

## 住宅のライフサイクル評価

伊香賀 俊治

(慶應義塾大学教授)

日本建築学会、建築研究所、国土交通省などで1990年以来、研究開発されてきた建物のライフサイクル評価(LCA)手法の概要と、建築環境総合性能評価システム(CASBEE)の採点システムに連動した簡易LCAツールが日本建築学会のLCAツールを活用して開発され、LCAのさらなる普及が図られてきた経緯を紹介した。さらに、2010年3月の地球温暖化対策基本法案に盛り込まれたわが国の中期(2020年)と長期(2050年)の温室効果ガス削減目標を達成するためのロードマップに記載されたライフサイクルカーボンマイナス(LCCM)住宅評価ツールの最新状況を概説した。

キーワード : 1) ライフサイクルアセスメント, 2) 低炭素社会, 3) 地球温暖化対策,  
4) 温室効果ガス削減, 5) CO<sub>2</sub>排出削減, 6) 住宅, 7) 木材利用, 8) 省エネルギー

### LIFE CYCLE ASSESSMENT OF HOUSING

Toshiharu IKAGA

This paper describes the histories and outlines of Life Cycle Assessment (LCA) method for buildings that have been researched and developed by the Architectural Institute of Japan (AIJ), Building Research Institute and Ministry of Land, Infrastructure and Transport since 1990. Thereafter, Streamlined LCA tool linked to the scoring system of Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (CASBEE) using AIJ-LCA Tool was developed and widely used. Then, recent situation of Life Cycle Carbon-Minus (LCCM) Housing Assessment Tool was reported, that was described in the road map in order to achieve the mid-term (2020) and long-term (2050) green house gases reduction targets based on the Global Warming Prevention Basic Law Bill in March 2010.

#### まえがき

建築物を環境効率で評価・格付けするための建築環境総合性能評価システム(CASBEE)が開発され、国・地方公共団体・民間で近年急速に普及してきた。このCASBEEにLCCO<sub>2</sub>に限定したLCAの簡易計算が組み込まれ、戸建住宅から大規模建築物まであらゆる建物で、CASBEEとLCAがより身近なものになりつつある。また、地球温暖化対策基本法案(2010年3月閣議決定)に盛り込まれたわが国の中期(2020年)と長期(2050年)の温室効果ガス削減目標を達成するためのロードマップ(2010年3月、環境省)においてもライフサイクルカーボンマイナス(LCCM)住宅・建築物が重要な対策として記載されている。本稿では、著者が取り組んできたこれらの実践と普及状況を紹介する。

#### 1 住宅・建築物のライフサイクル評価手法開発の歴史 住宅・建築物のライフサイクル評価(LCA)手法の開

発は、日本建築学会<sup>1)~4)</sup>、空調和・衛生工学会<sup>8)</sup>、建築環境・省エネルギー機構<sup>7)</sup>、建築研究所<sup>5)</sup>、国土交通省国土技術政策総合研究所<sup>6)</sup>、国土交通省大臣官房官庁営繕部<sup>9)~11)</sup>などで推進されてきた。

##### 1.1 日本建築学会 建物のLCAツール

日本建築学会では、1990年からLCA的な手法の研究がスタート<sup>1)</sup>し、その後、1998年11月に「建物のLCA指針案、～地球温暖化防止のためのLCCO<sub>2</sub>を中心として～」と題する報告書を公表し、1999年3月には「地球温暖化防止に向けての我が国の建築分野における当面の対策」を公表した。1999年11月には、建物のLCA指針(案)を出版<sup>2)</sup>し、2003年2月には正式な学会指針<sup>3)</sup>となり、2006年2月の改訂では戸建住宅用のLCAツールも追加された<sup>4)</sup>。日本建築学会の出版物のほかにウェブ上でも戸建住宅およびその他のあらゆる用途の建物評価できるツールが公開されている。現在、ライフサ

イクルカーボンマイナス (LCCM) 住宅評価ツール (後述) 開発と連携して 2011 年改訂に向けてバージョンアップ作業が行われている<sup>4)</sup>。

## 1.2 建築研究所・国土技術政策総合研究所の BEAT

建築研究所では、1997 年 11 月に、戸建住宅およびオフィスのライフサイクルエネルギー算出ツール (BEAT) を公開<sup>5)</sup>し、その後、国土交通省 国土技術政策総合研究所のプロジェクトに引き継がれ、戸建住宅版の BEAT-House と事務所ビル版の BEAT-Bldg としてバージョンアップがなされ、公開<sup>6)</sup>されている。

## 1.3 国土交通省官庁営繕部の LCA ツール

国土交通省大臣官房官庁営繕部では、日本建築学会の LCA 手法を活用して、1999 年に新築庁舎版の「グリーン庁舎計画指針及び同解説」<sup>9)</sup>、2001 年 3 月に既存庁舎版の「グリーン診断・改修計画指針及び同解説、CD-ROM 付」として LCA ツールを公開された。その後、LCCO<sub>2</sub> 以外に、LCR (資源消費)、LCW (廃棄物) を加え、CASBEE とも連携した LCA ツールが「グリーン庁舎基準及び同解説」<sup>10)</sup>と「グリーン診断・改修計画基準及び同解説」<sup>11)</sup>として 2006 年に公表された。現在、環境配慮契約法 (2007 年 11 月施行) に基づき、国・独立行政法人の施設設計契約においては、これらのツールを用いた環境配慮チェックが義務づけられている。

