

住宅建築における多様性を考慮した CO₂ 削減技術導入の提案

A Proposal of CO₂ Emissions Reduction Options in Residential House, Being Considered The Diversity

東京大学 野崎互, 井原智彦, 吉田好邦, 松橋隆治

Wataru Nozaki, Tomohiko Ihara, Yoshikuni Yoshida, Ryuji Matsuhashi

1. 緒言

環境共生住宅に関する各要素技術に対しては、さまざまな研究がなされており、CO₂削減策として最的解を算出しようと試みているものもある。多くの場合、「住宅用標準問題」¹⁾などの標準的なものに対して評価をおこなっているが、居住者の嗜好性が大きく反映され、多様性が大きい住宅分野においては、必ずしも真の最適解とはならない。また既往の研究は暖冷房による熱負荷が主な評価対象であり、住宅の運用時の消費エネルギーの約 2/3 を占める照明、給湯、動力に関する評価も含めて総合的に評価するものはなかった。

よって本研究では「住宅用標準問題」をベースとしながらも、居住者の生活パターンや嗜好を考慮し、居住・建設・解体に伴うエネルギー負荷を総合的に評価した CO₂削減技術導入の提案を行う。

2. 基準となるモデル

2.1 住宅モデル

住宅の標準モデルとしては、1985 年に建築学会（環境工学委員会熱分科会）が提案した「住宅用標準問題」がよく用いられる。図 2-1 にその平面図、立面図及び断面図を示す。総 2 階、述べ床面積 120m² とし、建物正面南向きの 5LDK の物件である。また木造住宅の場合は切妻、RC および S 造では陸屋根である。

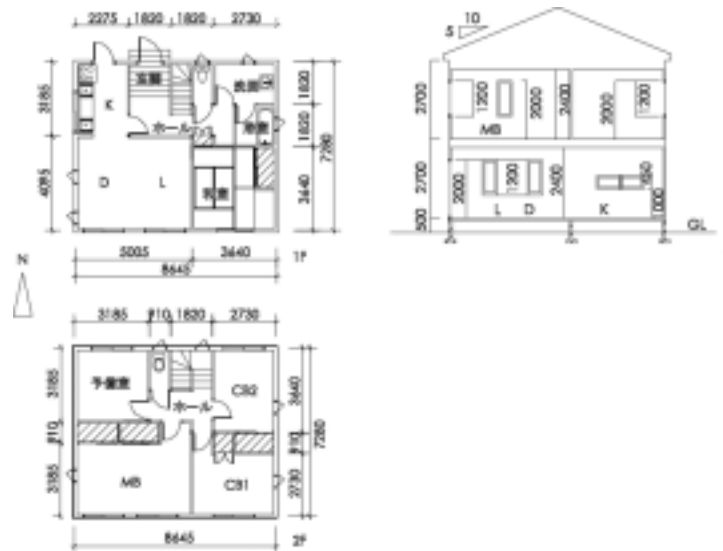


図 2-1 標準住宅平面図、断面図

本来、多様性を考慮するためには、住宅の形状や間取りも含めて検討を行う必要がある。しかし今回は簡便のため、階数・形状・間取りに関しては図 2-1 のもので fix している。また建物周辺に障害物は何も無いと仮定し、地表面反射率は 10%、地盤の熱伝導率は 0.689W/mK と仮定する。

2.2 居住スケジュール

標準のスケジュールデータとしては、「住宅用標準問題」で 4 人家族のスケジュールデータが掲載されているが 1985 年に作成されたため、現在の生活習慣と大きく異なると考えられる。ところで空・衛学会により作成された「住宅におけるスケジュールデータ」²⁾は NHK 国民生活調査（1990 年版）をもとに作成したものであり、また様々な想定における

