

PARTⅢ. 解 説

1. CASBEE の全体像

1.1 サステナビリティ推進のための方策

大量の資源・エネルギーを消費・廃棄している建築分野において、サステナビリティを推進するための具体的な技術手段、政策手段の開発と普及は急務である。サステナブル建築を推進する手段として環境建築教育、情報発信、法律等による規制などが考えられるが、最も実効性のある手法は、評価システムに基づく市場メカニズムの導入であると言われている。現に、1980年代後半からサステナブル建築推進の動きが急速に広がるなかで、BREEAM(Building Research Establishment Environmental Method^{*1})、LEEDTM (Leadership in Energy and Environment Design^{*2})等、多くの建築物の環境性能評価手法が広く世界的関心を集めるに至っている。そして、評価の実施および結果の公表は、今や建物の発注者やオーナー、設計者、ユーザー等に対する優れたサステナブル建築を開発し普及するためのインセンティブとして最も有望な方策の一つと見られている。

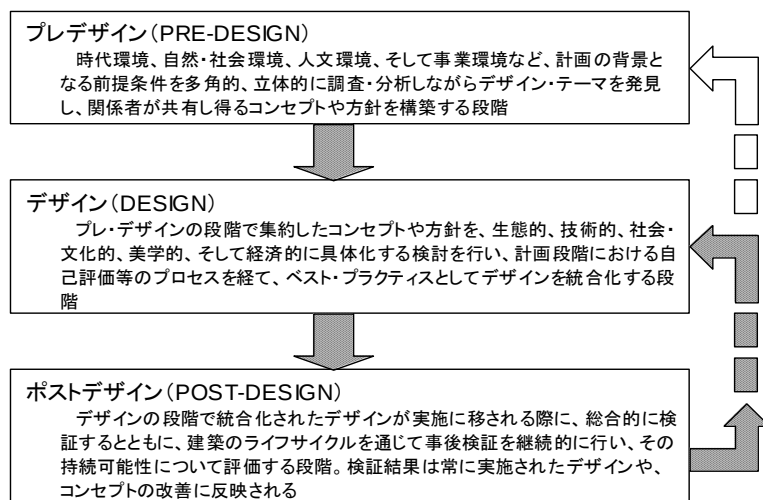
CASBEEは、以下を基本方針として開発された。

- ① より優れた環境デザインを高く評価し、設計者等に対するインセンティブを向上させるような構成とする。
- ② 可能な限りシンプルな評価システムとする。
- ③ 幅広い用途の建物に適用可能なシステムとする。
- ④ 日本・アジア地域に特有の問題を考慮したシステムとする。

1.2 CASBEE の枠組み: CASBEE ファミリー

1.2.1 建築物のライフサイクルと4つの基本ツール

CASBEEは図Ⅲ.1.1に示される、プレデザインに始まり、デザイン、ポストデザインとつながる建築デザインプロセスの流れ^{*3}に沿って開発された。



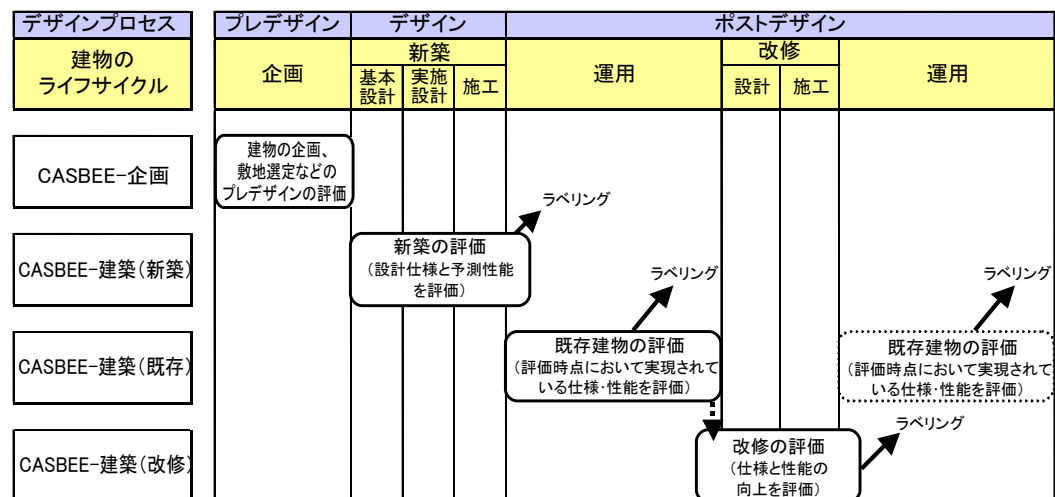
図Ⅲ.1.1 建築物の循環的デザインプロセス

*1 イギリス建築研究所(1990)

*2 US グリーンビルディング協会(1997)

*3 日本建築学会地球環境委員会サステナブル・ビルディング小委員会「サステナブル・ビルディングに関する国内外の動向調査と提言」(2001)

CASBEEは建築物のライフサイクルに対応して、CASBEE-企画、CASBEE-建築（新築）、CASBEE-建築（既存）、CASBEE-建築（改修）の4つの評価ツールから構成され、デザインプロセスにおける各段階で活用される。（図Ⅲ.1.2）。これら4つの基本ツールおよび次節に示す個別目的への拡張のためのツールを総称して、「CASBEEファミリー」と呼んでいる。各ツールにはそれぞれ目的とターゲットユーザーが設定されており、評価対象とする様々な建物の用途（事務所、学校、集合住宅等）に対応できるように設計されている。



図Ⅲ.1.2 建築物のライフサイクルと CASBEE の4つの基本ツール

CASBEE-企画（開発中）

プロジェクトの企画（プレデザイン）の際に、オーナーやプランナーを支援することを目的とする。大きくは、以下の二つの役割を想定している。

- 1) プロジェクトの基本的な環境影響等を把握し適切な敷地選定を支援する。
- 2) 企画段階でのプロジェクトの環境性能を評価する。

CASBEE-建築（新築）

設計者やエンジニアが、設計期間中に評価対象建築物のBEE値等を向上させるための自己評価チェックツールであり、設計仕様と予測性能に基づき評価を行う。専門家による第三者評価を行えば、ラベリングツールとしても活用される。

