

ISSN 1346-7328
国総研資料 第615号
ISSN 0286-4630
建築研究資料 第120号
平成 22 年 8 月

国土技術政策総合研究所資料
TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management
No. 615 August 2010

建築研究資料
Building Research Data
No. 120 August 2010

自立循環型住宅設計技術資料
— 蒸暑地版 —
Design Guideline toward Low Energy Houses with
Validated Effectiveness

平成 22 年 8 月

国土交通省 国土技術政策総合研究所
National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

独立行政法人 建築研究所
Building Research Institute
Incorporated Administrative Agency, Japan

はしがき

日本では、低炭素社会に向けた長期目標として、2050年までに1990年比80%の二酸化炭素排出量を削減することが掲げられている。このような長期目標を達成するには、住宅・建築分野では、省エネルギー化の推進による二酸化炭素排出抑制を図ることが必要不可欠であるが、住まいには健康増進、利便性・快適性の向上といった点において、改善や質向上が求められているところもあり、省エネルギー化と質向上の二つの課題を同時に解決するために、より合理的な建築技術の確立と普及が求められていると言える。

国土技術政策総合研究所と独立行政法人建築研究所は、平成16年度に温暖地に対応した自立循環型住宅設計技術をまとめた後、それぞれ国土技術政策総合研究所プロジェクト研究「住宅の省エネルギー性能向上支援技術に関する研究(H17-19)」と建築研究所重点的研究開発課題「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(H18-20)」を実施してきた。本資料は、独立行政法人建築研究所が中心になってまとめた自然エネルギー利用、建物外皮、省エネルギー設備に関する要素技術の設計手法に関する成果と、国土技術政策総合研究所が中心となってとりまとめた基準策定の評価指標となる総合的かつ定量的な省エネルギー効果の評価法を、沖縄や九州南部などの蒸暑地に向けた自立循環型住宅設計技術としてまとめたものである。

両研究所による研究開発にあたっては、産学官の各分野の有識者に参加を要請した「自立循環型住宅開発委員会」(委員長:坂本雄三・東京大学大学院教授、顧問:三井所清典・芝浦工業大学名誉教授)を(財)建築環境・省エネルギー機構に設置し、外部の専門的なノウハウや多様な知見を求めつつ、技術開発に取り組んだ。特に、本資料の第二部(自立循環型住宅設計技術資料 蒸暑地版 ―エネルギー消費 50%削減を目指す住宅設計―)は、同委員会の関係者の協力を得て作成したものである。

最後に、本資料の企画及び執筆に携わった多数の研究者・技術者、蒸暑地に関する調査に協力いただいた地域の実務者の方々、その他の関係各位のご努力ご協力に心から敬意を表するとともに、今後、この技術資料に基づいた実用的設計手法を通して、住宅の省エネルギー性及び利便性・快適性等の向上の一助となることを期待する次第である。

平成22年8月

国土交通省国土技術政策総合研究所

副所長 高井 憲司

独立行政法人建築研究所

理事長 村上 周三

目 次

第 1 部 『自立循環型住宅設計技術資料 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

『自立循環型住宅設計技術資料蒸暑地版—エネルギー消費 50%削減を目指す住宅設計—』 の概要	1
研究組織	14

第 2 部 自立循環型住宅設計技術資料 蒸暑地版 —エネルギー消費 50%削減を目指す住宅設計—

執筆者一覧	23

第 1 章 自立循環型住宅と省エネルギー

25

1.1 自立循環型住宅とは	25
1.2 住宅の居住時におけるエネルギー消費の現状と課題	27
1.3 自立循環型住宅が目指す室内環境性能	28
1.4 蒸暑地の気候および住宅の特性	29
1.4.1 蒸暑地の対象地と気候特性	29
1.4.2 蒸暑地の住宅の特徴	30

第 2 章 自立循環型住宅の設計プロセスと要素技術の概要

31

2.1 自立循環型住宅の設計フロー	31
2.2 要素技術の概要	33
2.2.1 要素技術と手法の一覧	33
2.2.2 削減対象のエネルギー用途	35
2.3 各設計手順の概要	37
2.3.1 自立循環型住宅の設計要件の把握	37
2.3.2 自立循環型住宅の設計目標像の設定	39
2.3.3 自立循環型住宅の設計にかかる基本的配慮事項	46
2.3.4 要素技術の適用検討	47
2.3.5 フィージビリティスタディ	48
2.4 省エネルギー性の表示方法	48
2.4.1 レベルの意味	48

2.4.2 各要素技術の省エネルギー効果とレベル	48
第3章 自然エネルギー活用技術（要素技術の適用手法・1）	51
3.1 自然風の利用・制御	51
3.1.1 自然風利用の目的とポイント	51
3.1.2 自然風利用による省エネルギー目標レベル	52
3.1.3 自然風利用技術の検討ステップ	58
3.1.4 自然風利用の手法	58
3.1.5 開口部の計画・設計上の配慮	66
3.1.6 室別の冷房エネルギー削減率の計算方法	69
3.2 昼光利用（太陽光の利用・1）	71
3.2.1 昼光利用の目的とポイント	71
3.2.2 昼光利用による省エネルギー目標レベル	71
3.2.3 昼光利用技術の検討ステップと前提条件	72
3.2.4 昼光利用の手法	76
3.3 太陽光発電（太陽光の利用・2）	86
3.3.1 太陽光発電の目的とポイント	86
3.3.2 太陽光発電による省エネルギー目標レベル	86
3.3.3 太陽光発電の設置条件	86
3.3.4 太陽光発電によるコストの試算	89
3.4 V地域における日射熱の利用（太陽熱の利用・1）	92
3.4.1 日射熱利用の目的とポイント	92
3.4.2 日射熱利用による省エネルギー目標レベル	92
3.4.3 日射熱利用技術の検討ステップ	96
3.4.4 日射熱利用の手法	97
3.4.5 日射熱利用手法の採用による効果の試算	100
3.5 太陽熱給湯（太陽熱の利用・2）	103
3.5.1 太陽熱給湯の目的とポイント	103
3.5.2 太陽熱給湯による省エネルギー目標レベル	104
3.5.3 太陽熱給湯の検討ステップと前提条件	105
3.5.4 太陽熱給湯の手法	106
3.5.5 太陽熱給湯の計画・使用時の配慮	115
3.5.6 太陽熱給湯の各方式の解説	117
第4章 建物外皮の熱遮断技術（要素技術の適用手法・2）	121
4.1 V地域における断熱外皮計画	121
4.1.1 断熱外皮計画の目的とポイント	121
4.1.2 断熱外皮計画による省エネルギー目標レベル	124
4.1.3 断熱外皮計画の検討ステップと目標レベルの設定	125
4.1.4 断熱計画の検討	128
4.1.5 断熱技術の検討	129
4.1.6 断熱計画の事例	152
4.2 VI地域における日射遮蔽手法	161
4.2.1 日射遮蔽の目的とポイント	161

4.2.2	日射遮蔽対策による省エネルギー目標レベル	163
4.2.3	日射遮蔽技術の検討ステップと立地条件の確認等	169
4.2.4	日射遮蔽の手法	172
4.3	V地域における日射遮蔽手法	181
4.3.1	日射遮蔽の目的とポイント	181
4.3.2	日射遮蔽対策による省エネルギー目標レベル	182
4.3.3	日射遮蔽技術の検討ステップと目標レベルの設定	186
4.3.4	日射遮蔽の手法	187
第5章 省エネルギー設備技術		197
5.1	VI地域における冷房設備計画	197
5.1.1	冷房設備計画の目的とポイント	197
5.1.2	冷房設備計画による省エネルギー目標レベル	197
5.1.3	冷房設備計画の検討ステップと冷房設備の選択要件	198
5.1.4	冷房設備計画の省エネルギー手法	199
5.1.5	補助的暖房器具の選定	203
5.2	V地域における 暖冷房設備計画	204
5.2.1	暖冷房設備計画の目的とポイント	204
5.2.2	暖冷房設備計画による省エネルギー目標レベル	204
5.2.3	暖冷房設備計画の検討ステップ	210
5.2.4	暖冷房設備計画の省エネルギー手法	216
5.2.5	補助的暖房器具の選定	226
5.3	換気設備計画	227
5.3.1	換気設備計画の目的とポイント	227
5.3.2	換気設備計画による省エネルギー目標レベル	227
5.3.3	換気設備計画の検討ステップ	228
5.3.4	換気設備計画の省エネルギー手法	232
5.3.5	換気設備の計画・設計上の配慮	239
5.4	給湯設備計画	244
5.4.1	給湯設備計画の目的とポイント	244
5.4.2	給湯設備計画による省エネルギー目標レベル	245
5.4.3	給湯設備計画の検討ステップと設備方式の選択要件等	246
5.4.4	給湯設備計画の省エネルギー手法	251
5.5	照明設備計画	267
5.5.1	照明設備計画の目的とポイント	267
5.5.2	照明設備計画による省エネルギー目標レベル	267
5.5.3	照明設備計画の検討ステップ	268
5.5.4	照明設備計画の省エネルギー手法	269
5.6	高効率家電機器の導入	288
5.6.1	高効率家電導入（買換）のポイント	288
5.6.2	高効率家電導入による省エネルギー目標レベル	288
5.6.3	各家電の特徴および使い方等に関する注意点	292
5.6.4	高効率家電導入によるランニングコストの試算	297
5.7	水と生ゴミの処理と効率的利用	299

5.7.1 水と生ゴミの処理・効率的利用の目的とポイント.....	299
5.7.2 水と生ゴミの処理・効率的利用の目標レベルと手法.....	299
5.7.3 水と生ゴミの処理と効率的利用技術の検討ステップ.....	301
5.7.4 水と生ゴミの処理と効率的利用の手法.....	302
5.7.5 節水型機器の利用による効果の試算.....	309
 第6章 省エネルギー効果の評価と設計における活用.....	 310
6.1 要素技術による省エネルギー効果とその算出方法.....	310
6.1.1 要素技術による省エネルギー効果の総括.....	310
6.1.2 省エネ効果の算出に係る条件.....	314
6.1.3 省エネ効果の算出根拠.....	322
6.1.4 エネルギー消費、二酸化炭素排出量、コストの算出方法.....	323
6.2 要素技術の適用による省エネルギー性、環境性、コストの評価.....	326
6.2.1 VI地域における評価結果.....	326
6.2.2 V地域における評価結果.....	333
6.3 エネルギー消費量推定方法と設計計算事例.....	339
6.3.1 エネルギー消費量推定方法の概要.....	339
6.3.2 VI地域のエネルギー消費量推定方法、設計計算事例.....	340
6.3.3 V地域のエネルギー消費量推定方法、設計計算事例.....	349
参考文献.....	358

第 1 部

『自立循環型住宅設計技術資料 蒸暑地版
ーエネルギー消費 50%削減を目指す住宅設計ー』の概要

『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（ D_{18-18} ）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。

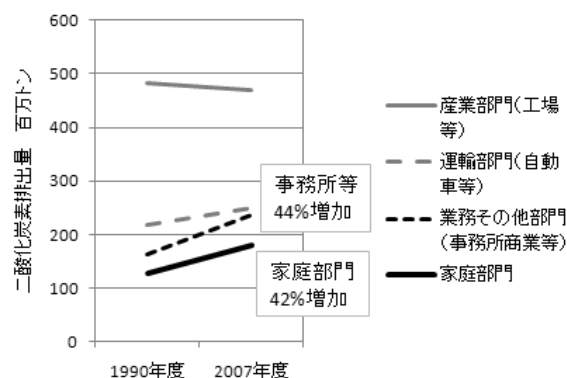


図1 家庭部門におけるエネルギー消費起源の二酸化炭素排出量（1990年度比）

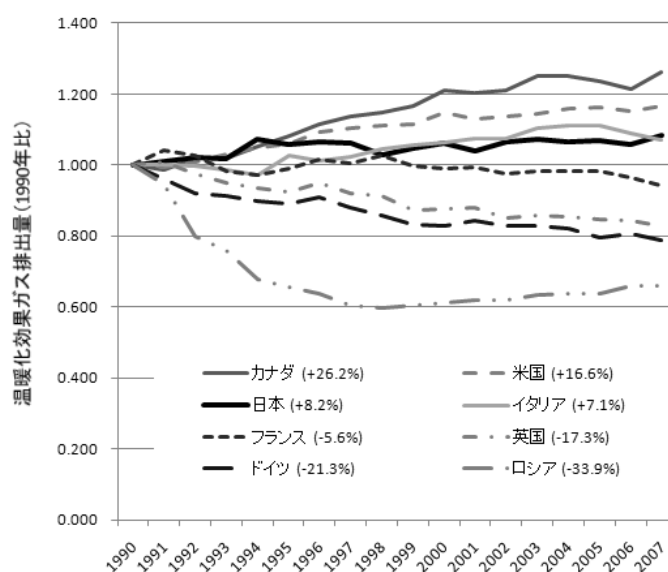


図2 G8各国における温暖化効果ガス排出量推移（カッコ内は2007年における比率）
出典：国立環境研究所 温暖化効果ガスインベントリーオフィス

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。

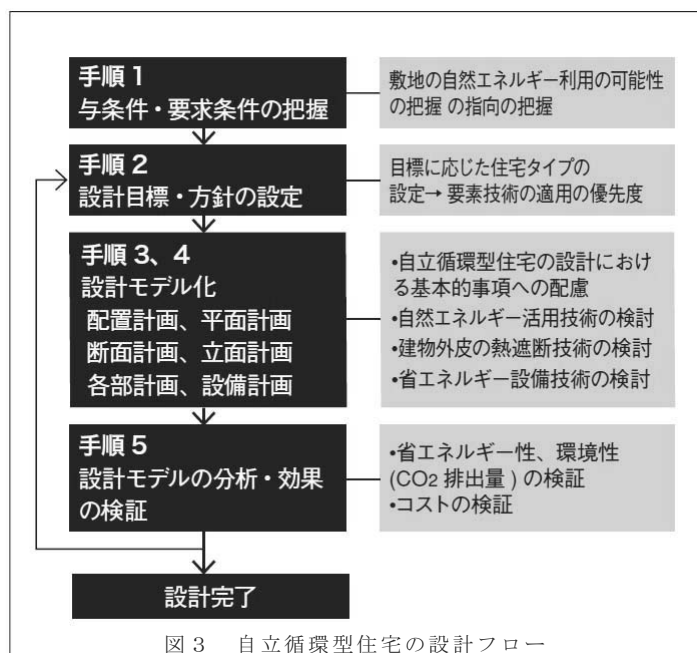


表1 自立循環型住宅（蒸暑地版）の採用されている13種類の要素

		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。

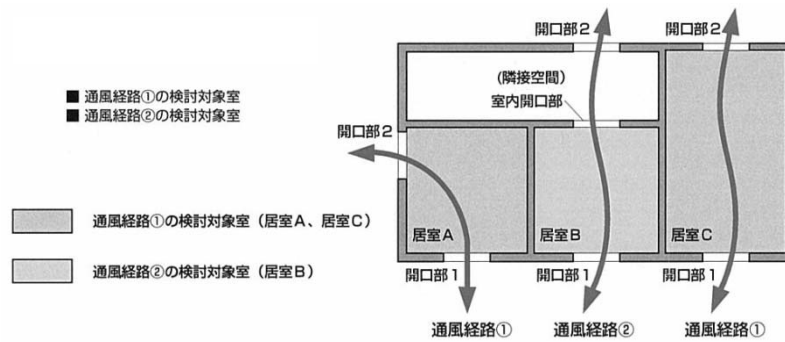


図4 要素技術「自然風の利用・制御」における手法1「通風経路上の開口面積の確保」においては2種類の通風経路について開口面積に応じた冷房エネルギー消費の削減効果がある

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に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

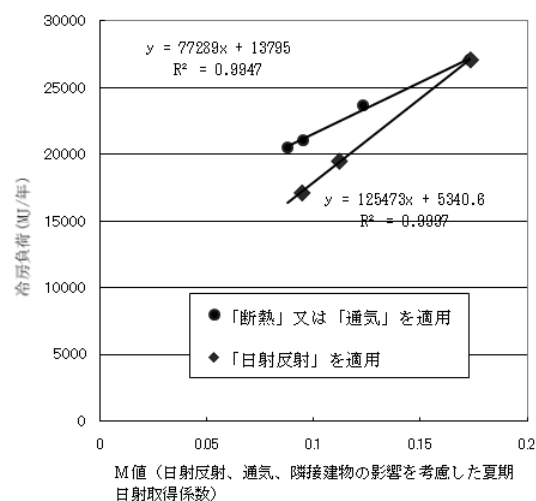


図5 蒸暑地の住宅におけるM値と冷房負荷の関係

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。

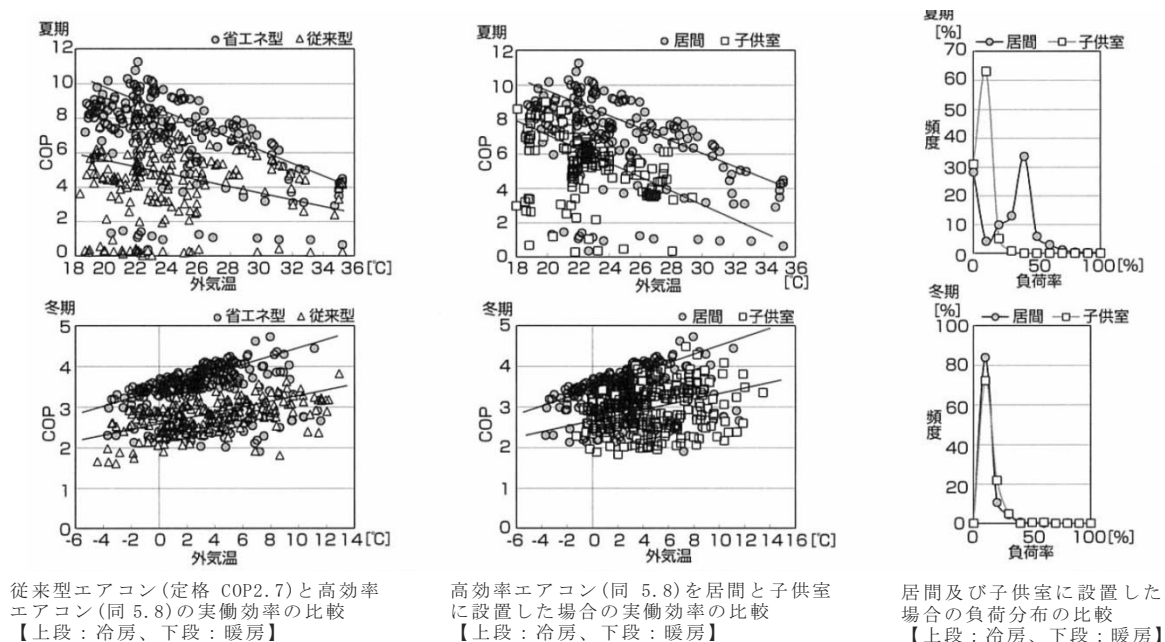


図6 エアコンの実働効率に関する実証実験結果例

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ランプやHf蛍光ランプ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となる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。

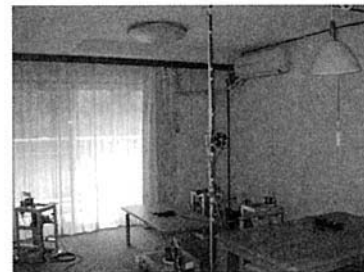


集合住宅外観

写真1 実験建物



戸建て住宅外観

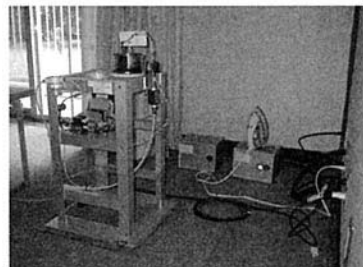


集合住宅内観（居間）

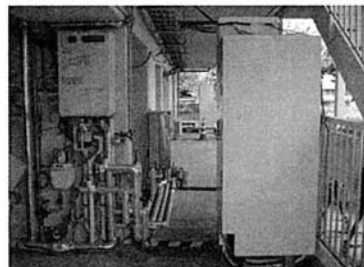


制御室（制御盤、制御用PC）

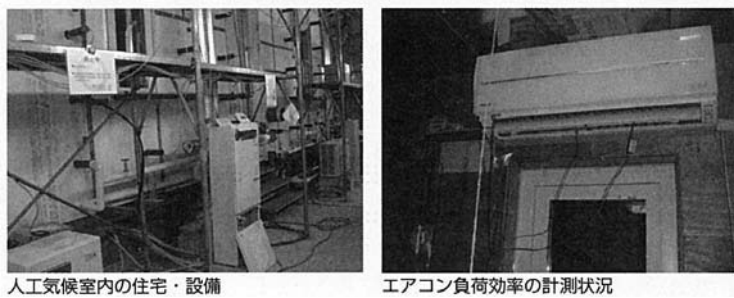
写真2 実験装置



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 日射遮蔽手法	南向き	0.95	0.88	0.82							
			南東・南西向き	0.85	0.7	0.55							
			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	0.65			
			セントラル	0.75	0.6								
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） 暖冷房設備計画（暖房）				0.95	0.9	0.8	0.6				
			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、産官学の間の連携を支援した(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)

□ 研 究 組 織（平成 21 年 3 月現在）以下、敬称略

－自立循環型住宅開発委員会 第 2 フェーズ－

- ・ 全体委員会（自立循環型住宅技術の開発委員会） 委員長：坂本 雄三 東京大学大学院
顧問：三井所 清典 芝浦工業大学

- ・ 幹事会 委員長：坂本 雄三 東京大学大学院
顧問：三井所 清典 芝浦工業大学

－技術開発部会－

- ・ 断熱外皮技術に関する基盤技術の開発部会（A） 主査：鈴木 大隆 北海道立北方建築総合研究所
 - ・ 省エネルギー性能実証実験部会（B） 主査：秋元 孝之 芝浦工業大学
 - ・ 省エネルギー改修技術開発部会（C） 主査：坂本 雄三 東京大学大学院
- ・ 自立循環型住宅設計ガイドライン整備部会（D） 主査：三井所 清典 芝浦工業大学

－要素技術タスクグループ（TG）－

- ・ 実証実験部会 暖冷房 TG 主査：細井 昭憲 熊本県立大学
- ・ 実証実験部会 通風 TG 主査：西澤 繁毅 国土技術政策総合研究所
- ・ 実証実験部会 照明 TG 主査：三木 保弘 国土技術政策総合研究所
 - ・ 実証実験部会 家電 TG 主査：堀 祐治 富山大学
 - ・ 実証実験部会 給湯 TG 主査：桑沢 保夫 建築研究所
- ・ 実証実験部会 換気 TG 主査：田島 昌樹 国土技術政策総合研究所

－ワーキンググループ（WG）－

- ・ 実証実験部会 生活スケジュール WG 主査：西澤 繁毅 国土技術政策総合研究所
 - ・ 実証実験部会 CO2 ヒートポンプ WG 主査：桑沢 保夫 建築研究所
 - ・ 実証実験部会 燃料電池 WG 主査：桑沢 保夫 建築研究所
- ・ 実証実験部会 ガスエンジンコジェネ WG 主査：桑沢 保夫 建築研究所
- ・ 実証実験部会 空気式集熱ソーラーシステム WG 主査：桑沢 保夫 建築研究所
 - ・ 実証実験部会 調理 WG 主査：桑沢 保夫 建築研究所

研究主体 国土交通省国土技術政策総合研究所

独立行政法人建築研究所

研究協力

学識者委員所属機関（次頁以降の名簿参照）

地域連携協力

山形県金山町

沖縄県

参加企業 旭化成ホームズ株式会社

旭ファイバーグラス株式会社

株式会社荏原製作所

オーエム計画株式会社

大阪ガス株式会社

関西電力株式会社

株式会社コロナ

西部ガス株式会社

三協立山アルミ株式会社

サンポット株式会社

株式会社 JSP

新日本石油株式会社

積水化学工業株式会社

積水ハウス株式会社

大信工業株式会社

大和ハウス工業株式会社

ダウ化工株式会社

中部電力株式会社

株式会社デンソー

東京ガス株式会社

東京電力株式会社

TOTO 株式会社

東邦ガス株式会社

トステム株式会社

トヨタ自動車株式会社

株式会社ノーリツ

パナソニック株式会社

パナソニック電工株式会社

パナホーム株式会社

株式会社フジタ

富士ハウス株式会社

ミサワホーム株式会社

三菱電機株式会社

リンナイ株式会社

YKKAP 株式会社

事務局

財団法人 建築環境・省エネルギー機構

□ 委 員 名 簿（平成 21 年 3 月現在）

略称

北方建築総合研究所：北海道立北方建築総合研究所

国土技術政策総合研究所：国土交通省 国土技術政策総合研究所

全体委員会

区 分	氏 名	所 属
委員長	坂本 雄三	東京大学大学院
顧問	三井所清典	芝浦工業大学
委員	鈴木 大隆	北方建築総合研究所
委員	秋元 孝之	芝浦工業大学
委員	小玉祐一郎	神戸芸術工科大学
委員	岩村 和夫	武蔵工業大学
委員	井上 隆	東京理科大学
委員	岩本 静男	神奈川大学
委員	倉渕 隆	東京理科大学
委員	大塚 雅之	関東学院大学
委員	堀 祐治	富山大学
委員	細井 昭憲	熊本県立大学
委員	大倉 靖彦	アルセッド建築研究所
幹事	三木 保弘	国土技術政策総合研究所
幹事	西澤 繁毅	国土技術政策総合研究所
幹事	田島 昌樹	国土技術政策総合研究所
幹事	澤地 孝男	建築研究所
幹事	岩田 司	建築研究所
幹事	桑沢 保夫	建築研究所
幹事	三浦 尚志	建築研究所
幹事	羽原 宏美	建築研究所
委員	山岸 秀二	旭化成ホームズ
委員	布井 洋二	旭ファイバーグラス
委員	竹田 直人	荏原製作所
委員	村田 昌樹	オーエム計画
委員	西尾 雄彦	大阪ガス
委員	豊澤 淳也	関西電力
委員	足立 義彦	コロナ
委員	黒田 明	西部ガス
委員	高橋 泰雄	三協立山アルミ
委員	仁木 康介	サンポット
委員	小浦 孝次	JSP
委員	小林 弘	新日本石油
委員	堤 正一郎	積水化学工業
委員	梅野 徹也	積水ハウス
委員	小林 輝彦	大信工業
委員	七岡 寛	大和ハウス工業
委員	木村 吉晴	ダウ化工
委員	山道 香理	中部電力
委員	百瀬 忠幸	デンソー

全体委員会（続）

区 分	氏 名	所 属
委員	岡村 俊哉	東京ガス
委員	渡辺 直樹	東京電力
委員	梶田 卓司	TOTO
委員	奥山 誠之	東邦ガス
委員	野中 俊宏	トステム
委員	宇出 輝満	トヨタ自動車
委員	山口 憲一	ノーリツ
委員	中根 伸一	パナソニック
委員	西川 弘記	パナソニック電工
委員	佐藤 寛	パナホーム
委員	田中 幸彦	社フジタ
委員	西村 則之	富士ハウス
委員	栗原 潤一	ミサワホーム
委員	佐藤 務	三菱電機
委員	加藤 猛	リンナイ
委員	佐藤 昌幸	YKKAP
事務局	稗田 祐史	建築環境・省エネルギー機構
事務局	永岡 洋二	建築環境・省エネルギー機構
事務局	青木 正論	建築環境・省エネルギー機構
事務局	千本 敬子	建築環境・省エネルギー機構
事務局	牧内恵里子	建築環境・省エネルギー機構
事務局	今井 聡子	建築環境・省エネルギー機構

（企業は連絡担当者を記載）

幹事会

区 分	氏 名	所 属
委員長	坂本 雄三	東京大学大学院
顧問	三井所清典	芝浦工業大学
委員	鈴木 大隆	北方建築総合研究所
委員	秋元 孝之	芝浦工業大学
委員	小玉祐一郎	神戸芸術工科大学
委員	岩村 和夫	武蔵工業大学
委員	井上 隆	東京理科大学
委員	岩本 静男	神奈川大学
委員	倉渕 隆	東京理科大学
委員	大塚 雅之	関東学院大学
委員	前 真之	東京大学大学院
委員	堀 祐治	富山大学
委員	細井 昭憲	熊本県立大学
委員	大倉 靖彦	アルセッド建築研究所
委員	豊原 寛明	土地・水資源局
幹事	澤地 孝男	建築研究所
幹事	岩田 司	建築研究所
幹事	桑沢 保夫	建築研究所
幹事	三木 保弘	国土技術政策総合研究所
幹事	倉山 千春	国土技術政策総合研究所
幹事	西澤 繁毅	国土技術政策総合研究所
幹事	田島 昌樹	国土技術政策総合研究所
幹事	三浦 尚志	建築研究所
幹事	齋藤 宏昭	建築研究所
幹事	羽原 宏美	建築研究所
幹事	住吉 大輔	建築研究所
事務局	永岡 洋二	建築環境・省エネルギー機構
事務局	青木 正論	建築環境・省エネルギー機構

断熱外皮技術に関する基盤技術の開発部会（A）

区 分	氏 名	所 属
主査	鈴木 大隆	北方建築総合研究所
委員	岩前 篤	近畿大学
委員	本間 義規	岩手県立大学盛岡短期大学部
委員	小南 和也	日本建築総合試験所
委員	北谷 幸恵	北方建築総合研究所
幹事	澤地 孝男	建築研究所
幹事	桑沢 保夫	建築研究所
幹事	瀬戸 裕直	建築研究所
幹事	田島 昌樹	国土技術政策総合研究所
幹事	三浦 尚志	建築研究所
幹事	齋藤 宏昭	建築研究所
委員	山岸 秀之	旭化成ホームズ
委員	布井 洋二	旭ファイバーグラス
委員	中村 正吾	オーエム計画
委員	勝瀬 進	大阪ガス
委員	澤田 拙二	関西電力
委員	大浦 豊	三協立山アルミ
委員	小浦 孝次	JSP
委員	小林 拡	新日本石油
委員	堤 正一郎	積水化学工業
委員	梅野 徹也	積水ハウス
委員	小林 輝彦	大信工業
委員	本間 瑞基	大和ハウス工業
委員	木村 吉晴	ダウ化工
委員	服部 潔	東京ガス
委員	櫻井 良一	東京電力
委員	高木 博司	東邦ガス
委員	野中 俊宏	トステム
委員	宇出 輝満	トヨタ自動車
委員	天良 智尚	パナソニック
委員	君島 穰	パナソニック電工テクノストラクチャー
委員	佐藤 寛	パナホーム
委員	菅谷 明宏	富士ハウス
委員	栗原 潤一	ミサワホーム
委員	佐藤 昌幸	YKKAP
事務局	永岡 洋二	建築環境・省エネルギー機構
事務局	千本 敬子	建築環境・省エネルギー機構

省エネルギー性能実証実験部会（Ｂ）

区 分	氏 名	所 属
主 査	秋元 孝之	芝浦工業大学
委 員	岩本 静男	神奈川大学
委 員	前 真之	東京大学大学院
委 員	堀 祐治	富山大学
委 員	細井 昭憲	熊本県立大学
委 員	戸倉 和子	帝塚山大学
幹 事	澤地 孝男	建築研究所
幹 事	桑沢 保夫	建築研究所
幹 事	三木 保弘	国土技術政策総合研究所
幹 事	西澤 繁毅	国土技術政策総合研究所
幹 事	田島 昌樹	国土技術政策総合研究所
幹 事	三浦 尚志	建築研究所
幹 事	羽原 宏美	建築研究所
幹 事	住吉 大輔	建築研究所
委 員	千葉 陽輔	旭化成ホームズ
委 員	竹田 直人	荏原製作所
委 員	中村 正吾	オーエム計画
委 員	西尾 雄彦	大阪ガス
委 員	辻井 浩一	関西電力
委 員	廣川 敏雄	コロナ
委 員	山口 竜一	西部ガス
委 員	高橋 泰雄	三協立山アルミ
委 員	吉田 元紀	積水ハウス
委 員	小浦 孝次	J S P
委 員	本間 瑞基	大和ハウス工業
委 員	山道 香理	中部電力
委 員	百瀬 忠幸	デンソー
委 員	永田 敬博	東京ガス
委 員	渡辺 直樹	東京電力
委 員	梶田 卓司	TOTO
委 員	吉村 正博	東邦ガス
委 員	野中 俊宏	トステム
委 員	小島 昌幸	トヨタ自動車
委 員	松田 昌明	ノーリツ
委 員	中根 伸一	パナソニック
委 員	西川 弘記	パナソニック電工
委 員	辻 正雄	パナホーム
委 員	田中 幸彦	フジタ
委 員	菅谷 明宏	富士ハウス
委 員	太田 勇	ミサワホーム
委 員	佐藤 務	三菱電機
委 員	加藤 猛	リンナイ
委 員	佐藤 昌幸	YKKAP
事務局	永岡 洋二	建築環境・省エネルギー機構
事務局	青木 正論	建築環境・省エネルギー機構
事務局	今井 聡子	建築環境・省エネルギー機構

省エネルギー改修技術開発部会（Ｃ）

区 分	氏 名	所 属
主 査	坂本 雄三	東京大学大学院
委 員	鈴木 大隆	北方建築総合研究所
委 員	岩前 篤	近畿大学
委 員	澤地 孝男	建築研究所
委 員	桑沢 保夫	建築研究所
委 員	三木 保弘	国土技術政策総合研究所
委 員	瀬戸 裕直	建築研究所
委 員	西澤 繁毅	国土技術政策総合研究所
委 員	田島 昌樹	国土技術政策総合研究所
委 員	三浦 尚志	建築研究所
委 員	齋藤 宏昭	建築研究所
委 員	布井 洋二	旭ファイバーグラス
委 員	中村 正吾	オーエム計画
委 員	勝瀬 進	大阪ガス
委 員	林 英人	関西電力
委 員	高橋 泰雄	三協立山アルミ
委 員	鈴木 修	J S P
委 員	堤 正一郎	積水化学工業
委 員	小林 輝彦	大信工業
委 員	木村 吉晴	ダウ化工
委 員	山本 洋史	東京ガス
委 員	福田 秀朗	東京電力
委 員	高木 博司	東邦ガス
委 員	野中 俊宏	トステム
委 員	君付 政春	トヨタ自動車
委 員	天良 智尚	パナソニック
委 員	遠藤喜与士	パナソニック電工
委 員	菅谷 明宏	富士ハウス
委 員	栗原 潤一	ミサワホーム
委 員	佐藤 務	三菱電機
協力委員	服部 哲幸	東京大学大学院
委 員	永岡 洋二	建築環境・省エネルギー機構
委 員	青木 正論	建築環境・省エネルギー機構
委 員	牧内恵里子	建築環境・省エネルギー機構

自立循環型住宅設計ガイドライン整備部会（D）

区 分	氏 名	所 属
主 査	三井所清典	芝浦工業大学
委 員	小玉祐一郎	神戸芸術工科大学
委 員	岩村 和夫	武蔵工業大学
委 員	井関 和朗	都市再生機構
委 員	大倉 靖彦	アルセッド建築研究所
幹 事	澤地 孝男	建築研究所
幹 事	岩田 司	建築研究所
幹 事	桑沢 保夫	建築研究所
幹 事	三浦 尚志	建築研究所
事務局	永岡 洋二	建築環境・省エネルギー機構
事務局	青木 正論	建築環境・省エネルギー機構

実証実験部会 暖冷房 TG

(B AC)

区 分	氏 名	所 属
主 査	細井 昭憲	熊本県立大学
幹 事	澤地 孝男	建築研究所
幹 事	桑沢 保夫	建築研究所
幹 事	西澤 繁毅	国土技術政策総合研究所
幹 事	田島 昌樹	国土技術政策総合研究所
幹 事	三浦 尚志	建築研究所
幹 事	羽原 宏美	建築研究所
幹 事	住吉 大輔	建築研究所
委 員	千葉 陽輔	旭化成ホームズ
委 員	中村 正吾	オーエム計画
委 員	西尾 雄彦	大阪ガス
委 員	林 英人	関西電力
委 員	大橋 由宗	コロナ
委 員	小浦 孝次	J S P
委 員	小林 拡	新日本石油
委 員	吉田 元紀	積水ハウス
委 員	本間 瑞基	大和ハウス工業
委 員	志村 欣一	中部電力
委 員	門田 茂	デンソー
委 員	山本 洋史	東京ガス
委 員	渡辺 直樹	東京電力
委 員	吉村 正博	東邦ガス
委 員	野中 俊宏	トステム
委 員	清水 努	パナソニック
委 員	西川 弘記	パナソニック電工
委 員	菅谷 明宏	富士ハウス
委 員	佐藤 務	三菱電機
事務局	青木 正論	建築環境・省エネルギー機構
事務局	今井 聡子	建築環境・省エネルギー機構

実証実験部会 通風 TG

(B CV)

区 分	氏 名	所 属
主 査	西澤 繁毅	国土技術政策総合研究所
委 員	細井 昭憲	熊本県立大学
幹 事	澤地 孝男	建築研究所
幹 事	桑沢 保夫	建築研究所
幹 事	三木 保弘	国土技術政策総合研究所
幹 事	田島 昌樹	国土技術政策総合研究所
幹 事	三浦 尚志	建築研究所
幹 事	羽原 宏美	建築研究所
委 員	千葉 陽輔	旭化成ホームズ
委 員	中村 正吾	オーエム計画
委 員	西尾 雄彦	大阪ガス
委 員	石黒 晃子	関西電力
委 員	荒井 直樹	三協立山アルミ
委 員	小浦 孝次	株式会社 J S P
委 員	小林 拡	新日本石油
委 員	吉田 元紀	積水ハウス
委 員	本間 瑞基	大和ハウス工業
委 員	門田 茂	デンソー
委 員	榎本奈津子	東京ガス
委 員	酒井 涼子	東京電力
委 員	吉村 正博	東邦ガス
委 員	野中 俊宏	トステム
委 員	西川 弘記	パナソニック電工
委 員	高橋 映音	富士ハウス
委 員	佐藤 昌幸	Y K K A P
ワーキンググループ	赤嶺 嘉彦	東京大学大学院
事務局	青木 正論	建築環境・省エネルギー機構
事務局	今井 聡子	建築環境・省エネルギー機構

実証実験部会 照明 TG

(B DL)

区分	氏名	所属
主査	三木 保弘	国土技術政策総合研究所
委員	金谷 末子	金沢工業大学
委員	中村 芳樹	東京工業大学大学院
委員	鈴木 広隆	大阪市立大学大学院
委員	戸倉三和子	帝塚山大学
幹事	澤地 孝男	建築研究所
幹事	三浦 尚志	建築研究所
委員	菅野 普	旭化成ホームズ
委員	福永 浩	関西電力
委員	大浦 豊	三協立山アルミ
委員	後藤 浩一	積水ハウス
委員	伊東亜矢子	大和ハウス工業
委員	丹野 博	東京ガス
委員	酒井 涼子	東京電力
委員	野中 俊宏	トステム
委員	岩井 彌	パナソニック電工
委員	高橋 映音	富士ハウス
委員	佐藤 昌幸	YKKAP
事務局	青木 正論	建築環境・省エネルギー機構
事務局	今井 聡子	建築環境・省エネルギー機構

実証実験部会 家電 TG

(B HE)

区分	氏名	所属
主査	堀 祐治	富山大学
委員	秋元 孝之	芝浦工業大学
委員	前 真之	東京大学大学院
幹事	澤地 孝男	建築研究所
幹事	桑沢 保夫	建築研究所
幹事	三木 保弘	国土技術政策総合研究所
幹事	田島 昌樹	国土技術政策総合研究所
幹事	三浦 尚志	建築研究所
委員	西尾 雄彦	大阪ガス
委員	近藤 修平	関西電力
委員	板垣 雅治	東京ガス
委員	酒井 涼子	東京電力
委員	梶田 卓司	TOTO
委員	吉村 正博	東邦ガス
委員	澤田 敬	パナソニック
委員	西川 弘記	パナソニック電工
委員	高橋 映音	富士ハウス
事務局	青木 正論	建築環境・省エネルギー機構
事務局	今井 聡子	建築環境・省エネルギー機構

実証実験部会 給湯 TG

(B HW)

区分	氏名	所属
主査	桑沢 保夫	建築研究所
委員	秋元 孝之	芝浦工業大学
委員	岩本 静男	神奈川大学
委員	前 真之	東京大学大学院
委員	堀 祐治	富山大学
幹事	澤地 孝男	建築研究所
幹事	田島 昌樹	国土技術政策総合研究所
幹事	三浦 尚志	建築研究所
幹事	羽原 宏美	建築研究所
幹事	住吉 大輔	建築研究所
委員	中村 正吾	オーエム計画
委員	西尾 雄彦	大阪ガス
委員	辻井 浩一	関西電力
委員	大橋 由宗	コロナ
委員	小浦 孝次	JSP
委員	小林 拓	新日本石油
委員	宮田 真理	中部電力
委員	百瀬 忠幸	デンソー
委員	板垣 雅治	東京ガス
委員	渡辺 直樹	東京電力
委員	梶田 卓司	TOTO
委員	吉村 正博	東邦ガス
委員	松田 昌明	ノーリツ
委員	西山 吉継	パナソニック
委員	西川 弘記	パナソニック電工
委員	高橋 映音	富士ハウス
委員	加藤 猛	リンナイ
事務局	青木 正論	建築環境・省エネルギー機構
事務局	今井 聡子	建築環境・省エネルギー機構

実証実験部会 換気 TG

(B V)

区分	氏名	所属
主査	田島 昌樹	国土技術政策総合研究所
委員	村田 さやか	北方建築総合研究所
幹事	澤地 孝男	建築研究所
幹事	桑沢 保夫	建築研究所
幹事	瀬戸 裕直	建築研究所
幹事	西澤 繁毅	国土技術政策総合研究所
幹事	三浦 尚志	建築研究所
委員	中村 正吾	オーエム計画
委員	市山 諭	関西電力
委員	大橋 由宗	コロナ
委員	高橋 泰雄	三協立山アルミ
委員	小林 拡	新日本石油
委員	福島 慎一郎	積水ハウス
委員	門田 茂	デンソー
委員	榎本 奈津子	東京ガス
委員	酒井 涼子	東京電力
委員	吉村 正博	東邦ガス
委員	野中 俊宏	トステム
委員	小島 昌幸	トヨタ自動車
委員	尾本 英晴	パナソニック
委員	西川 弘記	パナソニック電工
委員	辻 正雄	パナホーム
委員	菅谷 明宏	富士ハウス
委員	太田 勇	ミサワホーム
委員	佐藤 務	三菱電機
協力委員	井前 貴正	建築研究所
協力委員	松永潤一郎	マツナガ
事務局	青木 正論	建築環境・省エネルギー機構
事務局	今井 聡子	建築環境・省エネルギー機構

実証実験部会 生活スケジュール WG

(B LS)

区分	氏名	所属
主査	秋元 孝之	芝浦工業大学
委員	前 真之	東京大学大学院
委員	堀 祐治	富山大学
幹事	澤地 孝男	建築研究所
幹事	三木 保弘	国土技術政策総合研究所
幹事	田島 昌樹	国土技術政策総合研究所
幹事	西澤 繁毅	国土技術政策総合研究所
幹事	桑沢 保夫	建築研究所
幹事	三浦 尚志	建築研究所
委員	西尾 雄彦	大阪ガス
委員	辻井 浩一	関西電力
委員	足立 義彦	コロナ
委員	山口 竜一	西部ガス
委員	百瀬 忠幸	デンソー
委員	永田 敬博	東京ガス
委員	草刈 和俊	東京電力
委員	梶田 卓司	TOTO
委員	吉村 正博	東邦ガス
委員	津島 清香	富士ハウス
事務局	青木 正論	建築環境・省エネルギー機構

実証実験部会 C02 ヒートポンプ WG

(B C02)

区分	氏名	所属
主査	桑沢 保夫	建築研究所
委員	秋元 孝之	芝浦工業大学
委員	岩本 静男	神奈川大学
委員	前 真之	東京大学大学院
委員	堀 祐治	富山大学
幹事	澤地 孝男	建築研究所
幹事	三浦 尚志	建築研究所
幹事	羽原 宏美	建築研究所
幹事	住吉 大輔	建築研究所
委員	辻井 浩一	関西電力
委員	反町 俊之	コロナ
委員	宮田 真理	中部電力
委員	百瀬 忠幸	デンソー
委員	西村 秀之	東京電力
委員	西山 吉継	パナソニック
事務局	青木 正論	建築環境・省エネルギー機構

実証実験部会 燃料電池 WG

(B FC)

区 分	氏 名	所 属
主 査	桑 沢 保夫	建築研究所
委 員	秋 元 孝之	芝浦工業大学
委 員	前 真之	東京大学大学院
委 員	堀 祐治	富山大学
幹 事	澤 地 孝男	建築研究所
幹 事	田 島 昌樹	国土技術政策総合研究所
幹 事	三 浦 尚志	建築研究所
幹 事	住 吉 大輔	建築研究所
委 員	板 垣 雅治	東京ガス
事務局	青 木 正論	建築環境・省エネルギー機構

実証実験部会

ガスエンジンコジェネ WG

(B GEC)

区 分	氏 名	所 属
主 査	桑 沢 保夫	建築研究所
委 員	前 真之	東京大学大学院
幹 事	澤 地 孝男	建築研究所
幹 事	三 浦 尚志	建築研究所
幹 事	羽 原 宏美	建築研究所
幹 事	住 吉 大輔	建築研究所
委 員	西 尾 雄彦	大阪ガス
事務局	青 木 正論	建築環境・省エネルギー機構

実証実験部会

空気式集熱ソーラーシステム WG

(B OM)

区 分	氏 名	所 属
主 査	桑 沢 保夫	建築研究所
委 員	前 真之	東京大学大学院
委 員	赤 嶺 嘉彦	東京大学大学院
委 員	澤 地 孝男	建築研究所
委 員	田 島 昌樹	国土技術政策総合研究所
委 員	三 浦 尚志	建築研究所
委 員	齋 藤 宏昭	建築研究所
委 員	羽 原 宏美	建築研究所
委 員	中 村 正吾	オーエム計画
事務局	青 木 正論	建築環境・省エネルギー機構

実証実験部会 調理 WG

(B CK)

区 分	氏 名	所 属
主 査	桑 沢 保夫	建築研究所
委 員	秋 元 孝之	芝浦工業大学
委 員	堀 祐治	富山大学
委 員	澤 地 孝男	建築研究所
委 員	田 島 昌樹	国土技術政策総合研究所
委 員	齋 藤 宏昭	建築研究所
委 員	正 田 一貴	大阪ガス
委 員	辻 井 浩一	関西電力
委 員	永 田 敬博	東京ガス
委 員	渡 辺 直樹	東京電力
委 員	梶 田 卓司	TOTO
委 員	吉 村 正博	東邦ガス
委 員	芝 田 行永	ノーリツ
委 員	弘 田 泉生	パナソニック
委 員	西 川 弘記	パナソニック電工
委 員	菊 池 俊男	三菱電機
委 員	洞 谷 謙二	リンナイ
事務局	青 木 正論	建築環境・省エネルギー機構
事務局	今 井 聡子	建築環境・省エネルギー機構

第2部

自立循環型住宅設計技術資料 蒸暑地版

—エネルギー消費 50%削減を目指す住宅設計—

第1章 自立循環型住宅と省エネルギー

1.1 自立循環型住宅とは

わが国における環境に配慮した住宅技術への取り組みは、多くの病気の原因すら不明であった明治時代から衛生状態の改善の一環として着手されてきました。例えば、夏涼しく冬暖かい住まい、明るい室内、高い水質、自由にお湯を使用できるといった機能を求めて様々な工夫が凝らされてきました。時を経て 1970 年代に入り、人間社会が環境に及ぼす影響が無視できないとする思潮が台頭し、1980 年代以降は地球温暖化などの人為的な気候変動が国際的課題として浮上し、1997 年には京都議定書が作成され、2005 年には国際的に発効するに至っています。また、2008 年 1 月からは京都議定書の第一約束期間が始まるとともに、わが国の京都議定書目標達成計画の見直しや、京都議定書以降の対策の枠組みに関する国際的な取り組みが活発になっています。