## 1.4 地方公共団体の LCA ツール

地方公共団体の庁舎、学校などの新築時、改修時の LCA ツールとしては、「青森県環境調和建築設計指針 (2003 年 12 月)」<sup>12)</sup>、<sup>14)</sup>、「東京都都市施設環境配慮整備指 (2005 年)」<sup>13)</sup>、「福島県環境共生建築計画・設計指針 (2006 年 11 月)」<sup>15)</sup>などが公表され、公共施設の企画・設計段階における LCA ツールが徐々に普及してきた。

## 2 CASBEE に組み込まれた簡易 LCA ツール

建築環境総合性能評価システム (CASBEE: Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency)<sup>16)</sup>は、国土交通省住宅局の支援のもとに、2001 年度以来、産官学共同プロジェクトとして建築物の総合的な環境性能評価手法研究委員会によって開発されてきた建築物の環境品質を環境負荷で除すことで定義された環境効率の大きさに応じて建築物を格付けする手法である。

現在までに開発・利用されている CASBEE ツール群としては、下記のものがあり、戸建住宅から大規模建築物、街区の評価まであらゆる建築物を評価することができる。戸建住宅から集合住宅、大規模建築物、街区までの環境効率と簡易 LCA ツールとして整備された。

現在、名古屋市 (2004.4) を皮切りに、全国 21 の自治体で、一定規模 (延床面積 2000 m<sup>2</sup>または 5000 m<sup>2</sup>) 以上の新築建築物について、建築確認申請以前の CASBEE 評価を含む計画書の提出と工事完了時の完了届けの提出が条例等に基づいて義務化され、届出結果は地方公共団体のウェブサイト上で、建物名、建築主名、設計者名、施工者名なども含めて一般公開されている。2008 年度末現在で 3900 件の CASBEE 評価が公開され、今後、導入する自治体が増えるのに伴って加速度的に増大する見込みである。

日本の CASBEE のような評価システムは、米国の LEED (Leadership in Energy and Environment Design) 評価システムをはじめ、近年各国で急速に開発・普及が進んでいる。このような動きの中で、2006 年 3 月には ISO/TS21931 (建築の環境性能評価の枠組みに関する技術仕様) が発行され、引き続き ISO 化が進められている。この中では、LCA が重要な位置づけとなっており、それを先取りする形で、2007 年版から CASBEE に LCCO<sub>2</sub> 評価に限定した LCA の簡易計算機能を追加した。

戸建住宅の設計は、個人設計事務所や小さな工務店で行うことも多いことから評価作業負担を軽減するために、ライフサイクル CO<sub>2</sub> のためだけの情報収集や条件設定を必要とせず、CO<sub>2</sub> 排出に特に関係する CASBEE の採点項目の結果から自動的に計算されるように工夫した。

## 3 LCCM 住宅

ライフサイクルカーボンマイナス (LCCM) 住宅とは、**図 3-1** に示すように、生産・施工・運用・廃棄までの一生に排出する CO<sub>2</sub> を徹底に減少させるさまざまな技術導入と省エネ型生活行動を前提とした上で、太陽光、太陽熱、バイオマスなどの再生可能エネルギー利用によって CO<sub>2</sub> 収支をマイナス側にまで持ってゆけるような住宅のことである。

国土交通省住宅局の研究開発事業として、一般社団法人日本サステナブル建築協会内に LCCM 住宅研究開発委員会 (村上周三委員長) が設置され、2009 年度から 3 カ年計画で研究開発を進めている。同委員会傘下の LCCO<sub>2</sub> 部会 (伊香賀俊治部会長) は、戸建住宅の建設から解体までのライフサイクルトータルで CO<sub>2</sub> 排出量がマイナスになる「ライフサイクルカーボンマイナス住宅 (LCCM 住宅)」を評価するための実用的な LCCM 住宅評価ツールとデータベースの開発を担当している。

### 3.1 LCCM 住宅評価ツール

日本建築学会「建物の LCA 評価ツール (戸建住宅版)」<sup>4)</sup>をベースに、**図 3-2** に示すように LCCM 住宅の資材製造、建設、居住、改修、廃棄各段階について、CASBEE-すまい (戸建) ツールの簡便さを備えつつも、地場産材