CASBEE-建築（既存）

既存建築ストックを対象とする評価ツールで、竣工後約1年以上の運用実績に基づき評価する。資産評価にも活用できるものを意図して開発された。

CASBEE-建築（改修）

「CASBEE-建築（既存）」と同様、既存ストックを対象とし、今後重要性が増すESCO事業やストック改修への利用も視野に入れており、建物の運用モニタリング、コミショニングや、改修設計に対する提案等に活用できるツールである。

1.2.2 個別目的への CASBEE の活用

CASBEEの基本ツール群を発展させ、多様な個別目的にも対応可能なものとしている。

(1) 戸建住宅への適用

CASBEEの基本ツールの評価対象に集合住宅は含まれているが、戸建住宅は含まれない。戸建住宅を評価するための評価ツールとして「CASBEE-戸建(新築)」と「CASBEE-戸建(既存)」を開発した。

(2) 集合住宅の住戸部分に対する評価

集合住宅は建物全体については、CASBEE-建築(新築)で評価されるが、住棟の中の位置によって性能が変わると考えられる住戸単位の性能については評価することができない。住戸ごとの環境性能を評価するためのツールとして「CASBEE-住戸ユニット(新築)」を開発した。

(3) 短期使用建築物への適用

仮設建築物のように短期間の使用を意図して建設される建物について評価を行うツールとして「CASBEE-短期使用」が開発された。これは「CASBEE-建築(新築)」の拡張版として位置づけられている。

(4) 地域特性への配慮

「CASBEE-建築(新築)」は、前述のように地方自治体での建築行政にも利用できる。活用する自治体では、気象条件や重点施策等、各地域の事情に合わせ、重み係数などの変更を行い使用することができる。各自治体では、省エネルギー計画書と同様に建築確認申請時に行政への届出を義務付けることで、その地域に建設される建築物の環境性能向上に役立てることができる。

一例として、名古屋市建築物環境配慮制度による「CASBEE名古屋」が2004年4月より実施された。

なお、地域特性に対するフレキシビリティはCASBEEファミリーに共通のものと考えてよい。

(5) ヒートアイランド影響への詳細評価

東京や大阪等の大都市圏ではヒートアイランド現象に関する問題が深刻化している。CASBEE-ヒートアイランドは、建築物におけるヒートアイランド現象緩和への取組みを評価するツールとして開発された。これは基本ツールに含まれるヒートアイランドに関する評価項目に対して、より詳細かつ定量的な評価を行う役割を持つ。

(6) 不動産市場における活用

環境配慮建築物の普及を促進する上では、建築物の環境対策を不動産の付加価値向上に結び付ける仕組みが必要とされる。特に既存建築物については、建物所有者や、投資家、建物利用者、管理者など、新築時と異なったステークホルダーが対象となるため、これらの人々が利用しやすい評価の仕組みが必要とされる。このため、評価対象を特に不動産の付加価値向上に関連する項目に絞り込み、評価基準を大幅に簡易化した、「CASBEE-不動産」を開発した。評価対象は、竣工後1年以上の運用実績がある既存建築物である。

(7) 地区スケールへの拡張

CASBEEの基本ツールは、単体建築物を評価対象としているが、建築物群となった際の環境性能を評価することも重要である。最近の都心再開発に多く見られるように、周辺の街区を一体として計画を行う場合、例えば地区全体で面的なエネルギー利用を推進することで、周辺環境に対するプラス効果、すなわち環境品質(Q)の向上が期待される。たとえ棟ごとに建築主が異なっても街区内の建物に対して共通の制約を課すことにより、地区全体での環境性能向上に取組むことができる。このような「都市再生」を通じた取組みや、複数建物を含む地区一帯での取組み評価も視野に入れた上で、「CASBEE-街区」(旧名: CASBEEまちづくり)を開発した。

(8) 都市スケールへの拡張

地区スケールを超えて都市スケールにおける環境性能を評価するツールとして「CASBEE-都市」を開発した。これは地方公共団体の環境施策の実施を支援する目的で開発されており、行政が自らの環境施策とその効果を市区町村の行政区単位で評価するものである。

表Ⅲ.1.1 CASBEE の拡張ツール（2014.07 現在）

用 途	名 称	概 要
戸建住宅評価	CASBEE-戸建(新築) CASBEE-戸建(既存)	戸建住宅における CASBEE 評価
集合住宅の住戸部分評価	CASBEE-住戸ユニット(新築)	集合住宅の住戸部分の CASBEE 評価
短期使用建築物	CASBEE-短期使用	現在は全用途に対応
個別地域適用	—	CASBEE-建築(新築)を地域性に合わせて変更
ヒートアイランド現象緩和対策評価	CASBEE-ヒートアイランド	CASBEE におけるヒートアイランド評価の詳細版
不動産市場における活用	CASBEE-不動産	既存建築物を対象とした、不動産市場における CASBEE 評価の活用
建築群(地区スケール)の評価	CASBEE-街区	地区スケールにおける主として外部空間の CASBEE 評価
都市スケールの評価	CASBEE-都市	行政が自らの環境施策とその効果を市区町村の行政区単位で評価

1.3 CASBEE 開発の背景

1.3.1 環境性能評価の歴史的展望

(1) 第一段階の環境性能評価

日本において最も初期から行われてきた建築物の環境性能評価は、建築物の主として屋内環境の性能を評価するための手法であり、言い換えれば、基本的に建物ユーザーに対する生活アメニティの向上、あるいは、便益の向上を目指した評価である。これを建築物の環境性能評価の第一段階と呼ぶことができる。この段階では、地域環境、地球環境を開放系とみなすことが一般的であり、外部に与える環境負荷に関する配慮は希薄であった。この意味で、環境評価の前提となる理念は、逆の意味で明快であった。