1990 年代以降、住宅分野においても、建設時、居住時、解体時のそれぞれの段階での環境配慮を課題とした取り組みが推進されてきました。また、近年、日本の伝統的な住宅に使われてきた技術を再評価し、高温多湿で日射の多いわが国の気候に対して、夏涼しく冬暖かい住まいの実現を可能にする室内気候制御のための手法も検討されています。自立循環型住宅は、そうした取り組みのひとつとして位置づけることができます。

自立循環型住宅は、「自立」、「循環」という言葉からイメージされるように、本来は、住生活において必要とされるエネルギーの供給を他者から受けることなく、完結型のエネルギー受容・消費のシステムが確立した住宅を理想とするものです。しかし、それは長期的課題として念頭に置くものの、まずは京都議定書に採択された 2010 年前後の期限までに、住宅分野から二酸化炭素排出抑制に寄与しうる技術の開発・普及を目指しています。

以上のことから、自立循環型住宅を次のように定義します。

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

なお、本書で解説する自立循環型住宅のための諸技術は、遠い将来に実現可能になるといった技術ではなく、すでに実用化あるいは製品化されており、経済的な妥当性の高い身近な技術を中心としたものであり、経年により更新・発展していくべき技術です。

●地球環境問題に関する国際的動向と日本の取り組み

20 世紀後半、石油などの安価で大量なエネルギーが供給可能になり、暖冷房技術に代表される人工環境技術が急速に普及してきましたが、それにともなうエネルギー消費の増大は、温室効果ガスの排出量を高め、温暖化などの地球環境負荷の要因として認識されることとなりました。1970 年代以降、環境負荷の低減に関連して、次のような取り組みが講じられてきました。

1972 年	ローマクラブ「成長の限界」により成長から均衡への転換の必要性を提示 国連人間環境会議 人間環境宣言が採択
1978 年～	石油危機にともなう石油価格の高騰による省エネルギーへの具体的対策の加速
1979 年	省エネルギー法(エネルギーの使用の合理化に関する法律)の施行 住宅やその他の建築物における省エネルギー促進の諸基準の制定
1988 年	世界気象機構(WMO)および国連環境計画(UNEP) 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)
1992 年	地球サミット開催 二酸化炭素などの温室効果ガス排出量の抑制を目的とした気候変動枠組条約を採択
1997 年	京都議定書を作成 温室効果ガスの排出量を 2010 年までに 1990 年比で 6%削減する目標値をわが国は設定
2002 年	地球温暖化対策推進大綱 温室効果ガスの排出量を民生部門について 2010 年までに 2%削減する目標値を宣言
2005 年	先進国における二酸化炭素排出量の約 62%を占める 143 ケ国が批准したことにより京都議定書が発効
2007 年	クールアース 50(美しい星 50)を安倍首相提案 世界全体の温室効果ガスを 2050 年までに半減させるという長期的目標を提案 気候変動枠組条約第 13 回締約国会議(COP13)がインドネシア・バリ島で開催 京都議定書第一約束期間以降の枠組みを 2009 年までに合意を得て採択すること等が確定
2008 年	1 月 1 日より京都議定書第一約束期間が開始
2009 年	国連において鳩山首相が、2020 年までに 1990 年比で 25%の温室効果ガスを削減する目標を公約(主要国の削減努力を前提)。同時に、途上国支援に関する「鳩山イニシアチブ」を公表。

●日本における二酸化炭素排出量の推移

わが国における二酸化炭素排出量の推移を分野別にみます(図1)。民生部門(業務用および家庭用のエネルギー消費に起因する部分)における二酸化炭素排出量の増加が著しく、例えば、1990 年度から 2005 年度までの間に家庭用エネルギー消費部門からの二酸化炭素排出量は 36.4%の増加となっています。これは京都議定書目標達成計画における同部門の目標である 8.5～10.9%の範囲の増加状態までへの抑制のためには、第一約束期間において約 22%もの削減を達成せねばならないことを示しています。

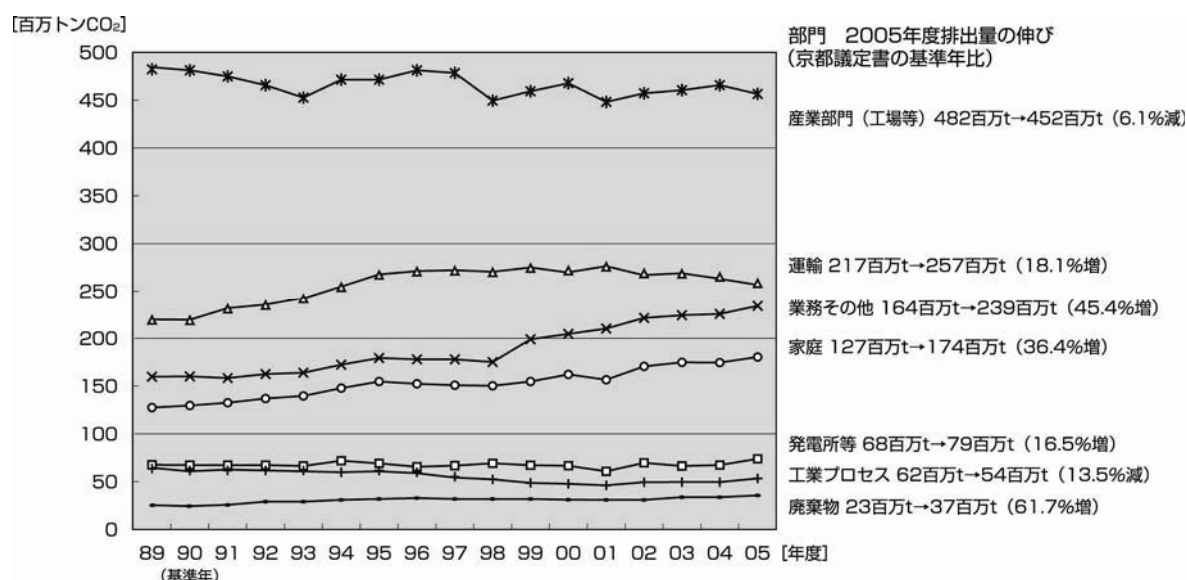


図 1 1990 年度から 2005 年度までの各分野における二酸化炭素排出量の推移

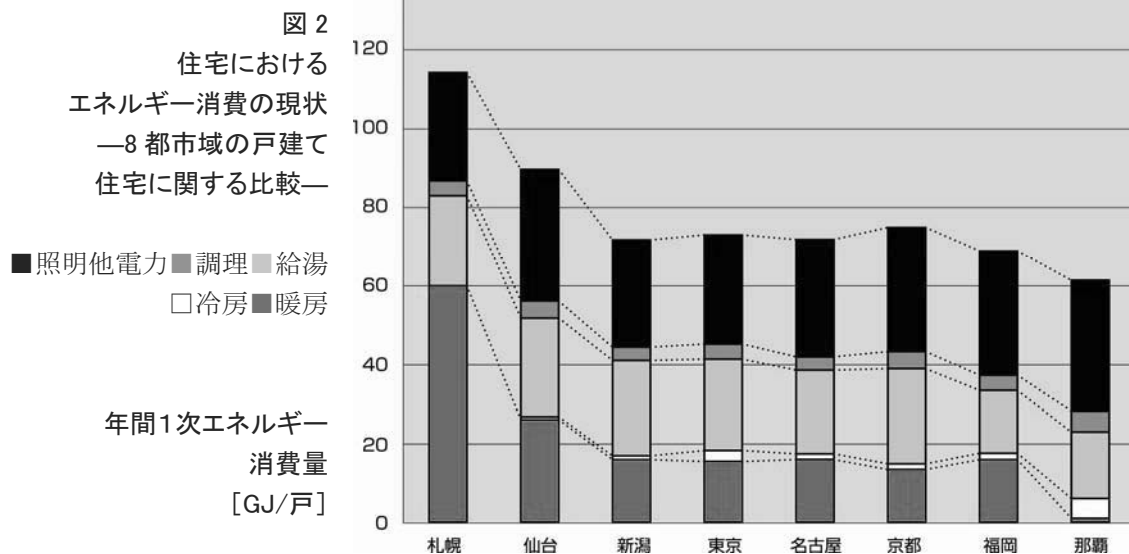
●自立循環型住宅開発プロジェクト

国土技術政策総合研究所と独立行政法人建築研究所により、平成 13 年度から 4 ヶ年にわたり、自立循環

型住宅の研究・開発プロジェクトが進められ、その成果は平成 17 年 6 月に温暖地の戸建て住宅のための「自立循環型住宅への設計ガイドライン」にまとめられ、多くの実務者に活用されています。引き続き平成 17 年度以降も後継のプロジェクトが取り組まれ、蒸暑地の戸建て住宅のための本ガイドラインがまとめられました。

1.2 住宅の居住時におけるエネルギー消費の現状と課題

住宅の居住時におけるエネルギー消費の現状は、概略的には図 2 のようになっています。気象条件を反映して、北海道や東北では暖房エネルギー消費が多く、本州や九州の温暖地では給湯および冷房エネルギー消費の割合が多くなる傾向がみられます。



蒸暑地の戸建て住宅におけるエネルギー消費の構成を詳細に分析した結果を図3に示します。VI地域の那覇では、年合計では「冷房 16%」「換気 5%」「給湯 21%」「照明 20%」「家電 32%」「調理 7%」となっています(暖房は 0%)。一方、V地域の鹿児島では、「冷房 8%」「暖房 7%」「換気 5%」「給湯 28%」「照明 17%」「家電 29%」「調理 6%」となっています。家電についてその内訳をみると、両地域とも冷蔵庫とテレビの占める割合が多いことがわかります。

全体として大きな省エネルギー効果を得るためには、単一の用途のみに対策を施すのでは十分ではなく、様々なエネルギー用途の各々に対策を講じる必要があります。

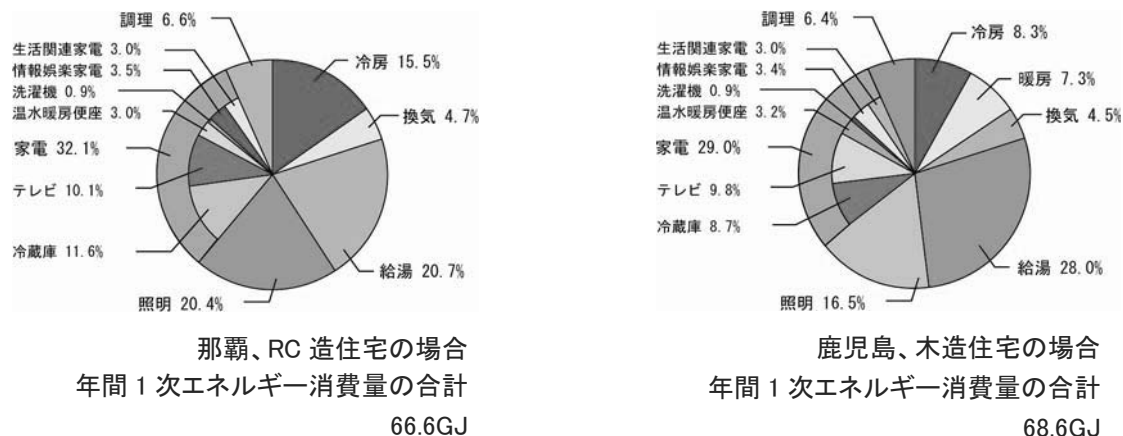


図 3 蒸暑地の戸建て住宅における年間 1 次エネルギー消費量の割合

1.3 自立循環型住宅が目指す室内環境性能

居住時のエネルギー消費量の削減を目指すための自立循環型住宅ですが、一方で快適な環境、すなわち住まい手が「心地よい」と感じられる環境を形成することも忘れてはならない目標です。「心地よい」と感じる環境の質は、住まい手の居住歴や年齢、好みによって個人差があります。また、同じ住まい手でも、住宅の立地条件によって希求する環境の質は変わります。すなわち、住まい手が希求する「心地よい」環境は千差万別でかつ変容するものであり、寒さ、暑さ、暗さなどの生理的ストレス(住まい手が希求する質とのずれによる生理的な不快感)を皆無とすることが必ずしも至上目的ではありません。

住まい手の環境の質への希求の程度は、変化を許容する緩やかなものや、安定を求める厳しいものなど様々です。当然のことながら、住まい手には希求する環境を選択する自由があります。そうした住まい手の自由を保障して幅広い考え方を許容し、住まい手にふさわしい環境の質を備えた住宅の実現を自立循環型住宅は目指しています。

機械設備や商用エネルギーのみに依存するのではなく、建築的工夫や自然エネルギーの活用を前提としている自立循環型住宅であればこそ、過大な快適性の水準を住まい手の要求を無視して常に提供するのではなく、住まい手が環境形成のために働きかける能動性を重視します。そのために、住まい手の工夫や対処が生かされるような仕様や建築的仕つらえが用意されていることが求められます。室温や外気温に応じた暖冷房器具のきめ細かな発停、風や日射に応じた窓の開閉や日射遮蔽器具の装着、居場所や行為に応じた照明器具の点灯・消灯など、住まい手の好みに応じた操作や調整が可能となるような、設計上の工夫が大切となります。

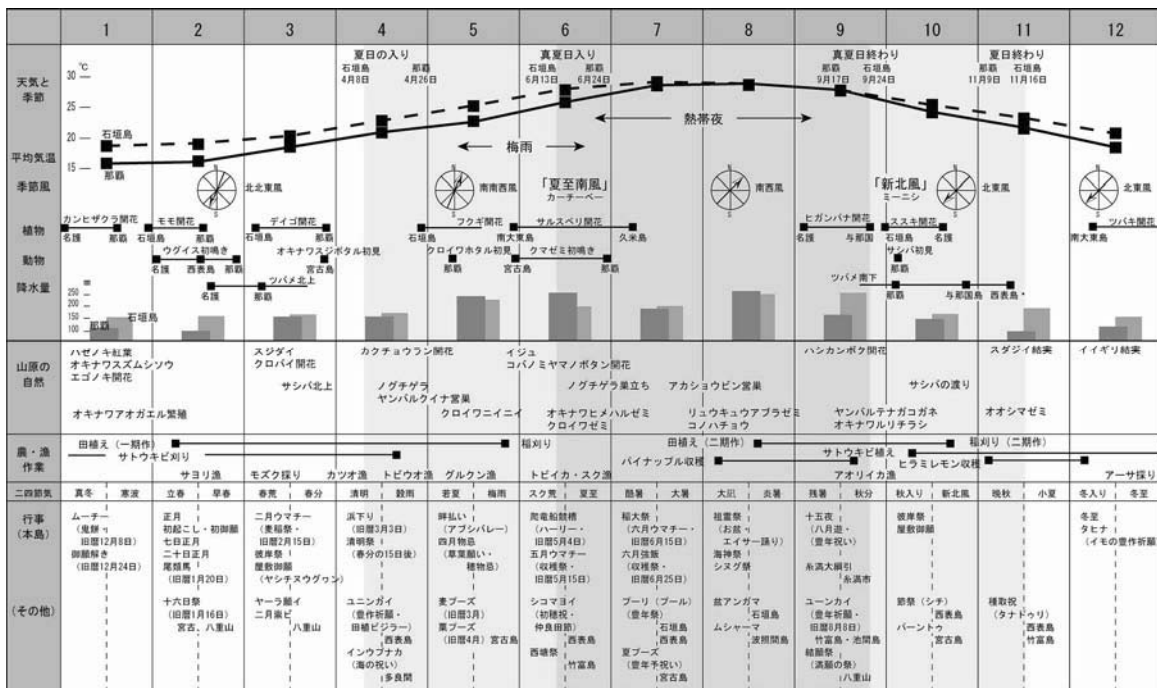


図4 季節の移ろいとともにある沖縄の暮らし

出典:「沖縄県環境共生住宅基本計画」沖縄県土木建築部住宅課発行

1.4 蒸暑地の気候および住宅の特性

1.4.1 蒸暑地の対象地と気候特性

本書が対象としているVI地域は沖縄県の島嶼部を含む地域、V地域は南九州、四国の南部など東京以西で主として太平洋沿岸部に分布する地域です(表1)。

各地域の気候は多様ですが、概ね次のような特性があります(表2)。

- ・VI地域は、亜熱帯海洋性気候に属し、高温多湿で年間の気温差は小さく、冬期でも16℃前後の暖かさで、10℃を下回る日はほとんどありません。一方、夏期は30℃を大幅に超える日は少なく、相対湿度は高いですが風速が大きいため涼しさを感じることもあります。台風の常襲地域であり、年間通じて風は強く、また梅雨期以外にも雨は比較的多く降ります。低緯度のため太陽高度は高く、紫外線が強く地上に届きます。
- ・V地域は、広範に分布していますが、年間通じて温暖多湿で、多雨な地域といえます。とくに梅雨期、台風期には集中豪雨や極度に強い風が発生するところもあります。また、一般に日照時間は長く、全天日射量も多い地域といえます。

表1 おもな蒸暑地

VI地域	沖縄県(沖縄本島及び宮古島、石垣島等約160の島嶼部)	
V地域 (16都県)	鹿児島県(北部の山間地を除いた区域) 宮崎県(西部の山間地を除いた区域) 大分県(南西部の沿岸区域の一部) 熊本県(西南部の平野部、島嶼部) 長崎県(東部の一部、対馬、壱岐を除いた区域) 福岡県(福岡市の一部) 高知県(南部の沿岸区域の大半) 愛媛県(西部の沿岸区域の一部)	徳島県(南西部の沿岸区域の一部) 山口県(下関市) 和歌山県(南部、西部の一部) 三重県(南部の沿岸区域の一部) 静岡県(伊豆半島の南部、御前崎など) 東京都(伊豆諸島、小笠原諸島) 千葉県(銚子市) 茨城県(波崎町)

表2 蒸暑地の主要都市の気象データ(平年値)

主要都市		気温(℃) 年平均 (1月)	降水量 (mm) 年合計	相対湿度 (%) 年平均	風速 (m/s) 年平均	風向 年最多 (8月)	日照時間 (時) 年合計	全天日射 (MJ/m ²) 平均
VI地域	那覇	22.7 (16.6)	2036.9	75	5.3	北北東 (南東)	1820.9	13.9
	宮古島	23.3 (17.7)	2019.3	79	4.8	北北東 (南)	1768.5	14.6
	石垣島	24.0 (18.3)	2061.0	77	4.7	北北東 (南南西)	1852.6	15.0
V地域	鹿児島	18.3 (8.3)	2279.0	71	3.4	北西 (北東)	1918.9	13.5
	宮崎	17.2 (7.6)	2457.0	75	3.2	北西 (北西)	2108.4	13.9
	高知	16.6 (6.1)	2627.0	68	1.8	西 (西)	2120.1	14.0
IV地域 (参考)	東京	15.9 (5.8)	1466.7	63	3.3	北北西 (南)	1847.2	11.6

※気象庁ホームページを参考に作成。

1.4.2 蒸暑地の住宅の特徴

蒸暑地に建設されている住宅の統計をみると、構造や建て方についてVI地域とV地域では異なる傾向がみられます(表3)。

- ・VI地域(沖縄県)では、総住宅数の過半を共同住宅が占め、戸建て住宅の数を若干上回っています。このうち戸建て住宅についてみると、鉄筋コンクリート造の住宅が8割を超えています。平屋建て住宅と2階建て住宅の割合はほぼ同等ですが、近年、2階建て住宅が増加している傾向があります。また、延床面積の平均は110㎡程度です。
- ・V地域の3県(鹿児島県、宮崎県、高知県)について全県のデータをみると、戸建て住宅が総住宅数の7割を占め、そのうち木造住宅が9割を超えています。階数は、県により割合に差がありますが、近年、2階建て以上の割合が増加しつつあり、鹿児島県・宮崎県で過半、高知県で8割超となっています。また、延床面積の平均は、100㎡台から110㎡超となっています。

表3 蒸暑地の住宅の建て方、構造等

地域・県		総住宅数 (戸)	建て方(%)		戸建て住宅の構造(%)		戸建て住宅の階数 (%)	
			戸建て住宅	共同住宅	木造防火 木造	鉄筋・鉄骨コ ンクリート造	平屋建	2階以上
VI地域	沖縄県	465,000	45.9	50.3	13.7	82.4	48.6	51.4
			34.5	63.8	4.4	89.1	35.6	64.4
V地域	鹿児島県	699,700	72.9	24.0	92.8	5.3	68.8	31.2
			59.9	38.5	90.0	6.0	53.9	46.1
	宮崎県	435,300	72.7	24.0	95.7	2.7	62.1	37.9
			61.4	37.9	93.0	4.2	49.0	51.0
	高知県	318,400	70.7	25.1	92.7	4.0	25.2	74.8
			55.7	41.2	88.9	5.6	14.7	85.3

※総務省統計局 平成15年住宅・土地統計調査データを参考に作成。

上段は全体の割合、下段は平成11年から15年に建設された住宅の割合を示しています。

戸建て住宅の階数は、比率の高い構造形式の住宅について示しています。



図5 沖縄・那覇市内の一般的な住宅地

以上のことから本書では、VI地域については鉄筋コンクリート造住宅、V地域については木造住宅を対象にしています。住宅の居住時において消費されるエネルギーは、VI地域とV地域の住宅で違いがあります。また、自立循環型住宅の設計に有効な要素技術には、両地域で個別に扱うことが妥当なものもあれば、一括りで共通に扱っても支障がないものもあります。詳細については、第3章以降で解説します。

第2章 自立循環型住宅の設計プロセスと要素技術の概要

2.1 自立循環型住宅の設計フロー

自立循環型住宅が目標としている「居住時のエネルギー消費の削減」と「心地よい室内環境の形成」を実現するためには、自然エネルギー活用や建物外皮の熱遮断による「建築的手法」と、高効率の設備機器導入による「設備的手法」を設計する住宅の特性に応じて組み合わせる必要があります。設計者は、手法を組み合わせることで総合的に設計の適正解を導くために、検討の優先度や設計手順における前後関係を意識して設計を進めることが大切です。図 1 は、自立循環型住宅の設計手順を例示したものであり、設計の手戻りをできるだけ少なくし、目標の達成のために不可欠な段階と検討項目を示しています。

自立循環型住宅の設計手順は、住宅の標準的な設計手順に準拠するものです。本書では、この住宅の標準的な設計手順を、「与条件・要求条件の把握」、「設計目標・方針の設定」、「設計モデル化」、「設計モデルの分析・効果の検証」の 4 段階で捉えています。この 4 つの各段階に対応させて、自立循環型住宅の設計・検討の内容と具体的な検討項目を、図 1 の設計フローに示しています。

自立循環型住宅の設計手順の概要を以下に説明します。

◆手順 1 自立循環型住宅の設計要件の把握 (i 与条件・要求条件の把握)

設計と条件の中から、実現可能な自立循環型住宅の特性を方向づける「敷地の自然エネルギー利用の可能性」と「ライフスタイルの指向」に着目し、その把握を行う段階です。

◆手順 2 自立循環型住宅の設計目標像の設定 (ii 設計目標・方針の設定)

手順 1 を踏まえ、自立循環型住宅の目標像を設定する段階です。設定した目標像に対して、要素技術の適用の可否や水準を検討することが有効です。2.3.2 に目標像の典型と考えられる住宅タイプを掲げているので、参考として下さい。

◆手順 3 自立循環型住宅の設計にかかる基本的事項への配慮 (iii 設計モデル化-1)

建物配置計画、平面計画、断面・立面計画など計画・設計の初期段階で、自立循環型住宅の設計上配慮しておくことが望まれる基本的な事項について検討する段階です。そうした基本的事項を 2.3.3 に掲げているので、具体の設計に先立って確認・検討して下さい。

◆手順 4 要素技術の適用検討 (iii 設計モデル化-2)

自立循環型住宅の内容を確定する要素技術の適用を具体的に検討し、設計モデルの総合化を行う段階です。本書では、表 1 に示すように、熱・空気・光・その他の環境計画分野に関連のある 13 種類の要素技術を取り上げており、それらを「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」の 3 つに分類しています。

自立循環型住宅は、その敷地がもっている自然のポテンシャルが最大限生かされることが前提であり、「自然エネルギー活用技術」と「建物外皮の熱遮断技術」をまず優先して検討し、次いで「省エネルギー設備技術」の検討を行うことが推奨されます。「心地よい」室内環境を形成しつつエネルギー消費を削減するためには、様々な要素技術の中から設計条件に見合うものを選択し、かつ適正に組み合わせることが大切です。

◆手順 5 フィージビリティスタディ (iv 設計モデルの分析・効果の検証)

検討された設計モデルについて、エネルギー消費量(二酸化炭素排出量)およびコストの検証を行う段階です。

目標が達成されない場合は、設計モデルの見直し検討を行って下さい。

表 1 本書で取り上げている要素技術

		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の利用

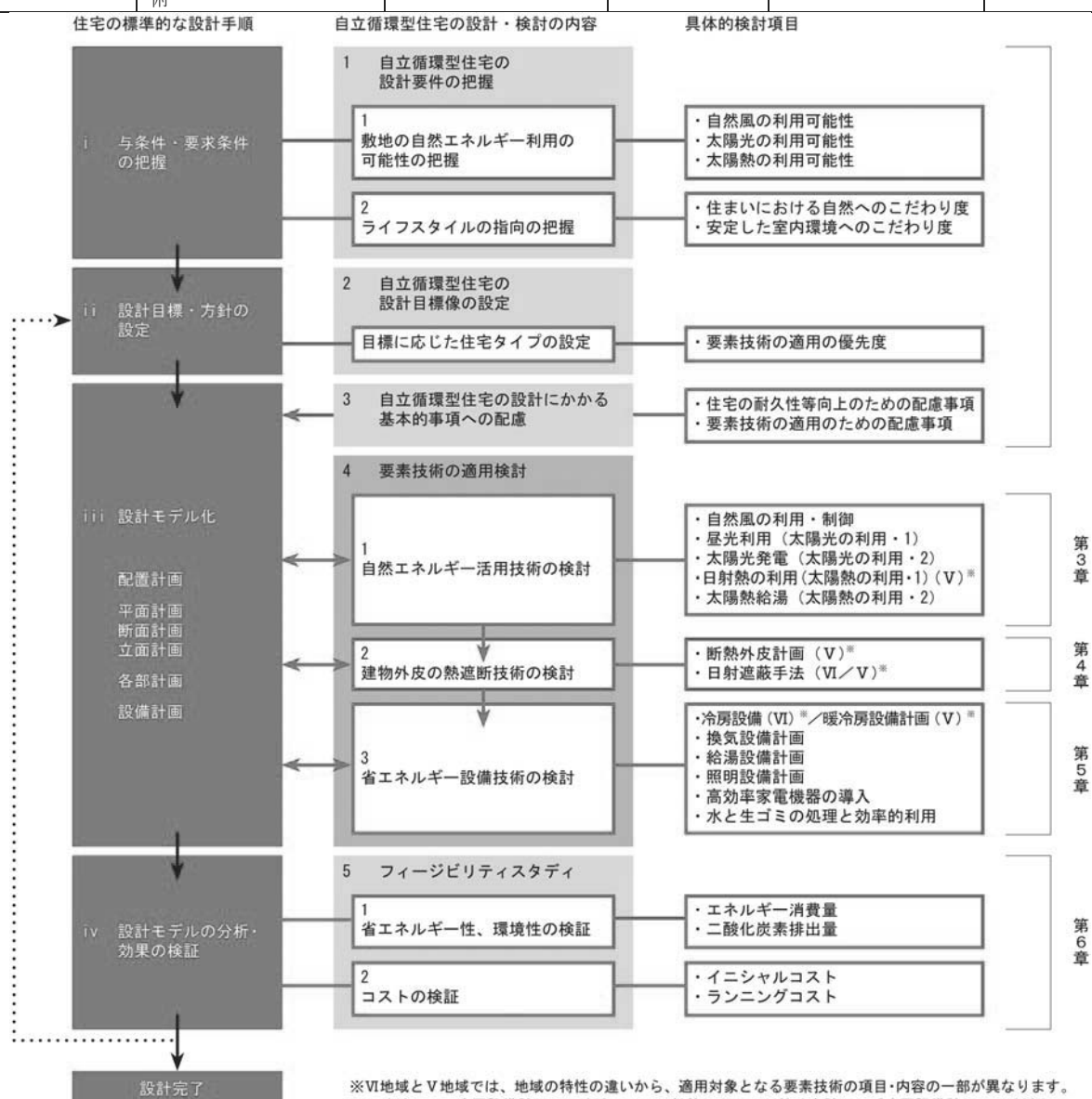


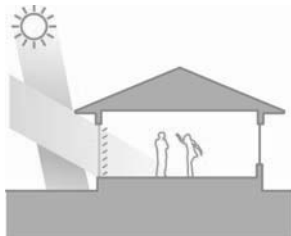
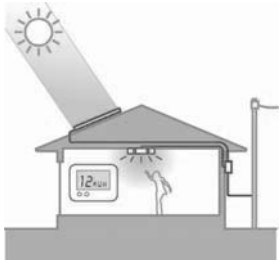
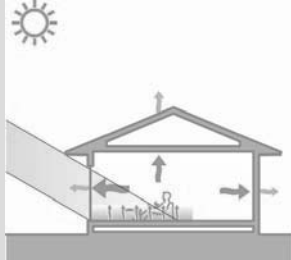
図 1 自立循環型住宅の設計フロー

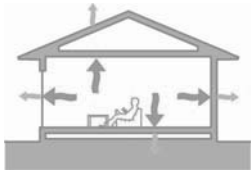
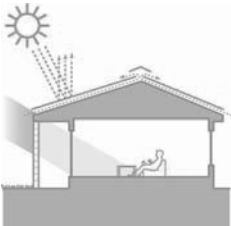
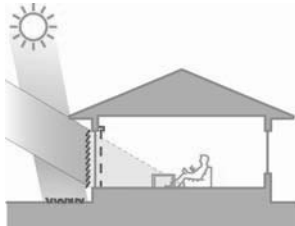
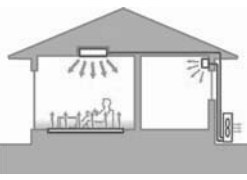
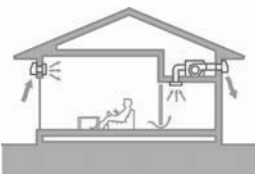
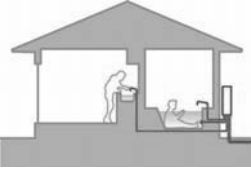
2.2 要素技術の概要

2.2.1 要素技術と手法の一覧

本書で取り上げている自立循環型住宅設計のための要素技術は13種類で、「自然エネルギー活用技術」が5種類、「断熱外皮の熱遮断技術」が2種類、「省エネルギー設備技術」が6種類です。蒸暑地のVI地域とV地域では、地域の特性の違いから、適用対象となる要素技術の項目・内容の一部が異なりますので、注意して下さい。

要素技術には、省エネルギー効果があるとして推奨される設計手法(以下、「手法」といいます)を設定しています(一部の要素技術は手法を設定していません)。

自然エネルギー活用技術	01 自然風の利用・制御(3.1)  手法1 通風経路上の開口部面積の確保 手法2 卓越風向に応じた開口部配置 手法3 高窓の利用	02 昼光利用(太陽光の利用・1)(3.2)  手法1 直接的な昼光利用手法(採光手法) 手法2 間接的な昼光利用手法(導光手法)
	03 太陽光発電(太陽光の利用・2)(3.3)  (太陽光発電システムの設置の有無・容量など-手法を設定していません)	04 日射熱の利用(太陽熱の利用・1)(3.4)  手法1 開口部の断熱手法 手法2 開口部からの集熱手法 手法3 蓄熱手法
	05 太陽熱給湯(太陽熱の利用・2)(3.5)  手法1 集熱面積の確保等 手法2 補助熱源との適正な接続 手法3 省エネ型の循環ポンプの採用	凡例 VI地域とV地域共通に有効な要素技術 VI地域に有効な要素技術 V地域に有効な要素技術 ()の表記は第3章～第5章の解説箇所を示します。

06 断熱外皮計画(V地域)(4.1)  (断熱材厚、開口部仕様、取合い部気流止めの措置、防露対策など一手法を設定していません)	07-1 日射遮蔽手法(VI地域)(4.2)  手法1 外部遮蔽装置による日射遮蔽手法 手法2 躯体による日射遮蔽手法	07-2 日射遮蔽手法(V地域)(4.3)  手法1 開口部の日射遮蔽手法 手法2 屋根の日射遮蔽手法 手法3 外壁の日射遮蔽手法 手法4 その他の日射遮蔽手法
08-1 冷房設備計画(VI地域)(5.1)  手法1 高効率エアコンの導入 手法2 扇風機・天井扇の採用	08-2 暖冷房設備計画(V地域)(5.2)  方式1 エアコン暖冷房 方式2 ガス・石油温水暖房 方式3 FF式暖房 方式4 ダクト式セントラル暖冷房	09 換気設備計画(5.3)  方式1 ダクト式換気システム 手法1 ダクト等の圧力損失低減 手法2 高効率機器の導入 方式2 壁付け式換気システム 手法1 ファンと屋外端末の組み合わせの適正化
10 給湯設備計画(5.4)  手法1 太陽熱利用 手法2 高効率給湯機の導入 手法3 給湯設備各部の省エネルギー設計・工法等	11 照明設備計画(5.5)  手法1 機器による手法 手法2 運転・制御による手法 手法3 設計による手法	
12 高効率家電機器の導入(5.6)  (最重点家電・重点家電の高効率化など一手法を設定していません)	13 水と生ゴミの処理と効率的利用(5.7)  手法1 節水型機器の利用 手法2 雨水・排水再利用システムの採用 手法3 雨水浸透枳等の採用 手法4 排水の高度処理技術の採用 手法5 生ゴミの効率的処理技術の採用	

2.2.2 削減対象のエネルギー用途

1 要素技術による削減対象のエネルギー用途

住宅の居住時に消費されるエネルギー用途を、本書では、冷房、暖房、換気、給湯、照明、家電、調理および水の8つに分類しています。要素技術を用いて削減できるエネルギー用途は下表の通りで、冷房や暖房エネルギーなどは、複数の要素技術が影響を及ぼし合います(表2)。

表2 住宅のエネルギー用途と要素技術の関係

要素技術	削減対象のエネルギー用途(○を付けたもの)							
	冷房	暖房	換気	給湯	照明	家電	調理	水
1) 自然風の利用・制御	○		○					
2) 昼光利用					○			
3) 太陽光発電								
4) 日射熱の利用(V)		○						
5) 太陽熱給湯				○				
6) 断熱外皮計画(V)	○	○						
7) 日射遮蔽手法(VI/V)	○							
8) 冷房設備(VI)	○							
暖冷房設備計画(V)	○	○						
9) 換気設備計画			○					
10) 給湯設備計画				○				
11) 照明設備計画					○			
12) 高効率家電機器の導入						○		
13) 水と生ゴミの処理と効率的利用								○

以下では、冷房、暖房、給湯、照明エネルギーに着目して、要素技術相互の関連性を説明します。

1) 冷房エネルギーに関して

関連する要素技術……自然風の利用・制御、断熱外皮計画、日射遮蔽手法、
冷房設備・暖冷房設備計画(冷房)

・夏期や中間期に冷房設備にのみ依存しないで室内を涼しく保つには、通風と日射遮蔽(V地域においては断熱外皮計画を含む)を両立させることが重要です。これらは、いずれも窓や底などの設計と係わります。窓の日射遮蔽のためにルーバーやカーテンのような付属部材を使う場合には、通風を阻害しないように配慮することが必要です。一方、庇や袖壁などの形状を工夫することによって、日射を遮蔽するだけでなく、強風・強雨から窓を守ることも可能です(3.1、4.2、4.3 参照)。

2) 暖房エネルギーに関して

関連する要素技術……日射熱の利用、断熱外皮計画、暖冷房設備計画(暖房)

・日射熱の利用と暖房設備計画により削減できるエネルギーは、断熱水準の影響を大きく受けます。冬期に窓から室内に取り入れた日射熱を有効に利用して暖房負荷を抑えるためには、とくに開口部の断熱性を高めて窓からの熱損失を小さくすることが必要になります(3.4、4.1 参照)。

・断熱水準の違いによって暖房室と非暖房室の温度差が大きくなったり、同じ暖房方式でも室内温度を維持するために必要となる暖房運転時間に差が現れたりします。とくにセントラル方式に代表される広い範囲、長い時間の暖房運転方式を求めるライフスタイルに対しては、断熱水準を高めることによりランニングコストを軽減することが重要となります(4.1、5.2 参照)。

3) 給湯エネルギーに関して

関連する要素技術……太陽熱給湯、給湯設備計画

- ・太陽熱給湯と給湯設備計画は、給湯設備の熱源に違いがあり、前者は太陽熱、後者はガス、石油、電気のいずれかを熱源とするものです。太陽熱給湯を採用した場合、給湯機を補助熱源として組み合わせて計画することが一般的であり、採用する太陽熱給湯の方式と補助熱源の種類の組み合わせの適否に配慮することが必要です(3.5、5.4 参照)。

4) 照明エネルギーに関して

関連する要素技術……昼光利用、照明設備計画

- ・照明エネルギーの消費に関係する昼光利用と照明設備計画は、一体的な検討をすることが望めます。例えば、昼光利用を積極的に導入する場合には、自然採光の状況に応じて、昼間時の照明の点灯・消灯を容易に行えるような制御方式・範囲や器具配置とすることにより、照明エネルギーの削減効果をより高めることが可能になります(3.2、5.5 参照)。

2 要素技術の交互作用について

要素技術の中には、他の要素技術の影響を受けるために、要素技術単独で評価した場合とは省エネルギー性が変わるものがあります。期待される省エネルギー性を十分に発揮させるには、要素技術を個別に検討するだけでなく、複合的に検討することが必要になります。

例えば、「自然風の利用・制御」による冷房エネルギーの削減効果は、同じ生活・環境条件のもとでも、日射遮蔽対策の手厚さや照明設備機器・家電機器の使用方法に伴う内部発熱の量の変動などによって異なります。

こうした一つの要素技術の省エネルギー性に対し他の要素技術が関係することを、本書では「交互作用」と呼びます。交互作用には、他の要素技術との関係によって効果が高められる相乗的な作用と、効果が損なわれる相反的な作用があります。

住宅全体の省エネルギー性を推計する際には、これらの交互作用を考慮することで、より精度の高い省エネルギー効果の評価につながります。

2.3 各設計手順の概要

2.3.1 自立循環型住宅の設計要件の把握

1 敷地の自然エネルギー利用の可能性

自立循環型住宅の設計目標像は、対象敷地において太陽光・太陽熱エネルギーや自然風などの自然のポテンシャルをどの程度生かし得るかによって変わります。そのため設計者は、地域の気象条件や立地条件（建物密集度などの敷地周辺状況）を確認し、自然エネルギー利用の可能性を把握することが必要になります。

敷地がもっている自然のポテンシャルを総合的にみると、自然エネルギー利用を比較的容易に行える郊外型立地や、自然エネルギー利用に工夫を必要とする（あるいは利用が困難な）都市型立地として捉えることができます（表3）。

こうした捉え方をもとに、主に自然エネルギー活用技術の適用に際して、具体的に立地条件を評価することとしています（表5参照）。

表3 立地区分と自然エネルギー利用の可能性のイメージ

立地区分	自然エネルギー利用の可能性
郊外型立地 ↑ ↓ 都市型立地	自然エネルギー利用が容易な敷地 自然エネルギー活用技術の適用による効果が高いことが見込まれ、積極的に採用することが望ましい。
	自然エネルギー利用のために工夫が必要な敷地 自然エネルギー活用技術の適用に際して、設計上の工夫が必要である。
	自然エネルギー利用が困難な敷地 自然エネルギー活用技術の適用による効果は低いと考えられる。

以下に、気象条件と立地条件の影響について、概説します。

1) 気象条件の影響

自然風の利用可能性に対しては中間期および夏期における外部風の特性、太陽光の利用可能性に対しては日射量、太陽熱の利用可能性に対しては主に冬期における日射量や外気温などが関連します。これらの関係を自然エネルギー活用技術の各要素技術についてみると、以下のようになります（表4）。

表4 立地区分と自然エネルギー利用の可能性への影響因子・1（気象条件）

要素技術	主な影響因子	一般的な影響のしかた
自然風の利用・制御	外部風速	外部風速が大きいほど、自然風の利用可能性は高くなる。
	外部風向	外部風向は様々に変化するが、日中または夜間に風上となる頻度の高い方位と開口部の関係に配慮することで、自然風を有効に生かす。
太陽光発電	年間の日射量	日射量が大きいほど、太陽光発電による発電量は大きくなる（ただし、わが国においては地域による差はそれほど顕著でない）。
日射熱の利用	冬期の日射量 冬期の外気温 (PSP 区分)	冬期における日射量が大きく、外気温が高いほど、日射熱の利用可能性は高くなる。
太陽熱給湯	日射量 冬期の外気温 降雪・積雪量	日射量が大きく、冬期における外気温が高く、降雪・積雪量が少ないほど、給湯への太陽熱利用の可能性は高くなる（ただし、蒸暑地での地域による差は小さい）。

各要素技術への気象条件の影響のしかたの詳細や、気象条件の把握のしかたについては、第3章で解説しています。

2) 立地条件の影響

立地条件については、主に対象敷地周辺の建物等の密集度、高層化等の程度、騒音などの環境阻害要因の有無などが影響します。これらの影響因子を自然エネルギー活用技術の各要素技術についてみると、以下ようになります(表5)。要素技術の適用による省エネルギー効果の検証にあたっては、これらの立地条件を定量的に評価することが望ましいため、一部の要素技術については簡易な評価方法を提案しています(詳細については、第3章参照)。

また、夏期や中間期における日射遮蔽がとくに重要となる蒸暑地では、敷地周辺の建物等が日射の遮蔽物として有効となる場合があります。VI地域における「日射遮蔽手法」では、この周辺建物等による遮蔽効果を加味して評価することとしています。

表5 自然エネルギー利用の可能性への影響因子・2(立地条件)

要素技術	主な影響因子	一般的な影響のしかた	評価指標(評価等に際しての各立地区分)
自然風の利用・制御	敷地周辺の建物密集度	敷地周辺における建物等の密集度が小さいほど、自然風の利用可能性は大きくなる。	区域建蔽率(立地1～2)
昼光利用	日照障害の程度	敷地周辺建物等による日影の影響が小さいほど、昼光利用可能性は大きくなる。	——(立地1～3)
太陽光発電	日照障害の程度	敷地の地形や敷地周辺建物等による日影の影響が小さいほど、太陽光発電による発電量は大きくなる。	——
日射熱の利用	日照障害の程度	冬期における敷地周辺建物等による日影の影響が小さいほど、日射熱の利用可能性は高くなる。	冬期の日照時間(立地1～3)
太陽熱給湯	日照障害の程度(主に屋根面に対して)	主に屋根面への日射を妨げる建物等の影響が小さいほど、給湯への太陽熱利用の可能性は高くなる。	——
日射遮蔽手法(参考)	敷地周辺の建物密集度	敷地周辺における建物等の密集度が大きいほど、それによる日射遮蔽効果を大きく見込むことができる。	周辺建物等からの水平距離(立地1～3) ※VI地域

各要素技術への立地条件の影響のしかたの詳細については、第3章で解説しています。

2 ライフスタイルの指向

自立循環型住宅の設計目標像は、住まい手の日常の暮らしの中における自然との係わり方や環境の安定性に対する考え方によって変わります。そのため、住生活における自然エネルギー利用や設備技術の導入に対する意識を把握することが必要になります。

ここでは、自然エネルギー利用についての意識として「住まいにおける自然へのこだわり度」に着目し、設備技術の導入についての意識として「不快感を排除した安定した室内環境へのこだわり度」に着目することとしました。表6のように、それぞれの意識の程度を3段階に分けて評価を行います。

表6 ライフスタイルの指向についての確認事項

確認事項	内 容	意識の程度
自然へのこだわり度	風の強弱、多少の寒暑や明暗など、変化のある環境を楽しむ意識の度合い	☐ 高い ☐ ふつう ☐ 低い
不快感を排除した安定した室内環境へのこだわり度	暑い、寒い、暗いといった不快感あるいは生理的なストレスを極力排除した安定した室内環境を希求する度合い	☐ 高い ☐ ふつう ☐ 低い

自然へのこだわり度と安定した室内環境へのこだわり度を組み合わせて、住まい手が指向するライフスタイル

を捉えます。ここでは、典型的と考えられるライフスタイルの指向として次の3つを参考に掲げます(表7)。

- イ) 伝統的自然生活指向……変化のある環境を楽しむことを大切にして、自然エネルギーを最大限活用する。
- ロ) 自然生活指向……自然エネルギーを活用しながら、省エネルギー設備利用と両立させる。
- ハ) 設備生活指向……安定した室内環境を希求し、省エネルギー設備を優先して利用する。

表7 ライフスタイルの指向の分類

安定した室内環境への こだわり度	住まいにおける自然への こだわり度		
	高い	ふつう	低い
低い	イ) 伝統的自然生活指向	ロ) 自然生活指向	
ふつう			
高い			ハ) 設備生活指向

2.3.2 自立循環型住宅の設計目標像の設定

2.3.1の「敷地の自然エネルギー利用の可能性」と「ライフスタイルの指向」を把握した結果により、設計しようとする自立循環型住宅の目標像を設定して下さい。

自立循環型住宅の設計目標像としては、表8 および次頁以降の設計イメージに示すように、タイプⅠ・Ⅱ・Ⅲの3つの住宅タイプが典型として考えられます。これらのタイプは、3つのライフスタイルの指向に対応するものとして、参考に掲げたものです。タイプごとにどの要素技術を優先して適用するかは変わってきますので、設計者はこれらのタイプを参考にして住宅の設計目標像を設定し、要素技術の適用優先度を考慮して、具体的な手法の検討を行うことが有効です。

3つの住宅タイプの間にも多様な住宅像を想定することができます。立地条件や住まい方などに応じて、ふさわしい設計目標像を設定して下さい。

表 8 自立循環型住宅の設計目標像(典型タイプ)と要素技術の適用イメージ

自立循環型住宅の設計要件		要素技術の適用イメージ			
敷地の自然エネルギー利用の可能性	ライフスタイルの指向	自立循環型住宅の設計目標像 (典型タイプ)	要素技術の分類	適用の優先度	概要
郊外型立地 自然エネルギー利用を比較的容易に行える立地	伝統的 自然生活 指向 自然エネルギーを最大限活用する	住宅タイプⅠ 自然エネルギーを主として利用して快適さを達成できる住宅	自然エネルギー活用技術	◎	自然風、日光などを最大限取り入れる。 暑さ、寒さ等に応じた室内環境調整のための建築的対策を十分に施す。
			建物外皮の熱遮断技術	◎	地域の気候特性などに応じて、日射熱の侵入防止措置や、断熱化による保温を十分に行い、冷暖房負荷の低減をはかる。
			省エネルギー設備技術	△	冷暖房設備や照明設備など、設備的措置を必要に応じて導入する エネルギー効率の高い設備機器を可能な範囲で導入する。
	自然生活 指向 自然エネルギーを活用しながら、省エネルギー設備利用と両立させる	住宅タイプⅡ 自然エネルギー利用と設備利用を両立させて快適さを達成できる住宅	自然エネルギー活用技術	○	自然風、日光などを、設計上の工夫などにより、できるだけ取り入れる。 暑さ、寒さなどに応じた室内環境調整のための建築的対策を可能な範囲で施す。
			建物外皮の熱遮断技術	◎	地域の気候特性などに応じて、日射熱の侵入防止措置や、断熱化による保温を十分に行い、冷暖房負荷の低減をはかる。
			省エネルギー設備技術	○	冷暖房設備や照明設備など、設備的措置を活用して室内環境の調整をはかる。 エネルギー効率の高い設備機器を可能な範囲で導入する。
	設備生活 指向 省エネルギー設備を優先して利用する	住宅タイプⅢ 設備を主として利用して快適さを達成できる住宅	自然エネルギー活用技術	△	自然風、日光などを、可能な範囲で補助的に取り入れる。
			建物外皮の熱遮断技術	◎	地域の気候特性などに応じて、日射熱の侵入防止措置や、断熱化による保温を十分に行い、冷暖房負荷の低減をはかる。
			省エネルギー設備技術	◎	冷暖房設備や照明設備など、設備的措置を優先的に活用し室内環境調整をはかる。 エネルギー効率の高い設備機器を積極的に導入する。
都市型立地 自然エネルギー利用に工夫を必要とする (あるいは利用が困難な)立地					

