

## 鳥取県における建築物関連環境負荷の推定

### A Study on the Environmental Loads Regards Buildings in Tottori Prefecture

木俣 信行

KIMATA Nobuyuki

和文要旨：建築物は地域社会に集積され、人々の生活の基盤となりこれを支えるものだが、わが国の都市における建築物は、必ずしもそうした役割を果たしきれているとは言えない。わが国では戦災で壊滅した都市の住空間は相変わらず相対的に貧弱であり、にも拘らず継続する建設投資の負担が国民に重く押し掛かっているだけではなく、地球環境への負荷も大きい。このような状況に鑑み、筆者は地球環境が悪化する中で、特に持続可能な社会を支える環境負荷の少ない社会的共通資本としての建築物について、今世紀に入って供用されている鳥取環境大学をモデルにスタディすると共に、これを基にして鳥取県全体での社会資本に係わる環境負荷が如何なる大きさととなっているかについて、推定を試みた。鳥取において、環境に配慮した社会的共通資本を整備してゆくための施策を検討する基礎となることを、本研究は期待したものである。

【キーワード】 鳥取県、社会的共通資本、建築物、資源・エネルギー消費、環境負荷

**Abstract** : Buildings are expected as national stock in the region. However in Japan, great portion of buildings are built without any attention as the social capital, especially in urban area. Nevertheless tremendous buildings have been scrapped and re-built in Japan over last half century, great portion of citizens in urban area still are urged to live in poor and small environment under the high economical burden. This study, by the assessment of the environmental load of the campus of Tottori University of Environmental Studies, and buildings in Tottori Prefecture, orients to prepare the fundamental data for developing the local policies towards the sustainable society.

【Keywords】 Tottori prefecture, Social Common Stock, Buildings, Resources & Energies Consumption, Environmental Load

#### はじめに

遠い未来の世界から今日の世界を振り返った時、恐らく20世紀は、産業革命に端を発した技術文明の発展により物質とエネルギーを最大限に活用、消費し、且つ資本主義と自由主義が人間の欲望を最大限に解き放った結果、渴望していた理想の世界の実現はおろか人類の存続も危うくする状況に立ち至った歴史的な世紀であると位置付けられよう。

ガイア論を提唱したジェームス・ラブロックは2006年2月に、「人類は既に point of no return を超えたのではないか」と問題提起している。世界の多くの気象学者

の協働による IPCC のレポートも、人類の活動が地球の温暖化を招いたと断定し、世界損害保険機構は、このまま温暖化が進むと、数十年先には異常気象による損害が世界の GDP を超えると警告している。

このように人類は今、科学技術の発展に伴い非常に大きな危機に直面していると考えられているが、同時に科学が人類全体の危機を予測し、その認識に基づいて国連を中心とした世界の国々が人類社会の防衛のために危機回避の目標を定めて行動しようとするのも、人類の歴史に嘗て無かったことである。

環境問題に端を発して地球環境の限界について、認識

を共有することで、急速に人類は従来の物質文明至上主義から脱却しようとしている訳だが、これについても総論と各論の整合性を図り難いのも現実である。

わが国の建築物に係る環境負荷は極めて大きく、温室効果ガスの発生量からするとわが国の4割前後に達しているということが、日本建築学会での共同研究の結果判っている。これには様々な原因が考えられている。基本的には建築物の技術的未熟さがあるが、社会制度やライフスタイル、更には人々の価値観が大きく影響しているものとも考えられる。

わが国の建築物も他の分野と同じように、明治以降の国家戦略である富国強兵、脱亜入欧への取組のなかで、伝統的建築の否定、欧米の建築様式や技術の導入促進などを積極的に進め、更にデザインにおける個性、独創性の尊重と言った方向での行動原理を遍く普及してきた。結果的にわが国の建築物は、一つ一つはそれなりのものとなっているものの、個々の建築物から視点を離し社会的な視野からこれを見ると、いかにもごちんまりとした、貧しいとしか評しようがない建築物が国土全体を覆っている、と言う状態を招いてしまっている。

これに加えてわが国では、殆どの土地の利用の方法が小規模土地所有者の意志決定によっているという問題もある。土地はその立地が占める位置によって、利用に関して地域社会から期待される一定の状態・イメージがあるが、こうしたことに余り関係なく、土地利用の方法が主に土地所有者の私的な判断の下に決定されているのが実態と言えよう。この流れでは、土地所有者が変われば利用方法の考え方も変わり、従って空間利用の手段である建築物も取り替えられるということになる。こうした状況は住宅において顕著に表れてはいるが、結果的にわが国の建築物が良好な社会資産として蓄積されるのを妨げる原因となっていると考えられる。

本報告は、鳥取県での建築物とその利用によって発生していると考えられる環境面への負荷の実態を明らかにすることで、今後の政策の参考に供するものである。

## 1. 大学施設関連の環境負荷構造の考察

施設に係る環境負荷についての研究は、地球環境問題が大きく認識され始めた1990年代初頭に着手され、これまで相当の蓄積がなされてきた。特に、日本建築学会を中心に、建築物の環境負荷をLCAの考え方を適用して測る方法については、同学会の地球環境委員会の下で進められて来た。その結果、2000年までには一通りの手法とデータが整備され、現実の様々な評価に活用されるようになり、建築物の環境負荷を様々な角度から把握する

研究も進んでいる。

この一連の建築分野での環境負荷に関する研究で特色的なのは、建築物と言う膨大な部品、材料の積み重ねである商品の環境負荷を求める方法として、産業連関表を基に、マクロな環境負荷の発生量を、建築関連資材に配分して、環境負荷原単位としてLCA作業の実務的な展開が可能ないように組み立てたことにある。この環境負荷原単位を整備することによって、建築分野で比較的日常的に使われているデータを使って、容易に環境負荷を推定出来ることになった。

こうした研究の結果、わが国の建築物の建設および運用、廃棄にいたるライフサイクルでの環境負荷は、わが国全体の4割近くに及ぶと言う衝撃的とも言える状況が推定された。これについては、わが国においては建築物の耐用年数が欧米諸国に比して著しく短く、スクラップアンドビルトが活発であったことも大いに影響していると考えられている。

しかしながらこのような認識は、マクロレベルでは広く知られるようになってはいても、人々の生活の中でどのような形で建築物に関連した環境負荷が発生しているのか、必ずしも明確になっているとは言えないその構造について整理しておくことは、持続可能な社会の構築を建築物から考える上では重要な課題と考えられる。

こうしたことから本研究では準備段階で、関連するデータが比較的得やすい鳥取環境大学を俎上に上げて、大学施設関連の建築物由来の環境負荷と学生などの関係者の生活に伴う環境負荷がどのような構造をもち、如何なる大きさの負荷が発生しているかを推定することにより、鳥取県全体の建築物および生活に関連する環境負荷を推定する基礎とすることとした。

### 1-1 鳥取環境大学に係る環境負荷発生要因の考察

ここでは、鳥取環境大学に関係する環境負荷の発生要因を挙げる。この場合のバウンダリは鳥取環境大学の関係者(学生、教職員、協力企業の内鳥取環境大学のキャンパスに常駐する者)が、私的、公的を問わず教育研究にかかわる活動をし、また直接取引する物品までとする。

#### (1) 大学施設の建設と調達・運用に係る環境負荷要因

大学の施設に関連する環境負荷としては、鳥取市若葉台北1-1のキャンパスにある施設全体の建設、およびその運用に伴うものなど発生する要因は様々である。その主だったものを挙げると以下ようになる。

- i. 敷地キャンパス(緑地、構内道路、広場、各施設敷地、駐車場、グラウンド)整備
- ii. 建築物(本部講義棟、教育研究棟、実験棟、情報メ

- ディアセンター、学生センター、クラブ棟、車庫、倉庫、共同溝）整備
- iii. 植栽（高木、灌木、芝生）整備
- iv. 家具、什器、備品、OA 機材、体育用具・機材、部活用具・機材、実験研究用機材調達
- v. コピー用紙、研究教育用消耗品購入
- vi. 電力・ガスの消費
- vii. 水の消費
- viii. 廃棄物排出

#### (2) 通学・通勤、物品搬出入に係る要因

大学が業務用に備える車両は当然大学関連環境負荷と考えることは疑問の余地が無い。

一方通学・通勤は私的な行動と大学関連活動との境界にある行動であるが、大学が無ければ発生しないものであると考えるならば、これらも大学関連の環境負荷発生要因であると考えことに無理は無い。ただし、この場合は大学関連環境負荷はどの程度であるかと言うアロケーション問題は残る。考え方としては、車両や自転車の全走行距離に対する通学・通勤のための走行距離で按分するというものであろう。

公共交通機関については、日本建築学会の LCA には距離ないし料金による原単位が用意されている。従って、通学・通勤回数と料金ないしは距離がわかれば環境負荷の算定は可能と考えられる。

- ix. 業務用車両購入
- x. 同 燃料消費
- xi. 通学・通勤・出張用公共交通機関（バス、JR、航空機）利用
- xii. 通学・通勤用車両（4 輪車、2 輪車）購入
- xiii. 自動車利用による通学・通勤
- xiv. 自転車購入
- xv. 通学・通勤用装身具、用具購入

#### (3) 私的な生活に係る要因

これについては、考え方が大きく分かれる。私生活は基本的には大学の存在と無関係に展開するものであるから、大学関連の環境負荷とするのは妥当ではない、とする考え方は一般的であるといえよう。しかしながら鳥取環境大学の場合は県外から多くの学生が入学して来ている。また教員も多くが県外者であり大学開設に伴って鳥取に居を構えている。こうした学生や教員達は大学に通うために新たな居住用の施設を求めた訳で、大学が無ければ発生しなかった環境負荷である。その意味では鳥取出身の学生や教員も、鳥取環境大学があるために鳥取での生活がある、と考えることも出来る。

