

建築省エネルギー技術の現状と課題

建築新技術研究官

澤地 孝男

建築省エネルギー技術の現状と課題

国土交通省国土技術政策総合研究所
建築研究部 建築新技術研究官
澤地 孝男

1. はじめに

国土技術政策総合研究所に期待される役割として、建築物の持続可能性、中でも運用時におけるエネルギー消費低減のための施策群に対して、それらを裏打ちする評価技術の整備と設計施工技術の改善、そして技術の普及支援の役割を挙げることができる。この小論は、同研究所の上記の役割と深く係っているわが国の建築省エネルギー技術及び関連基準について、現状の到達点と課題について改めて平易に紹介することを目的とする。

2. 建築物の省エネルギー基準の仕組み

2.1 建築物は住宅と非住宅に区分される

建築物には様々な用途のものが含まれるが、省エネルギー基準は住宅とそれ以外の建築物に分けられて整備されてきた。事務所ビル等の住宅以外の建築物を「建築」と呼ぶ決まりになっている。住宅と非住宅では建設者が随分と違うのでそのような区分は理にかなったものとも言える（戸建住宅や木造又は鉄骨造等の集合住宅は、中小の工務店や設計事務所、大規模な住宅専門建設会社やプレファブメーカーが建設している。住宅でも鉄筋コンクリート造の集合住宅は中規模大規模の総合建設業者、いわゆるゼネコンが建設する。「建築」については、通常はゼネコンが工事を担当するほか、その設備に関しては設備業者、いわゆるサブコンが工事を担当する）。

2.2 評価項目は外皮と設備についてある

住宅の省エネルギー基準には、必要換気量を定めた換気基準、暖冷房設備や通風に関する項目も含まれてはいるが、何と云っても「外皮の断熱」及び「日射遮蔽性能」が中心となった基準である。住戸内の設備に関する基準は存在せず、共有部分の設備（換気、照明、エレベーター）のみについて平成18年4月から基準が追加された。一方、建築の省エネルギー基準には、「外皮の断熱」及び「日射遮蔽性能」に加えて設備の省エネルギー性能に関する基準が含まれている。住宅の設備基準が作られてこなかった背景には、暖冷房設備等の竣工時に設置されないケースのあることがあろう。

2.3 性能規定と仕様規定がある

住宅省エネルギー基準は各々『判断基準』と『設計施工指針』と略称される2つの告示から成る。前者が性能規定であり、後者が仕様規定である。外皮の断熱と日射遮蔽性能の性能規定はいずれも、2種類の尺度（断熱性能は、年間暖冷房負荷又は熱損失係数。日射遮蔽性

能は、夏期日射取得係数又は日射遮蔽係数)があって選択可能である。設計施工指針には、壁・屋根・窓といった部位毎に求められる熱抵抗又は熱貫流率が規定されている。

建築省エネルギー基準はひとつの告示から成り、その中に性能規定と仕様規定が含まれる。性能規定は、外皮については年間暖冷房負荷に相当する PAL 値、設備については種類ごとにエネルギー効率に相当する CEC 値によってなされている。仕様規定は、『ポイント法』とも呼ばれ、合致する仕様毎に得られるポイントを合計して基準値を越えればよいことになっている。

2.4 基準の運用方法

住宅については、何らの義務があるわけではない。住宅金融公庫が行う住宅ローンの証券化業務において、住宅省エネルギー基準に準じた基準に準拠した物件については、金利面で有利な条件を利用できる。これにより、初めて住宅省エネルギー基準が有効となっているのが現状である。ただし、延床面積 2000 m²以上の共同住宅については、省エネルギー基準に含まれる指標の計算書(省エネルギー計画書)の提出が平成 18 年度から義務化された。

建築については、2000 m²以上の物件について省エネルギー計画書の提出が義務化されている。

2.5 基準案の作成方法

(財)建築・環境省エネルギー機構に別個に設けられる住宅と建築の省エネルギー基準案策定を目的とした委員会において、従来の原案は作成されてきた。学識経験者や民間技術者も原案作成に係ることが多い。また、基準改正の方針や案の確認は社会資本整備審議会環境部会及び総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会でなされるのが通常である。

3. 省エネルギー基準の動向

3.1 1980 年～2002 年

建築物に関する省エネルギー基準が創設されたのは 1980 年(昭和 55 年)である。1973 年 10 月に第四次中東戦争が始まり原油の生産制限や価格の大幅な引き上げが行われた。次いで 78 年秋、イランに政変が起こり石油需要の逼迫に伴って原油価格は急騰した。この二回の石油危機が当初の基準創設の背景である。その後、湾岸戦争の勃発と地球温暖化の問題の顕在化によって、住宅省エネルギー基準は 1992 年に、建築省エネルギー基準は 1993 年に改正がなされた。住宅については、断熱要件の強化に加えて寒冷地域については気密性に関する基準が導入された(日射遮蔽性能についても若干であるが基準が強化された)。建築については、空調用のみであった設備基準に、照明用・給湯用・換気用・エレベーター用の設備基準が導入された。

さらに 1999 年には住宅と建築のいずれもについて、2 度目の省エネルギー基準改正が行われた。住宅については、寒冷地で培われた高断熱技術が防露技術とともに広範な地域に適用され、気密性に関する基準が温暖地でも適用されることになり、それがいわゆる「高断熱高

