

BIPV の現在地と導入に向けた課題と対策

Current Status and Issues and Solutions for Its Introduction of BIPV

田中宏明*・舘 景士郎*

1. はじめに

脱炭素社会の実現には建築物の脱炭素化が必須であるが、このためには建物の省エネルギー化と再生可能エネルギーの両輪での取り組みが必須であることは言うまでもない。筆者らは、建築設備設計者或いは建築に関わる環境及びデジタルデザイン・コンサルティングの実務者として建築部の省エネ化に長年携わってきたが、再生可能エネルギーの建築物への導入が加速されている現況を踏まえて、本稿ではBIPVに関わる現在地を俯瞰するとともに、今後BIPVが普及拡大するための課題と対策について、所感を述べる。

2. BIPV の導入が期待される背景

「建築物のエネルギー消費性能の向上等に関する法律」（建築物省エネ法）の改正により、令和7年4月1日以降に着工する原則全ての住宅・建築物について、新築、増改築を行う場合は、建築物エネルギー消費性能基準（省エネ基準）が義務付けられ、さらに今後は段階的に強化が進んでいく。このため、建築物の省エネルギー化は確実に進んでいくことになり、新築建物ではZEB-OrientedやZEB-Readyなどの従来の建物と比べて40～50%の省エネ化が進んだ建築物を設計・建設することが当たり前になる。現在の技術での省エネ化は50～70%程度にとどまると筆者らは感じており、残りのエネルギーはオンサイト或いはオフサイトに設置する再生可能エネルギーを活用して、エネルギー消費量を減らすことが必須になる。

さらに、建築物における脱炭素化の最も大きな課題である既存建築物いわゆるストックの脱炭素化については、先に述べた新築よりも省エネ化が進んでいないが、新築と比べて、設置スペース・耐荷重や

居ながら改修などの制約のため、最新技術やトップランナー設備等の省エネ設備の導入が難しい場合が多く、新築よりもさらに多くの再生可能エネルギー量の導入が必要になる。

これらの現況から、新築及び既存の両ケースにおいて、オンサイトにおける再生可能エネルギーの導入は必須であり、建築物の屋上や壁面への太陽光発電の設置、つまりはBIPVの導入が期待されている。

3. BIPV の現在地

建築物省エネ法の規制が強化される以前より、優れた省エネルギー性能の達成を目指す建物では、屋根面なり壁面に太陽光発電の導入が行われている。例えば、筆者らが設計した信用金庫の支店の建物（写真1）では、屋根面に太陽の動きを追うように太陽光発電パネルを設置して、効率的に太陽光発電を行うことに加えて、太陽高度の高い夏には、厳しい日差しをカットしてお客様を迎える庇の役割を担わせ



写真1 屋根面設置BIPVの事例
掲載写真撮影：フォワードストローク

* 株式会社日建設計

ている。この太陽光パネルにより年間の照明電力の全てをカバーしている。加えて、太陽光パネルを外壁に設置したライン状 LED 照明器具によりライトアップを行い、省エネルギー化、日射や雨除けの庇の役割、ライトアップによる地域景観への貢献など、多くの機能を備えた BIPV を実現している。

壁面太陽光発電の事例としては、ガラスに挟み込まれた太陽光発電パネルを、ガラス張りの階段室の垂直な外壁面に設置している。壁面に設置することで、隣接する公園からも太陽光発電装置のパネルが見ることができ環境の見える化にも貢献できる。またこの外壁は、太陽光発電に加えて、風力発電や壁面緑化も施した環境外壁となっており、PV（太陽光発電）、WV（風力発電）、GREEN（壁面緑化）を外壁面にインテグレートした BIPV + WV + GREEN の構成を実現している。外壁の表面温度を抑えることによる空調負荷の軽減や、ヒートアイランド現象の軽減を図るために、建物の南面に約 1,500m² の壁面緑化ユニットを設置しているが、このように PV に加えて、複数の発電設備や緑化を設ける BIPV の好事例と言える。

