

1. CASBEE-戸建(新築)の解説

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 Assessment Method^{*1})、LEED™(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

CASBEEには、建築物のライフサイクルに応じた4つの基本ツールと、個別の目的に応じた拡張ツールがあり、これらを総称して「CASBEEファミリー」と呼んでいる。4つの基本ツールとは、「企画」「新築」「既存」「改修」であり、評価する段階、目的に応じて使い分けることとなる。また、拡張ツールには、ヒートアイランド現象緩和への取り組みを評価する「CASBEE-ヒートアイランド」、既存建築物における環境対策を不動産の付加価値向上の観点から評価する「CASBEE-不動産」、建築物単体ではなく建築物群を評価する「CASBEE-街区」、万博パビリオンなどの仮設建築物を評価する「CASBEE-短期使用」等がある。

また、一般的に、CASBEEの評価を実施するためには専門的な知識や技能が必要となるが、建築物の環境配慮はそれを使用する一般の方や住まい手の方が係ることも必要であり、専門技術者以外にCASBEEを普及させることも大きな課題である。これに対応するため、居住者の健康に影響する住まいの要素について居住者自らがチェックする「CASBEE-健康チェックリスト」、耐震性や省エネ性、バリアフリー性などに関する住まいの性能をチェックする「CASBEE-すまい改修チェックリスト」、住まいと住まい手の自然災害に対する対策・対応度をチェックする「CASBEE-レジリエンス住宅チェックリスト」等のチェックリストの開発がなされている。「CASBEE-戸建(新築)」はこれら拡張ツールの一つであり、4つの基本ツールのうち「新築」に対応したものである。

住宅系建築物については、「CASBEE-戸建(新築)」が戸建住宅(専用住宅)を対象とする他、「CASBEE-建築(新築)、建築(既存)、建築(改修)」により集合住宅(中高層)の全体を、「CASBEE-住戸ユニット(新築)」により集合住宅の一住戸を評価することができる。他用途の住宅版も今後適宜検討し、いずれは住宅系を統合して「CASBEEすまい」として一本化する予定である。

*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)

表Ⅲ.1 CASBEE-戸建の4つの基本ツール

基本ツールの名称	プレデザイン	デザイン		ポストデザイン	
	企画	設計	施行	運用	改修
企画	プレデザインの評価				
新築		新築の評価 CASBEE-戸建(新築)の対象			
既存				既存建物の評価	
改修					改修の評価

表Ⅲ.2 CASBEEの拡張ツール

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
一般向けチェックリスト	CASBEE-健康チェックリスト CASBEE-すまい改修チェックリスト CASBEE-レジリエンス住宅チェックリスト	住宅・建築物の環境配慮を促進するための一般向け簡易的評価ツール

1.3 CASBEE開発の背景

(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を取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

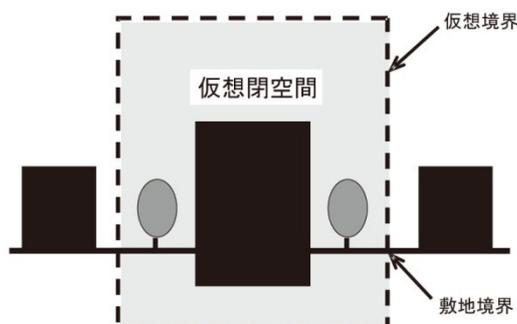
次の第三段階は、1990年代以降に地球環境問題が顕在化してから話題になった建築物の環境性能評価である。これに関しては、既に多くの研究実績に基づく具体的な手法が提案されており、BREEAM、LEED™などがこれに含まれる。このような建築物の環境性能評価手法は、近年先進国を中心にして急速に社会に普及し、世界各国で環境配慮設計や環境ラベリング(格付け)の手法として利用されている。

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。

4) 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Ⅲ.1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施主、設計者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。

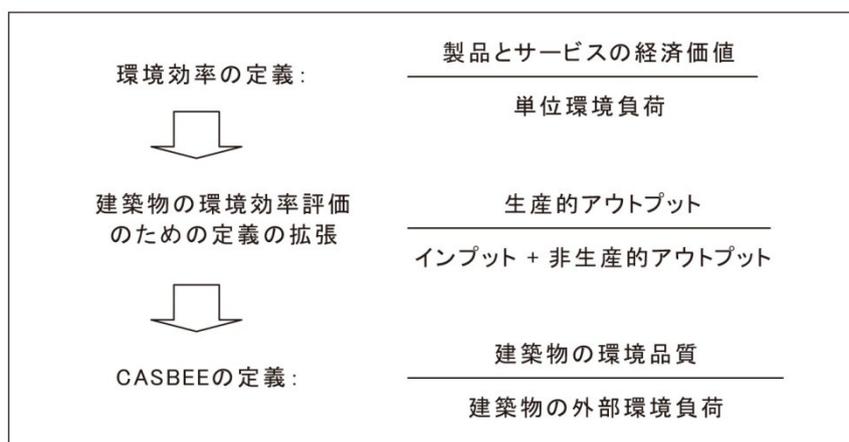
環境負荷はこのような概念の下で、「仮想閉空間を越えてその外部(公的環境)に達する環境影響の負の側面」と定義される環境要因である。仮想閉空間内部での環境の質や機能の改善については、「建物ユーザーの生活アメニティの向上」として定義する。第四段階の環境性能評価では、両要因を取り上げた上でそれぞれ明確に定義し、区別して評価する。これによって評価の理念がより明確になる。この新しい考え方こそがCASBEEの枠組みの基盤となっている。



図Ⅲ.1 敷地境界によって区分される仮想閉空間

(2) 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^{*3}。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.2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.2 環境効率(エコ・エフィシェンシー)の概念からBEEへの展開

*3 持続可能な発展のための世界経済人会議(WBSDC)

1.4 CASBEE 柏-戸建(新築)による評価のしくみ

(1) 2つの評価分野: Q_H と L_H

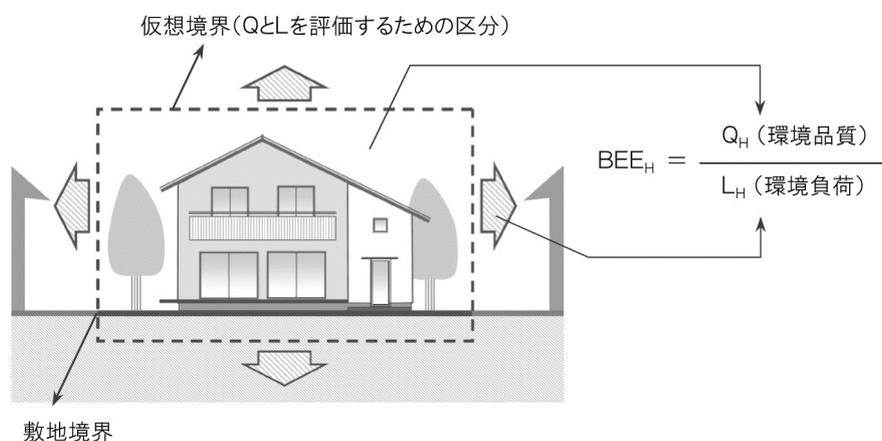
CASBEE 戸建-新築では、敷地境界等によって定義される「仮想境界」(CASBEE-戸建(新築)では、これを「QとLを評価するための区分」と呼ぶ)で区分された内外2つの空間それぞれに関係する2つの要因、すなわち「QとLを評価するための区分を越えてその外部(公的環境)に達する環境影響の負の側面」と「QとLを評価するための区分における居住者の生活アメニティの向上」を同時に考慮し、すまいにおける総合的な環境性能評価のしくみを提案した。CASBEE-戸建(新築)ではこれら2つの要因を、主要な評価分野 Q_H 及び L_H として次のように定義し、それぞれ区別して評価する。

・ Q_H (Quality) すまいの環境品質:

「QとLを評価するための区分における、居住者の生活アメニティの向上」を評価する。

・ L_H (Load) すまいの環境負荷:

「QとLを評価するための区分を越えてその外部(公的環境)に達する環境影響の負の側面」を評価する。



図Ⅲ.3 CASBEE-戸建(新築)における「 Q_H と L_H を評価するための区分」

(2) CASBEE 柏-戸建(新築)の評価対象

CASBEE 柏-戸建(新築)の Q_H 、 L_H 及び K にはそれぞれ以下に示す3つの評価の分野があり、更にはその中で具体的な取り組みを評価することになっている。

