



# Epistula

えびすたら

建設省建築研究所  
Building Research Institute  
Vol. 16  
発行：1997.3

地球環境問題を契機として、われわれの社会の「持続可能性」が問われるようになった。「持続可能な社会」という言葉を初めて使ったのは、ワールドウォッチ研究所のレスター・ブラウンで、1981年のことである。持続可能（サステナブル）とは、将来にわたって破綻をきたすようなストレスが蓄積されないという意味である。「この地球の環境は未来の子どもたちからの借り物だ」というのが、彼の主張であった。地球の大気に含まれる二酸化炭素量が急激に増加し始めていることが観測され、発表された時期である。このままでは地球の熱収支のバランスが崩れ、地球の温暖化が避けられないこと、それによってすべての生物の生存基盤となってきた生態系に変化が生じ、ひいては人間を含む生物の生存を揺るがせるかも知れないと危ぶまれるようになったのだ。

地球は、一つの生命体と考えられるほど多様な生物の精妙な相互依存関係の上に成立している。そのことが改めて認識され、生物と環境の関係学である生態学(エコロジー)が注目されるようになり、エコロジーのキーワードである「エネルギーと物質の流れ」が、地球環境問題を解く鍵と考えられるようになった。快適さと便利さを求める手段としてエネルギーと資源を利用することは、人間の歴史とともにあって、「文明」の基本原則であるようにもみえる。とりわけ近代という時代は、エネルギーと資源の大量消費の上に築かれてきたといっても過言ではないが、それが社会の「持続可能性」を危うくしていると考えられるようになったのだ。もちろん、建築や都市も例外ではない。

ビルや住宅を使用し維持するために使われているいわゆる民生用のエネルギー消費は、全体の4分の1を占め、その建設にかかるエネルギーも含めると、建設関連分野から放出される二酸化炭素は全体の4割に近いとされる。環境負荷を減らすためにエネルギーの消費を抑制し、物質の循環システムを再構築することが、この分野においても緊急の課題なのである。上記の課題を解決することを目指して、建築研究所では平成3年度から7年度までプロジェクトを実施した。そこでは、個別の建物の問題と、都市市街地規模での問題とをあわせて検討した。

ビルや住宅を使用し維持するために使われているいわゆる民生用のエネルギー消費は、全体の4分の1を占め、その建設にかかるエネルギーも含めると、建設関連分野から放出される二酸化炭素は全体の4割に近いとされる。環境負荷を減らすためにエネルギーの消費を抑制し、物質の循環システムを再構築することが、この分野においても緊急の課題なのである。上記の課題を解決することを目指して、建築研究所では平成3年度から7年度までプロジェクトを実施した。そこでは、個別の建物の問題と、都市市街地規模での問題とをあわせて検討した。

### 研究の3つの軸

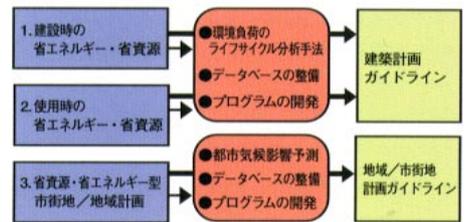


図2 総合技術開発プロジェクト  
「省資源・省エネルギー型国土建設技術の開発」  
(平成3～7年度)



写真提供：宗方 淳



### 特集

## 持続可能な社会をめざして 建築と都市の環境負荷軽減

# Sustainability

2021/9/10

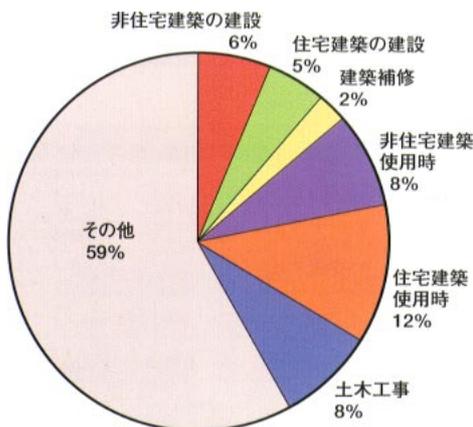


図1 建設に関連する二酸化炭素排出量が全体に占める比率

# 建築と都市を地球にやさしくするには？



建築と都市が在ることによって必然的に生じるエネルギーと資源の使用、その浪費をできるだけ少なくするにはどうすればいいのでしょうか？  
これまであまり気にかけることのなかったのですが、  
実はわれわれ自身のために、またわれわれの子孫のために、無視できない大きな課題です。  
ここではその糸口を探ってみました。