- xvi. 住居（借室）

- xvii. 家具、什器、備品、OA 機材、家電類
- xviii. その他衣食にかかわる物品、材料の消費
- xix. 電力、ガス等のエネルギーの消費
- xx. 水消費

これらについても(2)の項と同じようにアロケーションが問題となる。この場合は生活時間の中で大学に滞在する時間の割合で按分する方法が考えられる。

#### (4) 環境負荷の構造

以上のように考えた場合に、大学に係る年間の環境負荷 (EL/年) としては次式のように考えられる。

$$EL = a_i \cdot X_i / N_i + a_{ii} \cdot X_{ii} / N_{ii} + a_{iii} \cdot X_{iii} / N_{iii} + a_{iv} \cdot X_{iv} / N_{iv} + a_v \cdot X_v + a_{vi} \cdot X_{vi} + a_{vii} \cdot X_{vii} + a_{viii} \cdot X_{viii} + a_{ix} \cdot X_{ix} / n_{ix} + a_x \cdot X_x + a_{xi} \cdot X_{xi} + a_{xii} \cdot \beta_{xii} \cdot X_{xii} / n_{xii} + a_{xiii} \cdot \beta_{xiii} \cdot X_{xiii} + a_{xiv} \cdot \beta_{xiv} \cdot X_{xiv} + a_{xv} \cdot \beta_{xv} \cdot X_{xv} / n_{xv} + a_{xvi} \cdot \beta_{xvi} \cdot X_{xvi} / n_{xvi} + a_{xvii} \cdot \beta_{xvii} \cdot X_{xvii} / n_{xvii} + a_{xviii} \cdot \beta_{xviii} \cdot X_{xviii} + a_{xix} \cdot \beta_{xix} \cdot X_{xix} + a_{xx} \cdot \beta_{xx} \cdot X_{xx} \quad \dots \dots \text{(式1)}$$

ここで、 $a_m$  : 環境負荷要因 (以下「要因」)  $m$  の環境負荷原単位、 $X_m$  : 要因  $m$  の資源投下量、 $\beta_m$  : 要因  $m$  ( $m = \text{xii} \sim \text{xx}$ ) の大学生活への配分率、 $N_m$  : 要因  $m$  ( $m = i, \text{ii}, \text{iii}, \text{iv}, \text{ix}, \text{xii}, \text{xiv}, \text{xv}, \text{xvii}$ ) の耐用年数、サファイタス  $i \sim \text{xx}$  : (1) で示した要因。

### 1-2 大学の建設と運用に係わる資源

#### (1) 鳥取環境大学への投下資源

大学にどの程度の資源が投下されているかについての、実測確認された正確なデータは存在しない。そこで、本研究では建設段階での工事の積算書や、資機材調達関連書類に記録されたデータを基に推定することとした。

##### i. 敷地キャンパス整備

この大学のキャンパスは敷地が 175,000  $\text{m}^2$  である。元々は農地などの用地であったこの敷地は、造成工事が行われて現在の姿になった。その造成には表-1.1 に示すような資源投下があったと見られる。

ここに掲げた材料は、投下された材料の内、支配的なものに絞っており、全ての材料を列挙したわけではない。また敷地用途に対する面積配分も、概略の値としている。これらは、全体として環境負荷にとって支配的なものとはならないと考えたためである。

こうしたキャンパスの構成要素による環境負荷を各年に配賦する方法としては、耐用年数がある。先づキャンパス全体の区画の耐用年数であるが、これについては基本的には永久とも言えるが、ここではその意味も込めて 100 年と仮定した。緑地も同様に 100 年、アスファルトは 20 年、下地の碎石は 100 年、レンガブロックは 100 年、ウッドデッキは 15 年、グラウンドの表層土は 100 年と夫々仮定

表-1.1 キャンパス外構への投下資材

敷地用途	面積(m <sup>2</sup> )	投入材料	投入量	単位
キャンパス	175,000	造成土壌移動	17,500	m <sup>3</sup>
緑地	119,000	表層土	24	t
構内道路	3,500	アスファルト	350	t
		砕石・砂	438	t
駐車場	15,750	アスファルト	1,575	t
		砕石・砂	1,969	t
歩道	2,450	レンガブロック	245	t
		砕石・砂	306	t
広場	5,250	角材	263	m <sup>3</sup>
		砕石・砂	328	t
ウッドデッキ	1,050	角材	105	m <sup>3</sup>
		砕石・砂	131	t
グラウンド	14,000	表層土	1,400	m <sup>3</sup>
		砕石・砂	1,750	t
各施設敷地	12,250	—	—	—

した。

尚、本研究ではこれらの外構工事に使用した資材については、日本建築学会のLCA指針小委員会のデータベースを使う関係で、以下のように纏めた。

- イ. 造成土工事：区画整理 (列コード：C441300)  
 ロ. 表層土工事：公園 (列コード：C441700)  
 ハ. アスファルト：舗装材料 (行コード：2121021)  
 ニ. レンガブロック：建設用陶磁器 (行コード：2531011)  
 ホ. 砕石・砂：砂利・採石 (行コード：622011)

## ii. 建築物整備

キャンパス内には本部講義棟、教育研究棟、実験棟、情報メディアセンター、学生センター、クラブハウス、車庫、倉庫、共同溝などが建設されている。これらには様々な材料が使われているが、本研究では主要3資材、即ちコンクリート、鉄、木材に絞って、投下された資源量を調査した。

データは、建設時の積算書による。ただし、積算の内容はコンクリート、鉄、木材と言っても様々な材料が抽出されている。本研究の目的は環境負荷の概略構造を把握することにあるので、ここではコンクリート、鉄、木材を日本建築学会のLCAの原単位表に掲載されている資材で代表させることにした。

- ヘ. コンクリート：生コンクリート (行コード：2522011)  
 ト. 鉄：普通鋼小棒 (行コード：2621014)  
 チ. 内装用木材：製材 (行コード：1611011)

尚、建築物の耐用年数については固定資産としてはRCの場合65年であるので、各年に配賦する環境負荷は

表-1.2 建設時の主要投下資材

敷地用途	面積(m <sup>2</sup> )	投入材料	投入量(t)	単位(t/m <sup>2</sup> )
教育研究棟	7,832.4	コンクリート	13,373	1.707
		鉄	2,713	0.346
		木材	70	0.009
実験実習棟	540.3	コンクリート	2,255	4.174
		鉄	182	0.337
		木材	3	0.006
本部・講義棟	8,675.2	コンクリート	24,629	2.839
		鉄	4,221	0.487
		木材	30	0.003
情報メディアセンター	5,082.7	コンクリート	13,739	2.703
		鉄	812	0.160
		木材	22	0.004
学生センター	2,771.8	コンクリート	4,744	1.712
		鉄	240	0.087
		木材	8	0.003
体育館	1,665.5	コンクリート	2,839	1.704
		鉄	507	0.305
		木材	31	0.019
クラブハウスA	105.3	コンクリート	2,374	2.334
クラブハウスB	188.1	鉄	64	0.026
クラブハウスC	723.6	木材	54	0.053
合計	27,584.9	コンクリート	63,953	2.318
		鉄	8,739	0.317
		木材	218	0.008

これによることとした。

## iii. 植栽整備

キャンパス内に植えられている植栽は高木、灌木、芝であるが、植栽そのものの環境負荷は高木のみを対象とし、工事に伴う環境負荷を前述 i に含めて考えることとした。

キャンパスでの管理対象の高木は566本である。

この高木が育成する間に発生する(CO<sub>2</sub>については吸収する)環境負荷は、高木が寿命を終えて切り倒されるまでの期間を100年とし、毎年、配賦されるものとした。

- リ. 高木：育林 (行コード：211011)  
 iv. 家具、什器、備品、OA機材、体育用具・機材、部活用具・機材、実験研究用機材調達

これについては、完成年度に向けて順次購入される状況もあり、統計データとしては調査研究段階では数値が得られていなかったため、完成年度での機材を表-1.3のように設定した。

これらの中で家具の耐用年数は、減価償却年数とは別にして、実用上は50年程度使用するであろうと仮定することとした。

なお、対応する LCA データは以下のとおり。

ヌ. 講義棟家具：木製家具・装備品

(行コード：1711011)

ル. 学生研究室家具：木製家具・装備品

(行コード：1711011)

オ. 教員研究室家具：金属製家具・装備品

(行コード：1711031)

ワ. パソコン：電子卓上計算機 (行コード：3111091)

カ. コピー機：複写機 (行コード：3111011)

表-1.3 家具・什器・OA 機材調達量

種 別	LCAデータ	最終数量 (台セット)	平均単位重量 (kg/台セット)	全重量 (kg)
講義室家具	金属家具	2,180	4.0	8,720
学生研究室家具	木製家具	1,600	5.0	8,000
教員研究室家具	金属家具	70	10.0	700
事務室家具	金属家具	50	6.0	300
会議室・ゼミ室家具	金属家具	600	4.5	2,700
学生センター家具	金属家具	600	4.5	2,700
パソコン	電子卓上計算機	2,000	7.0	14,000
複写機/プリンタ	複写機	50	50.0	2,500