上記の様に BIPV に関わるいくつかの特徴的な取り組みはあるものの、国内における建築物全体の脱炭素化の視点で見た場合には、取り組み事例は非常に少なく今後その普及が期待されるところである。以上を踏まえ、次章では BIPV の導入に向けた課題と対策について概観する。

4. BIPV 導入に向けた課題

非住宅建築物における BIPV 導入に向けた課題について、筆者らが普段感じていることを述べる。BIPV 業界の全ての状況を理解しているわけではないため、あくまで建築設備の設計者及び環境・デジタルコンサルティングの目線での所感と理解いただ

きたい。

ここでは「技術的課題」「経済的課題」「認知度的課題」に分類してそれぞれの課題について考えてみる。屋根面 BIPV については、住宅での実績をもとに壁面用 BIPV と比べて数歩進んでいる印象があるが、多くの非住宅建築では屋上に設備機器を設置するケースが多く、BIPV が設置できる屋根面積のポテンシャルが少ない。伴って非住宅分野の BIPV は「外壁面」をいかに活用するか、が今後のカギになると考える。次項以降では、主に外壁面への BIPV に対する課題を考える。

4.1 技術的課題

BIPV は、「発電設備」であると同時に「建材」であるため、その両方に求められる機能や性能を満たす必要がある。国内で製品化されている製品は、各社その性能を独自の工夫でクリアし製品化がなされているが、独自技術に依っていることで、競争が発生しにくくコストが高止まりしたり、設計・施工的観点での汎用性・一般性が低く、導入のハードルが高いという側面もある。

(1) 建材としての性能条件への適合

例えば窓ガラス部に BIPV を計画する場合、窓として求められる視認性・断熱性・耐風圧性・熱割れ対策などが必要となってくる。視認性は発電性能とトレードオフになり、断熱性・耐風圧性をクリアするには様々な種類のガラスとのインテグレートが必要となる。特に高層建築の高層部に求められる高い耐風圧性能に対して厚いガラスや強度の高いガラスが必要な場合は、それぞれのガラスとの組み合わせに対してさらに熱割れリスクをクリアする必要がある。製品ごとに組み合わせ可能なガラスは異なるため、設計者立場としては BIPV の導入可否に多くの検討が必要で、検討の結果技術的に適合しないケースもある。また、海外製品を導入検討する場合には、建築基準法や電気設備関連法規への適合性が確認できなかったり保証されていないことが、導入のハードルを上げる要因にもなっている。

(2) 耐用年数、更新性

建材としての壁面、屋根面は 30 年 40 年以上の耐用年数が一般的だが、BIPV は電気設備として 15 年前後の耐用年数が想定されている製品が多く、建材としての耐用年数中に必ず交換、更新が必要な計算となる。交換更新が可能な建築計画とする必要があり、費用面でも更新頻度を想定したライフサイクルコスト試算が必要で、発注者にとって、導入のハードルが高い試算結果と受け止められがちである。ま



写真 2 壁面 BIPV の事例

た、製品の更新実績の少なさや、製品・部品が更新時に変わらず販売されているか確約が得られないなどの不安も課題である。

(3) 既存建物への適応

既存建物の窓面及び外壁面を対象に BIPV を検討する場合、大規模な改修のタイミングに検討されることが多い。外壁面の改修検討をする既存建物は築 30 年以上の建物の場合が多く、全面ガラスカーテンウォール壁面であるケースは少ない。外壁面における窓比率は新築と比べ低いため、既存建物における窓ガラス BIPV の導入面積のポテンシャルは新築と比べ低くなる。他方外壁材に対しては、外壁用 BIPV の製品は少なく、また、築古の中小規模建築に多い RC 壁面のリニューアルに活用できる製品は筆者らの知る限り存在しない。(厳密には BIPV ではなくなるが、既存建物の外壁面に外張りできる太陽光発電パネルは製品があり、適応の可能性がある)