気密住宅」のブームを後押しする形となった。この時点で、温暖地（関東以西）であっても壁体内部を全充填する断熱方法が基準化された。一方、建築省エネルギー基準においては、基準値が10%程度強化され、少し遅れたが2002年には2000㎡以上の建築については省エネルギー計画書の提出が義務づけられた。

3.2 2006年4月の改正について

住宅については、2000㎡以上の共同住宅について省エネルギー計画書（ただし、指標は建築とは異なる）が義務化された。同時に共同住宅の共用部分の設備（換気、照明、エレベーター）の基準が新たに導入された。また、断熱基準については、温暖地域での普及を促進するために、従来技術開発成果を裏付けとして様々な緩和策が盛り込まれた。また、これまでは新築のみを対象にした基準であったが、大規模改修及び模様替え（過半）についても省エネルギー計画書が義務付けられ、同時に一度計画書の提出された物件については3年毎の維持保全に関する報告も義務化されることになった。

建築についても、同様に大規模改修及び模様替え、維持保全に関する報告が義務化された。

3.3 今後の展望

今後の情勢が何に影響を受けるかは明白であろう。政府は2002年3月に地球温暖化対策推進大綱を閣議決定し、それを2005年4月に改定して京都議定書目標達成計画を閣議決定した（2005年2月16日に京都議定書が発効したため）。前者では、2010年度のエネルギー起源の二酸化炭素排出量を1990年度比で民生部門2%減、産業部門7%減、運輸部門17%増を目標としたが、3年後の后者においては民生部門10.7%増（業務その他部門15%増、家庭部門6%増）、産業部門8.6%減、運輸部門15.1%増と変更されている。すなわち、3部門のうちで民生部門

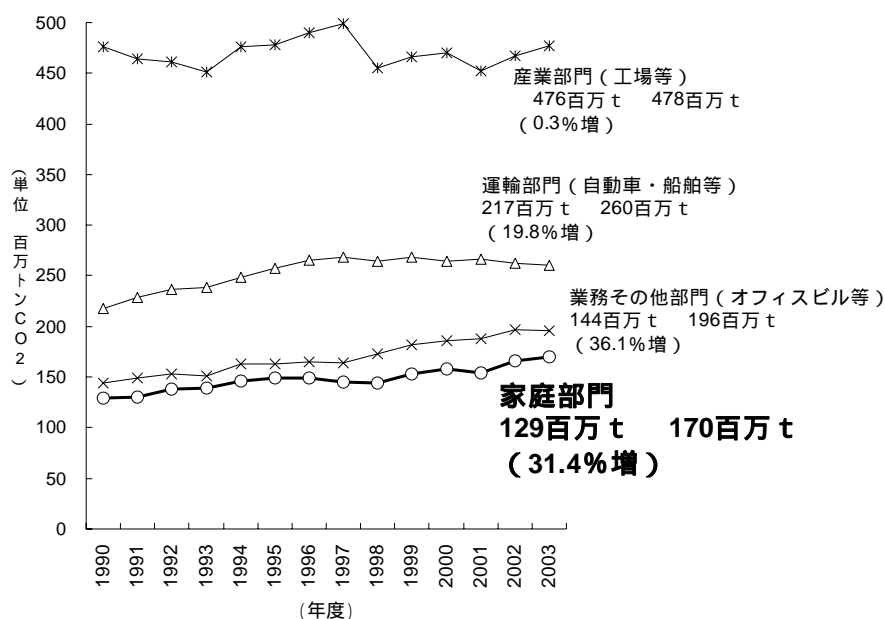


図1 部門別CO₂排出量の1990-2003年度の推移（カッコ内1990年度比）：(独)国立環境研究所地球環境研究センター温室効果ガスインベントリ－オフィスによる

のみが目標を緩和され、他の2部門は目標が強化されているのである。

この理由は年度毎に発表される二酸化炭素排出量を見れば明らかであって、図1に示すように産業及び運輸部門が平準化又はやや減少の傾向が見え始めているのに対して民生部門は一貫して増加傾向にあるからであろう。このことは、オフィス床面積の増加など、不可避な側面も関係しており、省エネルギー対策が民生部門において不十分であると即断することは必ずしも正しくはないが、わが国は京都議定書の目標達成のために逐次目標達成度の評価と計画の見直しをすることとしており、第1約束期間の前年である2007年度には、温暖化対策と施策の進捗状況をチェックし、第1約束期間において必要な対策・施策を2008年度から講じることとしている。したがって、平成18年4月の改正でマンション(2000㎡以上)の省エネ計画書提出義務化や大規模改修及び維持管理における省エネ性能の申告の義務化が盛り込まれ、それによって従来に比べて一歩踏み込んだ施策が打ち出されて入るが、2007年度のチェック時にそれで十分とされる可能性はあまり大きくはない。