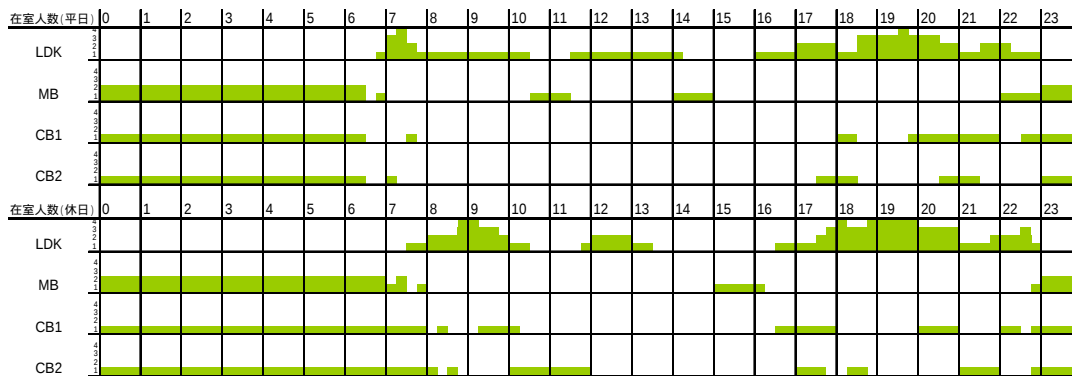


図 2-2 在室者スケジュール

スケジュールを作成することができる。よって本研究では、これを用いて標準の居住スケジュール（在室人数・冷暖房・給湯・設備機器）を作成する。図 2-2 に作成された在室人数の標準スケジュールを示す。

3. 居住者選択項目の選定

住宅建築の多様性を考える上で、住宅需要者がもっている住居観や住宅選択をおこなう際に重視する要素を抽出するため、住宅需要者にたいしてリサーチをおこなった。そのリサーチで得られた結果をもとに、図 3-1 に示す項目を居住者選択項目として扱う。

項目	詳細
住環境・様式	建設地 構・工法 間取り 室用途窓設定
部材選択	外壁材 内壁材 天井材 床材 屋根材
居住パターン	家族構成 妻の行動型 夫の行動型 省エネ意識
	省エネ地域区分 在来木造、RC、カーテンウォール(RC) 現在5LDKでfix 居住パターンと連動して決定 0、default、大、全面
	内・外装材に関して選択
	夫婦2人+子供2人でfix 在宅型、外出型、勤務型 在宅勤務(SOHO)、外出勤務 冷暖房・給湯スケジュールに影響

図 3-1 居住者選択項目

4. 評価手法

評価手法としては LCA 的手法を用いる。評価値としては1年あたりのCO₂排出量および削減単価を考える。本研究における評価範囲は大きく分けて建設段階、運用段階、解体・廃棄段階の3段階からなり、建設から廃棄までを建築物のライフサイクルとする(図 4-1)。

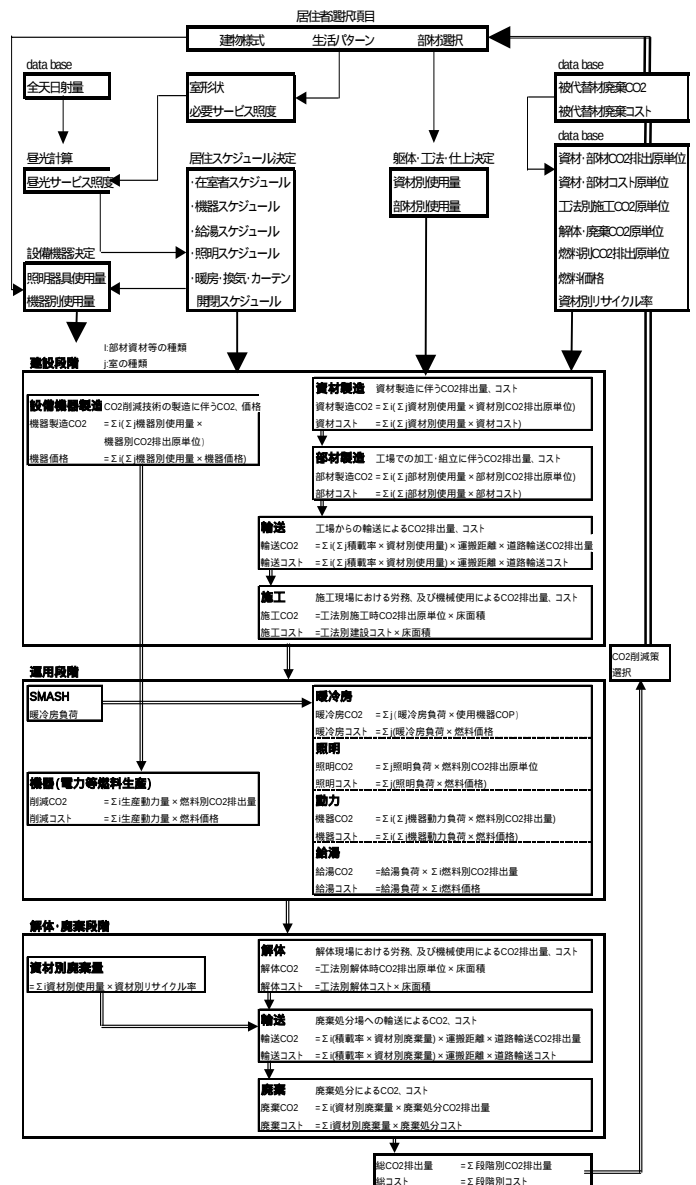


図 4-1 ライフサイクル評価

4.1 建設・解体段階

建設段階においては、各部材に関して積み上げ法により資材製造から施工までの評価をおこなう。また解体段階では、使用部材の重量あたりの廃棄時の消費エネルギーを算出し、評価をおこなう。また各プロセスに関して運搬を考慮し、運搬距離を一律 50km とし、4t トラック（燃料:経由）により運搬するものとする。³⁾

