



Task 15 BIPV (建材一体型太陽光発電 (BIPV) 普及の加速を可能とするフレームワーク)

S
P
V
P

ファクトシート

BIPV (建材一体型太陽光発電) システムの設置に関する多面的 評価

2024年7月

著者: Eder, G. C., Wilson, H. R., Frontini, F., Bonomo, P., Babin, M.,
Thorsteinsson, S., Adami, J., Maturi, L., Jing Yang, R., Weerasinghe, N.,
Martin-Chivelet, N., Boddaert, S., Frischknecht, R.

Task 15 マネージャー:

Helen Rose Wilson, Fraunhofer ISE, Germany
Francesco Frontini, SUPSI, Switzerland



BIPV（建材一体型太陽光発電）システムの設置に関する多面的評価

建材一体型太陽光発電（BIPV）は、持続可能な建築設計において重要な技術であり、太陽電池モジュールを建物の構造にシームレスに統合します。



BIPVシステムの設置に関する多面的な評価手法は、BIPVの普及拡大を目的として、横断的比較を容易にするように設計されています。

多面的評価ツールの開発

明確な研究目的を設定し、4つの主要なパフォーマンス指標（PI）カテゴリにわたる変数とパラメータの定義を下表に示します。

エネルギー関連PI	経済的PI	環境的PI	視覚的PI
BIPVアレイの発電量 (DC)	BIPV建材のコスト (BIPVシステム全体)	非再生可能エネルギー源からの累積エネルギー需要	認知度
最終システムの発電量 (AC)	均等化発電原価 (LCOE)	気候変動 (GWP)	色の統一性
単位面積当たりの最終システム発電量 (AC)	拡張均等化発電原価 (LCOE)	資源使用、鉱物、金属	グレア（太陽光パネルの反射光による眩しさ）によるリスク
システム出力係数（年間）	材料の置換価値	浮遊粒子物質	BIPVシステム内の太陽電池モジュール
自給率指標	拡張正味現在価値 (NPV) / コスト	酸性化	建物内のBIPVシステム
	拡張割引回収期間 (DPP)	水使用	都市環境内のBIPV建物



各PIに対する数値評価システムの開発により、各カテゴリーの複数のPIに基づいて異なるBIPVシステム設置の定量的および定性的比較分析を可能にします。視覚的PIについては、半定量的アプローチが使用されます。

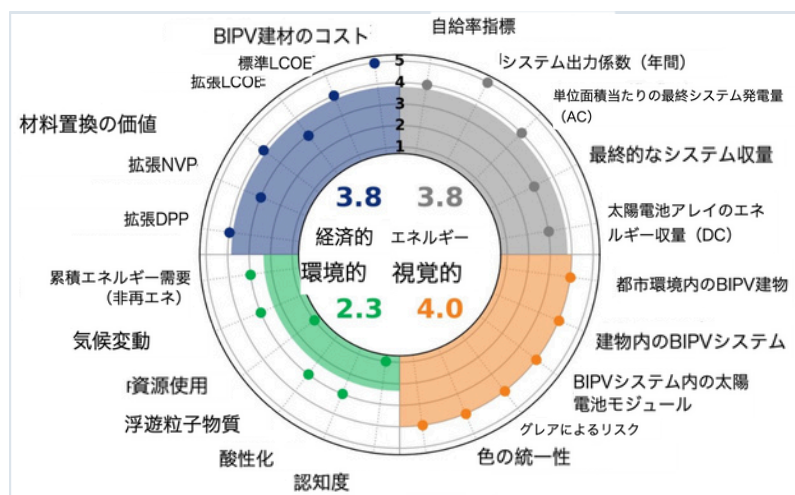
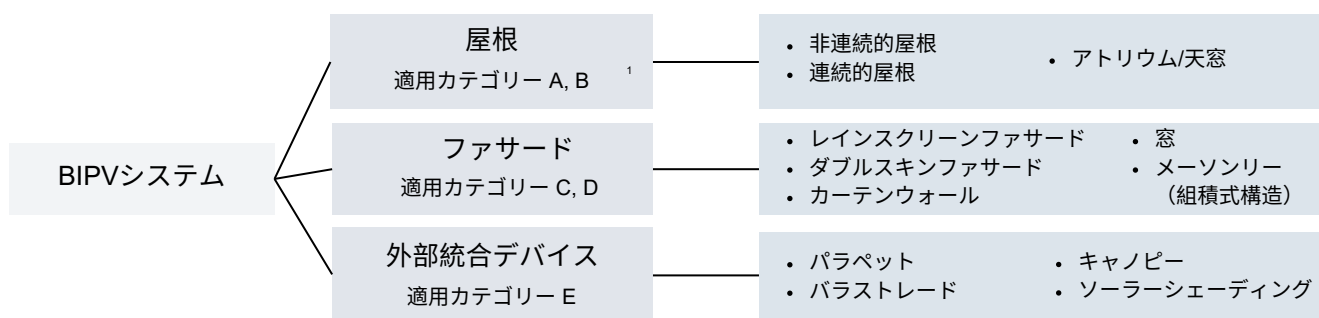