(2) 大学運営に係わる投入資源・エネルギー

ここでは、大学が教育機関として機能してゆくのに必要な資源・エネルギーの消費に係る環境負荷を推定するものである。

v. コピー用紙、研究教育用消耗品購入：コピー用紙は完成年度である2004年度で、合計2,929,386枚であり、在学生一人当たりになると2,106枚/人年と言う水準であった。それ以外の研究用消耗品のデータは完成年度を迎えてはいるが、この時点では把握されていない。ここではコピー用紙を対象とする。このコピー用紙は再生紙であるが4 kg/100枚程度のものを使うとして、11,718kg/年となる。

このコピー用紙の LCA データとしては以下を使う。

ヨ. コピー用紙：洋紙・和紙 (行コード：1812011)

vi. 電力・ガスの消費

エネルギー消費量は居住者数の増加に伴って増加する。その意味では完成年度までの毎年、在籍人員による影響は蒙ると考えられる。表-1.4の消費量の変動を見ると、2001年の開学から2004年の完成年度の間で消費量は収束していることが分かる。

このエネルギー関連の LCA データとしては次(タ、レ)を使うこととした。

表-1.4 電力・LPG 消費量

	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	
在籍者数 人	564	963	1,306	1,626	
電力	MWh/人	2.64	1.67	1.32	1.09
	MWh	1,491	1,608	1,725	1,767
LPG	m <sup>3</sup> /人	73.44	46.96	32.69	27.22
	m <sup>3</sup>	41,421	45,224	42,699	44,255

タ. 事業用電力(合計) (行コード：511100)

レ. LPG (行コード：2111018)

このエネルギー消費については当然のことであるが、毎年の負荷となる。

vii. 水の消費

上水消費量に関する記録は2001年から3ヵ年あるが、エネルギーと同様、2003年は3月のデータがこの調査研究では間に合っていない。また、2001年のデータについては、8月に大きな水漏れがあり、上水消費量データは異常値を示している。こうしたことから、8月のデータは、2002、2003年の平均を代入することとした。また2003年3月のデータは2001、2002年の平均とした。こうして得られた年度のデータを基に、完成年度である2004年度の消費量については一人当たりの消費量を基に設定したものである。

これに対する LCA データとしては、次のものとした。

ソ. 上水消費：上水道・簡易水道 (行コード：5211011)

尚、表-1.5では降水利用量が記録されているが、これについては、降水の集水設備の建設および揚水動力が環境負荷として加わるものの一方で上水の環境負荷を削減する効果もあるため、ここでは降水利用による環境負荷は除外することとした。

表-1.5 上水・降水利用

	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	
在籍者数 人	564	963	1,306	1,626	
上水消費量	m <sup>3</sup> /人	14.83	6.87	4.13	3.77
	m <sup>3</sup>	8,363	6,611	5,394	6,132
降水利用量	m <sup>3</sup>	1,003	975	2,738	2,076

viii. 廃棄物排出

大学全体としての廃棄物の量に関するデータも、開学から完成年度に向けての量的変化は上水消費量のデータと全く同じである。従って、これについても同様の方法でデータを揃えたのが、表-1.6である。大学全体としては、合計年間23,799kgの廃棄物が排出されるものと推定される。これを平均20kmトラックで輸送するものとする。その結果、476t・kmの輸送が発生する。これによる環境

表-1.6 廃棄物排出

	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	
在籍者数 人	564	963	1,306	1,626	
廃棄物量	kg/人	10.57	6.42	5.85	5.03
	kg	5,959	6,179	7,644	8,180
再生資源量	kg/人	1.02	7.60	10.78	9.61
	kg	573	7,320	14,076	15,619

負荷は、以下のLCAデータにより算定した。

ツ. 業務車両：道路貨物輸送 (行コード：7122011)

ix. 業務用車両購入

大学で保有している車両は5台ある。小型乗用車、ハイブリッド車、天然ガスのワゴン、軽トラック、除雪車であるが、これらの総重量は6,130kgである。

毎年に配賦する環境負荷としては、車の平均利用年数11年で除した値とした。

これに対するLCAデータとしては、次のものとした。

ネ. 業務車両：乗用車 (行コード：3511011)

x. 同 燃料消費

これらの車両については燃料がガソリン、軽油、天然ガスと色々であるが、煩雑でもあるのでこの試算ではガソリン一本に仮定して推定することとした。従ってLCAデータとしては、次のものとなる。ここでは燃料の購入量は換算値として、5台×100km/月・台×12ヶ月÷(10km/l)として、600lと想定した。

この場合のLCAデータは次とした。

ナ. 自動車燃料：揮発油 (行コード：2111011)

xi. 通学・通勤・出張用公共交通機関(バス、J、航空機)利用

通学・通勤にバスや鉄道を利用する者についての正確な統計データは残念ながら今回の調査では得られなかった。ただ、定期券を購入するための通学・通勤証明書の発行は季節、時期によって変動するものの、完成年度に入ってから、バス定期を購入すると推定されるものが35名、鉄道の定期を購入すると推定されるものが45名程度である。

平均通学距離および日数に関するデータも無いので、ここでは以下のように仮定した。

- ・平均バス通学・通勤距離：10km
- ・平均鉄道通学・通勤距離：20km
- ・平均通学・通勤日数：230日

出張については、自家用車による移動を除き、次のように仮定する。

- ・対象：教職員
- ・人数：教員59名、職員39名 (H15年)

・鉄道利用出張 頻度：教員6回/年。職員3回/年  
出張距離：往復300km

・航空機利用出張 頻度：教員6回/年。職員1回/年  
出張距離：往復1,200km

これらにより、発生する公共交通機関の利用は次のようになる。

・バス：161,000人・km

・鉄道：555,300人・km

・航空：471,600人・km

この場合のLCAデータ：バス (行コード：7121011)

ラ. 鉄道通学・通勤・出張：鉄道旅客輸送 (JR)

(行コード：7111011)

ノ. 航空：国内航空旅客輸送 (行コード：7151012)

xii. 通学・通勤用車両(4輪車、2輪車)購入

表-1.7 通学・通勤用車両利用状況

	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	
在籍者 人	564	963	1,306	1,626	
二輪利用者	人	100	167	278	113
	%	17.7	17.3	21.3	6.9
四輪	人	219	340	354	367
	%	38.8	35.3	27.1	22.6

大学では、駐車場利用許可申請に関するデータがあるが、これを、通学・通勤用車両購入と解釈すると、その2001年から2004年までの実態は表のとおりである。

これらの車の重量については、二輪車については30kg/台、四輪車については自動車工業会が公表している2003年12月のデータにある1135車種の平均値1,143kg/台とした。これによれば、通学・通勤用車両の総重量は次の通り。

・二輪車：11,219kg

・四輪車：464,745kg

これらの車両の耐用年数は、二輪車は4年、四輪車11年とし、またアロケーションについては、通学・通勤に使う比率を日数割として230/360=0.64とした。

この場合のLCAデータはタ、レに示すものとする。

オ. 二輪車：二輪自動車 (行コード：7121011)

ク. 四輪車：乗用車 (行コード：3511011)

xiii. 自動車による通学・通勤における燃料消費

車を使って通学・通勤している者へのアンケート結果では、回答を寄せた64名の通学・通勤の平均距離は8.8kmであった。これは四輪自動車利用の者についてのアンケートであったが、この結果を二輪車利用に適用する上では、この値の2/3をとることとした。

四輪車の燃費については、これの自動車工業会の2003

表-1.8 通学・通勤時の燃料消費

	2004年 入学	2003年 入学	2002年 入学	2001年 入学	職員	教員	合計/ 総合
合計(l)	19.0	84.9	90.3	70.6	28.8	14.0	307.5
人数(人)	18	45	73	49	30	25	240
平均(l/人)	1.05	1.89	1.24	1.44	0.96	0.56	1.43
最大	3.54	12.46	8.39	11.25	6.37	2.39	12.46
中位	0.85	1.05	0.99	0.73	0.74	0.38	
最小	0.42	0.07	0.17	0.29	0.17	0.06	0.06
偏差	0.690	2.531	1.071	1.827	1.088	0.575	

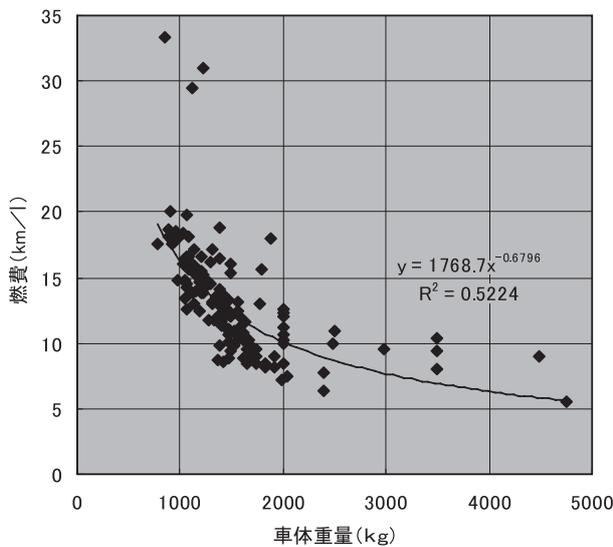


図-1.1 車体重量と燃費

年12月の公表データによれば、135車種の10モード試験による燃費は図-1.1のようになっている。この回帰式を使うと、四輪車の燃費は14.8km/lとなる。実燃費は10モードデータの7割程度と考えれば、四輪車の燃費は10.3km/lとなる。二輪車はこの4倍と仮定すると41.4km/lとなる。

