

# 建築物の LCA 実施における評価の目安(案)

2019 年 3 月

日本建築学会 地球環境委員会 LCA 小委員会

## 1. 目安作成の目的

近年、LCA を活用した環境情報が、以前にも増して様々な形で活用されるようになってきている。建築分野においても CASBEE、LEED などの環境配慮設計における活用や、カーボンフットプリント、エコリーフ環境ラベルなどのような環境ラベル、ESG や CSR などの投資家向けの環境情報など様々な面で活用が進んできている。こうした背景を踏まえると、評価の考え方をまとめておくことは重要と考える。

建築物は基本的に一品生産である。そのため、画一的に評価の方法を規定することは容易なことではない。また、LCA 実施者によって、評価の目的もさまざまであり、評価におけるシステムバウンダリ（評価の枠組）の考え方も評価目的に応じて適切に判断されるべきである。以上の背景を踏まえ、本書類では、建築物の LCA を実施する際に考慮すべき内容を検討するうえで参考となるような、評価の目安を示すことを目的に記述する。

## 2. 本稿で取り扱う評価の対象

建築分野における LCA の活用実態調査<sup>1)</sup>によると、建築物にかかわる LCA の実施目的は多岐に亘ることがわかっている。そのため、すべての視点について、目安を作成することは容易なことではない。そこで、建築物のライフサイクルを通じての評価を行うことを想定して、目安を作成することとした。したがって、具体的な評価の視点（こだわりどころ）がある場合や、このうち的一部分（例：建設段階のみ、設備工事のみ）を対象とする場合には、その対象についてより詳細にデータ収集等を行って評価を行う必要がある。

## 3. 評価における機能単位の考え方

建築物に求められる機能は多様である。従って、多様な機能単位が考えられ得るが、多くの場合、棟・戸、あるいは面積を機能単位にとることが多い。また、これに加えて、耐用年数（想定使用年数）で除して評価することも多い。

## 4. プロセスとデータ収集の考え方

### 4.1 プロセスの考え方

建築物のライフサイクル評価では、資材製造プロセス、施工プロセス、運用（使用）プロセス、修繕・改修プロセス、解体・廃棄プロセスがある。また、新築・改修等における投入資材に関しては、資材の製造や輸送のプロセスに細分化できる。本稿では、これらのプロセ

スについて取り扱う。

## 4.2 データ収集の考え方(フォアグラウンドデータとバックグラウンドデータ)

LCA 実施においては、原則として評価にかかわるすべてのデータを収集することとなっている(ISO14040、14044)。しかし、データ収集のために膨大な労力を費やすこととなる。そのため、評価結果に直接的に大きな影響を及ぼすフォアグラウンドデータは自ら収集し(例:建物の資材投入量、エネルギー消費量)、間接的に影響する部分はバックグラウンドデータベースを用いて計算作業を実施する。また、ある特定のプロセス等において環境負荷が小さい技術・システムを用いている場合は、そのこだわりが反映できるように、フォアグラウンドデータとして実施者自らデータ収集する。

## 5. 各プロセスにおける評価の考え方

### 5.1 資材製造(新築時)プロセス

#### (1) 収集すべきフォアグラウンドデータ

建築物の場合、投入資材の製造負荷は、その投入資材量データを収集し、これにバックグラウンドデータベースを用いて評価する。ただし、公開されているバックグラウンドデータベースの多くは日本全体の平均値として整備されていることも少なくない。従って、材料の製造方法について環境負荷の小さい製法を用いている場合などは、そのこだわりが反映できるように、バックグラウンドデータ用いずにフォアグラウンドデータとして自ら収集することが望ましい。

収集すべき投入資材データは、建物に使用される投入資材すべてが原則である。また、評価する環境負荷物質によっては、単に材料量データだけを収集するだけではなく、製法(例:木材における乾燥方法)や素材の上流の情報(例:木材における再造林率)も重要になることがある。

#### (2) フォアグラウンドデータの情報源

##### ① 基本的な考え方

資材のフォアグラウンドデータは、実際に現場に搬入した投入資材量を計測できることが理想であるが、現実的には難しい。また、設計の初期段階で LCA を実施することを想定すると、設計段階における設計情報から資材量を拾い上げる方法、積算情報等から算出する方法などが考えられる。なお、積算情報を用いる場合は、積算段階の情報と実際の建物の建築にあたって投入される原材料量が異なる場合がある<sup>2)</sup>ことに留意する必要がある。

