

「次の 50 年でソーラー建築はどこへ向かうのか」

The direction solar architecture will take over the next 50 years

ソーラー建築部会 太田 勇*

1. これまでの 50 年

1973 年末に勃発した中東戦争を機に第一次オイルショックが起こり、中東からの石油に依存していた日本は急激なインフレに見舞われ、ガソリンスタンドには長蛇の列ができて、トイレットペーパーなど石油とは直接関係のない消費財の買い占め騒動にまで発展した。この苦い経験をもとにして 1975 年に日本太陽エネルギー学会が創設された。埋蔵エネルギー資源を持たない日本にとって“太陽”は貴重な国産エネルギーとなり得るとの観点から、先端技術、政策、生活様式に至る様々な研究のハブとして機能してきたのである。

当初は「太陽熱」が研究テーマの中心であった。当時の住宅のエネルギー消費に占める熱需要（給湯、暖房、調理）は 7 割¹⁾を超え、「太陽熱」がどれだけ期待されたか想像に難くない。太陽熱温水器、太陽熱暖房住宅、ソーラーキッチンなど、人々の暮ら

しを変える技術開発に尽力された多くの先生方や実務家に敬意を表したい。

当時の建築業界は圧倒的な需要に応えるべく新築を重ね、その一つ一つがいわば太陽エネルギーのテストベッドとしての機能を果たしてきた。太陽をエネルギー源とした暖房・給湯は飛躍的に増えたものの、皮肉なことにエネルギーの海外依存は遅々として減ることがなかった。経済の発展、豊かな暮らしがエネルギー需要を押し上げ、太陽を活用した負荷削減を帳消しにしていたと理解できる。

その後、1990 年代に入り、太陽光発電の民生利用が始まった。太陽電池の研究自体は 1950 年代に遡り、1958 年には人工衛星に搭載され、宇宙空間での利用が始まっているが、民間での利用は 1990 年代に入って本格化した。第二次オイルショックや COP3（第 3 回気候変動枠組条約締結国会議（京都会議））の後押しはもちろん、日本の高度経済成長



図 1-1 国内初の量産型太陽熱温水器（1957 年）



図 1-2 国内初のソーラーハウス（太陽熱暖房給湯住宅）（1976 年）

* 株式会社ミサワホーム総合研究所



図 1-3 国内初の系統連系型太陽光発電（1992 年）



図 1-4 国内初の建材型太陽光発電住宅（1993 年）

と相まって世界をリードする形で太陽電池の高効率化と民生利用が研究され始めたのである。特に住宅における太陽光発電利用は業界の構図を大きく変えることとなり、生産設備の拡大、高効率化、コストダウン²⁾が進んだ。

その後の太陽熱・太陽光の変遷は紙面の都合上割愛するが、今では新築住宅の 40%が太陽光発電をベースとした ZEH（ゼロエネルギー住宅）として定義され、いわゆる住宅メーカーにおいては 90%に達している。東京都では新築住宅に太陽光発電を設置することが大手事業者には義務化され、遠からず日本全国で新築の屋根は太陽光発電の機能を持つ時代に入ると予想される。このように書けば住宅において一見順調に再エネ導入が進んでいると思えるが、既存住宅は 7000 万戸を超えるのに対し、2023 年度の新築住宅着工戸数は 80 万戸であり、既存住宅が入れ替わるのに 90 年近くかかる計算になる。（実際の着工数は今後半減することが予想され、さらに時間がかかる）

近年の気候変動を見るにつけ、世界的なカーボンニュートラル化は 2050 年よりもかなり前倒ししなければ取り返しが付かない状況にあることは肌感覚として多くの方が感じているのではないだろうか。

このような状況で、日本太陽エネルギー学会は 50 周年を迎えたわけで、建築分野の太陽エネルギー活用を担当する専門家の集まりである「ソーラー建築部会」が今後取り組むべき課題と方向性について考えてみたい。

2. これからの 50 年

2.1 既存建築への再エネ（太陽エネルギー）導入

先に述べたように、新築住宅（建築物）への太陽

光発電の設置は進んでいるものの、既存住宅（建築物）への導入を加速しない限り、国が目指す再生可能エネルギーの導入目標を満足することは難しいと思われる。しかし、既存建築物はそのほとんどが太陽光発電を設置することを前提とした設計となっていない。その結果、

- ・モジュールを配置するスペースが屋根に確保されていない
- ・後載せするだけの構造強度を保持していない
- ・図面が残っていない場合が多く、どのような構造か把握できない

などの問題があって簡単ではない。加えて工事費は新築時と比べて高くなることも導入が進まない理由に挙げられる。逆に、これらの問題を解決する技術や仕組みを用意できれば既存建築への導入は加速度的に増えるであろう。

今、もっとも脚光を浴びているのがペロブスカイト型の太陽光発電である。軽量で柔軟性を有するという特長を活かし、公共施設、ビル、工場、倉庫、学校施設などにおいて、これまで形状や耐荷重の観