通学・通勤の日は公共交通機関利用者と同じとする、これらのデータから通学・通勤用の燃料消費量は、次のような値となる。

- ・通学・通勤用ガソリン消費量： 183,710l/年
  - ・同 発熱量： 6,466,606MJ/年
- この場合のLCA データは次の通り。

ヤ. 自動車燃料：揮発油 (行コード：2111011)  
xiv. 自転車購入

通学に公共交通機関、二輪、四輪を使わない者は766人居る。この8割が自転車を利用するものとする。その場合、通学・通勤用の自転車台数は612台となる。

自転車の平均重量を9kg/台とすると、

- ・自転車総重量：5,512kg

また自転車も耐用年数4年、アロケーションは車と同じと仮定する。

この場合のLCA データは次とする。

マ. 自転車：自転車 (行コード：3629011)

xv. 通学・通勤用装身具、用具購入

これは、衣服、靴、カバン、傘などであるが、これらについては今回は検討対象外とする。

(3) 大学関連の私的生活での投下資源

ここでは更に捕捉する環境負荷の範囲を拡大して、大学の関係者が、大学での活動を展開するのに関連した生活部分で、いかなる資源を投下しているかを検討する。

xvi. 住居

本研究における固定資産税台帳の調査によると、鳥取県における2002年の全住宅戸数は230,534戸、内木造が210,426戸(91.3%)、非木造が20,108戸(8.7%)となっている。同じ調査では面積は全住宅は26,394,990㎡、内木造が22,945,957㎡(87%)、非木造が3,440,033㎡(13%)となって圧倒的に木造が多いが、学生が多く住む津ノ井、桂木地区は非木造系のアパートが多くなっているし、また教員住宅はRC造であることから、非木造比率を高く見込むことにしている。

こうしたことを念頭に、学生は7割が賃貸アパート、自宅が3割、教職員は自宅、賃貸アパートともに半々、学生の自宅は8割が木造、2割が非木造、学生の賃貸は3割が木造、7割が非木造、教職員の自宅も8割が木造、2割が非木造、賃貸は3割が木造、7割が非木造と仮定して推定を進めることとした。

また前述の統計によると、木造の住宅は109.1㎡/戸、非木造は171.1㎡/戸となっているので、これにより面積は算出することとした。尚大学にアロケートされる一人当たりの面積は、いずれの場合も平均住戸面積の1/4とした。

このような仮説に基づいて計算すると、大学に関係する住居面積は以下ようになる。

- ・木造：20,222㎡
- ・非木造：37,830㎡

これらの耐用年数については、鳥取のデータが無いので、野城等の調査研究のデータを活用する。(図-1.2)これは固定資産台帳に登録されてから除却されるまでの経過年数を東京を中心とした地域で調べたものである。残存する建築物が半数を切った時点年平均耐用年数とする考え方をすれば、木造専用住宅は約38年程度、木造共同住宅は33年程度、RC共同住宅は51年程度となっている。鳥取の非住宅系の住宅の中でRC、SRC造の住宅(共同も含む)は28%を占める。そこで非住宅系の耐用年数

は木造共同住宅と RC 共同住宅の面積比で決めるとすると38年となる。年間の負荷はこれらの耐用年数で除した値とした。

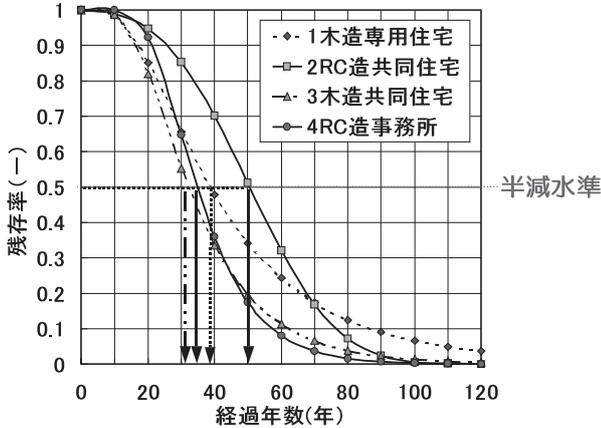


図-1.2 経年による残存率 (野城、吉田等)

更に、これらの住宅への投資の内、大学関係部分についてのアロケーションは、他と同じく大学への通学・通勤日数で配分することとした。

この場合の LCA データは次の通り。

- ケ. 木造住宅：住宅建築（木造）（行コード：4111011）
- フ. 非木造住宅：住宅建築（非木造）（行コード：4111021）

xvii. 家具、什器、備品、OA 機材、家電類

これらについては、鳥取環境大学の学生が保有している家具類に関するレポートの結果から、家具は学生は20kg、教職員は40kg、ラジオ・テレビを学生は10kg、教職員は20kg、その他の家電製品を学生は20kg、教職員は40kg保有すると仮定する。これらの耐用年数は木製家具は15年、AV 機器、家電は7年とした。

更に、アロケーションは他と同じく、大学への通学・通勤日数で配分する。

この場合の LCA データは次の通りとした。

- コ. 住宅家具：木製家具・装備品（行コード：1711011）
- エ. 木造住宅：ラジオ・テレビ受信機（行コード：3211021）
- テ. 非木造住宅：民生用電気機器（行コード：3212011）

xviii. その他衣食にかかわる物品、材料の消費

これについては、今回の検討対象から除外した。

xix. 電力、ガス等のエネルギーの消費

中国電力の統計によると、鳥取県における電灯用電力（家庭用電灯および深夜電力）の消費量は2002年では概ね1,900kWh/人・年である。

また ECCJ データ（省エネセンター／地域省エネネットワーク自治体情報）によると、ガスについては、都市

ガスが1,330MJ/人・年、LPG が4,321MJ/人・年となっている。

これらのデータは学生、教職員とも、ここでは同じに適用することとした。

これについての環境負荷のアロケーションも、他と同じく大学への通学・通勤日数で配分した。

この場合の LCA データは次とする。

- ア. 電灯電力：事業用電力（合計）（行コード：511100）
- サ. ガス：都市ガス（行コード：5121011）
- キ. LPG：液化石油ガス（行コード：2111018）
- xx. 水消費

鳥取県の水使用量についての統計は、本研究の中で鳥取県の4市の平均で364l/人・日、内一般の消費が66%と言う結果である。

これについても、アロケーションは他と同じく、大学への通学・通勤日数で配分した。

この場合の LCA データは次とした。

- ユ. 上水消費：上水道・簡易水道（行コード：5211011）

1-3 環境負荷原単位と発熱量

日本建築学会地球環境委員会 LCA 指針小委員会が作

表-1.9 環境負荷原単位  
(日本建築学会：LCA で建築の環境負荷を測る1997)

適用	*単位	エネルギー (MJ/*)	CO <sub>2</sub> (kg/*)	SO <sub>x</sub> (g/*)	NO <sub>x</sub> (g/*)
区画整理	/千円	64771	4.092	4.934	12.590
公園	/㎡	58.210	3.681	4.481	11.081
育林	/本	2.067	0.119	0.15	0.377
舗装材料	/kg	2.365	0.136	0.367	0.593
砂利・採石	/kg	0.205	0.012	0.024	0.066
建設用陶磁器	/kg	311.146	15.037	19.484	39.127
製材	/kg	5.635	0.319	0.428	1.195
生コンクリート	/kg	1.482	0.205	0.099	0.461
普通鋼小棒	/kg	16.859	0.941	1.496	3.376
木製家具・装備品	/kg	71.359	3.751	5.712	10.615
金属製家具・装備品	/kg	334.889	16.499	25.811	0.468
電子卓上計算機	/kg	322.105	12.513	17.134	30.878
複写機	/kg	222.945	9.339	13.376	23.943
ラジオ・テレビ受信機	/kg	236.546	8.837	12.373	22.355
民生用電気機器	/kg	178.289	6.531	10.253	17.14
洋紙・和紙	/kg	37.319	2.829	3.137	4.682
事業用電力(合計)	/kWh	10.935	0.564	0.461	0.00386
都市ガス	/MJ	1.41	0.066	0.018	0.088
揮発油	/MJ	1.276	0.082	0.078	0.173
液化石油ガス	/MJ	1.066	0.063	0.019	0.223
上水道・簡易水道	/㎡	17.578	0.992	1.08	2.29
自転車	/kg	152.448	7.015	14.865	19.523
二輪自動車	/kg	188.59	7.132	11.42	19.109
乗用車	/kg	162.448	6.621	10.77	18.23
バス	/人・km	1.572	0.094	0.137	0.511
鉄道旅客輸送(JR)	/人・km	1.853	0.084	0.097	0.201
国内航空旅客輸送	/人・km	3.932	0.245	0.128	1.393
道路貨物輸送	/t・km	5.031	0.314	0.473	1.809
住宅建築(木造)	/㎡	7,907.017	433.951	634.915	1,250.5
住宅建築(非木造)	/㎡	11,801.619	666.376	936.19	1,865.0

表-1.10 発熱量原単位

	発熱量	単位
電力	3.60	MJ/kWh
都市ガス	54.47	MJ/m <sup>3</sup>
プロパンガス	96.37	MJ/m <sup>3</sup>
ガソリン	35.20	MJ/l
軽油	38.55	MJ/l

成した2002年版のLCAデータを基にした、本研究において活用する環境負荷原単位は表-1.9のとおりである。また、消費エネルギーによる環境負荷を算定するための発熱量原単位をについては、表-1.10に示した。

