

『自立循環型住宅への設計ガイドライン 蒸暑地版 ―エネルギー消費 50%削減を目指す住宅設計―』の概要

1. はじめに

国土交通省国土技術政策総合研究所及び独立行政法人建築研究所は連携して、『既存住宅の省エネルギー性能向上支援技術に関する研究』（国土技術政策総合研究所研究課題、平成17年度～19年度）及び『建築物におけるより実効的な省エネルギー性能向上技術と既存ストックへの適用手法に関する研究』（独立行政法人建築研究所研究課題、平成18年度～20年度）に取り組んだ。主要な研究目的のひとつは、実証実験を中心とした手法による、既存住宅及び新築住宅における実効性の高い省エネルギー技術を特定するための「評価手法」を構築することにあった。建物外皮の住宅におけるエネルギー消費は、暖冷房、換気、給湯、照明、家電機器、調理と用途が多岐に及ぶとともに、同一用途であっても複数のエネルギー源が存在し、また多様な設備機器が使用されており、それらすべての評価を高精度でなしえるまでにはまだ多くの課題が残されているものの、戸建住宅に係わる「評価手法」については一応の構築をなし得た。ここで、「評価手法」とは、住宅外皮及び設備機器の仕様を識別し、設計を通じて決定された仕様情報に基づいて、居住時のエネルギー消費量を推定する手法である。

研究成果としての「評価手法」は、平成21年4月に施行された新たな住宅省エネルギー基準であるところの『住宅事業建築主の判断の基準』¹⁾に反映されている。また、既存住宅を対象とした断熱改修手法に係わる研究成果は、いわゆる『住宅の省エネ改修促進税制』に係る技術基準に反映されている²⁾。これらの研究成果は、公的基準の評価方法として活用されるとともに、省エネルギー住宅普及の担い手であるところの住宅建設に係わる実務者に対して、設計方法あるいは施工方法のあり方として情報提供されることが望ましい。そこで、国土技術政策総合研究所と独立行政法人建築研究所では、大学等の研究者及び民間技術者の協力を得つつ、研究成果を設計施工のためのガイドラインとしてとりまとめた。本研究資料は、そのうち『自立循環型住宅への設計ガイドライン 蒸暑地版 ―エネルギー消費50%削減を目指す住宅設計―』（以下、「設計ガイドライン」と称す）の概要を第1部として示すとともに、成案を第2部として掲載するものである。成案は、蒸暑地、即ち省エネルギー基準における地域区分のうちの南九州及び南四国を中心に分布するV地域（暖房度日 D_{18-18} が500以上1500未満）及び沖縄県が該当するVI地域（同500未満）の戸建住宅を対象としている。

2. 設計ガイドラインの特徴

設計ガイドラインの特徴を5つの観点から以下に記す。

第一の特徴は、工務店や設計事務所に所属する住宅生産の現場に直接携わることの多い建築実務者、すなわち必ずしも環境・設備計画分野や省エネルギー技術に通じた専門家ではない、一般の住宅設計者を対象にしている点である。そのため、設計ガイドラインの内容に具体性が伴うよう、どのような設計が必要であるかを読者が理解できるように徹底して配慮がなされている。

第二の特徴は、適用対象地域及び住宅の建て方や工法を限定して作られていることである。省エネルギー手法の優先度や設計施工上の留意点は、建物の設計条件によって変

化するものであり、設計条件を限定せずに知識を提示する場合には、その知識の具体性を犠牲にせざるを得ないという難点が伴うことがその理由である。設計条件を限定することで、設計ガイドラインの適用対象は限られ、逆に対象を広げるためには個々の設計条件のための設計ガイドライン整備に手間がかかることにはなる。しかしながら、実務者が使いやすい技術情報を提供し、省エネルギー技術の普及を図るためには不可避であると言える。

第三の特徴は、採用する要素技術や、要素技術に係わる仕様の選択肢毎に、省エネルギー効果が「エネルギー消費率」と称す特性値によって定量的に示されている点である。一連の国土技術政策総合研究所及び独立行政法人建築研究所による研究以前においては、広くコンセンサスの得られる評価情報が存在してこなかった諸要素技術及びそれらの諸仕様が少なくなく、独自の実証実験手法を適用することによって、初めて明らかにされた情報が設計ガイドラインには随所に盛り込まれている。即ち、既存の技術情報の収集及び編集により出来上がっているというよりは、実務者レベルで不可欠と考えられた技術情報を得ることを目的に研究が行われた。

第四の特徴は、省エネルギー効果に関する定量的情報に基づいて、一通りの設計が終了した段階で、手計算程度で簡便にエネルギー消費量を予測できる点である。合わせて、省エネルギー技術を適用しない場合と比較したエネルギー消費の削減量、ランニングコストの削減量及び設計に応じたイニシャルコストの増加量に関する情報が盛り込まれている。即ち、ある程度は初期コストが回収可能な期間に関する推定が可能となっている。

第五の特徴は、住宅設計に関する多様な価値観を許容するように配慮されている点である。例えば、暖冷房の方式には、室内温熱環境への希求度に応じて部分間欠暖冷房と全館連続暖冷房とがあるが、その選択は居住者のライフスタイルによるものであって、いずれの条件であっても省エネルギー対策を用意している。また、住宅の省エネルギー性の要求度に関しても、経済的条件や設計目標に応じ、少ない費用でわずかであっても省エネルギー効果を目指す場合から、豊富な費用をかけ太陽電池を設置することも視野に入れてゼロエネルギーを目指す場合まで、柔軟な省エネルギー目標があってしかるべきとしている。さらに、エネルギー消費量という単一の尺度で省エネルギー効果を評価することによって、同じ効果を得るにも多種多様な要素技術や仕様の組み合わせが可能となり、その点においても設計者の選択の自由度を高めている。

