

エンボディドカーボンに係る建築物の評価制度の最新動向

Latest trends of Embodied Carbon in building assessment programs

早川梨穂*

1. エンボディドカーボンの概要

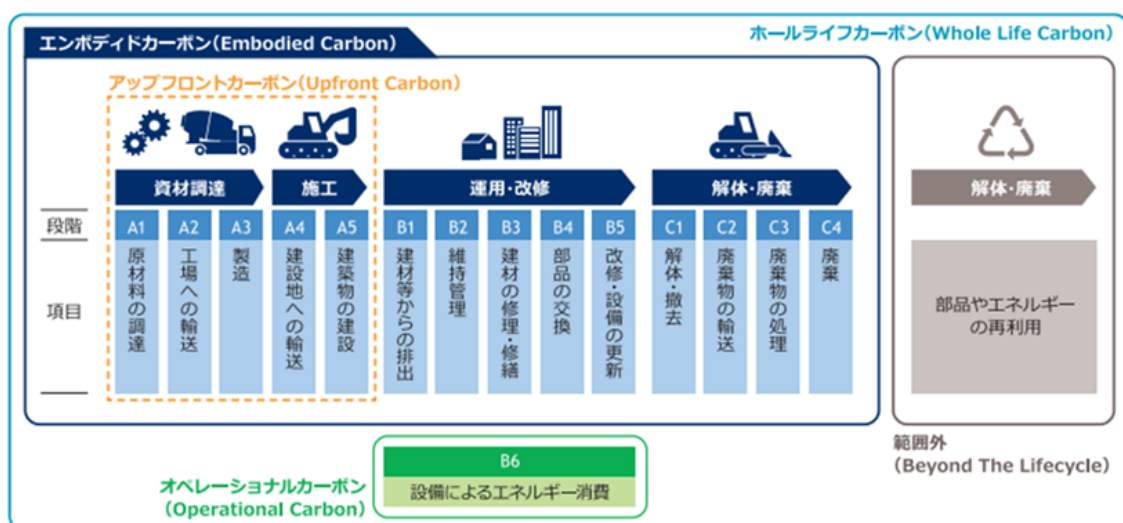
建築物に関係する全ての段階（資材調達から運用、解体・廃棄段階まで）における CO₂ 排出量をホールライフカーボン（Whole Life Carbon）という。ホールライフカーボンのうち、建築物の運用段階において、暖冷房や照明等の設備を用いることで生じる CO₂ 排出量をオペレーショナルカーボン（Operational Carbon, 以下「OC」とする）といい、ホールライフカーボンから OC を除いた、建築物の資材調達から解体・廃棄段階で排出される CO₂ 排出量をエンボディドカーボン（Embodied Carbon, 以下「EC」とする）という。なお、EC のうち、資材調達・施工段階の CO₂ 排出量をアップフロントカーボン（Upfront Carbon）という。

建築物の運用方法に強く影響を受ける OC と比較

して、EC は資材調達や施工、解体・廃棄段階の CO₂ 排出量を含む定義であり、多くの建築物において一定の削減余地が見込めると考えられている。また、建築物の脱炭素化に際しては、資材調達段階で CO₂ 排出量の少ない建材を使用することや、設備・建築物を長寿命化すること、解体ではなく改修を選択し解体・廃棄段階の CO₂ 排出量を削減すること等、より幅広いアプローチが選択可能である。

持続可能な開発のための経済人会議（World Business Council for Sustainable Development, WBCSD）では、ホールライフカーボンのうち、約 3 割を資材調達と施工段階が、約 2 割を OC 以外の運用・改修段階と解体・廃棄段階が占めるため、合わせて約半分が EC であると推計している。建築物の省エネ・再エネに係る現行施策では、OC の削減を中心に行っているため、今後は EC の削減の重要