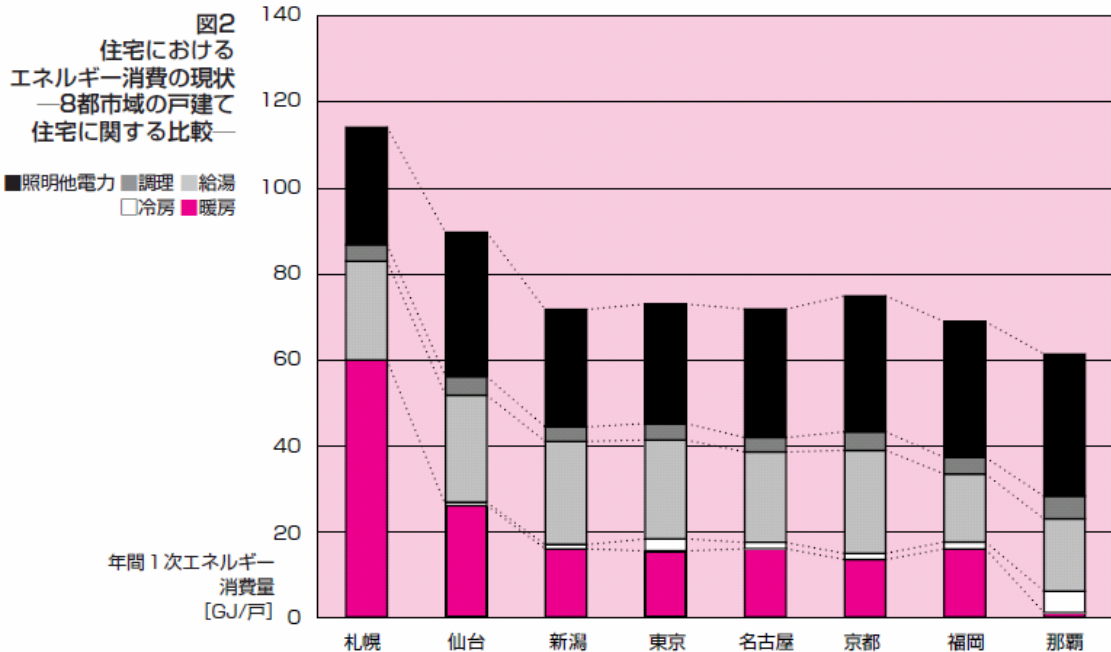
4. 省エネルギー研究へのニーズ

ニーズ

従来の省エネルギー研究の推進は、2つの目的を持っていた。一つは石油危機や温暖化といった問題の取り組みを求める社会の声に応えること、もう一つは省エネルギー産業という新しい産業を創り振興することである。しかし、これまで実効性の高い省エネルギー技術が多数確立され普及してきたとは言い難い状況を冷静に見渡せば、両者の目的を同時に満たすことは困難であると言える。「持続的な開発」という考え方は極めて重要であるが、だからといって省エネ性能を甘く評価し、効果を過大に見積もることはすでに限界に来ているのではないかと思われる。その意味で、ニーズの第一は実効性のある省エネルギー技術の開発整備と普及、あるいは実効性を評価する手法の開発ではないかと考えられる。

ニーズ

住宅・建築分野の省エネルギー対策としては、よりバランスの良いもの、即ち費用対効果の高い部分により改良を加えることかと思われる。図2は各都市における戸建住宅のエネルギー用途別消費量であるが、札幌は半分以上を暖房が占めるものの、新潟から福岡では3割に満たない。集合住宅ではこの傾向はさらに顕著であって、他の用途特に給湯及び照明他の電力消費の削減対策が重要であり、全体に占める削減効果も大きいことがわかる。また、暖冷房エネルギー消費量の削減のためには、外皮の断熱性能や日射遮蔽性能等のみではなく、設備の省エネルギー性能も建築と同様に評価するべきである。したがって、住宅内部で使用される設備の省エネルギー性能の評価手法で信頼性の高いものの開発がなされるべきである。



ニーズ

公的基準において使用される評価尺度が、設計にも適用できることが望ましい。そうでなければ、民間技術者は基準を満たすことを示すためにのみある種の計算をさせられることになる。省エネルギー設計手法が存在するのであれば、まだ二度手間の煩雑さのみが問題で済むのであるからまだ良い。今後は、まず省エネルギー設計法（住宅も建築も）の普及と実務者への情報提供が必要とされている。また、設計手法が基準と重複する部分が多いほど、実務者によって手間が省けて喜ばれる。

5．諸外国の動向

5．1 北米の動向

米国では、法規制を用いて最小限の省エネルギー性能の確保を狙うとともに、建築関連取引における購買者等の志向を活用した任意の性能表示制度を活用してより高い省エネルギー性能を有す建物の普及を目指している。後者では環境保護局が主導する Energy Star 制度及びエネルギー省が主導する LEED による総合評価システムが代表的なものである。いずれの制度においても、着目する技術の適用によるエネルギー消費低減の実効性をどのように評価するかが課題として顕在化しつつあると言える。カナダにおいては、住宅の断熱性能に関しては建築基準において最低基準（といっても寒冷度故に相当程度の断熱性が求められる）が定められており、加えてより高水準の環境性能（断熱性能に加えて換気性能等が求められる）を政府が定めた高性能住宅認定制度によって誘導せんと試みられてきた（R2000 住宅認定制度）。非住宅及び RC 造等の集合住宅については、個別に省エネルギー性能に関する評価をシミュレーション等行って一定の水準に達していることが主張できれば、政府の補助金の対象となってい