## 建物のライフサイクルを通じての環境負荷を分析する

まず個別の建物について、ライフサイクルの視点から全環境負荷発生量（1次エネルギー消費量または二酸化炭素発生量）を予測する手法をつくった。ある建物の寿命がN年であるとき、その寿命N年にわたって使われる資源とエネルギーを、建設時の材料生産・施工工事に伴う環境負荷から、建物使用時のもの、一定期間ごとに繰り返される改修工事に伴うもの、寿命が尽きた時点での解体・廃棄に関するものまで、すべて考慮しようというものである（図3）。これは一般的なパーソナルコンピュータで用いることができ、それぞれ画面で簡便に計算が行える（図4）。ただし実行するには、建築物の設計図書類に基づいて、建設時の材料の拾い出し、断熱仕様、設備の内容など、計算条件として入力する必要のある項目をあらかじめデータベースとして用意しておく必要がある。さてそのデータベースであるが、建築材料・部材の製造は一次加工（素材から建築材料の製造まで）と二次加工（建築材料から建築部材＝二次部材の

製造まで）の2つの工程に大きく分けられる。今回は、一次加工に係るエネルギー消費量と炭素放出量原単位（二酸化炭素消費量を炭素量で換算）を産業連関分析により求め、二次加工に係るエネルギー消費量と炭素放出量原単位をアンケート調査により求めた。つまり、（二次部材の製造原単位）＝（原材料i×原単位i）＋（エネルギー形態j×原単位j）となる。

二次部材に関するアンケート調査は、各種部材を製造しているメーカーの60団体（協会、工業会など）に依頼して行った。対象は86製品で、ものによっては複数種類を調べた。調査内容は、原単位算定に必要な4項目、すなわち、建築部材を製造するのに必要な原材料名およびその量、建築部材を製造するのに必要なエネルギー形態およびその量、建築部材を製造する際に使用しているリサイクル材の品名とその量、建築部材の耐用年数とした。

開発された手法が妥当かどうか検討するため、実際の建物を対象に建築部材の製造から解体廃棄までの過程で消費されるエネルギー量と放出される二酸化炭素量を算出した。

ケーススタディでは、建物の形態、構造、使用部材の種類（リサイクル材の有無）施工形態、建物寿命、使用条件などを変化させて分析を行い、各因子がそれぞれの程度影響するかを調べた。なお、必要な入力データは、対象建物の積算書記載事項をもとに作成した。

ケーススタディは、SRC造集合住宅、SRC造事務所ビル、木造戸建住宅、S造戸建住宅、RC造戸建住宅の5つである。集合住宅と事務所ビルは実在する典型的な建物であり、戸建住宅は同一平面を想定して設計・見積もりを行った。ここではかりに寿命を25年として算出した。これによれば、同一床面積の住宅であっても、構造によって建設に起因する環境負荷が異なるため、たとえばRC造戸建住宅のライフサイクルエネルギーは、木造およびS造の1.5倍となっている。建物用途間で比較すると、SRC造の事務所建物は、集合住宅に比べて部材製造に係るエネルギー消費量が約2倍、建物使用時のそれは約3倍になっている。