建築物の場合、部材点数が膨大になるケースが少なくない。概算的に行う場合は、影響が極めて小さいと考えられる資材について、カットオフ(インベントリ分析の結果に大きく寄与しないと考えられる部分を省くこと)して作業の軽減を図る方法もある。なお、建物の評

価において、多様な環境負荷物質・環境影響領域で評価し、支配的な要因について分析した例には文献<sup>3-5)</sup>がある。建築物の場合、環境負荷排出量の大部分は特定の投入資材によって占められることが多い。このことから、評価の目的・精度に応じて、カットオフを行って作業の軽減を図ることも選択肢である。

なお、カットオフを行う場合、カットオフ率（カットオフされたデータの全データに対する割合）を算出しておくことが重要である。その算出方法は、物量ベースでカットオフ率を算出することが望ましいが、投入資材をすべて重量・体積等に統一するためには大きな作業負荷がかかる。そのため、金額ベースで算出する方法もある。また、計算した結果についてカットオフ率をもとに割り戻して補完する方法も考えられる。

## ②建築学会ツールでの評価方法

基本的には評価者が自らフォアグラウンドデータを収集し、入力する。詳細は、建物の LCA 指針の 2.5.3 新築・建替・修繕・改修・廃棄 (6)主要資材物量の設定 (建物の LCA 指針 p.12) を参照。

## (3) その他

収集した投入資材の単位と、連鎖するバックグラウンドデータの機能単位が一致しないケースも少なくない。これらの単位換算には、対象資材の比重や単価等のデータを用いることが理想であるが、簡易的には文献<sup>6,7)</sup>などに掲載されている比重や単価データ等を用いて換算する方法もある。ただし、特に単価を用いた換算は、あくまでも平均的な単価で、実態を反映しない可能性があること、市況が常に変動することなどに十分留意する必要がある。

## 5.2 輸送プロセス

### (1) 収集すべきフォアグラウンドデータ

本来は、資材輸送で消費された燃料消費量を収集することが望ましいが、設計段階に評価を実施する場合はデータを得ることが難しい。このことから、輸送量や輸送距離をもとに環境負荷量を計算する形がとられることも多い (トン・キロ法)。多くの場合、輸送のバックグラウンドデータの機能単位は、輸送距離・重量となっている (例: ○○kg-CO<sub>2</sub>/tonkm)。また、バックグラウンドデータによっては、積載率、輸送車の積載重量別にデータが整備されている。そのため、輸送距離の情報と、積載率、輸送車の積載重量の情報を収集することになる。このほか、往路のみの負荷を考慮するか復路も考慮するかについても検討が必要である。

### (2) フォアグラウンドデータの情報源

#### ①基本的な考え方

輸送量や輸送距離をもとに環境負荷量を計算する場合、資材の重量・体積は、各プロセス

における収集データを用いる。輸送車種や積載率については、実務担当者等へのヒアリング等で情報を入手する形が考えられる。輸送距離については、地図情報などから輸送距離を得る方法がある。

特に資材の生産工場と施工現場との距離が離れている場合、また、投入資材重量が大きい資材（コンクリート、鉄筋・鉄骨・木材等）は、輸送距離に関する情報を収集することが望ましい。主要資材以外はカットオフ率を算出して割り戻して補完する方法も考えられる。

なお、公表されているバックグラウンドデータベースによっては、輸送（流通段階と称する場合もある）が計上されたものもある。これらは統計等を用いて平均的な輸送方法・距離による環境負荷が算出されている。これらのデータベースを活用する方法もある。

## ②建築学会ツールでの評価方法

建築学会で提供されている AIJ-LCA データベースは流通段階を考慮することができるようになっている。詳細は、建物の LCA 指針の 2.6 LCA データベース（建物の LCA 指針 p.14）を参照。