環境品質(Q_H)が高いことを評価する

- Q_H1 室内環境を快適・健康・安心にする
- Q_H2 長く使い続ける
- Q_H3 まちなみ・生態系を豊かにする

環境負荷(L_H)を低減する取り組みを(LR_H)で評価する ※LRは環境負荷低減性と呼びLoad Reductionの略

- LR_H1 エネルギーと水を大切に使う
- LR_H2 資源を大切に使いゴミを減らす
- LR_H3 地球・地域・周辺環境に配慮する

柏市の環境配慮重点項目

- K_H1 地球環境にやさしい社会をつくる
- K_H2 うるおいのある景観をつくる
- K_H3 安全で健康な生活環境をつくる

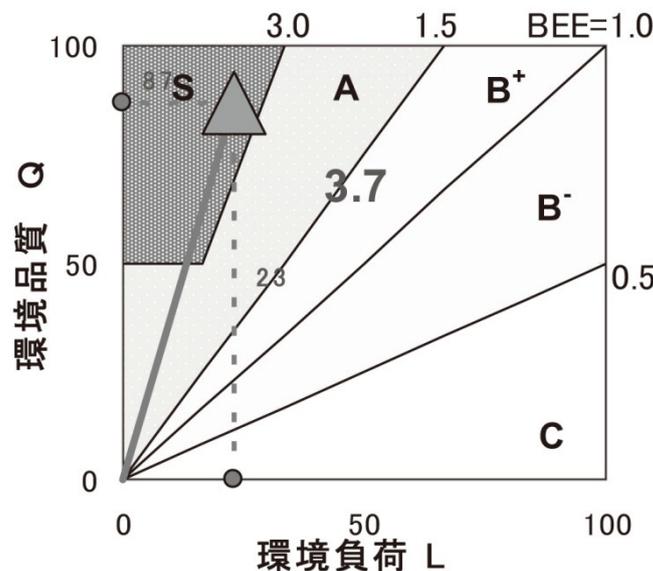
このような分野に従って評価するので、CASBEE 柏-戸建(新築)で評価がよい住宅とは、『快適・健康・安心(Q_H1)で長く使い続けられる(Q_H2)性能が備えられており、エネルギーや水を大切に使い(LR_H1)、建設時や解体時にできるだけゴミを出さない(LR_H2)ように環境負荷を減らす努力をしており、良好な地域環境形成に役に立っている(Q_H3、LR_H3)住宅』である。

(3) 環境効率(BEE_H)を利用した環境ラベリング

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

$$\text{戸建の環境効率 (BEE}_H) = \frac{\text{QH (戸建の環境品質)}}{\text{L}_H \text{ (戸建の環境負荷)}}$$

BEE_H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。横軸のL_Hに対して縦軸にQ_Hがプロットされる時、BEE_Hの評価結果は原点(0,0)と結んだ直線の勾配として表示される。Q_Hの値が高く、L_Hの値が低いほど傾斜が大きくなり、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_H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.4 BEE_Hに基づく環境ラベリング

1.5 CASBEE 柏-戸建(新築)による評価範囲の基本的な考え方

CASBEE 柏-戸建(新築)は戸建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、戸建住宅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。

【審美性】

住宅としては外観の美しさが重要であるものの、「美しさ」そのものは客観的評価が困難であるため、取り扱わないこととした。類似の評価として、「Q_H3.1 まちなみ・景観への配慮」があるが、ここでは比較的客観的評価が可能な要件のみで評価することとした。

【コスト】

CASBEEの評価を上げるため(様々な取組みを採用するため)にはコストが高くなる場合があり、実務上では重要な要素と考えられるが、費用対効果の評価は個人の判断に委ねるべきと考え、CASBEEでは評価対象外とした。

【個人のライフスタイルや好み】

戸建住宅では個人のライフスタイルや好みが反映されて設計され、それが住まい手の満足度につながっていることが多い。これらは基本的に個人の主観によるものであり評価の判断が難しく基本的には評価しないが、戸建の環境性能に対する影響が大きいと考えられる一部の項目で、比較的明快に評価できる場合には評価することとした。(例:Q_H2.3.1 広さと間取り)

1.6 CASBEE 柏-戸建(新築)の活用方法

CASBEE 柏-戸建(新築)の主な活用法として、例えば下記の5つが挙げられる。

① 新築における環境配慮設計ツールとして活用

設計者が、設計中の住宅の環境性能についてCASBEE 柏-戸建(新築)を用いて総合的に確認することによって、環境性能の目標設定や達成度をチェックすることができ、適切な環境配慮設計が可能となる。

② 施主・設計者・施工者などのコミュニケーションツールとして活用

施主と設計者・施工者が住宅の環境性能を高める設計・手法について、CASBEE 柏-戸建(新築)を用いながら検討を重ねることが、主要な活用法として想定されている。単に住宅の仕様を評価するだけでなく、入居者が持ち込む家電機器や、入居者に対する情報提供などについても評価項目に含まれており、施主と設計者が暮らし方を想定しながら、戸建住宅の適切な環境性能を検討することができる。

また、住宅供給者側においても、設計段階における意思統一、あるいは設計者が施工者に設計の趣旨等を説明する場面などにも活用することができる。

③ 環境ラベリングツールとして活用

住宅供給者、あるいは自治体やNPO団体などが、優れた環境性能の住宅を販売・普及させようとする際に、CASBEE 柏-戸建(新築)による格付け結果を示すことで、戸建住宅の環境性能を消費者にわかりやすく伝えることができる。

④ 住宅施策における指針として活用

CASBEE-戸建(新築)は、住宅の環境にかかわる取組みを幅広く評価しているため、自治体はその行政エリアにおける住宅および住宅地の整備を誘導する際の指針として活用することができる。総合的な性能を示すだけでなく、その地域でより重要な項目を重点的に評価・表示することも可能である。例えば、愛知県ではCASBEEあいち[戸建]を策定し運用している。また、国レベルでは、「サステ

ナブル建築物等先導事業」などにおいてCASBEEが導入されている。

⑤ 民間金融機関などにおける活用

CASBEE 柏-戸建(新築)は、住宅の環境に係わる取組みを幅広く評価しているため、金融機関が住宅購入者等に融資する際、ローンの金利を優遇するなどの融資条件として活用することができる。住宅のライフサイクルCO₂についても評価・表示するため、地球温暖化防止性能に着目した活用も可能である。

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) 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。2016年7月現在、530件を超える建築物及びプロジェクトが認証を取得しており、今後も増加していく見込みである。

(2) 評価員登録制度

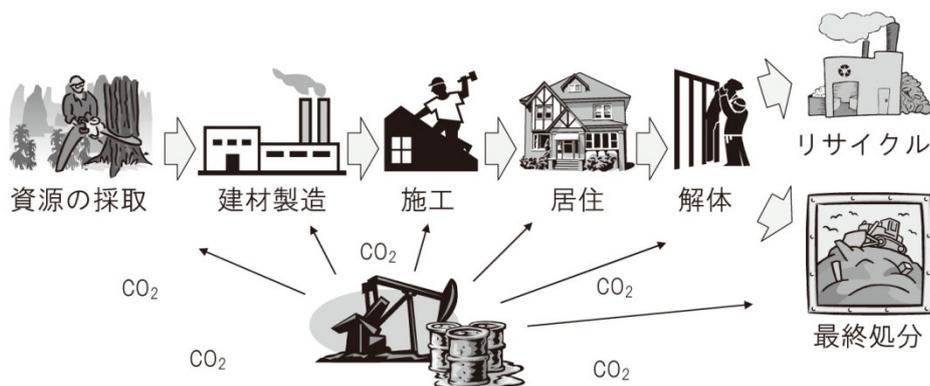
CASBEEの評価は可能な限り定量的な評価とすることを基本としているが、定性的な評価項目が含まれていることから、建築物の総合的な環境性能評価に関する知識及び技術を有する専門技術者が求められる。このため、「CASBEE評価員登録」制度が設けられた。評価員になるためには、「評価員養成講習」の受講と「評価員試験」に合格し、「登録」を受ける必要がある。現在、CASBEE-建築(新築)、-建築(既存)、-建築(改修)を扱う専門技術者として「CASBEE建築評価員」と、CASBEE-戸建を扱う「CASBEE戸建評価員」、CASBEE-不動産を扱う「CASBEE不動産評価員」の3つが設けられており、2016年7月現在、これら3資格の登録者数の合計は12,000名を超える規模となっている。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について

2.1 ライフサイクル CO₂とは

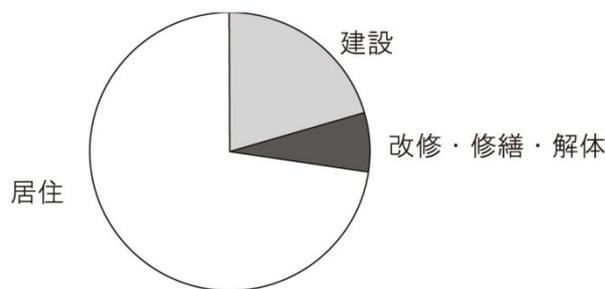
住宅の地球環境に対する影響を評価するためには、建設してから解体するまでの住宅の一生(これをライフサイクルと呼ぶ)で評価することが重要である。さらに地球環境に対する影響の中でも、現在最も重要視されているのが地球温暖化問題であり、その影響を計るためには、代表的な温室効果ガスのCO₂がどれくらい排出されるかという総量に換算して比べるのが一般的である。このようなCO₂排出の量を住宅の一生で足し合わせたものを、住宅の「ライフサイクルCO₂」と呼んでいる。

住宅のライフサイクルは、建設、居住、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エネルギーを使う。また、居住時には冷暖房、給湯、調理、照明、家電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^{*1}。