1-4 大学関連環境負荷の全体像

以上の前提と準備結果を基にして鳥取に鳥取環境大学が設立されることにより、どのような環境負荷が発生したのかについて、算定した結果を表-1.11に示す。

ここで算定している環境負荷は、エネルギー資源の消費、温室効果ガス・酸性雨原因物質・光化学スモッグ原因物質などの排出量である。排出源としては、外部造営、校舎など建築物建設、家具・什器・OA機器等の製造と調達、教育・研究用紙類の消費、大学の施設運用にともなうエネルギー水資源の消費、業務用車両の生産と運用に伴う燃料消費を大学の経営に伴う直接の環境負荷とし、これに学生・教職員の通学・通勤および出張による環境負荷と、学生・教職員の私生活の中で住宅の建設と運用に係わる消費（大学の施設に対応する）に関連した間接的な環境負荷項目を加えている。

このように、大学関係の環境負荷として、大学を設置しこれを運用することによって発生すると考えられる環境負荷に止まらず、私生活に係わる部分まで拡大したのは、大学設置が地域に対して如何なる影響の広がりを持つかを把握しようと言う意図による。特に大学の立地は、地域の運輸部門の環境負荷に大きく影響することが考えられたためである。

結果的には評価のバウンダリを拡大することにより、大学に係わる環境負荷の全体的な位置づけが明確になった訳だが、CO<sub>2</sub>に着目してみると、建築物の建設と施設運用に起因する環境負荷が圧倒的に他を引き離して大きな比重を占めていることが分かる。しかし同時に、その負荷に対しても通学・通勤に伴う環境負荷が上回る、と言う結果が出ていることは注目に値する。このことから、次のことが言える。

- ① 建築物の建設に係わる環境負荷は、耐用年数を65年としても、施設の負荷の過半に迫り、運用に伴う

表-1.11 大学関連の環境負荷

		エネルギー (MJ)	CO <sub>2</sub> (kg)	SO <sub>x</sub> (g)	NO <sub>x</sub> (g)
外 構 造 管	造成土壌移動	56,675	3,581	4,317	11,016
	表層土	114,718	7,254	8,831	21,838
	アスファルト	227,631	13,090	35,324	57,076
	砕石・砂	10,090	591	1,181	3,248
	育林	12	1	1	2
	小 計	409,126	24,516	49,654	93,181
	分野構成比%	4.26	3.62	9.99	4.54
建 築 物 建 設	生コンクリート	1,458,135	201,699	97,406	453,576
	普通鋼小棒	2,266,502	126,507	201,120	453,865
	製材	18,888	1,069	1,435	4,006
	小 計	3,743,525	329,275	299,961	911,447
	分野構成比%	39.01	48.58	60.37	44.44
家 具 機 材	木製家具・装備品	11,417	600	914	1,698
	金属製家具・装備品	101,270	4,989	7,805	142
	電子卓上計算機	90,189	3,504	4,798	8,646
	複写機	11,147	467	669	1,197
	小 計	214,025	9,560	14,185	11,683
	分野構成比%	2.23	1.41	2.85	0.57
教 育 消 費	洋紙・和紙	437,287	33,149	36,758	54,862
	分野構成比%	4.56	4.89	7.40	2.67
施 設 運 用	事業用電力 (合計)	19,324	997	815	7
	液化石油ガス	4,546,314	268,685	81,032	951,058
	上水道・簡易水道	107,788	6,083	6,623	14,042
	道路貨物輸送	2,395	149	225	861
	小 計	4,675,821	275,914	88,694	965,968
	分野構成比%	48.72	40.71	17.85	47.10
業 務 車 両 運 用	乗用車	90,528	3,690	6,002	10,159
	揮発油	26,949	1,732	1,647	3,654
	小 計	117,477	5,422	7,649	13,813
	分野構成比%	1.22	0.80	1.54	0.67
直 接 負 荷 関 連		9,597,261	677,835	496,902	2,050,954
	構成比%	14.8	18.6	15.0	28.0
通 学 ・ 通 勤 ・ 出 張	バス輸送	253,092	15,134	22,057	82,271
	鉄道旅客輸送 (JR)	1,028,971	46,645	53,864	111,615
	国内航空旅客輸送	1,854,331	115,542	60,365	656,939
	二輪自動車	333,321	12,605	20,184	33,774
	乗用車	4,324,855	176,271	286,730	485,337
	揮発油	8,251,389	530,262	504,395	1,118,723
	自転車	132,369	6,091	12,907	16,952
小 計	16,178,328	902,550	960,502	2,505,611	
	構成比%	25.0	24.7	29.1	34.2
私 的 生 活	住宅建築 (木造)	2,651,504	145,519	212,910	419,333
	住宅建築 (非木造)	7,403,286	418,025	587,282	1,169,963
	木製家具・装備品	104,797	5,509	8,389	15,589
	ラジオ・テレビ受信機	372,203	13,905	19,469	35,175
	事業用電力 (合計)	21,583,321	1,113,214	909,914	7,619
	都市ガス	1,948,684	91,215	24,877	121,620
	液化石油ガス	4,784,806	282,779	85,283	1,000,949
	上水道・簡易水道	4,387	248	270	572
	小 計	38,852,988	2,070,414	1,848,392	2,770,820
	構成比%	60.1	56.7	55.9	37.8
総 合 計		64,628,577	3,650,799	3,305,796	7,327,385
	構成員一人当たり	39,747	2,245	2,033	4,506

CO<sub>2</sub>の負荷を上回る。

- ② しかし、鳥取環境大学の場合、その立地的制約から、通学・通勤に係わる環境負荷が、施設に係わる環境

負荷を大きく上回っている。

- ③ 学生、教職員の私生活の中で住居に係わる環境負荷は、大学が設置されたことにより、鳥取市周辺に発生したと考え、その大きさは大学の施設関連および通学・通勤に係わる環境負荷の合計に匹敵する大きさとなる。

因みに、この表で一人当たりの年間CO<sub>2</sub>排出量は、直接負荷関連で417kg-CO<sub>2</sub>、通学・通勤・出張関連で555kg-CO<sub>2</sub>、私生活関連で1,273kg-CO<sub>2</sub>となっている。私生活の環境負荷は推定値が大きい、実態データによる大学の施設に係わる直接負荷と移動関連では、後者が前者の1.3倍となる。

即ち、大学施設関連の環境負荷よりもその存在に誘発されて生まれる負荷の方が、遥かに大きくなる可能性があることをこの結果は示しているし、多くの関係者が利用している施設にあっては、それらの人々による人的移動は極めて大きな環境負荷要因であって、これを無視して施設の環境負荷を云々することは出来ない、と言うことがこの検討結果から推定出来る。

2. 鳥取県の建築物のストックと生活に係る環境負荷

ここでは一つの地域が、そこで消費される水やエネルギー、および建築物ストックの蓄積（建設）に伴って、どのような環境負荷を発生させているかを、実態調査で得られた統計値を基に推定するものである。

2-1 資源消費とストック量

1) 建築物の運用関連水・エネルギー消費調査

ここでは鳥取県の建築物および建築物関連施設に関するエネルギー消費実態等統計データの調査を行った。

調査は水道事業統計、中国電力、鳥取ガス、LPG業界、燃料などによる建築物エネルギー消費実態等統計データを収集することである。今回はこれらの中で水道事業統計、中国電力、鳥取ガス、LPG業界の建築物関連エネルギー消費実態に関するデータを収集した。

但しエネルギーの中で、灯油およびプロパンガスについては、回答が得られない事業者、あるいは実数についての情報の開示が為されない企業もあり、全ての消費量は把握出来なかった。

この内、水道事業関連では、表-2.1の各事業者からは、年度別の用途別（供給先に事業別）に、供給件数、供給量のデータの提供を受けた。全体では約4,974万m<sup>3</sup>の給水量で、四市の住民一人当たりでは364l/日となった。県内の水消費量の統計としては49,743m<sup>3</sup>、一人当たり222l/日が得られているが、町村では簡易水道事業の他

表-2.1 ライフライン系データ収集先

企業名	得られたデータの概要
鳥取市水道局	用途別水量・構成比・前年比増減比率・金額など
倉吉市水道局	用途別件数・平均水量・一件当り使用水量・構成比・料金など
米子市水道局 (境港のデータを含む)	用途別件数・平均水量・一件当り使用水量・構成比・料金など
中国電力株式会社 販売事業部	電灯（定額・従量・時間帯別・季別）電力（深夜）
鳥取ガス(株) 営業企画チーム	家庭用・使用別・ガス需要パターン
(社)鳥取県LPガス協会	県LPG郡市別取扱い数量、消費者戸数（LP/簡易ガス）取扱い数量
日ノ丸産業(株) 本社燃料部保安係	鳥取・倉吉・米子地区別LPガス販売トン数

に、井戸、表流水の利用が多く、統計には表れない値が多いことが影響していると考えられる。但しこれらは今回の調査では、環境負荷の算定の対象外とした。

エネルギー系の調査にあって電力については、低圧電力に関して、電力料金別使用電力量のデータの提供を得た。プロパンガスについては、鳥取県内の契約口数約18万5千口について都市別のデータが得られた。都市ガスについては鳥取ガスから家庭用の用途別の消費量が得られた。

しかしながらこれらのデータは、県全体のエネルギー消費量を推定するには欠落が多いことから、ここでは、次表に示す省エネルギーセンターの地域省エネルギーネットワークのデータを採用することとした。

表-2.2 エネルギー消費量（平成12年）

エネルギー種別	消費量 (TJ/年)	一人当消費量 (MJ/人年)
電力	8,266	13,493
ガス	815	1,330
LPガス	2,647	4,321
ガソリン	4,787	7,815
ガソリン(家庭用)	2,465	4,023
軽油	8,946	14,603
灯油	4,408	7,195
灯油(家庭)	2,892	4,720