図 2-1 既存建築への太陽光発電導入イメージ

点から設置が困難であった屋根や壁面への取り付けが期待されている。既存建築物への適用を拡大するためには、ペロブスカイト型の発電効率を高める研究はもちろんのこと、耐久性の向上、既存建築物への留め付けを簡単にする接着技術、デザインなど、広範な分野での技術的課題解決が求められていると認識している。

2.2 ミニマムな暮らしを志向する世代との対話

世界的な環境負荷が増加する要因を挙げればキリがないが、まず人口の増加と貧困率の減少がある。国連の世界人口推計によれば、1980年代に40億だった世界全体の人口が、現在は80億を超え、2050年代には100億に達すると予想されている。また、世界銀行によれば、世界の貧困率（国際貧困ライン＝1日1.9ドルで計算されたもの）は10%で、世界の人口を80億とすると8億人もの人々が該当する。「貧困」の定義に当てはまらない層であってもより豊かな暮らしを求めることは当然の権利であり、全体としてのエネルギー消費を押し上げる潜在需要となる。

一方、戦後の高度成長期を経て先進国の仲間入りをした我が国においては、より豊かな暮らしを求めるよりも必要十分な暮らしを維持しつつ、個々人の価値観や趣味に時間とお金をかけたいという意識が若い世代を中心に広がっている。これは日本に限らず、先進各国において共通した意識でもあり、ステータスや資産のために家を建てたり、車を買うということが少なくなり、結果として際限のない需要が抑制される可能性がある。このような世代の根本的な意識変化を大きな流れとして後押しできれば人類が

環境と共存する姿を見出せる可能性がある。住宅／建築物は人間が最も長く過ごす場所であり、設計思想、哲学、デザインがヒトに及ぼす影響は計り知れない。住宅／建築物が単なる箱ものから変わることによって世の中を変える可能性があり、新しい世代が取り組む価値がある。

2.3 AI活用

通信技術利用の拡大によるエネルギー需要は止まる気配がなく、環境負荷を押し上げている。AIの登場はデータセンターの電力消費を急増させており、2024年時点でEUや日本の総電力量の2%程度を占めているが、AI先進国の米国ではすでに4%を超え、加速度的に増えていくことが予想されている。化石燃料消費を増やすことなく需要に対応する再エネと建築のアイデアが求められる³⁾。

一方で、そのAIを活用することで、建築設計を最適化し、エネルギー負荷を小さくしたり、コストを抑えながら再エネ導入を最大化する設計手法開発も積極的に取り組みたい。技術は時に人類に対して計り知れない負の影響をもたらすが、人間の英知がAIの活かし方を見出し、ソーラー建築の分野においても飛躍的な性能向上を期待したいところである。

ただし誤解がないよう追記するならば、AIに任せれば高性能で美しいソーラー建築が出来上がるというような単純な話ではない。この分野に携わる皆の想いや経験がAIというフィルターを通して最適化されるのであって、今後もヒューマンセントリックなソーラー建築の実現には太陽に対する畏怖の念を持つ研究者、設計者のバトンリレーが不可欠である。



図 2-2 ミニマムな暮らし イメージ

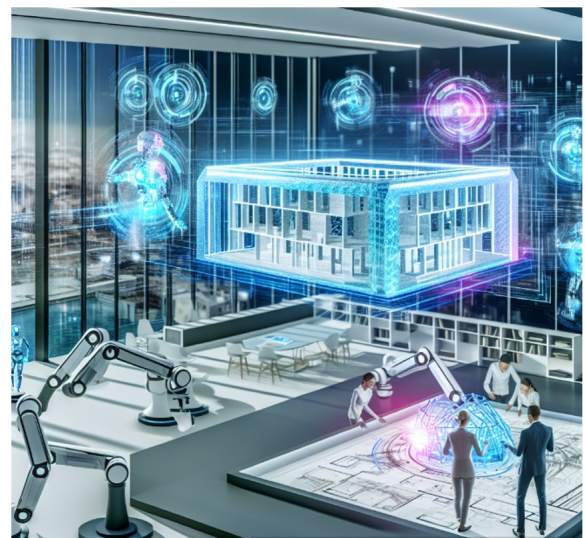


図 2-3 AIを活用したソーラー建築設計 イメージ



図 2-4 建築と設備の融合 イメージ

2.4 建築と設備の融合

建築は器（スケルトン）であって、設備はそれに収める対象（インフィル）というのが常識であったが、建材型太陽光発電や床暖房システムに代表されるような建築と設備の融合は建築の概念を変えるものであった。この流れは一層進化することが望ましく、建築を有機体と捉え、その全体システムの調和が安心で安全な暮らしや事業に繋がると考えられる。

そのためには、まず太陽光発電の設置場所を拡大することが近道である。これまでは屋根材とし建材型太陽光発電を利用することが一般的であったが、今後は壁面での利用を拡大することが望ましく、そのための研究開発に期待が持たれる。壁面は方位と時間帯によって日射強度が大きく異なることを逆手に取り、屋根に設置した太陽電池だけでは時間帯や季節によって発電量が変動するという課題を緩和できる。明け方や夕方は太陽高度が低く、屋根に対する日射量が限られるが、東面の壁や西面の壁に太陽光発電モジュールを配置すれば、その時間帯の総発電量を底上げすることになる。壁面に設置するモジュールの年間発電量は屋根に設置するものと比較して多くはないが、建築物のエネルギー供給能力を安定化させるという価値が産まれる。このことは、壁建材型の太陽光発電そのものの開発に限らず、影になる部位をバイパスしたり昇圧する機構と組み合わせて建築物という有機体への寄与度を高めることが重要になるであろう。