4.2 経済的課題

BIPV は当然建材単体／発電パネル単体よりも初期コストは高くなるが、発電設備でもあるがゆえに、発電による投資回収を意図した導入検討や試算がなされることが多いため、ペイバックタイムの長さが導入可否の判断に直結する。

(1) 初期工事費

製品価格に加え、外壁工事に通常とは異なる工種が関わったり、施工可能な業者選択肢が一般的建材よりも限られることもあり、実質的な初期コストが高くなる。高騰し続ける建設人件費事情もあり、施工条件の制約は製品価格と並んで初期コスト増大の要因となっている。

(2) ペイバックタイムの長さ

特に垂直壁面設置の場合、水平面設置と比較して受けられる日射は大きく目減りする。結果、発電量は減少し、初期コストの上昇分を発電による効果で回収するペイバックタイムが長くなる。電気設備としての耐用年数を超過する試算になることも珍しくなく、発注者として採用に踏み切りにくい実態がある。

(3) 補助制度

BIPV を含む再生可能エネルギーや脱炭素に資する要素技術に関しては、事業者に対して複数の補助金があるが、いずれも要素技術ごとの補助比率や補助額は同比率なので、より投資対効果が高い技術のほうが導入されやすく、BIPV 以外の要素技術が優先される傾向がある。

4.3 認知度・デザインの課題

3 つ目の切り口は認知度・デザイン性の観点である。建築設計者への認知度が低いことが、メーカーと設計者のコミュニケーションの少なさにもつながり、ひいては導入しやすい建材としての機能や寸法のニーズがくみ取りにくいことにもつながっていると考えられる。また、環境認証制度などにおいても、BIPV に特化した評価を行うものがないため、選択肢として認知されにくい状況がある。

(1) 国内製品・事例の少なさ

BIPV を設計に導入するためには、建築設計者とその意匠的特徴を認識したうえでデザイン検討を行うことが不可欠であるが、特に壁面 BIPV は、国内での事例が少なく、デザイン検討を行うための既往事例やデザインに関する情報へのアクセス手法が限定的で、設計検討の際に参考にできる事例に出会いにくい。海外には屋根面・壁面 BIPV のデザイン的に優れた事例も複数あり、インターネットには海外の事例集的な研究論文も公開されているが^{*1*2}、認知度は決して高くなく、建築設計者に BIPV のデザイン性が十分に認知されていない。

(2) BIPV に特化した環境認証や制度

新築、既存改修問わず近年はさまざまな環境認証制度の取得が建物の訴求力向上や発注者企業の CSR の観点から検討される。(代表的なものに CASBEE や LEED, WELL, DBJ グリーンビルディング認証などがある) それらの認証においては、太陽光発電パネルの有無が加点対象となるものもあるが、BIPV に限定した加点項目は存在しない。

各行政の定める制度において太陽光発電設備の導入を推奨・義務付けるものもあるが、いずれも屋根置き型の太陽光発電パネルを導入することでクリアできるものがほとんどで、実質的に BIPV の導入促進につながるものではない。

5. 課題解決に向けて

前章で述べた課題を解決するためには、多角的な取り組みが必要と考える。それぞれの課題は相互に影響しているため、厳密に分類はできないが、以下のようなアイデアが考えられる。

(1) 実質耐用年数の延伸と建築適用性向上

BIPV の発電効率を劇的に向上させることは現実的ではないので、例えば窓ガラス BIPV の場合は、発電システムの冗長性を持ち、室内からの更新を可能とすることで「部分更新を可能とし実質的耐用年数を伸ばす」ことが有効と考える。寿命や部分的な

故障が発生し一部のパネルが機能不全になった際に、当該部分の発電ができないだけの影響にとどまる冗長性が確保できれば、更新コスト計画の時期分散が可能となり、実質的なシステムの耐用年数を延伸して計画することができる可能性がある。

また、デザインや寸法の選択肢を増やすことで、「発電設備ではなく『建材』としての適用性を向上させる」ことも有効と考える。

万が一発電機能が低下したとしても、建材として機能と美観を保てれば、計画時における採否判断も、投資対効果のみではなくなってくる可能性もある。なお、近年発表されている既存窓の室内側にあとから設置できる太陽光発電パネルやロールスクリーン型の太陽光発電装置は、このような観点から優れた発想と感じる（写真3、4）^{*3}。