建設に際して必要なエネルギー消費量および二酸化炭素発生量が大きい建物ほど、寿命を延ばすことがライフサイクルでの環境負荷の削減に結びつく。

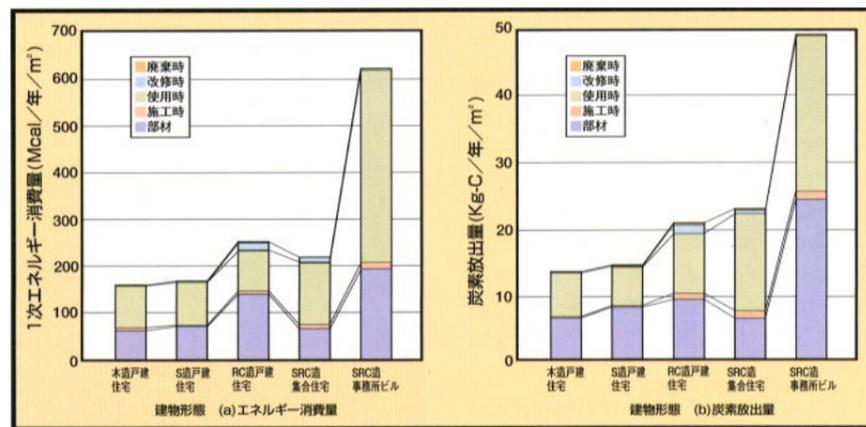


図5 建物形態別のエネルギー消費量と炭素放出量

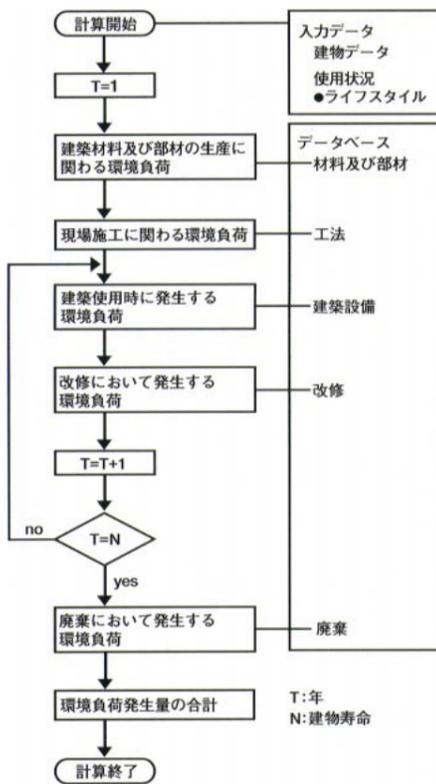


図3 ライフサイクルエネルギーの計算フロー

項目	E(Mcal/年)	CO2(Kg-C/年)
住宅用照明 (1次換算)	431,028.63	47,108.58
住宅用太陽熱	0.00	0.00
事務所用電力	0.00	0.00
事務所用ガス	0.00	0.00
事務所用灯油	0.00	0.00
改修仕上り新用材	34,797.66	2,665.37
改修仕上り再利用材	0.00	0.00
部材合計	291,799.91	29,846.96
施工時合計	56,186.80	6,129.47
運用時合計	939,716.25	107,969.09

図4 ライフサイクルの環境負荷発生量予測プログラムの画面表示例

項目	値
ケース名	集合住宅
建物の種類	集合住宅
構造	SRC造
床面積 (㎡)	4629m2
建設地点	東京
寿命 (年)	25

メインメニュー画面

## 都市スケールの環境負荷低減のための手法

都市規模になると、個別の建物の問題だけでなくそれらが集積した影響が現れてくる。それは昔から都市気候あるいはヒートアイランド現象として知られていたが、今回はそれを解析的に検討し、全体として評価する手法を開発した。それにより、さまざまな開発計画を評価でき、都市計画に当たって有用な情報を提供できる。

ここで提案する手法は具体的には以下のようになっている。基本計画データとして、開発域の建物用途、土地利用構成などを10mメッシュで用意し、それを計算用のパラメータに変換する。計算によってそれぞれの微気象要素の3次元時系列データを得、それらを集計することで都市気候影響を評価する。図6は、市街地再開発による微気候への影響の解析例を示したものである。低層住宅地の中高層化・高密度化を計画の方針とすると、ヒートアイランドの主因である人工廃熱が増加してしまうことがわかる。分析地域の延べ床面積は現状では26万㎡、計画では33万㎡となり、人工廃熱の強度は分析域全体で約30%増加する。

一方、地上付近の気温は、開発域に沿って1程度周辺よりも低温となる領域が形成されている。計画で街路緑化を中心に分析域全体で17%の緑被率を設定し、建物緑化も部分的に導入したことが、地域の微気候への影響の緩和に有効に働いたと考えられる。個々の建物で環境負荷低減を図るのはもちろんのこと、今後は市街地環境への影響を考慮した開発計画も重要であり、市街地微気候予測手法はその一助になると期待される。

## 省資源・省エネルギー型市街地形成のためのガイドライン

環境負荷の低減に配慮した市街地を形成するのに適用できる基本的な考え方を、ガイドラインとして整備した。これは、これまでの知見および今回の研究における具体的なシミュレーション結果などを踏まえて選定したものである。市街地の基本計画策定に関しては、面的整備、通勤および業務交通でのエネルギー消費抑制、市街地整備での高層化といった視点から13項目、一方、市街地の整備計画策定に関しては、地域冷暖房システムの導入、