選択の評価が反映されるように、木材伐採、製材、乾燥、流通プロセスについても適切な計算精度を保ちつつも簡易な評価が可能なツールを開発中である。

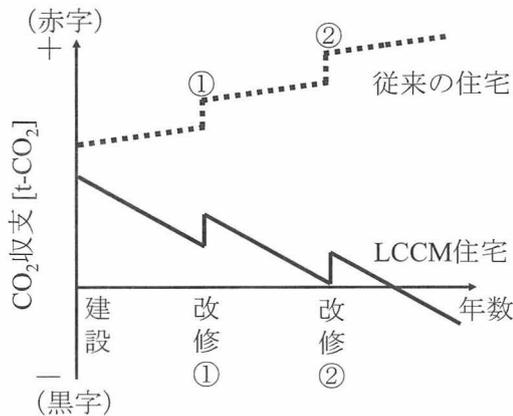
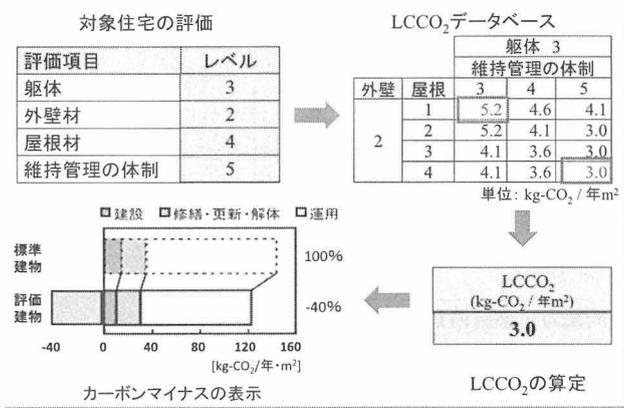
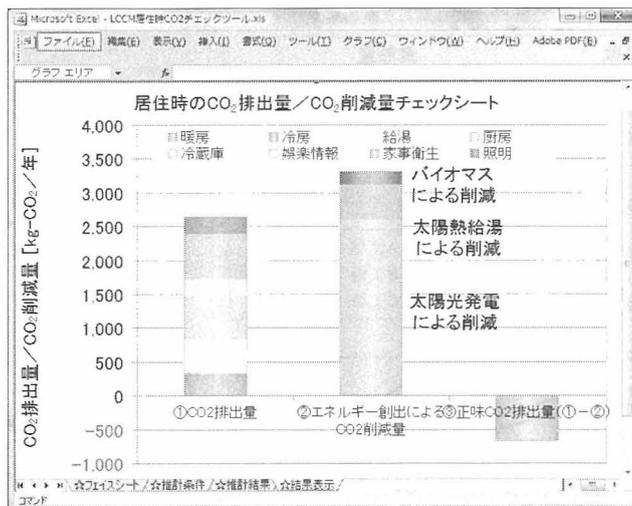


図 3-1 従来の住宅と LCCM 住宅の CO<sub>2</sub> 收支の違い



(1)部材の耐用年数レベル、材料選択画面



(2)ライフサイクルカーボンマイナス性能チェック画面

図 3-2 LCCM 住宅評価ツールのイメージ

### 3.2 LCCM 住宅用データベース<sup>19)</sup>

現地調査と文献調査を中心に木材の産地（国内外の各地域）のデータベースを検討した。図 3-3 に示すように推計する環境負荷物質は CO<sub>2</sub> とし、推計範囲は図 3-4 に示すように、現時点では輸送段階と製造段階の各工程とした。木材の材種（断面の大きさによる分類）によって表 3-1 に示すように乾燥方法が異なるため、材種別に CO<sub>2</sub> 原単位が推計可能なモデルとした。本モデルにおける入力変数は以下の 2 つである。現地調査及び文献調査（表 3-2）により、環境負荷に与える影響が大きいものを設定した。

#### (1)入力変数① 製材工場の年間製材量

製材工場の規模により、木材の加工や乾燥におけるエネルギー効率が異なる。製材工場の規模を表す指標を年間製材量で代表し、木材 1m<sup>3</sup>あたりの電力、燃料、乾燥工程での必要熱量（表 3-3）の関係を対数近似により定式化した結果をグラフ化したものを図 3-5 に示す。

#### (2)入力変数② 木屑利用率

乾燥工程では燃料として重油と木屑が投入される。木屑は CO<sub>2</sub> 排出係数が 0[t-CO<sub>2</sub>/kg]（カーボンニュートラル）であるため、燃料として木屑を利用することは CO<sub>2</sub> 原単位の低減につながる。乾燥工程での必要熱量に対し木屑の発熱量が占める割合を「木屑利用率」と定義し、木屑利用率に応じた CO<sub>2</sub> 原単位を推計する。図 6 に調査を実施した工場毎に木屑利用率と乾燥工程の CO<sub>2</sub> 原単位の関係を示す。

### 3.3 モデル住宅での検討例

本研究で構築したモデルを用いて図 3-7 に示す高知県梼原町の実住宅を対象に、建設に利用される建築用木材のインベントリ分析を行った。本モデルで推計した各段階の CO<sub>2</sub> 原単位を基に、住宅が建設されるまでに排出される木材起因の CO<sub>2</sub> 排出量を推計した。

各木材のインベントリ分析結果を図 3-8 に示す。各木材の現状ケースと地場産木材の木屑利用率を向上させた対策ケースの CO<sub>2</sub> 排出量を推計した。現状ケースでは、地場産木材の CO<sub>2</sub> 排出量が最も多く、特に製材段階（乾燥工程）が占める割合が 85% と大きい。中小規模の製材所では、乾燥工程において昼間は木屑を利用しているが、夜間は人件費削減のために A 重油での自動運転に切り替えているために木屑利用率が国産材（一般財）、輸入材と比較して小さくなっているためである。国産材（一般財）、輸入材は、輸送を県外、国外間で行っており輸送段階の CO<sub>2</sub> 排出量が多いが、大規模製材所のため 24 時間木屑を利用しているため、全段階の CO<sub>2</sub> 排出量が、中小規模製材所の地場産木材よりも少なくなっている。