図表 1 建築物のライフサイクルにおける EC の対象範囲



出所) Bringing Embodied Carbon Upfront (World Green Building Council) より NRI 作成

* 株式会社野村総合研究所 コンサルタント

性がますます高まると想定される。

2. 日本における EC に係る取組

国内でも、EC に係る推進会議の発足や一部の先進的な事業者によって、脱炭素に係る取組の指標としての EC の採用等が進んでいる。

例えば、一般財団法人住宅・建築 SDGs 推進センター（Institute for Built Environment and Carbon Neutral for SDGs, IBECs）では「ゼロカーボンビル（LC CO₂ ネットゼロ）推進会議」（2022 年 12 月～）を開催（令和 5 年度は 2022 年 12 月、2023 年 3 月の計 2 回）し、学識者・大手事業者・関係団体・行政職員らの産官学の連携により、建築物のライフサイクル全体を通じた二酸化炭素排出量削減を目指して、評価手法の整備や普及促進を目指した議論を行っているほか、同会議の委員等を講師としたホールライフカーボン評価の連続講座を開催している。また、国内の大手デベロッパーでは、CO₂ 排出量の削減目標において、EC を含めた目標を掲げる動きが出始めている。例えば、三菱地所株式会社では、2030 年目標として温室効果ガス排出量を 2019 年度比で 50～70%削減、2050 年目標にはネットゼロ¹⁾を掲げている。

上記のように、EC の社会的な注目度は高まっているものの、国内においては依然、先進的な取組として、一部の団体や事業者の間の自主的な取組に留まっているような状況である。今後、EC の取組を拡大していくためには、IBECs が取り組んでいる計算や評価方法の確立と合わせて、EC の取組を第三者的に評価できる仕組みを整えることも重要となる。そういった観点から、本稿では、諸外国での建築物の環境性能に係る評価制度において、現状 EC

がどの程度活用されているのかについて調査と考察を行った。

3. 建築物の環境性能の評価制度とは

社会的情勢として、近年、SGDs（Sustainable Development Goals、持続可能な開発目標）や ESG（環境・社会・ガバナンス）投資の考え方が広まり、建築物においても、従来から重視されている光熱費削減等の経済的観点に加え、環境的観点も考慮すべきという考えが普及している。建築物の環境性能を評価することを目的とした評価制度は、日本国内だけではなく諸外国においても各種制度が創設・運用されている。

建築物の環境性能を評価する制度は様々あるが、その内訳を見ると、個々の建築物のエネルギー性能を測るものや総合的な環境性能を評価対象とするものがある。また、必ずしも ESG 投資を主目的としない、公的制度の基準等に使用されている評価制度も存在する。建築物の環境性能に係る主な評価制度は図表 2 の通りである。

本章では、民間の評価制度で、件数が特に多い LEED、GRESB 及び、欧米の主要な公的評価制度である ENERGY STAR、DEC・EPC を調査対象とし、EC の考え方がどのように反映されているか調査を行った結果をまとめている。

3.1 LEED

LEED は環境に配慮された建築物や先導的な取組を評価する国際的な認証プログラムであり、2000 年より非営利団体 USGBC（U.S. Green Building Council）の支援を受けて設立された GBCI（Green Business Certification Inc.）が評価・認定を行っている。評価項目（クレジット）は建築物の用途等で

図表 2 世界の主な建築物の環境認証制度

評価対象		日本	アメリカ	イギリス	オーストラリア	シンガポール
個々の建築物	エネルギー性能	BELS	Energy Star	EPC	Green Star	—
	総合的な環境性能	CASBEE DBJ Green Building 認証	LEED	BREEAM	NABERS	BCA Green Mark
不動産会社・ファンド		GRESB				

出所）ZEB PORTAL「世界の主な建物の環境認証制度」より抜粋

図表3 本稿で紹介する環境認証制度の概要

評価制度名	主に活用されている国	登録・認証件数	対象者
LEED	アメリカ	174,707 件 (2024 年 4 月時点)	建設事業者、ディベロッパー、不動産所有者、企業、地方公共団体等
GRESB	アメリカ・アジア等	169,173 物件 (2023 年末時点)	投資家、アセットマネージャー/運営者
Energy Star	アメリカ	43,098 件(2024 年 4 月時点、商業用建築物のみ)	商業ビル等の所有者や管理者、住宅ディベロッパー
EPC・DEC	イギリス	EPC：24,712,116 件 (2022 年 12 月時点) DEC：458,853 件 (2022 年 11 月時点)	EPC：建築物の建設、売却、または賃貸を検討している者 DEC：一定規模以上の公共施設や公的サービスを提供する建築物の占有者