(2) 第二段階の環境性能評価

1960年代には、東京などの都市域で大気汚染やビル風等に対する一般市民の関心が高まり、これらの問題への対応が環境影響評価という形で社会に定着した。この時はじめて環境性能評価の中に環境負荷の視点が入り入れられることになった。これを建築物の環境性能評価の第二段階とすることができる。ここでは、ビル風、日照阻害など、建物の周辺に対する負の側面(いわゆる都市公害)のみが環境影響(すなわち環境負荷)として評価された。言い換えれば、第一段階における評価の対象は私有財としての環境であるのに対し、第二段階のそれは主として公共財(或いは非私有財)としての環境である。

(3) 第三段階の環境性能評価

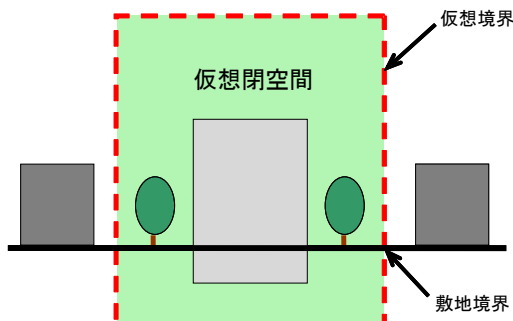
次の第三段階は、1990年代以降に地球環境問題が顕在化してから話題になった建築物の環境性能評価である。これに関しては、既に多くの研究実績に基づく具体的な手法が提案されており、BREEAM、LEEDTM、SB Toolなどがこれに含まれる。このような建築物の環境性能評価手法は、近年先進国を中心に急速に社会に普及し、世界各国で環境配慮設計や環境ラベリング(格付け)の手法として利用されている。

この段階における評価の重要な点は、建設行為の負の側面、言い換えれば、建築物がライフサイクルを通じて環境に及ぼす環境負荷、すなわちLCAの側面にも配慮したことである。その一方で、従来型の建築物の環境性能もまた、第一段階と同様に評価対象に含まれている。ここで指摘すべきは、上記のいずれの評価ツールにおいても、第一段階と第二段階における、性格の異なる2つの評価対象の基本的な相違が明確に意識されていないことである。すなわち概念の異なる評価項目が並列に並んでいると同時に、評価対象の範囲(境界)も明確に規定されていない。この点において、第三段階の評価手法の考え方は、第一段階、第二段階に比べて評価対象の枠は拡張された反面、環境性能評価の前提としての枠組みが不明瞭になってしまったと考えられる。

1.3.2 第四段階の環境性能評価:新しいコンセプトによる建築物の総合的環境性能評価

以上のような背景から、既存の環境性能評価の枠組みを、サステナビリティの観点からより明快なシステムに再構築することが必要という認識に立って開発されたのがCASBEEである。そもそも前述した第三段階の環境性能評価の開発は、地域や地球の環境容量がその限界に直面したことからスタートしたものであるから、建築物の環境性能評価に際して環境容量を決定できる閉鎖系の概念の提示は欠かせないことである。それゆえ、CASBEEでは図に示されるように建築敷地の境界や最高高さによって区切られた仮想閉空間を建築物の環境評価を行うための閉鎖系として提案した。この仮想境界を境とする敷地内の空間はオーナー、プランナーを含め建築関係者によって制御可能であり、一方敷地外の空間は公共的(非私有)空間で、ほとんど制御不能な空間である。

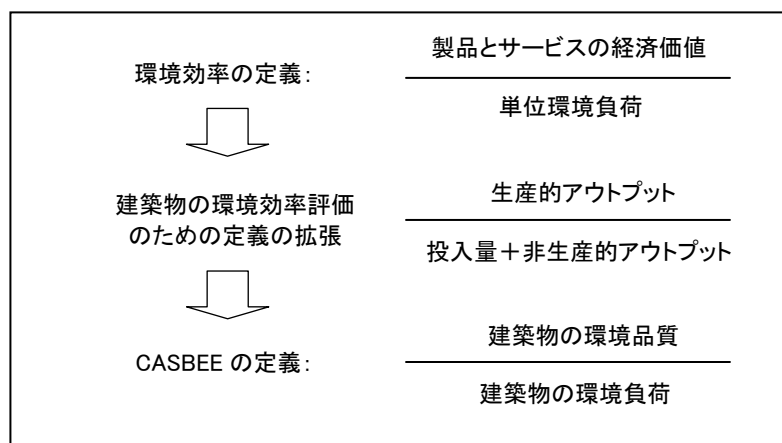
環境負荷はこのような概念の下で、「仮想閉空間を越えてその外部(公的環境)に達する環境影響の負の側面」と定義される環境要因である。仮想閉空間内部での環境の質や機能の改善については、「建物ユーザーの生活アメニティの向上」として定義する。第四段階の環境性能評価では、両要因を取り上げた上でそれぞれ明確に定義し、区別して評価する。これによって評価の理念がより明確になる。この新しい考え方こそがCASBEEの枠組みの基盤となっている。



図Ⅲ.1.3 敷地境界によって区分される仮想閉空間

1.3.3 環境効率(エコ・エフィシェンシー)から BEE(建築物の環境効率)へ

CASBEEでは建築敷地内外の2つの要因を統合して評価するために、エコ・エフィシェンシー(環境効率)の概念を導入した。エコ・エフィシェンシーは通常「単位環境負荷当たりの製品・サービス価値」と定義される^{*4}。そこで、「効率」は多くの場合、投入量(インプット)と排出量(アウトプット)との関係で定義されるので、エコ・エフィシェンシーの定義を拡張して新たに「(生産的アウトプット)を(インプット+非生産的アウトプット)で除したもの」というモデルを提案することができる。図Ⅲ.1.4に示すようにこの新しい環境効率のモデルからさらに建築物の環境効率(BEE; Built Environment Efficiency)を定義し、これをCASBEEの評価指標とした。