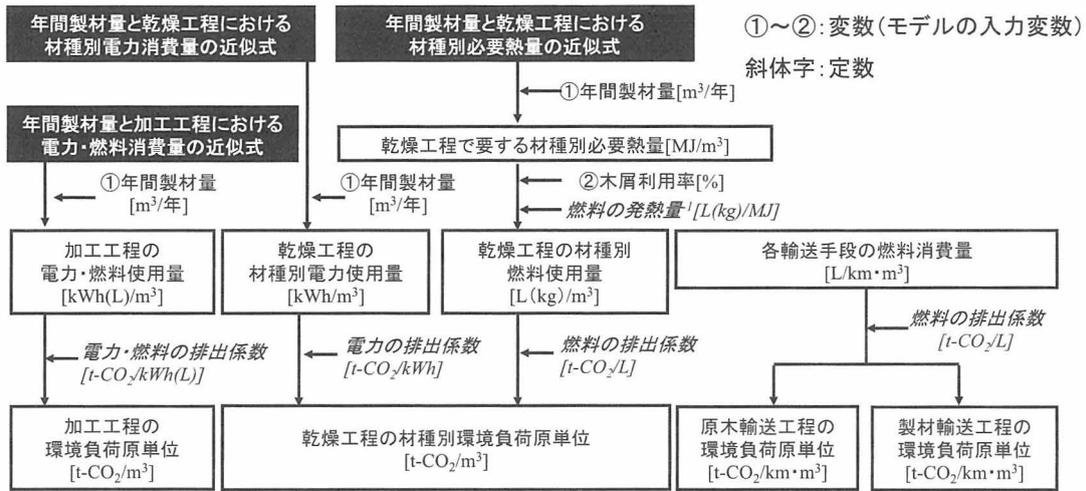


図 3-3 建築用木材の環境負荷原単位推計モデルの概要

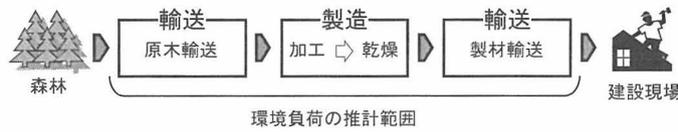


図 3-4 建築用木材のフローと環境負荷の推計範囲

表 3-1 材種別乾燥方法と CO<sub>2</sub> 原単位

材種	乾燥方法	断面積	CO <sub>2</sub> 原単位
ひき角材	120°C1日 → 100°C7~8日	大	大
ひき割材	120°C1日 → 100°C5日		
板材	100°C4日	小	小

表 3-2 現地調査及び文献調査の概要

調査目的	木材の輸送と製造の実態を把握し、環境負荷推計モデルの入力変数を決定
調査内容	原木、製材の輸送手段 / 年間電力・燃料消費量 / 工場内のマテリアルフロー etc...
対象工場 (所在地/年間製材量)	A工場 (高知県/約8,000m <sup>3</sup> ) ,B工場 (佐賀県/約125,000m <sup>3</sup> ) , C工場 (茨城県/約748,000m <sup>3</sup> ) ,D工場 <sup>文1</sup> (秋田県/約24,000m <sup>3</sup> ) E工場 <sup>文1</sup> (秋田県/約19,000m <sup>3</sup> ) ,F工場 (高知県/約2,000m <sup>3</sup> )

表 3-3 各燃料の CO<sub>2</sub> 排出係数と発熱量<sup>文2,3)</sup>

乾燥工程の燃料	CO <sub>2</sub> 排出係数	発熱量
木屑	0.00 [t-CO <sub>2</sub> /kg]	14.4 [MJ/kg]
A重油	2.71 × 10 <sup>-3</sup> [t-CO <sub>2</sub> /L]	39.1 [KJ/L]

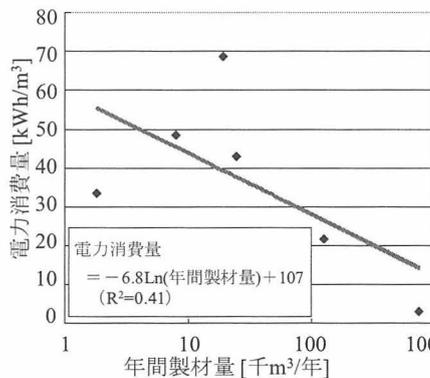


図 3-5 年間製材量と電力消費量の関係

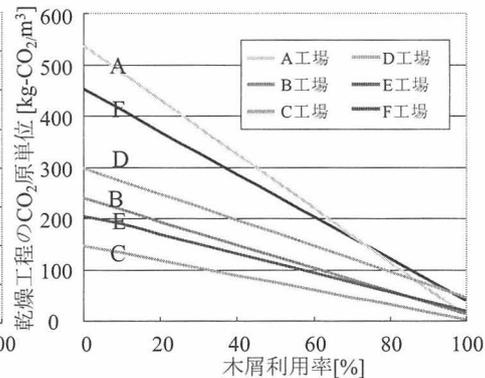


図 3-6 木屑利用率と CO<sub>2</sub> 原単位の関係<sup>注3)</sup>

地場産木材の木屑利用率を現状の59%から100%に向上させた場合のCO<sub>2</sub>排出量を推計した。100%に向上させることで現状から69%と大幅な削減が可能であり、全段階のCO<sub>2</sub>排出量は国産材(一般材)、輸入材を下回る。