図Ⅲ.5 住宅のライフサイクルにおけるCO₂排出段階

実際に住宅のライフサイクルCO₂を考えると、短時間で最も大きな影響を与えるのが建設時である。建設時のCO₂の排出量のほとんどは、建材などの製造エネルギーである。鉄、コンクリートなどは、膨大なエネルギーを使って製造されており、それらの値は輸送や建設に使われるエネルギーよりはるかに大きい。一方で居住時に排出されるCO₂の多くは、毎日使う電気、ガス、上下水道などに起因しており、1年単位で見ると建設時のCO₂とは比較にならないくらい小さい。ところが、これをライフサイクルで見ると建設時よりも居住時のほうがはるかに大きくなる。例えばCASBEE 柏-戸建(新築)の計算方法で参照値として示している30年寿命の一般的な住宅であれば、居住時のCO₂排出の総量が7割程度を占めることになる(図Ⅲ.6参照)。この割合は住宅の寿命が長くなるほど大きくなる。したがって、住宅のライフサイクルCO₂を削減するためには、居住時のエネルギー使用量を抑えることがまずは最も重要となる。



図Ⅲ.6 住宅のライフサイクルCO₂内訳
一般的な木造住宅の例(参照値)

ここで、冷暖房エネルギーを削減するために高断熱化をした場合、居住時のCO₂排出の量が減ることになるが、建設時のCO₂排出の量は断熱材の製造・輸送エネルギーの増分に依りて増加する。高断熱化の地球温暖化対策効果を見るためには、このトレードオフの関係を踏まえて評価する必要がある。このことから、ライフサイクルで評価することが重要となるのである。

ただし、このような住宅のライフサイクルCO₂を正確に計るのは難しい。建設時では、住宅に使われる膨大な部品、部材の製造エネルギーや輸送、建設工事におけるエネルギーを調べなければならない。また、居住時のエネルギー消費の計算に必要な、将来の暮らし方や設備機器の使い方を事前に決めることは難しいし、建物寿命に至ってはあくまで想定でしかない。

更に、エネルギーをCO₂排出量に換算するためには「CO₂排出原単位」と呼ばれる係数(日本の統計データを使って算出されることが多い)を使うことになるが、これにはいくつかの種類が公開されており、計算の目的により、適切に選択する必要がある。また、全ての材料について原単位が揃っているわけではなく、特にリサイクル材や新エネルギーについては一般的に使える原単位はほとんど公開されていない。

このように、正確な値を出すことは難しいが、その住宅が想定される暮らし方で想定される寿命を全うした場合のある値の算出は可能である。CASBEE 柏-戸建(新築)で示されているライフサイクルCO₂とは、評価対象住宅で、ある使い方を想定した場合、地球温暖化に対する影響をどこまで抑えられるかという実力を示しているものと考えていただきたい。

※1 民生家庭部門の温室効果ガスのほとんどがエネルギー起源二酸化炭素である。このため、ここではエネルギー起源の二酸化炭素のみを対象に評価することとした。

2.2 CASBEE 柏-戸建(新築)におけるライフサイクル CO₂ 評価の基本的考え方

一般的に住宅のライフサイクル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、まずは住宅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、それぞれに対してエネルギー種別ごとのCO₂排出原単位(単位エネルギー消費量あたりのCO₂排出量)を乗じた結果を積み上げる作業が必要となる。次に施工段階についても消費エネルギー量に応じたCO₂排出量を計算し、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。

これら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、住宅は一棟ごとに構成部材、立地、住まい方などが異なるため、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 柏-戸建(新築)の多くのユーザーにとっては非常に困難である。

このため、標準的には次の方法により評価することとする。

- ① CASBEE 柏-戸建(新築)ユーザーの評価作業に係る負担をできるだけ軽減するために、ライフサイクルCO₂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採点項目の結果から自動的に計算される方法で評価する。
- ② これにより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に関係する取組みの全てが評価されることにはならないが、CASBEE-戸建(新築)では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。

一方で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ライフサイクルCO₂を算出した

場合、その結果を評価ツールの「結果」シートの「ライフサイクルCO₂(温暖化影響チャート)」に「戸建独自計算」として表示することができる。(詳細は、「Part III 2.5 ライフサイクルCO₂(温暖化影響チャート)」を参照)

しかし、現状では住宅のライフサイクルCO₂評価の手法は定まっておらず、独自の計算を認めると、前提条件の異なる様々な結果が混在することになり、その結果を引用するBEE_Hの信頼性が損なわれる恐れがある。以上を鑑み、CASBEE 柏-戸建(新築)では、BEE_Hの計算に用いるライフサイクルCO₂評価方法を原則固定し独自の計算は認めないこととする。これを「戸建標準計算」と呼ぶ。

2.3 「戸建標準計算」の評価方法

(1) 全体概要

CASBEE 柏-戸建(新築)では、住宅のライフサイクルの中でも以下を評価対象とする。

- 「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
- 「居住」 : 居住時のエネルギー・水消費

これら3分類の合計がライフサイクルCO₂であり、LR_H3.1.1の評価に使われ、更に評価ソフトの「ライフサイクルCO₂(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。なお、ここに含まれない他の段階(増改築、解体工事、解体材の処理など)については、個別性が高く一般的な条件設定が難しいなどの理由から、ここでは評価しないこととする。また、部材製造工場や事務所などの関連施設の運営や、労働者の通勤などに伴い間接的に排出されるCO₂も評価対象外とする。

(2) 「建設」「修繕・更新・解体」のCO₂排出量

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が困難なため、ここでは、予めCO₂排出量が計算された一般的な住宅(以後、「標準モデル住宅」と呼ぶ)を使って評価を行い、年・㎡あたりのCO₂排出量として表示される。つまり、この評価は、対象住宅そのものではなく、標準モデル住宅に対して評価対象住宅における取組みを行った場合のCO₂排出量を求めることになる。

この評価方法を構築するにあたり、まずは「標準モデル住宅」の「建設」「修繕・更新・解体」段階におけるCO₂排出量を求めた(プラン、仕様などの詳細な情報は「Part III 2.4 評価方法に関する補足」および「Part III 3.2 評価のための参考資料(参考資料4)」に示す)。ここで、CO₂排出量は構造により大きく異なることがあるため、この計算は「木造」「鉄骨造」「鉄筋コンクリート造」の代表的な3構造それぞれについて行った^{※2}。また、この計算を行うにあたり、「建設」「修繕・更新・解体」のCO₂排出に関係する次に示す4つの採点項目をQ_H2から選び、それぞれ表 III.3に示す計算条件として使用した。

※2 「木造」は通称「在来木造」と呼ばれる軸組工法、「鉄骨造」は重量鉄骨によるラーメン構造、「鉄筋コンクリート造」は壁式工法でそれぞれCO₂排出量を計算した。よって、2×4工法、軽量鉄骨造などのこれ以外の工法では結果が異なる場合がある。これら他工法のデータ追加については今後必要に応じて検討するが、当面は最も近い構法(「LR_H2.1.1 構造躯体」で選択した構法)に当てはめて評価する。

表Ⅲ.3 「建設」「修繕・更新・解体」のCO₂排出量計算に使う採点項目

Q _H 2長く使い続ける	CO ₂ 排出量の計算への反映方法
1.1 躯体	建物寿命の設定に使用
1.2 外壁材	外壁材の交換周期の設定に使用
1.3 屋根材、陸屋根	屋根材の交換周期の設定に使用
2.2 維持管理の計画・体制	外壁材、屋根材の交換周期の設定に使用

これ以外の採点項目の中にもCO₂削減に有効な取組みが含まれるが(例えば以下)、一般的な条件設定が困難なことから、CO₂排出原単位などの評価に必要なデータが整備されていないことから、ここでは評価対象外とする。

Q _H 3関連	…	緑化推進、地域産材の利用
LR _H 2関連	…	3R推進、生産段階、施工段階の取組み
LR _H 3関連	…	インフラ負荷抑制、造成段階の取組み

以下に4つの採点項目の評価結果(評価レベル)と、CO₂排出量の計算条件の対応を示す。

表Ⅲ.4 「Q_H2.1.1 躯体」の採点結果とCO₂評価条件の対応表

レベル	基準	CO ₂ 評価の条件
レベル 1	(該当するレベルなし)	—
レベル 2	(該当するレベルなし)	—
レベル 3	日本住宅性能表示基準「3-1 劣化対策等級(構造躯体等)」における等級1を満たす。	躯体・基礎の寿命 30年
レベル 4	日本住宅性能表示基準「3-1 劣化対策等級(構造躯体等)」における等級2を満たす。	躯体・基礎の寿命 60年
レベル 5	日本住宅性能表示基準「3-1 劣化対策等級(構造躯体等)」における等級3を満たす。	躯体・基礎の寿命 90年

表Ⅲ.5 「Q_H2.1.2 外壁材、Q_H2.1.3 屋根材、陸屋根」の採点結果とCO₂評価条件の対応表

レベル	基準	CO ₂ 評価の条件
レベル 1	耐用性が12年未満しか期待されない	交換周期 11年
レベル 2	12~25年未満の耐用性が期待される。	交換周期 18年
レベル 3	25~50年未満の耐用性が期待される。	交換周期 37年
レベル 4	50~100年の耐用性が期待される。	交換周期 75年
レベル 5	(加点条件をみたせば選択可能)	レベル 4と同じ