要素技術適用の優先度 ◎:高い、○:中程度、△:低い

VI地域（RC 造住宅）の自立循環型住宅 設計イメージ

■住宅タイプ I 伝統的自然生活指向

住宅・生活のイメージ

郊外に立地する規模の大きい敷地に

建つ4人家族向けの平屋建て住宅です。

広い間口で、リビング・ダイニングを中心

として個室を連続させた開放的な間取りで、
南側と東側に深い庇のある雨端（あまはじ）
を連続させています。

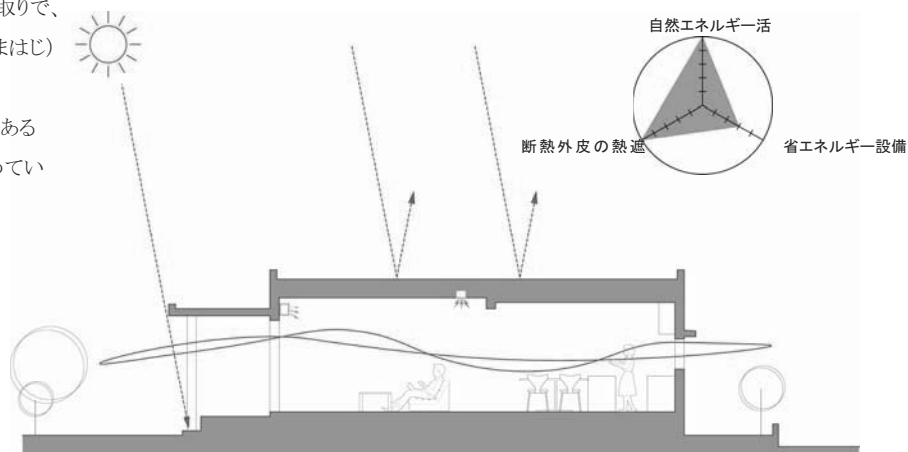
西側に水廻りを配置し、花ブロックのある
物干しを設けて日射遮蔽効果を高めてい
ます。

坪庭は陽の当たらない屋外で、
そこに面する各室の通風・排熱の
向上に寄与しています。

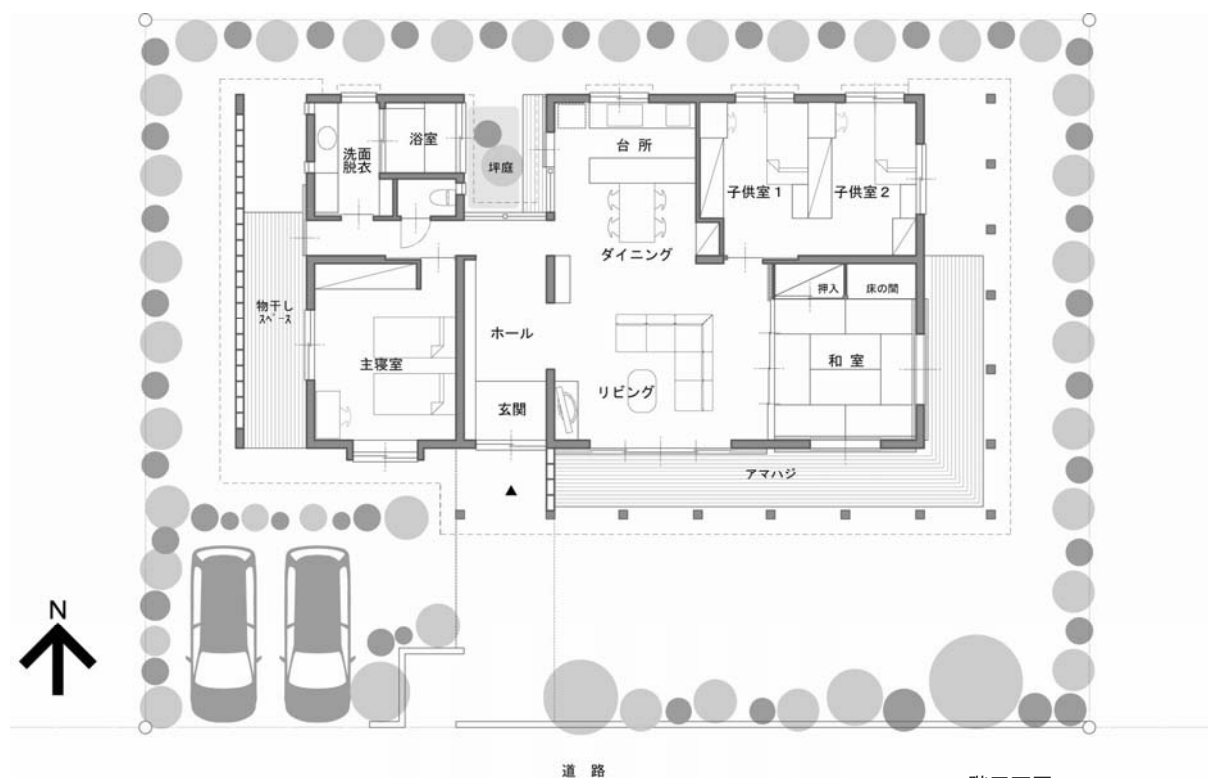
・敷地面積 432.0 m² (130.7 坪)

・建築面積 185.5 m² (56.1 坪)

・延床面積 145.3 m² (44.0 坪)



■断面イメージ図



■1階平面図

■住宅タイプⅡ

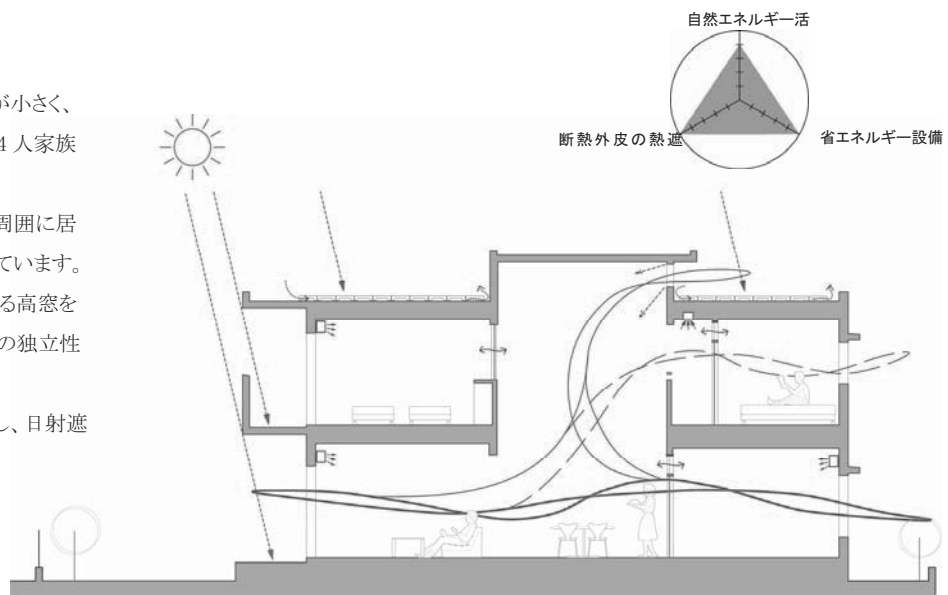
自然生活指向

住宅・生活のイメージ

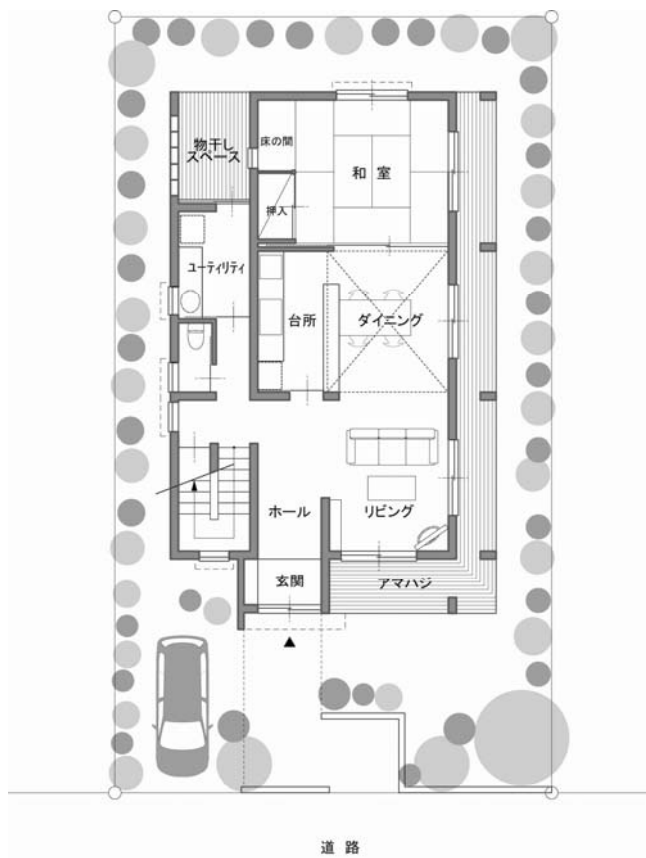
都市内に立地する比較的規模が小さく、南北に長い形状の敷地に建つ4人家族向けの2階建て住宅です。

中央に吹き抜けを設けて、その周囲に居室を配置した開放的な構成としています。吹き抜け上部には風の出口となる高窓を設けて通風の利用を促し、個室の独立性の確保との両立に配慮しました。西側には水廻りと物干しを配置し、日射遮蔽効果を高めています。

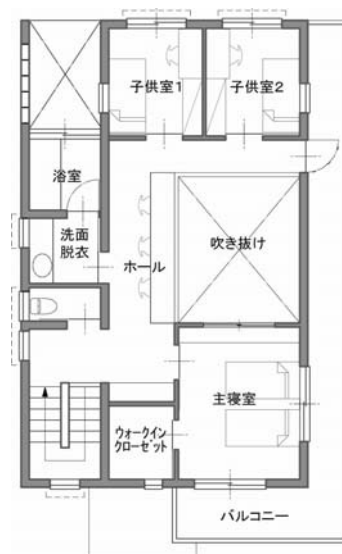
- ・敷地面積 215.6 m² (65.2 坪)
- ・建築面積 102.3 m² (30.9 坪)
- ・延床面積 147.8 m² (44.7 坪)



■断面イメージ図



■1階平面図



■2階平面図

V 地域（木造住宅）の自立循環型住宅 設計イメージ

■住宅タイプ I 伝統的自然生活指向

住宅・生活のイメージ

地方都市の郊外に立地する規模の大きい敷地に建つ平屋建て住宅です。

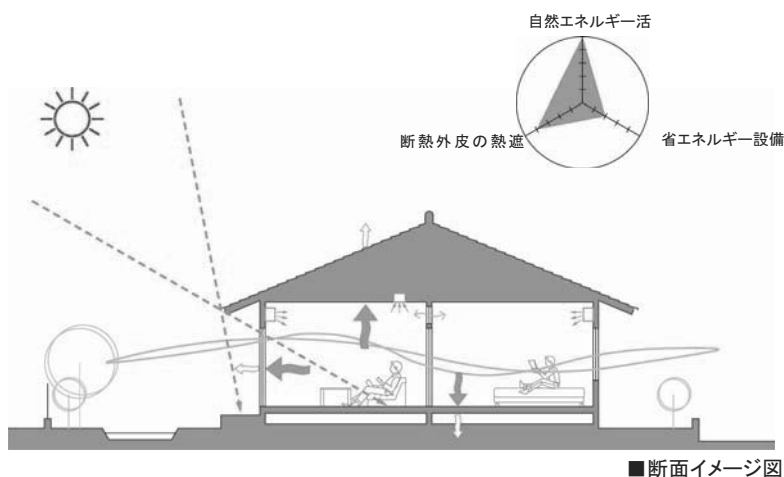
リビング・ダイニングを中心として個室を連続させた開放的な間取りで、自然風や日射熱を効率よく利用できるよう配慮しました。

南東側のサンデッキや長い庇は、夏期の日射遮蔽効果を高めることを意図しています。

・敷地面積 274.5 m² (83.0 坪)

・建築面積 94.8 m² (28.6 坪)

・延床面積 73.7 m² (22.3 坪)



■断面イメージ図



■1階平面図

■住宅タイプⅡ

自然生活指向

住宅・生活のイメージ

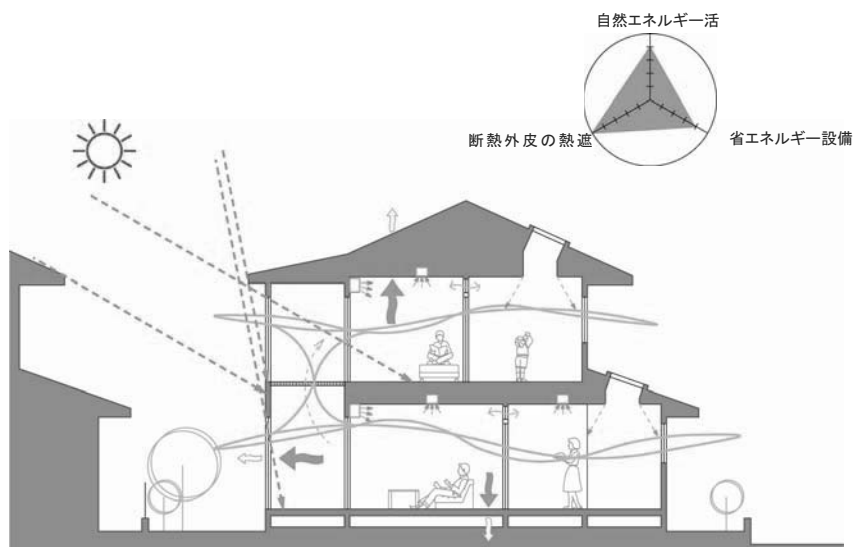
都市近郊に立地する比較的大きな敷地に建つ4人家族向けの2階建て住宅です。

1～2階に設けられたサンテラス、個室に付属する家族共用のファミリールーム、引戸の採用などにより、夏期における自然風と冬期における日射熱の取得と積極的な利用に配慮しました。また、北側屋根に設けた天窓により昼光利用を促します。

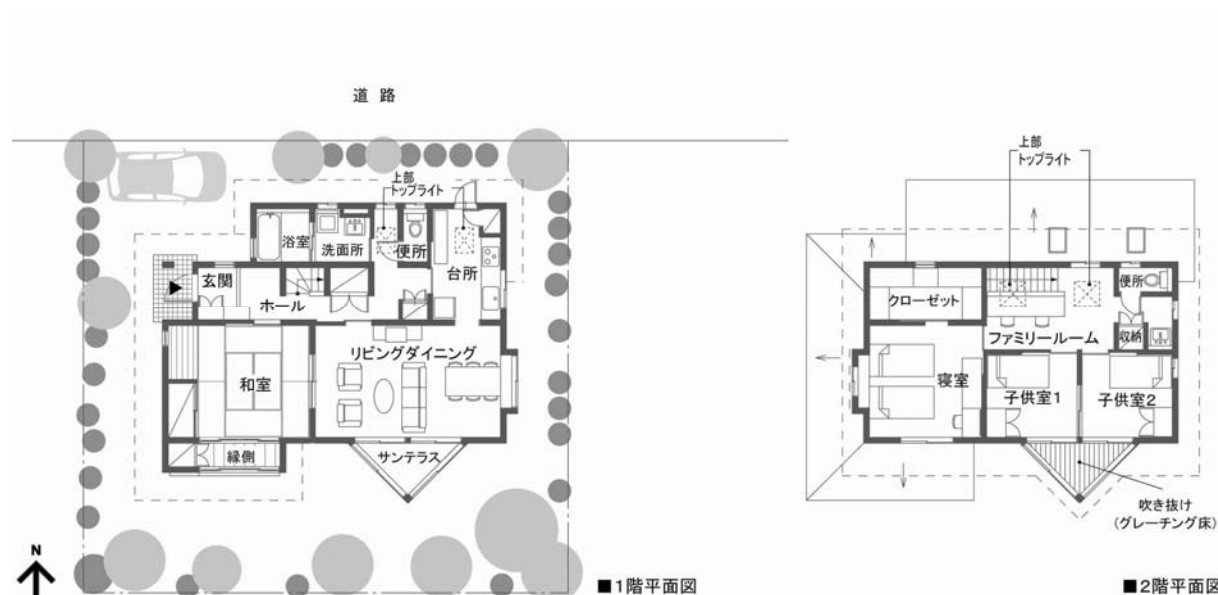
・敷地面積 210.0 m² (63.5 坪)

・建築面積 77.8 m² (23.5 坪)

・延床面積 128.3 m² (38.8 坪)



■断面イメージ図



■1階平面図

■2階平面図

■住宅タイプⅢ

設備生活指向

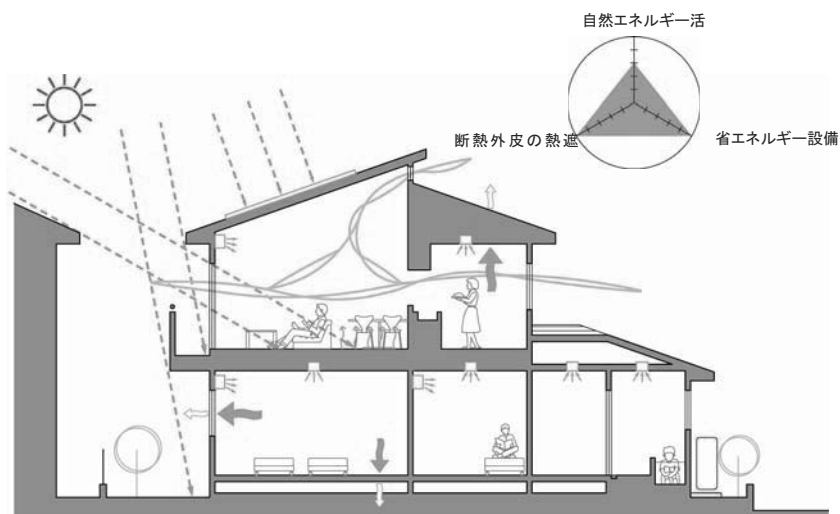
住宅・生活のイメージ

都市内に立地する比較的小規模の敷地に建つ4人家族向けの2階建て住宅です。

2階リビングや高窓の設置などにより、夏の自然風、冬期の日射熱および昼光をできるだけ利用できるように配慮しました。

1階の個室は、夜間における室内温熱環境を設備を利用して調整・維持することを意図しています。

- ・敷地面積 135.0 m² (40.8 坪)
- ・建築面積 71.2 m² (21.5 坪)
- ・延床面積 122.1 m² (36.9 坪)



2.3.3 自立循環型住宅の設計にかかる基本的配慮事項

1 住宅の耐久性等向上のための配慮事項

蒸暑地は、高温多湿で台風が常襲するなど自然条件が厳しい地域であり、住宅の居住性を長期にわたり維持するためには、自然がもたらす強風・強雨、シロアリ、塩害などへの対策を講じることが不可欠であるといえます。自立循環型住宅は、心地よさと省エネルギー性を長期間持続できる住宅を目指すもので、これらへの対策を適切に講じて、住宅の長期の居住性、耐用性の確保を併せて計画することが基本となります。

蒸暑地の自然条件に関連して、住宅の耐久性等に影響を及ぼすと考えられる要因とその対策を例示しますので、参考として下さい(表9)。

表9 住宅の耐久性等に影響する要因および対策

影響要因	内容	対策の例
強風・強雨	台風の常襲地域であり、台風期には極度に強い風や豪雨が発生することがある。 このため、建物外部の劣化や雨漏れ、飛来物によるガラス窓などの破損などが生じるおそれがある。	・深い軒、庇・水切りを設ける ・外部開口部に水密性の高い部品を用いる ・外部開口部には、雨戸、シャッターまたは面格子を設置する ・屋根葺き材の留め付け、納まりに十分注意する ・設備機器の設置架台は躯体に緊結し、機器本体を架台に十分に留め付ける ・常緑樹の生垣を設ける、樹木を植える(塩害に強い樹種を選定する)
シロアリ	温暖多湿な地域であり、シロアリが生息しやすい。	・床下や小屋裏などの通風を良好に保ち、熱や湿気を滞留させない ・床下や小屋裏などに点検口を適所に設け、点検を容易に行える措置を講じる ・コンクリート躯体と土間コンクリートや犬走りを一体打ちとし、ひび割れや隙間の発生を防止する ・木材はシロアリに強い樹種を使用する ・軸組等の木部に防腐・防蟻のための薬剤処理を施す ・床下の防湿措置を行う(べた基礎の採用または土壌処理、基礎断熱工法の採用など)
塩害	海岸から近い場所は、1年中潮風の影響を受ける。また、台風期には強風にあおられた海水が飛来することがある。 このため、コンクリート躯体に塩害によるひび割れや剥離を生じさせることがある。また、サッシ、手すり、設備の屋外機など屋外に使用される金属製品は錆等を生じやすい。	・コンクリート表面に塗装やタイル等の仕上げを施す ・コンクリートのかぶり厚さを十分にとる ・水セメント比の小さいコンクリートを密実に打設する ・金属部材に耐食性を高める表面処理(溶融亜鉛メッキ処理等)を行う ・金属部材に耐候性のある塗装(フッ素樹脂塗装等)を施す ・金属製品の点検を励行し、錆を発見した場合に早期に錆を落とし、錆止めを施す ・台風が飛来したあと、外壁や金属部材を水洗いする
紫外線	低緯度のため、太陽高度が高く、強い紫外線を受ける。 このため、外装材の塗装仕上げや防水材、シーリング材などが劣化しやすい。	・外装材の塗装の塗り替えを定期的に行う ・防水材をトップコートやコンクリート等の保護層で覆う ・シーリング材の表面に塗装を施し、定期的に打ち替える

2 要素技術の適用のための配慮事項

計画・設計の初期段階で配慮を欠いたために、要素技術を適用することが難しくなる場合や、要素技術を適用しても期待している効果が現れない場合があります。こうしたことを回避するために、計画・設計の比較的初期の検討段階から、計画・設計上検討する事項と、本書で取り上げている要素技術の関係について配慮しておくことが必要です。計画・設計の各検討段階では様々な検討事項がありますが、ここでは配置計画、平面計画、断面計画および各部計画(材料・仕様計画)に係る主な検討事項について、要素技術との関連性を例示しますので、参考にして下さい(表 10)。

表 10 計画・設計検討事項と要素技術の関係

計画・設計の種別	検討事項※	要素技術							
		自然風の利用・制御	昼光利用	太陽光発電	日射熱の利用	太陽熱給湯	断熱外皮計画	日射遮蔽手法	省エネルギー設備技術(共通)
配置計画	建物の配置(隣戸等からの距離)	◎	◎	○	◎	○		◎	
	主要な庭の配置	◎	○		◎				
	敷地外縁部の設え	○	○						
	植栽の配置	○						○	
	外構設備スペース								◎
平面計画	主要居室の配置	◎	○				○	○	○
	水廻り等の配置					○	○	○	○
	外部開口部の配置・形式	◎	◎		◎		◎		
	室内開口部の配置・形式	◎	○						
	外壁周囲(庇、外部床等)の設え	○	◎		○		○	◎	
	サービスヤードの配置					○			○
断面計画	基本層構成	○							○
	屋根の構成			◎		◎	○		
	天井の構成		○				○		○
	床下の構成						○		
	外部開口部の位置・高さ	◎	◎		○		○		
	外壁周囲(庇、外部床等)の設え	○	◎		○		○	◎	
	室内開口部の高さ	○							
各部計画 (材料・仕様)	躯体の材料、構法				○	○	◎	◎	
	屋根の材料・工法			○	○	○	○	◎	
	外壁の材料・工法				○		○	◎	
	外部開口部の仕様				◎		◎	◎	
	内装材料		○		◎				
	外構材料		○					○	

凡例 ◎:とくに関連性が高い、○関連性が高い

※検討事項は、要素技術に関係があると考えられるものを挙げている。

2.3.4 要素技術の適用検討

要素技術については、これまで述べたとおり、立地条件やライフスタイルの指向からイメージされる自立循環型住宅の設計目標像をたてた上で、適用の優先度を検討し、採用の可否や水準を判断することが望ましいと考えられます。また、採用を確定する際には、省エネルギー効果に加えて、イニシャルコストやランニングコストについても検証することが必要です。

13 種類の要素技術についての詳細は、次章以降の第 3 章～第 5 章でそれぞれ解説しています。解説している主な内容は次のとおりです。

- ・要素技術を適用する目的と設計上のポイント

- ・要素技術の適用による省エネルギー効果とその達成方法
- ・要素技術の適用のための検討手順
- ・要素技術についての具体的な手法とその内容

2.3.5 フィージビリティスタディ

自立循環型住宅の設計が進み、要素技術の採用をある程度確定した段階で、住宅全体の省エネルギー効果およびコストの推計を行うことが有用です。

省エネルギー効果やコストの一般的な算出方法を設定することは困難ですが、本書では、第 6 章において、一定の与条件のもとで省エネルギー性(1 次エネルギー消費量の削減値)、環境性(二酸化炭素排出量の削減値)およびコスト(イニシャルコスト・ランニングコスト)の評価を行っていますので、参考にして下さい(6.1、6.2 参照)。

また、その評価結果をもとにしたエネルギー消費量の簡易な推定方法を提示していますので、自分が設計した自立循環型住宅のエネルギー消費量の推定に活用して下さい(6.3 参照)。

推定の結果、目標としたエネルギー消費の削減に到達していない場合には、与えられた設計条件のもと、可能な範囲で設計の見直し(要素技術の適用内容の見直し)を行う必要があります。

2.4 省エネルギー性の表示方法

2.4.1 レベルの意味

要素技術には、省エネルギー対策の手厚さの違いを示すために、いくつかの省エネルギー目標レベル(以下単に「レベル」という)を設定しています。

- ・レベル 0 または取り上げていない設計内容は、自立循環型住宅の水準に到達していない従来の設計方法(省エネルギー性の基準レベル)を意味します。
- ・レベル 1 以上のレベルは、自立循環型住宅に適した設計内容を意味します。要素技術ごとに、目標レベルに応じて想定される対策をそれぞれ設定しています。レベルの数字が大きいほど、対策が手厚いことを意味し、到達できる省エネルギー効果が大きいことを表します。

住宅の居住時において消費されるエネルギー用途とそれらの削減対策となる要素技術との関係は、2.2.2 の表 2 に示したとおりです。第 3 章～第 5 章の要素技術の解説においては、目標レベルを設定し、各レベルを達成するための対策(手法など)を明らかにしています。また、各レベルの対策を行うことにより削減対象となるエネルギー用途について、どの程度省エネルギー効果(1 次エネルギー消費量の削減割合)が見込まれるかを、具体的な数値により表示しています。

自立循環型住宅の設計目標像を設定して、要素技術の適用優先度を考慮した場合、優先度の高い要素技術にレベルの高い手法を採用することによって、効率よく省エネルギー性を上げることができると考えられます。

2.4.2 各要素技術の省エネルギー効果とレベル

各要素技術の適用による削減対象のエネルギー用途およびそれらの省エネルギー効果とレベルは、表 11 および表 12 のように整理されます。詳細については、第 3 章～第 5 章の各節を参照して下さい。

表 11 各要素技術の省エネルギー効果とレベル(VI地域・RC 造住宅)

要素技術		削減対象の エネルギー用途	省エネルギー効果とレベル
自然エネルギー 活用技術	自然風の利用・制御	冷房	4～12%削減(レベル1～3)
	昼光利用	照明	2～10%削減(レベル1～3)
	太陽光発電	電力	33.7GJ～45.0GJ削減(レベル1～2)
	太陽熱給湯	給湯	10～70%以上削減(レベル1～4)
建物外皮の 熱遮断技術	日射遮蔽手法	冷房	10～30%削減(レベル1～4)
省エネルギー 設備技術	冷房設備計画	冷房	エアコン冷房 10～35%削減(レベル1～3)
	換気設備計画	換気	ダクト式換気 30～50%削減(レベル1～2)
			壁付け式換気 20%削減(レベル1)
	給湯設備計画	給湯	10～40%以上削減(レベル1～4)
	照明設備計画	照明	30～50%削減(レベル1～3)
	高効率家電機器の導入	家電	20～40%削減(レベル1～2)
	水と生ゴミの処理と効率的利用	水	節水型機器 10～40%削減(レベル1～2)

表 12 各要素技術の省エネルギー効果とレベル(V地域・木造住宅)

要素技術		削減対象の エネルギー用途	省エネルギー効果とレベル
自然エネルギー 活用技術	自然風の利用・制御	冷房	5～18%削減(レベル1～3)
	昼光利用	照明	2～10%削減(レベル1～3)
	太陽光発電	電力	32.7GJ～43.6GJ削減(レベル1～2)
	日射熱の利用	暖房	5～35%削減(レベル1～4)
	太陽熱給湯	給湯	10～70%以上削減(レベル1～4)
建物外皮の 熱遮断技術	断熱外皮計画	暖房	部分間欠暖房 20～55%削減(レベル1～4)
			全館連続暖房 40～70%削減(レベル1～4)
	日射遮蔽手法	冷房	15～45%削減(レベル1～3)
省エネルギー 設備技術	暖冷房設備計画	冷房	エアコン冷房 5～35%削減(レベル1～4)
			セントラル冷房 25～40%削減(レベル1～2)
		暖房	エアコン暖房 5～30%削減(レベル1～4)
			セントラル暖房 20～45%削減(レベル1～2)
	換気設備計画	換気	ダクト式換気 30～50%削減(レベル1～2)
			壁付け式換気 20%削減(レベル1)
	給湯設備計画	給湯	10～40%以上削減(レベル1～4)
	照明設備計画	照明	30～50%削減(レベル1～3)
	高効率家電機器の導入	家電	20～40%削減(レベル1～2)
	水と生ゴミの処理と効率的利用	水	節水型機器 10～40%削減(レベル1～2)

本書が対象としているVI地域とV地域にも、多様な地域や多様な住宅があり、住宅全体の省エネルギー効果を算出する普遍的な方法は未だ確立されていません。そのため本書では、一般性が高いと考えられる特定の地域、家族、住宅の条件を設定してエネルギー消費量の計算を行い、その結果から省エネルギー効果や

その推定方法を例示しています。したがって、本書に示されている省エネルギー効果の値は、あくまでも目安として扱うようにして下さい。なお、エネルギー消費量の計算は、Ⅵ地域においては沖縄県・那覇市郊外に立地するRC造一戸建て住宅、Ⅴ地域においては鹿児島県・鹿児島市郊外に立地する木造一戸建て住宅で、いずれも標準的な生活スタイルをもつ4人家族を前提条件として行いました(詳細については、第6章で解説します)。

本書で取り上げている手法とその省エネルギー効果は、信頼できる評価方法や実証実験などの裏付けをもつものですが、より精度の高い省エネルギー効果の推定方法の開発は今後においても引き続き重要な課題であるといえます。

第3章 自然エネルギー活用技術（要素技術の適用手法・1）

3.1 自然風の利用・制御

自然風の利用は、夏期夜間や中間期など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取り入れ、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す。その場合、自然風を効果的に取り込むため、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上手く融合させる必要があります。

ただし、自然風の利用のための開口を設けることは、防犯や騒音、耐風など他の面でマイナスになる場合がありますので、トータルとしての住宅の安全性、快適性を損なうことのないように計画することが大切です。

また、日射遮蔽や家電機器の高効率化による内部発熱量の抑制等の手法と組み合わせることにより、より高い省エネルギー効果を発揮することができます。

3.1.1 自然風利用の目的とポイント

- ・自然風利用は、夏期（主に夜間）または中間期において積極的に外気を取り入れ室内から排熱することで、空調に依存しすぎることなく快適な室内温熱環境を実現し、冷房エネルギー消費を削減することを目的とした技術です。
- ・自然風利用の可能性は、住宅の建設される地域や周辺環境に大きく左右されます。周辺が開けた立地では卓越風向（その地域・期間・時間帯に特有の風向）を意識した開口部の配置計画がとくに有効です。一方、周囲が建て混むにつれ、周辺建物の影響を受けて外部風速が低下し風向も安定しなくなります。また、住宅をとりまく樹木や塀などの外構も周辺の風の流れを左右する場合があります。密集度の高い住宅地では風向を意識した開口部の配置は難しくなるため、大きな開口面積の確保や複数の通風経路を可能とする開口部配置、高窓の利用が有効となります。
- ・外気を効果的に取り入れるためには「入口」と「出口」が必要です。外部に面した開口部を方位の異なる二面以上に設けると自然風をより効率的に利用することができます。外部に面した開口部を一面のみとする場合は、室内側開口部（欄間や引戸等）を介して隣接する空間に外部に面した開口部を設けることで「入口」と「出口」を確保することができます。
- ・住宅周辺に樹木を配置するなど、外構を工夫して日射を遮蔽することで、室内に取り入れる風の温度を上げない効果が期待できます。こうした日射遮蔽は、日射の照り返しや暖まった地表面からの熱放射を抑えるため、開口部等から流入する熱の抑制につながります。
- ・自然風利用技術には、建物の形状やプラン、外構計画を工夫する方法と、開口部の位置、形状、開閉操作を工夫する方法があります。
- ・この技術は、住まい手が開口部を適切に開放することを前提としています。そのため、開口部の開閉を促す工夫も併せて考えなければなりません。例えば、開口部を安心して開放可能とするための防犯への配慮を欠くことはできません。
- ・暴風時の対策として、耐風性能の高い開口部品を使用する必要があります。また、強風時であっても風の制御・調節をはかることで自然風の利用が可能となることもあります。

3.1.2 自然風利用による省エネルギー目標レベル

1 目標レベルの定義

- ・自然風利用による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル1から3までとし、冷房設備に消費されるエネルギー削減率をVI地域とV地域に区分して表します。
- ・目標レベルは、VI地域ではRC造住宅を、V地域では木造住宅を前提とした数値です。

		VI地域	V地域
レベルー1 :	冷房エネルギー増加率	4%程度増	6%程度増
レベル 0 :	冷房エネルギー削減率	なし	なし
レベル 1 :	冷房エネルギー削減率	4%程度	5%程度
レベル 2 :	冷房エネルギー削減率	9%程度	12%程度
レベル 3 :	冷房エネルギー削減率	12%程度	18%程度

- ・2000 年時点における標準的な冷房エネルギー消費量はVI地域で 10.3GJ(エネルギー消費量全体の16%程度)、V地域で 5.7GJ(同 8%程度)となります(6.1 参照)。
- ・レベルー1は「窓開けをせず自然風を全く利用しない」場合であり、基準となるレベル0は「自然風利用の設計上の工夫をしないが、住まい手が在室時のみ窓開けを行う」場合に相当します。
- ・自然風利用による冷房エネルギー削減率は、自然風を利用することで得られる住宅の換気回数を指標として設定することとしています。上記のエネルギー削減率は、各部屋で同じ程度の換気回数が得られる場合を想定した値であり、換気回数が居室ごとに大きく異なるケースでは、リビングルームなどの主要な居室(冷房のため最も多くエネルギーを消費する居室)の換気回数に基づいて目標レベルを設定して下さい。一方、居室ごとの換気回数の違いを反映した、より精度を高めたエネルギー削減率を算定する方法については、「3.1.6 室別の冷房エネルギー削減率の計算方法」で解説しています。

2 目標レベルの達成要件

1) 地域区分

- ・VI地域とV地域で自然風利用による冷房エネルギー削減率は異なりますので、まず最初に該当する地域区分を確認する必要があります。
- ・地域区分は「付録1 地域区分資料」で確認して下さい。

2) 気象条件(外部風向・風速)

- ・建設地の温度、湿度、風速、風向等の気象条件は自然風の利用可能性に影響しますが、とくに重視するのは、外部風向と風速です。外部風向と風速は、季節や時間帯によって変化するのが通常で、地域によって特徴がみられます。
- ・室内に導入可能な通風量は、外部風速の大小に直接影響を受けます。外部風速と換気回数(すなわち通風量)は比例する傾向があります。
- ・周辺が開けた敷地では、開口を卓越風向側にとることで風量の確保につながるため、外部風向がとくに重要となります。また、密集度の高い住宅地でも、高窓(頂側窓など)を通風経路に利用しようとする場合には、外部風向に対する高窓の位置によって通風の効果が変わります。

ポイント 蒸暑地の外部風速

- ・表は、VI地域およびV地域に位置する代表的な 4 都市の夏期における平均外部風速を、起居時、就寝時および終日について示しています。
- ・外部風速は地面からの高さによって変化します。表に示す風速は地上 6.5m 位置(2階建住宅の軒高相当

位置)に換算した値です。

表 主な都市での平均外部風速 (6月～9月) 起居時:7時～22時 就寝時:23時～6時

都市	平均外部風速[m/s]		
	起居時	就寝時	終日
那覇	3.5	2.8	3.3
鹿児島	2.2	1.6	2.0
宮崎	2.5	1.6	2.2
高知	1.6	1.1	1.5

※平均外部風速には、台風襲来時の風速を含みますが、平均値へのその影響は小さいと考えられます。

※社団法人日本建築学会編「拡張アメダス気象データ 1981-2000」(2005年発行)所収の拡張アメダス気象データ(20年分)をもとに作成。

ポイント 蒸暑地の外部風向

- 表は、VI地域およびV地域に位置する代表的な4都市の夏期における外部風向の傾向を示しています。外壁面の方位(16方位)別に、風上側・風下側となる頻度を時間帯(起居時と就寝時)別に表しています。
- 各都市の傾向は以下の通りです。
 - 那覇
 - 昼夜を問わず東から南に面した開口が風上側になる頻度が高い。
 - 鹿児島
 - 起居時は卓越風向がはっきりしないため、開口の方位による影響はほとんどない。就寝時は西北西～北～北東に面した開口が風上側になる。
 - 宮崎
 - 起居時は東面が風上側になる一方、西面も風上側になることがある。就寝時は、西～北面が風上側になる。
 - 高知
 - 起居時は東～南に面した外壁が風上側となることが多く、就寝時は南西～北北西の方位が圧倒的に風上側となる。
- 起居時に風上側となる頻度の高い方位には、日中在室者がいる室(リビングルームなど)を配置し、就寝時に風上側となる頻度の高い方位には寝室などを配置することが有効と考えられます。
- 気象観測点は、その地域を代表し、周囲が開けたところに設けられるのが通常です。しかし、敷地周辺に特有の地形が存在する場合には、必ずしも近くの気象観測点の風向と一致するとは限りません。そうした場合には、より近接した観測データを求めるか、現地を確認する必要があります。

表 主な都市での方位別の風上・風下側となる頻度(6月～9月)

a. 那覇

外壁面の方位		北	北北東	北東	東北東	東	東南東	南東	南南東	南	南南西	南西	西南西	西	西北西	北西	北北西
風上	起居時	×	△	△	○	○	◎	◎	◎	◎	○	○	○	△	×	×	×
	就寝時	×	△	△	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	△	×	×	×	×
風下	起居時	◎	○	○	○	△	×	×	×	×	△	△	○	○	◎	◎	◎
	就寝時	◎	○	○	△	×	×	×	×	×	△	△	○	◎	◎	◎	◎

b. 鹿児島

外壁面の方位		北	北北東	北東	東北東	東	東南東	南東	南南東	南	南南西	南西	西南西	西	西北西	北西	北北西
風上	起居時	△	△	△	△	○	○	○	○	○	△	△	○	○	○	○	△
	就寝時	◎	◎	○	△	△	×	×	×	×	×	×	△	○	◎	◎	◎
風下	起居時	○	△	△	○	○	○	○	△	△	△	△	△	○	○	○	○
	就寝時	×	×	×	△	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	△	×	×	×

c. 宮崎

外壁面の方位		北	北北東	北東	東北東	東	東南東	南東	南南東	南	南南西	南西	西南西	西	西北西	北西	北北西
風上	起居時	△	△	○	◎	◎	○	○	△	×	△	△	○	○	○	△	△
	就寝時	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	◎	◎	◎	◎	◎
風下	起居時	×	△	△	○	○	○	△	△	△	△	○	◎	◎	○	○	△
	就寝時	×	×	△	◎	◎	◎	◎	◎	○	×	×	×	×	×	×	×

d. 高知

外壁面の方位		北	北北東	北東	東北東	東	東南東	南東	南南東	南	南南西	南西	西南西	西	西北西	北西	北北西
風上	起居時	×	×	△	△	○	◎	◎	◎	○	△	△	△	△	△	△	×
	就寝時	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	◎	◎	◎	◎	○
風下	起居時	○	△	△	△	△	△	△	×	×	×	△	△	○	◎	◎	◎
	就寝時	×	×	○	◎	◎	◎	◎	○	×	×	×	×	×	×	×	×

凡例 ◎: 当該方位が風上側・風下側になる頻度が 40%以上、○: 同 30～40%、△: 同 20～30%、×: 同 20%未満

※社団法人日本建築学会編「拡張アメダス気象データ 1981-2000」(2005 年発行)所収の拡張アメダス気象データ(20 年分)をもとに作成。

3) 立地条件(敷地周辺の建物密集度)

- ・建設地の周辺がどの程度建て混んでいるかにより、自然風利用の可能性は大きく変わります。
- ・郊外などの周辺が開けた立地では、建物に作用する風圧力の差(通風の駆動力)を確保しやすく、自然風利用に有利となります。一方、都市内などの密集度の高い住宅地では、周辺建物の影響を受けて外部風速が低下して得られる風圧力差が小さくなるため自然風の利用が難しくなります。
- ・建物にどのように風圧力が作用するかは、一般に風圧係数により評価されます。ここでは、風圧係数の特性の違いから、立地条件(敷地周辺の建物密集度)を次の 2 つに区分して捉えることとしています。

立地 1: 都市型の立地(区域建蔽率が 20%超)

立地 2: 郊外型の立地(区域建蔽率が 20%以下)

- ・一般的な住宅地は立地 1 にあたります。立地 2 は郊外の立地を想定しており、計画建物の周囲直径 50m 以内の区域建蔽率(当該区域面積に対する区域内の建築物の建築面積の合計の割合)が 20%以下となることを目安としています。区域建蔽率の定義および求め方については、次頁のポイントを参照して下さい。

ポイント 風圧係数の特徴

- ・風圧係数は住宅の形状や周辺状況によって大きく変わるため、正確に予測することは難しく、密集住宅地ではとりわけ難しくなります。
- ・周辺の密集度が低い(立地2に相当する)場合、風向に対する建物の向きによって風圧係数は大きく変わります。風向に直角に面する壁面がある場合、風が当たる面が正圧となり、それ以外の面が負圧となります(図 a)。通風の確保のしやすさは風圧係数の差に依存するため、図 a の場合、必ずしも2つの開口を対向する壁面に配置する必要がないといえます。
- ・風向に 45° 傾いている壁面がある場合、風が当たる2面が正圧となり、それ以外の面が負圧となります(図 b)。図 b の場合、風上側の風圧は図 a の場合の6~7割程度に下がりますが、風上・風下間の風圧係数差は図 a と大きな違いがありませんので、通風に有効な開口を設けやすいといえます。
- ・建物周辺が密集した住宅地の場合(立地1に相当する場合)、外部風の影響が小さくなるため風圧係数の値が小さくなります。また、建物周りの気流が複雑となり、下流側の壁面で正圧になる場合もあります。得られる風圧係数差は0.05~0.1程度です。
- ・風圧係数は他に樹木や塀などの外構によっても影響を受けます。周辺の密集度が低い(立地2に相当する)敷地であっても、風上側に風を遮る密集した樹木がある場合などには、得られる風圧係数差は通常小さくなります。

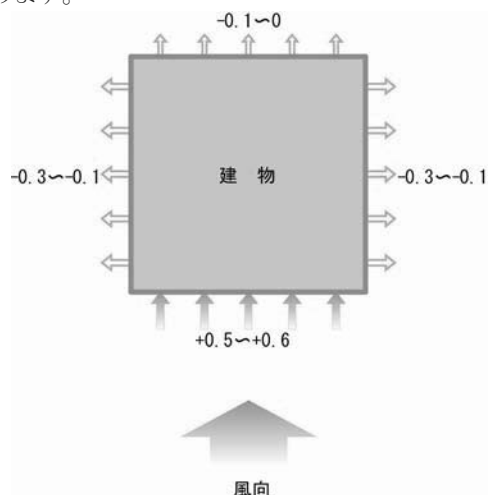


図 a 卓越風向に対し直角な壁面の風圧係数
(周辺密集度が低い場合)

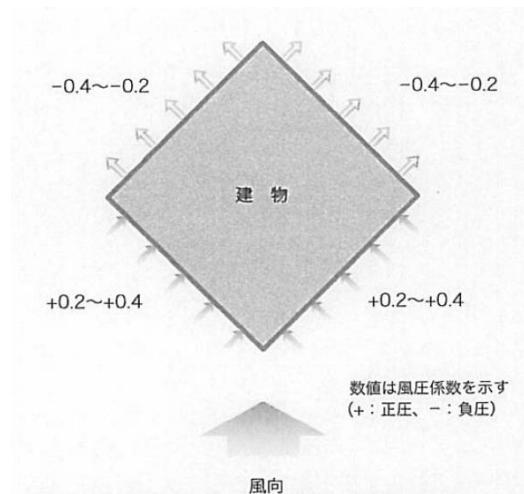


図 b 卓越風向に対し 45° の壁面の風圧係数
(周辺密集度が低い場合)

ポイント 区域建蔽率とは

- ・「区域建蔽率」とは、建築基準法等で用いられる「建蔽率」を準用して、本書において自然風利用の可能性に関連する敷地周辺の密集度を判断するために定義された指標です。基準法で定められた建蔽率は「建築物の建築面積の敷地面積に対する割合」を表しますが、区域建蔽率は、建物に作用する風圧力に影響があると想定される建設地周囲の「一定区域内の建築物の建築面積の合計の当該区域面積に対する割合」を表すものとします。この区域面積には建築物が建つ敷地以外の道路や公園、水路等の面積を含むものとし、また、建築面積には周辺の建物とともに計画建物の建築面積を含むものとします。自然風利用の可能性への影響を考慮して、本設計法では、計画建物の周囲直径 50m を区域建蔽率の算定区域とすることとしました。
- ・「区域建蔽率」の求め方は以下の通りです。

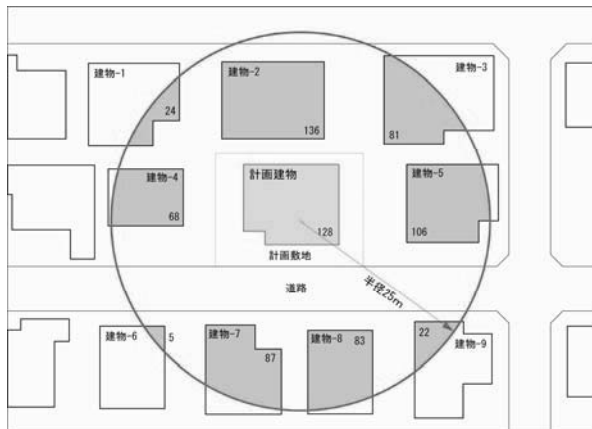
- ① 住宅地図等に、その縮尺に応じて、建設地を中心とした直径 50m (半径 25m) の円を描き

ます。

② ①で描いた円の内側に存在する建物等の輪郭線から建築面積を概算し、その合計値を算出します（円の輪郭線で区切られている建物等については、円の内側の部分のみを対象とします）。