3. 設計ガイドラインが必要とされる背景

2007年度における我が国のエネルギー起源の二酸化炭素排出量は12億1900万トン、そのうち「家庭部門」における排出量は1億8000万トンと約15%を占め、1990年度との比較では42%の増加となっている³⁾。

日本政府は、2008年3月に公表した京都議定書目標達成計画⁴⁾においてエネルギー起源二酸化炭素排出量を2010年度までに1990年度比で+1.3～+2.3%の増加に抑えることを全体的目標とし、そのうち「家庭部門」については+8.5～+10.9%の増加に抑えることを目標としてきた。しかしながら、2007年度で42%の増加を見ている二酸化炭素排出量をその水準まで落とすためには2007年度から2割以上の削減を実現しなければならない。また、主要国首脳会議の各国の中で、我が国は米国、カナダに次いで3番目に1990年比の温暖化効果ガス排出量の増加率(+8.2%)が大きく、京都議定書以降においてもさらなる対策が必要とされている。

我が国の住宅に係わる省エネルギー対策は、1980年の躯体の性能を規定した省エネルギー基準から始まり、その後同基準は1992年、1999年と2回の大改正を施されている。また、一連の同基準は2000年4月に施行された『住宅の品質確保の促進等に関する法律』のための評価方法基準のうち「温熱環境に関すること」の評価において採用されている。同基準では、暖冷房エネルギー消費に係わる躯体の断熱性能及び日射遮蔽

性能を規定しているが、設備性能を含むものではない。例えば、我が国の北海道のような暖房度日(D₁₈₋₁₈)が3500以上となる寒冷地では、暖房エネルギー消費の全体に占める割合が半分を超えるなど断熱性能向上のみによっても大きな省エネルギー効果が得られる。しかし、一方で関東以西の温暖地や蒸暑地においては、暖房エネルギーの占める割合は15%以下と小さく、給湯や照明といった他の用途を対象とした対策が必要不可欠と言える。

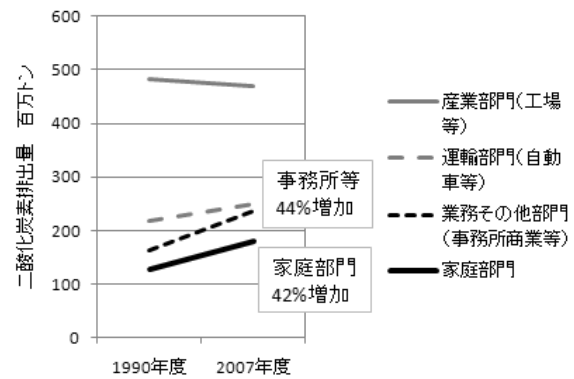


図1 家庭部門におけるエネルギー消費起源の二酸化炭素排出量 (1990年度比)

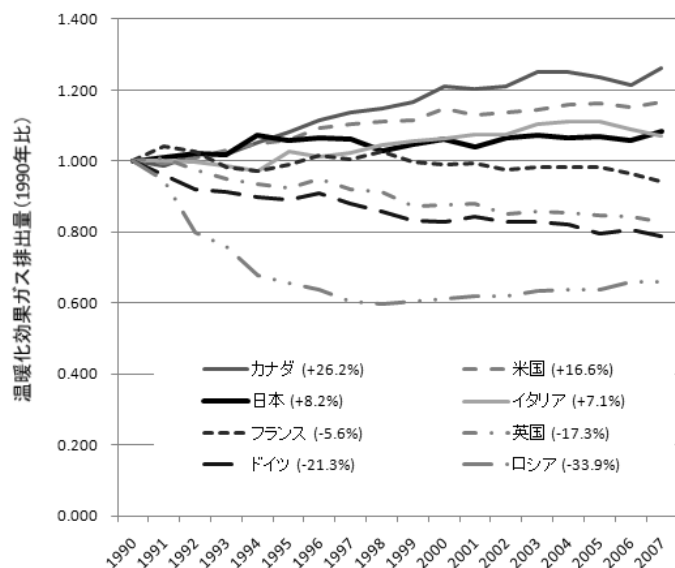


図2 G8各国における温暖化効果ガス排出量推移 (カッコ内は2007年における比率)
出典：国立環境研究所 温暖化効果ガスインベントリーオフィス

4. 設計ガイドラインの構成

設計ガイドラインは6章から構成され、各章の概要は以下のようなものである。

第1章では、自立循環型住宅の定義と考え方が示されている。自立循環型住宅とは、気候や敷地特性などの住宅の立地条件および住まい方に応じて極力自然エネルギーを活用した上で、建物と設備機器の設計や選択に注意を払うことによって、居住性や利便性の水準を向上させつつも、居住時のエネルギー消費量（二酸化炭素排出量）を2000年頃の標準的な住宅と比較して50%にまで削減可能な、2010年時点までに十分実用化できる住宅である、と定義されている。

第2章では、自立循環型住宅のための設計フローと、各手順における検討内容の説明がなされている。設計フローを図3に示す。

設計フローにおける手順は5つの段階から構成され、そのうちの手順5で設計案の省エネルギー効果の分析が行われる。

第3章、第4章、第5章では、各々「自然エネルギー活用技術」「建物外皮の熱遮断技術」「省エネルギー設備技術」が取り上げられている。表1に設計ガイドラインで取り上げられている13種類の要素技術の一覧を示す。