表Ⅲ.6 「Q_H2.2.2 維持管理の計画・体制」の採点結果とCO₂評価条件の対応表

レベル	基準	CO ₂ 評価の条件
レベル 1	(該当するレベルなし)	—
レベル 2	(該当するレベルなし)	—
レベル 3	取組みなし。	上の交換周期を減ずる
レベル 4	評価する取組みのうち、1つに該当する。	上の交換周期のまま
レベル 5	評価する取組みのうち、2つに該当する。	上の交換周期を延ばす

評価する取組み

No	取組み
1	定期点検及び維持・補修・交換が適正時期に提供できる仕組みがある。
2	建築時から将来を見据えて、定期的な点検・補修等に関する計画が施されている。
3	住まい手が適切な維持管理を継続するための、情報提供(マニュアルや定期情報誌など)や相談窓口などのサポートの仕組みがある。
4	住宅の基本情報(設計図書、施行記録、仕様部材リスト)及び建物の維持管理履歴が管理され、何か不具合が生じたときに追跡調査できる。

表Ⅲ.7 「Q_H2.2.2 維持管理の計画・体制」による外壁材、屋根材の耐用年数の補正

		Q _H 2.2.2 維持管理の計画・体制			加減年数
		レベル 3	レベル 4	レベル 5	
Q _H 2.1.2 Q _H 2.1.3	レベル 1	11 年	11 年	11 年	なし
	レベル 2	12 年	18 年	24 年	6 年
	レベル 3	25 年	37 年	49 年	12 年
	レベル 4	50 年	75 年	100 年	25 年
	レベル 5	50 年	75 年	100 年	25 年

注釈)レベル 1については屋根、外壁の瑕疵担保期間が 10 年義務化とされていることから、10 年以下は設定せず、11 年固定とした。

表Ⅲ.8～Ⅲ.13にそれぞれの条件における計算結果を整理して示す。この表の値が「建設」「修繕・更新・解体」それぞれのCO₂排出量となる。例えば、木造で、4つの採点項目が全てレベル3であれば、表Ⅲ.8、表Ⅲ.9より、「建設」「修繕・更新・解体」のCO₂排出量はそれぞれ「6.04」「2.35」となる。

このように、構法と4つの採点レベルが決まれば、この表から該当する値を選べばよい。評価段階では煩雑な作業を一切避けることができる。

表Ⅲ.8 木造の「建設」段階のCO₂排出量(単位:kg-CO₂/年㎡)

Q _H 2.1.1 躯体		
レベル 3	レベル 4	レベル 5
6.04	3.02	2.01

表Ⅲ.9 木造の「修繕・更新・解体」のCO₂排出量(単位:kg-CO₂/年㎡)

		Q _H 2.1.1 躯体								
		レベル 3			レベル 4			レベル 5		
		Q _H 2.2 維持管理の計画・体制			Q _H 2.2 維持管理の計画・体制			Q _H 2.2 維持管理の計画・体制		
Q _H 2.1.2 外壁	Q _H 2.1.3 屋根	レベル 3	レベル 4	レベル 5	レベル 3	レベル 4	レベル 5	レベル 3	レベル 4	レベル 5
レベル 1	レベル 1	4.36	4.36	4.36	5.46	5.46	5.46	6.20	6.20	6.20
	レベル 2	4.36	3.92	3.47	5.46	5.02	5.02	6.20	5.75	5.61
	レベル 3	3.47	3.47	3.47	4.79	4.79	4.57	5.61	5.32	5.32
	レベル 4, 5	3.47	3.47	3.47	4.57	4.57	4.57	5.32	5.17	5.17
レベル 2	レベル 1	4.36	3.79	3.24	5.46	4.91	4.91	6.20	5.64	5.45
	レベル 2	4.36	3.35	2.35	5.46	4.46	4.46	6.20	5.19	4.86

レベル 2	レベル 3	3.47	2.90	2.35	4.79	4.24	4.01	5.61	4.75	4.56
	レベル 4, 5	3.47	2.90	2.35	4.57	4.01	4.01	5.32	4.60	4.42
レベル 3	レベル 1	3.24	3.24	3.24	4.62	4.62	4.34	5.45	5.07	5.07
	レベル 2	3.24	2.79	2.35	4.62	4.18	3.89	5.45	4.63	4.48
	レベル 3	2.35	2.35	2.35	3.95	3.95	3.45	4.86	4.17	4.18
	レベル 4, 5	2.35	2.35	2.35	3.73	3.73	3.45	4.56	4.04	4.04
レベル 4, 5	レベル 1	3.24	3.24	3.24	4.34	4.34	4.34	5.07	4.88	4.88
	レベル 2	3.24	2.79	2.35	4.34	3.89	3.89	5.07	4.45	4.30
	レベル 3	2.35	2.35	2.35	3.67	3.67	3.45	4.48	4.00	4.00
	レベル 4, 5	2.35	2.35	2.35	3.45	3.45	3.45	4.18	3.85	3.85

※本表で「Q_H2.1.1 躯体」のレベルが上がるほど CO₂ 排出量が増えているのは、躯体寿命が長いほど内外装・設備部材の「更新」の回数が増える、すなわち部材使用量が増えるためである。多くの場合は、「建設」段階を加えたトータル排出量は「Q_H2.1.1 躯体」のレベルが上がるほど小さくなるが、躯体寿命の間に他の部材の交換回数が多すぎる場合は逆転することもある。これは他の構造においても同様である。

表Ⅲ.10 鉄骨造の「建設」段階の CO₂ 排出量(単位:kg-CO₂/年㎡)

Q _H 2.1.1 躯体		
レベル 3	レベル 4	レベル 5
13.48	6.74	4.49

表Ⅲ.11 鉄骨造の「修繕・更新・解体」の CO₂ 排出量(単位:kg-CO₂/年㎡)

		Q _H 2.1.1 躯体								
		レベル 3			レベル 4			レベル 5		
		Q _H 2.2.2 維持管理の計画・体制			Q _H 2.2.2 維持管理の計画・体制			Q _H 2.2.2 維持管理の計画・体制		
Q _H 2.1.2 外壁	Q _H 2.1.3 屋根	レベル 3	レベル 4	レベル 5	レベル 3	レベル 4	レベル 5	レベル 3	レベル 4	レベル 5
レベル 1	レベル 1	4.76	4.76	4.76	6.30	6.30	6.30	7.18	7.18	7.18
	レベル 2	4.76	4.32	3.87	6.30	5.85	5.85	7.17	6.73	6.58
	レベル 3	3.87	3.87	3.87	5.62	5.62	5.39	6.58	6.29	6.29
	レベル 4, 5	3.87	3.87	3.87	5.39	5.39	5.39	6.27	6.13	6.13
レベル 2	レベル 1	4.76	4.17	3.57	6.30	5.70	5.70	7.18	6.59	6.38
	レベル 2	4.76	3.72	2.67	6.30	5.24	5.24	7.18	6.14	5.79
	レベル 3	3.87	3.26	2.67	5.62	5.02	4.79	6.58	5.68	5.49
	レベル 4, 5	3.87	3.26	2.67	5.39	4.79	4.79	6.29	5.53	5.34
レベル 3	レベル 1	3.57	3.57	3.57	5.40	5.40	5.10	6.38	5.99	5.99
	レベル 2	3.57	3.11	2.67	5.40	4.94	4.65	6.38	5.53	5.39

レベル 3	レベル 3	2.67	2.67	2.67	4.73	4.73	4.20	5.79	5.08	5.08
	レベル 4, 5	2.67	2.67	2.67	4.50	4.50	4.20	5.49	4.94	4.94
レベル 4, 5	レベル 1	3.57	3.57	3.57	5.10	5.10	5.10	5.99	5.79	5.79
	レベル 2	3.57	3.11	2.67	5.10	4.65	4.65	5.99	5.34	5.18
	レベル 3	2.67	2.67	2.67	4.42	4.42	4.20	5.39	4.89	4.89
	レベル 4, 5	2.67	2.67	2.67	4.20	4.20	4.20	5.08	4.73	4.73

表Ⅲ. 12 鉄筋コンクリート造の「建設」段階の CO₂ 排出量(単位:kg-CO₂/年㎡)

Q _H 2.1.1 躯体		
レベル 3	レベル 4	レベル 5
13.20	6.60	4.40

表Ⅲ. 13 鉄筋コンクリート造の「修繕・更新・解体」の CO₂ 排出量(単位:kg-CO₂/年㎡)

	Q _H 2.1.1 躯体								
	レベル 3			レベル 4			レベル 5		
	レベル 3	レベル 4	レベル 5	レベル 3	レベル 4	レベル 5	レベル 3	レベル 4	レベル 5
Q _H 2.1.3 屋根	レベル 3	レベル 4	レベル 5	レベル 3	レベル 4	レベル 5	レベル 3	レベル 4	レベル 5
レベル 1	2.65	2.65	2.65	3.66	3.66	3.66	4.04	4.04	4.04
レベル 2	2.65	2.61	2.58	3.66	3.62	3.62	4.04	4.01	4.00
レベル 3	2.58	2.58	2.58	3.61	3.61	3.59	4.00	3.97	3.97
レベル 4, 5	2.58	2.58	2.58	3.59	3.59	3.59	3.97	3.96	3.96