4.2 運用段階

4.2.1 照明負荷

照明負荷計算は、居住者選択項目における窓面積の照明スケジュールに与える影響等を考慮するため、昼光計算を行い、昼光によるサービス照度を算出する。また照明器具の使用量は、照明計画をおこなうにあたり一般的に用いられる「光束法」および「逐点法」^{4,5)}を用いる。これらと必要照度スケジュールより、人工機器による照明スケジュールを作成する。そしてそれを用いて照明負荷を算出する。図 4-2 に照明スケジュール作成のフローを示す。

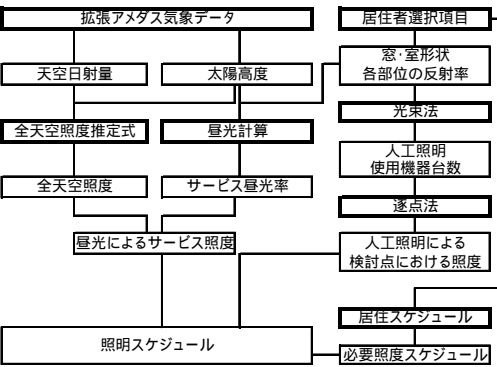


図 4-2 照明スケジュール作成フロー

4.2.2 給湯・動力負荷

給湯・動力負荷に関しては、居住者選択項目における生活パターンを考慮し、「住宅におけるスケジュールデータ」により作成された給湯及び動力スケジュールより算出する。

4.2.3 暖冷房負荷

暖冷房負荷算出のための熱負荷計算には熱負荷シュミレーションプログラム「SMASH Ver.2」⁶⁾を用いる。この計算においては、建物の構成部材、建設地、居住スケジュールなど居住者選択項目における選択が反映されている。

暖冷房による熱負荷を計算するにあたり、COP を設定する必要がある。本研究では、家庭における各種空調機器の普及状況を考慮し、各燃料の CO₂ 排出原単位より、標準空調機器の単位需要あたりの CO₂ 排出量を表 4-1 のように設定する。

表 4-1 空調機器の単位需要あたり CO₂ 排出量

種別/空調方式	COP [-]	燃料	普及率(1997)平均COP [%]	CO ₂ 排出原単位 [kg-CO ₂ /MJ]	CO ₂ 排出原単位 [kg-C/MJ]
ルームエアコン(冷房)	2.5	電力	39.7	0.10000	0.01091
ルームエアコン(暖冷房)	2.5	電力	64.9	0.10000	0.01091
標準冷房機器			2.5		0.01091
ルームエアコン(暖冷房)	2.5	電力	64.9	0.10000	0.01091
温風ヒーター	1	都市ガス	67.8	0.05041	0.01375
石油ストーブ	0.85	灯油	61.2	0.07047	0.02261
標準暖房機器			1.45		0.01560

5. 多様性に関する検討

居住者の嗜好性や生活パターンを考慮したさまざまなケースについて、CO₂ 削減策を提案する。表 5-1 に今回検討する住宅モデルを挙げる。また各住宅モデルに関する default の年間 CO₂ 排出量を図 5-1 に示す。

表 5-1 検討する住宅モデル

住宅モデル	略記	詳細
木造標準住宅	W	木造の標準住宅
RC標準住宅	RC	RC造の標準住宅
カーテンウォール住宅	CW	開口部を大きくとった住宅 昼光の積極的利用
窓なし木造住宅	W窓なし	各室における窓をなくし 開口部の影響をみる
SOHO型居住スタイル	SOHO	予備室を事務所と想定 PC1台を設置する
木造標準住宅(札幌)	W札幌	default(東京)との比較
木造標準住宅(那覇)	W那覇	default(東京)との比較