建設地	高知県高岡郡 梅原町下組
構造	木造平屋建て
工法	在来工法
延床面積	99.5m <sup>2</sup>

図 3-7 研究対象住宅

表 3-4 各木材の計算条件

	製材工場	年間製材量 [m <sup>3</sup> /年]	輸送距離 (輸送手段) [km] 【原木採取地→建設地】	木屑利用率[%]	住宅の木材使用量[m <sup>3</sup> /棟]
国産材 (地場産材)	A	約8,000	原木: 30 (車) 製材: 24 (車) 【高知県→高知県】	59	・ひき角材: 23.2 ・ひき割材: 17.6 ・板材: 18.1
国産材 (一般材)	B	約125,000	原木: 376 (車) 製材: 387 (船)+472 (車) 【大分県→高知県】	100	
輸入材	C	約748,000	原木: 15,568 (船) 製材: 963 (船)+472 (車) 【シアトル→高知県】	100	

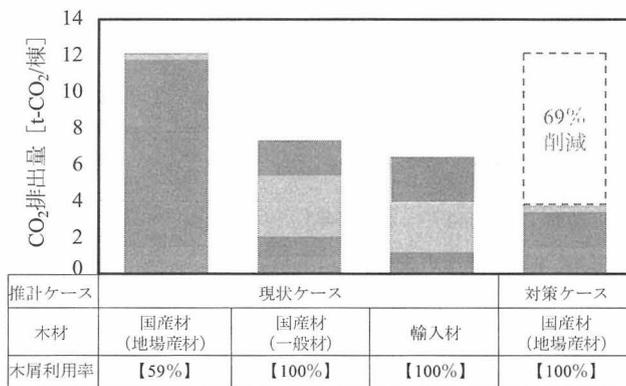


図 3-8 インベントリ分析結果

#### 4 LCCM 住宅普及による CO<sub>2</sub> 削減効果<sup>20)</sup>

2008 年度の民生家庭部門 CO<sub>2</sub> 排出量 (居住時 CO<sub>2</sub> 排出量) は 1990 年から 41%も増大しており、日本の中長期 (2020 年・2050 年) の温室効果ガス削減目標達成のためには、革新的な省エネ・創エネ政策推進が求められている。一方、長期優良住宅や低炭素建材開発などの政策推進は、住宅の新築・改修・解体に伴って産業部門と運輸部門で排出される CO<sub>2</sub> の削減に寄与するものであり、住宅のライフサイクル全体を考慮した中長期予測が重要となってくる。

##### 4.1 新築・改修・解体起因 CO<sub>2</sub> 予測モデル

住宅の新築・改修・解体起因予測モデルの概要を図 4-1 に示す。予測モデルは、床面積の予測モデル、床面積当たり CO<sub>2</sub> 排出量データベースから構築され、都道府県/

用途/構造/対策別の予測が可能となる。

ストック戸数は、既往の予測値<sup>17)</sup>、<sup>注1)</sup>を使用した。新築戸数は、毎年度の新築戸数が建築物の寿命関数に従い減少する一方で、ストック戸数を満たすように、毎年の戸数を予測した。長寿命化対策は、2015 年以降全ての新築住宅の寿命関数を 2 倍とした。改修戸数は、着工後 20 年毎に改修工事が行われるものとし、寿命関数を基に予測した。解体戸数は、新築戸数から寿命関数に従い減少した毎年度の残存戸数を減じることで予測した。平均延床面積、構造別割合は、昭和 38 年～平成 20 年の住宅・土地統計調査 (総務省)、既往研究<sup>18)</sup>より算出した。以上のようにして、新築・改修・解体床面積の予測した結果を図 4-2 に示す。

戸建、集合住宅共に、一般的なモデルを想定し、標準/長寿命化/省資源化<sup>注2)</sup>した場合の床面積当たり CO<sub>2</sub> 排出量を「建物の LCA 指針<sup>4)</sup>」を用い算出した結果を表 4-1 に示す。

##### 4.2 住宅からの CO<sub>2</sub> 排出量の 2050 年までの予測

予測結果を図 4-3 に示す。新築・改修・解体起因 CO<sub>2</sub> が住宅分野の約 1/4 を占めること、2015 年以降の長寿命化・省資源化対策により BAU (Business as Usual) 比 6% の CO<sub>2</sub> 削減が可能であることが明らかとなった。

##### 4.3 LCCM 住宅推進効果の検討

LCCM 住宅推進ケースの予測モデルを図 4-4 に示す。新築床面積、CO<sub>2</sub> 排出量を入力条件とし、各種設定を追加し、LCCM 住宅推進による低炭素化効果の推計を可能にした。