③ ②で求めた値に、計画建物の建築面積（想定値でも可）を加算します。この値を、区域建蔽率を求めるための区域内の建築物の建築面積とみなします。

④ ③の面積の区域面積（1963.5 m²）に対する割合を求めます。この値が「区域建蔽率」となります。



※図中の数字は区域内にある建築物の算入対象部分の面積(m²)を示す

区域内の建築物の建築面積＝建物-1～9の建築面積＋計画建物の建築面積

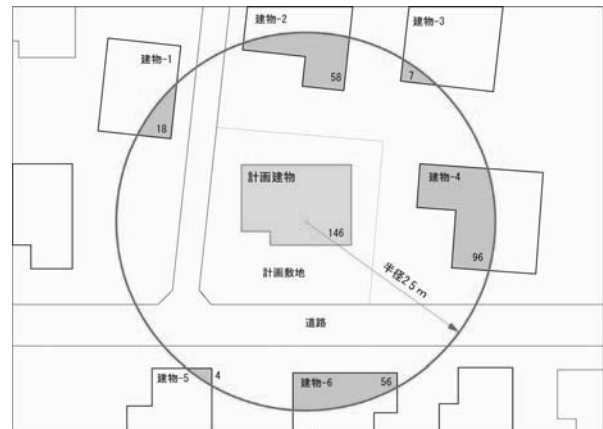
$$= (24 + 136 + 81 + 68 + 106 + 5 + 87 + 83 + 22) + 128 \\ = 740 \text{ m}^2$$

区域面積 = 1963.5 m²

区域建蔽率＝区域内の建築物の建築面積÷区域面積

$$= 740 \div 1963.5 \\ = 0.3769 \\ = 37.7\% > 20\% (\therefore \text{立地1})$$

図 a 都市型の立地(立地1)に相当する住宅地の例



※図中の数字は区域内にある建築物の算入対象部分の面積(m²)を示す

区域内の建築物の建築面積＝建物-1～6の建築面積＋計画建物の建築面積

$$= (18 + 58 + 7 + 96 + 4 + 56) + 146 \\ = 385 \text{ m}^2$$

区域面積 = 1963.5 m²

区域建蔽率＝区域内の建築物の建築面積÷区域面積

$$= 385 \div 1963.5 \\ = 0.1961 \\ = 19.6\% \leq 20\% (\therefore \text{立地2})$$

図b 郊外型の立地(立地2)に相当する住宅地の例

図 住宅地における区域建蔽率の算定例

4) 住まい手の指向と室用途

住まい手が指向する自然風利用と冷房の使い分け方によって、冷房エネルギー消費量は変わってきます。また、住宅の室用途による使い分け方の違いも冷房エネルギー消費量に関係します。

そのため、どちらかと言うと日中を中心に使用する居室(リビング・ダイニングなど)と、夜間・就寝時を中心に使用する居室(主寝室や子供室など)のそれぞれにおける自然風、冷房の使い方を確認・検討し、その上で換気回数を推定して冷房エネルギー消費量の検討を行うことが望まれます。3.1.6 参照)

5) 自然風利用手法

・省エネルギー効果が見込まれる自然風利用手法として、本書では以下のものを取り上げています。

手法1: 通風経路上の開口部面積の確保	1a : 開口面積小の組み合わせ
	1b : 開口面積大の組み合わせ
手法2: 卓越風向に応じた開口部配置	
手法3: 高窓の利用	3a : 開口面積小の組み合わせ
	3b : 開口面積大の組み合わせ

- ・自然風利用のためには、「入口」と「出口」となる開口部を組み合わせる必要があります。手法1および手法3では、自然風を利用しようとする室の開口部面積を検討するもので、開口部面積の大小の違いによりa、bのケースを想定してします。
- ・手法2は、卓越風向をうまく生かして自然風利用の効果を高めるもので、立地2(郊外型の立地)の場合のみ適用できます。
- ・各手法についての詳細は、「3.1.4 自然風利用の手法」で解説します。

3 目標レベルの達成方法

- ・自然風利用による省エネルギーの各目標レベルは、自然風を利用して得られる住宅の換気回数を指標として設定されます。各目標レベルと換気回数の対応関係は、表1の通りです。

表1 自然風利用の目標レベルと換気回数の対応関係

目標レベル	省エネルギー効果(冷房エネルギー削減率)		住宅の換気回数
	Ⅵ地域	Ⅴ地域	
レベルー1	4%程度 増加	6%程度 増加	0 回/h
レベル 0	削減なし	削減なし	2 回/h 以上
レベル 1	4%程度	5%程度	5 回/h 以上
レベル 2	9%程度	12%程度	10 回/h 以上
レベル 3	12%程度	18%程度	20 回/h 以上

- ・住宅の換気回数は、採用する自然風利用手法と外部風速によって、おおむね決まってきます。この換気回数は、立地条件が変われば、同一の手法、外部風速であっても変わります。表2は、立地条件ごとに、手法と外部風速の組み合わせにより得られる換気回数を示しています。
- ・外部風速については、建設地(またはその近傍)の気象データをウェブサイトから検索し、終日の平均風速(地上6.5m位置)を求めて下さい。なお、「3.1.6 室別の冷房エネルギー削減率の計算方法」により、室ごとの換気回数を推定する場合は、各室の主に使用する時間帯(起居時もしくは就寝時)の平均外部風速を参照して下さい。換気回数の確認の際には、表2に示すように、外部風速を 1m/s 未満、1～2m/s 程度、2m/s 以上の3段階で捉えることとします。

表2 自然風利用手法、外部風速の組み合わせにより得られる換気回数

(1) 立地1

手法	外部風速		
	1m/s 以下	1～2m/s	2m/s 以上
手法 1a または手法 3a	2 回/h	5 回/h	8 回/h
手法 1b または手法 3b	3 回/h	10 回/h	17 回/h

(2) 立地2

手法	外部風速		
	1m/s 以下	1～2m/s	2m/s 以上
手法 1a または手法 3a	3 回/h	10 回/h	17 回/h
手法 1a + 手法 2 または 手法 3a + 手法 2	5 回/h	15 回/h	25 回/h
手法 1b または手法 3b	7 回/h	20 回/h	33 回/h
手法 1b + 手法 2 または 手法 3b + 手法 2	10 回/h	30 回/h	50 回/h

※換気回数の算定は、居室の天井高 2.4m として行いました。

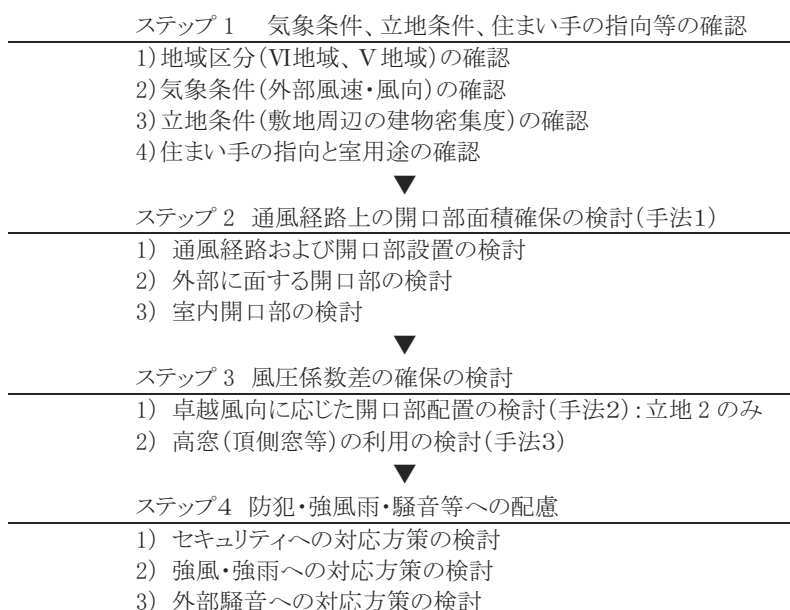
天井高が 2.4m を大きく上まわる場合は、換気回数の値に、 $2.4/H$ (H : 天井高[m]) を乗じて換算して下さい。

- ・立地1で外部風速が 1m/s 以下の場合、立地2で外部風速が 1m/s 以下で手法 1a または手法 3a(開口面積小の組み合わせ)を採用する場合は、期待できる換気回数は小さく、冷房エネルギーの削減は見込めません(レベル0)。冷房エネルギーを削減するためには、他の手法の採用(立地2の場合)や他の要素技術の適用を検討する必要があります。

- ・立地2では、採用する手法によって非常に大きな換気回数が見られる場合があります。換気回数が数 10 回/h のオーダーになると、窓近傍の気流速度が瞬間的に 1m/s を超えることがあります。

3.1.3 自然風利用技術の検討ステップ

- ・手法を検討する前提として、地域区分、気象条件および立地条件を確認することが必要です。自然風の利用期間における建設地の外部風速や卓越風向、周辺の局地風に関する地形、周辺の密集度等の条件を確認し、自然風利用の可能性を検討します。
- ・自然風利用手法の採用を検討します。
- ・防犯・騒音・耐風については、立地に係わらずすべての住宅共通に検討します。



3.1.4 自然風利用の手法

手法1 通風経路上の開口部面積の確保

1 通風経路と開口部面積

外気を室内に効果的に取り入れるためには、「入口」と「出口」の役割を果たす開口を異なる方位の壁面2面以上に設けることが必要です。2ヶ所の開口部と通風経路のとり方を、手法1では以下の2つの方法で考えます(図1)。

図の通風経路①は、1つの居室に方位を異にする2面の外壁に開口を設けることで、通風を確保する方法です。また、通風経路②は、1つの居室で外部に面した開口部を1面にしかとれない場合に、室内開口部を介して隣接する空間に外部に面した開口部を設けることで、通風を確保する方法です。

通風経路①および②の経路上の開口部の面積が大きいほど、期待できる通風量(換気回数)が大きくなり、一般的に省エネルギー効果も大きくなります。

手法1に必要とされる通風経路①と②の開口部面積の要件を各々2段階設定しました(表3)。開口部面積が小さい場合を手法1a、手法1aの開口部面積を2倍に大きくした場合を手法1bとしています。

2 外部に面する開口部の計画

日照や眺望、プライバシーの確保に配慮しつつ、外部風の取り込みに効果的な開口部面積を確保することが大切です。

1) 外部開口部面積の確保

表3に示した手法1の面積要件を満たす外部開口部を通風経路上に2ヶ所確保する必要があります。その要件に適した外部開口部の寸法例を示しますので、参考にして下さい(表4)。

表4 手法1の要件に適した外部開口部寸法の例

開口部の種類	面積比	室の広さ				
		6畳	8畳	10畳	12畳	15畳
腰窓 (高さ1.1m)	1/35	幅0.26m	幅0.34m	幅0.43m	幅0.51m	幅0.64m
	1/20	幅0.45m	幅0.6m	幅0.75m	幅0.9m	幅1.13m
	1/17	幅0.53m	幅0.71m	幅0.88m	幅1.06m	幅1.32m
	1/10	幅0.9m	幅1.2m	幅1.5m	幅1.8m	幅2.25m
掃き出し窓 (高さ1.8m)	1/35	幅0.16m	幅0.21m	幅0.26m	幅0.31m	幅0.39m
	1/20	幅0.28m	幅0.37m	幅0.46m	幅0.55m	幅0.69m
	1/17	幅0.32m	幅0.43m	幅0.54m	幅0.65m	幅0.81m
	1/10	幅0.55m	幅0.73m	幅0.92m	幅1.1m	幅1.38m

※ 開口部の幅および高さ寸法は、内法寸法を示します。面積比は、開口部面積の室の床面積に対する割合をいいます

必要となる開口部面積に応じて、使用できる窓が変わります。とくに防犯性とのバランスを考慮して計画する必要があります。例えば、幅0.26m必要なときは、同一壁面に0.13mの有効幅の開口を二連窓で設けることでもよく、その方が防犯上で有利になることもあります。

窓サッシの選定は、以下の点に注意して行って下さい。

- ・通常の引違窓サッシを使用する場合は、開放可能な面積はガラス障子片面分以下になります。また、高い防犯性を確保するためには面格子等を取り付ける必要がありますが、軽度の防犯性を確保できれば良い場合には、障子枠を途中でロックする鍵金物を使用する方法もあります。
- ・内倒し窓やすべり出し窓などは、比較的小さな開口面積を確保するのに適しています。ただし、連窓にすることで大きな開口部面積を確保することも可能です。



図2 防犯性を考慮した開口部面積確保の例

腰窓と地窓の組み合わせ。地窓(引違窓)に木製面格子を設けている

2) 開口部付属物の計画

開口部には、通常、付属物が設置されます。付属物がどの程度通風に影響するかを認識し、開口部計画

に反映することが必要となります。

ポイント 網戸やシャッターによる通風障害

- ・風の流入方向による流入量の変化を、流量係数の値を用いて示しました(図)。流量係数は、風の通りやすさを示す値です。図に示すように、開口部の正面から風を受ける場合の流量係数は、「a.引違窓のみ」では0.63であるのに対し、「b.引違窓+網戸」では0.55となり、網戸があることで1～2割程度低下します。cのようにブラインドシャッターを加えると、さらに1～2割程度低下します。
- ・気温が高い昼間に網戸のみとして多くの風を取り込み、夜間に網戸+ブラインドシャッターとすることは、防犯やプライバシーへの配慮の面からも合理的な方法といえるでしょう。
- ・網戸+カーテンの組み合わせは、風の流出時にカーテンが網戸に密着してしまい、通風を大きく妨げます。レースのカーテンでも、網戸に密着すると流量係数は0.2(通常の1/3)程度に低下します。簾(すだれ)やブラインドも風向や風速によっては網戸に密着するので、注意が必要です。

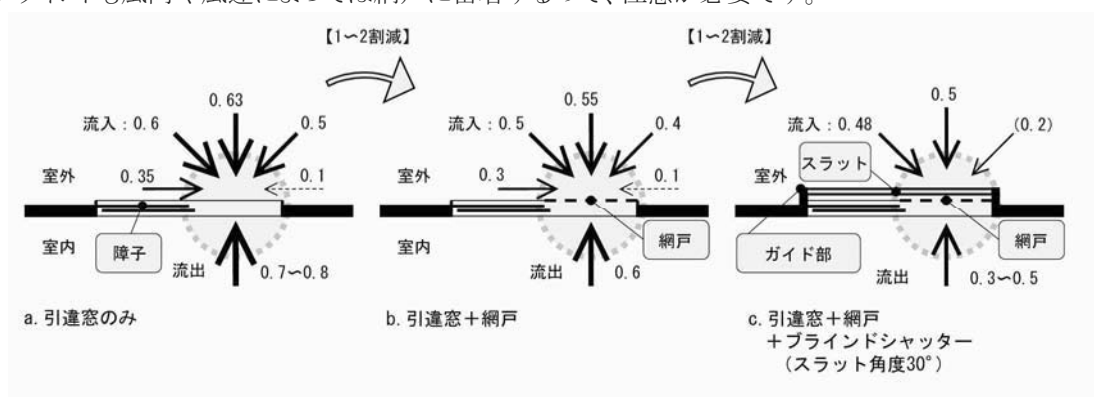


図 開口部付属物の組み合わせによる風の通りやすさ

3 室内開口部の計画

風の「入口」と「出口」を設けても、室内に風の通り道を確認しないと通風は十分に得られません。そのためには、できるだけ間仕切り壁の少ない開放的な間取りとし、内部建具を工夫する必要があります。

1) 室内開口部の面積

通風経路②のケースにあつては、表3に示した手法1の面積要件を満たす室内開口部を通風経路上に確保する必要があります。その要件に適した室内開口部の寸法例を示しますので、参考にして下さい(表5)。

表5 手法1の要件に適した室内開口部サイズの例

室内開口部の種類	面積比	室の広さ				
		6畳	8畳	10畳	12畳	15畳
扉相当の開口 (高さ1.8m)	1/50	幅0.11m	幅0.15m	幅0.18m	幅0.22m	幅0.28m
	1/25	幅0.22m	幅0.29m	幅0.37m	幅0.44m	幅0.55m
扉上の欄間開口 (幅0.8m)	1/50	高さ0.25m	高さ0.33m	高さ0.41m	高さ0.5m	高さ0.62m
	1/25	高さ0.5m	高さ0.66m	高さ0.83m	高さ0.99m	高さ1.24m

※ 開口部の幅および高さ寸法は、内法寸法を示します。面積比は、開口部面積の室の床面積に対する割合をいいます。

- ・室内開口部による通風を確保するためには、扉を開放することが最も容易ですが、プライバシー確保の難しさ、突然の強風による閉鎖等から、通風に適切な扉の開放状態を保てないおそれがあります。そのため、ここでは通風上適切な工夫のとられていない一般的な扉は、通風経路②上の室内開口部とみなさないこ

とにします。以下に掲げる引戸(図3)の採用やドアストッパー(図6)の設置といった通風を確保するための工夫を講じることが前提となります。

- ・通風経路②上の室内開口部以外についても、こうした工夫により適宜開放できるようにし、室内の通風性能を向上させることは大切であるといえます。

2) 引戸の採用

引戸は片開き戸に比べ、開放時にも通行等の邪魔にならず、さらに開放寸法を任意に調整できることから、通風に対して有効な建具といえます。さらに引戸の高さを天井一杯に高くすることで、動く間仕切り壁のようなしつらえができ、自由度が高く、開放的な空間を実現できます(図3)。



図3 引戸の例(有効開口面積約 1.3 m²)

3) 欄間の採用

昔ながらの欄間は、視覚的な区画を明示しながら、空気の流れを確保できる優れた手法です。この考え方は現代の住宅にも十分に応用できます(図4)。最近では、片開き建具の上部に欄間機能を付加した建具も商品化されています。



図4 欄間の例(有効開口面積約 0.1 m²)

4) 格子戸の採用

格子戸は、格子の間隔によっては、視線をある程度制御し、かつ通風に対して有効なものとなります。格子戸と風を通さない板戸等による引戸を組み合わせることにより、冬期の暖房負荷の低減と夏期の積極的な通風確保を両立させることが可能です(図5)。

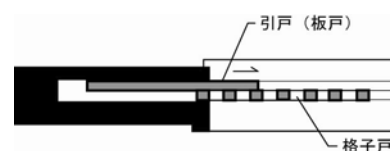


図5 格子の例(有効開口面積約 0.4 m²)

5) 開口付き扉の採用

廊下や水まわりなどで、引戸を採用できないために開き戸を設置し、かつ扉を開放した状態を保つことが難しい場合、上げ下げ窓等の開閉可能な開口を組み込んだ扉を採用することも有効です。

6) ドアストッパーの設置

廊下や水まわりなどで開き戸を設置する場合、ドアストッパー(図6)を設置することで、通風のための開放状態を保つことが可能になります。歩行時の障害とならないように、床からの出っ張りが少ない形状のものを選定することが勧められます。

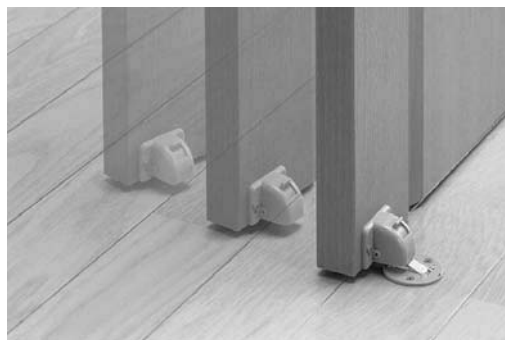


図 6 ドアストッパーの例

手法2 卓越風向に応じた開口部配置

周囲が開けた敷地(立地 2:郊外型の立地)では、開口部の一面を卓越風向(風上側)に向けて配置することで、流入開口部と流出開口部の間に大きな風圧係数差を確保でき、多くの通風量を得ることができます。

卓越風向が判明している場合には、通風経路上の開口部一面の方位が卓越風向と 45 度以内にあること、「ポイント 蒸暑地の外部風向の表」から判定する場合には、通風経路上の開口部一面の方位について風上側になる頻度が 40% 以上であることが、手法2の要件となります(図 7)。なお、手法2は立地1(都市型の立地)には適用できません。

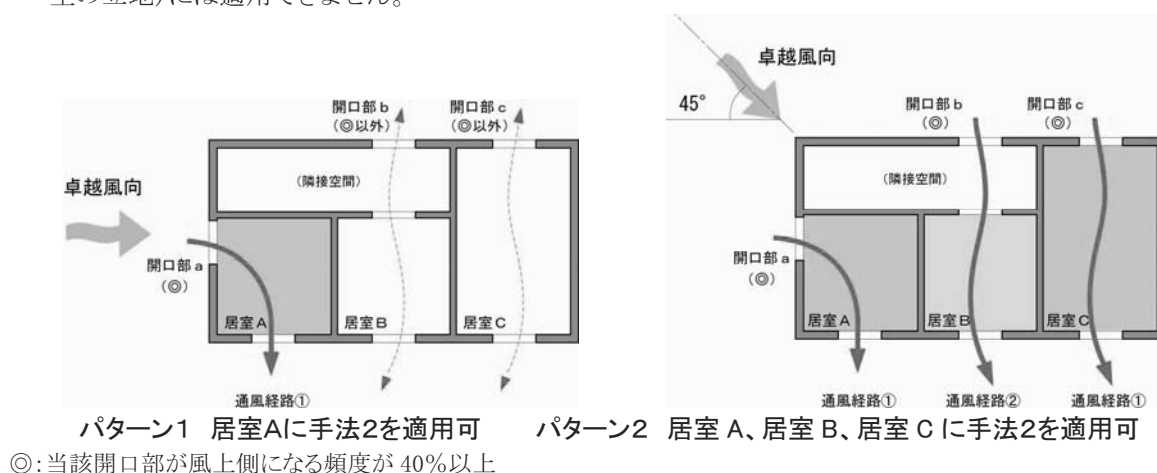


図7 手法2の達成要件のパターン

ポイント 住宅の密集度と風向が風圧係数差に及ぼす影響

- 住宅地の密集度を変えて行った風洞実験結果をもとに、立地条件と平均風圧係数差の関係を整理します(表)。直線的な通風経路(対面の開口配置)と直角の通風経路(角を挟んだ開口配置)を想定し、開口部が風上側に面している(卓越風向に 45 度以内で面している開口がある)場合と風上側に面していない場合のそれぞれについて、平均風圧係数差を示します。
- 周囲が開けた敷地(立地 2)では、風上側に開口部がある場合は 0.5~0.8 程度の平均風圧係数差が期待できます。しかし、開口部が風上側に面していない場合は、期待できる風圧係数差は 0.1~0.4 程度にとどまります。
- 一方、周辺密集度が高い敷地(立地 1)では、開口部が風上にあるかどうかの影響は小さく、開口部の方位にかかわらず 0.05~0.2 程度の風圧係数差となります。

表 風洞実験から得られた通風経路毎の平均風圧係数差

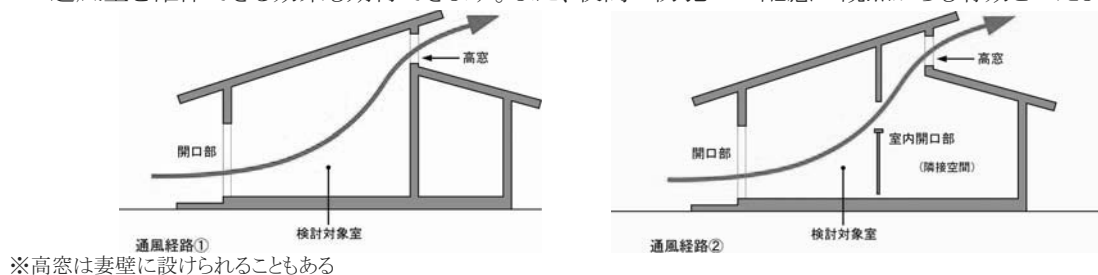
想定した通風経路の関係 (平面配置)		1 階(隅角)	2 階(隅角)	1 階(対面)	2 階(対面)	本章の検討 で使用した 値
立地条件	開口位置と風向の関係					
立地 1 (都市型の立地)	開口部が風上側にある場合	0.1～0.14	0.08～0.21	0.08～0.15	0.08～0.23	0.05
	開口部が風上側でない場合	0.05～0.07	0.06～0.08	0.08～0.13	0.08～0.14	0.05
立地 2 (郊外型の立地)	開口部が風上側にある場合	0.55	0.77	0.62	0.78	0.5
	開口部が風上側でない場合	0.14	0.19	0.36	0.37	0.2

手法3 高窓の利用

1 通風経路と開口部面積

高窓(建物の上端に近い壁の高所に設置する頂側窓や、屋根面に設置する天窗など)を利用して通風を確保することができます。この場合、風の入口は外壁開口部、出口は高窓となることが多く、その通風経路のとり方を、手法 3 では以下の 2 つの方法で考えます(図8)。

- ・風下側に高窓を設置することで大きな風圧係数差を得ることができるため、小さい高窓面積でも効果があります。さらに、高所に窓を設置することで、内外温度差によって生じる空気密度の差を生かして安定的に通風量を確保できる効果も期待できます。また、夜間の防犯への配慮の観点からも有効といえます。



※高窓は妻壁に設けられることもある

図8 高窓による通風経路の確保の方法

手法 3 では、高窓を風下側に配置することを想定しています。卓越風向が判明している場合には、高窓の方位が卓越風向の風下側と 45 度以内にあること、「ポイント 蒸暑地の外部風向」の表から判定する場合には、高窓の面する方位の風下側になる頻度が 40% 以上である(同表の符号が◎)ことを要件とします。

手法1と同様に、通風経路①および②の経路上の開口部の面積が大きいほど、期待できる通風量(換気回数)が大きくなり、省エネルギー効果も大きくなります。手法3に必要とされる通風経路①と②の開口部面積の要件を各々2段階設定しました(表6)。開口部面積が小さい場合を手法 3a、手法 3a の開口部面積を 2 倍に大きくした場合を手法 3b としており、期待できる通風量(換気回数)は、手法 3a は手法 1a と、手法 3b は手法 1b と同等です。手法1の開口部と比べて(表3参照)、高窓を利用すると小さな面積で同等の効果を得ることができます。

他に注意すべき点は手法1を参照して下さい。なお、表6の開口部面積比は、天井高 2.4m の部屋の風下側屋根面に高窓を設置した場合を想定して算定した値になっています。

表6 高窓を利用した通風経路上の開口部面積(手法 3)の要件

手法		開口部面積の床面積に対する割合		
		外壁面の開口部	室内開口部	高窓
手法3a (開口面積小の組み合わせ)	通風経路①	1/35 以上	—	1/80 以上
	通風経路②	1/20 以上	1/50 以上	1/70 以上
手法3b (開口面積大の組み合わせ)	通風経路①	1/17 以上	—	1/40 以上
	通風経路②	1/10 以上	1/25 以上	1/35 以上

手法 3 でも、手法 1 と同様に、各開口部の面積から手法 3a、3b の要件を満たすかどうかを検討することもできます。

$i \geq 0.006$: 手法 3a をみたとす

$I \geq 0.012$: 手法 3b をみたとす

表6に示した手法3の面積要件を満たす高窓を通風経路上に確保する必要があります。その要件に適した高窓の寸法例を示しますので、参考にして下さい(表7)。

表7 手法3の要件に適した高窓開口サイズの例

高窓の種類	面積比	室の広さ				
		6 畳	8 畳	10 畳	12 畳	15 畳
頂側窓 (高さ 0.4m)	1/80	幅 0.31m	幅 0.41m	幅 0.52m	幅 0.62m	幅 0.77m
	1/70	幅 0.35m	幅 0.47m	幅 0.59m	幅 0.71m	幅 0.88m
	1/40	幅 0.62m	幅 0.83m	幅 1.03m	幅 1.24m	幅 1.55m
	1/35	幅 0.71m	幅 0.94m	幅 1.18m	幅 1.41m	幅 1.77m
頂側窓 (高さ 0.6m)	1/80	幅 0.21m	幅 0.28m	幅 0.34m	幅 0.41m	幅 0.52m
	1/70	幅 0.24m	幅 0.31m	幅 0.39m	幅 0.47m	幅 0.59m
	1/40	幅 0.41m	幅 0.55m	幅 0.69m	幅 0.83m	幅 1.03m
	1/35	幅 0.47m	幅 0.63m	幅 0.79m	幅 0.94m	幅 1.18m
天窗(正方形)	1/80	0.35m 角	0.41m 角	0.45m 角	0.5m 角	0.56m 角
	1/70	0.38m 角	0.43m 角	0.49m 角	0.53m 角	0.59m 角
	1/40	0.5m 角	0.57m 角	0.64m 角	0.7m 角	0.79m 角
	1/35	0.53m 角	0.61m 角	0.69m 角	0.75m 角	0.84m 角

※ 開口部の幅および高さ寸法は、内法寸法を示します。

面積比は、開口部面積の室の床面積に対する割合をいいます。

- ・頂側窓の場合、開口部の高さを抑えても、比較的長い幅を確保すれば手法 3 を満たすことができます。
- ・頂側窓や天窗を設置すると、室内に過大な日射を取り込んでしまい、冷房エネルギー消費量が増大してしまうことがあります。頂側窓・天窗の方位・仰角を考えるのはもとより、頂側窓に日射遮蔽を考慮する、天窗の日射遮蔽を徹底する等の対処が必要になります。

2 高窓の計画

1) 頂側窓等の設置 (3 寸勾配以上の屋根の場合)

屋根面の風圧係数が負になる部分に頂側窓等を設けて、通風を確保します(図9)。

- ・屋根勾配が 3 寸程度以上の場合には、棟の風下側に負圧となる部分が存在します。この部分に窓を設けることで、効果的な排気用の開口とすることができます。
- ・風下側に頂側窓を設置した住宅を密集住宅地に配置して行った風洞実験からは、壁面と頂側窓位置の間の風圧係数差が 0.15 程度(壁面間の通風経路[手法 1]で期待できる風圧係数差の 2~3 倍程度)となる結果が得られています。

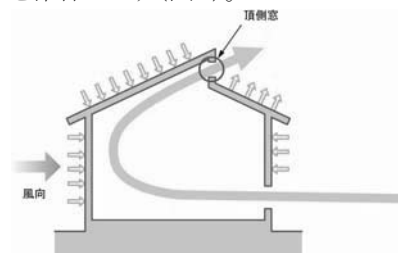


図 9 頂側窓による通風(屋根勾配 3 寸以上)

2) 天窗等の計画 (緩勾配の屋根の場合)

屋根面の風圧係数が負になる部分に天窗等を設けて、通風を確保します。

- ・屋根面に十分な風が当たる場合には、屋根面に生じる吸い出しの力(負圧)を利用すれば、効率的な外気の取り入れが可能となります。立地 1(都市型の立地)では、屋根面に十分に風が当たらず吸い出しの力が小さくなるものの、風下側屋根面に天窗を設置することで、壁面間の通風経路(手法 1)で期待できる風圧係数差の 2~3 倍程度(0.15 程度)を確保できます。より大きな風圧係数差(通風の駆動力)を期待できることは、小さな高窓面積で手法1と同等の通風量を確保できることにつながります。

3.1.5 開口部の計画・設計上の配慮

夜間には、窓が開いた通風時の状態における防犯、騒音への配慮が必要となります。

開口部には暴風雨時を想定した耐風性、水密性が求められます。また、強風時に自然風を利用する場合には、風の制御・調節が必要となります。

1 セキュリティへの対応

- ・窓閉鎖時に加え、通風時にも防犯性能が確保できる窓（夜間開放可能窓）の選定が必要です。
- ・窓の防犯性能は、サッシの構造（開閉方式、施錠機構、窓サイズ等）、ガラスの種類、シャッターや面格子等の併用によって大きく異なります。
- ・防犯性能は、窓のみで確保するのではなく、セキュリティシステムや防犯グッズなどを組み合わせたり、防犯に配慮した外構計画にするなど、計画全体で確保することも必要になります。

ポイント 防犯上有効と考えられる通風用窓の例

- ・侵入盗の手口はいろいろありますが、ここでは、素手もしくは小型のネジ回し等を使用してほとんど音をたてないで侵入する「忍び込み犯」、および工具等を使用して窓を破壊して侵入する「破壊侵入犯」に対して、防犯上有効と考えられる窓の事例を挙げました。

【忍び込み犯対応窓の例】

①開放ストッパー付き窓

少し開いた状態で可動部が固定でき、屋外側から開放できないもので、主に開き窓に多く品揃えされています。



図 a 開放ストッパー付き
縦すべり出し窓の例（部分）

②面格子付き窓

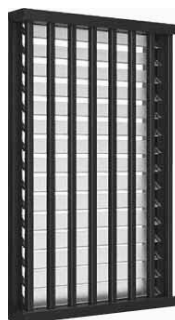


図 b 面格子付きルーバー窓の例

③通風雨戸や通風シャッター付き窓

閉めた状態で通風が可能な雨戸やシャッターがあります。主に引き違い窓と組み合わせて使用します。



図 c 通風シャッターの例
通風状態でシャッター部分が
屋外から引き上げにくいもの
（電動タイプが一般的）



図 d 通風雨戸の例

【破壊侵入犯対応窓の例】

① 防犯面格子付き窓

通常の面格子に比べてより壊しにくい対策がとられています。取付けネジを隠す、頭をつぶして外せないようにする、格子を交差して強度を増す、またはサッシと一体化する等により、防犯性が強化されています。



図 e ステンレス製面格子と
上げ下げ窓の組み合わせ例

② 細幅窓

窓の外枠の内法寸法が小さく、人が通り抜けられないものは防犯性が高く、また細長にすることで、必要な通風面積を確保できます。



図 f 細幅縦すべり出し窓の例

2 強風・強雨への対応

- ・強い風雨への対応として、耐風圧強度、水密性能、防錆性能がサッシに求められます。
- ・台風常襲地域でRC造住宅が一般的な沖縄では、通常、RC造用サッシが採用されます。RC造用サッシは、共同住宅の高層階での使用も想定されているため、一般の木造住宅用サッシに比べて耐風圧強度や水密性能を高めた構造になっています(図 10)。
- ・サッシに入れるガラスの厚さ、種類、面積は必要耐風圧強度に応じて選定して下さい。強度が不足する場合には、中桟を入れる、開口を複数のサッシに分割する等の対応が必要となります。
- ・防錆・耐久性の面から、サッシやドア、面格子、シャッター等の窓まわり部材にはアルミ製のものを使うのが一般的です。また、網戸のネットにはグラスファイバー製や樹脂製が用いられます。
- ・沖縄では、水密性に劣る窓に建築的な工夫を行うことで、風雨の浸入防止をはかる例がみられます。図 11 は、横風を遮り雨滴の浸入を防ぐ目的で、高窓の両側に袖壁を設置しています。

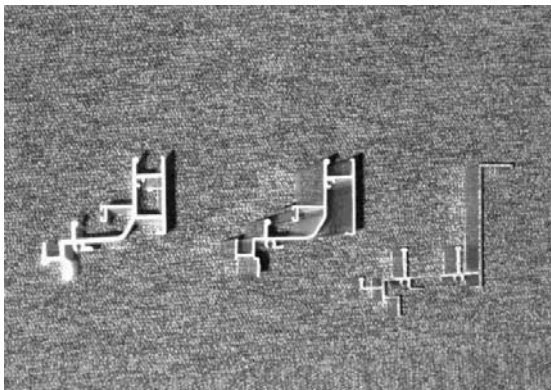


図 10 サッシ下枠の断面例
(最左の枠材は補強板・水返しが付属している)



図 11 妻壁の高窓に設けた袖壁

3 外部騒音への対応

- ・夜間、通風を寝室で利用する場合には、寝室に直接外気を取り込むような通風計画を行う必要があります。しかし、夜間は外部騒音に対する意識が敏感になり、「通風は確保できるがうるさくて眠れない」ということが起こる可能性が高くなります。したがって、開放して通風を確保しつつ、外部騒音を低減できるような開口部の工夫が求められます。
- ・夜間の居住地における室外騒音レベルの平均値と、睡眠への影響を考慮した場合の室内騒音レベルの推奨値は、図 12 のようになります。この場合窓を開けた状態でも、遮音性能(内外の騒音レベルの差)が 10 デシベル程度あれば、睡眠中の窓の開放が可能となります。
- ・騒音レベルは、発生源に面しているかどうかでその大きさが異なります。設計当初から騒音源が明らかな場合は、それに面する開口部を小さくする方法や遮音性能の高い建具を使う方法で対応が可能です。また、開き窓では騒音源と反対の方向(静かな方向)に開放するような開き勝手にすると、より遮音効果が得られます(図 13)。

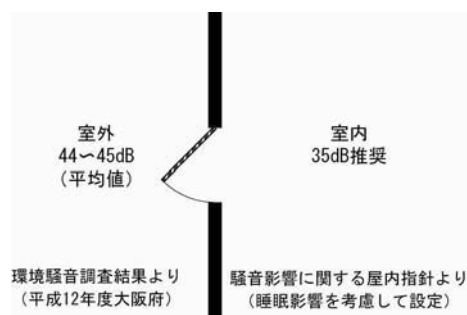


図 12 室内外の騒音レベルの推奨値

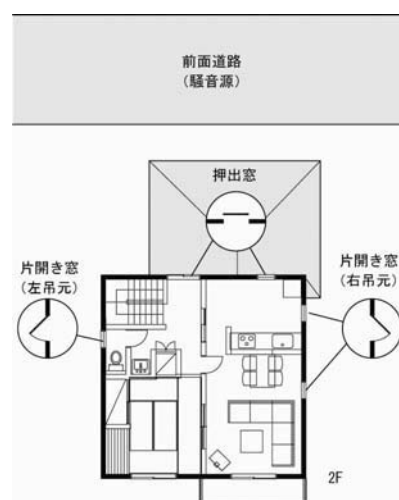


図 13 遮音に有効な開き勝手の例

ポイント 開放した窓の遮音性能

- ・下の図は、片開き窓(幅 0.7m、高さ 1.3m)の外側 2 方向から音を発生させて室内における騒音レベルを測定し、その結果により窓の遮音性能を表したものです。
- ・開放部分の幅を 25 cmとした場合、①は音が直接室内に入ってくる状態ですが、それでも 10dB 程度の遮音性能があります。これに対し、建具面が音を遮る壁になる②の状態にすると 15dB 程度の遮音性能となり、5dB 程度向上する結果が得られました。

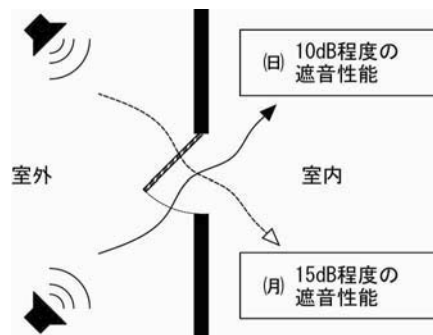


図 片開き窓の開き方向による遮音性能

3.1.6 室別の冷房エネルギー削減率の計算方法

室ごとに換気回数を推定することにより、冷房エネルギー削減率をより精度高く算出することができます。ここでは、その計算方法を解説します。

計算手順は、以下の通りです。

①リビング・ダイニング(起居時の使用が主)、主寝室(就寝時のみ使用)、子供室(夕方から朝方まで使用)のそれぞれについて、採用する手法を確定し、表2をもとに換気回数を推定します。

②表8は、地域区分ごとに、各室について換気回数の違いによる冷房エネルギー削減率(または増加率)を表しています。表8により、各室のエネルギー削減率(または増加率)からエネルギー消費率(エネルギー消費量標準値を1.0とした場合の消費量の割合)を確定します。

なお、室用途で自然風利用による冷房エネルギー削減率は多少異なりますが、これは外気温が低くなる時間帯(主として夜間時)に利用される室ほど自然風の利用効果が得られやすいことなどによります。そのため、1日の利用時間のうち夜間時に利用する割合の高い主寝室は、リビング・ダイニングと子供室と比べて、冷房エネルギー削減率が高くなることが見込まれます。

③エアコンを設置しない居室は、表bにより扇風機利用時の期間エネルギー消費量を確認します(扇風機を利用しない場合は、エネルギー消費量は0として扱います)。

④表10は、住宅全体の冷房エネルギー削減率の計算表です。冷房エネルギー消費量標準値と表aで確定したエネルギー消費率を掛け合わせ、冷房エネルギー消費量を求めます。扇風機利用時は表bによるエネルギー消費量を加算します。これらをもとに、全体エネルギー削減率が求められます。

表8 室別・換気回数別の冷房エネルギー削減率

換気回数 [回/h]	VI地域			V地域		
	リビング・ダイニング	主寝室	子供室	リビング・ダイニング	主寝室	子供室
0	4 % 増加 (1.04)	7 % 増加 (1.07)	3 % 増加 (1.03)	6 % 増加 (1.06)	16 % 増加 (1.16)	5 % 増加 (1.05)
2	削減なし (1.0)	削減なし (1.0)	削減なし (1.0)	削減なし (1.0)	削減なし (1.0)	削減なし (1.0)
5	4 % 削減 (0.96)	7 % 削減 (0.93)	3 % 削減 (0.97)	4 % 削減 (0.96)	9 % 削減 (0.91)	6 % 削減 (0.94)
10	9 % 削減 (0.91)	15 % 削減 (0.85)	7 % 削減 (0.93)	10 % 削減 (0.9)	22 % 削減 (0.78)	12 % 削減 (0.88)
20	10 % 削減 (0.9)	22 % 削減 (0.78)	11 % 削減 (0.89)	16 % 削減 (0.84)	33 % 削減 (0.67)	18 % 削減 (0.82)

※ 表中の()内表記は、エネルギー消費率を示します。

■検討条件 冷房設定温度 28℃ エアコン定格容量:リビング・ダイニング 5kW、主寝室 2.8kW、子供室 3.6kW(VI 地域)・2.2kW×2 台(V 地域) エアコン定格 COP:3 前後

表9 扇風機利用時の期間 1 次エネルギー消費量[単位:GJ]

換気回数 [回/h]	VI地域			V地域		
	リビング・ダイニング	主寝室	子供室	リビング・ダイニング	主寝室	子供室
0	0.57	0.26	0.41	0.41	0.15	0.53
2	0.52	0.23	0.36	0.38	0.13	0.47
5	0.47	0.19	0.31	0.35	0.11	0.41
10	0.4	0.16	0.26	0.31	0.08	0.35
20	0.35	0.13	0.22	0.27	0.06	0.29

■検討条件 扇風機電力消費量:30W(弱ノッチ、首振り運転)

非冷房条件で、在室時かつ 28℃以上となる場合に扇風機を利用すると想定して算定

1 次エネルギー換算係数 電気:9,760[kJ/kWh](建築物の省エネルギー基準平成 18 年改正による値)

表10 冷房エネルギー削減率の計算表

	室			住宅全体
	リビング・ダイニング	主寝室	子供室	
①エネルギー消費量標準値[GJ]	6.1(VI),3.4(V)	1.3(VI),0.5(V)	2.9(VI),1.8(V)	10.3(VI),5.7(V)
②換気回数[回/h] ←表 2				
③エネルギー消費率 ←表 a				
④冷房エネルギー消費量[GJ] ①×③ または扇風機利用時のエネルギー消費量[GJ]←表 b				
⑤住宅全体の削減率[%] (1-④/①)×100				

※ ①のエネルギー消費量標準値は、VI地域は左、V 地域は右の数値を使用すること

①のエネルギー消費量標準値および表9の扇風機利用によるエネルギー消費量[GJ]はすべて 1 次エネルギー(電力)で表示している(1 次エネルギー換算係数 電気:9,760[kJ]/kWh) 建築物の省エネルギー基準平成 18 年改正による値) エアコン非設置室については③を未記入とし、④の扇風機利用時の期間エネルギー消費量を表bにより入力のこと
VI地域における①の標準値および表bの扇風機利用時の期間エネルギー消費量は子供室 1 室(2 人で共用する場合)の値である

V 地域における①の標準値および表bの扇風機利用時の期間エネルギー消費量は子供室 2 室を合算した値である

【計算例】

計算条件 地域:VI地域

換気回数:リビング・ダイニング 10 回/h、主寝室 5 回/h、子供室 10 回/h

子供室にエアコンを設置しない

計算結果 住宅全体の冷房エネルギー削減率 31%程度

	室			住宅全体
	リビング・ダイニング	主寝室	子供室	
エネルギー消費量標準値[GJ]	6.1(VI),3.4(V)	1.3(VI),0.5(V)	2.9(VI),1.8(V)	10.3(VI),5.7(V)
②換気回数[回/h] ←表 2	10	5	10	
③エネルギー消費率 ←表 8	0.91	0.93	— (エアコン非設置)	
④冷房エネルギー消費量[GJ] ①×③ または 扇風機利用時のエネルギー消費量[GJ]←表 9	5.6	1.2	0.26	7.1
⑤住宅全体の削減率[%] (1-④/①)×100				31%

3.2 昼光利用（太陽光の利用・1）

昼光の利用計画は、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、採光手法と導光手法という大きくは2つの方法があります。

昼光の利用は、夏期においてはとくに日射遮蔽とのバランスをとる必要があります。また、通風用開口が光を採り入れるのに有効となる場合もあるため、現実の計画においてはトータルな計画が非常に重要になります。

3.2.1 昼光利用の目的とポイント

- ・蒸暑地（VI地域）では、とくに夏期において日射遮蔽を重視するため昼光の利用は考慮されにくく、照明エネルギーが増加しがちです。しかし、昼間の明るさを上手に室内に採り入れることで照明による無駄な点灯を少なくし、照明エネルギー消費を削減することが可能になります。
- ・VI地域のような強い昼光を採り入れた室内の光環境には、開口部と室内の強い明暗の対比が存在します。明暗の対比が強すぎると、十分に採光しているのに逆に室内が暗く感じて照明を無駄に点けてしまう状況（昼行灯）が起こりえます。
- ・開口部からの明るさを制御する日照調整を上手に行うことで、日射遮蔽を行いながら、室内の強い明暗の対比を小さくし、視覚的な快適性と無駄な照明の点灯削減の両方を実現することが可能となります。
- ・昼光の利用技術には、開口部からの明るさを直接採り入れる採光手法と窓まわりや室内の反射などを利用した間接的な導光手法があります。VI地域の場合、採光手法では昼光の量を確保することよりも、むしろどのように制御（日照調整）して採り入れるか、また、導光手法では制御された昼光を可能なかぎり有効利用することが非常に大切です。

3.2.2 昼光利用による省エネルギー目標レベル

1 目標レベルの定義

- ・昼光利用による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル1から3までとし、昼間の人工照明の必要度、すなわち照明設備に消費されるエネルギーの削減率を表します。

レベル0	:	照明エネルギー削減	なし
レベル1	:	照明エネルギー削減率	2～3%程度
レベル2	:	照明エネルギー削減率	5%程度
レベル3	:	照明エネルギー削減率	10%程度

- ・2000年時点における標準的な照明エネルギー消費量はVI地域で13.6GJ（エネルギー消費量全体の20%程度）、V地域で11.3GJ（同17%程度）となります（6.1参照）。
- ・昼光利用による省エネルギーの目標レベルは、住宅の立地条件と住宅内の採光条件の組み合わせにより達成することができます。

2 目標レベルの達成要件

1) 立地条件

- ・建設する住宅への太陽光の入射を妨げる建物があるかどうかなど、敷地周辺の状況により、太陽光の利用可能性は変わりますし、それによって省エネルギーに有効な手法は異なってきます。立地条件につい

ては、以下の3つに区分して捉えることが有効です(「2.3.1 自立循環型住宅の設計要件の把握」参照)。

立地1	:	太陽光の利用が困難な過密・高層型の立地
立地2	:	太陽光の利用に工夫が必要な過密型の立地
立地3	:	太陽光の利用が容易な郊外型の立地

- ・立地1に該当する敷地周囲が高層建物に囲われ日影時間がきわめて長くなる敷地(過密・高層型の立地)、立地2に該当する都市内狭小敷地で隣家との隣棟間隔が小さい敷地(過密型の立地)などでは、昼光利用が不利になる場合がありますが、立地条件に合う手法を選択することで、ある程度の省エネルギー効果を得ることができます。

2) 採光条件

- ・住宅内の採光条件は、居室と非居室それぞれの昼光の必要性などを考慮して、表1に示す条件0(基準法相当)から条件3までのケースを目安として設定しました。

表1 採光条件の目安

	リビング・ダイニング	老人室・子供室等	その他の居室	非居室	台所・廊下・玄関 洗面・浴室・便所
採光条件0 (基準法相当)	1面採光	1面採光	1面採光	—	
採光条件1	2面採光	1面採光	1面採光	—	
採光条件2	2面採光	2面採光	1面採光	—	
採光条件3	2面採光	2面採光	1面採光	全て1面採光	