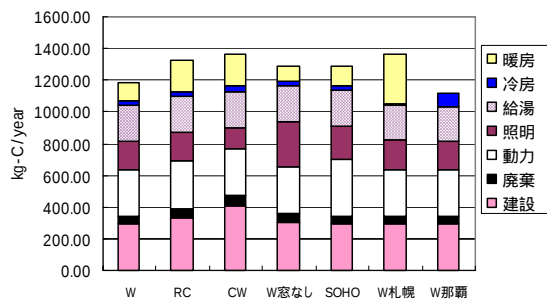


図 5-1 default の CO₂ 排出量比較

表 6-1 検討する CO₂ 削減技術

CO ₂ 削減技術	一年あたりのコスト [円/m ² ・year]	詳細
高気密・高断熱化	89	ガラスウール24K50mm 100mmに変更
複層サッシ	1653	一般サッシ 低放射複層サッシに変更
太陽電池(アクティブソーラー)	9170	屋根南前面に多結晶太陽電池を設置 発電効率:13.3% 寸法:0.984m ² 最大出力:130W
ダイレクトゲイン(パッシブソーラー)	7340	LDにおいて床材を蓄熱体(レンガ)に変更

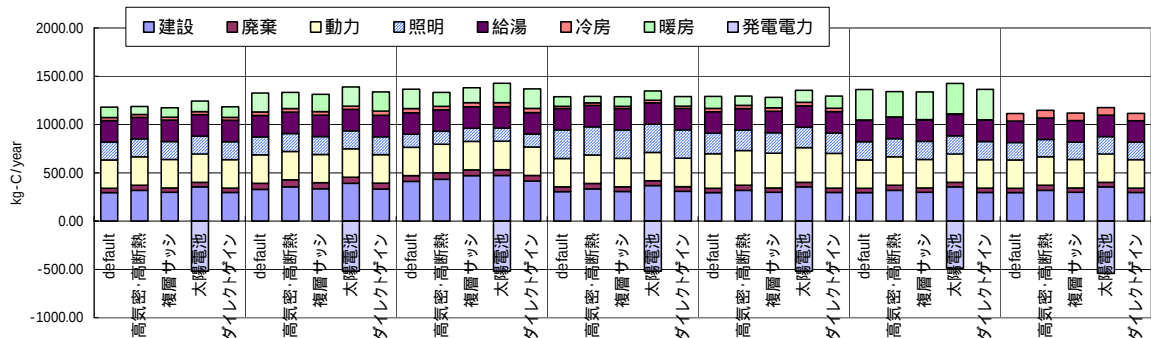


図 6-1 各技術による CO₂ 排出量

6. CO₂ 排出削減策の検討

表 5-1 に挙げた各モデルにたいして、種類の CO₂ 削減策を検討する。今回検討する CO₂ 排出削減策を表 6-1 に示す。また図 6-1 に各技術による CO₂ 排出量及び削減単価の比較をしめす。ここで各技術は耐用年数 20 年・利率 5%として、等価償却方式を採用し、初期導入コストに伴う年経比率を算定することで、削減単価は 1 年あたりで考える。

図 6-2 より住宅の多様性により、効果的な CO₂ 削減技術は変化する。過度の高気密・高断熱化はカーテンウォールの住宅では最も有効な削減策といえるが、ほとんどの住宅モデルでは逆に CO₂ 排出量を増大させてしまう。

7. 結言

住環境や居住スケジュールを考慮し、住宅の建設 運用 廃棄にいたる CO₂ 排出量を算出し、CO₂ 排出削減策の効果のほどを検討した。住宅の多様性が変化することで有効な

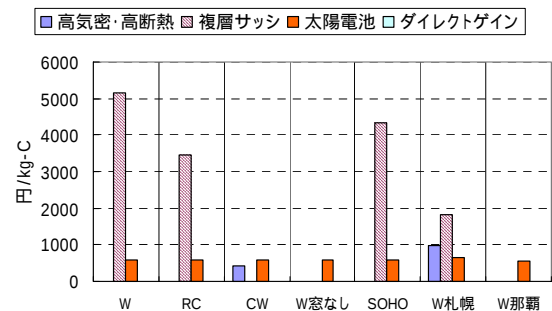


図 6-2 CO₂ 削減単価の比較

削減策が変化することがわかった。

参考文献

- 1) 宇田川光弘, 「標準問題の提案 住宅用標準問題」, 日本建築学会環境工学委員会熱分科会第 15 回シンポジウム
- 2) 「住宅における生活スケジュールとエネルギー消費」, 社団法人空気調和・衛生工学会, 空気調和・衛生工学会シンポジウム, 2000.3
- 3) 小玉祐一郎他, 「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, 建築研究資料, No.91, 1997.12
- 4) 松浦邦夫他, 「昼光照明の計算法」, 日本建築学会環境工学委員会昼光設計分科会
- 5) 日本建築学会 (編), 拡張アメダス気象データ, 第 1 版, 2000
- 6) 「SMASH for Windows Ver.2 住宅用熱負荷計算プログラム」, 財団法人 建築環境・省エネルギー機構