将来の新築床面積を 2015 年 (各種対策が開始され CO<sub>2</sub> 排出量が削減されると仮定) から 2050 年まで積上げ、ストック床面積に占める割合を算出した結果を図 4-5 に示す。2015 年以降の新築床面積が 2050 年のストック床面積の 77%を占めることがわかった。

住宅 1 棟の CO<sub>2</sub> 削減率を★の数で表し、表 4-1 の床面積当たり CO<sub>2</sub> 排出量原単位にこれを通じ、住宅 1 棟の LCCO<sub>2</sub> 削減量を表 4-2 に示すように設定した。また、LCCO<sub>2</sub> の削減シナリオとして、「将来の新築住宅の全てが★となる」のように、表 6 に倣い 5 ケースを設定した。ここで、★★★★★は LCCM 住宅を表す。推計結果を図 4-6 に示す。2050 年に住宅分野において 90 年比 80%減を達成するためには、2015 年以降建設される全住宅を LCCM 住宅 (★★★★★) とする必要があることがわかった。

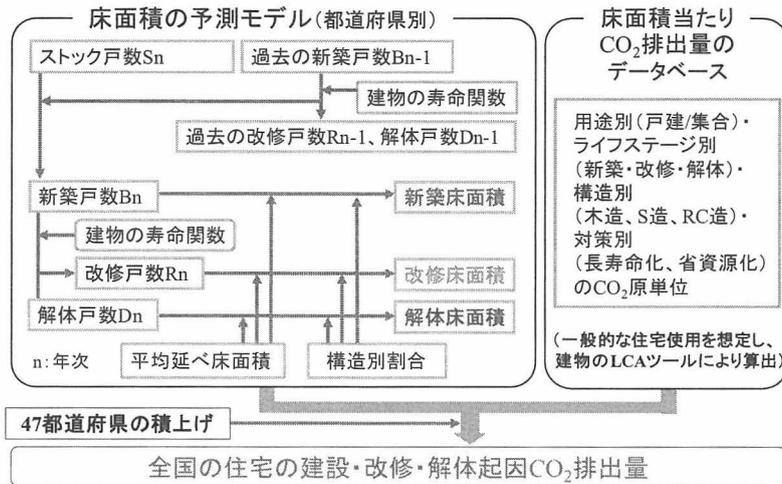


図 4-1 新築・改修・解体起因 CO<sub>2</sub> 排出量予測モデル

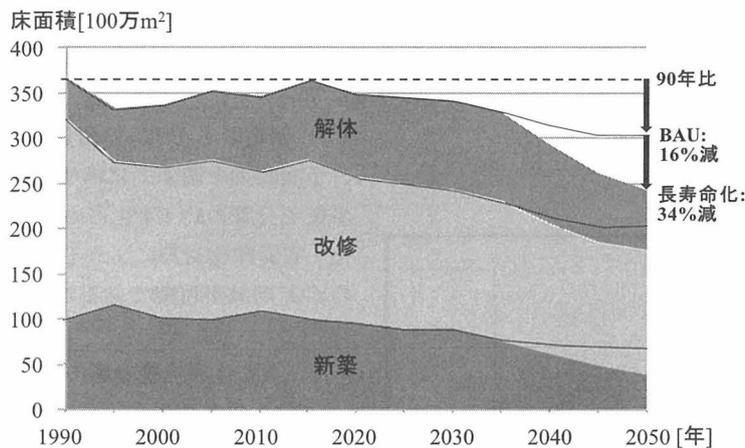


図 4-2 新築・改修・解体床面積の 2050 年までの推移

表 4-1 床面積当たりの CO<sub>2</sub> 排出量<sup>注3)</sup> (kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)

		戸建			集合		
		木造	S 造	RC 造	木造	S 造	RC 造
新築	標準/長寿命	267.5	451.5	504.9	267.5	477.9	697.4
	省資源	254.9	423.2	434.0	254.9	431.0	611.9
改修	標準/長寿命	75.6	63.0	54.3	75.6	367.9	362.6
	省資源						
解体	標準/長寿命	15.1	22.4	39.7	15.1	39.6	60.7
	省資源化						