る。その評価手法はあくまでも計算に依存するものであり、種々の省エネルギー的な技術を適用した場合における省エネルギーの実効性を明らかにした上で施策を展開する必要性が増しつつあると言える。

5.2 ヨーロッパの動向

ヨーロッパ連合は、2002年に建築のエネルギー性能に関する指令(Energy Performance Directive in Buildings)を発して、住宅を含む建築物の暖冷房・換気・給湯・照明に係るエネルギー効率を計算又は実績値によって表示する方向性を各国に示している。しかしながら、計算が実態をどの程度正確に評価できるか、簡単に入手できる実績値を用いるだけで用途別エネルギー消費の多寡が評価可能であるか、さらには、同じ用途分類に属す建物であっても使われ方が千差万別であり得る状況でエネルギー効率の評価が可能なのか、といった課題は残っている。EPBDにおいては2006年1月4日までにすべての加盟国が同指令に沿った各々の評価基準を整備することとしてきたが、いずれの国も遅滞が生じており、現在の見込みとしては2009年1月4日まではすべての国において基準整備が完了するとされている。

6. おわりに

この小論では、我が国の住宅及び非住宅建築物に係わる省エネルギー基準の概要及び関連する技術開発の現状と動向について論じた。

周知のように建築産業の主体は民間であり、土木事業とは対照的な分野であると見られがちではある。しかしながら、各企業、各技術者が使用する、あるいは今後使用することを社会的に求められる省エネルギー技術の数々の中には共通のものが少なくない。即ち、事業のひとつひとつは民間活動であるが、要素技術としては個々の民間企業が単独で開発するには限界のあるものが少なからず含まれている。例えば、断熱材は種類によって個々の民間企業が製造特許を持ち、独自に製造するものではあるが、断熱の設計施工方法は共通のものが使用されており、今後の開発も公的機関が関与せざるを得ない側面がある。その理由は、公平中立な視点が必要であること、開発の後には誰でも使用できるものになるのであり開発コストを単独又は少数の企業が負担することの合理性が乏しいこと、などが挙げられる。

また、居住者の生命や財産に係わる性能の向上は、企業にとって取り組まざるを得ない性質のものであるが、省エネルギー性能は施主が望まない限り企業にとって不可避なものではなく、その性能の向上は広範な社会的意思決定とおぜん立てをもってして開始されるものであると言える。

参考文献等

(財)建築環境・省エネルギー機構「建築物の省エネルギー基準と計算の手引き」平成18年9月

国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所監修「自立循環型住宅への設計ガイドライン」平成17年6月

(付録)

以下では、住宅のための実効性のある省エネルギー技術の開発整備を目指して取り組んだ、総合技術開発プロジェクト「循環型社会及び安全な環境の形成のための建築・都市基盤整備技術の開発(エネルギー自立循環型建築・都市システム技術の開発)」(平成13-16年度)の成果の一部である実務者のための「自立循環型住宅への設計ガイドライン-エネルギー消費50%削減を目指す住宅設計-」について紹介する。なお、このガイドラインは出版後約1年半において、各都道府県の建築士会、建築家協会、財団法人建築環境・省エネルギー機構、国総研出前講座等を通じて4000人以上の自立循環型住宅設計講習会の受講者に配布され実務に活用されている。

1. 「自立循環型住宅」の定義と設計ガイドラインが扱っている住宅種類

定義：

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。

設計ガイドラインの対象住宅：

本来、自立循環型住宅の設計に有効な個々の技術(要素技術)の設計・適用方法は、住宅を建設する地域や敷地の条件、住宅の建て方や工法、及び住まい方などの設計の前提となる条件によって変わるものであり一律ではない。将来的に多様な条件を対象とした設計ガイドラインが必要であるが、現段階では次のような条件に絞られている。

建設地域：比較的温暖な地域(省エネルギー基準 地域：概ね関東以西の地域)

住宅の建て方：一戸建ての住宅

木造住宅(伝統的構法による住宅も含む)

2. 設計の流れの概略

住宅のための環境設計及び省エネルギー設計は、一般に建物が置かれた状況、すなわち立地条件と居住者のライフスタイルによって大きく変わりをえる。敷地の形状や隣接建物等との位置関係、周囲外部環境の質に応じて実現可能な設計、実現できない設計が存在する。また、住まい手の自然志向の強さや暑さ寒さなどの環境要因に由来するストレスに係る許容度がどの程度であるか、どの程度の利便性を求めているかによっても設計内容は左右される。こうした点を踏まえて自立循環型住宅のための設計の流れ、手順は付図1のようになる。

3. 13種類の省エネルギー要素技術

自立循環型住宅のガイドラインでは、実証実験や数値シミュレーションにより効果を裏付けることのできた技術のみを対象としている。それらの一覧を付表1に示す。

これらの要素技術を採用した場合の省エネルギー効果は、東京に建てられた4人家族(世帯

主 45 歳会社員、配偶者 42 歳専業主婦、17 歳高校生女子、15 歳中学生男子)の住む戸建住宅(敷地 63.5 坪、延床面積 128.35m²)を与条件として算出している。これらの要素技術を適用する前の状態における基準となるエネルギー消費構成は付表 2 のようになるものと推定し、この状態に各種の省エネルギー要素技術を適用した場合のエネルギー消費量削減効果を評価している。