図Ⅲ.1.4 環境効率(エコ・エフィシェンシー)の概念から BEE への展開

1.4 CASBEE による評価のしくみ

1.4.1 2つの評価分野:QとL

CASBEEでは、敷地境界等によって定義される「仮想境界」で区分された内外2つの空間それぞれに関係する2つの要因、すなわち「仮想閉空間を越えてその外部(公的環境)に達する環境影響の負の側面」と「仮想閉空間内における建物ユーザーの生活アメニティの向上」を同時に考慮し、建築物における総合的な環境性能評価のしくみを提案した。CASBEEではこれら2つの要因を、主要な評価分野Q及びLとして次のように定義し、それぞれ区別して評価する。

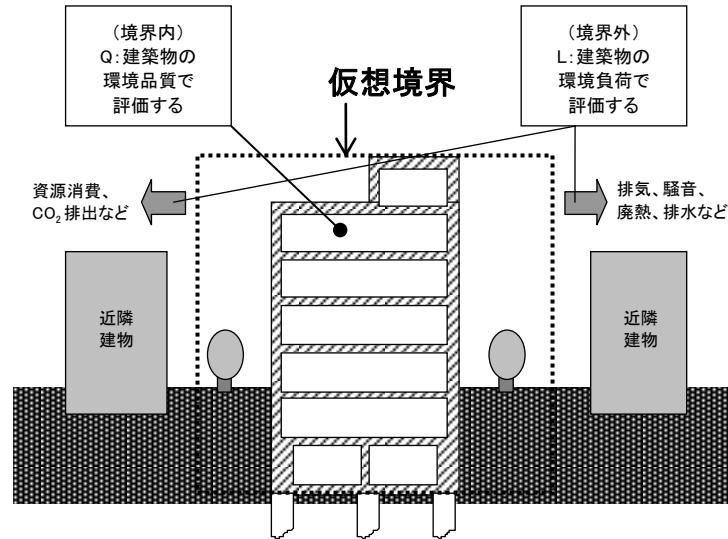
・Q(Quality) 建築物の環境品質:

「仮想閉空間内における建物ユーザーの生活アメニティの向上」を評価する

・L(Load) 建築物の環境負荷:

「仮想閉空間を越えてその外部(公的環境)に達する環境影響の負の側面」を評価する

^{*4} 持続可能な発展のための世界経済人会議(WBCSD)

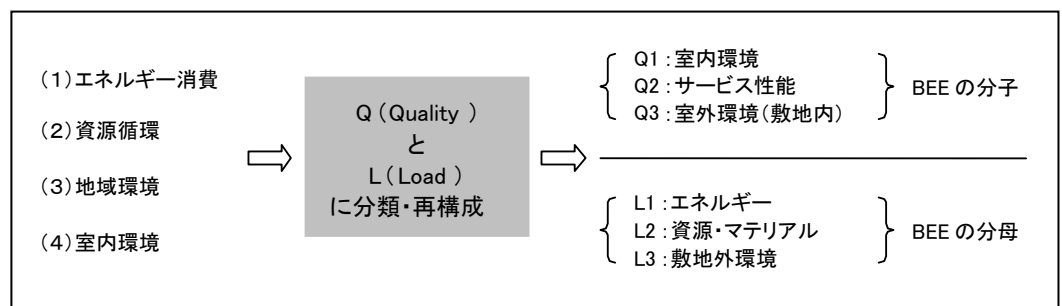


図Ⅲ.1.5 仮想閉空間の概念に基づく「Q 建築物の環境品質」と
「L 建築物の環境負荷」の評価分野の区分

1.4.2 CASBEE で評価対象として選んだ 4 つの主要分野とその再構成

CASBEEの評価対象は、(1) エネルギー消費(energy efficiency)、(2) 資源循環(resource efficiency)、(3) 地域環境(outdoor environment)、(4) 室内環境(indoor environment)の4分野である。この4分野は、概ね前述の国内外の既存評価ツールと同等の評価対象となっているが、必ずしも同じ概念の評価項目を表現するものではなく、同列に扱うことが難しい。従って、この4分野の評価項目の中身を整理して再構成する必要がある。

その結果、評価項目は図Ⅲ.エラー! 参照元が見つかりません。1.6に示すようなBEEの分子側Q(建築物の環境品質)と分母側L(建築物の環境負荷)に分類された。そして、QはQ1:室内環境、Q2:サービス性能、Q3:室外環境(敷地内)の3項目に分けて評価し、Lは、L1:エネルギー、L2:資源・マテリアル、L3:敷地外環境の3項目で評価する。



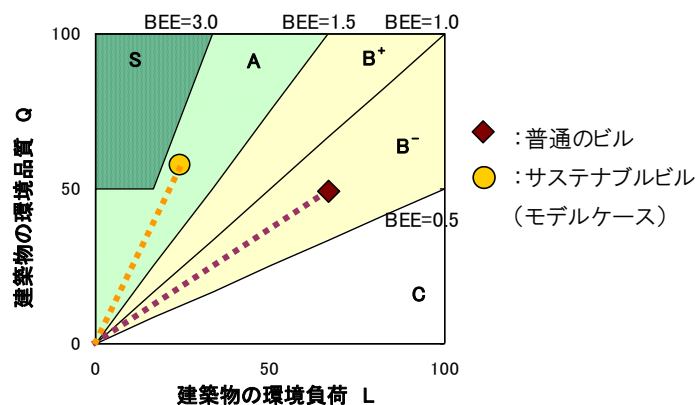
図Ⅲ.1.6 Q(建築物の環境品質)とL(建築物の環境負荷)による評価項目の分類・再構成