出所) 各制度の HP より

異なり、認証には評価カテゴリー²⁾別に設けられているクレジットの一定基準を満たす必要がある。該当するクレジットのポイントを積み上げ、獲得した合計ポイントに応じたレベルの認証を受けることができる。そのうち、新築及び大規模改修時の BD + C (Building Design and Construction) は、設計・施工に対する評価システムであり、必須の評価分野の 1 つに、持続可能な建材の使用や廃棄物の削減に関する「材料と資源 (MR: Materials & Resources)」の項目がある。最新の評価基準である LEED v4.1 では、MR の評価項目にて、ライフサイクルアセスメント (Life Cycle Assessment, LCA)³⁾ の実施や製品環境宣言 (Environmental Product Declarations, EPD) に該当する建材の活用、廃棄物の削減及び管理等が示されている。例えば「製品環境宣言 (Environmental Product Declaration)」の項目では、①所定の開示基準を有している製品を少なくとも 20 種類以上用いる場合、もしくは、② LCA や EPD とは異なる EC 最適化の報告書もしくはライフサイクルアセスメントの行動計画を有する製品を 5 単位以上（少なくとも異なる 3 事業者以上から調達する）を使用する場合はそれぞれ 1 ポイントを獲得できる仕組みとなっている（双方の条件を満たしている場合は重複してポイントを獲得することも可能である）。

②の基準を具体的に見ると、「EC・ライフサイク

ルアセスメントの行動計画」と「EC の削減」に分けられる。前者については、製造者が作成し企業役員が署名した場合のみ 1/2 単位と換算され、後者は地球温暖化係数の削減率に応じて 1～2 単位と換算される。

また、今後評価項目として追加される可能性があるものとして、試験的に運用されているパイロットクレジット (Pilot credit) の 1 つに、「低炭素建材の調達 (Procurement of Low Carbon Construction Materials)」が含まれている。この項目では、建材の EC を削減することを目的としており、建設前に建築物に使用される全材料の EC を計算した上で、(「Building Embodied Carbon Intensity - Baseline Calculation」)、建設後に使用した建材の EC の削減量を計算し文書化する(「Building Embodied Carbon Intensity - Verified Reduction Calculation」)必要がある。クレジットは、建設前の計算値と建設後の実際の値を比較した際の低減率に応じて、最大 2 ポイントを獲得することができる。

パイロットクレジットも含めて、LEED では既に一部の項目に EC の要素が反映されていた。LEED v4.1 の特徴には、持続可能で健康的な建築手法の導入や環境への影響が低い建材での設計・製造等の支援、革新的な設計・施工・建材選択を取り入れた高性能な建築物を目指す等が含まれており、運用時だ

図表4 LEED「製品環境宣言 (Environmental Product Declarations)」の項目において、② LCA や EPD とは異なる EC 最適化の報告書もしくは行動計画を有する製品の考え方の一例

種類	最適化レポートの参考資料	妥当性担保	製品換算単位
EC・ライフサイクルアセスメントの行動計画 (Embodied Carbon/LCA Action Plan)	製品別の LCA または製品別のタイプⅢの製品環境宣言 (Product-specific LCA or product specific Type III EPD ⁴⁾)	製造者が作成し、企業役員が署名 (Prepared by the manufacturer and signed by company executive)	1/2 単位
EC の削減 ※基準から地球温暖化係数を 10%未満削減 (Reductions in Embodied Carbon: <10% reduction in GWP relative to baseline)	基準: 製品別の LCA または製品別のタイプⅢの製品環境宣言または業界全体のタイプⅢの製品環境宣言 最適化: 製品別の LCA または製品別のタイプⅢの製品環境宣言	第三者による比較分析の検証 (Comparative analysis is verified by an independent party)	1 単位
EC の削減 ※基準から地球温暖化係数を 10%以上削減 (Reductions in Embodied Carbon: 10%+ reduction in GWP relative to baseline)	(Baseline: Product-specific LCA, Product-specific Type II EPD, or Industry-wide Type III EPD Optimized: Product-specific LCA or product-specific Type III EPD)		1.5 単位
EC の削減 ※基準から地球温暖化係数を 20%以上削減し、かつ 2 つのカテゴリーで 5%以上削減 (Reductions in Embodied Carbon: 20%+ reduction in GWP and 5%+ reduction in two additional impact categories, relative to baseline)	基準: 製品別の LCA または製品別のタイプⅢの製品環境宣言 最適化: 製品別の LCA または製品別のタイプⅢの製品環境宣言 (Baseline: Product-specific LCA or Product-specific Type III EPD Optimized: Product-specific LCA or product-specific Type III EPD)		2 単位

出所)「LEED v4.1 BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION」(U.S. Green Building Council) P96 より