最後の第6章では、省エネルギー効果の評価の総括、二酸化炭素排出量削減効果及びコストに係わる評価に関して解説されるとともに、設計及び計算事例が示されている。

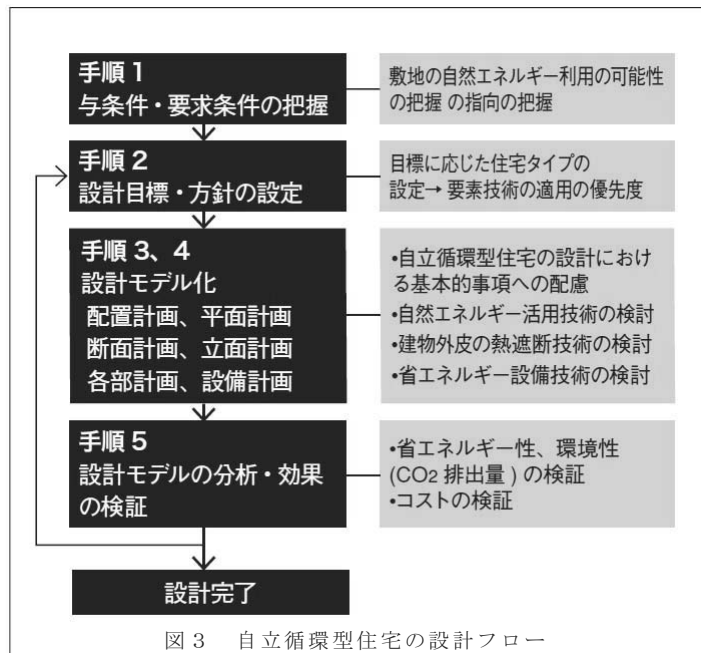


表1 自立循環型住宅（蒸暑地版）の採用されている13種類の要素

		熱環境分野	空気環境分野	光環境分野	その他
自然エネルギー活用技術	自然風や太陽熱、太陽光などの自然エネルギーを化石エネルギーに代えて活用する技術	日射熱の利用 (太陽熱の利用・1) 太陽熱給湯 (太陽熱の利用・2)	自然風の利用・制御	昼光利用 (太陽光の利用・1) 太陽光発電 (太陽光の利用・2)	
建物外皮の熱遮断技術	断熱、日射遮蔽といった建物外皮の建築的措置により、熱の出入りを抑制し、室内環境を適正に保つ技術	断熱外皮計画 日射遮蔽手法			
省エネルギー設備技術	エネルギー効率の高い機器やシステムを選択し、投入エネルギーを低減し、かつ快適性を向上させる技術	冷房・暖冷房設備計画 給湯設備計画	換気設備計画	照明設備計画	高効率家電機器の導入 水と生ゴミの処理と効率的利用

5. 設計ガイドラインで取り上げている省エネルギー要素技術の概要

(1) 自然エネルギー活用技術

1) 自然風の利用・制御

夏期夜間や中間期などの気象条件が温熱感覚上の体感改善に有効な場合に、外気を通風という形で積極的に採り入れ、冷房エネルギー消費の削減と快適性の向上を実現することを目的とした技術である。自然風をうまく採り込むため建物の形状やプランを工夫する方法と、開口部の形状や開閉操作を工夫する方法を融合させる必要がある。手法としては、〈通風経路上の開口面積の確保〉(図4)、〈卓越風向に応じた開口部配置〉、〈高窓の利用〉があり、立地条件に応じた手法の組み合わせによって最大で12% (VI地域) 又は18% (V地域) の冷房エネルギー消費量の削減効果が認められている。

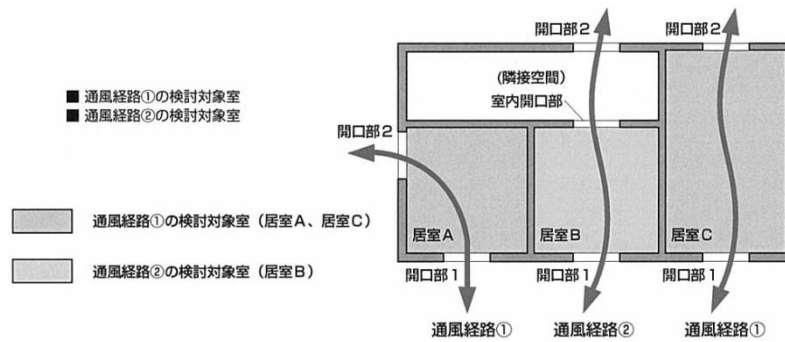


図4 要素技術「自然風の利用・制御」における手法1<通風経路上の開口面積の確保>においては2種類の通風経路について開口面積に応じた冷房エネルギー消費の削減効果がある

2) 昼光利用

建物内に太陽光を上手に採り入れることにより住宅室内の昼間の明るさを確保し、照明エネルギーの削減と快適性の向上を実現するための技術である。手法としては、<直接的な昼光利用手法(採光)>と<間接的な昼光利用手法(導光)>があり、立地条件及び、室毎の採光面及び適用手法の数によって最大で10%までの照明エネルギー削減効果が認められている。