4 . エネルギー用途毎の省エネルギー設計

4 . 1 暖房エネルギーの削減設計

基準となるエネルギー用途構成は暖冷房形態により 2 種類が想定されているが、ここでは部分間欠暖冷房の条件に関して説明する。暖房エネルギーの多寡に関連する要素技術としては、断熱外皮計画、日射熱の利用、暖冷房設備のエネルギー効率の 3 項目が関係する。付表 3 に暖房エネルギー削減に関係する要素技術を適用した場合の効果を示す。なお、付表 3 ~ 付表 8 において、レベル 1 から 4 は自立循環型住宅技術として推奨される要素技術の適用水準であり、レベル 0 は自立循環型住宅技術としては不十分な水準を意味している。

断熱外皮計画では昭和 55 年省エネルギー基準の水準が比較基準であり、その時の暖房エネルギー消費量は 12.8GJ と推定されている。レベル 3 (平成 11 年省エネ基準)を適用することで $12.8\text{GJ} \times 0.55 = 7.04\text{GJ}$ に削減することが可能である(ただし、設定室温が高まったり暖房時間が延びたりしないことが前提)。日射熱の利用の適用は断熱外皮計画の水準がレベル 3 又はレベル 4 であることが必要条件であり、それに加えて 開口部断熱向上(熱遮断構造のサッシと低放射複層ガラスの仕様以上)、南面+30° に向く開口の面積を延床面積の 20%に増加、蓄熱量の付与(単位床面積当たり 120kJ/ 以上の熱容量。具体例としては、外壁及び間仕切り壁を厚さ 70mm の土塗り壁とする等)、を組み合わせることでさらに 0.6(40%削減)までの効果が出る。例えば、パッシブ地域区分の「は地域」で立地 3 (冬至に終日日照)であれば、断熱外皮計画でレベル 3 かつ日射熱の利用でレベル 4 を適用することで、暖房エネルギーは $7.04 \times 0.6 = 4.22\text{GJ}$ で済むものと推定される。

さらに、暖房エネルギーは暖房設備のエネルギー効率に関係し、COP が 6 以上のエアコンを使用することにより暖房エネルギーは 0.6 倍となる。したがって、上記の例において通常のエアコンの代わりに高効率のエアコンを使用することで、暖房エネルギーは $4.22 \times 0.6 = 2.53\text{GJ}$ となる。ただし、エアコンの COP は暖房負荷に比べて過大な能力のものをを用いた場合には、表示されたエネルギー効率が発揮されないので注意が必要である。

4 . 2 冷房エネルギーの削減設計

冷房エネルギーの削減に関係する要素技術としては、自然風の利用、日射遮蔽手法、冷房設備のエネルギー効率の 3 項目が挙げられる。日射や内部発熱により上昇した室温よりも外気温が低くなる中間期や夏期の夜間等の時間帯には、窓を開け空気を入れ替えることで室内を涼しく保ち、冷房設備を使用しないで済ませることができる。通風量は風圧や窓の配置に関係するため、周囲の遮風状況(立地条件)に依存し、卓越風向を考慮して風圧の異なる位置に

複数開口を設けること(直接的手法)、外壁に平行して流れる風の取り入れの工夫(間接的手法)、風力を期待しにくい場合の温度差換気の利用、間仕切壁における通風経路の確保等(室内通風向上)、の各手法が重要となる。

通風と並ぶ防暑手法は、日射遮蔽手法である。建物の日射遮蔽性能は、主開口面の向きと深く係り、南向きと基準とすると南東又は南西向きでは冷房エネルギーが 1.3 倍となってしまう。主開口面の向きを工夫するとともに、外ブラインド等の日射遮蔽部材を適用して開口部の日射侵入率を下げることによって冷房エネルギーを低減することが可能である。例えば主開口面が南向きで、日射侵入率を 0.55(真北+30°の開口)及び 0.45(左記以外の方位に面する開口)とした場合(平成 11 年省エネ基準の日射遮蔽基準の水準)、冷房エネルギーは 0.7 倍に低減されると推定される。日射侵入率は、庇の有無、ガラスの種類及び日射遮蔽部材の種類の組み合わせで決まる。さらに、エアコンのエネルギー効率を向上させることも低減に寄与する。

4.3 換気エネルギーの削減設計

平成 15 年 7 月の建築基準法改正によって設置が義務付けられた居室の全般換気用換気設備を含めた換気用エネルギーは基準となるケースで 4.7GJ と見積もられる(熱交換機能のないダクト式第 1 種換気設備を想定)。全般換気設備の省エネルギー手法としては、ダクト径の拡大や長さの縮小(ダクト換気適正化)、直流モーターファンの使用、自然換気との併用(ハイブリッド換気)、ダクト長の短い第 3 種換気等への簡略化の 4 種類が掲げられている。なお、局所換気設備についてもハイブリッド化以外の手法は適用可能であるが、夜間連続して使用するなど稼働時間が長いもの以外は、省エネ効果はあまり期待できない。