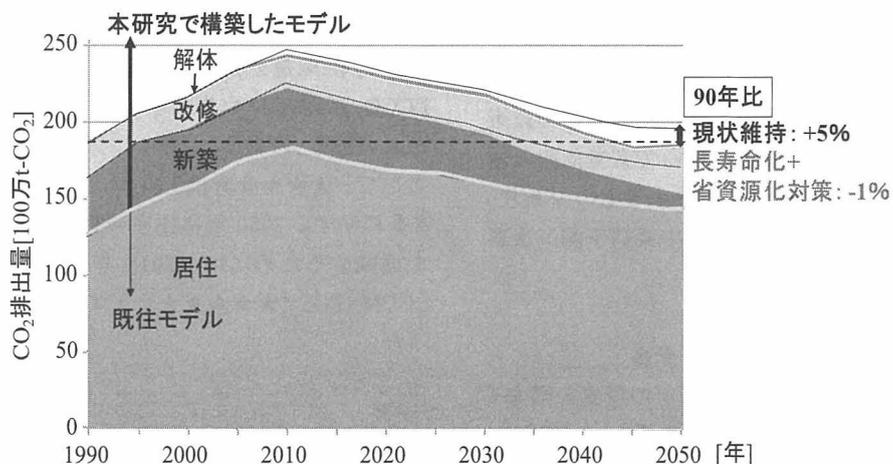


図 4-3 住宅のライフサイクル CO<sub>2</sub> 排出量予測結果

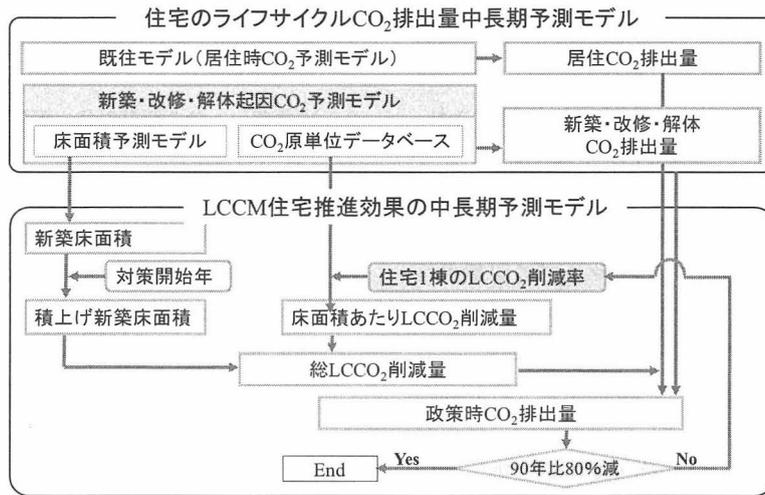


図 4-4 LCCM 住宅推進ケースの中長期予測モデル

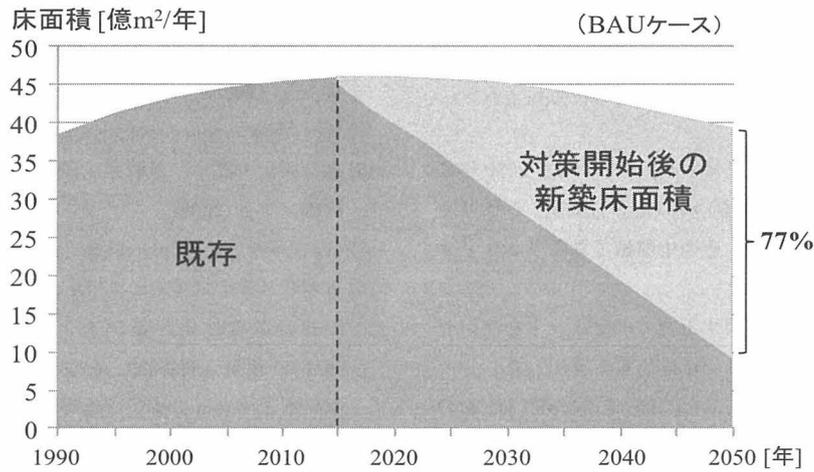


図 4-5 ストック床面積に対する新築床面積

表 4-2 LCCO<sub>2</sub> の削減率の設定

	★★★★★	★★★★	★★★	★★	★
削減率	100%	75%	50%	25%	0%

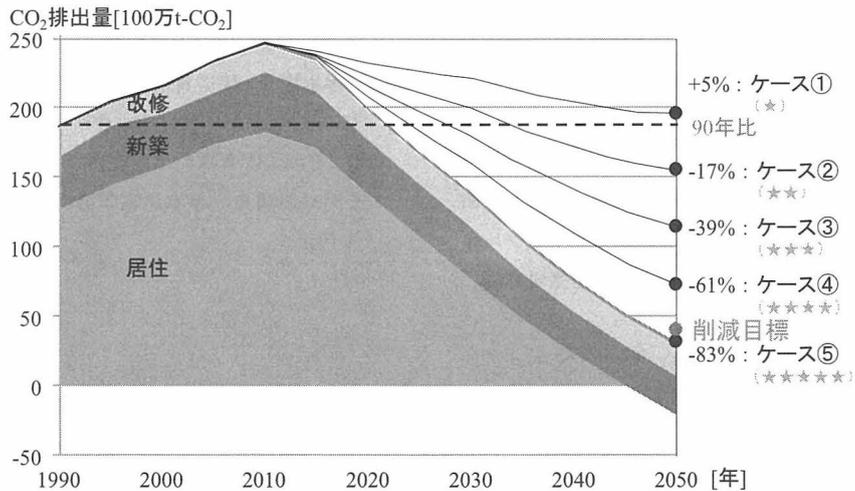


図 4-6 低炭素化効果の予測結果

## 5 おわりに

1990年以來、研究開発されてきた建物のLCA手法の概要とCASBEEの採点システムに連動した簡易LCAツールが日本建築学会のLCAツールを活用して開発され、LCAのさらなる普及が図れてきた経緯を紹介した。さらに、2010年3月の地球温暖化対策基本法案に盛り込まれたわが国の中期(2020年)と長期(2050年)の温室効果ガス削減目標を達成するためのロードマップに記載されたライフサイクルカーボンマイナス(LCCM)住宅評価ツールの最新状況を概説した。また、日本のすべての住宅からのCO<sub>2</sub>排出量を1990年から2050年まで推計した結果、2015年以降の長期優良住宅、低炭素建材の推進対策により、2050年においてBAU比6%のCO<sub>2</sub>排出量削減が示唆された。2050年に住宅分野において90年比80%減を達成するためには、2015年以降建設される全ての住宅をLCCM住宅(LCCO<sub>2</sub> 100%削減の★★★★★住宅)にしなければならないことが示唆された。

### <注>

- 1) 環境省「脱温暖化2050プロジェクト」において、2050年の脱温暖化社会像を、A(都市集中型)・B(地方分散型)シナリオについて描いている。本報では、その中間値であるMシナリオの結果を示している。
- 2) 省資源化対策は、建設時に使用する全てのセメントを高炉セメントとした場合の床面積当たりCO<sub>2</sub>排出量を算出した。
- 3) 木造の値は戸建住宅の値を利用した。RC造は、SRC、RC造のCO<sub>2</sub>排出量の平均値とした。
- 4) 日本サステナブル建築協会「ライフサイクルカーボンマイナス研究開発委員会(委員長:村上周三 建築研究所理事長)

### <参考文献>

- 1) 日本建築学会建築と地球環境特別研究委員会: “建築が地球環境に与える影響”, (1992)
- 2) 日本建築学会, ”建物のLCA指針(案) 地球温暖化防止のためのLCCO<sub>2</sub>を中心として”, 日本建築学会, 東京(1999)
- 3) 日本建築学会, ”建物のLCA指針, 環境適合設計・環境ラベリング・環境会計への応用に向けて”, 日本建築学会, 東京(2003)
- 4) 日本建築学会, ”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”, 日本建築学会, 東京(2006)
- 5) 小玉祐一郎・澤地孝男・中島史郎: 建築のライフサイクルエネルギー算出プログラムマニュアル, 建設省建築研究所, 1997. 11