3) 太陽光発電

日中に太陽光で発電を行い、住宅内で消費する電力を自己生産するシステムであり、夜間は通常どおり電力を購入する必要があるが、日中の余剰電力は売電することができ、トータルとして電力収支が改善され、ランニングコストを抑制することができる。太陽電池の容量によりエネルギー消費の削減量が認められている。また、設置方位や角度による発電量の変化、ライフサイクルコストの試算結果に関する情報も提供されている。

4) 日射熱利用 (V地域限定)

VI地域においては暖房エネルギー消費がほとんど存在しないため、V地域に限定された要素技術である。外皮に関する高い断熱性を前提とした上で、建物が取得する日射熱を増やすことにより暖房負荷の削減を目指す技術であり、<開口部の断熱手法(開口部断熱性のさらなる向上)>、<開口部からの集熱手法(集熱開口部面積の増加)>、<蓄熱手法>の各手法から構成され、立地条件にもよるが最大で40%の暖房エネルギー消費の削減が認められている。

5) 太陽熱給湯

集熱部と貯湯部が一体化され自然循環により集熱する形式の「太陽熱温水器」と、集熱部と貯湯部の間で強制循環により集熱する「ソーラーシステム」の2種類が存在するとされ、<集熱面積の確保>、<補助熱源との適正な接続>、<省エネ型の循環ポンプの採用>の各手法がある。手法の組み合わせによって最大で70%の給湯エネルギー消費の削減が認められている。

(2) 建物外皮の熱遮断技術

1) 断熱外皮計画 (V地域限定)

断熱は、寒冷地、準寒冷地、温暖地では従来から主要な省エネルギー要素技術である。南九州及び南四国を中心に分布するV地域においても暖房エネルギー消費量は全体の7%強に相当することから、この技術の活用が勧められる。断熱水準に応じて最大で55%の暖房エネルギー消費の削減が認められている。V地域のような温和な気候下では、冬期の

内部結露の危険性が相対的に少ないことから、過度の安全率を見込んだ厳格な防露施工、気密施工については採用しないかわりに、壁の上端部における「気流止め」について体系的に説明を施している。この考え方は2009年4月における省エネルギー基準の改正⁵⁾に大きな影響を及ぼしている。

なお、暖房エネルギー消費の存在する地域（V地域）に限定された要素技術であり、VI地域については暖房需要がほとんど無いため、外皮については次の「日射遮蔽手法」のみが適用される。

2) 日射遮蔽手法（VI地域限定）

VI地域（沖縄県）は、一年のほとんどの期間を通風や冷房で過ごすことが多く、冷房エネルギーの削減や快適性の向上のためには、住宅内に侵入しようとする日射を上手に遮る必要がある。蒸暑地ほど暑さの厳しくない、関東以西の温暖地であるIV地域においては、日射侵入対策は開口部が中心となるが、VI地域においては開口部に加え、屋根や外壁の遮熱、さらには建物周辺の環境を上手く利用することが重要である。手法は、〈外部遮蔽装置による日射遮蔽手法〉及び〈躯体による日射遮蔽手法〉のふたつから構成され、立地条件に応じて最大30%までの冷房エネルギー消費の削減効果が認められている。

〈躯体による日射遮蔽手法〉のためには、従来の省エネルギー基準では断熱のみが評価対象とされてきた「断熱」に、「通気」と「日射反射」が新たに加えられた。また、従来から日射遮蔽性能の指標として用いられている夏期日射取得係数（ μ 値）を改良し、「通気」及び「日射反射」についても評価を可能として新たにM値として定義した。さらに、M値と冷房負荷との相関の分析により、「断熱」及び「通気」を適用する場合には、「日射遮

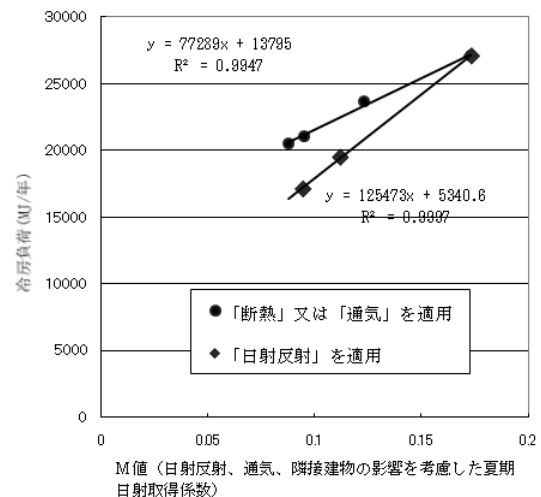


図5 蒸暑地の住宅におけるM値と冷房負荷の関係

蔽」を適用する場合に比較して、同じM値であっても冷房負荷が多くなる傾向（図5）を見出し、省エネルギー効果の定量化にあたってはその点を考慮した。

3) 日射遮蔽手法（V地域限定）

暖房エネルギー消費と冷房エネルギー消費が拮抗しているV地域のための冷房エネルギー消費削減のための日射遮蔽手法をとりまとめたものであり、開口部の日射遮蔽を中心とした技術である。手法としては〈開口部の日射遮蔽手法〉の他に、〈屋根の日射遮蔽手法〉、〈外壁の日射遮蔽手法〉、〈その他の日射遮蔽手法〉から構成され、最大で45%の冷房エネルギー消費削減効果が認められている。