- ・表1に示す1面採光または2面採光は、採光面として扱える昼光利用手法の数を意味しています。本書で取り上げている昼光利用手法(表3参照)を、採光面として扱える手法と扱えない手法に区分すると以下ようになります。
- ・各手法についての詳細は、「3.2.4 昼光利用の手法」で解説します。

3 目標レベルの達成方法

1) 目標レベルの達成方法

- ・昼光利用による省エネルギーの各目標レベルと立地ごとの採光条件の対応関係は、表2のとおりです。
- ・基準とするレベル0は、立地1に該当する周囲に高層建物が建つ過密な敷地に建つ住宅で、建築基準法をぎりぎりクリアする程度の昼光利用の状況をイメージしています

表2 昼光利用の目標レベルと達成方法

目標レベル	省エネルギー効果 (照明エネルギー削減率)	採光条件(手法の適用)		
		立地1	立地2	立地3
レベル0	0	採光条件0 (基準法相当) 1面採光 床面積×1/7	—	—
レベル1	2～3%程度	採光条件3	採光条件2	採光条件1
レベル2	5%程度	—	採光条件3	採光条件2
レベル3	10%程度	—	—	採光条件3

- ・ここで推計している照明エネルギーは、夜間のエネルギーも含まれています。したがって、昼間だけの照明エネルギーと考えると、もっと大きな削減効果が期待できます。
- ・立地3に該当する郊外型の敷地では、特別な工夫をしなくてもレベル1程度の昼光利用が可能です。立地1または2に該当する過密型の敷地で太陽光の利用が困難な場合、積極的に昼光を取り入れる手

法を検討することが必要になります。

2) 昼光利用手法の種類と光環境の特性

・本書で取り上げている昼光利用手法は、より多くの光を採り入れることだけでなく、室内の光の均一さ、つまり光が届きにくい奥の部分の照度の上昇、さらに明暗の対比低減をねらったものです。各手法を用いたときの光の導入量増加、均一さの向上、明暗の対比低減に対する効果の度合いを表3に示します。

表3 昼光利用手法の光環境の特性

手法の内容					導入量の増加	均一さの向上	明暗の対比低減
手法1	直接的な昼光利用手法(採光)	①開口部の位置・形状	側窓	方位	○	○	○
				形状	△	○	—
				高さ	△	◎	○
			頂側窓		○	◎	○
			(天窗:V地域のみ)		(○)	(◎)	(◎)
		②日照調整装置	簾・スクリーン・障子・カーテン		△	△	◎
			ルーバー・ブラインド※		○	○	◎
			庇・オーニング※		△	△	○
手法2	間接的な昼光利用手法(導光)	①空間構成	欄間等		○	△	—
			光井戸		○	◎	○
		②仕上り面の反射	屋外地面・軒裏・室内表面		△	○	○
		③装置	水平面反射装置など		○	○	—
			(ライトダクトなど:V地域のみ)		(◎)	(◎)	(◎)

◎:有効 ○:計画によっては有効 △:あまり有効ではない ※:ルーバーや庇などの日照調整装置は、導光手法として利用することができる

3.2.3 昼光利用技術の検討ステップと前提条件

1 昼光利用技術の検討ステップ

- ・手法を検討する前提として、敷地条件と日照条件を確認することが重要となります。
- ・次に、直接的な昼光利用手法(採光手法)の検討を行います。検討の際には、将来の周辺環境の変化や、敷地の一部売却の可能性等についても考慮することが大切です。
- ・また併せて、採光手法に合った間接的な昼光利用手法(導光手法)を検討します。

ステップ1 敷地条件と日照条件の確認
1)敷地条件・日照条件を季節ごとに平面的に捉え、将来にわたり日照が確保できる位置を検討する。
2)敷地条件・日照条件を季節ごとに断面的に捉え、将来にわたり日照が確保できる階数など立体的な建物形状の大枠を検討する。
▼
ステップ2 直接的な昼光利用(採光手法)の検討(手法1)
1)採光可能な開口部の位置・形状を検討する。自然風の利用との関係も十分に考慮する。
2)開口部まわりの日照調整方式を検討する。日射遮蔽との関係も十分に考慮する。
▼
ステップ3 間接的な昼光利用(導光手法)の検討(手法2)
1)空間構成および採光手法に合わせて、導光手法を検討する。
2)空間のつながり、間仕切りの有無と種類を十分に検討し、可能なかぎり空間全体に導光できる計画とする。
▼
ステップ4 昼光の不足部分の把握と照明設備への反映
1)昼間に光量が足りない部分を把握し、「5.5 照明設備計画」に反映する。

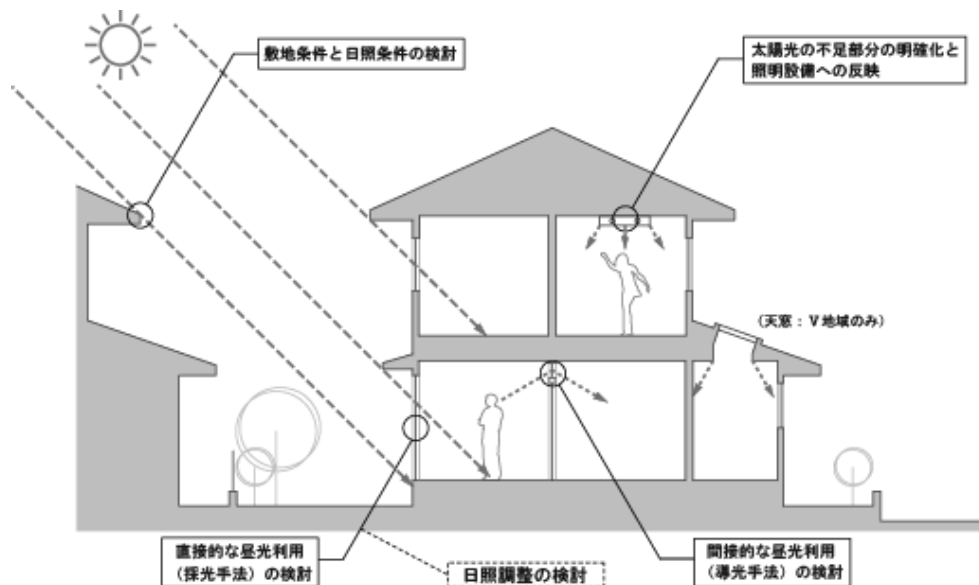


図1 昼光利用技術の全体像

2 前提条件（敷地条件・日照条件）と計画上の留意点

1) 敷地条件による平面計画上の留意点

初めに、概略を計画するため平面的なチェックを行います。

周辺の建物等が敷地にどのような影を落とすか日影図で検討します。季節は、日照を確保したい冬の最も影の長い時期（冬至）を主として、最も影の短い夏期（夏至）も含めて検討します（図2、図3）。午前・正午・午後の太陽の位置とそれによる日影は異なりますので、それぞれの時間ごとに細かくチェックしていくことが、快適で明るい室内の実現につながります。その際、現在は建物がなくても今後建物が建つ可能性がある場合には、その状況を想定しておくことも重要です。

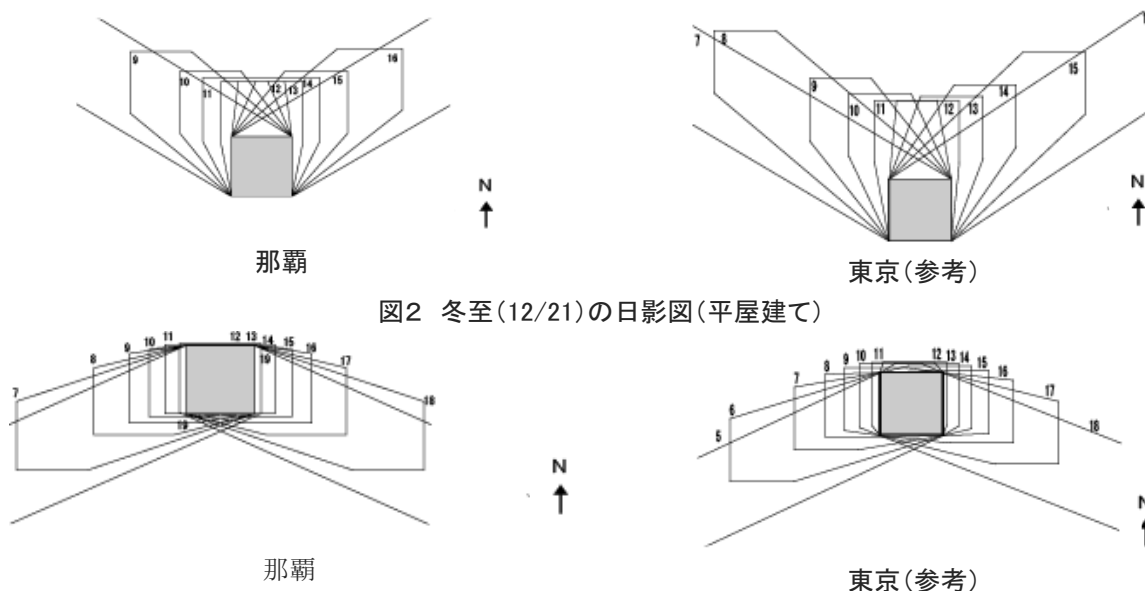


図2 冬至(12/21)の日影図(平屋建て)

図3 夏至(6/21)の日影図(平屋建て)

日照が確保できる位置や時間帯がわかったら、どのような時間帯に日差しを必要とするのか、ライフスタイルなど長期的な視点で考えて平面配置を工夫します。

2) 敷地条件による断面計画上の留意点

次に、具体的な計画をするため、立体的な影のチェックを行います。

例えば、那覇において太陽高度は、真南で冬至の場合 40.4° 、夏至の場合 87.3° 、春秋分の場合 64° として考えます。この季節ごとの太陽高度とそれによる日影の状況などから、1 階南窓を通して床面のどのあたりまで南側の建物の影が伸びてくるのかが分かり、窓の位置や開口形状(後述)についても考えることができるなど、立体的な空間のイメージをより具体的につかむことができます(図 4)。

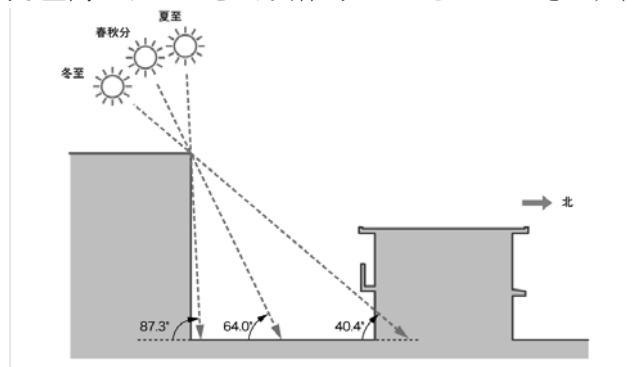
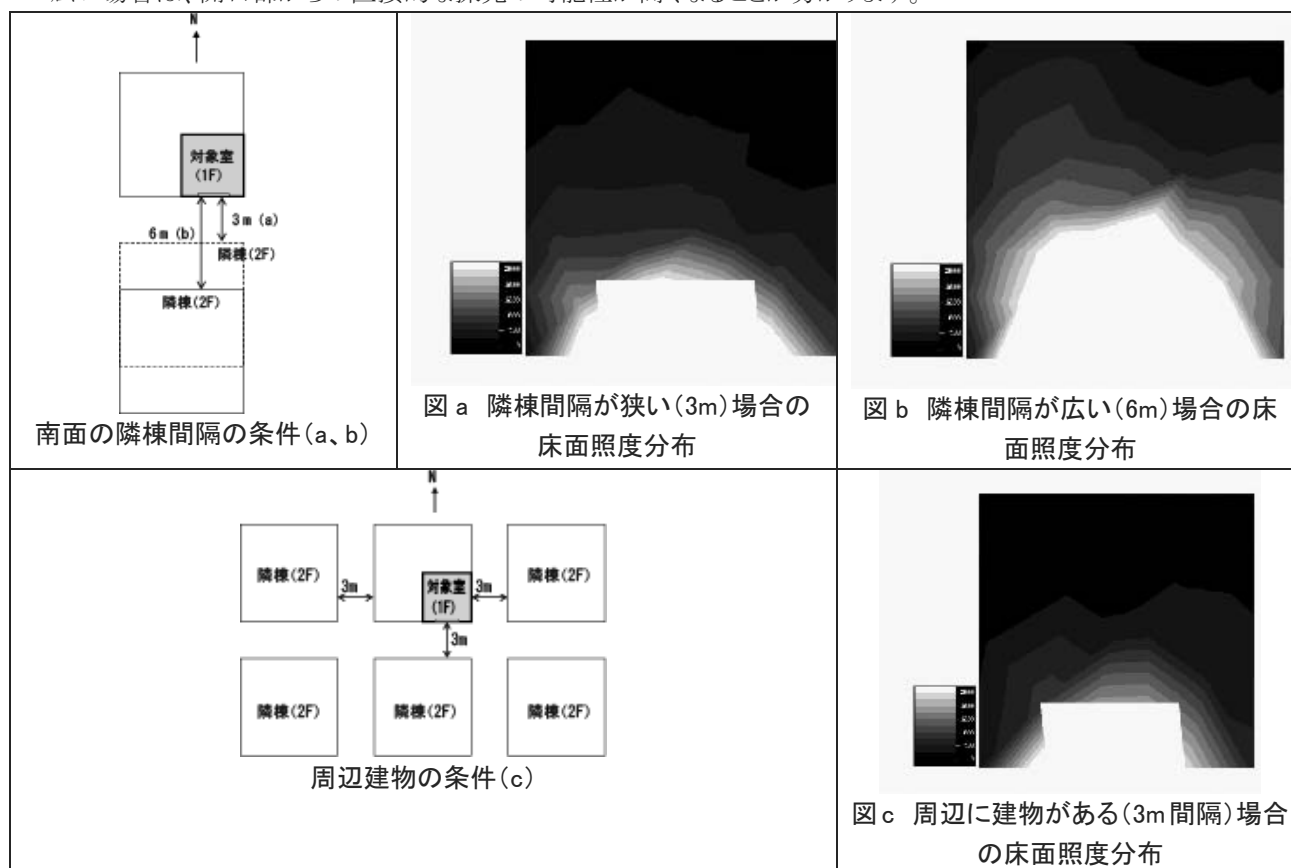


図 4 立体的な影のチェック(那覇における太陽高度)

ポイント 敷地条件による室内照度の違い

敷地南側に隣接して 2 階建て建物があり、その隣棟間隔が狭い場合と広い場合(図 a、図 b)、周辺に 2 階建ての建物がある場合(図 c)を想定し、1 階床面照度分布のシミュレーション検討を行いました。隣棟間隔が広い場合は、開口部からの直接的な採光の可能性が高くなることが分かります。



3.2.4 昼光利用の手法

手法1 直接的な昼光利用手法（採光手法）

- ・昼光利用手法の第1段階は開口部による採光ですが、開口部の位置により採光の効果が異なります。計画の際には、敷地条件や居住空間の特性により適切な採光方法を選択する必要があります。
- ・同時に自然風の利用についても考慮します。
- ・開口部の位置と形状が確定しても、開口部のみでは夏期には日射熱が直接室内に侵入して快適性が著しく損なわれたり、直射光によりまぶしすぎたりするため、適切な昼光となるよう日射遮蔽と日照調整を同時に計画します。

1 開口部の位置・形状の計画

1) 側窓の計画

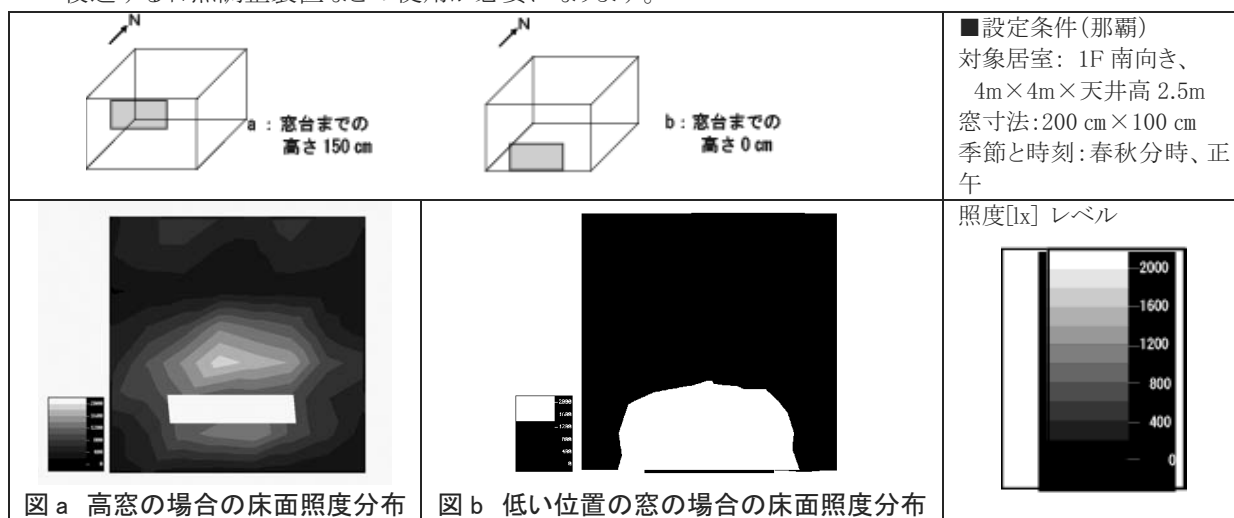
外壁面に設ける一般的な側窓は、窓の構造が簡単で、雨仕舞いの面でも施工が容易です。また、窓の開閉や清掃がしやすいことも、忘れがちですが大きなメリットです。

昼光利用の観点からは、以下のような開口部の特性を意識しておくことが大切です。

- ①窓の位置は高い方が、室の奥まで光が届き、室内照度の均一性は向上します。
- ②窓の位置は高い方が、プライバシーの確保が容易なことが多く、カーテン等の開放率も向上する傾向があります。
- ③窓の位置は高い方が、視野の中心からずれて、まぶしさを低減させ易くなります。

ポイント 窓の高さによる室内の明るさの違い

- ・参考として、同じ形状で設置高さが異なる窓のある部屋の室内床面照度を示します。
- ・一般に、窓の位置が高いほど、照度の均一性は高くなります。図aの場合は室の奥まで光が届くことがわかります。その分、奥の照度も上がり、室全体の照度均一性が高くなります。高窓の場合は、近隣の影響をやや受けにくく、まぶしさを低減できることもメリットの1つです。ただし、日射はそのまま入ってくるので、後述する日照調整装置などの使用が必要になります。

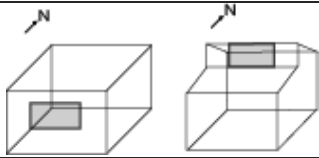
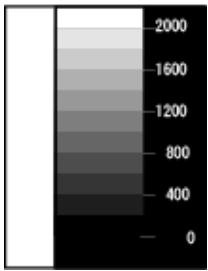
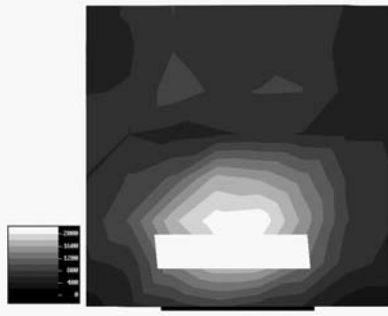
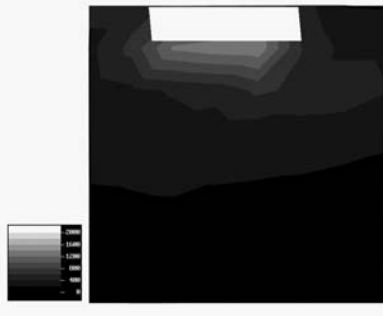
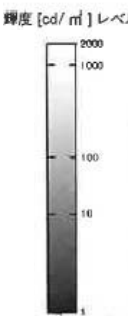
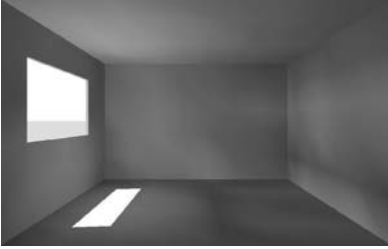
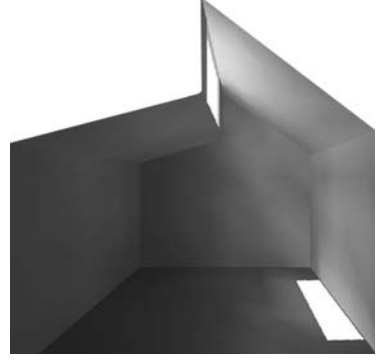


2) 頂側窓の計画

隣棟間隔が狭く、側窓からの採光可能性が非常に低い場合、あるいは北に面した居室に明るさを確保したい場合などは、頂側窓によって効率的な採光を計画することが有効です。前述したとおり、高い位置にある窓は、室の奥まで効率的な採光が可能となり照度の均一性は高くなりますし、換気性能等が上がるメリットもあります。頂側窓で注意する点は、メンテナンスをどう行えるようにするかということです。窓の清掃・点検だけでなく、南向きの頂側窓の場合は夏期の日射遮蔽が不可欠となるため、後述の日照調整装置を使うなど十分な配慮が必要です。

ポイント 側窓と頂側窓による室内の明るさの違い

- ・参考として、同じ面積の側窓と頂側窓による室内床面照度分布と室内全体の光の状況(明るさの見え方)を表す輝度の分布(輝度分布)の違いを示します。
- ・頂側窓を設けると、側窓で暗かった天井や室奥の壁面が明るくなります。

■設定条件(那覇) 対象居室:1F 南向き、4m×4m× 天井高 2.5m~3.5m 窓寸法:200 cm×100 cm 季節と時刻:春秋分時、正午		
照度[lx] レベル 	 床面照度分布	 床面照度分布
輝度[cd/m²]レベル 	 室内の光の状況(輝度分布) 図 a 側窓の場合の室内の明るさ	 室内の光の状況(輝度分布) 図 b 頂側窓の場合の室内の明るさ

2 日照調整装置の計画

昼光を採り入れることは、VI地域において非常に多い照明エネルギー消費を減らすことにつながります。しかし、とくに夏期には、冷房負荷を低減するために日射の遮蔽が重要になるので(4.2 「VI地域における日射

遮蔽手法」参照)、明るさと日射遮蔽の両立を考える必要性が生じます。

一般に、直射日光を遮蔽する装置は「日射遮蔽装置」と呼ばれますが、熱に加えて光についても考慮すると、ただ熱を遮るために遮蔽するのではなく、明るさも調整する装置、すなわち「日照調整装置」と呼ぶことのできる仕掛けが必要です。

ここでは、日照調整装置としての特徴を、屋外に設置する場合(表4)と屋内に設置する場合(表5)に分け、日射遮蔽効果との関係も含め示します。さらに、日照調整装置により開口部と周辺の明暗の対比を小さくすることで、室内が暗く感じないようにするための手法について、庇や花ブロックを例に挙げ解説します。

光環境の調節のしやすさは、室内の水平ブラインドなどの屋内設置の付属的な装置の方が優れています。一方、屋外に設置する装置の方が日射遮蔽効果は大きく、強風・強雨対策を考慮すると、庇や花ブロックなど建築的な装置が有効になります。

それぞれの日照調整装置の特徴を把握し、使用時期、設置する方位や目的に適した装置を選択することが必要です。

表4 日照調整装置の特徴・1(屋外設置の場合)

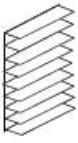
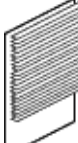
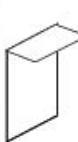
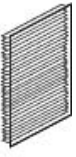
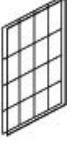
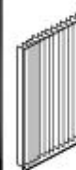
		水平ルーバー 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考	・南東～南～南西、太陽高度が高いときに適する ・羽の間隔、角度によって見え方が変わる ・あまりない ・目的に応じた羽の設定が重要。羽の上面で反射した直射日光が天井へ入射し、室内が明るくなる
		水平ブラインド 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考	・全方角に対応可能 ・羽の間隔、角度によって見え方が変わる ・羽角によっては少しある ・屋外の状況や目的に応じて適切に調整することが重要。羽からの反射光を天井に導くこともできる
		簾(すだれ) 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考	・東西面、太陽高度が低いときに適する ・あまりよくない ・ある ・安価で設置が容易。自然素材の視覚的効果が期待できる
		ロールスクリーン 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考	・東西面、太陽高度が低いときに適する ・素材によって異なるがあまりよくない ・素材によって異なるがかなりある ・外部からの視線制御には効果的。やわらかな光環境をつくるのに適する
		庇 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考	・南、太陽高度が高いときに適する ・よい ・ない ・太陽高度が低い場合には直射日光が入射しやすいので、西日などの遮蔽には不向き
		オーニング 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考	・北面以外に適する ・よい ・素材によって異なるがあまりない ・固定の庇より太陽高度の低い場合にも対応可能。素材によっては直射日光の拡散透過がある

表 5 日照調整装置の特徴・2(屋内設置の場合)

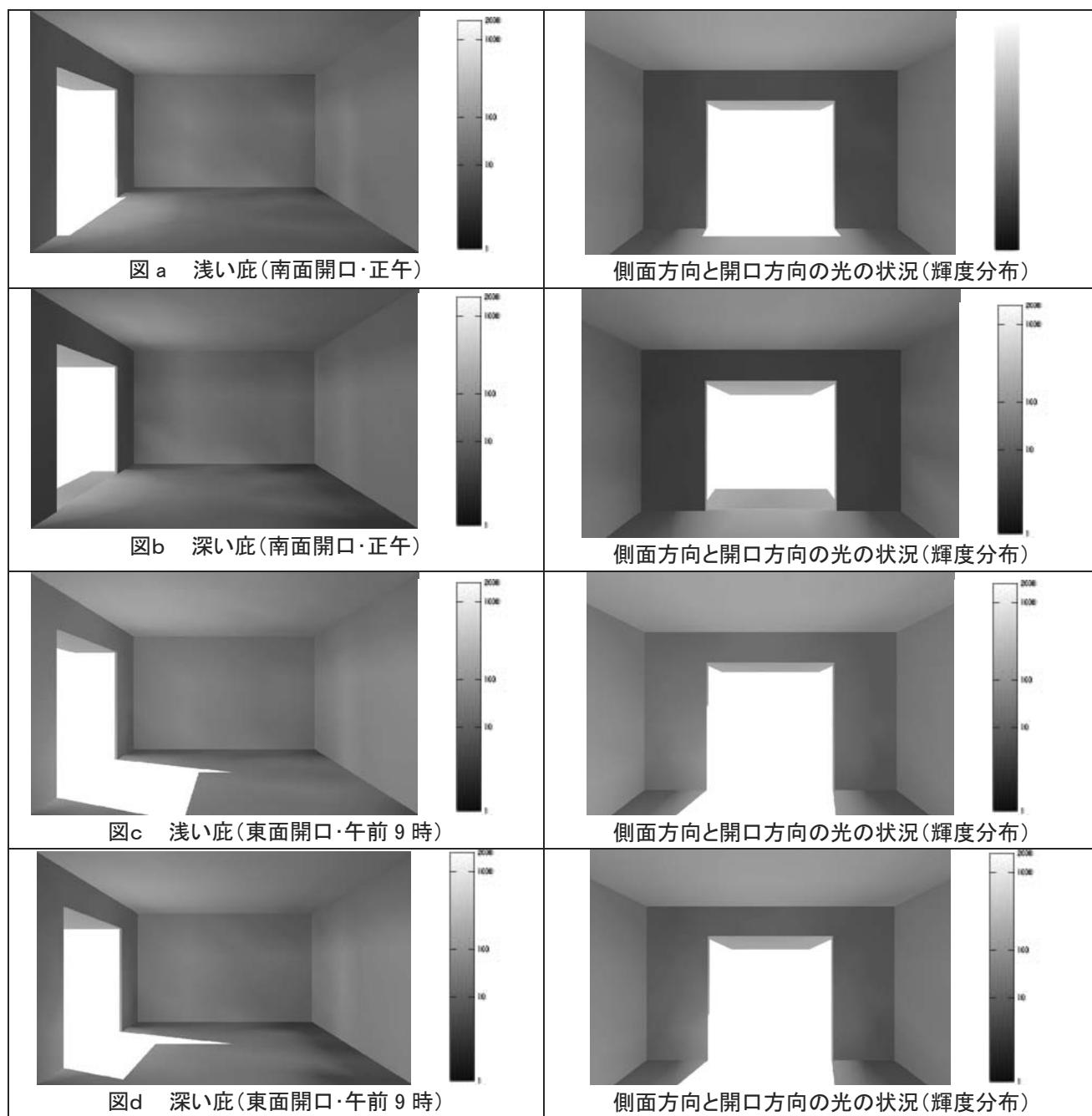
		水平ブラインド 方角・季節・時刻 眺 望 直射光の拡散性 備 考	・全方角に対応可能 ・羽の間隔、角度によって見え方が変わる ・羽角によっては少しある ・屋外の状況や目的に応じて適切に調整することが重要。羽角の調整、巻き上げなどの調整が容易
		障子 方角・季節・時刻 眺 望 直射光の拡散性 備 考	・太陽高度が低いときに適する ・よくない ・素材によって若干異なるがかなりある ・視線制御には効果的だが、外部環境が把握しにくい。やわらかい光環境をつくることができる
		ロールスクリーン 方角・季節・時刻 眺 望 直射光の拡散性 備 考	・東西面、太陽高度が低いときに適する ・素材によって異なるがあまりよくない ・素材によって異なるがかなりある ・外部からの視線制御には効果的。やわらかな光環境をつくるのに適する。巻き上げによる調節が容易
		レースカーテン 方角・季節・時刻 眺 望 直射光の拡散性 備 考	・太陽高度が低いときに適する ・素材によって異なる ・素材によって異なる ・眺望優先かまぶしさ抑制優先かなど、目的に応じた素材選択が重要
		垂直ブラインド 方角・季節・時刻 眺 望 直射光の拡散性 備 考	・全方角に対応可能 ・羽の間隔、角度によって見え方が変わる ・羽角によっては少しある ・直射日光が窓面に対し角度を持って入射する場合に適している
		なし 方角・季節・時刻 眺 望 直射光の拡散性 備 考	・よい ・ない

1) 庇による日照調整効果

蒸暑地でよく用いられる庇は、その出寸法により日射遮蔽効果が異なりますが、日照調整効果も庇の出で異なります。ただし日射遮蔽とは違って、見え方の部分で効果が異なります。

ポイント 庇の出による室内の光の状況の違い

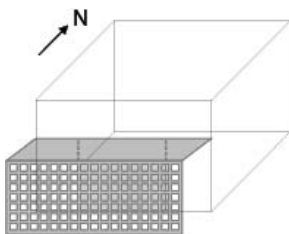
- ・室内の光の状況を表す輝度分布により庇の効果の違いを示します。
- ・図 a と b は、南面開口で正午の場合の庇の出による見え方の違いです。太陽高度が高いため、図 b の深庇では陰となる部分が広くなり、開口部のまぶしい感じ(対比)が小さくなっています。
- ・図 c と d は、東面開口で午前 9 時の場合の庇の出による見え方の違いです。太陽高度が正午より低いので床に日が差し込みますが、図 d の深庇ではまぶしい部分の面積が小さくなるので、まぶしい感じ(対比)を小さくすることができます。



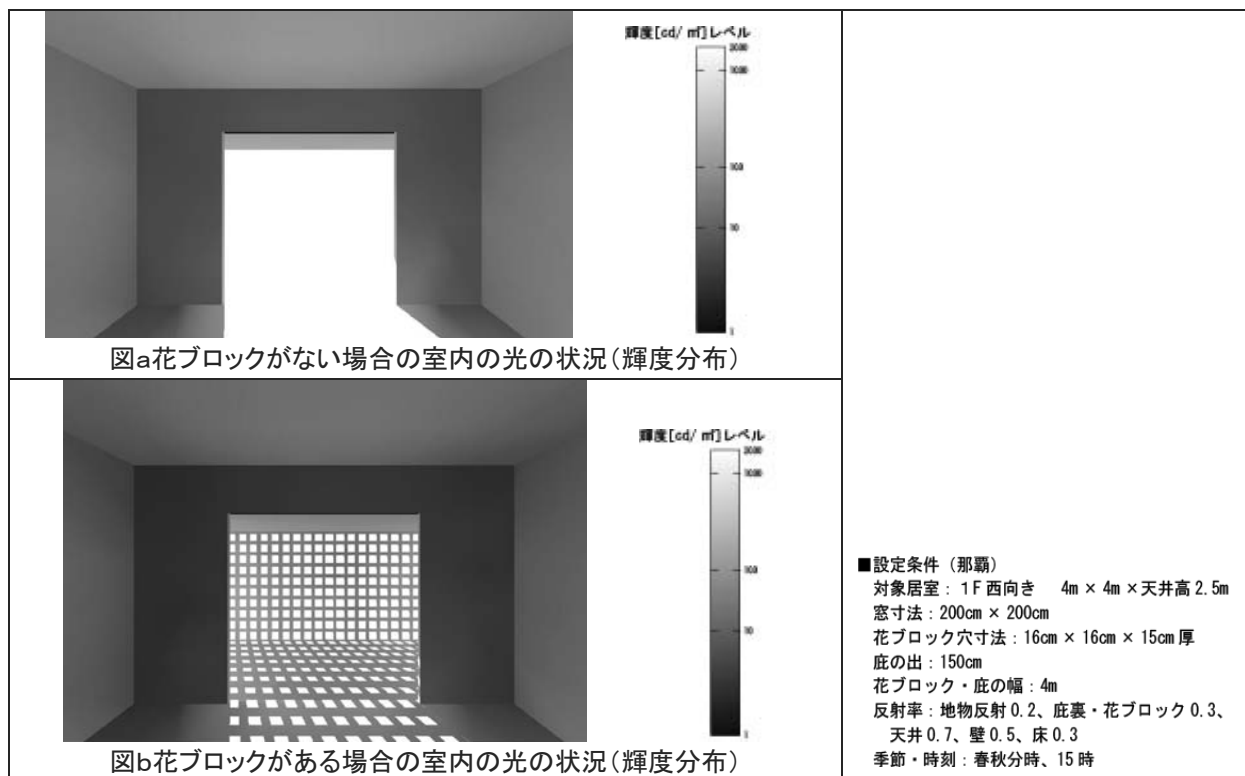
2) 花ブロックの日照調整効果

VI地域では、強風の緩和や景観整備のために花ブロックがよく用いられます。西日などを遮る日射遮蔽装置としても有効ですが、日照調整という点でも庇と組み合わせて大きな効果が得られます。

ポイント 花ブロックによる室内の光の状況



- ・室内の光の状況を表す輝度分布により花ブロックの効果を示します。
- ・図 a と図 b は、西面開口で 15 時の場合の花ブロックの有無による見え方の違いです。
- ・庇のみで、花ブロックがない図 a では、西日が直接差し込み、開口部と床の広い部分がまぶしく感じられるため、実際には日光の量は確保されているにもかかわらず、室内は相対的に暗く感じやすくなります。
- ・庇と花ブロックを組み合わせた図 b では、西日が花ブロックの日照調整効果によってやわらげられるため、日光の量は制限されますが、明暗の対比が小さくなるので、室の奥はそれほど暗く感じません。
- ・つまり、花ブロックがあることで、西日などの日射を確実に遮蔽しながら、室の奥を暗く感じさせない効果があります。



手法2 間接的な屋光利用手法（導光手法）

- ・開口部から採り入れた光を室の奥に導くこと（導光）によって、明るさを含めた視覚的な快適性を向上させることができます。十分な採光が得られない住宅でも、導光によって採光された光を最大限に活用することができます。

- ・導光手法には、空間構成による導光、仕上げ面の反射による導光、装置による導光の 3 つがあります。優先順位としては、まず空間構成や内装仕上げによる建築的な導光を十分検討した上で、不足する部分を装置的な導光で補うという手順が望ましいでしょう。
- ・導光手法は、複数組み合わせることで、一層効果が高まる場合があります。

1 空間構成による導光

空間構成による導光とは、平面・立面計画上の工夫により光の通り道をつくることです。

1) 欄間等による導光

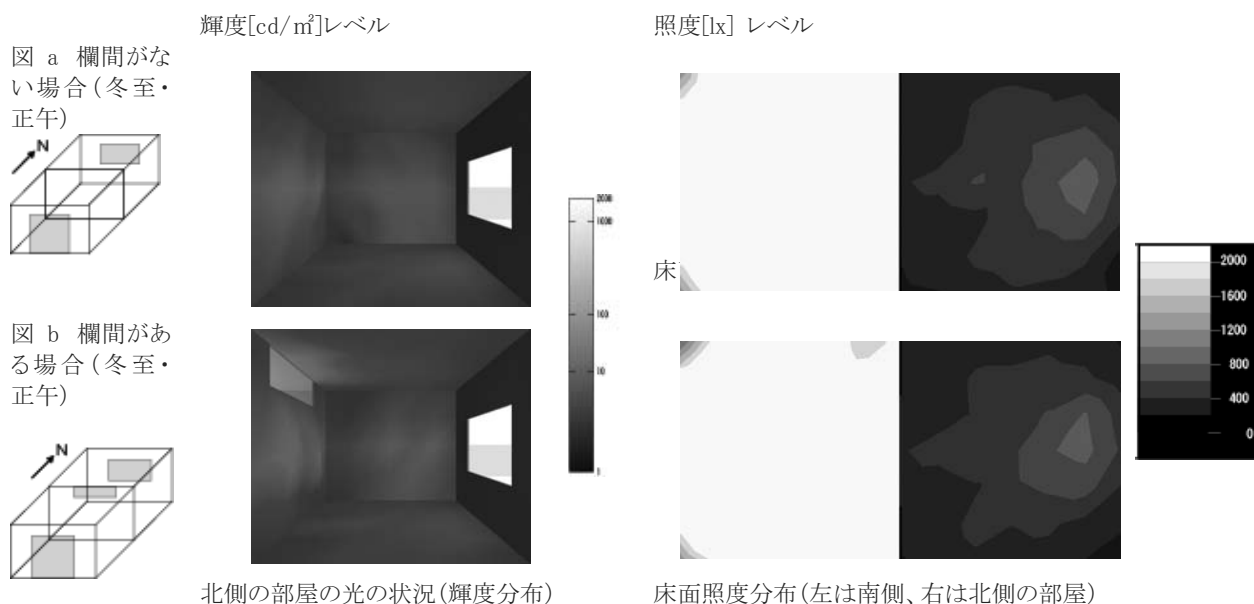
通風用の開口として間仕切り壁上部に設けられる欄間により、採光条件の悪い隣室にも光を導くことができます。欄間より下側は壁面により視線が遮られるので、空間としての独立性は保ちつつ、光を導入することができます。また、太陽高度が高い蒸暑地では、室の奥への導光効果が小さくなりやすいので、後述する室内の反射をうまく利用することも大切です。

欄間による導光は、外面する開口部の検討が後手になりがちな非居室への対応としても有効です。洗面所、便所、浴室など非居室のすべてに窓を計画することが困難な場合でも、それらのいずれか 1 つに十分な採光を行い、周りのスペースに欄間で導光することで、自然光を利用した快適なスペースを形成することができます。

欄間と同じように、間仕切り壁等にガラスブロックやガラススクリーンなどをうまく利用して、空間全体に導光することでも、同じような効果が得られます。

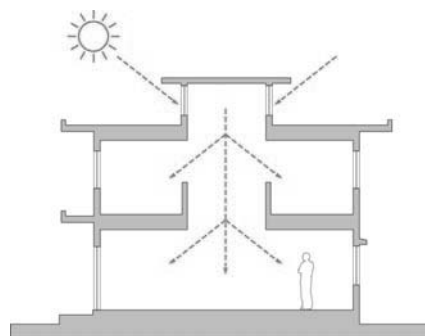
ポイント 欄間の導光効果

- ・参考として、欄間の有無による北側部屋の光の状況と床面照度(南向きの部屋も含む)の違いを示します。
- ・両者で室内の床面の明るさはほとんど変化がありませんが、欄間がある場合には、天井面や壁面の見た目に係わる部分が明るくなっていることが分かります。



2) 光井戸による導光

光井戸(ライトウェル)を計画し、住宅内を上下階に貫く光の通り道をつくることで、下層階にも光を導入することが可能となります(図5)。この場合、構成部材の透過率、反射率などを考慮することにより、階段室などでも光井戸の効果を得ることができます。また、光井戸は、頂側窓等(V地域は天窗も可)と組み合わせることになりますが、構造上、頂側窓等からの直接採光ではないため、ある程度の日射遮蔽効果を見込むことができます。



光井戸(ライトウェル)

図5 光井戸の計画例

2 仕上り面の反射による導光 —屋外地面・軒裏・室内表面の反射

仕上り面の反射による導光は、日本の伝統的な建物にも多く使われている手法で、現代の住宅にも有効に活用することができます。この手法は、地面で反射した光をさらに軒裏や開口付近の天井面で反射させて室の奥へ導くことが基本ですが、蒸暑地では照り返しがきつく、窓面もまぶしくなるので、日射遮蔽と日照調整をしっかりと行うことが前提となります。

図6は、屋外地面、庇裏や天井等の仕上り面の反射を上手く使い、さらに高窓も組み合わせることで、日射や開口部のまぶしさを防ぎながら光の効果的な導入を可能にした実例です。雨端空間(深い庇のある半戶外空間)が日光を間接的に上手く導入するための役割を果たしています。

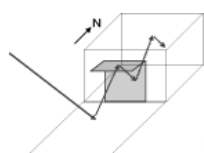
通風や眺望のために窓を開放したい場合、仕上り面の反射を生かす導光手法としては、低反射率の屋外地面と、高反射率の室内仕上り面を組み合わせることが非常に有効です。



図6 雨端空間を利用した地面・軒裏・天井反射の導光

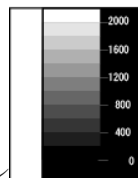
ポイント 低反射率の屋外地面と高反射率の室内仕上り面による導光効果

- ・参考として、屋外地面と室内仕上り面の反射率を変えた場合の室内の光の状況(輝度分布)と床面照度分布を示します。
- ・地面の反射率が低く室内の反射率が低い場合(図a)、全体として暗く見え(輝度分布)、室内の光そのものも少なくなります(照度分布)。これに対し、地面の反射率が低く室内の反射率が高い場合(図b)、開口部との見た目の対比をある程度抑えながら室内は明るく(輝度分布)、室の奥まで光が届きます(照度分布)。
- ・地面の反射率が高く室内の反射率が低い場合(図c)、対比が最も大きく窓がまぶしく感じますが(輝度分布)、図bに比べ室の奥まで光が届きません(照度分布)。
- ・地面の反射率が高く室内の反射率も高い場合(図d)、全体として明るく室の奥までしっかり光が届きます(照度分布)、全体に非常にまぶしく感じ、日射もきつくなります。
- ・以上から、低反射率の屋外地面と高反射率の室内仕上り面の組み合わせ(図b)が最も効果的です。



輝度[cd/m²]レベル

照度[lx] レベル



設定条件(那覇)
対象居室: 1F南向き、
4m×4m×天井高 2.5m
窓寸法: 200cm×200cm
庇の出: 150cm
季節と時刻: 春秋分時、正午
a 反射率(低-低)
屋外地面 0.2、庇裏 0.2、
天井 0.5、壁 0.3、床 0.1

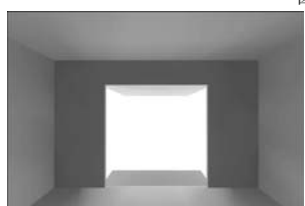


室内の光の状況(輝度分布)

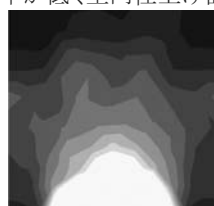


床面照度分布

図 a 地面反射率が低く室内仕上げ面の反射率が低い場合



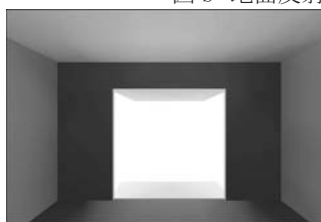
室内の光の状況(輝度分布)



床面照度分布

b 反射率(低-高)
屋外地面 0.2、庇裏 0.8、
天井 0.9、壁 0.7、床 0.5

図 b 地面反射率が低く室内仕上げ面の反射率が高い場合(最も導光効果の高い場合)



室内の光の状況(輝度分布)



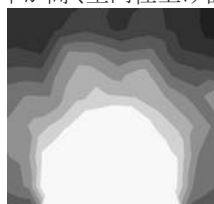
床面照度分布

c 反射率(高-低)
屋外地面 0.8、庇裏 0.2、
天井 0.5、壁 0.3、床 0.1

図 c 地面反射率が高く室内仕上げ面の反射率が低い場合



室内の光の状況(輝度分布)



床面照度分布

d 反射率(高-高)
屋外地面 0.8、庇裏 0.8、
天井 0.9、壁 0.7、床 0.5

図 d 地面反射率が高く室内仕上げ面の反射率が高い場合

参考として、主な主要な仕上げ材の反射率を示します(屋外地面を含む)。

【参考】表 主要な仕上げ材の反射率

部位	仕上げ材	反射率(%)	部位	仕上げ材	反射率(%)
天井および壁面	檜(新)	55~65	床面	畳(新)	50~60
	杉(新)	30~50		淡色ビニタイル、アスタイル	40~70
	色付ラッカー、ニス	20~40		濃色ビニタイル、アスタイル	10~20
	淡色壁紙・襖紙一般	40~70		淡色フローリング	20~30
	濃色壁紙・襖紙一般	20~40		濃色フローリング	10~20
	白漆喰壁(新)	75~85	屋外床面	白砂利	20~40
	白壁一般	55~75		砂利、コンクリート、舗石	15~30
	茶大津、淡色壁一般	40~60		アスファルト舗装	15~20
	濃色壁一般	15~25		芝生(草原)	5~15
	和風砂壁(緑ほか濃色)	5~15		土(濡土)	3~7

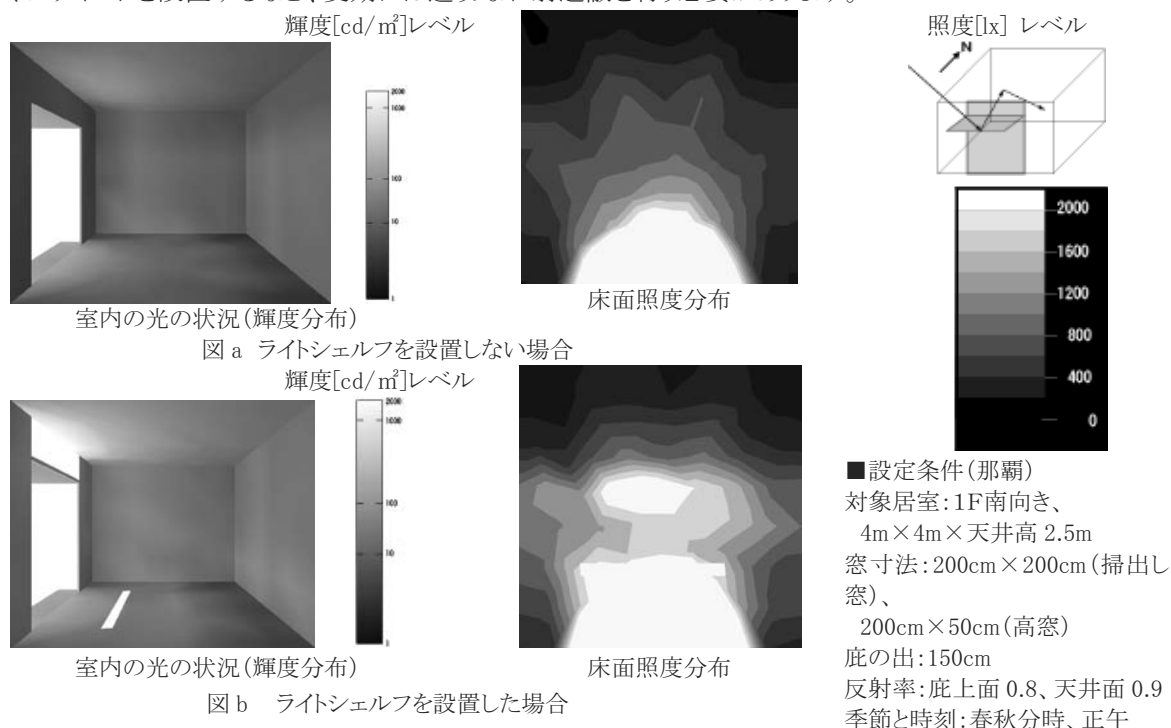
3 装置による導光

装置による導光は、窓上部に設置した中庇(ライトシェルフ)の上面で光を反射させ、さらに天井面の反射を利用することにより光を室の奥まで導く手法や、窓に装着する日照調整装置のうち羽上面の反射効果が大いもの(ルーバー等)で、同様に天井面の反射を利用する手法があります(V地域では、設備的な装置(ライトダクト等)を用いて通常は光が届かない場所へ光を導く手法も有効です)。