図1 評価されたPIの数値を示す4つのカテゴリーにおけるパフォーマンス評価の視覚化

パフォーマンスの多面的な比較評価の目的は、既存のBIPVプロジェクトから学び、新規BIPVプロジェクトの計画に関わる建築家、システム開発者、およびその他のステークホルダーを支援することです。

BBIPV設置タイプのための統一された分類スキームの開発。このスキームは、BIPV建物外皮技術の分類のための最適化されたアプローチとして機能します。



¹適用カテゴリー A、B、C、D、E は、BIPV規格 EN 50583 および IEC63092 で使用されるものです。

多面的評価ツールの適用

建物の各種類型（例：ファサード、屋根、外部デバイス）を代表する多様なBIPVシステムを選定します。それぞれのシステムが比較分析のケーススタディとして機能します。以下の項目に基づいて評価を行います。

- ・ 計画中のプロジェクト: データシート、表形式の環境データ、シミュレーション、およびレンダリングに基づきます。
- ・ 計画中のプロジェクト: データシート、表形式の環境データ、シミュレーション、およびレンダリングに基づきます。

多面的手法を適用して、各システムのパフォーマンスを定義されたPIに基づいて定量化し評価します。これには、標準化された評価方法を用いたデータ収集、分析、および解釈が含まれます。結果は構造化された形式で提示され、詳細な比較・評価が可能となります。



ケーススタディ

1 カラーBIPVモジュールによるアパート建物へのレトロフィット（後付け設置） （スイス）



Foto: © Vividén + Partner AG

- ・アパート建物へのレトロフィット：ファサードにカラー太陽電池モジュールを統合しました（出力低下率：約35%）。
- ・複雑な建物設計により、深刻な日陰が発生しました。
- ・18種類の異なるサイズのモジュールを使用、そのうち4種類のみダミー（非稼働パネル）です。理論的には、ガラスファサード稼働率は約98%がです。
- ・最初の数年間において、パワーオプティマイザーの7%以上を交換する必要があり、これにより発電損失と資源使用・エネルギー需要の増加が生じました。

2 ファサードと屋根にBIPVを統合したオフィスビル（スウェーデン・ウプサラ）



Foto: © Nils Lindstrand/ Nordiske Medier

- ・LEEDプラチナ認証を受けたオフィスビル：ファサードと屋根にBIPVを統合。
- ・高効率エネルギーシステムと革新的なソリューションの実装が必要完全な木製フレームで建設。建材およびエネルギー使用による気候影響を最小限に抑えるため、高度なエネルギー関連性能設計
- ・太陽光パネルは屋根とファサードの両方に統合されており、パネルが設置されていないファサード部分に調和させるようにフロスト加工またはサテン加工が施されています（セルを隠さずに調和させるため）。

3 標準化されたBIPV屋根を持つテラスハウス（オランダ・デルフト）



Foto: Exasun © Jan-Jaap van Os;
<https://exasun.com/>

- ・Exasunは、従来の屋根瓦を置き換えるためにプレハブ式の標準品を使用しています。
- ・X-Roofシステムは、屋根窓や天窓、屋根の不規則な部分とシームレスに統合されます。
- ・屋根全体が太陽光パネルで構成されており、最大のエネルギー収率を実現します。