(3) 省エネルギー設備技術

1) 冷房設備計画（VI地域限定）

手法としては〈高効率エアコンの導入〉と〈扇風機・天井扇の採用〉の2つを考慮し、それらの組み合わせで、冷房エネルギー消費が最大で35%削減可能であるとしている。

エアコンの最適容量については、躯体の日射遮蔽性能及び部屋の広さに応じて表2のような目安を提示している。最小クラスのエアコンの一般的な最大冷房能力が2.8kW程度であることを踏まえると、日射遮蔽性能をレベル4まで上げると最小クラスのエアコン

により10畳程度までは対応可能であることになる。エアコンのエネルギー効率については詳細な実験的検討を基に、定格効率と実働時におけるエネルギー効率の関係を把握して評価に反映させている。詳細は次項に記す。

表2 蒸暑地の住宅における日射遮蔽性能とエアコン選定の目安となる最大冷房能力

日射遮蔽手法 のレベル	M値 隣戸の影響を考慮した 夏期日射取得係数		6畳間 9.72 m ²	8畳間 12.96 m ²	10畳間 16.2 m ²	14畳間 22.68 m ²
	断熱または 通気	日射反射				
レベル0	0.135 超	0.150 超	3.7	4.9	6.1	8.6
レベル1	0.135	0.150	3.1	4.1	5.1	7.1
レベル2	0.10	0.125	2.6	3.4	4.3	6.0
レベル3	0.08	0.115	2.1	2.8	3.5	5.3
レベル4	0.065~0.04	0.105~0.092	1.9~1.6	2.6~2.1	3.2~2.7	4.9~4.0

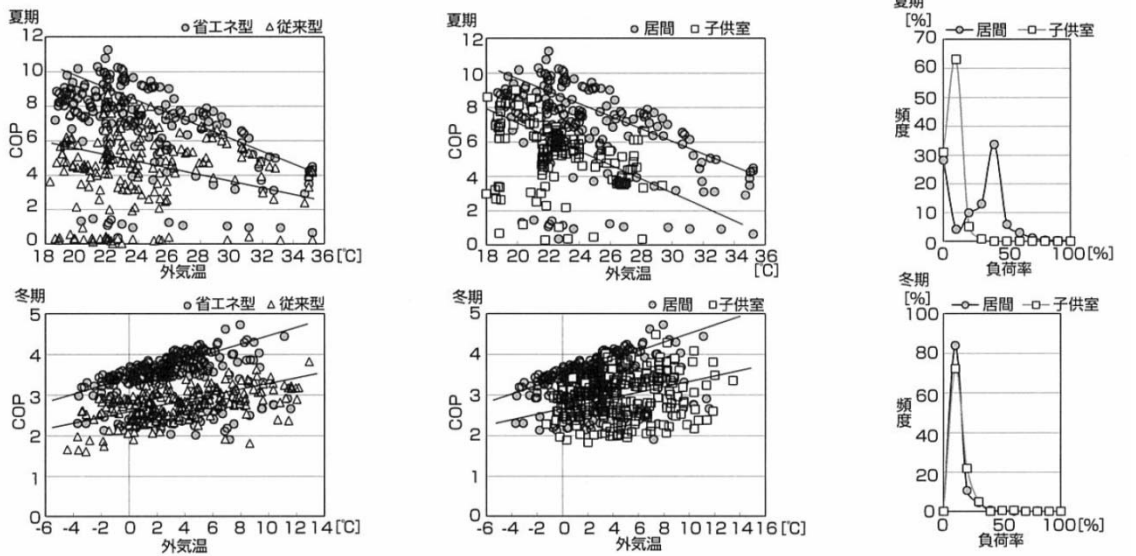
〈扇風機・天井扇の採用〉については、体感温度を1℃低下させる効果を見込めるとの試算結果を基に、冷房エネルギー消費量の削減効果を評価している。

2) 暖冷房設備計画（V地域限定）

評価対象の暖冷房設備を、「エアコン暖冷房」「ガス・石油温水暖房」「FF式（強制給排気式）暖房」「ダクト式セントラル暖冷房」の4方式とし、従来のエネルギー効率を有するエアコン暖冷房の場合のエネルギー消費量を標準として、各手法を適用した場合の省エネルギー効果を評価している。

「エアコン暖冷房」方式については、〈高効率エアコンの採用〉、〈適切な機器容量の設定〉、〈扇風機・天井扇の採用〉の各手法の効果を評価している。エアコンのエネルギー効率はJIS規格に従って計測される定格効率から実働効率を推定する方法を新たに開発し適用している。即ち、JIS計測法ではエアコン動作時の風量及び断続運転に関して実働時とは異なる条件で計測されている可能性のあること、特に暖房時の外気温低下時における効率は一般に参照される定格COPとは異なる可能性のある点などを考慮した評価方法を採用している。

「ガス・石油温水暖房」方式については、〈高効率の熱源機の採用〉、〈熱源の送水温度の低温化〉、〈床下及び配管の断熱、配管長の短縮化〉、〈床暖房の採用・敷設率の増加〉を省エネルギー手法として取り上げている。



従来型エアコン(定格 COP2.7)と高効率
エアコン(同 5.8)の実働効率の比較
【上段：冷房、下段：暖房】

高効率エアコン(同 5.8)を居間と子供室
に設置した場合の実働効率の比較
【上段：冷房、下段：暖房】

居間及び子供室に設置した
場合の負荷分布の比較
【上段：冷房、下段：暖房】

図6 エアコンの実働効率に関する実証実験結果例

3) 換気設備計画

2003年の建築基準法の改正に伴い事実上すべての住宅ではシックハウス対策として機械換気設備の導入が義務づけられ、居室には0.5回/時以上の換気が必要とされている。そのためのエネルギー消費量は、換気方式にもよるが1.0~3.1GJ/年と見積もられ、住宅全体のエネルギー消費量の1.5%~4.7%に相当する。