ライトシェルフは、眺望を確保するため、中庇は視線より高い位置に設置することが望ましく、天井の低い住宅では開口部に向けて天井を傾斜させて高くするといった工夫も必要となります。比較的天井の高いリビングの開口部で採用すると、中庇上部の開口を大きくすることができ効率的です。

ポイント ライトシェルフの導光効果

- ・参考として、ライトシェルフの有無による室内の光の状況(輝度分布)と床面照度分布の違いを示します。
- ・ライトシェルフがある場合、高い反射率の底上面と天井面によって、室全体が非常に明るくなっていることがわかります。
- ・ライトシェルフは、直射日光を天井面へ導くための中庇です。底の上部に窓を設けることで、底の上面で反射された直射日光は天井面に入射し、室の奥まで広がります。庇がなければ窓近傍の床面にのみ直射日光が入射し、室の奥との間に強い明るさのコントラストが生じます。しかし、普通の庇は直射日光を遮蔽するだけで、窓近傍と室の奥との明るさのコントラストは解消されません。ライトシェルフを用いて直射日光を天井に導き室の奥を明るくすることにより、窓近傍と室の奥とのコントラストを弱め、快適な光環境を生み出すことができます。
- ・ライトシェルフの設置は、同時に日射熱の流入を増やすことになりますので、ライトシェルフ上部の窓に庇やブラインドを設置するなど、夏期には適切な日射遮蔽を行う必要があります。



3.3 太陽光発電（太陽光の利用・2）

太陽光発電は、日中には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す。夜間は通常どおり電力を購入する必要がありますが、日中の余剰電力は売電することができますので、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極めて低く抑えることが可能になります。

3.3.1 太陽光発電の目的とポイント

- ・住宅で使用される太陽光発電システムは、系統連系型システム（商用電力系統と連系して電気を売買するシステム）です。太陽光発電の量は天候や時間帯によって大きく変化しますが、夜間は買電、日中は発電を行い、ランニングコストを抑えることが可能です。
- ・太陽光発電は、発電所の負荷が最も大きくなる夏期の日中に最大の発電を行い、余剰電力を売電することになります。このことは、発電所の負荷を低減させることにつながるため、マクロな視点からも環境負荷の低減に寄与します。
- ・太陽光発電システムのうち、太陽電池部分には駆動部分がないため、消耗品がありません。そのため、太陽電池の耐用年数は、表面が強化ガラスで保護されているモジュールの場合 20 年以上であり、他の設備機器に比べて非常に長い期間使用することができます。
- ・発電量は日影時間の長短など立地条件によって異なりますので、計画の際には検討が必要です。
- ・太陽光発電システム（パワーコンディショナーおよび発電モジュール等）の発電性能と発電効率の経年劣化については、現在も様々な実証実験が行われていますが、その傾向は明らかになっていません。
- ・太陽光発電システムの販売メーカーでは、設計寿命をモジュールで 15 年程度、パワーコンディショナーで 10 年程度とし、システム全体で 10 年程度の保証を設けていることが一般的です。

3.3.2 太陽光発電による省エネルギー目標レベル

太陽光発電による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル 1 および 2 とし、家庭全体の年間 1 次エネルギー消費の削減量を表します。

レベル 0	： 太陽光発電を採用しない
レベル 1	： 年間 1 次エネルギー消費の削減量 33.7GJ (3kW 程度を設置)
レベル 2	： 年間 1 次エネルギー消費の削減量 45.0GJ (4kW 程度を設置)

- ・ここでの削減量は、太陽光発電による発電量を表しています。すなわち、レベル 1 およびレベル 2 のそれぞれで想定される太陽電池の容量 (3kW 程度および 4kW 程度) に対応する発電量を表しています。ただし、通常の住宅用太陽光発電システムでは、日中発電した電力のうち余剰電力を売電し、夜間は電力を買電することになります。
- ・削減量 (発電量) は地域によって変わり、前記は那覇 (傾斜角 20°) における値を示しています (表 1 参照)。

3.3.3 太陽光発電の設置条件

1 地域の日射量

太陽光の量 (日射量) は、年間発電量に影響します。つまり、晴天日が多い瀬戸内海地方や太平洋側に比べ、日本海側は若干発電量が少なくなります。北海道の札幌などでは梅雨がない分、東京よりも発電量が多くなるといわれています。

発電量の地域差は 1 割程度であり、どの地域においても採用の可能性があると いえます。太陽熱利用と異

なり、外気温などにあまり影響されないことが、このような現象につながっています。

図 1 に年平均全日射量の平年値、表 1 に主な都市での年間発電量の例(3kW および 4kW 製品を設置した場合)を示します。

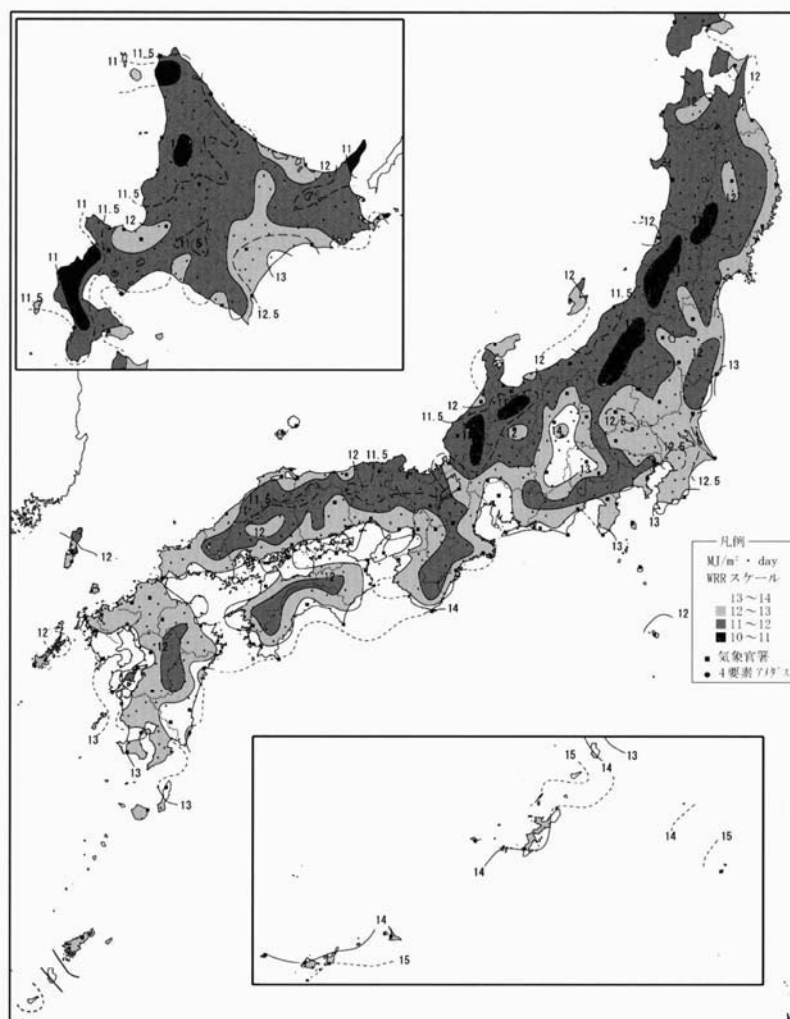


図 1 年平均全日射量の平年値(1961～1990 年) (単位: MJ/m²・日)

出典:「全国日射関連データマップ」平成 10 年度 NEDO

表 1 主な都市での年間発電量の例(単位: GJ、1 次エネルギー換算値)

都市	傾斜角	太陽電池容量	
		3kW	4kW
高知	30°	35.3	47.1
宮崎	30°	34.9	46.5
鹿児島	30°	32.7	43.6
那覇	30°	33.3	44.3
那覇	20°	33.7	45.0
宮古島	30°	34.0	45.3
宮古島	20°	34.7	46.3
石垣島	30°	33.6	44.8
石垣島	20°	34.2	45.6
東京(参考)	30°	30.6	40.8
札幌(参考)	30°	31.9	42.6

※1 京セラホームページの「住宅用ソーラー発電シミュレーション」(2008 年 6 月)を利用し、システム規模 3.15kW で、方位(真南)、傾斜角(30° または 20°)を設定して計算を行い、単純比率で 3kW と 4kW に置き換えた。

※2 表 1 の数値は 1 次エネルギー換算値であり、発電量(2 次エネルギー換算値、単位: kWh)への換算は次式で行うことができる。

$$1\text{GJ} = \frac{1}{9.76} \text{ MWh}$$

$$1\text{GJ} = \frac{1}{9.76} \times 1000\text{kWh}$$

$$1\text{GJ} = 102.4\text{kWh}$$

例えば那覇(20°)・3kW の 33.7GJ は、次のように換算できる。

$$33.7 \times 102.4 = 3450\text{kWh}$$

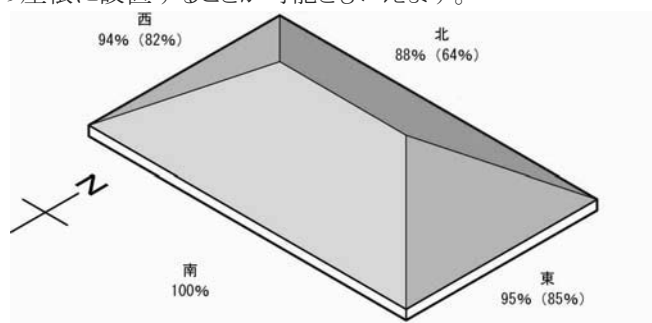
2 設置方位と傾斜角

太陽光発電パネルを設置する方位と傾斜角によっても、太陽光の利用効率は異なりますが、建設地の緯度も大きく影響します(図2、表2)。

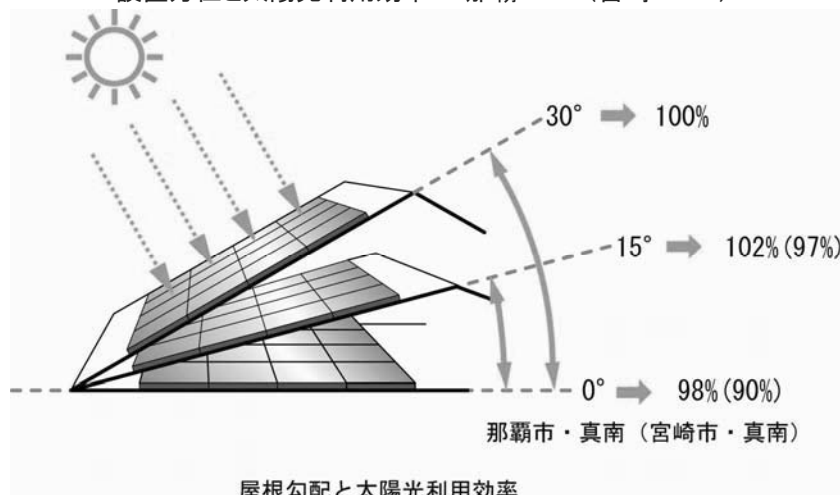
VI地域では、設置方位による利用効率の違いはさほどありません。例えば、那覇では、真南の向きに設置した場合の利用効率を100%とすると、敷地周辺の状況にもよりますが、東西は94～95%程度、北は88%程度となります(傾斜角 20°、3 寸 6 分勾配程度の場合)。また、傾斜角による効率の違いについては、南面に設置した場合、20° 程度の傾斜で年間の総発電量が大きくなると予測され、水平面(傾斜角 0°)に設置しても発電量の低下は少なくすみます。

これに対し、V地域では、設置方位による発電量の違いがある程度みられます。例えば、宮崎では、真南の利用効率100%に対し、東西は82～85%程度、北は64%程度となります(傾斜角 30°、5 寸 7 分勾配程度の場合)。この方位による発電量の違いは、傾斜角が大きいくほど顕著になります。また、傾斜角による効率の違いについては、南面に設置した場合、30° 程度の傾斜で最も効率が高くなり、このときを 100%とすると、20° で98%、水平面で90%程度になりますが、方位による違いほどの大きな差はありません。

このように、太陽光発電パネルの設置に際しては、高緯度の地域であれば、方位と傾斜角に注意が必要ですが、低緯度の地域では、急勾配の傾斜をつけなければ、屋根の勾配と方位はある程度自由に設計することができ、好みのデザインの屋根に設置することが可能ともいえます。



設置方位と太陽光利用効率 那覇・20° (宮崎・30°)



屋根勾配と太陽光利用効率

屋根勾配と太陽光利用効率 那覇・真南(宮崎・真南)

図2 太陽光発電パネルの設置方位と傾斜角

表2 方位別、傾斜角別にみた発電量の比較

(単位: %)

都市名	上段:緯度 下段:経度	方位別の利用効率				傾斜角別の利用効率(真南設置)					
		真南	真東	真西	真北	0°	15°	30°	45°	60°	90°
高知	33.6 133.6	100	83	80	60	88	97	100	98	91	63
宮崎	31.9 131.4	100	85	82	64	90	97	100	97	88	60
鹿児島	31.6 130.6	100	84	83	66	91	97	100	97	88	59
那覇	26.2 127.7	100	95	94	88	98	102	100	93	83	52
宮古島	24.8 125.3	100	95	95	90	98	102	100	94	81	49
石垣島	24.3 124.2	100	94	97	90	98	102	100	92	81	48
東京(参考)	35.7 139.8	100	79	79	57	88	97	100	98	91	64

※ 上表は、「拡張アメダス気象データ(1981～2000)日本建築学会編」を参照し、算定した結果です。

方位別の利用効率は、傾斜角を那覇市で20°、宮古島と石垣島で15°、その他の都市で30°に設定した場合の算定値です。傾斜角別の利用効率は、設置方位を真南とした場合の算定値です。

3 局地的条件

屋外の明るさは、晴天時の直達光では15,000ルクス以上ですが、曇りの場合では7,000～8,000ルクス、日影では3,000ルクス程度になります。太陽光発電は曇りの日でも可能ですが、日影では不可能となります。したがって、北向きの傾斜地や山間部など、日照時間が短くなる敷地では、表1で示した年間発電量の概算よりも発電量が小さくなる可能性がありますので、日影となる季節や時間帯を確認の上、発電ができなくなる分を差し引いて考える必要があります。

山間部などでは、日影となるのが朝夕の発電効率が低い時間帯であるため、あまり影響がない場合もあります。しかし、建て混んでいる市街地では、近くに高層の建築物が建つことにより、発電効率のよい時間帯に日影になってしまうことも考えられますので、将来の周辺状況も想定して検討する必要があります。

4 太陽光発電パネルの設置上の注意

太陽光発電パネルを屋根に設置する場合、沖縄などの風の強い地域では、暴風による破損に注意が必要です。屋根一体型の太陽電池パネルの導入を検討したり、陸屋根であれば水平に設置するなどの工夫を行って下さい。また、架台を用いる場合は、架台を屋根(躯体)にアンカー等で十分に締結すること、機器本体を架台にボルト等でしっかり留め付けることが必要です。塩害に注意が必要な地域では、架台やボルト等の金属部品に防錆措置が不可欠といえます。

3.3.4 太陽光発電によるコストの試算

以下の条件で発電シミュレーションを行い、設置時のイニシャルコストを何年で回収できるか那覇(VI地域)と宮崎(V地域)で計算してみました(表3、図3、図4)。

表 3 シミュレーションの条件

前提条件	太陽電池容量:3kW(設置面積 21.9～23.6 m ² 、3.15kW での試算結果を 3kW に換算) パワーコンディショナー定格容量:4kW 日射量データ:沖縄県那覇市、宮崎県宮崎市 NEDO・(財)日本気象協会「日射関連データの作成・調査」 (平成 10 年3月) モジュール設置条件:傾斜角 那覇市 20°・宮崎市 30°、方位角 0°(真南)
試算条件	1) 素子温度の上昇による損失(四季別温度損失)を 10%(12～2 月)、15%(3～5 月、9～11 月)、20%(6～8 月)として計算 2) 配線、受光面の汚れ、逆流防止ダイオードなどによる損失率を 5.35%として計算 3) 取り付け方式による温度補正係数を 1.00(傾斜屋根)として計算 4) パワーコンディショナーの電力変換効率を 94.5%として計算(本コスト試算においてパワーコンディショナーの更新費用は考慮していません)

京セラホームページの「住宅用ソーラー発電シミュレーション」(2008 年 6 月)を利用し、上記の条件で算定しました。

1) 那覇における試算結果

那覇における計算では、年間推定発電量が 3430kWh(33.7GJ)となります。

これを電気料金で換算した場合は、以下のようになります(平成 21 年 4 月時点の料金単価による)。

- ① 31.48 円/kWh の場合(沖縄電力時間帯別電灯の料金) $3430\text{kWh} \times 31.48 \text{ 円/kWh} = 107,976 \text{ 円}$
- ② 27.15 円/kWh の場合(沖縄電力従量電灯の料金) $3430\text{kWh} \times 27.15 \text{ 円/kWh} = 93,124 \text{ 円}$

実際には、発電した電気をすべて売電することはありませんが、ここでは計算を単純にするため、すべて売電した場合に、何年で設置価格を償却できるかを計算しました。

設置価格を、275.3 万円(一定条件下で見積りした材工価格)とした場合、イニシャルコストの償却には以下の年数が必要となります。

- ① $275.3 \text{ 万円} \div 107,976 \text{ 円} = \text{約 } 25.5 \text{ 年}$ (沖縄電力時間帯別電灯の料金)
- ② $275.3 \text{ 万円} \div 93,124 \text{ 円} = \text{約 } 29.6 \text{ 年}$ (沖縄電力従量電灯の料金)

2) 宮崎における試算結果

宮崎における計算では、年間推定発電量が 3546kWh(34.9GJ)となります。

これを電気料金で換算した場合は、以下のようになります(平成 21 年 4 月時点の料金単価による)。

- ① 25.0 円/kWh の場合(九州電力よかナイト 10:80kWh 超過 200kWh までの料金)
 $3546\text{kWh} \times 25.0 \text{ 円/kWh} = 88,650 \text{ 円}$
- ② 25.0 円/kWh の場合(九州電力従量電灯:120kWh 超過 300kWh までの料金)
 $3546\text{kWh} \times 25.0 \text{ 円/kWh} = 88,650 \text{ 円}$

実際には、発電した電気をすべて売電することはありませんが、ここでは計算を単純にするため、すべて売電した場合に、何年で設置価格を償却できるかを計算しました。

設置価格を、254.6 万円(一定条件下で見積りした材工価格)とした場合、イニシャルコストの償却には以下の年数が必要となります。

- ① $254.6 \text{ 万円} \div 88,650 \text{ 円} = \text{約 } 28.7 \text{ 年}$ (九州電力よかナイト 10:80kWh 超過 200kWh までの料金)
- ② $254.6 \text{ 万円} \div 88,650 \text{ 円} = \text{約 } 28.7 \text{ 年}$ (九州電力従量電灯:120kWh 超過 300kWh までの料金)

以上のシミュレーションでは、料金体系によっては 25～30 年程度でイニシャルコストの償却が可能との評価が得られましたが、電気料金は年や電力会社によっても異なるため、注意が必要です。

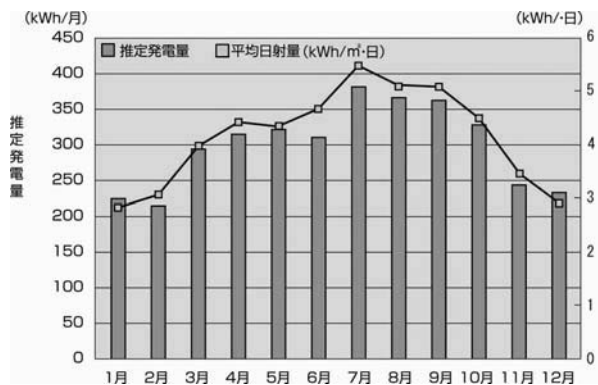


図3 月別の平均日射量と太陽光発電の推定発電量シミュレーション結果(那覇)

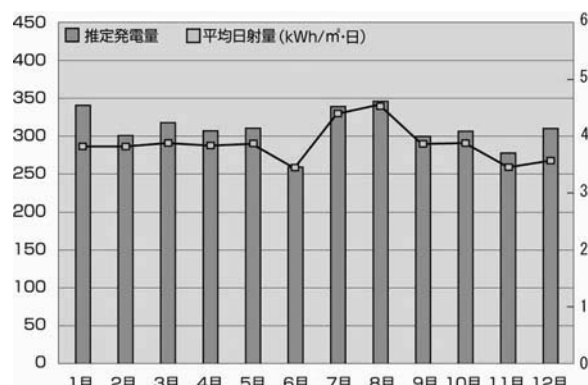


図4 月別の平均日射量と太陽光発電の推定発電量シミュレーション結果(宮崎)

イニシャルコストを抑えるためには、助成金を利用する方法もあります。経済産業省より定められた住宅用太陽光発電導入支援対策費補助金交付要綱に基づく助成として、「平成21年度住宅用太陽光発電導入支援対策費補助金」を利用した場合、一定の要件を満たす太陽光発電システムの導入に対して、対象システムを構成する太陽電池モジュールの公称最大出力1kWあたり7万円の補助を受けることができます。また助成制度には、都道府県単位のもの、市町村単位のものもあり、地域によって助成内容には違いがありますが、これらを併用することでさらなるイニシャルコストの削減をはかることができます。

また経済産業省は平成21年2月24日、太陽光発電の普及を加速するため太陽光発電で発電された余剰電力の電力会社への買い取りを義務化し、価格を現在の2倍程度にする新制度を導入すると発表しています。買い取り価格、開始時期、適用期間など詳細は未定ですが、仮に平成22年度より10年間実施された場合には、前記のイニシャルコスト償却に必要な年数が大きく短縮されることになり、導入件数の増加が期待されています。

例えば、那覇においてこれらの補助及び買い取りを導入すると、年間推定発電量を電気料金で換算した場合に、償却年数が以下の通り約20.6年となり5～9年短縮されます。

現行

$$3430\text{kWh} \times 31.48 \text{ 円/kWh} = 107,976 \text{ 円}$$

買い取り価格が2倍程度になった場合

$$3430\text{kWh} \times 0.5 \times 31.48 \text{ 円} + 3430\text{kWh} \times 0.5 \times 50.00 \text{ 円} = 139,738 \text{ 円}$$

イニシャルコストの償却年数

$$(275.3 \text{ 万円} - 21 \text{ 万円} - 139.7 \text{ 万円}) \div 107,976 \text{ 円} + 10 \text{ 年} = \text{約 } 20.6 \text{ 年}$$

※住宅での消費分は、沖縄電力時間帯別電灯の料金を採用。最大出力1kWあたり7万円の補助金を受けたと仮定。また、売電価格は、時間帯別電灯の買い取り価格が2倍程度の年数を10年間、太陽光発電量の1/2が売電されたと仮定。

3.4 V地域における日射熱の利用（太陽熱の利用・1）

建物からの熱損失を減らすことは、暖房エネルギー削減のための基本ですが、建物が取得する熱を増やすことによっても暖房負荷を削減することができます。

熱取得の最も大きな要因は日射であり、太陽熱を積極的に暖房に利用するために計画したものがソーラーハウスです。なかでも、太陽熱を建築的に活用して、自然な暖房効果を得る方法をパッシブソーラー暖房といいます。地域の気候特性や立地などの条件を勘案して、集熱、開口部の断熱保温、蓄熱の3つの建築的な手法のバランスを考えて設計を行うことが大切です。なお、日射熱利用技術は、冬期でも暖かいIV地域では、適用の対象としていません。

3.4.1 日射熱利用の目的とポイント

- ・日射熱の利用は、冬期における暖房エネルギー消費の削減に有効な技術です。ここでは、開口部から太陽熱を取得し、それを有効に利用する建築的な活用技術を対象とします。
- ・日射熱の取得・利用は、取得熱量を増やすこと（集熱）、取得熱の損失を抑えること（断熱）、取得熱を有効に利用し室温の低下を防ぐこと（蓄熱）の3つの手法を用いることにより実現できます。地域の気候特性や立地条件などに応じて、それらの手法を上手く組み合わせて使い、建物の熱収支バランスをはかり室温の変動を小さくすることが大切です。
- ・日射熱を取得する主要な部位はガラス窓の開口部です。取得熱を増やすためには、主要な開口部を南向きとするなど、方位や大きさに配慮した平面・開口部計画とすることが必要です。
- ・集熱面となるガラス窓は、一般に大きな熱損失部位でもあり、取得熱を増やすために集熱窓面積を増やせば、熱損失も増えるというジレンマが生じます。したがって、熱収支バランスに配慮した開口部仕様とする必要があります。ガラスの日射透過率が大きく、ガラスおよび建具の断熱性が大きいほど熱収支はよくなります。
- ・冬期において、熱の取得の多くは日射のある日中に集中し、熱の損失は終日続きます。一般に、外気温の下がる夜間の方が日中よりも熱損失は大きくなります。したがって、室温を安定して保つためには、一日の熱収支バランスをとるだけでなく、日中の熱損失を上まわる熱取得を行って夜間の熱損失を補うことが有効で、日中から夜間へ熱を持ち越す蓄熱技術が必要とされます。
- ・日射の取得・利用は冬期の暖房効果を得る技術ですが、夏期の日射遮蔽対策による冷房エネルギーの削減効果を併せて考え、日射の取得と遮蔽を両立できるように開口部まわりを計画することが重要です（日射遮蔽については「4.3 V地域における日射遮蔽手法」を参照して下さい）。

3.4.2 日射熱利用による省エネルギー目標レベル

1 目標レベルの定義

- ・日射熱利用による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル1から4までとし、暖房設備に消費されるエネルギーの削減率を表します。

レベル0	： 暖房エネルギー削減	なし
レベル1	： 暖房エネルギー削減率	5%程度
レベル2	： 暖房エネルギー削減率	10%程度
レベル3	： 暖房エネルギー削減率	20%程度
レベル4	： 暖房エネルギー削減率	40%程度

- ・2000年時点における標準的な暖房エネルギー消費量は5.0GJ（エネルギー消費量全体の7%程度）とな

ります(6.1 参照)。

- ・各目標レベルは、建設地域の気候特性、立地条件(日照障害の影響)、建物の方位(集熱面となる開口部の方位)および採用する日射熱利用手法の組み合わせにより達成することができます。

2 目標レベルの達成要件

1) 地域の気候特性 (パッシブ地域区分)

- ・日射熱を取得・利用する効果は、地域の気候特性が大きく関係します。ここでは地域の気候特性のうち、冬期における日射特性と寒さに着目します。
- ・冬期の日射量と気温から地域の日射特性を区分したものをパッシブ地域(PSP)区分といいます。これにより全国は5つの地域に区分され、「い地域」から「ほ地域」の名称で区別されます。V地域には、このうち日射量が多い「は地域」「に地域」「ほ地域」があります。

い地域	： 日射量が少なく非常に寒い地域
ろ地域	： 日射量が少なく寒い地域
は地域	： 日射量が多く寒い地域
に地域	： 日射量が多い地域
ほ地域	： 日射量が多く暖かい地域

- ・PSP 区分の分布を表したパッシブ地域区分図(PSP 区分図)および対応する都道府県・市区町村リストを「付録1 地域区分資料」に掲載しています。

ポイント PSP (Passive Solar Potential) について

- ・PSPとは、1月の暖房度日(日平均外気温が18℃を下回る日について、室温18℃と当該平均外気温の差を合計した値をいう)に対する1月の平均日射量の比をいい、地域における日射利用の可能性の大きさを示します。
- ・暖房度日が小さい温暖地で日射が多い地域ではPSPは最も大きく、暖房度日の大きい寒冷地で日射が少ない地域ではPSPは最も小さくなります。
- ・暖房度日をもとに作成された地域区分と比較すると、日射の多少の影響が顕著にみられます。平成11年省エネルギー基準によるV地域、IV地域の太平洋側は、世界でも有数の日射に恵まれた地域であり、日射を暖房にしやすい地域です。PSP区分の「い地域」では暖房への太陽熱利用に多くを期待することができず、逆に「ほ地域」では太陽熱利用効果が極めて大きくなります。

2) 立地条件 (日照障害の影響)

- ・日射熱を取得・利用する効果は、計画建物が受ける日照障害の影響、すなわち計画建物の日照時間が大きく関係します。
- ・敷地の周囲に高い建物があることなどにより、冬期において日射が遮蔽される場合には、日射の取得・利用がしにくくなります。設計に先立って、計画する建物に対し日照障害を引き起こす遮蔽物の有無、地形、樹木の影響などを調べる必要があります。
- ・ここでは、日照障害の影響の程度により、立地を次の3つに区分します(表1)。

表1 日照障害の影響による立地区分

区分	日照障害の程度※	日照時間の目安(冬至時)
立地1	日照障害の影響が大きく(50%程度) 日射熱利用が困難な立地	3時間以上(例えば10:30～13:30の 3時間しか日照を得られない)
立地2	日照障害の影響が少なく(25%程度)日 射熱利用が可能な立地	5時間以上(例えば9:30～14:30の 5時間日照を得られる)
立地3	日照障害の影響がなく(0%) 日射熱利用が容易な立地	終日日照を得られる

※日照障害の程度(%)は、冬期の日中(8時から17時程度まで)において、周囲に日射を遮る建物等がない場合に利用できる日射量(総日射量)に対し、建物等に遮られ利用できない日射量の割合を示します。

- ・立地 1 に該当する敷地では、日射熱利用の手法を適用しても、暖房効果はほとんど見込むことができません。

ポイント 日照時間の確認方法

- ・日照時間は、近隣建物の位置や高さなどを調査した上で、以下の方法により確認することができます。
 - ① 日影シミュレーションツールにより日影図(あるいは天空図)を作成。
 - ② 日影チャート(日ざし曲線メジャー)を用いて、計画建物の主開口面位置と想定されるポイントの日照時間を読み取る。
- ・ここで日照時間を測定する地点の高さは、1 階の開口部高さの中央付近(地盤面からおおむね 1.5m 程度)でよいと考えられます。
- ・図は 2 階建て住宅を例として、冬至における地盤面+1.5m 高さの日影図を示したものです。この住宅の北側の下屋部分から約 5.5m 後退した地点(C)において、5 時間以上の日照を得られる(立地 2 相当)ことが確認されました。

■測定条件
測定日:冬至
測定場所:鹿児島(ほ地域)
測定時間:8:00~17:00
測定面高さ:地盤面+1.5m

■建物条件
最高高さ:約 7.4m(棟部)
軒先高さ:約 6.0m(上屋)
約 3.3m(下屋)
間口×奥行:10.32m×7.735m(2 階は 5.46m)

表 各地点における日照時間

地点	後退距離	日照時間	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h
A	4.5 m	約 2.5 時間	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
B	5.0 m	約 4.5 時間		●	●	●	●	●	●	●	●	●
C 1	5.5 m	約 6.5 時間			●	●	●	●	●	●	●	●
C 2	5.5 m (西に 4 m)	約 6.5 時間	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
C 3	5.5 m (東に 4 m)	約 5.5 時間						●	●	●	●	●

※ラインの部分は日影となる時間を示す

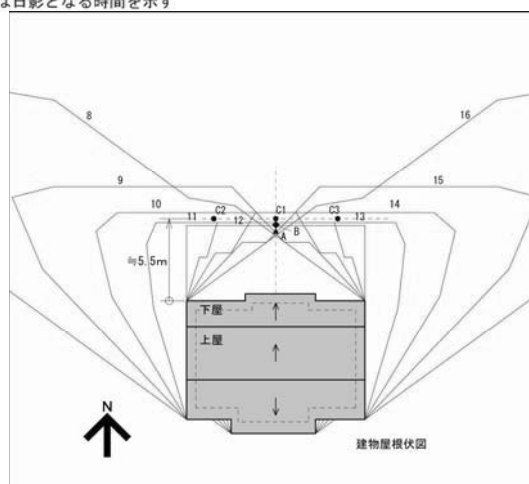


図 2 階建て住宅の日影図の例

3) 建物の方位(集熱面となる開口部の方位)

- ・日射熱を取得・利用する効果は、集熱面となる開口部が面する方位が大きく関係します。
- ・開口部の方位は、地域区分に係わらず真南から東または西に 30° 以内であることが集熱上効果がありますが、真南から 30° を超えると開口部からの集熱量は急減します。

- したがって、集熱の対象となる開口部の方位は、真南から 30° 以内であることを条件とし、その範囲内において真南を基準として次の 2 つに区分して捉えます。

方位 1 : 真南±15°
方位 2 : 真南±30° (ただし方位 1 の範囲を除く)

4) 日射熱利用手法

- 暖房エネルギーの削減に効果がある日射熱利用手法として、本書では以下のものを取り上げています。

手法 1 : 開口部の断熱手法(開口部断熱性の向上)
手法 2 : 開口部からの集熱手法(集熱開口部面積の増加)
手法 3 : 蓄熱手法(蓄熱材の使用)

- 3つの手法のうち、手法2は単独で採用してもあまり効果が得られません。一方、手法1と手法3は単独で採用してもある程度の効果はありますが、複数の手法を組み合わせることにより、より大きな省エネルギー効果を得ることができます。省エネルギー効果を得るためには、以下の手法(またはその組み合わせ)のいずれかを適用することが必要となります。

- 手法 1
- 手法 3
- 手法 1+手法 2
- 手法 1+手法 3
- 手法 1+手法 2+手法 3
- 各手法の詳細については、「3.4.4 日射熱利用の手法」で解説します。

3 目標レベルの達成方法

- 日射熱利用による省エネルギーの各目標レベルは、立地条件(日照障害の影響)、建物の方位および日射熱利用手法の採用により決定されます。
- 表2～表4は、パッシブ地域区分ごとに、目標レベルと手法の対応関係を示したものです。地域によって、省エネルギー効果のある手法や削減率は異なります。
- 各レベルの暖房エネルギー削減率は、それぞれの地域における暖房エネルギー消費量を基準にしているため、同じレベルでも、表2の「ほ地域」に比べて表3の「に地域」、表4の「は地域」では暖房負荷が大きくなります。
- 自立循環型住宅のレベルを達成するためには、住宅の断熱水準および集熱開口部面積について、次の a、b の条件を満たすことが必要となります。
 - 住宅の断熱水準:レベル 3(平成 11 年省エネルギー基準相当)以上であること
(断熱水準のレベルについては、「4.1 V 地域における断熱外皮計画」を参照して下さい)
 - 集熱開口部面積:延床面積に対する集熱開口部面積の割合が 10%以上であること
(集熱開口部の方位は、真南から東または西に 30° 以内であることが条件となります)

表2 日射熱利用の目標レベルと達成方法(ほ地域:鹿児島)

目標レベル	省エネルギー効果 (暖房エネルギー削減率)	手法の適用			
		立地 3 日照障害 0%		立地 2 日照障害 25%	
		方位 1 真南±15 度	方位 2 真南±30° (方位 1 を除く)	方位 1 真南±15°	方位 2 真南±30° (方位 1 を除く)
レベル 1	5%程度		手法 3	手法 1+3	
レベル 2	10%程度	手法 3	手法 1	手法 1+2	手法 1+2+3
レベル 3	20%程度	手法 1 手法 1+2 手法 1+3	手法 1+2 手法 1+3	手法 1+2+3	
レベル 4	40%程度	手法 1+2+3	手法 1+2+3		

表3 日射熱利用の目標レベルと達成方法(に地域)

目標レベル	省エネルギー効果 (暖房エネルギー削減率)	手法の適用			
		立地3 日照障害 0%		立地2 日照障害 25%	
		方位1 真南±15度	方位2 真南±30° (方位1を除く)	方位1 真南±15°	方位2 真南±30° (方位1を除く)
レベル1	5%程度※1			手法1 手法1+3	手法1+2
レベル2	10%程度※1	手法1	手法1	手法1+2 手法1+2+3	手法1+2+3
レベル3	20%程度※1	手法1+2 手法1+3	手法1+2 手法1+3 手法1+2+3		
レベル4	40%程度※1	手法1+2+3			

※1 は長崎を基準にしたものであり、暖房負荷は鹿児島県の 1.5 倍になると推定されます。

表4 日射熱利用の目標レベルと達成方法(は地域)

目標レベル	省エネルギー効果 (暖房エネルギー削減率)	手法の適用			
		立地3 日照障害 0%		立地2 日照障害 25%	
		方位1 真南±15度	方位2 真南±30° (方位1を除く)	方位1 真南±15°	方位2 真南±30° (方位1を除く)
レベル1	5%程度※2			手法1 手法1+3	手法1+2
レベル2	10%程度※2	手法1	手法1 手法1+3	手法1+2 手法1+2+3	手法1+2+3
レベル3	20%程度※2	手法1+2 手法1+3 手法1+2+3	手法1+2 手法1+2+3		

※2 は福岡(博多区)を基準にしたものであり、暖房負荷は鹿児島県の 1.6 倍になると推定されます。

3.4.3 日射熱利用技術の検討ステップ

ステップ1 日射熱の取得・利用可能性の確認・検討

- 1) 地域の気候特性(パッシブ地域区分)の確認
- 2) 立地条件(日照障害の影響)の確認
- 3) 建物の方角(集熱面となる開口部の方角)の検討



ステップ2 前提となる建物性能水準の確保

- 1) 住宅の断熱水準の確保(レベル3以上)
- 2) 集熱開口部面積の確保(延床面積の10%以上)



ステップ3 開口部の断熱手法の検討(手法1)

- ・開口部の断熱性の向上(熱貫流率が低い仕様の採用など)



ステップ4 開口部からの集熱手法の検討(手法2)

- ・集熱開口部面積の増加(延床面積の20%以上)



ステップ5 蓄熱手法の検討(手法3)

- ・蓄熱材の使用(熱容量の増加を見込める材料・工法の採用)

3.4.4 日射熱利用の手法

手法1 開口部の断熱手法（開口部の断熱性の向上）

- ・建物からの熱損失が小さければ、それだけ集熱しなければならない日射量も少なくて済みます。したがって、十分な断熱性を確保すれば、日射を利用できる可能性は大きくなります。
- ・建物からの熱損失を小さくするためには、建物全体の断熱外皮計画のレベルを高めることが必要になりますが、とくに大きな熱損失部位となるおそれの高い開口部の断熱手法が重要になります。

1) 開口部の選定上の留意点

① ガラスの仕様

- ・ガラスについては、熱損失を抑えることと取得熱を増やすことの両面が求められます。このことから一般には、断熱性能が高く（熱貫流率が小さく）かつ日射透過率の大きい仕様のガラスを選択することが有効と考えられます。

② 建具の仕様

- ・窓枠部分の断熱性能を向上させるためには、建具自体を木材や樹脂など、断熱性が高く熱を伝えにくい材料でつくことも効果があります。
- ・サッシの気密性も開口部からの熱損失に影響しますので、気密サッシの使用が望まれます。

2) 開口部の断熱性の要件（開口部の熱貫流率）

- ・手法1の適用要件となる開口部の熱貫流率の値および開口部の仕様例を表5に示します。ここで対象となるのは、原則としてすべての開口部です。

表5 開口部の断熱性(手法1)の要件

開口部の熱貫流率※	建具およびガラスの仕様例
2.91(W/m ² ・K)以下	・木製またはプラスチック製サッシ+複層(A12)ガラス ・金属製熱遮断構造サッシ+低放射複層(A12)ガラス

※開口部の断熱性能(熱貫流率)については「4.1 V地域における断熱外皮計画」の表6を参照して下さい。

ポイント 地域の気候特性等とガラスの仕様の関係

- ・ガラスの仕様と地域の気候特性との関係についてみると、一般に日射量の多い「に地域」「ほ地域」では、断熱性能が中程度で日射透過率が高い複層ガラスを選択することが望ましく、日射量が少なく外気温の低い「い地域」「ろ地域」では、断熱性能が高い低放射複層ガラスを選択することが望ましいケースが多くあると考えられます。
- ・ガラスの仕様については、夏期の日射遮蔽対策も視野において検討することが必要で、例えば熱取得の点から日射透過率の大きいガラスを選択した場合には、カーテンなどの付属物や庇・軒などによる対策を施すなど、冬期および夏期の日射制御に配慮した計画とする必要があります（「4.3 V地域における日射遮蔽手法」参照）。ただし、カーテンなどを開けた状態であれば、日射熱利用による省エネルギー効果の向上は一層期待できます。

手法2 開口部からの集熱手法（集熱開口部面積の増加）

- ・開口部は熱損失が大きい部位ですが、南向きの開口部であれば1日の熱収支はプラスになる場合が多くなりますので、集熱面となる開口部面積を増大することが有効になります。ただし、地域の気候特性やガラス窓の仕様とも関連しますので、それらについても配慮することが望まれます。

- ・手法2の適用要件となる開口部面積について表6に示します。ここで対象となるのは、真南±30°の方位に面する集熱面となり得る開口部です。

表6 集熱開口部面積(手法2)の要件

集熱開口部の面積	備考
延床面積の20%以上	・真南±30°の方位に面する集熱面となり得る開口部が対象

- ・ここでいう開口部面積は、建築基準法の有効採光面積を算定する場合と同様に、「サッシの内法幅×サッシの内法高さ」が目安となります。

ポイント 地域の気候特性と開口部面積との関係

- ・地域の気候特性と開口部面積との関係についてみると、一般に日射量の多い「に地域」「ほ地域」では、開口部面積が大きい方が有利になります。一方、日射量の少ない「い地域」では、開口部面積が大きいほど熱収支が不利になる傾向があります。

ポイント 開口部の方位と大きさの関係

- ・方位に対する配慮は、開口部の大きさにも関係します。開口部を大きくした場合に日射取得量が少なければ、開口部からの熱損失によって暖房負荷が増えます。したがって、大きな開口部ほどその方位を真南向きに近づけるように配慮し、日射を効率的に取得する工夫が必要になります。一方、開口部が小さければ方位の影響は小さくなります。

手法3 蓄熱手法（蓄熱材の使用）

- ・蓄熱は室温を安定して保つのに効果のある技術で、日中は熱を吸収して室のオーバーヒートを防ぎ、夜間は吸収・蓄熱した熱を放出して室温の低下を防ぎます。また、夏期においては逆に夜間の冷気を蓄え（蓄冷）、日中の冷却効果をもたらします。
- ・蓄熱に有効な建築部位の対象には、床、外壁、間仕切り壁、天井があげられます。
- ・生活のために家具・什器など多くのものが室内に持ちこまれますが、これらの熱容量も蓄熱効果があります。

1) 蓄熱部位の材料

- ・蓄熱部位に用いる材料には、次の特性をもつものが適しています。
 - ①熱容量(容積比熱)が大きいこと。
 - ②熱が伝わりやすいこと。
 - ③表面からの熱の吸収・放散がすみやかに行われること。
- ・このうち最も重要なのは熱容量で、蓄熱部位の熱容量が大きいほど、室温の変動が抑えられ安定します。暖房時にも同様ですが、熱容量が大きい材料を用いると、部屋は暖まりにくくなりますが、一旦暖まると冷めにくくする効果が現れます。
- ・熱容量は次式で求められます。

$$\text{熱容量 (kJ/℃)} = \text{蓄熱部位の容積 (m}^3\text{)} \times \text{蓄熱材の容積比熱 (kJ/m}^3\text{・℃)}$$

- ・参考として、主な材料の容積比熱を示します(表7)。

表 7 主な材料の容積比熱と有効厚さ

材料		有効厚さ(m)※	容積比熱(KJ/m³・℃)	
コンクリート	普通コンクリート	0.20	2013	
	軽量コンクリート	0.07	1871	
	左官材料	モルタル	0.12	2306
		しっくい	0.13	1381
		プラスター	0.07	2030
壁土		0.17	1327	
木材	マツ	0.03	1624	
	スギ	0.03	783	
	ヒノキ	0.03	933	
	ラワン	0.04	1034	
	合板	0.03	1113	
	せっこう等	せっこうボード	0.06	854
		パーライトボード	0.06	820
フレキシブルボード		0.12	1302	
木毛セメント板		0.06	615	
その他	タイル	0.12	2612	
	ゴムタイル	0.11	1390	
	リノリウム	0.15	1959	

※材料には蓄熱部位として計上できる「有効厚さ」が設定されています。材料の容積算定時において、材料の厚さが有効厚さ以上の場合は、有効厚さまでのみを計上することができます。これは、有効厚さ以上の材料の蓄熱効果は小さいことを意味しています。熱が伝わりやすい材料ほど、有効厚さは大きくなります。

2) 蓄熱部位の要件（熱容量）

・手法 3 の適用要件となる蓄熱部位の熱容量の値を表 8 に示します。

表 8 蓄熱部位(手法 3)の要件

蓄熱部位の熱容量
170(kJ/℃・㎡)程度以上の熱容量の増加が見込まれる材料を蓄熱部位に用いること

・木造住宅の場合、表8の要件を満たすためには、例えば土塗壁を外壁および間仕切り壁に用いること、熱容量の大きな材料を用いた土間床を計画することなどが想定されます。土塗壁および土間床を蓄熱部位とした場合の算定例を以下に示しますので、参考にして下さい。

熱容量＝蓄熱部位の面積×蓄熱材の容積比熱

$$\begin{aligned}
 &= 210(\text{㎡}) \times 0.07(\text{m}) \times 1327(\text{kJ}/\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \\
 &\quad + 20(\text{㎡}) \times 0.15(\text{m}) \times 2013(\text{kJ}/\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \\
 &= 25546(\text{kJ}/^\circ\text{C}) \\
 &> 25500 = 150(\text{㎡}) \times 170(\text{kJ}/\text{㎡} \cdot ^\circ\text{C})
 \end{aligned}$$

■算定条件

延床面積 150 ㎡

蓄熱部位 外壁・間仕切り壁：土塗壁（面積 210 ㎡、厚さ 70 mm）

土間床：コンクリート床（面積 20 ㎡、厚さ 150 mm）

3) 蓄熱部位の設計上の留意点

・蓄熱の効果を確保するために、設計上次の事項に留意することが大切です。

① 蓄熱部位の位置

・蓄熱の効果は、蓄熱部位に直接日射が当たり日射受熱量が大きいほど顕著になりますが、日射が直接当たらない部位でも蓄熱効果を見込むことができます。

② 蓄熱部位の面積

- 蓄熱部位の面積は広いほど蓄熱効果は大きくなります。広い面積に薄く熱を蓄える設計とすることが望まれます。

③ 蓄熱部位の厚さ

- 蓄熱部位の厚さについては、材料の有効厚さ以上では蓄熱性能が変わらないことを意識して計画すること、例えば石やコンクリートなどを用いる場合、その厚さを 15 cm～20 cm 以内にすることが有効です。
- 蓄熱部位の厚さが薄い場合にも相応の蓄熱効果は得られます。床にコルクのような仕上げ材を使った場合、やや効果は減少するものの蓄熱効果はあります。

