することを禁止する法規制を導入している。これは2015年施行の民間賃貸不動産の最低省エネ法と呼ばれるもので、エネルギー消費の大小

図表12 宮古島における電力供給・貯蓄設備の現状



出典：来間島地域マイクログリッド構築事業コンソーシアム

図表13 賃貸物件のエネルギー費用の表示(フランス、ボルドー)



出典：著者撮影

を7段階評価し、悪い方2段階(全賃貸物件の1割程度と推測されている)に属する物件については、2020年4月以降、既存の契約による入居者を含めて賃貸を禁止する、という厳しい規制である。

このような、見える化政策、そして既築物件におよぶ規制的な政策は、日本においても導入することが避けて通れないのではなかろうか。適切なルールがあれば、安かろう悪かろうの物件が市場にあふれることは防がれ、結果的に住み手の利益も守られることになる。

おわりに

以上のとおり、住宅部門の脱炭素の公私の取り組みには改革の余地が大いにある。外国の知恵も含めて大いに学び、活用して、住宅部門の脱炭素を効果的に果たしていくことが強く望まれる。