換気設備の省エネルギー手法としては、〈ダクト等の圧力損失低減〉、〈高効率機器の導入〉、〈ファンと屋外端末の組み合わせの適正化〉が取り上げられており、最大で50%削減可能とされている。

4) 給湯設備計画

住宅におけるエネルギー消費のうち、給湯に費やされる割合はたいへん大きく、給湯設備のための省エネルギー技術の適用の意味も大きい。手法としては、〈高効率給湯機の導入〉、〈給湯設備各部の省エネルギー設計・工法等の検討〉が取り上げられている。後者の手法は、サヤ管ヘッダー工法の採用とこまめな止水が容易な節湯器具の採用が要件となる。それらの手法の適用によって、最大で40%削減が可能とされている。高効率給湯機とは、潜熱回収型ガス又は石油給湯機、及び自然冷媒ヒートポンプ式給湯機であり、前者については10%の省エネルギー効果が、後者については最大で40%の省エネルギー効果があると評価されている。ただし、自然冷媒ヒートポンプ式給湯機は、使い方により効率の変化が著しく、湯の使用量よりも過大に夜間貯湯した場合には、標準的な給湯エネルギー消費量よりも10%以上増加してしまうものと評価されており、居住者がその点を十分に理解して使用することが欠かせない。設計ガイドラインにはその点に関する具体的な情報が盛り込まれている。

5) 照明設備計画

照明設備計画は、昼間の昼光利用での明るさの不足分を補い、夜間の光環境を良好に保つことを目的とすると同時に、照明エネルギー消費の削減を目的とした技術である。〈機器による手法〉、〈運転・制御による手法〉及び〈設計による手法〉を組み合わせることで、

最大で50%削減が可能（VI地域については最大で30%削減が可能）である。

白熱灯に替わる電球形蛍光灯やHf蛍光灯など総合効率の高い光源の使用、反射形ランプやLEDの採用、タイマーや人感センサーによるON-OFF制御の採用、多灯分散照明方式による不必要箇所における照明器具の使用抑制、などの選択肢が掲げられている。

6) 高効率家電機器の導入

使用時間が長く、定格消費電力の大きな家電機器ほど省エネルギー対策が重要になる。その点で、冷蔵庫とテレビを最重点家電と位置づけ、次いで温水暖房便座、電気ポット、洗濯機を重点家電と位置づけている。加えて、使用時間や定格消費電力がそれほどではなくとも、待機時における消費電力が大きい機器は避けねばならない。2003年以降に発売された製品では待機電力の極小化が図られていることから、機器によっては買い換えが有効な手段である。

最重点家電、重点家電の特徴と、MDコンボや電子レンジなどの待機電力を極小化する工夫によって、最大で40%の削減が可能である。

7) 水と生ゴミの処理と効率的利用

節水や雨水再利用により上水の供給に必要なエネルギー消費が削減され、雨水の貯留により集中豪雨時等における下水道への過負荷が低減される。また、浄化槽に高度処理技術を適用することによって水域環境の保全に寄与する。これらの技術を設計ガイドラインでは扱っているが、地域によって標準的な上水のためのエネルギー消費量が異なるため、エネルギー消費量の削減効果の算定対象には到っていない。

6. 省エネルギー効果検証のための実証実験手法

(1) 省エネ効果の評価が困難であった背景

従来、建築のための各種の省エネルギー手法による効果に関する数値が得られにくかった原因のひとつに、実態調査によって各種の省エネルギー手法の効果を判断することの困難さを挙げることができる。すなわち、ある建物に適用したAという省エネ手法と別の建物に適用したBという省エネ手法の効果を比較する場合、あるいはAという省エネ手法を適用した建物と適用していない建物の比較によってAという手法の効果を評価する場合は、二つの建物が同一気象条件下にあることが必要であるとともに、それら手法以外の条件を極力一致させることが必要になる。また、住まい方についても一致させることが必要であるものの、例えば家族の人数や属性を表面的に一致させたとしても、在宅時間や設備機器の使用方法、窓の開閉などのエネルギー消費に強い影響を及ぼす要因を一致させることはほぼ不可能である。これらのことに起因して、実態調査による比較を試みたところで、おぼろげながらにしか効果の識別ができない、という難題が存在してきたと言える。

そこで、設計ガイドラインの根拠となっている研究においては、省エネ効果の定量化のために居住者の生活を機械的に再現する方法を採用した。この方法は、ある家族の生活時間、設備機器の使用方法、窓やカーテンの開閉方法を、統計資料や既存の実態調査結果に基づいて想定し、研究用の実験住宅においてあたかもその家族が居住しているかのように、設備機器の発停や窓等の開閉を機械仕掛け、あるいは電子制御で行うというものである。また、そうした効果定量化のための実験においては、様々な種類の設備機器について、実機（実際に市販されている製品）が評価対象となった。実験のために特別に用意されたものではなく、普通に購入され使用されている設備機器の性能が、使用

される状態のまま評価されることが重要である。設備機器の一部分の挙動メカニズムのみを評価するのでは、必ずしも実機の性能を捉え切れない。表3には、実使用条件下における省エネルギー効果の評価に際して特に留意すべきと思われる設備機器と留意事項を示す。