1.4.3 環境効率(BEE)を利用した環境ラベリング

前項で整理したように、QとLの2つの評価区分を用いた環境効率(BEE)は、CASBEEの主要概念である。ここで、BEE(Built Environment Efficiency)とは、Q(建築物の環境品質)を分子として、L(建築物の環境負荷)を分母とすることにより算出される指標である。

$$\text{建築物の環境効率(BEE)} = \frac{\text{Q(建築物の環境品質)}}{\text{L(建築物の環境負荷)}}$$

BEEを用いることにより、建築物の環境性能評価の結果をより簡潔・明確に示すことが可能になった。Qの値が横軸のLに対して縦軸にQがプロットされる時、グラフ上にBEE値の評価結果は原点(0,0)と結んだ直線の傾きとして表示される。Qの値が高く、Lの値が低いほど傾きが大きくなり、よりサステナブルな性向の建築物と評価できる。この手法では、傾きに従って分割される領域に基づいて、建築物の環境評価結果をランキングすることが可能になる。グラフ上では建築物の評価結果をBEE 値が増加するにつれて、Cランク(劣っている)からB⁻ランク、B⁺ランク、Aランク、Sランク(大変優れている)としてランキングされる。



図Ⅲ.1.7 BEEに基づく環境ラベリング

1.5 CASBEE による評価範囲の基本的な考え方

CASBEEは建築物の環境性能について着目し、その総合的な評価を行うためのツールである。従って、建築物に関わるすべての性能や質を評価することを目的としていない。特に、審美性とコスト／収益性に関しては、それぞれの専門分野で評価体系がすでに別途形成されていると考えられることなどから、CASBEEの評価対象から除外した。

(1) 審美性の評価について

CASBEEでは「建築物の環境品質」としてユーザーの生活アメニティや働きやすさに重点を置いて評価する。ここには建物の配置、形状、外装材料等の景観配慮や、地域性に対する配慮に関する取組みについて含めるが、客観的評価が困難な「建物の美しさ」などの審美的デザイン性の評価は取り扱わないこととした。

(2) コスト／収益性の評価について

事業主が建築物の環境性能の向上にどれだけ投資するかについては、できあがった建物の市場価値や、そこで営まれる事業がもたらす収益等、地球環境問題とは別の視点が判断要素の大部分を占める。民間、公共を問わず、広範な建築物の用途に適用できる評価ツールを目指すCASBEEにおいては、このような費用対効果の評価は個別の事業環境に応じた事業者の判断に委ねるべきと考え、評価の対象に含まないこととした。

なおCASBEEは、幅広い経済性を前提として、「品質と環境のベストバランス」を考えるための指標としての役割を持つものであり、評価項目の中には「地域に対する配慮」のような社会的視点も含んでいる。

1.6 CASBEE の活用

CASBEEは現在、以下に示すさまざまな目的での活用が行われている。

1.6.1 建築行政への活用

名古屋市は環境保全条例に基づいて、延床面積2000㎡を超える建築物の新築・増築・改築をする建築主に対し、CASBEE名古屋による評価結果の届出を義務づける、建築物環境配慮制度を2004年4月より運用開始した。また、横浜市は名古屋市と同様に、CASBEE横浜による届出制度を2005年7月より開始した。2014年7月現在、24の地方公共団体でCASBEEの活用が既に実施されており、その他の自治体でも導入の検討が進められている。詳細についてはCASBEEのホームページを参照のこと。

1.6.2 民間での活用

(1) 設計者のための環境配慮設計への活用

建築物の設計を行う際に環境性能面からのチェックを行い、建築主等へ環境に配慮した設計の内容を客観的に明示できるような評価ツールとする。また、建築主、設計者等が自らISO14000等による環境マネジメント行動を評価するための間接的目標設定の指標としても活用できるものとする。

(2) 建築物の資産評価に利用可能な環境ラベリングへの活用

建築物の資産評価の際に活用できる環境ラベリングツールとしての利用が可能なものとする。特に第三者機関による認証を取得することで、公的な信頼性を得たラベリングとして、資産評価に反映することが容易となる。

(3) ESCO 事業やストック改修での利用を視野に入れた環境性能診断/改修設計への活用

ESCO(Energy Service Company)事業やストック改修への利用も視野に入れた、建物の運用モニタリング・コミショニングや改修設計に対する提案等に活用できるツールとする。CASBEE-建築(改修)の評価においては、省エネ改修等に活用可能なツールとする。

(4) 設計コンペ・プロポーザル、PFI 事業者選定への活用

CASBEEは、設計コンペ・プロポーザルの採点や、PFI事業者選定の評価、設計段階における環境性能条件の確認などへの活用が進みつつある。建築物の総合環境性能表示は、建築主と設計者、あるいは建物所有者と入居者などの間で環境に関する性能目標を取り決める場合にも活用できる。地方自治体のみならず民間建築主が設計者に対して総合環境性能目標を条件提示することや、限られた予算内で最大限の環境性能を発揮する設計提案をした設計者の得点を上げるなどの活用方法も考えられる。

(5) 国際的ツールとしての活用

国際標準化機構ISOにおいてもTC59/SC17において建築物の環境性能評価手法に関する国際規格化作業が進められており、2010年6月には、ISO21931-1「構築物の環境性能評価手法のための枠組み：第一部 建築物」が発行された。CASBEEをはじめとする環境性能評価手法について世界共通の枠組みが規定されている。国際規格に適合した評価システムであれば、環境ラベルの多国間相互認証などの形で国際的にも通用するものになると考えられる。例えば、日本に進出する外資系企業が建物を賃貸あるいは購入する場合や、日本企業が海外に工場を建てる場合など、ISO規格に適合した評価システムであれば海外にも通用するものと期待される。中国では、2008年に開催される北京オリンピック競技施設の設計・建設・運営に適用される環境性能評価システム(GOBAS: Green Olympic Building Assessment System)が、清華大学の江教授を中心とするグループで開発され、2003年8月に公表された。日本が参加する機会が増えている中国・アジアなどの国際コンペなどにも総合環境性能評価システムが活用される日は近いといえよう。