4.4 給湯エネルギーの削減設計

給湯エネルギーが全体に占める割合は大きく、その削減対策は重要である。ここで、太陽熱温水器と呼ぶものは、給湯熱源に接続せずに浴槽への落とし込みによって沸かした湯を使用するものであり、その省エネルギー効果は 10%と推定される。給湯機と集熱器を接続して使用する形式の太陽熱給湯システム()を単独で用いる場合には 30%の省エネルギー効果が見込まれる。他の熱源関連としては、潜熱回収型ガス給湯機(- 1、配管保温及び節湯器具との組み合わせで 20%の効果)及び自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機(- 2、単独で 20%の効果)が効果的である。配管保温(サヤ管ヘッダー方式を採用した上で 10mm 以上の配管断熱及び浴槽断熱 30mm 以上を施す措置)及び節湯器具(シングルレバー又はサーモスタット式混合栓に加えて止水機構付シャワーヘッドの採用措置)の適用による省エネ効果は単独でも 10%であり、上記の熱源との組み合わせによってさらに効果が出る。

4.5 照明エネルギーの削減設計

照明エネルギーの削減のための要素技術には昼光利用と照明設備計画の 2 項目がある。昼光利用の程度は、立地条件と各用途の部屋における採光面の数によって決められる。立地 3 とは、外壁窓への太陽光の入射を妨げる建物等の要素がない状況であるのに対し、立地 2 は

部分的に妨げられる状況、立地 1 は外壁窓への太陽光入射が困難な状況を意味する。昼光利用による効果は、リビングダイニング(記号：LD)、老人室又は子供室等(記号：老)の順で大きいと考えられ、これらの 2 面採光を確保することで昼光利用による省エネ効果が大きくなり、例えば立地 2 では 2~3%の省エネルギー効果が得られる。

加えて照明設備計画についても、機器効率の向上、人感センサーや照度センサーによる ON-OFF 制御、多灯分散照明方式(室内に複数の照明器具を分散配置し点灯パタンのきめ細かい行う方式)の採用により、最大で 50%の省エネが期待できる。

4.6 その他のエネルギー削減手法

付表 2 によれば部分間欠暖冷房の条件では、家電使用のためのエネルギー消費量は給湯エネルギーに匹敵し、全体の 28.5%を占めている。家電におけるエネルギー消費量の比率の大きい、冷蔵庫、テレビ(以上が最重点家電)、温水暖房便座、電気ポット、洗濯機(以上 3 種類が重点家電)に関するエネルギー効率は製造年が新しくなるにつれて向上している。

2003 年度以降製造の冷蔵庫は 400 リットルのもので 200kWh/年未満であるのに対して 2000 年度製造のものは 450kWh/年程度の電力を消費する。また、28 型のブラウン管テレビ(2000 年以前の製造)に比べて 2001 年度以降製造の液晶テレビでは 250kWh/年ほど電力消費量が低減する。これらの冷蔵庫及び液晶テレビを使用している場合にはレベル 1 と評価され、20%の省エネ効果があるとみなし得る。さらに、最重点家電及び重点家電に加えて、MD コンポ、ステレオ、DVD、ビデオデッキ、CD ラジカセ、パソコン、電話機、電子レンジ、ゲーム機等に関して待機電力削減対策をとられたものを使用している場合にはレベル 2 と評価でき、40%の省エネ効果があるとみなし得る。

調理用コンロに関しては、電磁調理器具とガス調理器具の間に有意差が見出せず、他に省エネルギー効果のあるものも見出せなかった。

太陽光発電については、3kW 設置時には 29.3GJ、4kW 設置時には 39.1GJ が発電され、その分の 1 次エネルギー消費量が削減される。

4.7 エネルギー消費量の推定確認方法

省エネルギー要素技術のうちの何を設計に適用するかを決めれば、付表 3 ~ 8 を用いてエネルギー消費量の推定が可能である。付表 9 に算定例を示すが、この例によれば太陽電池を採用しない条件でも 47%の一次エネルギー消費量の削減が期待できる。