表3 省エネルギー手法の実際の効果を評価する際に留意すべき事項

制御方法が重要な設備機器	自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機
動作環境が重要な設備機器	暖冷房設備（暖冷房負荷の大小によって効率が変化する） 冷蔵庫（室温） 温水暖房便座（室温）
補機（機器の中心的なメカニズム以外の部品）の性能が重要な設備機器	屋外設置の設備機器（凍結防止ヒーター） 太陽熱システム（循環ポンプ等の補機）

（2）実証実験手法の概要

実証実験は住まい手の生活とエネルギー消費現象を全体として再現した総合実験と、個々の設備機器を切り取って個別に行なった個別実験に大別できる。総合実験は写真1のような実験建物を使用して、写真2のような装置を用いて設備機器の発停や窓等の開閉操作をスケジュールに沿って自動的に行なうことで実施した。一方、個別実験は気象条件を人工的に変化させて多様な条件で多数の実験を必要とする場合に、人工気候室を用いて行なわれた。写真3は、人工気候室内の模擬外気温度を変化させるなどして様々な条件下でのエアコンの効率を計測している様子を示す。

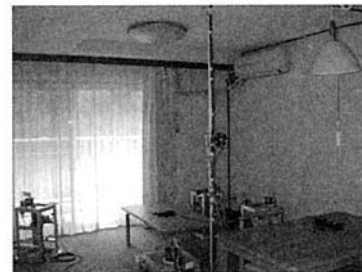


集合住宅外観

写真1 実験建物



戸建て住宅外観

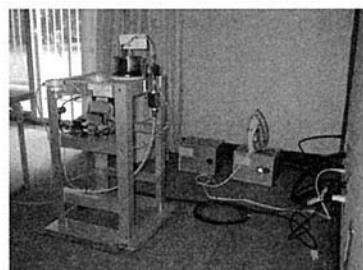


集合住宅内観（居間）

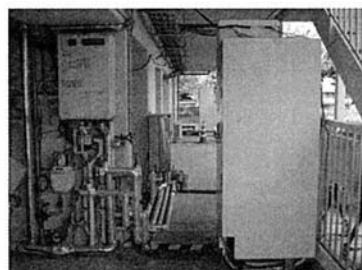


制御室（制御盤、制御用PC）

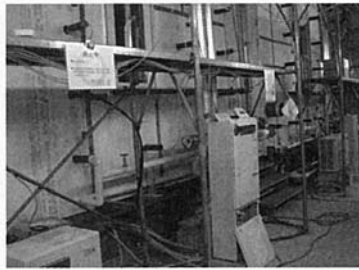
写真2 実験装置



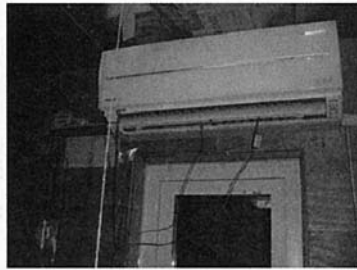
内部発熱・発湿模擬装置（人体、家電等）



集合住宅の廊下に置かれた給湯設備群



人工気候室内の住宅・設備



エアコン負荷効率の計測状況

写真3 人工気候室

(3) シミュレーションの活用

シミュレーションとは、言うまでもないが、考察の対象となる現象を理論的に解明した上で、コンピューター上で対象の挙動を再現する手法である。例えば、外気温や日射などの外界条件や建物内部での発生熱量を考慮して壁や窓を通じた熱の出入りを計算することである。コンピューター上でシミュレーションを行なうことの利点は、現象に係る膨大な数の条件(例えば数百通り)について予測評価を行なうことができる点である。実験では時間や費用がかかり過ぎて不可能なことをシミュレーションは可能にする。ただし、計算結果の精度の検証が十分になされているプログラムでなければならず、計算条件の入力に誤りが生じないように熟達した者が作業に当たる必要がある。設計ガイドラインの作成に当たっては、熱現象のために3種類(SIMHEAT、SMASH及びPASSWORK)、換気通風現象のために1種類(VENTSIM)、光に係る現象のために1種類(Inspirer)のシミュレーションプログラムを使用している。

7. 省エネルギー効果の推定方法総括

表4に2000年頃の標準的な戸建住宅及び世帯を想定して予め算出したエネルギー消費量標準値を示す。エネルギー消費量標準値は、各要素技術に関してレベル0の条件又は仕様が適用された場合におけるエネルギー消費量である。これに対して、省エネルギー対策を施した場合の「エネルギー消費率」の一覧を表5(VI地域用)及び表6(V地域用)に示す。設計フロー(図3)の手順4における要素技術の適用検討を経て、各要素

表4 2000年時点におけるエネルギー消費量標準値

エネルギー用途	VI地域(那覇)		V地域(鹿児島)			
			部分間欠暖冷房の場合		全館連続暖冷房の場合	
冷房	10.3GJ	(15.5%)	5.7GJ	(8.3%)	27.1GJ	(27.0%)
暖房	0GJ	(0.0%)	5.0GJ	(7.3%)	13.4GJ	(13.3%)
換気※	3.1GJ	(4.7%)	3.1GJ	(4.5%)	4.7GJ	(4.7%)
給湯	13.8GJ	(20.7%)	19.2GJ	(28.0%)	19.2GJ	(19.1%)
照明	13.6GJ	(20.4%)	11.3GJ	(16.5%)	11.3GJ	(11.2%)
家電	21.4GJ	(32.1%)	19.9GJ	(29.0%)	20.4GJ	(20.3%)
調理	4.4GJ	(6.6%)	4.4GJ	(6.4%)	4.4GJ	(4.4%)
合計	66.6GJ	(100%)	68.6GJ	(100%)	100.5GJ	(100%)