1.6.3 教育への活用

大学等、建築専門教育においてもCASBEEの活用が進んでいる。現在では、建築学科を擁する大学の多くで、環境計画演習等に用いられている。また、すでに実務に就いている建築専門家についても、建築に係る職能団体や学術団体による継続職能教育(CPD)への活用を期待している。

1.7 CASBEE 評価認証制度と評価員登録制度

次に説明するCASBEE評価認証制度及び評価員登録制度は、(一財)建築環境・省エネルギー機構が実施している。また、CASBEE評価認証制度については、(一財)建築環境・省エネルギー機構が認定する認証機関でも実施している。

1.7.1 評価認証制度

CASBEEの活用は前項に示したとおりであるが、CASBEEの評価結果を第三者に提供する場合には、その信頼性や透明性の確保が重要となってくる。評価認証制度は、情報提供を行う場合の信頼性の確保の観点から設けられた制度で、CASBEEによる評価結果の的確性を確認することにより、その適正な運用と普及を図ることを目的としている。設計者、建築主、施工者等が当該建築物の資産価値評価やラベリング等の信頼性を確保するために活用する制度となっている。認証対象となる建物は、CASBEE-建築(新築)によって評価されたものだけでなく、-建築(既存)、-建築(改修)、-戸建、-不動産、-街区を幅広く対象とする。

1.7.2 評価員登録制度

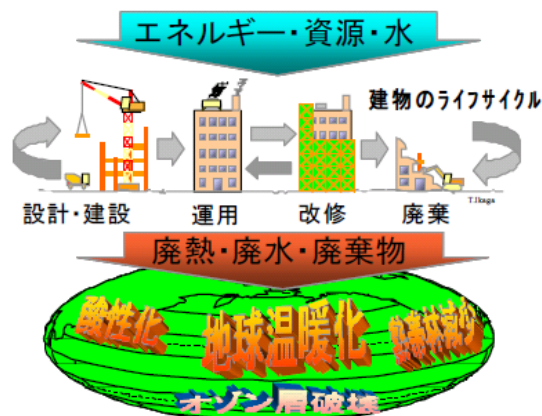
CASBEEの評価は可能な限り定量的な評価とすることを基本としているが、定性的な評価項目が含まれていることから、建築物の総合的な環境性能評価に関する知識及び技術を有する専門技術者が求められる。このため、「CASBEE評価員登録」制度が設けられた。評価員になるためには、「評価員養成講習」の受講と「評価員試験」に合格し、「登録」を受ける必要がある。現在、CASBEE-建築(新築)、-建築(既存)、-建築(改修)を扱う専門技術者として「CASBEE建築評価員」と、CASBEE-戸建を扱う「CASBEE戸建評価員」、CASBEE-不動産を扱う「CASBEE不動産評価員」の3つが設けられている。なお、CASBEE建築評価員の受験資格は、一級建築士とされている。

2. ライフサイクル CO₂

2.1 LCCO₂とは

地球環境に対する影響を評価するためには、建設してから解体するまでの建築物の一生(これをライフサイクルと呼ぶ)で評価することが重要である。さらに地球環境に対する影響の中でも、現在最も重要視されているのが地球温暖化問題であり、その影響を計るためには、地球温暖化ガスの代表的なCO₂がどれくらい排出されるかという総量に換算して比べることが一般的である。このようなCO₂排出の量を建築物の一生で足し合わせたものを、建築物の「ライフサイクルCO₂」と呼んでいる。

建築物のライフサイクルは、建設、運用、更新、解体・処分などに分けられ、その様々な段階で地球温暖化に影響を与えるので、これらをトータルで評価しなければならない。例えば、建設時では、建設現場で使われる建材の製造、現場までの輸送、現場で使う重機などで資材・エネルギーを使う。また、運用時には冷暖房、給湯、照明、OA機器などでエネルギーを消費し、10数年に一度行う改修工事においても、新たに追加される建材の製造や除去した建材の処分などにエネルギーを使う。そして、最後の解体時にも解体工事と解体材の処分にエネルギーを使う。こうして使った資材・エネルギーを、地球温暖化の影響を計るためにCO₂排出の量に換算し、これら全てを足し合わせたものがライフサイクルCO₂である。



図III. 2.1 建築物が地球環境に与える影響(伊香賀)

2.2 CASBEE 大阪みらい 改修におけるライフサイクル CO₂ 評価の基本的考え方

一般的に建築物のライフサイクルCO₂を評価する作業は、膨大な時間と手間を必要とする。建設段階を例にとると、まずは建物を構成する全ての部材について、材料となる資源の採取、輸送、加工の各段階で使われるエネルギー資源の種類と量を調査し、それぞれに対して資材ごとのCO₂原単位(単位資材重量あたりのCO₂排出量)を乗じた結果を積み上げる作業が必要となる。次に工事にかかる消費エネルギー量に応じたCO₂排出量を計算し、エネルギー種別ごとのCO₂排出係数^{注)}(単位消費エネルギーあたりのCO₂排出量)を乗じて、前述の結果に加えることになる。このような作業を建設段階以外についても行い、初めてライフサイクルCO₂を求めることができる。

注)本マニュアルにおいては、単位資材重量あたりのCO₂排出量を「CO₂原単位」、エネルギー種別ごとの単位消費エネルギーあたりのCO₂排出量を「CO₂排出係数」と区別して呼ぶこととした。なお、各建物用途における一次エネルギー消費構成比率に基づく一次エネルギー消費1MJあたりのCO₂排出量を「用途別CO₂換算係数」(2.3.3を参照)とした。