(3)「居住」のCO₂排出量

「居住」段階の CO₂ 排出量に関する計算方法の要点は以下の通りである。

- ① エネルギーに係る CO₂ 排出量と、水消費に係る CO₂ 排出量とを合算して求める。
CO₂ 排出量 = エネルギーに係る CO₂ 排出量 + 水消費の CO₂ 排出量
- ② エネルギーに係る CO₂ 排出量は、住宅の省エネルギー基準(平成 28 年省令 1 号)の算定プログラムを用いた一次エネルギー消費量算定結果を用いて算出する。
- ③ 一次エネルギー量から CO₂ 排出量を換算する際には、統計値に基づくエネルギー種別構成比を用いた CO₂ 換算係数を用いている。この方法は、省エネ基準に基づき算定された一次エネルギー量より CO₂ 排出量を簡易に算定するために採用した方法である。
- ④ CO₂ 換算係数の算定に用いる電気の排出係数は、評価者が評価の目的に従って、適切な数値を選択する。なお、評価ソフトでは、電気事業者ごとの実排出係数および代替値、その他の数値として評価者が選定した適切な排出係数を使うことができるようにした。なお、電力全面自由化に伴い、電気事業者の排出係数が評価時点で公表されていない場合もある。

エネルギーに係る CO₂ 排出量は、温暖化影響チャート①から③において、それぞれ以下のように算定している。なお、式のうち「」書きの項は省エネルギー基準の算定プログラムから引用する内容を示す。

【温暖化影響チャート「①参照値」】

「①参照値」は、標準的な新築住宅の CO₂ 排出量を示しており、「LR_H1.1.1 躯体と設備による省エネ」でレベル 3 評価(BEI=1.0)に相当する基準一次エネルギー消費量から CO₂ 排出量を計算する。

$$\text{エネルギーに係る CO}_2 \text{ 排出量} = \text{基準一次エネルギー消費量} \times \text{CO}_2 \text{ 換算係数}$$

【温暖化影響チャート「②建築物の取組み」】

$$\begin{aligned} \text{エネルギーに係る CO}_2 \text{ 排出量} &= \text{エネルギー消費量} \times \text{CO}_2 \text{ 換算係数} \\ \text{エネルギー消費量} &= \text{「設計一次エネルギー消費量」} - \text{「太陽光発電等による削減量」} \\ &\quad - \text{「発電量(コージェネレーション)」} * 1 \end{aligned}$$

【温暖化影響チャート「③上記+②以外のオンサイト手法の取組み」】

$$\begin{aligned} \text{エネルギー消費量} &= \text{「設計一次エネルギー消費量」} - \text{「太陽光発電等による削減量」} \\ &\quad - \text{「発電量(コージェネレーション)」} - \text{「発電量(太陽光発電)」} \end{aligned}$$

- *1 省エネルギー基準の算定プログラムで計算される「設計一次エネルギー消費量」は、住戸内で消費されるエネルギー量に「太陽光発電等による削減量」(値は負)を加算したものである。
「太陽光発電等による削減量」は、太陽光発電の発電量の自家消費分と、コージェネレーションの発電量の合計であるため、太陽光発電による削減量だけを除いて評価する必要がある。
従って、算定プログラムの計算結果「設計一次エネルギー消費量」から「太陽光発電等による削減量」を減算し、一旦太陽光発電とコージェネレーション双方による削減量を除いた後、「発電量(コージェネレーション)」を減算する。

これらの式で用いる CO₂ 換算係数は、統計的なエネルギー種別の構成比率に、エネルギー種別ごとの CO₂ 排出係数を乗じて求めている。

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ 換算係数} \quad [\text{kg-CO}_2/\text{MJ}] \\ &= \sum (\text{エネルギー種別 } i \text{ の } 1 \text{ 次エネルギー構成比率} [\%]) \\ &\quad \times \text{エネルギー種別 } i \text{ の CO}_2 \text{ 排出係数} [\text{kg-CO}_2/\text{MJ}] \end{aligned}$$

表Ⅲ.14 一次エネルギー消費量の統計構成比

	灯油	LPG	都市ガス	再・未エネ*2	電力
構成比	16.2%	10.5%	21.5%	0.8%	50.9%

出典:「平成 26 年度(2014 年度)におけるエネルギー需給実績(確報)」家庭部門エネルギー種別最終エネルギー消費の推移より 経済産業省 資源エネルギー庁 総合政策課 2016.4.15

*2 再生可能・未利用エネルギー利用の排出係数はゼロとし計算。

表Ⅲ.15 エネルギー種別の CO₂ 排出係数

種別	CO ₂ 排出係数		備考
灯油	0.0678	kg-CO ₂ /MJ	
LPG	0.0590	kg-CO ₂ /MJ	
都市ガス	0.0498	kg-CO ₂ /MJ	
電力	※	kg-CO ₂ /MJ	※評価者が選択した数値(kg-CO ₂ /kWh)を 9.76MJ/kWh で換算した値(H28 省エネ法全日平均)

水消費に係る CO₂ 排出量は、一般的な住戸における水の消費に係る CO₂ 排出量を基準値として定めておき、「LR_H1.2.1 節水型設備」の評価レベルに応じて増減させて算出する。基準値については東京都水道局の消費量データ、および環境省環境家計簿の CO₂ 排出原単位を用いて求めた。

$$\text{水消費の CO}_2 \text{ 排出量} = \text{LR}_{H1.2.1} \text{ の消費率} \times \text{水の基準値}$$

表Ⅲ.16 採点レベルと消費率の関係

	レベル 1	レベル 2	レベル 3	レベル 4	レベル 5
LR _H 1.2.1 節水型設備	115	-	100	85	70

(4) エネルギー計算を行わずに評価した場合のエネルギーに係る CO₂ 排出量

「LR_H1.1.1 躯体と設備による省エネ」においてエネルギー計算を行わず仕様によるレベル評価を行った場合は、表Ⅲ.17 に示す既定の一次エネルギー消費量を用いて CO₂ 排出量を求める。

この一次エネルギー消費量は「住宅部分の外壁、窓等を通しての熱の損失の防止に関する基準及び一次エネルギー消費量に関する基準」(平成 28 年国土交通省告示第 266 号)(以下「住宅仕様基準」と呼ぶ)の条件に準じて算定した基準一次エネルギー消費量を基に、「LR_H1.1.1 躯体と設備による省エネ」の消費率の考え方を用いて換算している。したがって、参照値の一次エネルギー消費量は「LR_H1.1.1 躯体と設備による省エネ」におけるレベル 3 相当、消費率 BEI=1.0 での換算値となっている。

「住宅仕様基準」では、下記の暖房設備および冷房設備の方式ごとに設備仕様の判断基準が定められている。基準一次エネルギー消費量は設備の方式によって異なるため、CO₂ 排出量算出に用いる一次エネルギー消費量もそれぞれの方式に応じた値を用いている。

【暖房設備の方式】

- A: 単位住戸全体を暖房する方式
- B: 居室のみを暖房する方式(連続運転)
- C: 居室のみを暖房する方式(間歇運転)

【冷房設備の方式】

- a: 単位住戸全体を冷房する方式
- b: 居室のみを冷房する方式(間歇運転)

表Ⅲ.17 「住宅仕様基準」に基づく基準一次エネルギー消費量(MJ/m²)

設備の方式		LR _H 1.1.1の 評価レベル	地域区分							
暖房	冷房		1	2	3	4	5	6	7	8
A	a	参照値	1,510	1,310	1,183	1,263	1,171	1,131	1,021	929
		レベル1	1,777	1,536	1,384	1,480	1,370	1,321	1,189	1,079
		レベル3	1,510	1,310	1,183	1,263	1,171	1,131	1,021	929
A	b	参照値	1,486	1,287	1,138	1,181	1,082	916	740	528
		レベル1	1,747	1,509	1,331	1,382	1,263	1,063	853	598
		レベル3	1,486	1,287	1,138	1,181	1,082	916	740	528
B	a	参照値	1,250	1,171	1,105	1,150	1,051	1,085	992	929
		レベル1	1,465	1,370	1,290	1,345	1,225	1,266	1,154	1,079
		レベル3	1,250	1,171	1,105	1,150	1,051	1,085	992	929
B	b	参照値	1,226	1,148	1,060	1,068	962	870	711	528
		レベル1	1,436	1,343	1,237	1,246	1,118	1,008	818	598
		レベル3	1,226	1,148	1,060	1,068	962	870	711	528
C	a	参照値	949	895	848	879	800	887	888	929
		レベル1	1,103	1,038	982	1,019	925	1,029	1,030	1,079
		レベル3	949	895	848	879	800	887	888	929
C	b	参照値	924	872	803	797	711	672	607	528
		レベル1	1,073	1,011	928	921	818	771	693	598
		レベル3	924	872	803	797	711	672	607	528

(5) ライフサイクルCO₂排出量とスコアへの換算方法

(2)で求めた「建設」「修繕・更新・解体」のCO₂排出量と、(3)または(4)で求めた「居住」のCO₂排出量の合計値が、評価対象建物のライフサイクルCO₂排出量となる。一方、表Ⅲ.3に示される4つの採点項目および「LR_H1.1.1 躯体と設備による省エネ」と「LR_H1.2.1 節水型設備」をレベル3として計算した結果が、一般的な住宅のライフサイクルCO₂排出量(「参照値」と呼ぶ)となる。