## 5.3 施工プロセス

### (1) 収集すべきフォアグラウンドデータ

施工プロセスでは、少なくとも現場で直接消費される、電力や燃料などのデータを収集する。しかし、建築前にはデータを得ることができないので、積算時の見積もりデータ等を用いて評価することも考えられる。

また、施工に伴って、使用資材の梱包材や、現場における加工に伴う端材が発生する。施工時の廃棄物処理はエネルギー消費量や CO<sub>2</sub> 排出量の視点ではほとんど影響しないことが多いが、資源消費や廃棄物などの他の影響も考慮する場合には、これらの処理に関わる環境負荷も計上することが重要である。

また、建物本体として用いられないが、施工に使用される資材がある。例えば、建築現場における仮設資材が挙げられる。これらも評価目的を踏まえ、必要な場合は評価に加えることが望ましい。なお、複数回使用される仮設資材の評価においては、他の施工現場も含めた使用回数で除して、当該現場での環境負荷として計上する方法もある。

このほか、土地利用の影響を考慮する場合には、土地利用に関する負荷を計上する必要がある。特に、建築前の敷地が森林で炭素が固定されている場合は、それらについて考慮することも重要である。

### (2) フォアグラウンドデータの情報源

#### ①基本的な考え方

施工におけるエネルギー消費量等を実測できれば理想だが、設計段階で評価を行うこと

を想定すると現実的には難しい。梱包材・端材の発生量や廃棄は、設計段階での正確な把握は難しいと考えられるが、実務経験者へのヒアリング等によって端材率等を設定して検討する方法もある。

こうした情報収集が難しければ、積算時の見積もり情報から設定する方法もある。例えば、長期修繕計画<sup>8)</sup>、建設工事標準歩掛<sup>9)</sup>、建築工事の積算<sup>10)</sup>などが参考にできる。概算として、統計（建設部門分析用産業連関表<sup>11)</sup>）を用いて算出された工事分倍率<sup>12)</sup>を乗じて計算する方法もある。ただし、これらで掲載されている値はあくまでも平均的なデータであり、建物ごとの差異は十分に考慮できない。また、施工時に発生する廃棄物については、建築系混合廃棄物の組成及び原単位調査報告書・建築物の解体に伴う廃棄物の原単位調査報告書<sup>13)</sup>なども参考にできる。

## ②建築学会ツールでの評価方法

建物の LCA 指針の 2.5.3 新築・建替・修繕・改修・廃棄 (7)新築工事の環境負荷設定 (建物の LCA 指針 p.12) を参照。

## 5.4 運用プロセス

### (1) 収集すべきフォアグラウンドデータ

運用エネルギーに関わる環境負荷は、建物の環境負荷評価において最も大きな影響を占めることが殆どである。また、建物の設計条件や入居者の生活スタイルによって、環境負荷量が大きく影響を受ける。従って、収集するデータの精度を高めるべきプロセスである。

理想は入居時の電力消費量や化石燃料消費量などを実測して分析することだが、設計段階で評価する場合はデータを得ることができないため計算で推計する方法が考えられる。また、評価の目的・システムバウンダリの考え方によっては、電力や化石燃料以外のデータも収集する必要がある。例えば、水に関する評価を行う場合、給湯や調理などの水消費量も考慮する必要がある。また、家庭生活における耐久消費財等も含めて評価する場合はそれらもデータ収集する必要がある。

### (2) フォアグラウンドデータの情報源

#### ①基本的な考え方

設計段階において、運用段階の電力消費量や化石燃料消費量などを計測することは不可能である。運用プロセスに関わる環境負荷は、エネルギー使用の合理化に関する法律（省エネ法<sup>14)</sup>）における省エネルギー計画書の作成過程で算出される、一次エネルギー消費量計算結果を用いる方法が考えられる。

設計の初期段階の場合など、建物の詳細が決まっていない場合は、概算として統計等から得られるデータを活用する方法もある。例えば、エネルギー経済統計要覧<sup>15)</sup>、非住宅建築

物の環境関連データベース (DECC) <sup>16)</sup>、平成24年度エネルギー消費状況調査 (民生部門エネルギー消費実態調査) <sup>17)</sup>などが考えられる。また、水の消費量については、国交省の公表資料 <sup>18)</sup>などを活用する方法がある。ただし、建物の仕様や入居者の生活スタイルによってばらつきが非常に大きいことを踏まえたうえで、結果の解釈を行う必要がある。