3.4.5 日射熱利用手法の採用による効果の試算

1 試算の方法

日射熱の利用により冬期の室内温熱環境を向上させ暖房エネルギーを節約する方法、具体的には 3.4.4 で解説した 3 つの手法による暖房負荷の削減効果を、Solar Designer ver.5.0 を用い試算した結果を紹介します。

V 地域に属し、異なる PSP 区分である「は」「に」「ほ」地域から 7 都市を選び出し(表 9)、基準建物モデル(図 1、表 10)の条件の下で暖房負荷計算を行いました。暖房時間帯等の条件は表 11 に示します。また、日照障害と方位の影響についても検討するため、日照障害の程度が 0%と 25%の 2 条件、方位が真南から 0°・15°・30° の 3 条件を組み合わせで計算を行いました。

表 9 PSP 区分と検討地域

PSP 区分	都市名
ほ地域	鹿児島
ほ地域	宮崎
ほ地域	高知
に地域	長崎
に地域	八代
は地域	福岡(博多区)
は地域	下関
VI・に地域	東京(参考)

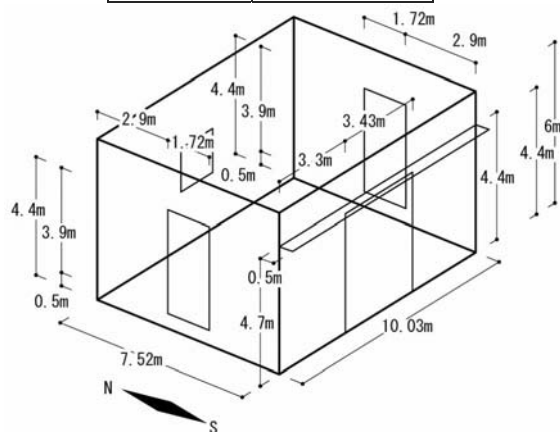


図 1 基準建物の外形

表 10 基準建物の設定仕様

設定仕様			
建物方位	真南		
建物形状	幅10.03×奥行7.52×高さ6.0(m) 高床		
延床面積	151.0(m ²) (2層分として建築面積の2倍を計上)		
庇	奥行: 0.5(m)	高さ: 4.7(m)	
南面開口部	大きさ	幅3.43×高さ4.40(m)	
	位置	腰壁高さ: 0(m)	西壁からの距離: 3.3(m)
東面開口部	大きさ	幅1.72×高さ3.90(m)	
	位置	腰壁高さ: 0.5(m)	南壁からの距離: 2.9(m)
西面開口部	大きさ	幅1.72×高さ3.90(m)	
	位置	腰壁高さ: 0.5(m)	北壁からの距離: 2.9(m)
開口部ガラス	熱貫流率	4.65(W/m ² ・K)	
	日射透過率	0.83	
	サッシ率	0.85	
床仕上げ	厚さ	0.0125(m)	スギ
	熱伝導率	0.12(W/m ² ・°C)	0.1032(kcal/m ² ・h・°C)
	容積比熱	783(kJ/m ³ ・°C)	187.0(kcal/m ³ ・°C)
床	蓄熱厚さ	0.0150(m)	合板
	断熱厚さ	0.1420(m)	
壁	蓄熱厚さ	0.0125(m)	せっこうボード
	断熱厚さ	0.0950(m)	
屋根 [※]	蓄熱厚さ	0.0550(m)	コンクリート
	断熱厚さ	0.1980(m)	
室内日射吸収率	0.2		
室外日射吸収率	0.9		
非集熱開口面積	2.69(m ²)		
断熱材	熱伝導率	0.043(W/m ² ・°C)	0.037(kcal/m ² ・h・°C)
	容積比熱	33.5(kJ/m ³ ・°C)	8.0(kcal/m ³ ・°C)

※基準建物の屋根は、屋根の熱容量に家具・什器類等の熱容量を加えてコンクリートに換算した仕様を示しています。

表 11 暖房等のモード設定

モード設定				
暖房設定	設定温度	18℃		
	暖房時間	7-10 時	12-14 時	16-23 時
換気回数	0.5 回 /h (24h)			
室内発生熱	一日の合計	57.348MJ/ 日 [13700kcal/ 日]		
	時間ごとの内訳	0.2326kW [200kcal/h] 0.3488kW [300kcal/h] 0.4652kW [400kcal/h] 0.5814kW [500kcal/h] 0.6977kW [600kcal/h] 0.8140kW [700kcal/h] 1.0465kW [900kcal/h]	14-16 時 13-14 時 10-12 時 0-7 時 8-9 時 17-18 時 7-8 時 18-0 時	16-17 時 9-10 時 12-13 時

2 手法の設定内容

1) 開口部の断熱手法（手法 1）

開口部の仕様は、A～D の 4 種類を設定しました(表 12)。

2) 開口部からの集熱手法（手法 2）

南面する集熱開口部面積(Ag)の住宅延床面積(Af)に対する比(Ag/Af)は、10%および 20%の 2 種類を設定しました(表 13)。

3) 蓄熱手法（手法 3）

室内の蓄熱部位の容積比熱は、せっこうボード、土塗壁相当の 2 種類を設定しました(表 14)。

表 12 開口部仕様の検討パターン

熱貫流率(W/㎡・K)	熱貫流率(kcal/㎡・h・K)	日射透過率	仕様の例
A 6.51	5.5986	0.90	金属製サッシ+単板ガラス
B 4.65	3.9990	0.83	金属製サッシ+複層ガラス
C 2.91	2.5026	0.70	金属製熱遮断構造サッシ+低放射複層ガラス
D 1.80	1.5480	0.66	木製サッシ+低放射複層ガラス+断熱戸

※仕様 B が基準建物の仕様

表 13 集熱開口部面積の検討パターン

Ag/Af	集熱開口部面積(㎡)	開口部幅(m)	西壁からの距離(m)
10	15.10	3.43	3.30
20	30.20	6.86	1.58

※Ag/Af=10 が基準建物の仕様

表 14 蓄熱部位(壁)の容積比熱の設定パターン

容積比熱 (kcal/㎡・℃)	容積比熱 (kJ/㎡・℃)	想定仕様
204	854	せっこうボード内装下地壁
316.9	1327	土塗壁

※容積比熱 204(kcal/㎡・℃)が基準建物の壁仕様、床・天井は表 10 の仕様に設定

3 試算結果

表9に掲げた8都市それぞれについて、日射熱利用手法の適用による年間暖房負荷(単位:GJ)の試算結果を示します(図2)。日照障害の程度についてはいずれも0%(立地3)の場合です。

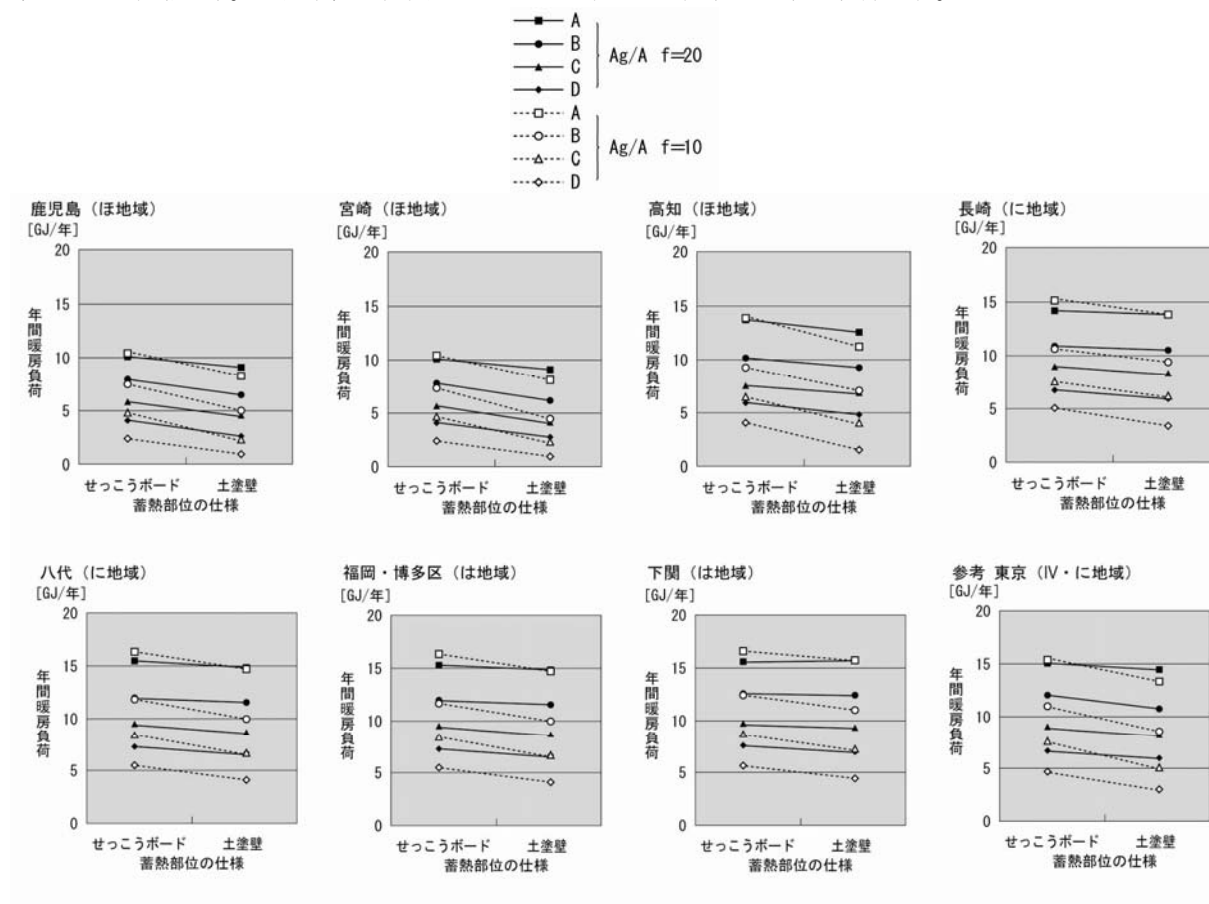


図2 蒸暑地の主な都市における日射熱利用手法による年間暖房負荷

3.5 太陽熱給湯（太陽熱の利用・2）

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、自然エネルギーである太陽熱を利用した給湯システムの導入は、省エネルギーの観点からは有効な手段となります。

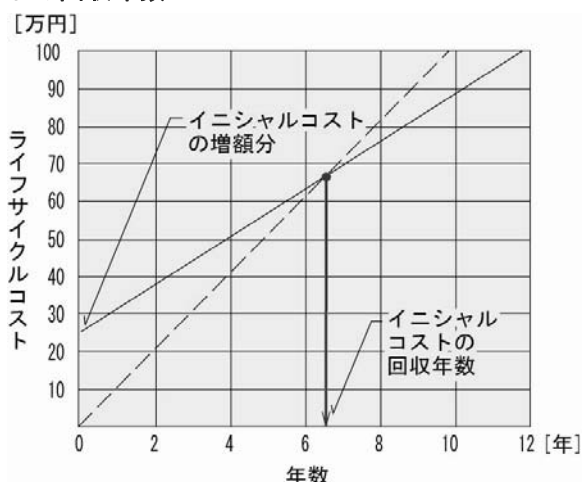
3.5.1 太陽熱給湯の目的とポイント

- ・住宅に採用される給湯設備の熱源は、ガス・石油・電気および自然エネルギーの4つに分類されます。このうち自然エネルギーである太陽熱を利用した給湯装置は、1970年代のオイルショック以降の長い歴史と実績を有し、現在においても給湯の最も有効な省エネルギー手段の1つです。
- ・太陽熱給湯は他のシステムと比べ、太陽熱給湯装置にかかるコスト分だけイニシャルコストが高くなりますが、設置後は大幅にランニングコストを削減できますので、適切に設置すればイニシャルコストを装置寿命の間に回収することが可能です。
- ・太陽熱給湯装置には多くの形式がありますが、いずれの形式においても、太陽熱を集める集熱部と、温められた湯を蓄える貯湯部から構成されます。このうち集熱部の面積は集熱量に最も大きな影響があります。面積が広いほど得られる熱量は多くなりますが、湯の使用量と比べて過大な場合には過剰設備となりイニシャルコストの回収が困難になります。
- ・蒸暑地は暖かくかつ日射が豊富なため、一般的な3～4m²程度の集熱面積で、年間給湯エネルギーの半分以上をまかなうことができ、太陽熱給湯は極めて有効な省エネ手法となります。
- ・太陽熱給湯装置で一般的によく用いられる分類は、日本工業規格(JIS A 4111)に定義されている「太陽熱温水器」と「ソーラーシステム」の区分です。両者は集熱部と貯湯部の接続方式が異なります。
- ・太陽熱給湯は、補助熱源としてガスまたは石油給湯機に接続してシステムとして計画するのが一般的です。その接続を適切に行うことは、太陽熱給湯の省エネルギー性能を確保する上で極めて重要です。
- ・太陽熱給湯装置は、屋根面に重量物である集熱器と、機種によっては貯湯槽を設置しなければならず安全性の確保のため、設計・施工時に十分な配慮が不可欠となります。

ポイント 太陽熱給湯装置のイニシャルコストの回収年数

- ・図は、太陽熱給湯装置(太陽熱温水器)と従来型のガス給湯機のライフサイクルコストを使用年数ごとに示したグラフです。この例では、太陽熱温水器は、補助熱源のガス給湯機の他に、約25万円のイニシャルコスト(工事費込み)が必要ですが、ランニングコストは年間4万円ほど少なくなり、イニシャルコストの増加分を約6.4年で回収できることがわかります。一般的に太陽熱給湯装置の寿命は10年以上あるため、装置寿命の間にイニシャルコストの回収が可能となります。

——— 従来型ガス給湯機と太陽熱温水器の組み合わせ(ランニングコスト:6.4万円/年)
..... 従来型ガス給湯機(ランニングコスト:10.3万円/年)



太陽熱温水器と従来型ガス給湯機のライフサイクルコスト試算例

（鹿児島、4人世帯、都市ガス使用の場合）

ポイント 用語の定義について

- 本書では、既版の「自立循環型住宅への設計ガイドライン」(2005 年 6 月発行)で用いた用語の見直しを行い、日本工業規格に準じた名称や定義に変更しています。主な変更を下表に示します。

対象の名称・定義	既版ガイドラインの名称・定義	本ガイドラインの名称・定義
「太陽熱温水器」	補助熱源を用いず、太陽熱給湯装置から直接に水栓へ給湯する方式	太陽熱給湯装置の中で、集熱部と貯湯部が一体で自然循環により集熱する形式
「ソーラーシステム」	太陽熱給湯装置に補助熱源を併用したシステム	太陽熱給湯装置の中で、集熱部と貯湯部の間で強制循環により集熱する形式
太陽熱給湯装置と補助熱源の接続に用い、混合や補助熱源の制御を行う装置	「供給湯温等制御部」	「ソーラー接続ユニット」

3.5.2 太陽熱給湯による省エネルギー目標レベル

1 目標レベルの定義

- 太陽熱給湯による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル1から 4 までとし、給湯設備に消費されるエネルギーの削減率を表します。
- 各目標レベルは、太陽熱給湯手法を採用することにより達成することができます。

レベル 0 : 給湯エネルギー削減 なし
レベル 1 : 給湯エネルギー削減率 10%以上
レベル 2 : 給湯エネルギー削減率 30%以上
レベル 3 : 給湯エネルギー削減率 50%以上
レベル 4 : 給湯エネルギー削減率 70%以上

※4人家族の標準的な湯使用を想定した場合の給湯エネルギー削減率を示す。

・2000 年時点における標準的な給湯エネルギー消費量はⅥ地域で 13.8GJ(エネルギー消費量全体の 21%程度)、Ⅴ地域で 19.2GJ(同 28%程度)となります(6.1 参照)。

2 目標レベルの達成方法

- 省エネルギー効果が見込まれる太陽熱給湯手法として、本書では以下のものを取り上げています。

手法1 : 集熱面積の確保等	1a:有効集熱面積が小さい(3.5m ² 未満) 1b:有効集熱面積が中程度 (3.5m ² 以上 5.5m ² 未満) 1c:有効集熱面積が大きい(5.5m ² 以上)
手法2 : 補助熱源との適正な接続	2a:補助熱源と接続しない 2b:三方弁を用いて補助熱源と接続する 2c:ソーラー接続ユニットを用いて 補助熱源と接続する
手法3 : 省エネ型の循環ポンプの採用	ソーラーシステムのみ

- 太陽熱給湯による省エネルギーの各目標レベルと手法の対応関係は、表1の通りです。

表1 太陽熱給湯の目標レベルと達成方法

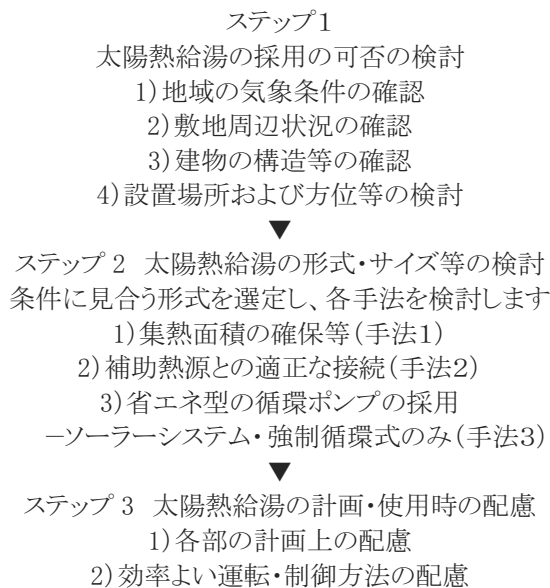
目標レベル	省エネルギー効果 (給湯エネルギー削減率)	手法の適用	
		太陽熱温水器	ソーラーシステム
レベル0	0	従来型の給湯設備のみを使用し、省エネルギー手法を活用しない	
レベル1	10%以上	手法1a+手法2a	(手法1a+手法2a)
レベル2	30%以上	手法1a+手法2c 手法1b+手法2b	手法1a+手法2c 手法1b+手法2b
レベル3	50%程度	手法1b+手法2c	手法1b+手法2c+手法3
レベル4	70%程度	手法1c+手法2c	手法1c+手法2c+手法3

- ・蒸暑地の中でも地域によって気象条件が異なるため、ここでは代表として鹿児島県のケースを想定しています。
- ・表1で()のついたものは、一般的な方式ではありません。
- ・最も重要な手法は、集熱面積の確保(手法1)ですが、集熱部を適切な方位と傾斜角で設置することが前提となります。
- ・また、省エネ性能を上げるためには、太陽熱の利用률을上げる事が重要であり、補助熱源との適切な接続(手法2)が必要になります。表1では太陽熱給湯を利用できる用途を、手法2aでは浴槽落とし込みのみ、手法2bおよび2cでは台所・洗面所を含めた全用途としています。手法2bと2cの比較では、ソーラー接続ユニット(2c)を用いた方が一般に太陽熱の利用률이向上します(三方弁方式でも利用者が正しく操作すれば、太陽熱の利用률이向上します)。
- ・ソーラーシステムでは、熱媒を循環させるポンプの消費電力が大きいと省エネ効果を損ないます。高い省エネ効果を求める場合は、省エネ型の循環ポンプを採用している機器を選ぶことが必須となります(手法3)。

3.5.3 太陽熱給湯の検討ステップと前提条件

1 太陽熱給湯の検討ステップ

- ・太陽熱給湯装置の選択は、以下のステップにしたがって検討します。



2 前提条件等

1) 地域の気象条件

太陽熱給湯装置は太陽熱という自然エネルギーを利用するものであり、地域の気象条件を十分に検討する必要があります。以下の地域では、太陽熱を十分に集熱できない可能性があります。

- ・日射にめぐまれない地域
- ・冬期の冷え込みが厳しい地域(装置や配管が凍結し使用できなくなる)
- ・冬期の降雪・積雪が多い地域(集熱部が雪で覆われ、使用できなくなる)

蒸暑地は、暖かくかつ日射が豊富なため、太陽熱の集熱は期待できます。しかし、一般的には集熱部を屋根面上に置かなければならないため、台風の常襲地域ではとくに強風対策を講じる必要があります。具体的な対策については、3.5.5 で解説します。

2) 敷地周辺状況

敷地の周辺状況が以下に該当する場合は、太陽熱を十分に集熱できない可能性があります。

- ・周辺の建物が建て混んでいて、屋根面への日射を妨げている場合
- ・建物まわりの立樹等が、屋根面への日射を妨げている場合

3) 建物の構造等

太陽熱給湯装置の集熱部は、一般的に屋根面上に置くので、装置の荷重をあらかじめ見込んで構造や屋根面の検討を行う必要があります。とくに集熱部と貯湯部が一体型になっている機種は重量が大きい(集熱面積 4m²で満水時重量が 400kg 程度)ため、注意が必要です。また、屋根面を配管が貫通する場合は、雨漏れを防ぐ処置を十分に講じることも重要です。

3.5.4 太陽熱給湯の手法

太陽熱給湯装置には非常に多くの形式があり、それぞれに特徴があります。設置する住宅に合わせ、適切なものを選択する必要があります。

太陽熱給湯装置は、一般に以下のような項目について分類できます。

- ①太陽熱の集熱方式(直接集熱・間接集熱)
- ②集熱媒体(水・不凍液・空気・ヒートパイプ)
- ③熱媒の循環方法(強制循環・自然循環)
- ④集熱部と貯湯部のレイアウト(一体型・分離型)
- ⑤集熱部の形状(平板式・真空管式など)

各部の構成の詳細については、3.5.6 で解説します。

実際の製品では、これらの項目が組み合わせられて構成されています。ただし、組み合わせによって、該当する製品がほとんどないタイプもあります(表 2)。

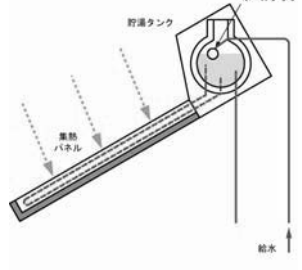
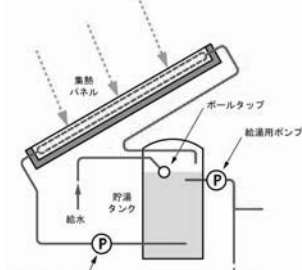
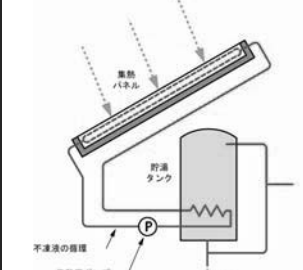
表 2 集熱部の形状・集熱方法と貯湯部の組み合わせ

集熱部		平板式		真空管式	
貯湯部		一体型	分離型	一体型	分離型
直接集熱 (集熱媒体が水)	自然循環式(ポンプなし)	◎	×	△(真空貯湯式)	×
	強制循環式(ポンプあり)	×	△	×	△
間接集熱 (集熱媒体が不凍液)	強制循環式(ポンプあり)	△	○	×	○

◎:非常に一般的、○:一般的、△:やや特殊、×:一般的でない

表 3 に、日本の代表的な太陽熱温水器およびソーラーシステムの構成と特徴を示します。これらの特性を十分に理解して、機種を選択することが重要です。

表 3 代表的な給湯装置の構成と特徴

項目	太陽熱温水器	ソーラーシステム	
集熱方式	自然循環式(直接集熱)	強制循環式(直接集熱)	強制循環式(間接集熱)
貯湯部	集熱一体型	分離型	分離型
集熱部	日本では平板式が主	日本では平板式が主	平板式・真空管式
系統図			
集熱器外観			
集熱面積	・3～4 m ² が一般的	・4 m ² が一般的	・調節可(4、6、8、10 m ²)
貯湯量	・200L 程度が一般的	・調節可 200～300L が一般的(集熱面積 1 m ² 当たり 50L が目安)	・調節可 200～300L が一般的(集熱面積 1 m ² 当たり 50L が目安)
凍結対策の容易さ	× ・寒冷地では一般に運転困難	× ・寒冷地では一般に運転困難	◎ ・不凍液を循環させるため
太陽熱暖房の利用	× 不可	× 不可	○ 可
屋根面・構造への負担の軽さ	× ・本体重量と貯水の重量がかかる	○ ・集熱部の本体重量と少量の給水の重量のみ	○ ・集熱部の本体重量と少量の不凍液の重量のみ
水道への直結が可能	× 直結不可 ・シャワーには加圧ポンプが必須	× 直結不可 ・開放型で水道圧利用ができず、シャワーには加圧ポンプが必須	○ 直結可 ・水道直結のため、水道圧が利用できる。
電力消費の少なさ	◎ ・本体には不要 ・給湯時に加圧ポンプが電力を消費	△ ・集熱時・給湯時の両方でポンプが電力を消費	△ ・集熱時にポンプが電力を消費
省エネ効果	・集熱面積が小さい機種が多い ・寒冷地では放熱ロス大 ・イニシャルコストに対し高い省エネ性	・貯湯ロス小 ・電力消費がネック	・集熱面積の調整が容易 ・放熱ロス小 ・電力消費がネック
イニシャルコストの低さ	◎ ・構造が比較的簡単 ・製造メーカーが多様	○ ・構造が若干複雑 ・製造メーカーが少ない	△ ・集熱器・貯湯槽・不凍液の循環系が必要
メンテナンスの容易さ	○ ・可動部が少ないため、交換を要するのはボールタップ・パッキン等に限られる	× ・システムが複雑で可動部が多い ・ポンプや弁等の交換が必要	× ・システムが複雑で可動部が多い ・ポンプや弁等の交換が必要 ・不凍液も3年に1回程度交換が必要

注) ◎、○、△、×の順で優位性は下がる

手法1 集熱部の面積の確保等

1 集熱面積

- ・集熱面積を大きくすることは太陽熱を十分に集める上で最も重要となります。集熱面積が2 m²程度と小さい機種もありますが、省エネ効果を得るには、蒸暑地で3 m²程度の集熱面積は必要です。
- ・手法1の適用要件となる集熱面積を、省エネ効果の違いにより、3つに区分して設定しています(表4)。

表4 集熱面積(手法1)の要件

手法	有効集熱面積	省エネルギー効果
手法1a	3.5 m ² 未満	小
手法1b	3.5 m ² 以上 5 m ² 未満	中
手法1c	5 m ² 以上	大

- ・「有効集熱面積」とは、集熱器の中で実際に太陽熱を集めることができる面積です。日本工業規格では、太陽熱温水器については「有効集熱面積」(JIS A4111)、ソーラーシステムの集熱器については「集熱体面積」(日本工業規格 JIS A1425)と定義されていますが、本書では「有効集熱面積」に統一しています。
- ・集熱器全体の面積は、「集熱器総面積」(JIS A1425)と定義されています。
- ・有効集熱面積とは、「集熱部の透過体の集熱面への最大投影面積」(JIS A4111)とされています。真空管式のように透過体の間に隙間が空いている形式では、平板式のように集熱面が連続している形式に比べ、同じ「集熱器総面積」に対する「有効集熱面積」はより小さくなります。
- ・有効集熱面積は、一般的な集熱器で一体当たり1.5～2.0 m²程度で、それを複数連結させて設置します。詳細は機器メーカー情報を確認して下さい。

2 集熱部の設置方位・傾斜角

- ・手法1を達成するための要件として、集熱部を適切な方位・傾斜角で設置することが前提となります。

1) 設置方位

- ・集熱部を設置する方位はできるだけ南向きとすることが求められますが、多少南向きからずれていても集熱できます。東向きでは集熱が午前中に行われるため、給湯の使用量が大きくなる夜間までの放熱ロスが大きくなりますので、西向きの方が有利です。北向きではほとんど効果がありません。また、将来的に隣接建物等の影とならない位置を選ぶことが必要です。
- ・南北に棟のある屋根で南面に集熱器を向けるためには、架台を使用します(図1)。

2) 傾斜角

- ・集熱部の設置角度(傾斜角)は、一般に水平面に対し30°で年間集熱量が最大になりますが、蒸暑地や温暖地では傾斜角による集熱量の差はさほどないため、60°程度までの範囲で、屋根の勾配を考慮に入れながら決めて下さい。集熱器を屋根勾配よりも急な角度に設置する場合は、架台が必要となります(図1)。
- ・集熱器の傾斜角をより急にした場合、太陽高度の低い冬期の集熱量が増え、夏期の集熱量が減ることになります。給湯によるエネルギー消費は冬期に大きいので、集熱器の傾斜角を急にすることが一般的には太陽熱エネルギーの利用率が高くなります。
- ・沖縄では、RC造陸屋根の住宅が一般的です。陸屋根の場合に集熱器を水平に設置すると、夏期に集熱量が過大、冬期には過小となります。そのため、平置架台を用いる必要があります(図1)。

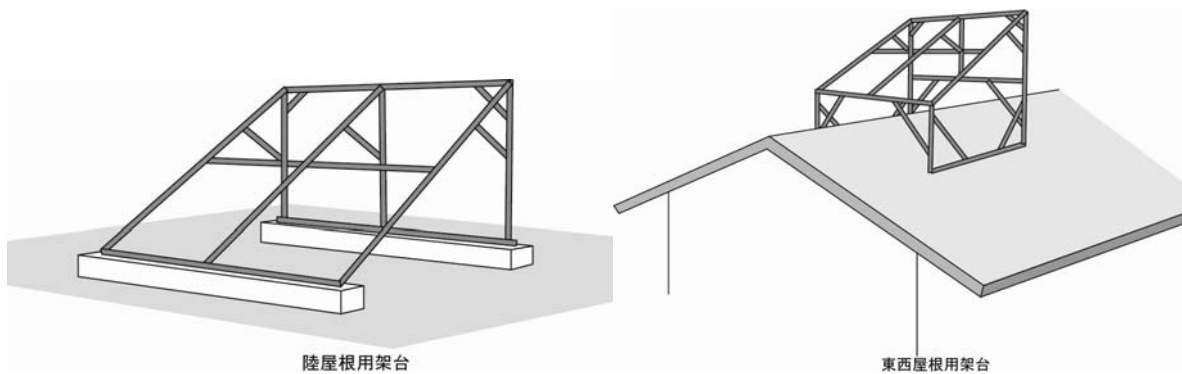


図1 集熱器設置用架台の例

ポイント 集熱面積による省エネルギー効果

蒸暑地の代表6地点において、給湯全体に占める太陽熱部分の割合を集熱面積別に計算したものを示します。

- もともと給水温度が高く日射にめぐまれた蒸暑地においては、省エネの効果は大きくなっており、ほとんどの地点において、集熱面積 3 m²で熱負荷が半減していることが分かります。4 m²ではさらに大きく、沖縄などでは 70%近い削減量となっています。一方で、集熱面積が 6 m²を超えると、面積が増える割に相対的にみて削減割合が減少しています。これは、熱負荷の割に集熱量が過大となり、有効に使える割合が減少するためです。
- こうしたことから、蒸暑地における集熱面積は 3～4 m²が適当であると考えられます。

ポイント 貯湯部の選定

- 太陽熱温水器の場合は、集熱部と貯湯部が一体になっているため、容量が固定されている機種がほとんどです。一般的な貯湯部の容量は 200 リットル (L) 程度です。
- ソーラーシステムの場合は、集熱面積に合わせて貯湯槽の容量を変更することができる機種があります。一般的には、集熱面積 1 m²当たり 50L 程度が目安となります。したがって、集熱面積 4 m²では、貯湯槽の容量は 200L 程度となります。
- 集熱面積が大きい場合は、より大きなサイズのものを選びます。一般には 300～400L 程度ですが、太陽熱暖房の貯湯槽を兼ねるものは、より大きくなる傾向があります。

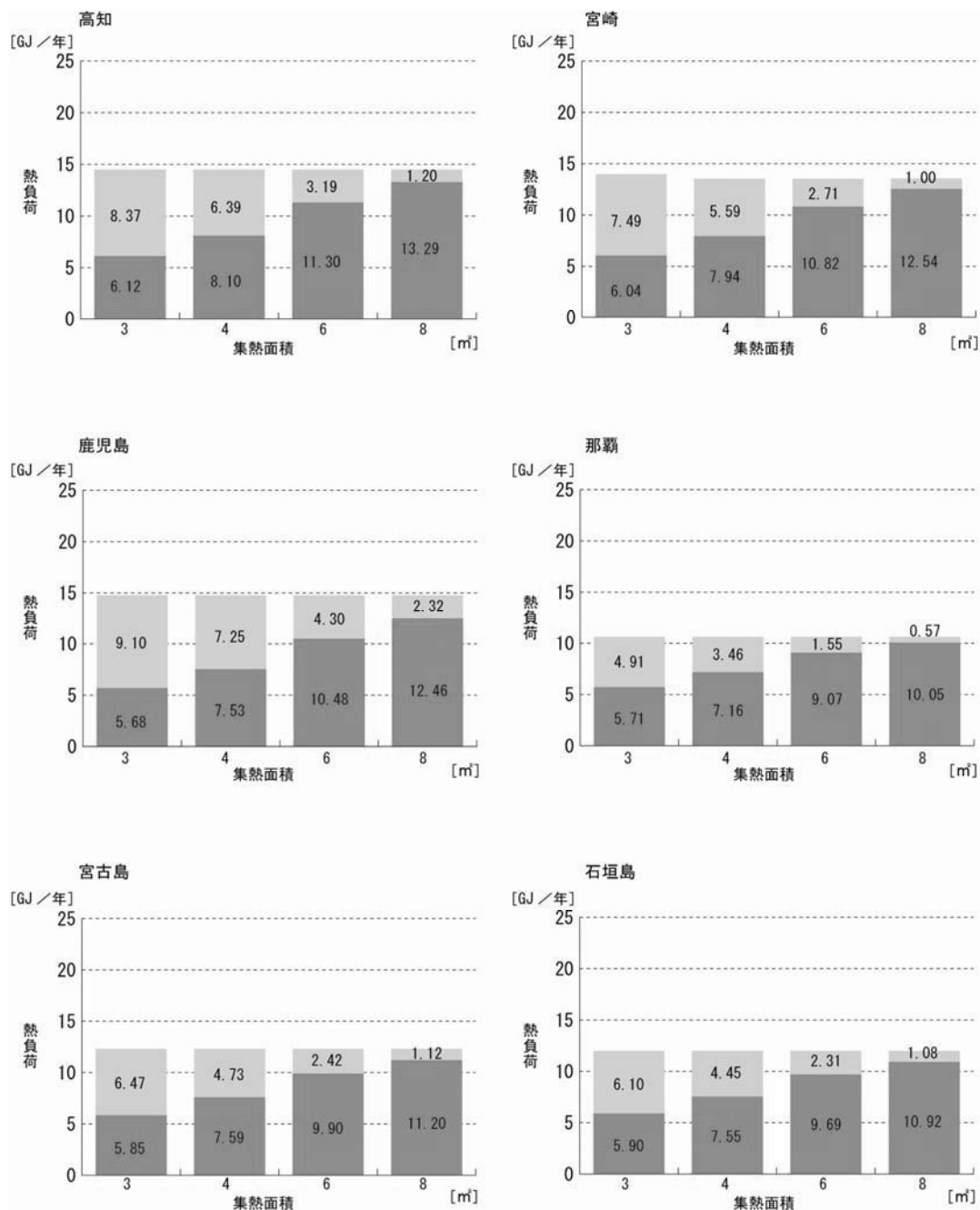


図 太陽熱利用による給湯省エネ効果(真南、傾斜角 30° で設置した場合)

■ 計算条件

- ・計算では各月の平均日射量をもとに、集熱部効率・システムロスを考慮して、給湯負荷の削減効果を推定しています。
- ・集熱部の効率は通年で 40%としています。これは、太陽熱温水器の実験結果から推定した値であり、集熱部と貯湯部の効率が合わさった値です。ソーラーシステムの場合は異なる結果となる可能性がありますが、傾向としてはほぼ同様になるものと推測されます。
- ・配管部等のシステムにおける熱ロスを 10%と仮定しています。これはソーラー接続ユニットにより補助熱源と組み合わせた場合で、三方弁を用いた場合に比べると温水を水と混ぜて利用することで太陽熱の有効利用率が下がるためにロスがより大きくなるものと考えられます。
- ・1日の中で使いきれなかった温水は、次の日には冷え切るために熱を繰り越せないと想定しています。

手法2 補助熱源との適正な接続

- ・太陽熱温水器は高い省エネ効果を発揮しますが、悪天候時には集熱ができないため、給湯需要のすべてをまかなうことはできません。そのため、他のエネルギーを用いた補助熱源を併用することになります。補助熱源は、一般にガス・石油を熱源とする燃焼式となります。
- ・給湯の消費エネルギーを抑えるには、太陽熱給湯が分担する割合を上げることが非常に重要です。ガス・石油給湯機といった補助熱源と太陽熱温水器を正しく組み合わせることで、利用率を大きく向上させることができます。本書では、3つの接続方法を取り上げます。
- ・以前は、「補助熱源と接続しない場合(手法 2a)」もみられましたが、浴槽にしか太陽熱を利用できないため、太陽熱の利用率が低くなります。
- ・現在では、「三方弁を用いて補助熱源と接続する場合(手法 2b)」が最も一般的です。この方式は三方弁の切り替えを正しく行えば太陽熱の利用率が上がりますが、切り替え忘れがあると太陽熱を利用できなくなります。
- ・「ソーラー接続ユニットを用いて接続する場合(手法 2c)」は、ユニットが自動的に太陽熱の利用率が高まるよう制御しますので、省エネ性・利便性ともに高くなり、安全性にも優れています。

表 5 太陽熱給湯装置と補助熱源の接続方式

項目	手法 2a 補助熱源と接続しない	手法 2b 三方弁を用いて補助熱源と接続する	手法 2c ソーラー接続ユニットを用いて補助熱源と接続する
太陽熱を利用可能な用途	△ ・一般に浴槽のみ(風呂に落とし込んで追焚)。 ・浴槽の自動湯はり時には太陽熱を利用できない。	○ ・浴槽以外の用途でも太陽熱を利用できる(浴槽追焚は不可)。 ・浴槽の自動湯はり時に太陽熱を利用できるかは接続方法による。	◎ ・浴槽以外の用途でも太陽熱を利用できる(浴槽追焚は不可)。 ・浴槽の自動湯はり時にも太陽熱を利用できる。
利便性	× ・浴槽に太陽熱からの温水を落とし込んだ後、風呂釜で追焚する必要がある。	△ ・一般に三方弁の切り替えが手動であるため、適切に操作しないと太陽熱の利用率が低下する。 ・三方弁が温度検知による自動切換えの場合は、利便性が向上する	◎ ・ユニットが自動的に回路を切り替えるため非常に利便性が高い。ユーザーが操作するのは、補助熱源の給湯設定温度のみ。
太陽熱の利用率	× ・浴槽以外の用途に太陽熱を利用することができない。	△～○ ・三方弁を適切に利用できるかにより、大きく異なる。一般に切り替えスイッチ等は台所など一箇所のみに設置されるため、他の場所での切り替えは困難。	◎ ・ユニットが自動的に太陽熱の利用率が高くなるように制御する。
太陽熱の利用率を向上させる使い方	・浴槽湯はりが湯消費の多くを占める住戸では、分担率が高い。	・三方弁を常に適切に操作する。 ・太陽熱からの温水温度が若干低くても許容できる場合は、できるだけ太陽熱温水の回路で使用する。	・補助熱源の給湯設定温度を低めに設定する。 ・夏期・中間期で一定温度の給湯が不要な場合(台所・洗面利用時)には、補助熱源の電源を切る。
イニシャルコスト	○ ・最も安価。	△ ・三方弁や配管のコストが増える。	△ ・ユニットのコストが上乗せ。
安全性	△ ・夏期などに、非常に高温の太陽熱温水が出湯する場合がある。	△ ・夏期などに、非常に高温の太陽熱温水が出湯する場合がある。シャワー・台所・洗面の水栓は、サーモ混合栓であることが望ましい。	◎ ・ユニットが、太陽熱温水と給水を自動的に混合し、補助熱源運転時にも常にの入り口給水温度を適切に抑えるため、安全性が高い。
備考	・新規採用されることは稀。	・従来、一般的であった方式。	・近年、一般的になってきている方式。 ・増圧ポンプ内蔵の機種を採用すれば、湯の出方を改善できる。

凡例 ◎:非常に有利である、○:有利である、△:あまり有利でない、×:有利でない

- ・表5に、太陽熱給湯装置と補助熱源の接続方式に関する手法 2a～2c について、特徴を整理しています。ソーラー接続ユニットを用いる(手法 2c)場合は、インシヤルコストは高くなるものの、その他の特性は非常に優れており、今後はこの手法が一般的になるものと考えられます。

本書では、太陽熱給湯装置と補助熱源の接続方式を3つの手法に分類しています。以下では、各手法についてより詳しく解説します。

1) 手法 2a：補助熱源と接続しない場合

- ・以前は、太陽熱温水器は補助熱源と接続せず、単純に温水を浴槽に落とし込み、風呂釜で追焚する方式が多くみられました(図2)。
- ・この方式は簡便でコストが低く、浴槽における湯使用が給湯消費の大部分を占めている時代には有効でしたが、近年では新設されることはほとんどありません。

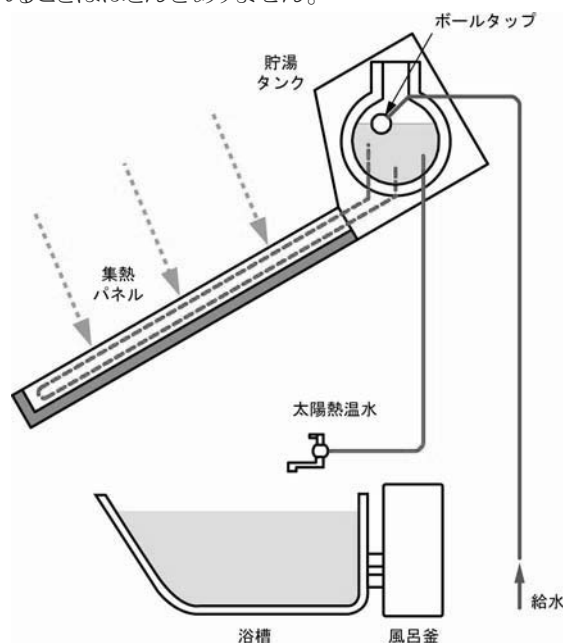


図2 補助熱源と接続しない場合(手法 2a)の例

2) 手法 2b：三方弁を用いる場合

- ・三方弁により、太陽熱と補助熱源を切り替えて使用する方式が、その後に普及しました。三方弁を利用した接続には、多くの組み合わせ方があります。主な組み合わせ方の概要と特徴は、表6を参照して下さい。
- ・三方弁は比較的簡便で、適切に操作すれば太陽熱の利用률을向上させることができます。一方で、太陽熱からの温水温度に合わせて切り替えを行う必要があり利便性が低いこと、操作を忘れて常に補助熱源の回路で使用されると太陽熱の利用률이低下する場合があります。

3) 手法 2c：ソーラー接続ユニットを用いる場合

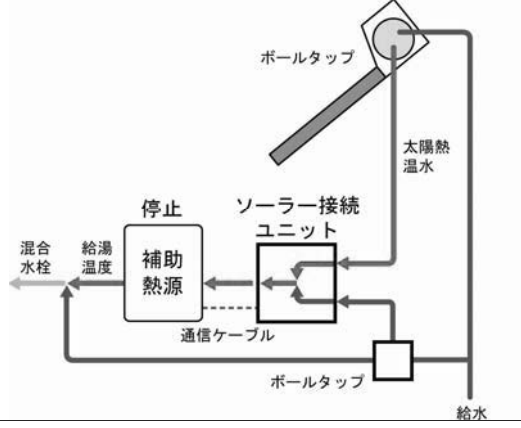
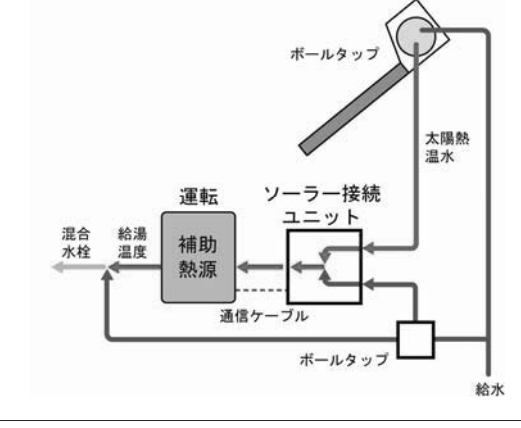
- ・セントラル給湯の普及により台所・洗面でもお湯が使えるようになり、補助熱源による浴槽の自動湯はりも一般的になると、より利便性の高い接続方式が求められるようになりました。そうした中で、三方弁の動作を自動化し、補助熱源との通信を行うことで最適な制御を行う「ソーラー接続ユニット」が製品化されました。
- ・「ソーラー接続ユニット」は、補助熱源の入口に設けられ、太陽熱温水と給水をユニット入り口に接続して、太陽熱からの温水と給水を最適に混合し、太陽熱の利用률을向上させます。ソーラー接続ユニットと補助熱源は専用の通信ケーブルで接続する必要があるため、両者がそれぞれ対応した機種が必要です。

表 6 三方弁を用いて補助熱源と接続する(手法 2b)場合の例

	システム図	特徴
接続例 1		・太陽熱の温水温度が十分高い場合には、回路 a で温水を直接利用する。 ・太陽熱の温水温度が低い場合には回路 b に切り替えて、補助熱源からの給湯のみを利用する。 ・補助熱源は、とくに太陽熱との接続を考慮したものではなくてよい。 ・回路 b に切り替えると、太陽熱温水の給水温度より高い部分の熱量を全く利用できない。 ・夏期などに太陽熱温水温度が非常に高い場合、水栓がサーモ水栓でないと危険な場合がある。 ・補助熱源の浴槽自動湯はりに太陽熱が利用不可。
接続例 2		・太陽熱の温水温度が十分高い場合には、回路 a で温水を直接利用する。 ・太陽熱の温水温度が低い場合には回路 b に切り替えて、補助熱源で加熱をしてから給湯する。 ・回路 b に切り替えても、太陽熱温水の給水温度より高い部分の熱量を利用できる。 ・補助熱源の浴槽自動湯はりに太陽熱を利用できる。 ・回路 b からの温度が比較的高い場合、補助熱源が能力を絞りきれずに給湯出口の温度が給湯設定温度を超えてしまう場合がある。
接続例 3		・例1に近いが、補助熱源入り口に自動混合弁で太陽熱温水と給水を合流して接続している。 ・自動混合弁は、一定温度の出口温度になるよう自動的に入口2系統の混合比率を調節する装置で、一般にサーモワックス弁が用いられる。 ・回路 b で太陽熱温水の温度が比較的高い場合でも、自動混合弁のために補助熱源の入り口温度は低く抑えられ、安全である。 ・回路 b に切り替えても、太陽熱温水の給水温度より高い部分の熱量を利用できる。 ・補助熱源の浴槽自動湯はりに太陽熱を利用できる。

- ・すべての制御は自動的に行われるため、利便性・安全性も非常に高くなっています。使用者は、補助熱源の給湯設定温度を設定しておくだけで、設定温度の湯を得ることができます。かつ補助熱源を適切に自動制御し、補助熱源の不要な燃焼を抑制することで、更なる省エネ化を達成しています(表7)。
- ・このように、ソーラー接続ユニットを用いることで、とくに操作を行うことなく太陽熱の利用効率を向上させることができます。新設の場合においては、ソーラー接続ユニットを採用することが強く推奨されます。目標レベル3・4の達成に手法 2c の採用を必須としているのは、このためです。

表7 ソーラー接続ユニット(手法 2c)の接続方法と一般的な挙動

太陽熱の温水温度 $\geq$ 補助熱源の給湯設定温度の場合	太陽熱の温水温度 < 補助熱源の給湯設定温度の場合
 •ソーラー接続ユニットは、太陽熱温水と給水を混合して補助熱源に送る。 •ソーラー接続ユニットは通信ケーブルを通じて、補助熱源にバーナーを着火しないよう信号を送る。 •補助熱源は不要な着火を行わないため、不要なガス消費が抑えられる。 •補助熱源の給湯設定温度を低く設定することで、太陽熱の分担率をより高めることができる。 •補助熱源の電源を切っている、ソーラーユニットの混合機能のみが動作できる機種もある。	 •ソーラー接続ユニットは、補助熱源の給水上限温度以下になるように、太陽熱温水と給水を混合して補助熱源に送る。 •補助熱源には、給湯温度が高くなりすぎるのを防ぐため、給水上限温度が決められている(一般に 30～35℃程度)。 •太陽熱温水温度が補助熱源の給水上限温度を下回っている場合は、太陽熱温水のみを送水する。 •太陽熱温水からの温度が低い場合でも、給水温度より高ければその分の熱量を有効に利用できる。