けではなく建築物のライフサイクルでの排出量削減を目指す方針であることが読み取れる。

3.2 GRESB

GRESB は、不動産セクターの ESG 配慮を測る年次のベンチマーク評価であり、2009 年から GRESB Foundation によって運営されている。事業者の提出した情報をもとに 3 段階で検証・評価を行い、総合スコアのグローバル順位によって格付 (GRESB Rating) が与えられ、上位 20% が「5 スター」、次の 20% が「4 スター」などと呼ばれる。GRESB のうち、不動産投資のサステナビリティを評価するカテゴリーである「GRESB Real Estate Assessment」では、評価項目や取組の選択肢として EC の記述が

随所に見られる。例えば、建設中または改修段階の建築物に対する評価項目である「Development Component」の 1 つである「ESG の要求事項 (Development: ESG Requirements)」では、ESG の要素を建設段階に組み込むことで、運用段階の環境効率の向上に繋がるとし、開発プロジェクトでの ESG 戦略の策定の 1 項目として、「ライフサイクルアセスメント/エンボディドカーボン (Life-cycle assessments/embodied carbon)」を設けている。また、同評価項目の「Development: Materials」では、開発プロジェクトの設計時に環境性能を考慮することでライフサイクル全体の排出量を削減することができるという考え方にに基づき、EC の測定・開示や

図表5 LEED パイロットクレジット「低炭素建材の調達（Procurement of Low Carbon Construction Materials）」の手順

手順	実施事項	詳細
ステップ1	建築物の EC 強度：基準の計算 (Building Embodied Carbon Intensity - Baseline Calculation)	・プロジェクトで使用される全建材の EC を計算する。 (Use materials embodied carbon intensity baselines (mECIb) published by the University of Washington/Carbon Leadership Forum or other approved data provider to calculate the embodied carbon for materials used in the project.)
ステップ2	建築物の EC 強度：検証済みの削減量の計算 (Building Embodied Carbon Intensity - Verified Reduction Calculation)	・プロジェクトの建設に低炭素の建材を使用し、EC 強度について削減量を検証し文書化する。(Utilize lower embodied carbon materials in the construction of the project and document a verified reduction in the project's embodied carbon intensity.) ・EPDを活用し、実際の EC 強度を決定する。(Utilizing a third party verified Environmental Product Declaration with applied UWCLF methodology, determine the actual material embodied carbon intensity (mECIa) for the materials used in the project.)

出所) LEED Procurement of Low Carbon Construction Materials より

建材選定を評価する設問を設けている。具体的には、EC の測定有無を尋ねる設問 (DMA22 Embodied carbon) や、建材の環境性能を考慮する一要素に「EC の少ない建材の使用 (Low embodied carbon materials)」の選択肢が含まれている等、建築物のあらゆる段階での排出量削減を評価する旨が伺える。

GRESB では開発段階から取組を評価しているため、ライフサイクルや EC と親和性が高く、設問や選択肢にも積極的に EC を含んでいることが明らかになった。

LEED や GRESB を見ると、運用時以外の環境性能や取組も重要な一要素として評価項目に加味されていることが伺えた。両者の方針からも、今後より EC に係る記述は増加するのではないかと推察される。EC の概念が浸透するためにも、普及啓発の観点からは積極的な反映が求められる一方で、単純に評価項目や選択肢に含めるだけでは不十分であり、事業者が意識的かつ積極的に取り組むためには、ライフサイクル全体での排出量や EC に係る取組項目を必須要件にする、点数配分を高くするなどして、事業者にとっての優先度を高めるような工夫が必要と考えられる。

3.3 公的評価制度

ENERGY STAR は、主にアメリカにおいて建築物のエネルギー消費性能を測りランク分けするための評価・表示制度である。2024 年 4 月時点では、ENERGY STAR のカテゴリーのうち、建築物分野での評価指標の内訳等で EC の言葉は明記されていないものの、工場分野での認証 (ENERGY STAR plant certification) では追加指標として、調達段階での脱炭素化に係る取組の支援を評価する動きがあるため、将来的には建築物分野での評価指標にも EC が組み込まれる可能性がある。

イギリスにおいて公共機関や公的サービスを提供する建築物のエネルギー使用量や CO₂ 排出量の評価・表示する制度である DEC や、建物が建設、売却、または賃貸される場合に取得が必須である EPC については、建築物に関する省エネ規制と連動して活用されているため、現時点では EC に係る記述は見られなかった。