こうした様々な情報の収集や評価条件の設定には、専門的な知識が必要になることもある。また、建築物は用途、構成部材、立地、使い方などがそれぞれ異なるため、一棟ごとに評価を行う必要がある。このような作業を設計・施工段階で行うことは、CASBEE大阪みらい 改修の多くのユーザーにとっては非常に困難であり、CASBEEの開発理念である簡便性が損なわれてしまう。

このため、ここでは次の方法により評価することとする。

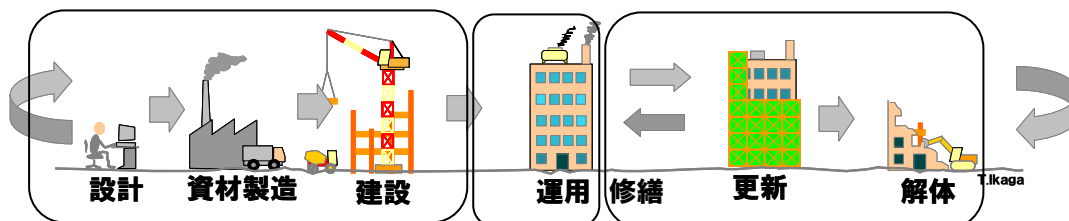
- ① 評価作業にかかる負担をできるだけ軽減するために、ライフサイクルCO₂算定のためだけの情報収集や条件設定を必要とせず、CO₂排出に特に関係するCASBEE従来の評価項目の結果から自動的に計算される方法で評価する。これを「標準計算」と呼ぶ。
- ② 「標準計算」では評価対象が評価可能でかつ重要な項目に絞られるため、ライフサイクルCO₂に関する取組みの全てが評価されることにはならないが、CO₂排出量のおよその値やその削減の効果などをユーザーに知ってもらうことを第1の目的としてライフサイクルCO₂を表示することとする。
- ③ 評価者自身が詳細なデータ収集と計算を行って精度の高いLCCO₂を算出した場合、CASBEE大阪みらい改修においては、「個別計算」として評価結果表示シートの「2-2 ライフサイクルCO₂（温暖化影響チャート）」に計算値が表示される。なお、個別計算の結果は、LR3「1.地球温暖化への配慮」およびBEEには反映されない。
- ④ 運用段階のCO₂排出量算定においては、簡便性を優先するため一次エネルギー消費量をCO₂排出量に換算することとしている。

2.3 評価方法

CASBEE大阪みらい 改修 では、建築物のライフサイクルの中でも以下を評価対象とする。これら3分類の合計がライフサイクルCO₂であり、LR3「1.地球温暖化への配慮」の評価に使われ、更に評価ソフトの「温暖化影響チャート」に棒グラフとして内訳と共に示されることになる。

「建設」：新築段階で使う部材の製造・輸送、施工
 「修繕・更新・解体」：修繕・更新段階で使う部材の製造・輸送、および解体段階で発生する解体材の処理施設までの輸送
 「運用」：運用時のエネルギー消費

以降に、CASBEE大阪みらい 改修 における「標準計算」の評価方法を解説する。



図Ⅲ. 2.2 CASBEE 大阪みらい 改修における LCCO₂ 評価範囲

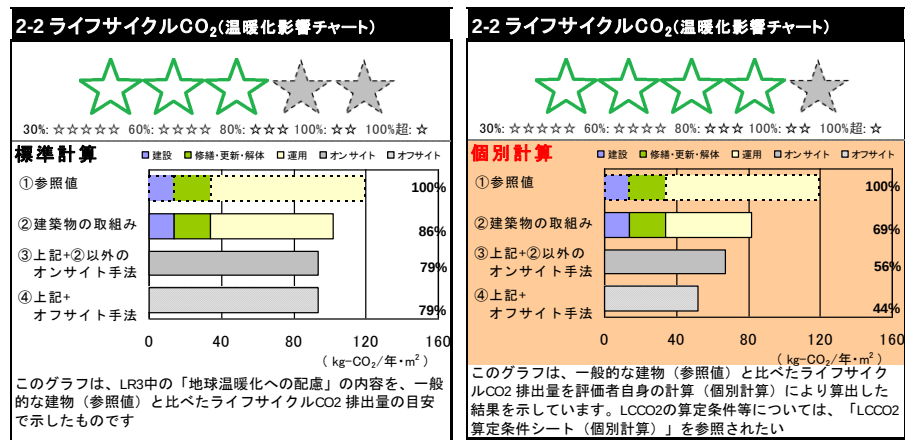
2.3.1 LCCO₂ 評価の基本構成

CASBEE大阪みらい 改修によるLCCO₂の評価結果の表示例を図Ⅲ.2.3に示す。LCCO₂の表示において、2010年版より、下記の①～④を表示することとした。

- ① 参照値(省エネ法の建築主の判断基準に相当する省エネ性能などを想定した標準的な建物のLCCO₂)を、「建設」、「修繕・更新・解体」、「運用」の3つの段階に分けて表示する。
- ② 評価対象建物のLCCO₂を建築物での取組み(エコマテリアルや建物の長寿命化、省エネルギーなどの取組み)を基に評価した結果を、「建設」、「修繕・更新・解体」、「運用」の3つの段階に分けて表示する。
- ③ 上記+②以外のオンサイト手法(敷地内の太陽光発電など)を利用した結果を表示する。
- ④ 上記+オフサイト手法(グリーン電力証書、カーボンプレジットの購入など)を利用した結果を表示する。

なお、④のオフサイト手法の適用によるCO₂削減については、今後、様々な手法の適用が考えられるため、LCCO₂の「個別計算」のみで取り扱いを可能とした。従って、「標準計算」においては③と④は同じ結果が表示される。