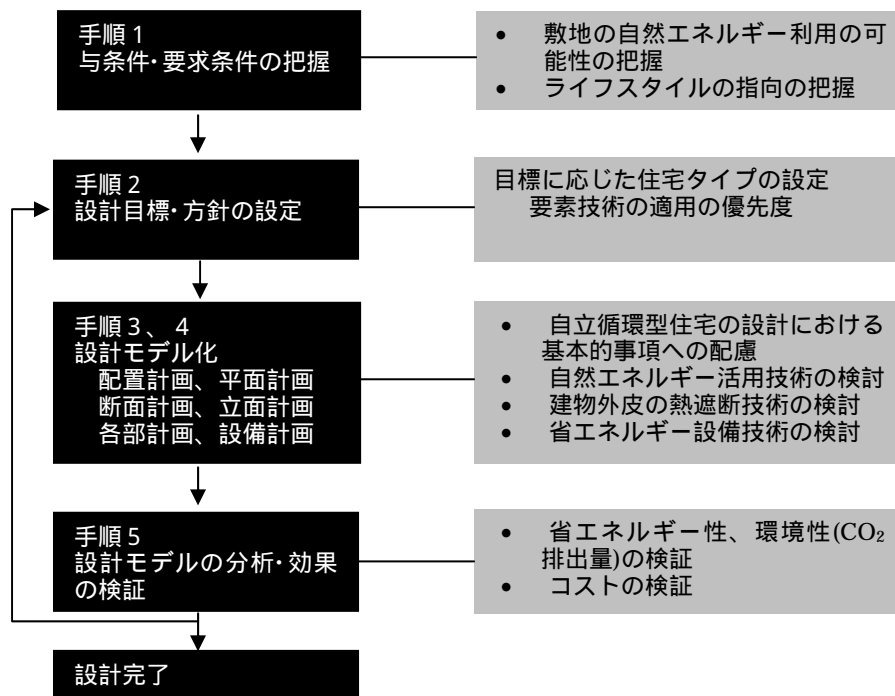
5. おわりに

ここでは、「自立循環型住宅への設計ガイドライン」において採用された省エネルギー要素技術の全体像の概略を説明するとともに、それら要素技術の組み合わせによる総合的な省エネルギー効果の推定方法について示した。

補注：実際の電気、ガス、灯油の消費量から 1 次エネルギー消費量を求めるには、電気 9830kJ/kWh、都市ガス(13A)46000kJ/m³、灯油 37000kJ/L の各係数を用いる。ただし、1GJ=10⁶kJ。

参考資料

国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所監修「自立循環型住宅への設計ガイドライン」(自立循環型住宅設計講習会テキスト)、財団法人建築環境・省エネルギー機構刊、2005年6月



付図1 自立循環型住宅の設計フロー

付表1 『自立循環型住宅への設計ガイドライン』で取り上げた省エネルギー要素技術

要素技術分類	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	日射熱の利用 太陽熱給湯	自然風の利用	昼光利用 太陽光発電	
建物外皮の熱遮断技術	断熱外皮計画 日射遮蔽手法			
省エネルギー設備技術	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

付表2 基準となるエネルギー消費構成(省エネルギー要素技術適用前の一次エネルギー消費量)

エネルギー用途	エネルギー消費量基準値 (一次エネルギー換算値)	
	部分間欠暖冷房の場合	全館連続暖冷房の場合
暖房	12.8 ギガジュール (15.4%)	43.2 ギガジュール (37.1%)
冷房	2.4 ギガジュール (2.9%)	5.3 ギガジュール (4.6%)
換気	4.7 ギガジュール (5.6%)	4.7 ギガジュール (4.0%)
給湯	24.5 ギガジュール (29.4%)	24.5 ギガジュール (21.0%)
照明	10.7 ギガジュール (12.9%)	10.7 ギガジュール (9.2%)
家電	23.7 ギガジュール (28.5%)	23.7 ギガジュール (20.3%)
調理	4.4 ギガジュール (5.3%)	4.4 ギガジュール (3.8%)
合計	83.2 ギガジュール (100.0%)	116.5 ギガジュール (100.0%)

「基準」という単語を用いているが、目標とすべき値という意味ではなく、自立循環型住宅技術を適用する前のベースとなる値という意味で用いている。

付表3 暖房エネルギーを削減するための要素技術とそれらの効果(本表は部分間欠暖房が前提条件)

エネルギー用途	エネルギー基準値	要素技術	評価指標・手法	エネルギー消費率(基準値を1.0とした場合)					
				レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	
暖房	12.8 GJ	断熱外皮計画	省エネルギー基準	1.0	0.8	0.65	0.55	0.45	
			S55基準	H4基準	H4基準・H11基準中間	H11基準	H11基準超		
		日射熱の利用	手法：開口部断熱向上、集熱面積増加、蓄熱	1.0	0.95	0.9	0.8	0.6	
			い地域・る地域	立地3 0-15°	手法を非採用	/	, + , +	+ +	/
				立地3 15-30°	手法を非採用	/	, + , + , +	/	/
				立地2 0-30°	手法を非採用	, + , + , +	/	/	/
			は地域	立地3 0-15°	手法を非採用	/		+ , +	+ +
				立地3 15-30°	手法を非採用	/		+ , + , +	/
				立地2 0-15°	手法を非採用	+ , +	+ +	/	/
				立地2 15-30°	手法を非採用	/	+ +	/	/
			に地域・ほ地域	立地3 0-30°	手法を非採用	/		+ , +	+ +
				立地2 0-15°	手法を非採用	+	+	+ +	/
				立地2 15-30°	手法を非採用	+	+ +	/	/
			暖房設備計画(暖房)	エアコン	COP	1.0	0.8	0.7	0.6
		4.0未満			4.0以上	5.0以上	6.0以上	/	
		温水床暖房+エアコン		手法：床暖配管措置なし	床暖断熱措置なし	あり	あり	あり	/
				断熱措置、エアコンCOP	4.0未満	4.0以上	5.0以上	6.0以上	/