2) 建築物ストック量調査

建築物の建設に伴う環境負荷は、建築学会の調査研究では大よそ国全体の11%程度を占めることがわかってい

る。ここでは、鳥取県内の建築物ストックがどの様になっているかを確認することとした。

(1) 調査方法

i. 公共建築物関連

県および市町村が管理している公共建築物について、その規模（延べ床面積）、構造種別、および築年を把握する。この内、鳥取県の管轄する建築物のデータについては鳥取県総務部管財課から、また市町村のデータについては県下の39市町村の担当部署から提供を受けた。

公共建築物に関して、県および市町村で管理しているデータは、イ. 構造種別（木造家屋、木造以外）、ロ. 建築年度、ハ. 床面積、ニ. 用途などである。

ii. 民間建築物関連

民間の建築物のデータは、そのもの自体は行政の管理対象とはなっていない。そのためこの調査では、各市町村の固定資産税担当部署に問い合わせ、そこでの固定資産台帳に記録されている民間建築物の管理データを収集する方法を採った。市町村の固定資産台帳に収容されているデータは、基本的には イ. 構造種別（木造家屋、木造以外）、ロ. 建築年度、ハ. 床面積、ニ. 決定価格などであった。本研究では、この内イ～ハのデータを活用することとした。

表-2.3 建築物ストック量

	延床面積 (㎡)	縦100%に対する構成比 (%)	
<b>●公共建築のストック量</b>			
県と市町村が保有する建築物の延床面積：	3,333,895	7	100
県が保有する延床面積：	1,034,966	31	100
同の内木造の延床面積：	50,423	0	5
39市町村保有の延床面積：	2,298,929	69	100
同の内木造の延床面積：	203,418		9
<b>●民間建築のストック量</b>			
全民間建築延床面積：	45,821,357	93	100
木造建築物の延床面積：	30,291,027	62	66
木造住宅の延床面積：	23,263,163	47	87
木造以外の住宅延床面積：	3,440,033	7	13
全住宅の延べ床面積：	26,703,196	54	100
<b>●合計</b>	<b>49,155,252</b>	<b>100</b>	

(2) 調査結果

この結果を見ると、建築物全体としては民間が圧倒的に多いが、公共建築物も全体の1/14程度あり、決して少なくない。公共建築物の中では県の施設が圧倒的に多く、公共全体の1/3に達している。こうした中で、木造建築物の比率が全体の62%程度に止まっているのが目立つ。

表-2.4では民間の建築物について、新耐震設計法の施

行前と以後の面積が出ているが、木造を除き、昭和52年以降の建築物の延床面積が、以前のそのほぼ2倍前後となっていることが分かる。ただ、木造については以前の建築物の方が多い。しかし別の見方をすれば、依然として新耐震設計法以前の建築物が木造以外の建築物でも1/3程度は残っていることを示している。こうしたことは社会的ストック上の大きな問題である。

公共建築物では、当然のことだが非木造が圧倒的に多

表-2.4 新耐震設計法の適用ストック

	昭和52年以前		昭和53年以降	
	延床面積 (㎡)	構成比 (%)	延床面積 (㎡)	構成比 (%)
木 造	17,001,955	55	13,919,072	45
SRC・RC・S	4,030,043	35	7,469,123	65
そ の 他	884,645	26	2,516,519	74
木造以外	4,914,688	33	9,985,642	67
全民間合計	21,916,643	48	23,904,714	52

表-2.5 公共建築物のストック量

	延床面積 (㎡)			構成比 (%)
	県	市町村	合 計	
木 造	50,423	203,418	253,841	7.6
RC	679,209	1,375,096	2,054,305	61.6
RCB		2,058	2,058	0.1
RCS	2,424		2,424	0.1
SRC	15,074	38,650	53,724	1.6
SCB	201	166	367	0.0
RS		9,441	9,441	0.3
RB		525	525	0.0
S	264,058	477,828	741,885	22.3
SB		4,759	4,759	0.1
SC		15,111	15,111	0.5
SP	54		54	0.0
ST	612		612	0.0
SW		3,235	3,235	0.1
LGS	994	2,704	3,698	0.1
CB	21,840	15,825	37,666	1.1
B		9,460	9,460	0.3
C		386	386	0.0
R		29,179	29,179	0.9
ア ル ミ	38	19	57	0.0
外 壁 PC 版		1,380	1,380	0.0
外壁リブ付PC		3,316	3,316	0.1
簡 易 耐 火		47,859	47,859	1.4
中 層 耐 火		41,142	41,142	1.2
プ レ ハ ブ	40	1,359	1,399	0.0
レ ン ガ ・ 石		16,015	16,015	0.5
合 計	1,034,966	2,298,929	3,333,894	100.0

表-2.6 県内の民間建築物の建設実態と適用する環境負荷原単位のコード

構 造	用 途	棟 数				延床面積 (㎡)			適用する 列コード
		総 数	52年以前	52年以降	主たる用途 以外の棟数	延床面積	52年以前	52年以降	
木	専用住宅	176,241	96,933	79,308		19,178,944	10,548,419	8,630,525	C401100
	共同住宅・寄宿舎	2,825	1,554	1,271		432,334	237,784	194,550	C401101
	併用住宅								—
	①住宅部分	8,181	4,500	3,681		678,862	373,374	305,488	—
	②その他の用の部分	8,181	4,500	3,681		308,206	169,513	138,693	—
	③計 (1 + 2)	8,181	4,500	3,681		987,068	542,887	444,181	C401101
	農家住宅	23,179	12,748	10,431		2,664,817	1,465,649	1,199,168	C401101
	旅館・料亭・ホテル	891	490	401		176,770	97,224	79,547	C402100
	事務所・銀行・店舗	3,816	2,099	1,717		348,319	191,575	156,744	C402120
	劇場・病院	200	110	90		34,822	19,152	15,670	C402100
	公衆浴場	36	20	16		4,041	2,223	1,818	C402100
	工場・倉庫	4,680	2,574	2,106		496,520	273,086	223,434	C402110
	土蔵	25,063	13,785	11,278		549,953	302,474	247,479	C402110
	附属家	134,932	74,213	60,719		6,047,439	3,326,091	2,721,348	C402110
合 計	380,044	209,024	171,020		30,921,027	17,006,565	13,914,462	—	
鉄骨鉄筋コンクリート造	事務所・店舗・百貨店・銀行	197	65	132	0	331,230	109,306	221,924	C402220
	住宅・アパート	604	199	405	0	150,178	49,559	100,619	C401210
	病院・ホテル	88	29	59	0	245,080	80,876	164,204	C401210
	工場・倉庫・市場	106	35	71	0	160,619	53,004	107,615	C402210
	その他	67	22	45	0	33,323	10,997	22,326	C402220
合 計	1,062	350	712	0	920,430	303,742	616,688	—	
鉄筋コンクリート造	事務所・店舗・百貨店・銀行	745	246	499	0	573,833	189,365	384,468	C402250
	住宅・アパート	2,497	824	1,673	0	820,927	270,906	550,021	C401220
	病院・ホテル	424	140	284	0	512,800	169,224	343,576	C401220
	工場・倉庫・市場	420	139	281	0	335,997	110,879	225,118	C402230
	その他	913	301	612	0	111,071	36,653	74,418	C402250
合 計	4,999	1,650	3,349	0	2,354,628	777,027	1,577,601	—	
鉄 骨 造	事務所・店舗・百貨店・銀行	5,789	1,910	3,879	0	2,161,008	713,133	1,447,875	C402270
	住宅・アパート	5,059	1,669	3,390	0	979,987	323,396	656,591	C401232
	病院・ホテル	493	163	330	0	254,091	83,850	170,241	C401231
	工場・倉庫・市場	10,778	3,557	7,221	0	4,566,208	1,506,849	3,059,359	C402260
	その他	6,928	2,286	4,642	0	988,500	326,205	662,295	C402270
合 計	29,047	9,586	19,461	0	8,949,794	2,953,432	5,996,362	—	
軽 量 鉄 骨 造	事務所・店舗・百貨店・銀行	1,097	362	735	0	107,958	35,626	72,332	C402270
	住宅・アパート	10,606	3,500	7,106	0	1,396,269	460,769	935,500	C401232
	病院・ホテル	21	7	14	0	3,726	1,230	2,496	C401231
	工場・倉庫・市場	3,162	1,043	2,119	0	336,671	111,101	225,570	C402260
	その他	8,321	2,746	5,575	0	546,022	180,187	365,835	C402270
合 計	23,207	7,658	15,549	0	2,390,646	788,913	1,601,733	—	
れんが造・コンクリートブロック造	事務所・店舗・百貨店・銀行	209	69	140	0	16,018	5,286	10,732	C402280
	住宅・アパート	1,340	442	898	0	92,566	30,547	62,019	C401240
	病院・ホテル	28	9	19	1	3,852	1,271	2,581	C402280
	工場・倉庫・市場	1,399	462	937	0	52,760	17,411	35,349	C402280
	その他	5,567	1,837	3,730	0	117,528	38,784	78,744	C402280
合 計	8,543	2,819	5,724	1	282,724	93,299	189,425	—	
そ の 他	事務所・店舗・百貨店・銀行	3	1	2	0	163	54	109	C402200
	住宅・アパート	2	1	1	0	106	35	71	C401200
	病院・ホテル	0	0	0	0	0	0	0	C402200
	工場・倉庫・市場	14	5	9	0	1,639	541	1,098	C402200
	その他	10	3	7	0	200	66	134	C402200
合 計	29	10	19	0	2,108	696	1,412	—	
木造以外の合計	事務所・店舗・百貨店・銀行	8,040	2,653	5,387	0	3,190,210	1,052,769	2,137,441	—
	住宅・アパート	20,108	6,636	13,472	0	3,440,033	1,135,211	2,304,822	—
	病院・ホテル	1,054	348	706	1	1,019,549	336,451	683,098	—
	工場・倉庫・市場	15,879	5,240	10,639	0	5,453,894	1,799,785	3,654,109	—
	その他	21,806	7,196	14,610	0	1,796,644	592,893	1,203,751	—
合 計	66,887	22,073	44,814	1	14,900,330	4,917,109	9,983,221	—	
全 て の 合 計	事務所・店舗・百貨店・銀行	11,856	5,691	6,165	0	3,538,529	1,698,494	1,840,035	—
	住宅・アパート	230,534	110,656	119,878	0	26,703,196	12,817,534	13,885,662	—
	病院・ホテル	2,145	1,030	1,115	1	1,231,141	590,948	640,193	—
	工場・倉庫・市場	20,559	9,868	10,691	0	5,950,414	2,856,199	3,094,215	—
	その他	181,837	87,282	94,555	0	8,398,077	4,031,077	4,367,000	—
合 計	446,931	214,527	232,404	1	45,821,357	21,994,251	23,827,106	—	