部材名	単位	新材	再生材
仮設	kg	0	0
仮設	kg	1220	0
仮設	kg	10439	0
仮設	kg	0	0
仮設	kg	0	0
仮設	m3	47	0
仮設	m3	91	0
地盤	kg	0	0
地盤	kg	0	0
地盤	kg	0	0
地盤	m3	0	0
土工	kg	0	0
土工	kg	0	0
土工	kg	0	0
土工	m3	0	0
土工	m3	0	0
土工	kg	0	0
土工	kg	0	0
土工	kg	0	0
土工	kg	3141	0

部材の設定画面

コ・ジェネレーションシステム導入、未利用エネルギー活用、緑地整備、市街地における建設行為といった視点からの18項目が含まれている。さらに、既成市街地のエコロジカルな現況を的確に把握するための診断手法（エコカルテ）を提案している。

## 今後の課題と戦略

環境への影響が大きいと指摘されている都市と建築分野で、どのように環境負荷を低減することができるか？さまざまな立場に基づいて多様な対策が考えられるが、戦略的に進めるためには、個々の対策が全体的に見てどのような位置づけを持ち、どの程度の効果を持つのか、あらかじめ知っておく必要がある。ここでは対策の有効性を定量的に評価する手段が不可欠であり、その基盤として環境負荷発生機構を明らかにしておかなければならない。

建築および都市規模でのふたつの計画手法は、このような認識のもとに開発されたものであるが、実用とするためにはなお解決しなければならない課題も少なくない。なかでも、データベースの整備

と維持・更新は大きな課題である。手法が進化するほど、必要とされるデータベースの種類が増え、データの精度の良さが求められるという場合もある。しかしながら、一方では情報システムの常として、このような計画手法が一般に使われるようになれば、データベースの整備も急速に進むという見通しもある。また、プログラムの改善も、手法の普及にあわせて加速度的に促進されるかも知れない。

これまで蓄積された経験と知見から、環境負荷を減らすための基本的原則はよく知られるようになった。しかし、現実には基本原則のいくつかが相互に矛盾する場合が少なくない。想定される多様な選択肢のなかから、どのような計画・設計案を採用すべきか？こうした場合には、今回開発した計画手法を駆使して、より具体的な検討を行うのが有効である。地球環境の時代であればこそ、それぞれの地域の自然環境特性、固有の計画条件に対応する、きめ細かな代替案が求められる。この計画手法は、そのような代替案を評価し支援する道具なのである。