このように、現在主流となっている建築物に係る評価制度においても、EC の反映・採用には段階があることが読み取れた。

図表6 2024 Real Estate Standard and Reference Guide での評価指標に係る EC の記載の一例

設問番号	設問項目	設問内容	EC の記載	ポイント
DRE1	開発段階での ESG 戦略 (ESG strategy during development)	開発する建築物に ESG 戦略を設けているか (Does the entity have an ESG strategy in place for development projects?)	選択肢に「ライフサイクルアセスメント／エンボディドカーボン (Life-cycle assessments/embodied carbon)」	4
DMA1	建材選択の要件 (Materials selection requirements)	開発する建築物において、建材の環境・健康特性を考慮する方針か (Does the entity have a policy requiring that the environmental and health attributes of building materials be considered for development projects?)	選択肢に「EC の少ない建材 (Low embodied carbon materials)」	6
DMA2.1	ライフサイクルアセスメント (Life cycle assessments)	開発する建築物のライフサイクル排出量を評価しているか (Does the entity assess the life cycle emissions of its development projects?)	選択肢に「EC3 ツール (Embodied Carbon in Construction Calculator (EC3) Tool)」	—
DMA2.2	エンボディドカーボン (Embodied carbon)	開発が完了した建築物の EC を測定しているか (Does the entity measure the embodied carbon emissions of its development projects completed during the year?)	平均 EC 強度 (Average embodied carbon intensity) と合計の EC 排出量 (Total embodied carbon emissions) の記載、計算方法と評価の結果の記載	—

出所)「2024 Real Estate Standard and Reference Guide」(GRESB) より

4. 評価制度を取り巻く環境

次に、評価制度と関連が大きいと考えられる EC の算出方法に関する検討状況や行政機関の対応状況について最新の動向について解説する。

4.1 算出方法

EC の算出方法の確立に関する動向について、前述の評価制度以外の場でも検討がなされている。直近では、例えばアメリカ暖房冷凍空調学会 (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE) が、2023 年に発行した基準「Standard Method of Evaluating Zero Net Energy and Zero Net Carbon Building Performance」(ANSI/ASHRAE Standard 228-2023) にて、EC と炭素の計算の考え方を定義しており、欧州規格等で対象となるライフサイクルの段階等を紹介している。

現時点では、一つの組織体が業界や国を横断する

ような共通の算出方法を確立させている事例は確認できておらず、アメリカのように学会が議論を主導しているケースもあれば、日本の IBECs のように団体が議論を主導しているケースもある。

4.2 行政機関の対応状況

評価・算出方法の確立と並行して、国際的に合意した目標や各国独自の政策目標を達成するための行政施策 (規制・インセンティブ等) の検討と社会実装が進んでいる。

例えば、2021 年 12 月に欧州委員会が発表した建築物のエネルギー性能指令の改正案 (The revision of the Energy Performance of Buildings Directive) では、2027 年には 2,000m² を超える大規模建築物で、2030 年以降には全ての建築物で、建築物のライフサイクルにおける CO₂ 排出量算定と新築時の情報開示を義務付ける内容を盛り込んでいる。

また、図表 7 の通り、欧州では、建設時を含む CO₂ 排出量の規制を導入している国が複数存在す

図表 7 欧州における主なエンボディドカーボン算定に係る規制

国	施行年	制度名	内容	対象	基準
イギリス	2021 年	London Plan Guidance 「Whole Life-Cycle Carbon Assessments」	大規模開発はネットゼロを目指す。ホームライフカーボンを算出し、アセスメントを行う	大規模開発、住宅・非住宅	建築基準法より、大規模開発では 35% 以上、住宅では 10% 以上、非住宅では 15% 以上のエネルギー削減を達成する
フランス	2022 年	RE2020	建物の耐用年数全体における建材からの総排出量を削減する	住宅、オフィス、学校	2031 年時点で、戸建て住宅は 415kg-CO ₂ -eq/m ² /年、集合住宅は 490kg-CO ₂ -eq/m ² /年
スウェーデン	2022 年	Climate Disclosure Act for new buildings	新築建築物において、建築申請時にデイベロッパーからエンボディドカーボンの算出結果を提出する	100 m ² 以上の建築物 (一部除外有)	—
デンマーク	2023 年	National Strategy for Sustainable Construction	LCA による算出及び 50 年間の耐用年数を想定した環境への影響を明らかにする	全ての新築建築物	1,000 m ² 以上の場合 は、12kg-CO ₂ -eq/m ² /年 ※2027 年には 9kg-CO ₂ -eq/m ² /年、2029 年には 7.5 kg-CO ₂ -eq/m ² /年まで段階的に引き下げられる