## ②建築学会ツールでの評価方法

上述 (①) の通り、省エネ法に基づく計算結果を活用することを想定している。詳細は、建物の LCA 指針の 2.5.1 運用エネルギー (建物の LCA 指針 p.11) を参照。

## 5.5 改修・修繕プロセス

### (1) 収集すべきフォアグラウンドデータ

本稿において改修とは、寿命を迎えた資材の取替 (例：耐用年数を迎えたエアコンの交換) などを想定している。一方、修繕は大掛かりなものではなく、日常の活動によって破損などが生じた場合に修理を行うこと (例：破れた壁紙を部分的にはり替え) を想定している。

改修・修繕ともに、更新される資材の製造は、その資材量データを収集することが理想ではあるが、設計等の段階でこれらのデータを収集することは難しい。改修は、投入されている資材の耐用年数情報を収集し、建物のライフサイクルにおいて何回改修が行われるか、すなわち、資材の投入回数の情報を整理する。修繕は、修繕率を想定して、1年あたりの修繕量を算出方法が考えられる。

また、改修・修繕が行われる場合、同じ仕様の資材が再度用いられるとは限らない。例えばエアコンは、更新される際により性能が高いものに交換されることがほとんどと考えられる。しかし、これらの将来技術を予測することは極めて難しいため、新築時と同じものが投入されると仮定することが多い。

また、精緻に検討を行う場合は、改修工事に伴って、改修資材に接合されるなどして、本来改修対象ではない資材が道連れ解体されるケースもある。評価の目的や精度を踏まえつつ、必要な場合はこれらも考慮することが重要である。

### (2) フォアグラウンドデータの情報源

#### ①基本的な考え方

改修や修繕で搬入された資材量を計測できることが理想であるが、現実的には難しい。また、設計の初期段階で LCA を実施することを想定すると、それぞれの資材の耐用年数情報を収集して更新回数を算出する方法が現実的と思われる。

改修や修繕の情報が十分に収集できない場合は、文献から参考値を引用する形が考えられる。例えば、建築物のライフサイクルコスト <sup>19)</sup>、ビルディング LC ビジネス百貨 <sup>20)</sup>、建築物のライフサイクルマネジメント用データ集 <sup>6)</sup>、建物の耐用年数ハンドブック <sup>21)</sup>、建築躯体・部材・設備等の耐用年数調査 <sup>22)</sup>などを活用して設定する方法も考えられる。ただし、

文献によって耐用年数の値がまちまちで、ばらつきが非常に大きいため、影響が大きい資材だけでも自らデータ収集するほうが望ましい。

建築物の場合、改修・修繕においても部材点数が膨大になるケースが少ない。概算的に行う場合は、評価の目的・精度に応じて、影響しないと考えられる資材についてカットオフして作業の軽減を図る方法もある。建築物の場合、環境負荷排出量の大部分は特定の内外装材や設備機器によって占められることが多いことが報告されている<sup>3-5)</sup>。更新・修繕は、耐用年数が短く更新頻度が多い、内外装材・設備機器（太陽光発電システム、エアコン等）などが挙げられる。

なお、カットオフ率の算出方法について、物量ベースでカットオフ率を算出することが望ましいが、投入資材をすべて重量・体積等に統一するためには大きな作業負荷がかかる。そのため、金額ベースで算出する方法もある。算出したカットオフ率をもとに、計算した結果をカットオフ率で割り戻して補完する方法も考えられる。

## ②建築学会ツールでの評価方法

建物の LCA 指針の 2.5.3 新築・建替・修繕・改修・廃棄 (3)建物部材の更新周期、(9)修繕の環境負荷設定、(10)改修工事の環境負荷設定（建物の LCA 指針 p.12、13）を参照。

## (3) その他

5.1(3)でも記載したが、収集した改修や修繕に関わる投入資材の単位と、連鎖するバックグラウンドデータの機能単位が一致しないケースも少なくない。これらの単位換算は、実際の単位換算データを用いることが理想であるが、簡易的には文献<sup>6,7)</sup>などに掲載されている単価データ等を用いて換算する方法もある。ただし、特に単価については、あくまでも平均的な単価で、実態を反映しない可能性があること、市況が常に変動することなどに十分留意する必要がある。