いことが、表-2.5から分かる。民間にあっては木造建築物の占める割合は66%程度あるのに対して、公共建築物にあっては僅か8%弱に止まっており、民間との顕著な違いとなっている。ただ、民間の木造については77%が住宅であり、住宅では87%が木造であるから、当然の結果ではある。

また、公共建築の中では、表-2.3にあるように市町村の保有する建築物の方が木造比率は倍程度と高く、面積としては県保有の木造建築の4倍程度に達している。これには規模の違いが影響しているものと見られる。更に下表にみられるように、市町村管理の建築物が、結果的に構造の種類がより多くの種類の構造形式を採っている。市町村管理の建築物を見ると、RCやSRC以外の構造形式が多いと言える。

2-2 適用する環境負荷原単位

1) 建設段階での環境負荷算定のための原単位

ストックされている建築物に関する延床面積データが、構造と用途の種類で分類されたデータが得られたことから、建築物の建設に係わる環境負荷は、日本建築学会が整備したLCAの環境負荷原単位表の中から、これらの構造種別・建築用途に対応したものを使うこととした。

表-2.7 適用する構造種別環境負荷原単位

列コード	構造・用途種別	環境負荷原単位			
		MJ/m <sup>2</sup>	CO <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup>	SO <sub>x</sub> g/m <sup>2</sup>	NO <sub>x</sub> g/m <sup>2</sup>
C401100	木造住宅	5,502.8	383.7	599	1,110.2
C402100	木造非住宅	4,303.1	299.9	473	879.2
C402120	木造事務所	4,910.9	342.1	539.6	1,002.7
C402110	木造工場	2,858	200.6	313.2	587.7
C402220	SRC事務所	15,835.8	1,139.7	1,764.7	3318
C401210	SRC住宅	15,704.7	1,172.1	1,691.7	3,392.9
C402210	SRC工場	9,557.5	703.6	1,045.2	2,062.3
C402250	RC事務所	12,523.9	907.9	1,387.9	2,624.1
C401220	RC住宅	12,575.3	943.6	1,352.2	2,693.8
C402230	RC工場	9,266.3	706	989.4	2,038.9
C402270	S事務所	9,346	652.6	1,073.1	1,927.5
C401232	S量産住宅	10,607.1	703.2	1,475.4	2,343
C401231	S在来住宅	12,594.5	907.2	1,374.5	2,621.7
C402260	S工場	6,212.9	439.4	690.6	1,299.2
C402280	CB非住宅	4,481.6	334.4	486.9	960
C401240	CB住宅	6,655.5	516.8	700.7	1,441.6
C402200	非木造非住宅	9,346	668.2	1,041.8	1,957.8
C401200	非木造住宅	10,252.1	744.9	1,168.9	2,203.6

一般的な環境負荷のデータとしては、2002年度に改訂された日本建築学会のLCA指針で示されたものがあ

る。表-2.7はその中で、鳥取の建築物ストックに関する統計データで挙げられた構造種別用途別建築物(表-2.5、6)の環境負荷を抜き出したものである。

統計上の分類の構造—建築用途の組合せと、建築学会の環境負荷原単位の構造—建築用途の組合せとでは、多少なりともずれがあるが、ここではそうしたずれはマクロな環境負荷構造を比較検討する上では無視し得るとした。この結果、表に見られるように、環境負荷の算定対象とする構造種類としては木造、RC、SRC、S、CB(コンクリートブロック)、非木造の6種とし、用途との組合せが18種の環境負荷原単位となる。

これら、民間建築物への適用する環境負荷原単位については、表-2.6の右端の欄に示した。

公共建築物については、用途が民間建築物よりも雑多であるが、適用する環境負荷原単位の建物種別は表-2.7によるものとして、用途を事務所とした上で、次表のような割り当てを行った。

表-2.8 公共建築物への適用環境負荷原単位

列コード	構造種別	列コード	構造種別
C402250	RC	C402270	SP
C402270	S	C402270	ST
C402120	W	C402270	SW
C402280	CB	C402200	B
C402200	LGS	C402200	C
C402220	SRC	C402200	R
C402250	RCB	C402200	アルミ
C402250	RCS	C402200	外壁PC版
C402270	SCB	C402200	外壁リブ付PC
C402200	RS	C402200	簡易耐火
C402200	RB	C402200	中層耐火
C402270	SB	C402200	プレハブ
C402270	SC	C402200	レンガ・石

2) 運用段階での環境負荷算定のための原単位

建築物の運用段階で消費するエネルギーおよび水による環境負荷を算定するための環境負荷原単位としては、同じく建築学会の環境負荷原単位表から該当項目を選定したが、その結果は表-2.9に示す。

2-3 鳥取県内の生活基盤に係わる環境負荷

鳥取県内の生活基盤に係わる基礎的な環境負荷の中で、この研究では建築物の建設と、生活で消費されるエネルギーおよび水に関連する環境負荷を推定することとした。

表-2.9 適用するエネルギー・上水道関連環境負荷原単位

	単位*	列コード	環境負荷原単位			
			エネルギー MJ/*	CO <sub>2</sub> kg/*	SO <sub>2</sub> g/*	NO <sub>2</sub> g/*
電力	kWh	5111001	10.935	0.564	0.461	0.004
ガス	MJ	5121011	1.410	0.066	0.018	0.088
LPガス	MJ	2111018	1.066	0.063	0.019	0.223
ガソリン	MJ	2111011	1.276	0.082	0.078	0.173
ガソリン(家庭)	MJ	2111011	1.276	0.082	0.078	0.173
軽油	MJ	2111014	1.120	0.076	0.025	0.123
灯油	MJ	2111013	1.067	0.072	0.016	0.079
灯油(家庭)	MJ	2111013	1.067	0.072	0.016	0.079
上水道・簡易水道	m <sup>3</sup>	5211011	17.6	0.992	1.08	2.29

1) 建築物の生産に伴う環境負荷

鳥取県内のストックとしての建築物が、建設段階で発生させたと見られる環境負荷については表-2.5および表-2.6に挙げた公共と民間の建築物の用途別構造別の床面積データに、表-2.7に示す環境負荷原単位を乗ずることによって算出した結果として得られるが、これを表-2.10に示した。

この表では前述の通り、公共建築物については表-2.8に示したような列コードによるものとして、民間建築物の床面積と合算したものを基に計算している。

環境負荷の発生傾向は全て床面積に比例させて計算しているため、エネルギー消費、CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>の排出傾向は皆同じとなる。

そこで環境負荷の排出傾向を温室効果ガス(CO<sub>2</sub>)の発生量を中心に見てゆくと、表-2.10に示すように、全排出量は約2,280万tになっている。これを、建築物の本体の材料別でみると、木造が45%前後、鉄筋鉄骨コンクリート造は5%弱、鉄筋コンクリートは2割弱、鉄骨・軽量鉄骨造は合わせて3割程度となっており、鉄系の構造物が第二位になっていることが注目される。環境負荷の発生量は、材料別の中では用途の傾向がストック量によって異なるが、木造・軽量鉄骨では住宅が最も多く、コンクリート系では事務所・店舗などが主流であり、鉄骨系では事務所・店舗類と工場・倉庫類とがほぼ同じような水準にある。

また、建物の用途別で見ると、いずれの環境負荷も全体の半分程度が住宅・アパートで発生していることがわかる。次いで事務所・店舗等が全体の2割強、工場・倉庫などが2割弱、そのほかの用途が1割強、病院・ホテルは5%弱と言った割合になっている。