出所) 各国HP等より

る。例えば、デンマークでは、2023 年より全ての新築建築物において LCA による算出及び 50 年間の耐用年数を想定した環境への影響を明らかにすることが義務付けられており、1,000m² 以上の場合、1m² あたり 12kg-CO₂-eq/ 年の制限値が設けられている。今後、制限値は 2027 年には 1m² あたり 9kg-CO₂-eq/ 年、2029 年には 7.5 kg-CO₂-eq/ 年まで段階的に引き下げられる予定である。

また、アメリカでは州によって異なる施策が取られているが、例えばカリフォルニア州やニューヨーク州では、ライフサイクルカーボンの一部としてエンボディドカーボンも含めた情報を開示する義務を課しているケースもある。

評価制度の基準の前提となる算定方法の確立がなされることで、各主体が対応すべきポイントや現時

点の立ち位置が明確になり、EC の削減に取り組み易くなる。また、行政機関の対応については、規制等で事業者・消費者に及ぼす影響が大きく、民間や業界団体の動きと比較すると検討の時間軸が長く設定されがちであることから、動的な反映は難しいものの、既に規制等で EC の考え方が反映されているケースがあることに鑑みると、EC を取り込んだ公的な評価制度についても検討される可能性がある。

5. まとめ

前章までで、EC に係る海外の評価制度や算定方法を整理したところ、着実に評価項目や規制・開示の一項目に EC の枠組みが採用され始めていることが明らかになった。2050 年カーボンニュートラル達成の一要素として EC の削減は不可欠であり、

LEED など国際的な評価制度においても EC に係る記述が盛り込まれている状況に鑑みると、EC の削減に取り組む建築物が評価される動きは今後加速すると予想される。また、フランスやオランダ等のように国の目標や規制制度に EC を反映することが主流となる可能性も高いため、行政動向にも注視が必要である。

EC の削減に係る機運が高まっている一方で、国際的に合意された EC の詳細な算定方法はいまだに確立していないという実態もある。EC の削減はサプライチェーンを横断する取組であり、国境を超えるケースも想定されるため、算定方法等を含めたルールメイキングは、官民だけではなく国境という枠組みも越えて連携することが必要となる。そして、このようなルールメイキングに係る議論の場には、我が国としても積極的に参加していくことが望ましい。国際的な議論になった際に、我が国としての意見を主張しつつ国際的な議論に貢献するためにも、まずは日本としての考え、つまり、あるべき算定・評価方法を検討し、実際に活用する中で磨き上げていくことが次のステップとして重要である。

註釈

- 1) 2030 年目標では、Scope1・2 は 70% 削減、Scope3 は 50%削減を目指しており、2050 年目標は Scope1 ～ 3 でネットゼロを掲げている。建築物に限らず、企業の事業活動全般における原材料調達や物流、販売等の一連の流れをサプライチェーンといい、サプライチェーン上の事業活動に伴う温室効果ガス排出量をサプライチェーン排出量と呼ぶ。サプライチェーン排出量は、排出主体や方法によって Scope1（事業

者自らによる温室効果ガスの直接排出）、Scope2（他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出）、Scope3（Scope1 ～ 2 以外の事業者活動に関連する他社の間接排出）に分類される。

- 2) LEED に は 9 つ（Integrative Process, Location And Transportation, Sustainable Sites, Water Efficiency, Energy And Atmosphere, Materials And Resources, Indoor Environmental Quality, Innovation, Regional Priority）の評価カテゴリーがあり、各カテゴリーで評価項目（クレジット）とポイントの内訳が設定されている。
- 3) ライフサイクルアセスメントとは、資材調達段階から解体・廃棄段階までの全ての段階を含めた環境影響評価を定量的・客観的に評価する方法である。
- 4) Product-specific Type III EPD は、単独の製造者による一製品のライフサイクルでの環境影響を示している。一方で、Industry-wide Type III EPD は Sector/industry-average EPD と同義であり、業界団体によって作成され、定義されたセクターや地理的範囲における企業群の類似製品の平均的な EDP を指す。

著者略歴



早川 梨穂（はやかわ りほ）
株式会社野村総合研究所 コンサルタント
2020 年に入社後、主に官公庁案件にて制度設計や調査分析事業に従事。
専門は、住宅・建築物分野での脱炭素、地方創生等。