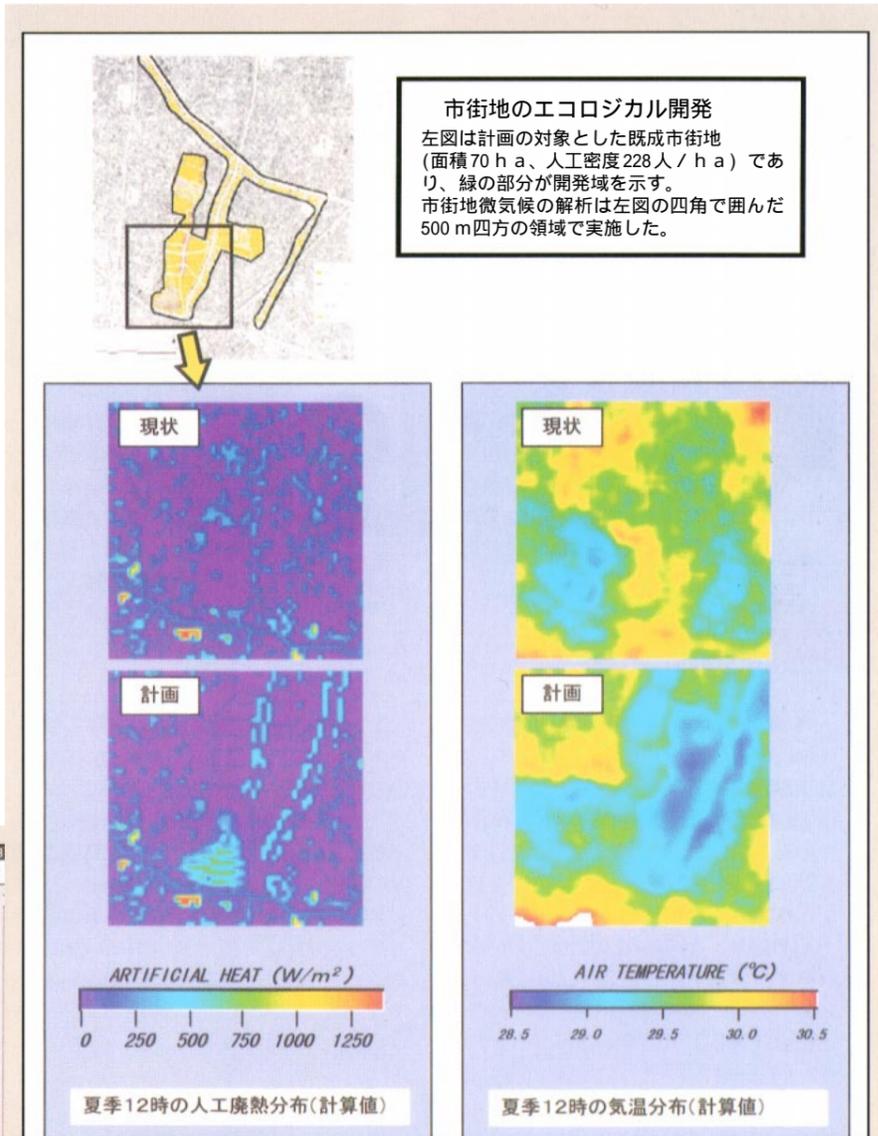


図6 市街地再開発と微気候影響

## 平成9年度春季研究発表会の開催について

建設省建築研究所では、平成9年度春季研究発表会を、5月19日(月)～23日(金)の週に予定しております。今年度は、外部の講師の方を招いて研究の内容、方向性等についてご意見、ご感想を戴くなど例年になく活発な研究発表会を企画しております。開催場所は、筑波研究学園都市・建築研究所内。入場無料。聴講歓迎。お問い合わせは、企画調査課情報管理係まで。

## 『構造複合実験棟』竣工

平成8年12月に構造複合実験棟が竣工いたしました。本実験棟は構造関連の複合実験を目的としており、地震を想定して損傷を加えた建築物の火災実験や、施工実験後の構造耐力実験などが効率よく実施出来るよう、可動上屋を有しているのが特徴です。

《建物概要》

構造：鉄骨造、地上2階  
建築面積：604.54 m<sup>2</sup>  
延床面積：623.17 m<sup>2</sup>  
2階面積：62.77 m<sup>2</sup>  
1階面積：560.40 m<sup>2</sup>

## 出版のご案内(近刊)

BRI Proceedings No.5

『建設省建築研究所50周年国際シンポジウム-持続可能な都市実現のための建築研究』

建築研究資料No.89

『住宅を対象とした免震構法技術の開発』(山内 泰之、緑川 光正、飯場 正紀編)

- についてのお申し込みは -

社団法人 建築研究振興協会

〒108 東京都港区芝5-26-20 建築会館5階

TEL . 03(3453) 1281

FAX . 03(3453) 0428

## 編集後記

「省資源・省エネルギー型国土建設技術の開発」は平成3年度から5年間をかけた建設省の総合技術開発プロジェクトである。開発当時、地球温暖化に関する政府間パネルのレポートが脚光を浴び、政府の地球温暖化防止行動計画が策定されるなど、地球環境問題への関心が急速に高まった時期にあった。「省資源・省エネルギー」という言葉自体は、70年代の石油危機の頃から使われていた言葉であり、ライフサイクルを通じたエネルギー評価についても一部では基礎的な研究が進められて来ているのは事実であるが、そうした考え方を実現するに当たっては計算に必要な個々のデータの不足や、手法の骨格が曖昧であったりした。そのため、建築部材の生産に要する資源・エネルギーの調査を多数の工業会を対象に行い、住宅等のエネルギー消費調査を全国的に行った。今では、建築分野における地球環境問題への対応も定着したものとなり、ISOにおける環境影響評価の標準化、二酸化炭素排出量抑制を目的とした建築物の省エネルギー基準強化など、着実な歩みを感じとられる。総プロが築いた枠組みをさらに有効たらしめるには、部分的に足りないデータを今後も補い続けるとともに、定期的なメンテナンスが必要であろう。(T.S.)



BRI NEWS  
**Epistula**

第16号

平成9年3月31日発行

発行：建設省建築研究所企画部企画調査課

〒305 茨城県つくば市立原1

Tel.0298-64-2151 Fax.0298-64-2989