(2) 外壁面にあと施工可能な BIPV の開発

ガラス部以外の外壁面への設置においては、既存建物への適用を目指した技術開発が重要と考える。複数種類の外壁構造や仕上げにあと施工ができる（＝単独更新ができる）外壁用 BIPV の技術や製品が開発されれば、既存建築が設置対象に加わり、市場のポテンシャルが大きく拡大する。国交省が主導する PLATEAU（日本全国の都市デジタルツイン実現プロジェクト）でも既存建物の壁面太陽光発電の都市的ポテンシャルに着目したユースケースがあったり^{*4}、地方自治体において同様の着眼点からの検討も開始されている。

また、建物の構造的には外壁に追加される荷重は軽量であるほうが望ましいので、ペロブスカイト太陽電池の持つ特徴との親和性もよく、技術開発の価値があると考え。すでに、既存外壁に汎用型太陽光発電パネルを設置する工法は存在しているため、それらの技術を応用し BIPV 製品として確立されると訴求力があると考え。



写真3 室内側から設置可能な BIPV の事例^{*3}

(3) インセンティブと規制の両輪による市場づくり

国内における BIPV 関連の経済的インセンティブは、補助金や税制優遇が需要家側（建築の発注者、事業者側）と一部の先進的開発に付与されているが、米国や欧州が実施するような「供給側への大規模なインセンティブ付与による製品全体の低価格化、市場の活性化」から学ぶべき点は多いと考える。補助やインセンティブの金額規模がケタ違い、ということ以外に、「同時に規制強化をして需要を促進する」ことを図っているのが特徴で、それによって既存製品との価格競争に負けない価格帯で供給しつつ、需要側は強化された規制をクリアするために（半ば強制的ではあるが）製品を導入する。公平性や中小企業に対する配慮など、多くのハードルはあるが、欧州や米国はこの方法で BIPV についても、過去には高性能ガラスなど、革新的技術の新規市場を産み出すことに成功している。

(4) 建築のデザイン的なニーズと事例の周知

建材と発電設備の分野横断のインテグレートされた技術ゆえに、両分野のニーズの認知とそれに基づく技術開発が肝要である。特に、外壁、しかも建物の顔であるファサードに求められるニーズに対応できるかどうかは、デザイン的な導入可能性への影響が大きい。例えば、製品寸法のモジュールが、ガラス部分で採用しやすいモジュールと、外壁部で採用しやすいモジュールそれぞれに対応できるかなど、細かな寸法体系のニーズを把握して製品化ができるか、といった一見地味な要素も重要である。

逆に、発注者や設計者は、BIPV を活用したデザ



写真4 ロールスクリーン型 BIPV の事例^{*3}

インの可能性について検討の経験値はないケースが多いため、いかに過去の事例などを効率的にインプットしたうえで設計や議論を行うかは、非常に重要となる。

BIPV は分野を横断したイノベーティブな技術であるからこそ、お互いのニーズ／シーズを共有する材料や機会を増やしていくことが肝要と考える。

参考

- ※1 Photovoltaics on Landmark Buildings with Distinctive Geometries
- ※2 iea-pvps.org/wp-content/uploads/2021/03/IEA-PVPS-Task-15-An-international-collection-of-BIPV-projects-compr.pdf
- ※3 <https://newsroom.lixil.com/ja/2025041401>
- ※4 <https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/uc22-021/>

筆者紹介



田中 宏明（タナカ ヒロアキ）

1994 年株式会社日建設計入社，建築設備設計者を歴任後，現在環境コンサルティング室長，博士（工学），設備設計一級建築士。



館 景士郎（タチ ケイシロウ）

2009 年株式会社日建設計入社，建築設備設計者を歴任後，現在デジタルエンジニアリングラボ ディレクター，建築設備士。