「LR_H3.1.1 地球温暖化への配慮」の評価は、この参照値と評価対象建物の排出量の比(「排出率」と呼ぶ)の大ききで評価する。このとき、表Ⅲ.18に示すとおり排出率が100%であればレベル3、50%以下であればレベル5、125%以上であればレベル1となる。また、以上を式で示すと次式となる。

$$\text{排出率} = \text{評価対象建物の排出量} / \text{参照値}$$

排出率が100%以下の場合

$$\text{LR}_{H3.1.1}\text{のレベル} = -0.04 \times \text{排出率} + 7$$

(ただし、LR_H3.1.1の最大レベルは5)

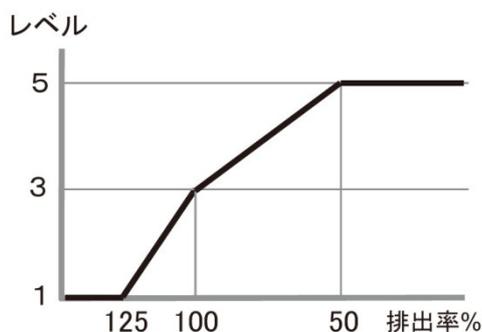
排出率が100%を超える場合

$$\text{LR}_{H3.1.1}\text{のレベル} = -0.08 \times \text{排出率} + 11$$

(ただし、LR_H3.1.1の最低レベルは1)

表Ⅲ.18 「LR_H3.1.1 地球温暖化への配慮」の評価レベル

レベル	基準
レベル 1 ～ レベル 5	本採点項目のレベルはライフサイクル CO ₂ の排出率を1～5に換算した値(少数第1位まで)で表される。なお、レベル 1、3、5 は以下の排出率で定義される。 レベル 1: ライフサイクル CO ₂ 排出率が、一般的な住宅(参照値)に対して 125%以上 レベル 3: ライフサイクル CO ₂ 排出率が、一般的な住宅(参照値)に対して 100% レベル 5: ライフサイクル CO ₂ 排出率が、一般的な住宅(参照値)に対して 50%以下

図Ⅲ.7 LR_H3.1.1 の評価レベルと排出率の関係

なお、LRH3.1.1のレベルはそのままの値でスコアSLRH3.1となる。

(6) 評価ソフトの「CO₂計算」「CO₂データ」シート

以上の計算過程は、評価ソフトの「CO₂計算」シートで確認することができる。以下に、シートの内容を概説する。

① 建設に係るCO₂排出量

図Ⅲ.8に画面例を示す。図の左側には「建設」に係る採点項目が示され、図の中心に各レベルに応じたCO₂排出量の一覧が、図の右側に「評価対象」と「参照値」それぞれの「採点結果」と「CO₂排出量」が示される。CO₂排出量の一覧は、「評価対象」の各採点項目のレベルに応じて、「CO₂データ」シートのデータベースより自動的に抽出される。

この例では、「Q_H2.1.1 躯体」が木質系のレベル5（「構造の比率」は「採点LR2」シートの「Q_H2.1.1 躯体」における入力値が自動的に設定される。本例は「木質系」の単構造。）、「Q_H2.1.2 外壁材」と「Q_H2.1.3 屋根材、陸屋根」がともにレベル4、「Q_H2.2.2 維持管理の計画・体制」がレベル5である。この組合せに応じた「評価対象」のCO₂排出量は2.01kg-CO₂/年m²となる。一方、「参照値」は全てレベル3であり、このときの本質系のCO₂排出量は6.04kg-CO₂/年m²となる。

1. 建設に係るCO ₂ 排出量				kg-CO ₂ /年m ²				kg-CO ₂ /年m ²		
1-1. 評価結果のCO ₂ 排出量への置き換え				評価対象				参照値		
Q _H 2	長く使い続ける	構造の比率	kg-CO ₂ /年m ²	レベル3	レベル4	レベル5	採点結果	CO ₂ 排出量	採点結果	CO ₂ 排出量
1	1.1 躯体	木質系	1	6.04	3.02	2.01	5.0	2.01	3.0	6.04
		鉄骨系	0	13.48	6.74	4.49	5.0	4.49	3.0	13.48
		コンクリート系	0	13.20	6.60	4.40	5.0	4.40	3.0	13.20
	1.2 外壁材					4.0		3.0		
1.3 屋根材、陸屋根					4.0		3.0			
2	2.2 維持管理の計画・体制					5.0		3.0		

図Ⅲ.8 「CO₂計算」シートの「建設に係るCO₂排出量」画面例

② 修繕・更新・解体に係るCO₂排出量

画面の構成は「建設」と同じである。「Q_H2.1.1 躯体」が木質系のレベル5、「Q_H2.1.2 外壁材」と「Q_H2.1.3 屋根材、陸屋根」がともにレベル4、「Q_H2.2.2 維持管理の計画・体制」がレベル5の組合せのCO₂排出量がデータベースより選ばれる。本例では「評価対象」は3.85kg-CO₂/年m²、「参照値」は2.35kg-CO₂/年m²となる。

2. 修繕・更新・解体に係るCO ₂ 排出量				kg-CO ₂ /年m ²			kg-CO ₂ /年m ²			
2-1. 評価結果のCO ₂ 排出量への置き換え				評価対象			参照値			
Q _H 2	長く使い続ける			レベル3	レベル4	レベル5	採点結果	CO ₂ 排出量	採点結果	CO ₂ 排出量
1 長寿命に対する基本性能										
1.1	躯体	木質系	1	2.35	3.45	3.85	5.0	3.85	3.0	2.35
		鉄骨系	0	2.67	4.20	4.73	5.0	4.73	3.0	2.67
		コンクリート系	0	2.58	3.59	3.96	5.0	3.96	3.0	2.58

図Ⅲ.9 「CO₂計算」シートの「修繕・更新・解体に係るCO₂排出量」画面例

③ 居住時のエネルギーに係るCO₂排出量

図Ⅲ.10に画面例を示す。まず、「3-1.評価結果の消費率への置き換え」では、関連する採点項目のレベルを消費率に置き換えた結果が示される。次に「3-2.用途ごとの消費率への置き換え、及びCO₂排出量の計算」で、用途別の消費率とCO₂排出量の計算結果が示される。最後に「3-3.合計の計算」で上記により算出された全用途のCO₂排出量を合計した結果が、居住時のエネルギーに係るCO₂排出量として示される。

④ ライフサイクルCO₂の計算

以上で計算された「建設」「修繕・更新・解体」「居住時」のCO₂排出量を、「評価対象」「参照値」それぞれで合計した結果をライフサイクルCO₂として示す。この欄に示される結果から「LR_H3.1.1 地球温暖化への配慮」が評価され、また「結果」シートの「ライフサイクルCO₂(温暖化影響チャート)」が示される。

3. 居住時のエネルギーに係るCO ₂ 排出量				kg-CO ₂ /年m ²			kg-CO ₂ /年m ²			
3-1. 建築物の取組み(②)				評価対象(②)			参照値(①)			
		一次エネルギー消費量 MJ/年	CO ₂ 換算係数							
	m ²	参照建物①	評価建物②	kg-CO ₂ /MJ	kg-CO ₂ /年m ²		kg-CO ₂ /年m ²			
LR1.1	総合的な省エネ	床面積 84.00	81,336.00	73,105.00	0.0547	47.59	53.85	52.94		
	仕様基準でLR1.1を評価した場合		926.00	1,308.00	0.0547	71.52		50.63		
LR1.2.1	節水型設備	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	採点結果	消費率	採点結果	消費率
		115%	-	100%	85%	70%	3.0	100%	3.0	100%
	水の使用に伴うCO ₂ 排出量	基準値	0.91	kg-CO ₂ /年m ²		0.91		0.91		0.91
3-2. 上記+上記以外のオンサイト手法(③)				評価対象(③)						
	太陽光発電等エネルギー総量(③オンサイトの取組)	16,078.00	MJ/年			38.03				
	m ²	一次エネルギー消費量	CO ₂ 換算係数							
	床面積 84.00	評価建物③	MJ/年	kg-CO ₂ /MJ	kg-CO ₂ /年m ²					
			57,027	0.0547	37.12					
4. ライフサイクルCO ₂ の計算				kg-CO ₂ /年m ²			kg-CO ₂ /年m ²			
					評価対象		参照値			
	建設				9.76		9.76			
	修繕・更新・解体				2.51		2.51			
	居住				38.03		53.85			
	合計				50.30		66.12			