## 5.6 解体・廃棄物処理プロセス

### (1) 収集すべきフォアグラウンドデータ

理想的には建物の解体に伴う原材料やエネルギー等の消費量、解体に伴う種類別の廃棄物発生量、またその処理に伴う原材料やエネルギー等の消費量が収集できれば良いが、それらは不可能に近い。特に設計段階で分析することを想定すると、長期間が経過した未来のことであるため、不可能である。そこで、仮定条件を置いて推計する方法が考えられる。解体や廃棄は、建物のライフサイクルにおいてエネルギー消費や CO<sub>2</sub> 排出量の視点で見ると大きくないことが多いが、埋め立て処分量などの他の環境影響を考慮する場合は影響が大きくなることが想像される。従って、評価する環境影響を十分に考慮してデータ収集を行う必要がある。

## (2) フォアグラウンドデータの情報源

### ① 基本的な考え方

設計段階等では、将来の解体・廃棄物処理の状況を想定することは難しい。そのため、解体は文献等の値をもとに解体に伴う重機等のエネルギー消費量を推計する方法が考えられる。ただし、解体方法によってエネルギー消費量は大きく異なることに留意する必要がある。

廃棄物発生量は、投入資材データをもとに解体された場合の廃棄物量を推計する方法が考えられる。ただし、解体方法や分別によって、種類別の発生量は大きく影響を受け、特に、分別不可能な混合廃棄物が大量に発生する場合もあり、それが環境影響を大きくする可能性もあることに十分な注意が必要である。廃棄物の処理方法も、現状の一般的な処理技術等を踏まえて設定する方法が考えられる。

十分にデータを得られない場合、概算的に環境負荷を算出することが考えられる。そのためには、既往の文献の事例データを参考にする方法もある。例えば、建設副産物実態調査<sup>23)</sup>、新・解体工法と積算<sup>24)</sup>、建築系混合廃棄物の組成及び原単位調査報告書・建築物の解体に伴う廃棄物の原単位調査報告書<sup>13)</sup>、解体・リサイクル技術ノート<sup>25)</sup>、低層住宅建設系廃棄物処理ガイドライン<sup>26)</sup>、製品 LCA 実施手引書（平成 19 年 3 月 Appendix.3 戸建住宅のインベントリ分析）<sup>27)</sup>などが挙げられる。バックグラウンドデータベースの中には、こうした事例データをもとにインベントリデータが作成されているケースもある。

### ② 建築学会ツールでの評価方法

建物の LCA 指針の 2.5.3 新築・建替・修繕・改修・廃棄 (11) 廃棄処分の環境負荷設定 (建物の LCA 指針 p.13) を参照。また、12.3 節にも参考情報が掲載されている。

## 5.7 創エネプロセス

### (1) 収集すべきフォアグラウンドデータ

近年、太陽光発電などの創エネ設備が設置された建物も少なくない。こうした創エネ設備によって創出されるエネルギーを評価に加味する場合は、これらのデータも収集する必要がある。特に太陽光発電は設置場所によって発電量が大きく影響を受ける。そのため、できる限り妥当性の高いデータを収集する必要がある。

また、精緻に検討を行う場合は、創エネ設備の劣化等について考慮することも考えられる。ただし、実績が不十分なこと、設置環境に依存することなど不確実な要素が多いことも想像される。評価の目的や精度を踏まえつつ、必要な場合はこれらも考慮すると同時に、結果解釈の際はこれらの不確実性に十分に留意することが重要である。