また、③と④の棒グラフでは、「建設」「修繕・更新・解体」「運用」の内訳は表示されない。



(a)標準計算での結果表示

(b)個別計算での結果表示

図Ⅲ. 2.3 CASBEE 大阪みらい 改修におけるライフサイクルCO₂(温暖化影響チャート)の表示

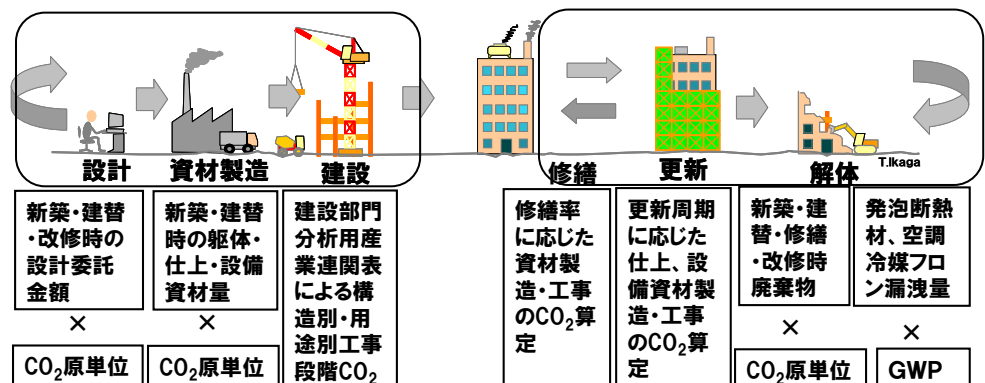
2.3.2 「建設」「修繕・更新・解体」のCO₂排出量の算定方法

前述のとおり、個別の建物1棟ごとの排出量を求めることは困難である。ここでは統計値を用い、世の中の一一般的な建築物について用途別・構造別にCO₂排出量の計算を行った結果を「基準値」として予め準備し、データベース化した。基準値は、基準となる建物＝全ての評価項目でレベル3相当でのCO₂排出量とする。また、関連するCASBEEの評価項目の採点レベルに応じて、この「基準値」からの効果量についても予め算定し、データベース化している。このようなデータベースの整備により、CASBEE大阪みらい 改修のユーザーは自身でデータ収集等の作業をせず、建物用途や規模の入力と、CASBEEにおける従来の評価項目の採点を行うのみで、LCCO₂の概算値を得ることが可能となっている（一部、数値入力を要す）。

(1) 使用した LCA 算定ツール

建物のLCA指針「AIJ-LCA&LCW_ver.5.00」(日本建築学会)を用いて算定を行った。図Ⅲ.2.4に当該算定ツールによるCO₂排出量の積上げ方法を示す。各段階において、建築物の建設、修繕・更新・解体に必要な資材の重量等と資材それぞれのCO₂原単位を乗じ、合計して求める。CO₂排出量の算定(標準計算)にあたっては以下の条件によった。

- ・ CO₂原単位については、日本建築学会による2005年産業連関表分析による分析結果(「AIJ-LCA&LCW_ver.5.00」に準拠)とし、バウンダリーは国内消費支出までのCO₂原単位を利用した。
- ・ 建物寿命の設定;事務所、病院、ホテル、学校、集会場...60年、物販店、飲食店、工場...30年
- ・ 更新周期(年)、修繕率等は、「AIJ-LCA&LCW_ver.5.00」に準拠し資材ごとに設定した。
- ・ 解体廃棄物量として、2000kg/m²を仮定して、30kmの道路運送分を評価した。
- ・ フロン・ハロンについては、建物ごとの漏洩量の把握が困難なことから、評価対象外とした。



図Ⅲ. 2.4 建物の LCA 指針における CO₂ 排出量の積上げ(「建設」「修繕・更新・解体」時)

表Ⅲ. 2.1 代表的な資材の CO₂ 原単位

普通コンクリート	266.71	Kg-CO ₂ /m ³
高炉セメントコンクリート	216.57	Kg-CO ₂ /m ³
鉄 骨※	1.28	Kg-CO ₂ /kg
鉄 筋	0.51	Kg-CO ₂ /kg
型 枠	4.75	Kg-CO ₂ /m ²

※) 電炉鋼と高炉鋼の区別はしない。

(2) 算定に用いた統計値

規模別工事分析統計データからデータベース化を行った。なお、躯体工事については、統計データ(「建築工事原価分析情報」建設工業経営研究会編、平成9年4月)を基に用途別・構造別に資材重量を設定している。

表Ⅲ. 2.2 躯体工事における代表的な資材量

用途	構造	コンクリート (m ³ /m ²)	型枠※ (m ² /m ²)	鉄筋 (t/m ²)	鉄骨 (t/m ²)
①集合住宅	SRC	0.75	1.0425	0.136	0.052
	RC	0.734	1.1075	0.1	0.012
	S	0.323	0.165	0.019	0.048
②事務所	SRC	0.696	0.6675	0.078	0.1
	RC	0.772	1.05	0.103	0.038
	S	0.567	0.4325	0.07	0.136
③小・中・高校	SRC	0.958	0.9725	0.11	0.078
	RC	0.865	1.225	0.112	0.005
	S	0.352	0.17	0.045	0.105
④医療・福祉施設	SRC	0.812	0.8075	0.089	0.066
	RC	0.766	1.12	0.096	0.012
	S	0.317	0.17	0.034	0.074
⑥飲食・店舗・量販店	SRC	0.307	0.4025	0.053	0.071
	RC	0.912	1.435	0.133	-
	S	0.342	0.155	0.024	0.072
⑦ホテル・旅館	SRC	0.816	1.04	0.093	0.084
	RC	0.999	1.195	0.111	0.004
	S	0.436	0.3925	0.034	0.103
⑧体育館・講堂・ 集会施設	SRC	0.862	1.0225	0.1	0.059
	RC	0.888	1.235	0.118	0.017
	S	0.345	0.3625	0.04	0.139
⑨倉庫・流通施設	SRC	0.669	0.5575	0.08	0.077
	RC	0.77	0.7625	0.108	0.01
	S	0.354	0.175	0.031	0.088

※) 型枠は、密度 12kg/m²、転用4回として、4 分の 1 の数値とした。