図Ⅲ.10 「CO₂計算」シートの「居住時のエネルギーに係るCO₂排出量」および「ライフサイクルCO₂の計算」画面例

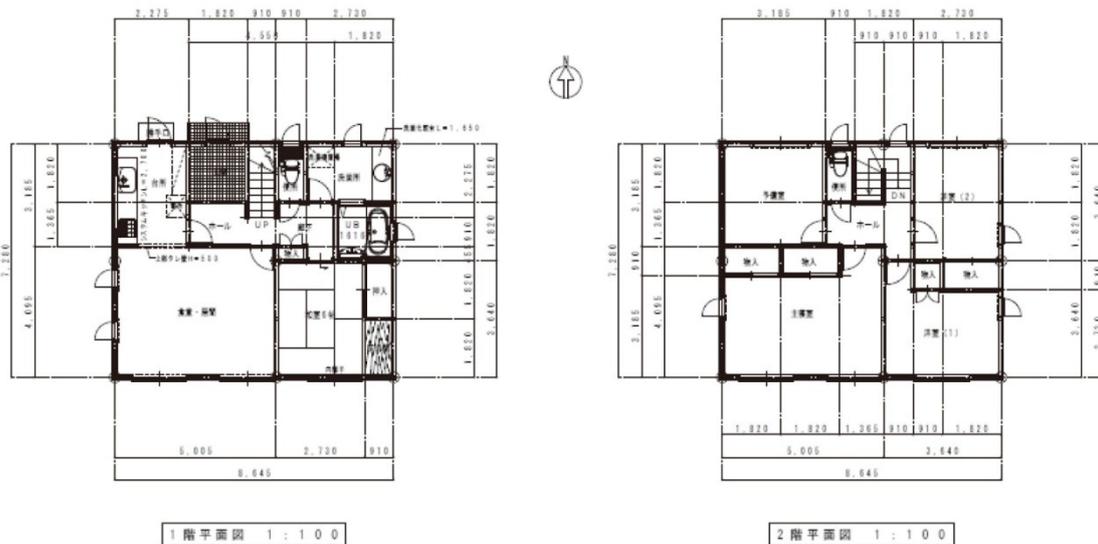
2.4 評価方法に関する補足

(1) 「建設」「修繕・更新・解体」の計算条件

「建設」「修繕・更新・解体」のCO₂排出量計算に用いた「標準モデル住宅」、及び計算条件を示す。

① 「建設」の計算方法

「標準モデル住宅」のプランは(一社)日本建築学会の標準問題モデルとした。図Ⅲ.11に平面図を示す。このプランを、木造(軸組み構法)、鉄骨造(重量鉄骨ラーメン構法)、鉄筋コンクリート造(壁式構法)、それぞれについて現在一般的に使われる仕様を設定し、部材拾いを行った。詳しい図面、仕様については「Part III 3.2 評価のための参考資料(参考資料4)」に示す。



図Ⅲ.11 標準モデル住宅のプラン

次に全構成部材について重量を調査し、日本建築学会公表の2005年産業連関分析に基づくCO₂排出原単位(国内消費支出分のみ)を用いてCO₂排出量に換算した。これを全て積算した値に、同じく日本建築学会公表の2005年建設部門分析用産業連関表を利用した工事分倍率を用いて施工段階のCO₂排出量を加算し、年・床面積あたりの値に換算した結果が、「建設」段階のCO₂排出量となる※。

※CASBEE 柏-戸建(新築)ではCO₂の単位として、ライフサイクルの総量ではなく、年・床面積あたりの排出量(kg-CO₂/年m²)を用いている。まず、床面積あたりとした理由は、評価対象住宅とは床面積が異なるモデル住宅で計算を行っているためである。床面積あたりに換算することで規模の影響をできるだけ排除した。また、年あたりとした理由は、寿命が異なる建物を比較するとき、ライフサイクルの総量では建物寿命が長いほど部材交換回数が増え、この結果CO₂排出量が増えることを防ぐためである(参照値は30年寿命で計算される)。

② 「修繕」の計算方法

ほぼ全ての部材の修繕率を1%/年と設定した。これは、部材製造に係るCO₂排出量の1%が「修繕」に係る分として毎年排出されることを意味する。全ての部材についてそれぞれの製造段階のCO₂排出量に修繕率を乗じた値を積算し、床面積あたりの値に換算した結果が「修繕」段階のCO₂排出量となる。

③ 「更新」の計算方法

各部材の耐用年数を設定し(外壁材・屋根材は Q_H2 の採点レベルに応じた年数、その他は、概ね、外装材・内装下地材・設備が30年、内装仕上げ材が15年)、建物寿命を30年、60年、90年とした場合の、それぞれの部材交換周期を求めた。これを元に、それぞれの建物寿命内における全ての交換部材分の CO_2 排出量を積算し、年・床面積あたりの値に換算した結果が「更新」段階の CO_2 排出量となる。

④ 「解体」の計算方法

全構成部材が解体材として発生し、処理施設まで4tトラックで30km輸送されると想定したときの燃料消費に伴う CO_2 排出量を計算し、年・床面積あたりの値に換算した結果が「解体」段階の CO_2 排出量となる。

2.5 ライフサイクル CO_2 (温暖化影響チャート)

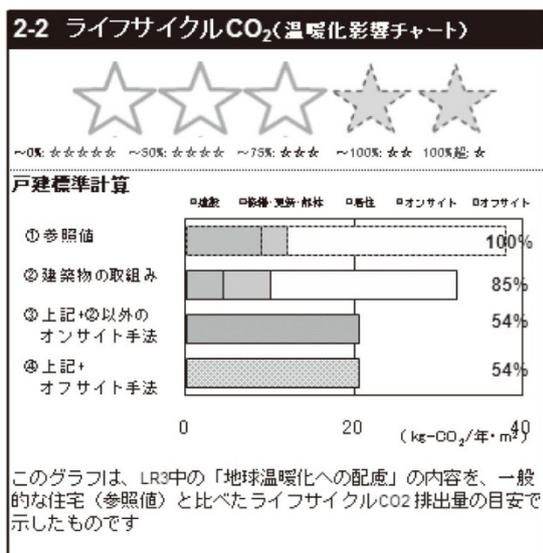
(1) ライフサイクル CO_2 (温暖化影響チャート)の概要

以上で説明した結果は、 BEE_H と赤星の評価で使われるのみならず、評価ツールの「結果」シートの「ライフサイクル CO_2 (温暖化影響チャート)」で表示される。2007年に公開したCASBEE-すまい(戸建)においては、標準的な住宅のライフサイクル CO_2 である「参照値」(下記①)と評価対象建物のライフサイクル CO_2 計算結果(下記③)を比較して示していたが、2010年版からはオフサイト手法を採用した場合の効果を含め、下記の①から④までを表示することとした。

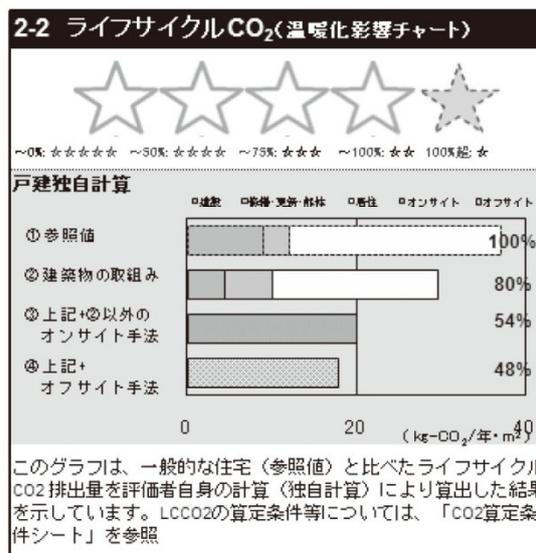
- ① 参照値では、一般的な住宅のライフサイクル CO_2 を、「建設」「修繕・更新・解体」「居住」の3つの段階に分けて表示する。
- ② 建築物の取組みでは、評価対象建物の建築物での取組み(建物の長寿命化、省エネルギーへの配慮などの取組み)を基に評価したライフサイクル CO_2 を、「建設」「修繕・更新・解体」「居住」の3つの段階に分けて表示する。
- ③ 上記+②以外のオンサイト手法では、太陽光発電など②以外の敷地内での取組みを評価した結果を表示する。
- ④ 上記+オフサイト手法では、グリーン電力証書やカーボンプレジットの購入など敷地外での取組みを利用した結果を表示する。

(2) ライフサイクル CO_2 の「戸建標準計算」と「戸建独自計算」

CASBEE 柏-戸建(新築)におけるライフサイクル CO_2 の算定方法は、評価ソフトが自動計算する「戸建標準計算」と、評価者が独自に算定した値を入力する「戸建独自計算」がある。 BEE_H の計算で引用するライフサイクル CO_2 は、評価条件を合わせる必要性があるため「戸建標準計算」の結果を使い、「戸建独自計算」の結果は使えないものとする。これはオフサイト手法の適用による CO_2 排出量削減については、現時点で戸建住宅では一般的な取組みとは言えず、ほとんどのCASBEE 柏-戸建(新築)ユーザーにとって、計算条件の設定や結果の判断が困難な状況と考えたためである。そのため、 BEE_H の算定に必須となる「戸建標準計算」では図Ⅲ.12の左側の図に示すように温暖化影響チャートの「④上記+オフサイト手法」は「③上記+②以外のオンサイト手法」と同じ結果を示すこととした。なお、オフサイト手法の効果まで含めて表示したいユーザーは、「戸建独自計算」を選択することで反映できるようにした。