このことから鳥取あつては、建築物関連の温室効果が

表-2.10 建築物生産過程からの環境負荷

構 造	用 途	環境負荷原単位			
		TJ	CO <sub>2</sub> kton	SO <sub>2</sub> ton	NO <sub>2</sub> ton
木 造	専用住宅	105,538	7,359	11,488	21,292
	共同住宅・寄宿舎	2,379	166	259	480
	併用住宅	0	0	0	0
	①住宅部分	0	0	0	0
	②その他の用の部分	0	0	0	0
	③計(1+2)	5,432	379	591	1,096
	農家住宅	14,664	1,022	1,596	2,958
	旅館・料亭・ホテル	761	53	84	155
	事務所・銀行・店舗	2,957	206	325	604
	劇場・病院	150	10	16	31
	公衆浴場	17	1	2	4
	工場・倉庫	1,419	100	156	292
	土蔵	1,572	110	172	323
	附属家	17,284	1,213	1,894	3,554
合 計	152,172	10,620	16,583	30,789	
鉄骨鉄筋コンクリート造	事務所・店舗・百貨店・銀行	6,096	439	679	1,277
	住宅・アパート	2,359	176	254	510
	病院・ホテル	3,849	287	415	832
	工場・倉庫・市場	1,535	113	168	331
	その他	528	38	59	111
合 計	14,366	1,053	1,575	3,060	
鉄筋コンクリート造	事務所・店舗・百貨店・銀行	32,971	2,390	3,654	6,908
	住宅・アパート	10,323	775	1,110	2,211
	病院・ホテル	6,449	484	693	1,381
	工場・倉庫・市場	3,113	237	332	685
	その他	1,391	101	154	291
合 計	54,247	3,987	5,944	11,478	
鉄 骨 造	事務所・店舗・百貨店・銀行	27,356	1,910	3,141	5,642
	住宅・アパート	10,395	689	1,446	2,296
	病院・ホテル	3,200	231	349	666
	工場・倉庫・市場	28,369	2,006	3,153	5,932
	その他	9,239	645	1,061	1,905
合 計	78,559	5,481	9,150	16,442	
軽 量 鉄 骨 造	事務所・店舗・百貨店・銀行	1,009	70	116	208
	住宅・アパート	14,810	982	2,060	3,271
	病院・ホテル	47	3	5	10
	工場・倉庫・市場	2,092	148	233	437
	その他	5,103	356	586	1,052
合 計	23,061	1,560	2,999	4,979	
レンガ造・コンクリートブロック造	事務所・店舗・百貨店・銀行	241	18	26	52
	住宅・アパート	616	48	65	133
	病院・ホテル	17	1.3	2	4
	工場・倉庫・市場	236	18	26	51
	その他	527	39	57	113
合 計	1,637	124	176	352	
そ の 他	事務所・店舗・百貨店・銀行	1.5	0.1	0.2	0.3
	住宅・アパート	1.1	0.1	0.1	0.2
	病院・ホテル	0.0	0.0	0.0	0.0
	工場・倉庫・市場	15.3	1.1	1.7	3.2
	その他	1.9	0.1	0.2	0.4
合 計	19.8	1.4	2.2	4.2	
木造以外の合計	事務所・店舗・百貨店・銀行	67,674	4,828	7,616	14,087
	住宅・アパート	38,504	2,670	4,935	8,422
	病院・ホテル	13,562	1,006	1,464	2,893
	工場・倉庫・市場	35,361	2,523	3,914	7,440
	その他	16,789	1,180	1,917	3,473
合 計	171,890	12,206	19,846	36,315	
全 合 計	事務所・店舗・百貨店・銀行	70,631	5,034	7,941	14,691
	住宅・アパート	166,517	11,596	18,870	34,249
	病院・ホテル	14,472	1,070	1,564	3,079
	工場・倉庫・市場	38,352	2,733	4,241	8,055
	その他	34,090	2,394	3,813	7,031
合 計	324,062	22,826	36,430	67,104	

スの排出量は、主体構造の材料別では木造建築物が全体の47%を占め、また用途別では住宅・アパートが51%を占めて最も多いことが分かる。

建築物の建設により発生する毎年の温室効果ガスの量は、基本的には建設された年に放出されている。したがって、建築物のストックが建設された年度毎の統計を整備することによって、環境負荷も年度毎に推定できることになるが、現在これらのストックについては、年度毎の建設量の統計は得られていない。そこで本研究では、建築物を運用する上で発生する環境負荷と比較検討する上での便から原価償却の考え方を導入し、生産段階での温室効果ガスの排出が、その施設の耐用する間均等に排出されるものとした。

2) 生活にかかわる環境負荷

鳥取県内の住民が生活の中で消費するエネルギーの量の推定値については表-2.2に示したが、これに加えて上水道の消費量については、年間49,743,210m<sup>3</sup>と言うデータが得られている。これは、前述の通り県民一人当たりでは81m<sup>3</sup>、222l/日となり、全国平均からするとやや少ないが、鳥取にあっては都市の上水道の供給に依らない消費が少なくないことを勘案すると、妥当な値と考えられる。

これらの値を前提に、表-2.10の原単位を乗じて得たのが表-2.11である。

表-2.11 エネルギー水消費に係わる年間環境負荷

消費資源エネルギー種別	消費量 G*	*	環境負荷			
			エネルギー MJ	CO <sub>2</sub> kg	SO <sub>2</sub> g	NO <sub>2</sub> g
電力	2,296	kWh	25,107	1,295	1,058	9
ガス	815	MJ	1,149	54	15	72
LPガス	2,647	MJ	2,822	167	50	590
ガソリン	4,787	MJ	6,109	393	373	828
ガソリン(家庭用)	2,465	MJ	3,145	202	192	426
軽油	8,946	MJ	10,015	679	221	1,101
灯油	4,408	MJ	4,704	317	69	350
灯油(家庭)	2,892	MJ	3,086	208	45	230
上水	49,743	km <sup>3</sup>	874	49	54	114
年間環境負荷 合計			57,010	3,363	2,024	3,606
県民年間一人当たり			エネルギー MJ	CO <sub>2</sub> kg	SO <sub>2</sub> g	NO <sub>2</sub> g
			95,017	5,605	3,373	6,010

2-4 全生活基盤維持に係わる環境負荷の推定

本研究にあっては、鳥取県全体の生活基盤に係る年間の環境負荷は、表-2.10の値と表-2.11の値を加える方法を採用した。その結果が表-2.12である。

ここで、建築物関連の環境負荷については、現存する

表-2.12 生活基盤関連の環境負荷

		環境負荷 (／年)			
		エネルギー TJ	kton-CO <sub>2</sub>	ton-SO <sub>2</sub>	ton-NO <sub>2</sub>
建築物	負荷	288,853	20,296	32,500	59,756
	年間	5,777	406	650	1,195
	構成比(%)	9	11	24	24
エネルギー	負荷	56,136	3,314	2,024	3,606
	構成比(%)	89	88	74	73
水	負荷	874	49	54	114
	構成比(%)	1	1	2	2
合計		62,787	3,769	2,727	4,915
県民一人当たり年間	単 位	MJ	ton-CO <sub>2</sub>	kg-SO <sub>2</sub>	kg-NO <sub>2</sub>
	負荷量	102,378	6.15	4.45	8.01

建築物が50年程度で整備されてきていると仮定し、得られた建設時の環境負荷が50年間均等に生ずるものとして、毎年発生するエネルギー・水消費に伴う環境負荷と合算している。

結果的には、全体として日常生活活動でのエネルギー消費に起因する環境負荷が非常に大きく全体の7割から9割近くに達しており、建築物に係わる環境負荷は1割から2割程度であることが分かる。

3. 生活基盤関連の環境負荷に係わる課題

本研究では、生活基盤関連の環境負荷を推定する一つのモデルとして「1」の鳥取環境大学関連の環境負荷の推定を行っているが、その結果からは大学に直接関わる環境負荷は2割程度あるものの、建築物関連はその半分の1割程度であった。一方、鳥取県全体の生活基盤関連の環境負荷推定にあっても、「2」に示したように概略の推定値とはほぼ同様の傾向であった。

「2」については県民の生活を支える基盤となる資源・エネルギーとして、建築物とエネルギーおよび上水を取り上げ、社会インフラとしての道路・港湾、河川・海岸・山林の保全に投下されている資源および、生産活動に投下される資源は入っていないが、大学の推定値には、それに該当する外構関連のインフラへの投下資源も入っている。

従ってこれ等の結果から、全県の生活基盤の環境負荷に、今回算定しなかった生活基盤全体の環境負荷が捕捉されたとしても、エネルギー消費にかかわる環境負荷が大きな割合を占めることは疑いない。生活基盤関連の環境負荷は、正にその地域の生活を支える部分に係わるものであり、体質を表しているものでもある。その意味で鳥取県においても、今後エネルギー消費に関する環境負

荷削減対策は最重要課題であると言えよう。

おわりに

ラクイラサミットで、世界は地球温暖化を産業革命時の地球の平均気温+2℃以内に収めることに世界の主要国の共通認識が得られた。これは世界全体として温室効果ガスの排出を50%以上、経済先進国では80%以上削減する必要があることを示す。今日、温室効果ガスはその多くが、化石資源の燃焼によって排出されているが、それは現代文明を支えるエネルギー需要に応えるためのものである。

本研究で扱ったデータは2003年のものであるが、環境負荷の大きな構成には大きな変化は無いものと考えられる。本研究からは鳥取県にあっても、生活基盤となるエネルギーの消費が、基盤関連の環境負荷の中でも極めて高い比率であることが分かったが、人々の文化的な生活水準を支える上で、エネルギー消費は不可欠であることを考えると、エネルギー関連環境負荷の大幅削減への対策

の必要性は非常に高い。

エネルギー問題は国として取り組む部分が大きいが、地方自治体も自らのエネルギー消費構造の見直しと同時に、化石資源に偏ったエネルギー源からの脱却に主体的に取り組むことが求められよう。

#### 参考文献

- i. 日本建築学会編「建物のLCA指針(案)—地球温暖化防止のためのLCCO2を中心として—、CD-ROM付」を出版し、東京・」1999.11、日本建築学会
- ii. 地球環境研究センター「産業連関表による二酸化炭素排出原単位」1998.03、環境庁国立環境研究所
- iii. 木俣信行「平成13～15年度鳥取県環境学術研究助成建築物の環境格付け評価手法の開発とこれに基づく環境対策研究最終報告」2004.03

(受付日2010年3月3日 受理日2010年4月8日)