「蓄熱」も建築と設備の融合にとって重要な役割を果たす。蓄熱体を建築物に活用することは古くから行われてきたが、より軽く、より薄く、より高密度に蓄熱できれば、建築のあらゆる部位に蓄熱することが可能となり、設備的な蓄熱とは異なる存在になり得る。あらゆる建材に不燃性（難燃性）という特性が盛り込まれていることに我々は何の疑問も感

じない。同様に、あらゆる建材に蓄熱性という特性を加えることはこれからの 50 年の宿題となろう。潜熱蓄熱材は長く研究されているが、開発の余地は大きいのである。

建築における太陽光発電の発電電力は、DC（直流）のまま充電し、DC で利用できるようにシステムに変えていくことが望ましいのではないだろうか。DC を AC に変換するパワコンは外部に電力供給するための機能に特化し、建築物としては DC 家電（設備）を活用し、エネルギー変換ロスを無くすることができる。実験棟レベルではオール DC の住宅も実現できており、社会のコンセンサスづくりがカギになりそうである。

エネルギーを蓄える手段として、蓄電・蓄熱の他に水素変換貯蔵が期待される。水素は燃料電池の普及により一般には無意識に活用されているが、現状では都市ガスや LPG などの化石燃料から水素を抽出して発電に利用している。太陽光発電の余剰電力を使って水の電気分解を行い、純水素を製造すれば、地球の裏側からはるばる運んでくる化石燃料に頼ることなく燃料電池発電が可能になる。水の電気分解装置に変わるものとして光触媒を使った水素分離も有望で、この分野の研究が進むことを期待している。

2.5 エネルギー消費の場からエネルギー生産（供給）の場への意識転換

住宅・建築は長くエネルギー消費の場であった。冷暖房、照明、家電通信機器、給湯、調理といった多様な用途に対して電気とガスを外部から供給することで暮らしや事業を成り立たせてきたが、太陽光発電の建築利用によってその一部が地産地消化されるようになった。一部の住宅や建築物では一層の省エネと太陽光・蓄電池の組み合わせにより、“ゼロエネルギー”を実現する ZEB/ZEH が可能になっている。ただし、現時点では系統電力の補助があって成り立つもので、24 時間 365 日エネルギーの自給自足を実現している訳ではなく、夜間や悪天候時には系統からの電力（ガス）で生活や事業が成り立っている。これに対して、さらなる省エネと再エネ・蓄電・蓄エネの拡大によって系統に対して常時エネルギー供給を行う主体となることは物理的には不可能ではない。そうなれば、住宅や建築はまさに分散型エネルギー供給拠点として位置づけられることになる。これはエネルギーセキュリティの観点でも大きな変革であり、分散した太陽エネルギーを真に活用する機運を高めることに繋げられるものと期待される。そのための断熱・気密・換気、空調、給湯、



図 2-5 建築がエネルギー供給の場となる イメージ

照明、家電、調理、蓄熱、蓄電、衛生管理など、この分野における「建築」が果たすべき裾野は果てしなく大きい。さらに、V2H、地域エネルギーシェアなど建築物の領域や概念を超えてエネルギーをシェアすることが、結果としてエネルギー消費の場からエネルギー生産（供給）の場への転換を確固たるものにする研究者と実務者の交流を期待したい。

3. 終わりに

建築は再エネ／新エネのテストベッドとしての機能を果たしつつ、インキュベーター、アーリーアダプターとしての役割を担ってきた。住宅用太陽光発電システム、住宅用燃料電池コージェネレーションはその典型例である。両者とも“日本が”世界をリー

ドした。日本は、自動車、家電、ゲーム機器、コミックカルチャー、和食などの分野で大きな影響をもたらしてきた。再エネも、登場初期は世界シェアを独占する勢いがあった。住宅建築物の分野における太陽エネルギーのさらなる活用においても“日本の建築エネルギー技術”が海外にインパクトをもたらすことを期待しつつ、その一旦を当学会が果たして行きたい。

参考文献

- 1) 家庭用エネルギー統計年報, 住環境計画研究所, 2024 年
- 2) 「太陽電池産業の振り返りと次世代型太陽電池の今後の方向性」, 資源エネルギー庁, 2024 年 5 月, 001_02_00.pdf
- 3) Energy and AI, World Energy Outlook Special Report, IEA 資料, 2024 年

著者略歴



太田 勇（オオタ イサム）
株式会社ミサワホーム総合研究所 取締役所長
一般社団法人日本太陽エネルギー学会 副会長、ソーラー建築部会長（1994 年 JSES 入会）
一般財団法人日本空調冷凍研究所 評議員
一般社団法人環境共生まちづくり協会 推進部会長