【戸建標準計算】



【戸建独自計算】

図Ⅲ. 12 ライフサイクル CO₂ 温暖化影響チャートの表示例

(3) オンサイト手法を適用した場合のCO₂排出量の算定の考え方

CASBEE 柏-戸建-新築2010年版より、敷地内の太陽光発電システムに代表される再生可能エネルギーなどを利用した場合のライフサイクルCO₂評価結果をオンサイト手法とし、建物の長寿命化や高効率設備の採用などの建物本体での取組みと分けて表示することとした。これは、太陽光発電システムを導入することにより、運用段階の大幅な省エネ・省CO₂を達成することができるが、建物本体での取組みも重要であり、合わせて表示した場合にどちらの効果による削減であるかが判別できなくなるため、別々に示す必要があるとの判断によるものである。

現在、太陽光発電の普及のため、太陽光発電により発電された電力のうち、余剰電力分については、建物所有者がエネルギー事業者に売却することができる制度が適用されている(2016年4月時点)。その際に太陽光発電による環境価値(CO₂削減効果)も含めて売買されているため、売却された太陽光発電電力のCO₂削減効果は、本来その建物の環境評価に加えることができない。

しかし、発電電力の環境価値を含めて売却しているとしても、敷地内において太陽光発電システムを設置しCO₂の削減に貢献しており、また、太陽光発電の普及は我が国において低炭素社会構築にとって重要な手法であるため、CASBEE 柏-戸建(新築)においては売却した発電電力分のCO₂削減効果についてもオンサイト手法として算入することとした。

なお、太陽光発電システムによる発電電力の余剰電力の買取り制度や環境価値の取扱いについては、現在、国・自治体で諸制度が検討されており、今後の諸制度の整備状況によっては評価方法を見直す可能性があることを留意頂きたい。

(4) オフサイト手法を適用した場合のCO₂排出量の算定の考え方

温暖化対策の一つとして、グリーン電力証書やカーボンクレジットの取得によるカーボンオフセット手法が推進されている。これらの手法は、建物自体の環境性能とは必ずしもいえないが、我が国全体での温暖化対策としては有効であり、推進する必要がある。2010年版のCASBEE 戸建-新築より、これらの敷地の外での取組みを、オフサイト手法として整理して、「戸建独自計算」においてライフサイクルCO₂の評価に加えられることとした。

具体的には、オフサイト手法として、下記の取組みを評価する。

■すまい手による下記の取組み

- ・グリーン電力証書、グリーン熱証書
- ・J-クレジット制度 など

■エネルギー供給事業者によるカーボンオフセットの取組み

「エネルギー供給事業者によるカーボンオフセットの取組み」の効果に関しては、例えば、評価時点での最新の実排出係数と調整後排出係数^{※1}との差とエネルギー供給事業者より購入した電力の積を計算して、評価することができる。

オフサイト手法に関しては、今後、適用事例が増加すると思われる、CASBEEにおける評価方法についても、充実を図っていく。

※1 実排出係数および調整後排出係数とは、「地球温暖化対策の推進に関する法律(平成10年法律第117号)」の温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度における、「特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガスの排出量の算定に関する省令(平成18年経済産業省・環境省令第3号)」第2条第4項、および「温室効果ガス算定排出量等の報告等に関する命令(平成18年内閣府・総務省・法務省・外務省・財務省・文部科学省・厚生労働省・農林水産省・経済産業省・国土交通省・環境省令第2号)」第20条の2に基づく値である。

この値は毎年度公表されるため、環境省ホームページなどで最新値を確認して使用することもできる。(評価ソフトの「電気排出係数」シート上で最新値を入力して評価することができる。)

(5)「戸建独自計算」の入力方法

「戸建独自計算」では、公開されている様々なLCA手法により、独自に詳細なライフサイクルCO₂を算定している場合には、その計算条件と計算結果を引用して温暖化影響チャートを表示することが可能である。この際、評価ソフトでは「メイン」シートの「温暖化影響チャート」で「戸建独自計算」を選択した上で、ライフサイクルCO₂の計算結果を図Ⅲ.13に示す「CO₂独自計算」シートに入力する必要がある。ここでは、全ての入力値を独自に用意する必要はなく、大部分を「戸建標準計算」の計算結果を引用しながら、一部だけを独自の計算結果に置き換えることも可能である。このような場合のために、シートでは入力欄の横に「参考値」として「戸建標準計算」の計算結果が表示される。

「CO₂独自計算」シートでは、下記のような計算結果と計算条件を入力する。

- ・建設段階のCO₂排出量
- ・修繕・更新・解体段階のCO₂排出量
- ・運用段階のCO₂排出量
 - ① 参照値
 - ② 建築物の取組み
 - ③ 上記+②以外のオンサイト手法
 - ④ 上記+オフサイト手法
- ・計算条件など

詳細については「Part II 2.2 ソフトウェアの使い方」に記す。

■戸建独自計算結果の入力シート			■建物名称		○〇邸		
項目	参照値(参照建物)		評価対象		単位		
	入力欄	参考値	入力欄	参考値			
建設段階	CO ₂ 排出量	6.04	6.04	2.01	2.01	kg-CO ₂ /年㎡	
	計算条件など						
修繕・更新・解体段階	CO ₂ 排出量	2.35	2.35	3.85	3.85	kg-CO ₂ /年㎡	
	計算条件など						
運用段階	①参照値/ ②建築物の取組み	55.59	55.59	43.06	47.84	kg-CO ₂ /年㎡	
	③上記+②以外の オンサイト手法	—		24.06	29.62	kg-CO ₂ /年㎡	
	削減分	太陽光発電による削減分			19.00	18.23	kg-CO ₂ /年㎡
						0.00	kg-CO ₂ /年㎡
						0.00	kg-CO ₂ /年㎡
	④上記+ オフサイト手法	—		23.85	29.35	kg-CO ₂ /年㎡	
	削減分	(a-1) グリーン電力証書による カーボンオフセット				—	kg-CO ₂ /年㎡
		(a-2) グリーン熱証書による カーボンオフセット				—	kg-CO ₂ /年㎡
(a-3) その他のカーボンオフ セット					—	kg-CO ₂ /年㎡	
	(b) 調整後排出量(調整後排出 係数による)と実排出量との差			0.21	0.27	kg-CO ₂ /年㎡	
計算条件など							

<参考>

欄に入力した値が、温暖化影響チャートに反映される。

上表における「参考値」は、「戸建標準計算」をベースとした計算結果である。

上表、運用段階の④(b)における、調整後排出係数を用いた場合の実排出量との差の計算例は以下のとおり。

排出係数		
実排出係数	0.505	kg-CO ₂ /kWh
調整後排出係数	0.496	kg-CO ₂ /kWh

上表における「③上記+②以外のオンサイト手法」の入力値ベースでの計算例

実排出係数を用いた「③上記+②以外のオンサイト手法」	上表③の参考値	29.62	kg-CO ₂ /年㎡
	上表③の電力消費分(A)	15.07	kg-CO ₂ /年㎡
調整後排出係数を用いた「③上記+②以外のオンサイト手法」	$15.07 / 0.505 * 0.496 = (B)$	14.81	kg-CO ₂ /年㎡
実排出量-調整後排出量	(A)-(B)	0.27	kg-CO ₂ /年㎡

図Ⅲ.13 「CO₂独自計算」シートの表示例

2.6 注意点

以上に示すとおり、CASBEEファミリー全体の根本思想である、使いやすさを重視する観点から、「戸建標準計算」については、相当簡易化した方法を用いている。このため、その精度は必ずしも高いとは言えない。特に、CO₂排出量の絶対量が示される評価ソフトの「温暖化影響チャート」を見る場合は、このことを十分に認識する必要がある。

なお、CASBEE 柏-戸建(新築)ではライフサイクルCO₂排出量の算定において「特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガスの排出量の算定に関する省令(平成18年経済産業省・環境省令第3号)」の「他人から供給された電気の使用に伴う二酸化炭素の排出の程度を示す係数等」のうち、原則として「一般電気事業者が供給している電気のCO₂排出係数」を使うこととしている。これは、住宅において使用できる電気は、現状では一般電気事業者から供給される電気に限られるためである。以下に、本省令の概要を補足情報として示す。

「他人から供給された電気の使用に伴う二酸化炭素の排出の程度を示す係数等」の内容

他人から供給された電気の使用に係る二酸化炭素の排出量を正確に把握する観点から、当該二酸化炭素の排出量の算定に当たっては、①～③の場合に応じて、それぞれに定める係数を用いて算定する。

- ① 電気事業者(電気事業法に規定する一般電気事業者及び特定規模電気事業者をいう。)が供給している電気を使用している場合
： 環境大臣及び経済産業大臣が、電気事業者ごとに特定排出者による他人から供給された電気の使用に伴う二酸化炭素の排出の程度を示す係数及びこれを求めるために必要となった情報を収集し、その内容を確認し、公表する係数
- ② 電気事業者以外の者から供給された電気を使用している等、電気事業者ごとに公表された係数を用いて算定できない場合
： 二酸化炭素の排出量の実測等に基づき、①の係数に相当する係数で当該二酸化炭素の排出の程度を示すものとして適切と認められる係数
- ③ ①及び②の方法で算定できない場合
： ①及び②の係数に代替するものとして環境大臣及び経済産業大臣が公表する係数(総合エネルギー統計における外部用発電と自家用発電の実績より算出することを予定。)