※「換気」のエネルギー消費量標準値はダクト式によるものを示す。

表5 要素技術の適用によるエネルギー削減効果（VI地域：那覇）

用途	エネルギー消費量標準値	要素技術	エネルギー消費率（標準値を1.0とした場合）			
			レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
冷房	10.3GJ	自然風の利用・制御	0.96	0.91	0.88	
		日射遮蔽手法	0.9	0.8	0.75	0.7
		冷房設備計画	0.9	0.8	0.75	0.65
換気	3.1GJ*1	換気設備計画	ダクト式*1	0.7	0.5	
	2.8GJ*2		壁付け式*2	0.8		
給湯	13.8GJ	太陽熱給湯	0.9	0.7	0.5	0.3
		給湯設備計画	0.9	0.8	—	0.6
照明	13.6GJ	昼光利用	0.97～0.98	0.95	0.9	
		照明設備計画	0.85	0.8	0.7	
家電	21.4GJ	高効率家電機器の導入	0.8	0.6		
その他（調理）	4.4GJ	—				
合計	66.6GJ*1	—				
	66.3GJ*2	—				
電力		太陽光発電	33.7GJ削減	45.0GJ削減		

※「換気」については、上段の値(*1)はダクト式、下段の値(*2)は壁付け式に対応する。

表6 要素技術の適用によるエネルギー削減効果（V地域：鹿児島）

用途	エネルギー消費量標準値	要素技術	エネルギー消費率（標準値を1.0とした場合）						
			レベル1	レベル2	レベル3		レベル4		
冷房	5.7GJ (27.1GJ)	自然風の利用・制御	0.95	0.88	0.82				
		日射遮蔽手法	南向き	0.85	0.7	0.55			
			南東・南西向き	0.8	0.75	0.65			
			東・西向き	0.8	0.75	0.65			
		暖冷房設備計画(冷房)	エアコン	0.95	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7
暖房	5.0GJ (13.4GJ)	断熱外皮計画	部分間欠暖冷房	0.7	0.5	0.45		0.35	
			全館連続暖冷房	0.6	0.5	0.4		0.3	
		日射熱の利用(断熱外皮計画のレベル3以上を前提)	0.95	0.9	0.8		0.6		
		暖冷房設備計画(暖房)	エアコン	0.95	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7
			セントラル	0.8	0.55				
換気	3.1GJ*1 (4.7GJ)	換気設備計画	ダクト式*1	0.7	0.5				
	1.0GJ*2		壁付け式*2	0.8					
給湯	19.2GJ	太陽熱給湯	0.9	0.7	0.5		0.3		
		給湯設備計画	0.9	0.8	0.7		0.6		
照明	11.3GJ	昼光利用	0.97～0.98	0.95	0.9				
		照明設備計画	0.7	0.6	0.5				
家電	19.9GJ (20.4GJ)	高効率家電機器の導入	0.8	0.6					
その他(調理)	4.4GJ	—							
合計	68.6GJ*1 (100.5GJ)	—							
	66.5GJ*2	—							
電力		太陽光発電	32.7GJ削減	43.6GJ削減					

(注)「暖房」「冷房」「換気」「家電」のエネルギー消費量標準値は、暖冷房設備の運転方式により2種類の値を示す。

上段の値は部分間欠暖冷房、下段の()内の値は全館連続暖冷房の消費量に対応する。

※「換気」については、上段の値(*1)はダクト式、下段の値(*2)は壁付け式に対応する。

技術に関するレベルを決めることにより、対応するエネルギー消費率が決まり、それらをエネルギー消費量標準値に掛けることで設計モデルの分析・効果の検証（手順5）を行うことができる。

8. おわりに

以上が、『自立循環型住宅への設計ガイドライン 蒸暑地版 ―エネルギー消費50%削減を目指す住宅設計―』の概要である。要素技術の選択にあたっては、実証実験等による効果の裏付けが期間内で得られたものに限った。効果の定量化、即ちエネルギー消費率の決定に当たっては中立的立場から、極力信頼性の高い根拠の分析結果に基づいて行った。設計ガイドラインの示す評価結果の利用に当たっては、生活条件や住宅プランなどの与条件に留意されたい。与条件については設計ガイドラインにおいて極力詳細に記述されている。

謝辞

この設計ガイドラインの作成に当たっては、自立循環型住宅研究開発委員会の事務局として、産官学の間連携を支援した(財)建築環境・省エネルギー機構の多大なる貢献があった。また、この設計ガイドラインは、同委員会の研究活動に参加した大学、他の研究機関、民間企業の研究者及び専門家の協力なくしてはなし得なかった成果である。ここに記して深甚なる謝意を表す。

参考資料・文献

- 1) 国土交通省ホームページ：<http://www.mlit.go.jp/common/000038504.pdf>、経済産業省ホームページ：<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/080801/jutaku/k4.pdf>
- 2) 国土交通省ホームページ：<http://www.mlit.go.jp/common/000040736.pdf>
- 3) 環境省ホームページ：
http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=13480&hou_id=11091
- 4) 環境省ホームページ：京都議定書目標達成計画(平成20年3月)
http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=11154&hou_id=9547
- 5) 国土交通省ホームページ：<http://www.mlit.go.jp/common/000038491.pdf>

(執筆者：澤地孝男)