## (2) フォアグラウンドデータの情報源

### ① 基本的な考え方

理想は設備稼働時の創エネ量を実測することだが、設計段階ではデータを得ることができないため、シミュレーションなどにより推計することが考えられる。

## 6. おわりに

本書はあくまでも案として取りまとめたものである。様々な視点における建物の評価事例などが一層蓄積されていくことで、今後一層の質の向上が必要と認識している。

## 7. 参考文献

- 1) 小林謙介、磯部孝行：建築分野における LCA の利活用の実態と今後の課題、日本建築学会技術報告集、第 58 号、pp.1129-1134、2018.10
- 2) 清家剛、兼松学、小林謙介、磯部孝行、名取発：LCCM を指向とした環境配慮住宅の LCCO<sub>2</sub> 評価に関する研究データの不確実性と精度を考慮した CO<sub>2</sub> 削減目標の実現性検証手法、日本建築学会環境系論文集 No.707 pp.55-65、2015.01
- 3) 牧村彰一、小林謙介：住宅の LCA における基礎的分析と評価における目安の検討 ～その 2 異なる評価の枠組みやデータベースを用いたケーススタディ～、日本建築学会大会学術講演概要集 D-1、pp.1139-1140、2018.9
- 4) 小林謙介、牧村彰一：住宅の LCA における基礎的分析と評価における目安の検討 ～その 1 IDEA Ver.2.2 を用いた試算に基づく支配的要因の整理～、日本建築学会大会学術講演概要集 D-1、pp.1137-1138、2018.9
- 5) 牧村彰一、平林茜、小林謙介：マルチクライテリアでの評価を想定した建築物のライフサイクルにおける支配的要因の分析、第 14 回日本 LCA 学会大会講演要旨集、2019.3、pp.392-393
- 6) 公益社団法人ロングライフビル推進協会 (BELCA)、建築物のライフサイクルマネジメント用データ集、2017.3
- 7) 一般財団法人 経済調査会、積算資料
- 8) 国 土 交 通 省、  
[http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/jutakukentiku\\_house\\_tk5\\_000052.html](http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/jutakukentiku_house_tk5_000052.html) (長期修繕計画などに関するサイト)
- 9) 一般財団法人 経済調査会、建設工事標準歩掛
- 10) 一般財団法人 経済調査会、建築工事の積算
- 11) 国土交通省 総合政策局情報政策課、平成 23 年 (2011 年) 建設部門分析用産業連関表、  
[http://www.mlit.go.jp/toukeijouhou/chojou/gai\\_tokubetutyousa.htm](http://www.mlit.go.jp/toukeijouhou/chojou/gai_tokubetutyousa.htm)

- 12) 日本建築学会建、建物の LCA 指針 ～温暖化・資源消費・廃棄物対策のための評価ツール～ 改定版、2013.2
- 13) 一般財団法人 日本建設業連合会、建築系混合廃棄物の組成及び原単位調査報告書・建築物の解体に伴う廃棄物の原単位調査報告書、2012.11
- 14) 国土交通省、建築物省エネ法のページ、  
[http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/jutakukentiku\\_house\\_tk4\\_000103.html](http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/jutakukentiku_house_tk4_000103.html)
- 15) 一般財団法人 省エネルギーセンター、エネルギー・経済統計要覧
- 16) 一般財団法人 日本サステイナブル建築協会、非住宅建築物の環境関連データベース (DECC)、<http://www.jsbc.or.jp/decc/>
- 17) 平成 24 年度エネルギー消費状況調査 (民生部門エネルギー消費実態調査)
- 18) 国土交通省、  
[http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/mizukokudo\\_mizsei\\_tk2\\_000014.html](http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/mizukokudo_mizsei_tk2_000014.html)
- 19) 一般財団法人 建築保全センター、建築物のライフサイクルコスト
- 20) 建築・設備維持保全推進協会、ビルディング LC ビジネス百貨、1992.6
- 21) 公益社団法人ロングライフビル推進協会 BELCA、建物の耐用年数ハンドブック、2012.4
- 22) 公益社団法人ロングライフビル推進協会 BELCA、建築躯体・部材・設備等の耐用年数調査、1998.3
- 23) 国土交通省、建設副産物実態調査、  
[http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d02status/d0201/page\\_020101census.htm](http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d02status/d0201/page_020101census.htm)
- 24) 解体工法研究会、新・解体工法と積算、2017.4
- 25) 財団法人 日本建築センター、解体・リサイクル技術ノート、1999.1
- 26) 社団法人 住宅生産団体連合会、低層住宅建設系廃棄物処理ガイドライン、1999.3
- 27) 製品 LCA 実施手引書 (平成 19 年 3 月 Appendix.3 戸建住宅のインベントリ分析)