- 6) 設計支援システム(BEAT-Bldg)ユーザーズマニュアル(2007. 12. 1版), 国土交通省国土技術政策総合研究所, 2007. 12
- 7) 環境共生住宅推進協議会編: 環境共生住宅 A-Z, (株)ピオシティ, 1998. 11

- 8) 空気調和・衛生設備の環境負荷削減対策マニュアル, 空気調和・衛生工学会, 2001. 3
- 9) 公共建築協会, ”グリーン庁舎計画指針及び同解説 平成11年版”, 公共建築協会, 東京(1999)
- 10) 公共建築協会, ”グリーン庁舎基準及び同解説 平成17年版”, 公共建築協会, 東京(2006)
- 11) 建築保全センター, ”グリーン診断・改修計画基準及び同解説 平成17年版”, 建築保全センター, 東京(2006)
- 12) 林立也、成田宏之、工藤勝正、駒井裕民、時田繁、伊香賀俊治、遠藤純子, ”青森県県有施設における環境負荷低減手法の定量効果算定ツールの開発”, 日本建築学会技術報告集第20号, (2004), pp. 205-210
- 13) 林立也、藤原孝行、伊辺岳、時田繁、伊香賀俊治、遠藤純子, ”東京都都府施設における環境配慮型建築の環境・コスト評価システムの開発”, 日本建築学会技術報告集第23号, (2006), pp. 253-258
- 14) 青森県: ”青森県環境調和建築設計指針及び同解説、評価ソフト”(2003)  
<<http://www.pref.aomori.jp/kenchiku/eizen/index.htm>>
- 15) 福島県土木部: ”環境共生建築計画・設計指針及び同解説、評価ソフト(2006)  
<<http://www.pref.fukushima.jp/kenchiku/eizen/top.htm>>
- 16) 日本サステナブル・ビルディング・コンソーシアム, ”建築物総合環境性能評価システムCASBEE-すまい(戸建)、CASBEE-新築(簡易版)、CASBEE-まちづくり(簡易版)評価ソフト・マニュアル”, 建築環境・省エネルギー機構, (オンライン), 入手先  
<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/index.htm>
- 17) 脱温暖化2050シナリオチーム: 建築物動態モデル(住宅), 2007. 2
- 18) 伊香賀俊治: 住宅のエネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量の都道府県別マクロシミュレーション手法の構築, 日本建築学会技術報告集第22号, p. 263-268, 2005. 122)
- 19) 南部佑輔・伊香賀俊治・小林謙介・恒次祐子・川久保俊・奥村公美: 建築用木材の環境負荷推計モデルの構築, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2010. 9(予定)
- 20) 木本慶介・伊香賀俊治・村上周三: 低炭素社会に向けた住宅・非住宅建築におけるエネルギー削減のシナリオと政策提言(その14)日本の全住宅のライフサイクルCO<sub>2</sub>中長期予測モデルの開発, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2010. 9(予定)