付表4 冷房エネルギーを削減するための要素技術とそれらの効果

エネルギー用途	エネルギー基準値	要素技術	評価指標・手法	エネルギー消費率(基準値を 1.0 とした場合)					
				レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	
冷房	2.4 GJ	自然風の利用	手法： 直接的手法、間接的手法、屋根面利用、温度差換気、室内通風向上	1.0	0.9	0.8	0.7	/	
				手法を非採用	立地3 + 立地2 + + 立地1 +	立地3 + + 立地2 + + +	立地3 ~ す べて		
		日射遮蔽手法	主開口面の向き	南向き	1.0	0.85	0.7	0.55	/
				南東・南西向き	1.3	0.8	0.75	0.65	
				東・西向き	1.1	0.8	0.75	0.65	
			開口部の日射侵入率	真北 ±30°	0.79程度	0.79以下	0.55以下	0.55以下	
上記以外	0.79程度	0.60以下		0.45以下	0.30以下				
暖冷房設備(冷房)	エアコン	COP	1.0	0.8	0.7	0.6	/		
			4.0未満	4.0以上	5.0以上	6.0以上			

付表5 冷房エネルギーを削減するための要素技術とそれらの効果

エネルギー用途	エネルギー基準値	要素技術	評価指標・手法	エネルギー消費率(基準値を 1.0 とした場合)				
				レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
換気	4.7GJ	換気設備計画	手法： ダクト換気適正化、高効率機器、ハイブリッド換気、換気方式簡略化	1.0	0.7	0.6	0.4	/
				通常の第一種ダクト換気	又は	+	+ + +	

付表6 給湯エネルギーを削減するための要素技術とそれらの効果

エネルギー用途	エネルギー基準値	要素技術	評価指標・手法	エネルギー消費率(基準値を 1.0 とした場合)				
				レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
給湯	24.5 GJ	太陽熱給湯、給湯設備計画	手法： 太陽熱温水器、太陽熱給湯システム、-1 潜熱回収給湯器、-2 CO ₂ HP給湯機、配管保温・節湯具	1.0	0.9	0.8	0.7	0.5
				従来型ガス給湯機	、 -1、の いずれ か	+、 +、 -2の いずれ か	、+ +の いずれ か	+、 + + のい ずれか

付表7 照明エネルギーを削減するための要素技術とそれらの効果

エネルギー用途	エネルギー基準値	要素技術	評価指標・手法	エネルギー消費率(基準値を1.0とした場合)				
				レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
照明	10.7 GJ	昼光利用	採光条件：LD2面採光、LD・老2面採光、LD・老2面採光+非居室1面採光	1.0	0.97 -0.98	0.95	0.9	
				基準法相当の採光条件	立地3 立地2 立地1	立地3 立地2	立地3	
		照明設備計画	手法：機器による手法、運転・制御手法、設計による方法	1.0	0.7	0.6	0.5	
				従来型照明方式		+	++	

付表8 家電使用のエネルギー等を削減するための要素技術とそれらの効果

エネルギー用途	エネルギー基準値	要素技術	評価指標・手法	エネルギー消費率(基準値を1.0とした場合)				
				レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
家電	23.7 GJ	高効率家電機器の導入	製造年の目安	1.0	0.8	0.6		
				2000年頃に保有されていた製品	2003年製品(500kwh)	2003年製品+待機電力の低減(1000kwh)		
調理	4.4 GJ	-	-	1.0				
				ガスコンロ又はIH調理器				
電力		太陽光発電	太陽電池の容量	削減なし	29.3GJ	39.1GJ		
				採用しない	3kW相当	4kW相当		

付表9 エネルギー消費量の算定例

下記の省エネルギー要素技術を適用した場合、47%の削減率となる。

平成11年省エネルギー基準に準じた断熱性 / 東京冬至5時間日照条件南面条件で日射熱利用手法を適用 / エアコンCOP6以上(暖冷房とも) / 自然風利用条件立地2で手法を適用 / 開口部日射侵入率0.3以下(真北のみ0.55以下) / 熱交換無し第1種換気でダクト径75mmとし給気口位置工夫 / 太陽熱給湯システム(真空管貯湯式)・節湯器具・浴槽断熱 / 採光条件立地2で全居室2面採光及び廊下非居室1面採光 / 高効率照明器具及び人感センサー照度センサー適用 / 省エネ型冷蔵庫・液晶テレビ・省エネ型暖房便座・省エネ型電気ポット・A/V機器低待機電力型使用

エネルギー消費量の算定表(斜体文字部分が表3~8より求まる各要素技術適用時のエネルギー消費率)

用途	算定式	設計値	基準値	削減率
暖房	$12.8 \times (0.55 \times 0.9 \times 0.6)$	3.8GJ	12.8GJ	70%
冷房	$2.4 \times (0.8 \times 0.55 \times 0.6)$	0.6GJ	2.4GJ	75%
換気	4.7×0.6	2.8GJ	4.7GJ	40%
給湯	24.5×0.5	12.3GJ	24.5GJ	50%
照明	$10.7 \times (0.95 \times 0.6)$	6.1GJ	10.7GJ	43%
家電	23.7×0.6	14.2GJ	23.7GJ	40%
その他(調理)		4.4GJ	4.4GJ	0%
合計		44.2GJ	83.2GJ	47%
電力	太陽電池による発電量(-29.3GJ -39.1GJ)	-0GJ		
	総計	44.2GJ	83.2GJ	47%