4 アパート建物へのBIPV窓手すりのレトロフィット（北イタリア）



Foto: © Eurac Research

- ・BIPVパラペット：エネルギーマッチングR&Dプロジェクト（Horizon 2020）で開発された多用途のクリック&ゴー基礎構造を用いて、レトロフィットの一部として設置されています。
- ・BIPV窓手すり：「ソーラーウィンドウブロック」システム内で開発され、プレハブ化されており、多機能です。窓内のファンを駆動するために蓄電池一体型のBIPVシステムが含まれています。
- ・BIPVシステムのサイズと配置は最適化されており、時間ごとの発電量と電力消費量の一致を向上させ、システム全体の効率を最大化することを目指しています。



課題と検討事項

評価ツールには、下記の通り、いくつかの課題があります。

- ・ **データの入手可能性:** データの利用や認可取得が限定されていることが、包括的な評価を妨げる可能性があります。
- ・ **標準化の問題:** 各PIを決定するための標準的な定義が欠如している場合、異なるBIPV用途のパフォーマンス比較において重大な問題が生じる可能性があります。例えば、経済的利益を算出する際に、異なる研究で異なるコストや利益要素が使用されている場合などです。
- ・ **環境データの変動性:** 環境データの生成方法が異なると、環境的PIの計算が複雑になる可能性があります。
- ・ **主観的な美的評価:** 視覚的パフォーマンスの評価は本質的に主観的であり、評価を標準化するためには半定量的アプローチが必要です。

展望

このツールは当初、異なるBIPVシステムの**横断的比較**のために設計されました。しかし、この方法は他の評価タイプにも利用可能です:

- ・ **特定プロジェクトの計画段階での競合オプションの評価:** 外部の境界条件（場所、建設、運用時間）が固定されており、経済的条件（金利、資本供給）が各種BIPV間で一貫している場合、パフォーマンス指標（PI）には、予め定義された評価方法を一貫して使用できます。
- ・ **各PIの個別評価:** 潜在的なBIPV顧客が、自分のケースに関連する指標を優先する際に役立つ可能性があります。
- ・ **先駆的な設置の分析（例: ケーススタディ 1）:** 達成度を把握し、改善点を特定し、市場の発展に寄与するのに役立ちます。
- ・ BIPVシステムのライフサイクル全体にわたる**縦断的分析:** Task 15のフェーズ3で計画されています。



進行中の研究では、BIPVシステムの長期的なパフォーマンスへの影響と進化の動向を探求し、建物構造への持続可能な太陽光発電の統合を支援します。



この方法論は、BIPVシステムの評価において重要な進展を示し、さまざまな建築状況での太陽光発電の効果的かつ持続可能な統合を促進します。



IEA PVPS Task 15

Task 15は、再生可能エネルギー分野および建設分野におけるBIPV製品の世界的な採用を加速するための枠組み（フレームワーク）を確立することを目的としています。建物据付型太陽光発電（BAPV）や従来の建築部材との公平な競争を保証し、BIPVを電力・建設技術に統合します。建物の美観、エネルギー性能、そして多機能性への付加価値を強調します。Task 15は、新築・既築建物、各種太陽光発電技術、多様な用途、住宅用から商業ビルや公共施設への大規模BIPVシステムまで幅広くカバーしています。

*このファクトシートは、IEA PVPS Task 15の専門家による記事に基づいており、「Energy and Buildings」誌に掲載されています。方法の詳細な説明については、論文をご参照ください。

Wilson, H. R., Frontini, F., Bonomo, P., Eder, G. C., Babin, M., Thorsteinsson, S., Adami, J., Maturi, L., Yang, R. J., Weerasinghe, N., Martin-Chivelet, N., Boddaert, S., & Frischknecht, R. (2024). Multi-dimensional evaluation of BIPV installations: Development of a tool to assess the performance as building component and electricity generator. Energy and Buildings, 312.