ポイント 補助熱源の選択

補助熱源の選択に際しては、以下の事項に配慮することが望まれます。

- 補助熱源については、集熱面積が狭い、周辺環境の影響で日射が少ない等、太陽熱の分担率が低い場合には、潜熱回収型を採用することが望まれます。現在では、ガス・石油の両方で潜熱回収型給湯機が市販されており、バリエーションも豊富になっています(「5.4 給湯設備計画」参照)。温暖地で太陽熱の分担率が高い場合には、従来型給湯機でもよいでしょう。
- 新しい機種では、貯湯槽ユニット内に補助熱源が内蔵されているタイプもあります。

手法3 省エネ型の循環ポンプの採用(ソーラーシステムのみ)

- ソーラーシステムにおいては、水を直接温める直接集熱方式でも、不凍液などを温めて間接に水を温める間接集熱方式でも、強制循環方式の場合には、水や不凍液を循環させる循環ポンプが必要となります。
- 循環ポンプの消費電力が大きいと省エネ性能を低下させます。したがって、省エネ効果を十分に発揮させるためには、必要なときだけポンプを動かす、消費電力の小さいポンプを用いる、太陽電池の電力でポンプを動かすなどの工夫がされた機種を選択することが求められます。

ポイント 循環ポンプの消費電力

- 従来は 100W 近い電力を消費するポンプが一般的でしたが、これは日中運転すると大量の電力を消費するため、省エネ性能を著しく損ないます。
- 近年では、DC ポンプなどを採用することで省電力に配慮した機種が出てきました。ポンプ電力量が「20～65W」などのように可変になっているものは、必要な分だけモーターを動かすため、省エネ効果が期待でき

ます。

3.5.5 太陽熱給湯の計画・使用時の配慮

1 各部の計画上の配慮

1) 集熱器の設置（強風対策）

- ・蒸暑地は台風の常襲地域が多く、集熱器の設置に際し強風への配慮が不可欠です。屋根上に設置した集熱器は、風による外力により、上方向に吹き上がるもしくは横ずれを生じるおそれがあるため、しっかりと固定して設置することが必要です。
- ・強風で飛ばされないようにするには、集熱器を屋根面にできるだけ密着させ、勾配を緩くして固定する方法が有効です(図3)。一方、方位の関係等で架台を用いる場合は、ワイヤー等で強く固定することが必要です。(図4)。
- ・安全性の確保のために、風荷重計算と固定方法の検討は慎重に行うことが重要です。

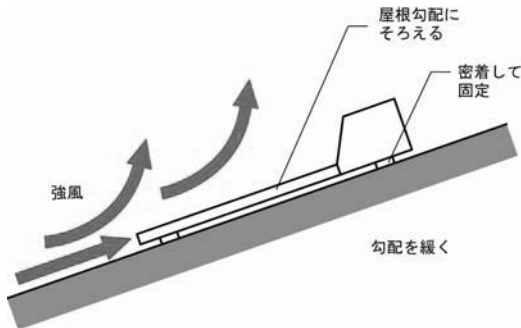


図3 蒸暑地での集熱器の設置方法

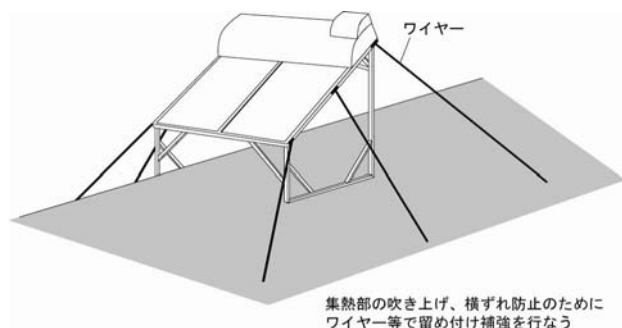


図4 集熱器の固定方法の例(架台設置の場合)

2) 貯湯槽の設置（分離型のみ）

- ・集熱器と貯湯槽が分かれている分離型では、配管からの熱損失を抑えるため、集熱器、貯湯槽、給湯機の相互の距離がなるべく短くなるように配置する必要があります。
- ・貯湯槽は屋外に設置されることが一般的ですが、熱損失を抑えるためには、断熱保温がしっかりなされた製品を選び、屋内駐車場やユーティリティなど、非暖房室であっても屋内に設置することが推奨されます。
- ・とくに熱媒等の循環配管は屋外に設置されるため、熱媒循環配管は最短化をはかるとともに、必ず配管断熱を行って下さい。

2 効率の良い運転・制御方法の配慮

太陽熱給湯装置は非常に高い省エネの性能を持っていますが、その特性を理解して正しく利用しなければ、その性能を十分に発揮させることができません。以下では、太陽熱給湯装置と補助熱源をソーラー接続ユニットで連結したシステム(手法 2c)について、使用時の注意点を解説します。

1) 給湯機の設定温度

ソーラー接続ユニットを使用している場合には、補助熱源とソーラー接続ユニットが通信ケーブルを通して通信し、補助熱源リモコンの給湯設定温度にしたがって出湯されます。システムはこの設定温度に従って太陽熱と補助熱源を使い分けるため、システム効率を向上させるにはこの温度を適切に設定する必要があります(図 5、表 8)。

- ・太陽熱の利用率を上げるには、できるだけ補助熱源の給湯設定温度を低めに設定することが重要です。高温の給湯が必要な時だけ給湯設定温度を上げ、使用後はすぐに戻すようにします。

表 8 給湯機入口設定温度とその特徴

給湯機入口 設定温度	特徴
45～60℃	・水栓での給水混合を前提とする使い方。水栓はサーモキシングとすることが望ましい。 ・比較的高温でシャワーに給湯できるため、細い給湯管でも水と混合することで水压が確保できる。 ・冬期には、太陽熱からの温水温度が給湯設定温度に達しない場合が多い。このため、太陽熱の利用率が低くなり省エネ効果が低下する。
38～43℃ (推奨)	・水栓での給水混合を前提としない使い方（一般的） ・給湯管の径が細い場合には、シャワーなどで水压が不足する場合がある。 ・冬期においても、太陽熱の利用率が高くなる。

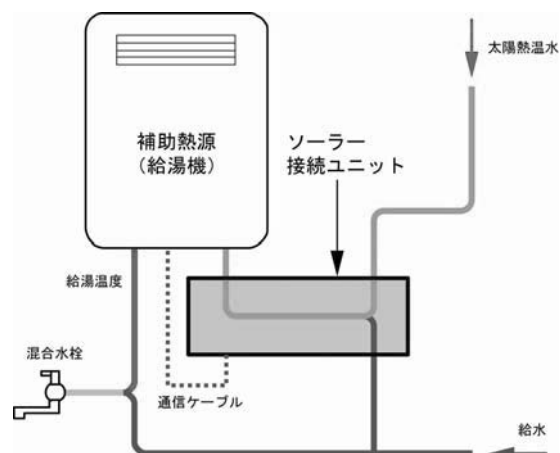


図 5 ソーラー接続ユニットの概要

2) 補助熱源の適正な制御

- ・ソーラー接続ユニット等を用いたシステム（手法 2c）では、太陽熱からの温水温度が給湯設定温度より少しでも低い場合、いったん給水と混合して給水上限温度（一般に 30～35℃程度）まで下げてから補助熱源に送ります。補助熱源は、この水を給湯設定温度に上げて出湯します。これは、補助熱源の能力下限に限界があることから出湯温度が高温になりすぎるのを防ぐためですが、補助熱源にとって極端な低負荷運転となり、効率が大きく低下します。
- ・また、太陽熱給湯装置に十分高温な温水が蓄えられている場合でも、太陽熱からの高温の温水が補助熱源に届くまでに、出湯開始後しばらく時間がかかります。この間にも、補助熱源は短時間ですが燃烧してしまいます。夏期のように太陽熱ですべての給湯負荷がまかなえるはずの時期でも、実際には補助熱源が不必要に燃烧しており、この場合の効率は低くなっています。
- ・このため、台所・洗面所のように一定の湯温度が必須ではなく、また短時間の断続的な出湯が多い用途では、補助熱源の電源を OFF にすることで不要な燃烧を停止させ、省エネ性を高めることができます。
- ・ソーラー接続ユニットの中には、補助熱源の電源を切っていても太陽熱温水と給水の混合機能は運転しているものもあります。太陽熱からの温水が高温の場合に給水と混合することから、安全性が高くなります。
- ・太陽熱温水の温度が給湯設定温度より低温の場合には、補助熱源は燃烧しないため給湯温度はなりゆきになりますが、台所・洗面所ではこれで問題なく利用できる場合が少なくありません。給湯温度が低すぎる時だけ補助熱源の電源を入れるようにすると、非常に省エネになります。
- ・貯湯部と補助熱源が一体化されたシステムでは、こうした専用の省エネモードを持っている機種も登場してきています（図6）。

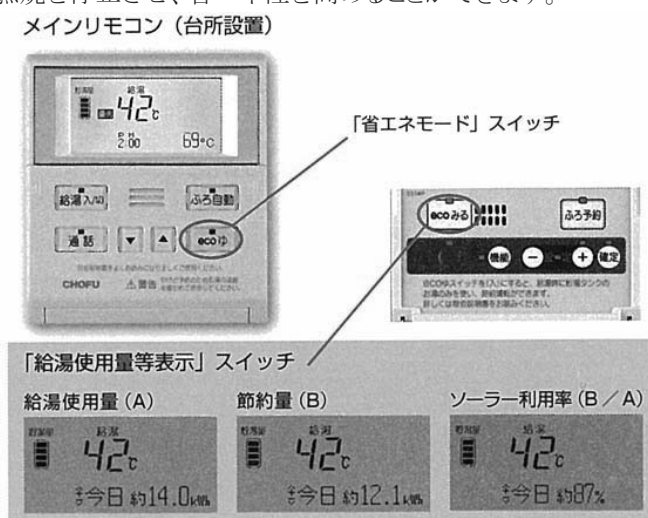


図6 補助熱源の制御システム

3.5.6 太陽熱給湯の各方式の解説

太陽熱給湯装置の特徴については、3.5.4 に述べましたが、ここでは、各方式についての詳細な解説を行います。製品の理解に役立てて下さい。

1 太陽熱の集熱方式＋熱媒の循環方法

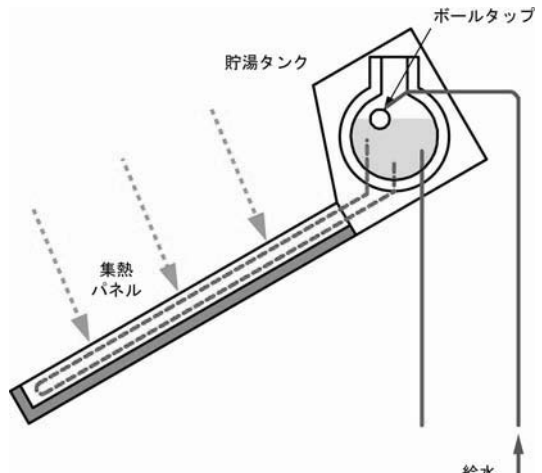
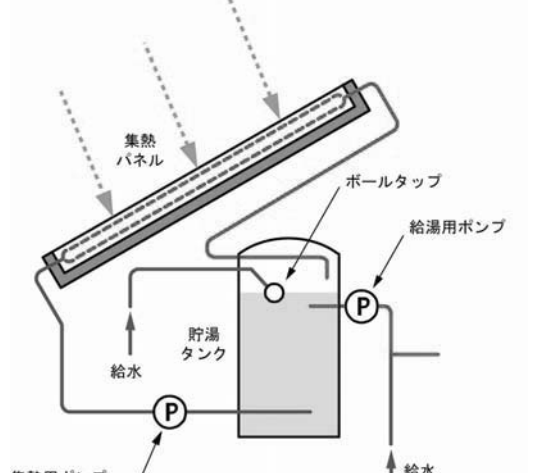
太陽熱の集熱方式は、太陽熱給湯装置の構成や特徴を大きく決定づける、最も重要な要素といえます。集熱部の重量・凍結対策・水圧などはここで決定されます。各方式の特徴を示します。

1) 直接集熱式（自然循環式または強制循環式）

直接集熱式の多くは太陽熱温水器ですが、一部でソーラーシステムのものもみられます。直接集熱式は、給湯される水を直接集熱パネルに送り込み、太陽熱で加熱する方式です。水を自然対流で回す「自然循環式」と、ポンプで回す「強制循環式」があります(表 9①②)。

原理が単純なためシステムをシンプルにしやすく(とくに自然循環式)、また水そのもので集熱を行うため集熱効率が高くなるメリットがあります。一方で、集熱部に回った給水は清潔でないとみなされるため、給水部への逆流防止のため水道系統と一度縁を切る(開放する)必要があり、給湯時の水圧を別途に確保する必要があります。また、水を循環させているため、凍結対策が難しくなります。

表 9 太陽熱給湯装置の原理と特徴・1

① 直接集熱式(自然循環式) 「太陽熱温水器」の方式	② 直接集熱式(強制循環式) 「落水式ソーラーシステム」などと呼称
	
作動原理 ・水道圧で貯湯タンクに給水。 ・温度による水の比重変化から生じる対流効果により、タンク内の低温の水が集熱パネルに下って加熱され、高温になった湯は上昇して貯湯槽内に蓄えられる。 特徴 ・構造が簡単・非常に一般的。 ・貯湯部が横置きで屋根上にあるため、夜間の放熱ロスが大きい。 ・貯湯部が大気開放になるため、給湯時に水道圧を利用できず給湯圧が低い。シャワーには加圧ポンプが必要。 ・凍結対策が困難なため、寒冷地では冬期に使用を停止して水抜きをする必要がある。	作動原理 ・日中の集熱時に、ポンプで水を集熱部に送って加熱。温まった水を貯湯タンクに落水させる。 ・夜間などの非集熱時には通水しない。 特徴 ・開放式のため水道圧を利用できない。シャワーに用いるには加圧ポンプが必須。 ・非集熱時の熱ロスが少ない。 ・集熱・給湯の両方にポンプが必要なため、ポンプの消費電力が大きくなりがちである。 ・水で直接集熱するため、集熱効率は高め。ただし、寒冷地の冬期には凍結の危険があり運転が困難。

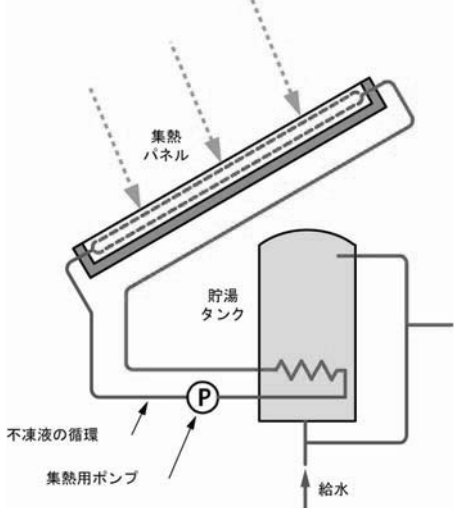
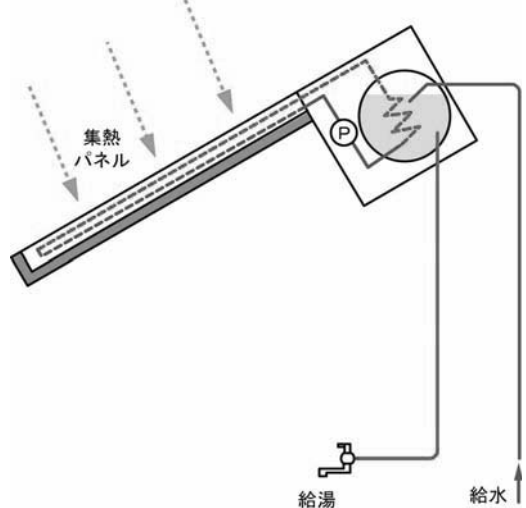
2) 間接集熱式（ほとんどが強制循環式）

間接集熱式は、水の代わりに不凍液を集熱部と貯湯部の間で循環させ、集熱部で集熱、貯湯部では貯湯槽内部の熱交換器により給水を加熱する方式です。ソーラーシステムの多くはこの方式です。不凍液の循環は、ほとんどの場合ポンプにより強制循環で行われます。貯湯槽は集熱部と分離しているタイプが一般的ですが、一体型となっているタイプも少数あります(表 9③④)。

水を集熱器に直接送らず大気に開放しないため、貯湯槽内の水は清潔とみなされ、水道に直結することが認められています。そのため給湯時に水道圧が使え、加圧ポンプなしでもシャワーが快適に利用できます。また、集熱部・配管部を回るのが不凍液であるため、その部分の凍結が起こりにくいメリットもあります。ただし、不凍液は水に比べると熱的な特性が劣り、また水を間接的に加熱するため、効率が直接集熱式に比べると若干低くなります。

間接集熱式はシステムが複雑になるため、イニシャル・コストが高くなる傾向にあり、給湯用途だけではコスト回収は困難な場合があります。ヨーロッパにおいては、同じ貯湯槽を用いて暖房を合わせて行う方式が一般的です。また、不凍液を循環させるポンプの消費電力が大きいと省エネ性能を低下させるため、必要ときだけポンプを動かす、消費電力の小さいポンプを用いる、太陽電池の電力でポンプを動かすなどの工夫がされた製品を選択することが求められます。

表 9 太陽熱給湯装置の原理と特徴・2

③ 間接集熱式(強制循環・分離型) 一般的な「ソーラーシステム」	④ 間接集熱式(強制循環・一体型)
	
特徴 ・屋外に露出する配管部分に不凍液が使われるため、凍結に強い。 ・貯湯部が閉鎖系であるため、水道圧が直接利用でき給湯圧が高い。 ・貯湯部を設置するスペースが別に必要。 ・循環ポンプの消費電力が大きくなりがち。 ・システムが複雑なためにコストが高い。	特徴 ・外観は温水器に近い(貯湯部の位置が異なる)。 ・貯湯部が閉鎖系であるため水道圧が直接利用でき、シャワーなどを快適に利用できる。 ・太陽熱温水器と分離型ソーラーシステムの中間的な機種 ・給水配管が屋外に露出するため、凍結に弱い。 ・太陽電池で循環ポンプを行う機種は省エネ効果が高い。

2 集熱部と貯湯部のレイアウト

集熱部と貯湯部のレイアウトには一体型と分離型がありますが、前述の集熱方式によっておおむね決定されます。温水器は一体型・ソーラーシステムは分離型が一般的です(表 10①②)。

表 10 集熱部・貯湯部のレイアウト

① 一体型(直接集熱・自然循環が主)	② 分離型
	
特徴 ・太陽熱温水器のほとんど、ソーラーシステムの一部が該当。 ・構造がシンプル・一般に安価。 ・貯湯部分の重量が屋根面にかかるため、構造的に不利。 ・集熱部と貯湯部がセットになっているため、システム設計の自由度がほとんどない。	特徴 ・ソーラーシステムの多くがこの形式。 ・屋根面に設置するのは集熱部のみとなるため、荷重を大幅に抑えられる。 ・集熱部・貯湯タンクのレイアウト自由度が高い。 ・集熱部のデザインの納まりがよい。 ・非集熱時に集熱部と貯湯部との循環が停止されるため、放熱ロスが低減される。 ・システム自由度が高く、太陽熱暖房などにも利用可能 ・構造が複雑・一般に高価。 ・集熱部と貯湯部の間で水・不凍液等を強制循環させるため、ポンプの消費電力が必要になる。

3 集熱部の形状

太陽熱を効果的に集めるには、集熱部の性能がよいことが当然求められます。集熱部の性能を左右するのが、集熱部の放射特性と断熱性です。

放射特性については、太陽の日射(高温熱源の短波)を吸収しやすく、かつ赤外線(低温熱源の長波)を放射しにくいことが求められます。古い太陽熱温水器では、集熱体が単に黒く塗ったものが多くみられましたが、これは日射を吸収しやすいものの赤外線も放出しやすいため、「熱しやすくさめやすい」ものでした。近年では、日射を吸収しやすく、かつ赤外線を放射しにくい「選択吸収膜」を用いることで、高い集熱効率を持つものが主流です。日本工業規格(JIS A 4111)では、40%以上の集熱効率を持つことを求めています(外気温度 15℃以上の条件下)。

集熱部の形状は、集熱体(選択吸収膜の塗装された黒い部分)と透過体(ガラス)の断熱の仕方で大きく分類されます。平板式は、平板の集熱体の裏面を断熱材、表面を透過体で覆ったものです。真空管式は、筒状の集熱体を筒状の透過体で保護し、隙間を真空にして断熱を強化したものです。集熱効率は必ずしもカタログ値では表示されていませんが、一般に平板式で 40～50%程度、真空管式で 50～60%程度です。日本においては平板式がほとんどですが、海外では晴天にめぐまれない寒冷地に設置される場合が多いためか、真空管式が多くみられます。平板式・真空管式のいずれも、前述の様々な集熱方式と組み合わせられて使用されます(表 11①②)。

表 11 集熱部の形状

① 平板式集熱器	② 真空管式集熱器
	
特徴 ・簡易な構造でコストが安い。 ・日本においては非常に一般的。 ・ガラスに白板タイプを用いたものは効率が高い。 ・グロス面積と有効集熱面積の差が小さい。 ・断熱性が若干低く、寒冷地では集熱効率が低下する。 ・直達日射の集熱に適し晴天時には効率が高いが、拡散日射が多い曇りでは効率が低下する。	特徴 ・ガラス管と集熱部の間が真空断熱されているため、寒冷地でも集熱効率が高い・凍結に強い。 ・高温集熱を行う際には、特に効率が高い。 ・集熱部が筒状であるため、グロス面積に対して有効集熱面積に限られる(外部反射体付きのものは除く)。 ・断面が筒状で拡散日射の集熱に有利なため、曇りの際に効率が高いとされる。 ・国内で生産されている機種がない。 ・ヨーロッパや中国など海外では主流。 ・一般に高価だが、近年では安価な輸入品もみられる。

第4章 建物外皮の熱遮断技術（要素技術の適用手法・2）

4.1 V 地域における断熱外皮計画

古来、温暖地では萱葺きの厚い断熱屋根、大きな熱・湿気容量の土壁、開放的な間取りと窓配置で四季を過ごし、一方、寒冷地では木造軸組の中におがくずを入れ厳しい冬を過ごしていました。方向は異なりますが、それぞれ地域で生まれる材料を最大限に活用し、快適な生活を実現する知恵があります。

近年、断熱は省エネルギーと均一な居住環境実現のための要素技術として脚光を浴びていますが、ここでは、なるべく本来の目的に忠実に、様々な住宅形態に適応し、適時適温を実現する‘身近な技術’としてのいくつかの「断熱手法」を紹介していきます。

4.1.1 断熱外皮計画の目的とポイント

1 暖房エネルギーを抑制する

- 断熱外皮計画は、住宅の室内と室外との境界（外皮）における熱の出入りの抑制を目的としています。断熱化をはかった住宅は、無断熱の住宅に比べ、はるかに少ないエネルギーで室内の温熱環境を快適にすることができます。
- 図 1 は、年間の暖房費について、省エネルギー基準の平成 11 年基準、平成 11 年基準と平成 4 年基準の中間の断熱水準、平成 4 年基準、昭和 55 年基準の各断熱水準ごとに比較したグラフです。断熱が手厚くなるほど暖房費が抑制されます。
- 逆にいえば、少ない費用とエネルギーで、より広い室内空間の暖房が可能になります。

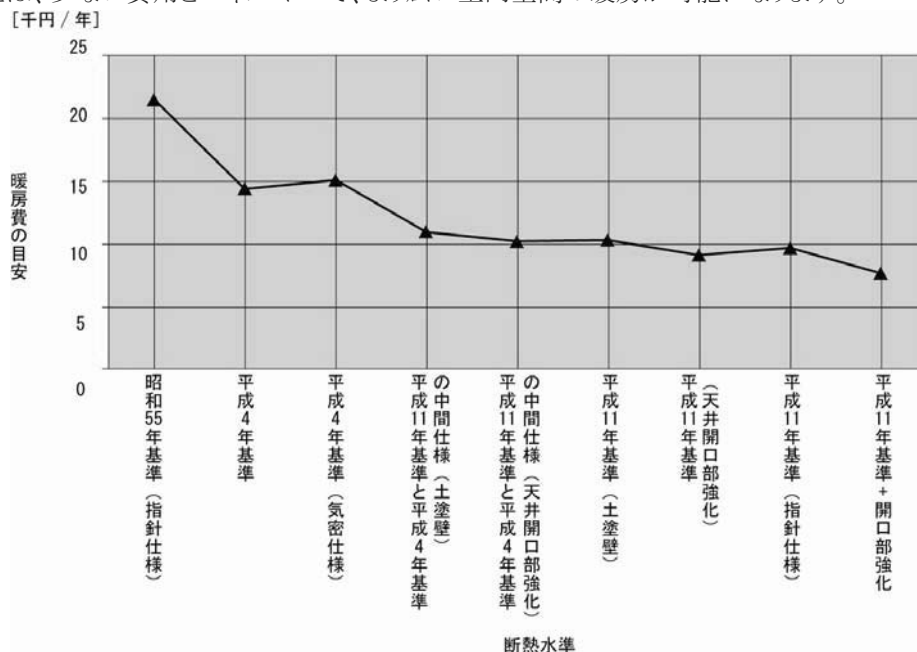


図 1 断熱水準の違いによる年間暖房費の比較（鹿児島）

■設定条件：部分間欠暖房：在室時間帯のみを暖房することとし、室温 20℃に設定

- 住宅には、太陽からの日射により取得されるエネルギー（日射取得熱）や、生活の中で発生するエネルギー（内部発熱）があります。図 2 は、室温を上昇させるエネルギーとして、断熱化により暖房エネルギーが削減され、日射取得熱と内部発熱の寄与する割合が増えるイメージを表したものです。

- ・日射取得熱と内部発熱は、断熱がされていなければ短時間のうちに外へ逃げてしまいますが、断熱化をはかることによって、室温を上昇させるために有効なエネルギーとなります。

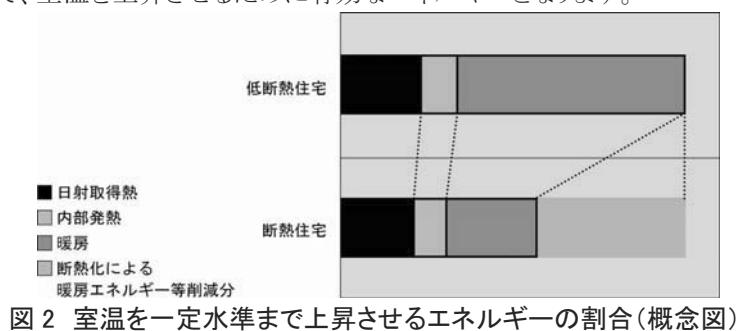


図2 室温を一定水準まで上昇させるエネルギーの割合(概念図)

2 自然室温を維持する

- ・図3は、暖房していない部屋の室温(自然室温※)の変化を断熱仕様ごとに示したグラフです。グラフが示すように、断熱水準が上がるほど外気温に比べて室温が高くなります。
- ・非暖房室でも、暖房室からの熱の流入や日射取得熱・内部発熱により室温が上がります。断熱化をはかることにより、より高い室温を維持することができます。

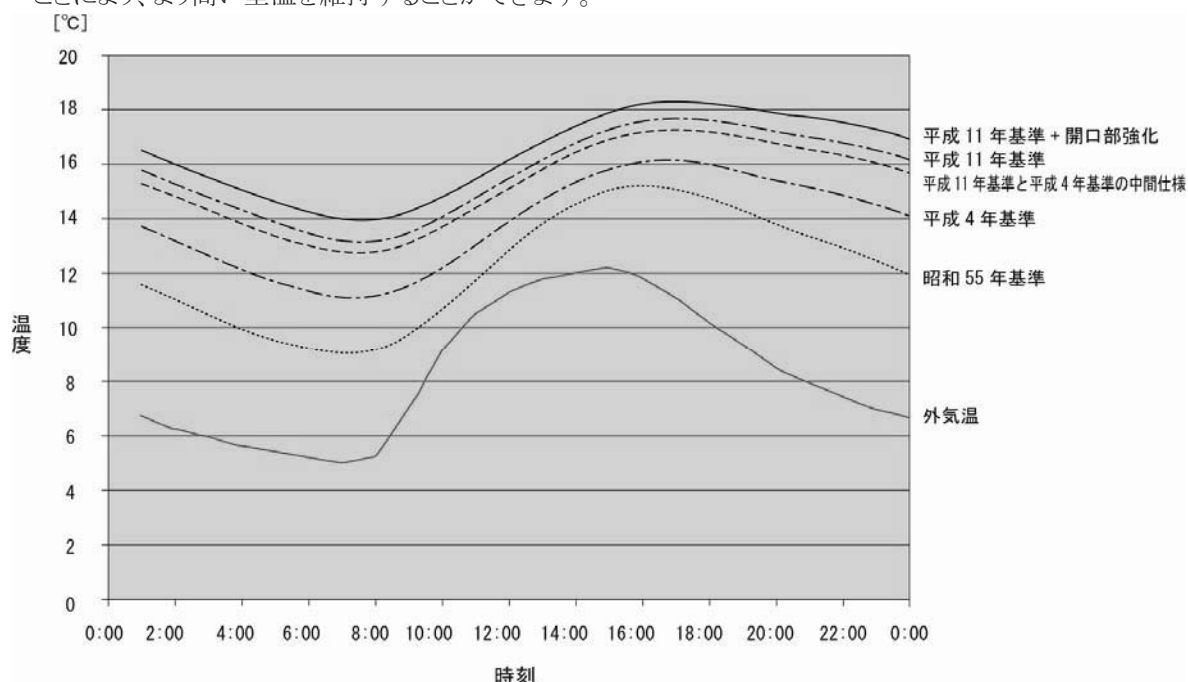


図3 断熱水準と1月の平均的な自然室温との関係(鹿児島・1階便所)

※ 自然室温: 日射取得熱や内部発熱のみによる、暖冷房設備を使わないときの室温。

ここでは、居室のみを部分間欠暖房している状況における、非暖房室である1階便所の自然室温を示しています。

3 壁や床、窓の表面温度を室温に近づける

- ・室温は低くないのだけれど、何となく寒く感じる……、といった経験をもつ方は多いと思われます。それは、室温(空気温度)と人が感じる温度(体感温度)に大きな差がある場合です。
- ・一般に居住空間における体感温度は、以下に示すように、周囲の窓・壁・床等の表面温度(平均放射温度)と室温の平均と考えられます。

体感温度の簡単な計算式

$$\text{体感温度} \approx \frac{\text{表面温度} + \text{室温}}{2}$$

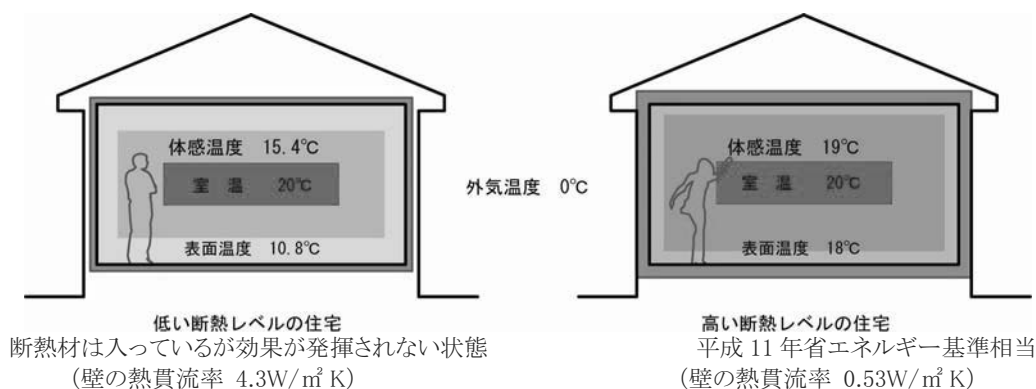


図 4 室温・表面温度と体感温度

- ・図 4 は、無断熱またはほとんど断熱がなされていない住宅と、ていねいな断熱がなされた住宅の室温と体感温度の違いを示しています。左図では、断熱が乏しいために壁の表面温度が低く、暖房により室温を 20°C にしても、体感温度は 15.4°C にしかありません。一方、右図では断熱がしっかりなされているために、躯体の表面温度が室温に近づくので、左図と同じく室温 20°C とすれば、体感温度を 19°C とすることが出来ます。
- ・このように、空気温度だけ上げるのでは十分な暖かさは得られません。断熱化によって壁などの表面温度を室温に近づけ、体感温度と室温の温度差を小さくすることが必要です。

4 足元の温度を上げる

- ・寒さを感じる原因のもう 1 つに足元が冷えるという現象があります。これは断熱不足や漏気によるものです(図 5)。せっかく暖房しても、室内の上方は暖かいが足元が寒いというのでは快適とはいえません。
- ・床をはじめとした断熱性能の強化(断熱材の設置および漏気の防止)により、床の表面温度を上げ、室内の上下温度差や温度むらを小さくすることができます。

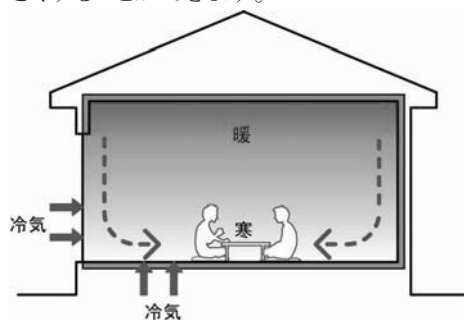


図 5 室内の上下温度差

5 屋根からの日射熱を遮り上階室の暑さを和らげる

- ・夏の水平面は、多量の日射熱を受けます(図 6)。そのため、夏の屋根面の温度は $60\sim 70^\circ\text{C}$ にも達します。
- ・屋根や天井の断熱を強化することで、屋根が受けた日射熱が室内に入ることを防ぎ、上階室の暑さを和らげることができます。
- ・ただし、屋根断熱の場合には通気層(約 30mm 以上)、天井断熱の場合には小屋裏換気が不可欠となります(詳細については「4.3 V 地域における日射遮蔽手法」参照)。

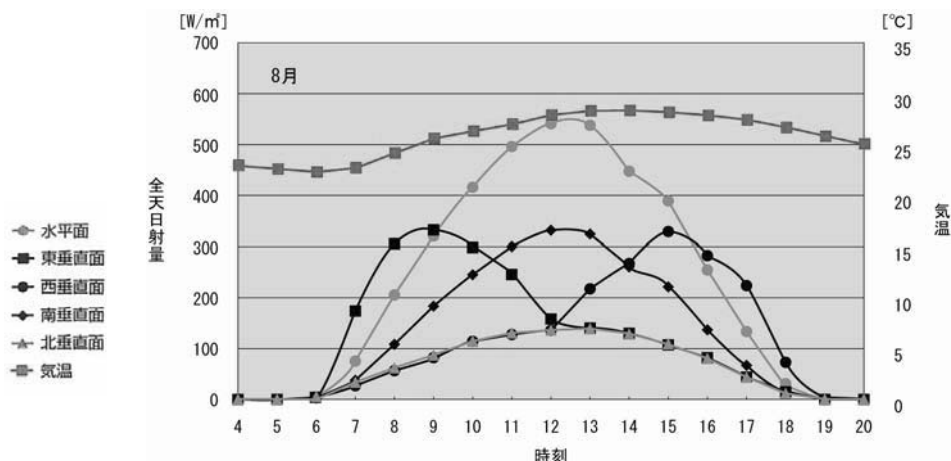


図 6 方位による全天日射量の違い(鹿児島・8月の月間平均値)

4.1.2 断熱外皮計画による省エネルギー目標レベル

1 目標レベルの定義

・断熱外皮計画による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル 1 から 4 までとし、暖房設備に消費されるエネルギーの削減率を表します。

レベル 0	暖房エネルギー削減 なし
レベル 1	暖房エネルギー削減率 30%程度(40%程度)
レベル 2	暖房エネルギー削減率 50%程度(50%程度)
レベル 3	暖房エネルギー削減率 55%程度(60%程度)
レベル 4	暖房エネルギー削減率 65%程度(70%程度)

- ・各目標レベルは、既存の省エネルギー基準^{※1}をもとにして、住宅の熱損失係数^{※2}により設定されます。
- ・2000 年時点における標準的な暖房エネルギー消費量は、部分間欠暖房が 5.0GJ(エネルギー消費量全体の 7%程度)、全館連続暖房が 13.4GJ(同 13%程度)となります(6.1 参照)。

※1 省エネルギー基準

昭和 54 年に制定された「エネルギーの使用の合理化に関する法律」(「省エネ法」)に基づき定められた基準です。昭和 55 年に制定後、平成 4 年、平成 11 年に改正・強化され現在に至っています。昭和 55 年基準は「旧省エネルギー基準」、平成 4 年基準は「新省エネルギー基準」、平成 11 年基準は「次世代省エネルギー基準」と呼ばれることがあります。また、それらは住宅性能表示制度の評価方法基準における省エネルギー対策等級の等級 2、3、4 にほぼ対応するものです。

※2 熱損失係数

熱損失係数とは、一般的に「Q値」と呼ばれており、住宅の断熱性能を数値的に表す指標です。値が小さいほど断熱性能が高いことを表します。熱損失係数は、外壁、天井、床などの住宅の各部位から逃げる熱量(熱損失量)および換気・漏気にもなる熱損失量を計算し、住宅の延床面積で除して算出します。室内外の温度差が 1℃の時、住宅内部から外部へ逃げ出す単位時間(秒)、床面積 1 m²当たりの熱量(ジュール)です。

2 目標レベルの達成方法

- ・断熱外皮計画による省エネルギーの各目標レベルは、基準となる熱損失係数の値を満たすような断熱手法を適用することにより達成することができます(表 1)。
- ・自立循環型住宅としての断熱レベルの比較対象となるレベル 0 は、昭和 55 年省エネルギー基準あるいはそれ以下の住宅を想定しています。また、レベル 2 は平成 4 年省エネルギー基準のⅢ地域相当の断熱性能としています。
- ・なお、目標レベルと住宅性能表示制度の「省エネルギー対策等級(温熱環境に関すること)」における等級との対応関係も表 1 に示しますので、参考として下さい。

表 1 断熱外皮計画の目標レベル

目標レベル	省エネルギー効果 (暖房エネルギー削減率)		熱損失係数	対応する省エネルギー基準	住宅性能表示制度・ 省エネルギー対策等級に よる等級
	部分間欠 暖房	全館連続 暖房			
レベル 0	0	0	8.3W/㎡K以下	昭和 55 年省エネルギー基準 相当等の断熱水準	等級 1(昭和 55 年基準に 満たない場合) または等級 2(昭和 55 年 基準相当の場合)
レベル 1	30%程度	40%程度	4.6W/㎡K以下	平成 4 年省エネルギー基準 相当の断熱水準	等級 3
レベル 2	50%程度	50%程度	3.3W/㎡K以下	平成 11 年省エネルギー基準 と平成 4 年省エネルギー基 準の中間相当の断熱水準	等級 3
レベル 3	55%程度	60%程度	2.7W/㎡K以下	成 11 年省エネルギー基準相 当の断熱水準	等級 4
レベル 4	65%程度	70%程度	2.1W/㎡K以下	平成 11 年省エネルギー基準 を超える断熱水準	等級 4

3 対象とする住宅構法

- ・本章では、次の 2 つの住宅構法を取り上げ、それぞれの構法特性に配慮した断熱技術について解説し、目標レベルに到達するための断熱外皮計画のための手法を例示します。
 - a. 一般的な在来木造住宅
 - b. 伝統的な在来木造住宅(代表例として土塗壁)
- ・本章が対象としているのは、南九州等の蒸暑地(省エネルギー基準による地域区分の V 地域)の住宅です。この地域では、在来木造住宅といっても、様々な構法があり地域の特徴が反映されています。
- ・本章は、断熱を主体として住宅構法を検討するのではなく、そうした構法のそれぞれにふさわしい断熱手法を検討していただくことを重視しています。そのため、伝統的な在来木造住宅の代表として土塗壁を取り上げ、大壁を中心とする一般的な在来木造住宅と併せて断熱の手法を解説します。

4.1.3 断熱外皮計画の検討ステップと目標レベルの設定

1 断熱外皮計画の検討ステップ

ステップ1 ライフスタイルの指向などの条件の確認と目標レベルの設定

住まい手のライフスタイルの指向、住宅構造、建設費用等の条件を確認し、その条件に適した断熱水準の目標レベルを検討・設定します。

- 1) ライフスタイルの指向の確認
- 2) 断熱工事予算の確認
- 3) 住宅の構造・形態の確認
 - ・一般的な在来木造住宅
 - ・伝統的な在来木造住宅(土塗壁)



ステップ2 断熱計画の検討

住宅の断熱外皮計画の基本的な計画について検討します。

- 1) 断熱方法の検討(充填断熱・外張断熱・併用断熱)
- 2) 目標レベルごとの断熱計画手法の検討
(部位への配分: 部位バランス型・部位強化型)



ステップ3 断熱技術の検討

具体的な断熱技術、工法について検討します。

1) 躯体の断熱技術の検討

- ・断熱材の種類と施工の配慮
- ・断熱層の基本構成
- ・気流止めの設置
- ・断熱材の施工
- ・各部位の断熱方法の検討

2) 開口部の断熱技術の検討

- ・窓の選択
- ・サッシの選択
- ・内外付属物による断熱強化
- ・断熱戸の使用による効果

2 ライフスタイルの指向などの条件の確認と目標レベルの設定

断熱外皮計画の検討の第1ステップとして、住まい手のライフスタイル、住宅へのニーズなどを把握・整理し、目標レベルを設定します。

1) 温熱環境への希求度

- ・温暖地や南九州等の蒸暑地における室内温熱環境の質を表すものとして、室内の上下間や室間の温度むら(温度差)、暖房を止めた後の室温の低下が代表的な指標となります。
- ・表2に、目標レベルに応じたそれら2つの指標を示します。
- ・1)は暖房時における暖房室と非暖房室の温度差、2)は明け方頃における外気温と自然室温(なりゆき温度)との差です。どちらも断熱水準に対応して変化します。
- ・表2の数値の差は、それほど大きくは感じられないかもしれませんが、人が感じる快・不快の境は、わずかに1～2℃の差が大きく影響します。
- ・これらを参考に、住まい手がどの程度の温熱環境を望んでいるのかを確認した上で、目標レベルを設定して下さい。

表2 断熱水準と温度差

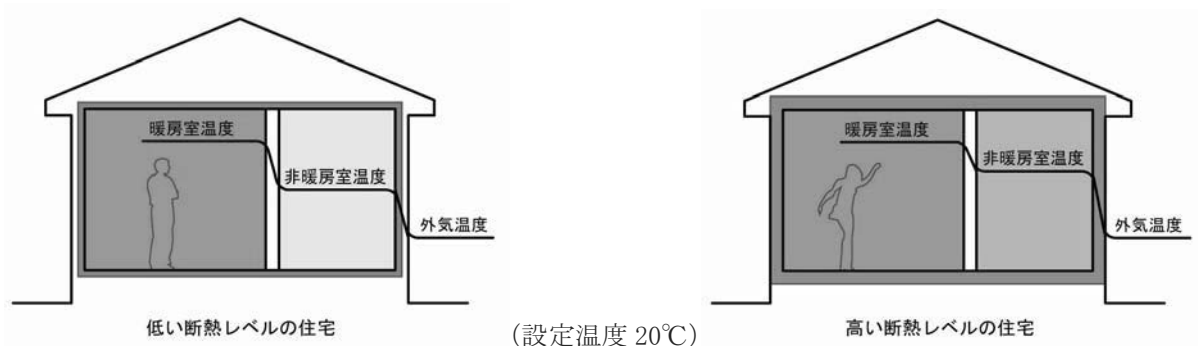
断熱水準	1)暖房時の暖房室と非暖房室	2)外気温と室温(自然室温)※
レベル0	7℃程度	4℃程度
レベル1	5.5℃程度	6℃程度
レベル2	4℃程度	7.5℃前後
レベル3	3℃程度	8℃前後
レベル4	2.5℃程度	9℃程度

■設定条件

住宅プラン:住宅モデル(タイプA)(第6章参照)

暖房室:居間・食事室

暖房スケジュール:07:00～10:00 12:00～14:00 16:00～22:00



- 1) 暖房室と非暖房室の温度差: 大
- 2) 非暖房室と外気の温度差: 小

- 1) 暖房室と非暖房室の温度差: 小
- 2) 非暖房室と外気の温度差: 大

図7 暖房室・非暖房室・外気の温度差(イメージ)

2) 断熱水準の向上にともなうエネルギーコスト

- 住宅プラン、住まい方、暖冷房設備とその運転時間などの条件が全く同じであれば、たとえわずかでも断熱化をはかれば、必ず省エネルギー・省コストの効果があります。その効果は、暖房時間が長くなるほど、また暖房面積が大きくなるほど大きくなります。
- 図8は、断熱水準ごとの年間暖冷房費用の例を示したものです。高断熱になればエネルギー消費が削減されることがわかります。部分間欠暖冷房において、レベル0の暖冷房エネルギーコスト(ランニングコスト)は、レベル1で21%減、レベル2で33%減、レベル3で34%減、レベル4で40%減となります。
- 目標レベルを設定するための参考として下さい。

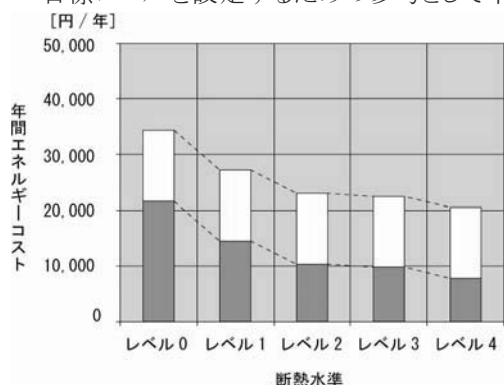


図8 断熱水準と暖冷房費用(部分間欠暖冷房)

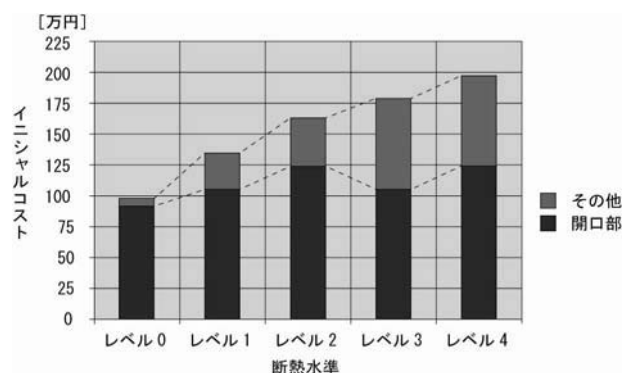


図9 断熱水準とイニシャルコスト

3) 断熱水準の向上にともなうイニシャルコスト

- 断熱水準の向上にともなうイニシャルコスト増の目安を図9に示します。
- これらは本書で対象とする仕様について概算したものであり、あくまでも目安です。
- 目標レベルを設定するための参考として下さい。

4) 住宅構造

- 本章では在来木造住宅のうち、大壁を中心とする一般的な構造・構法の住宅の他に、伝統的な土塗壁住宅を例として取り上げることとしました。
- 土塗壁住宅は、大壁工法の住宅に比べて、厚い断熱材を充填することが難しく、断熱と結びつきにくい住宅構造と考えられがちです。
- しかし、断熱外皮技術のバリエーションは数多く存在します。土塗壁の住宅であっても、その構法の特徴に適した断熱外皮技術があります。本章ではそのいくつかを紹介しますので、それらを参考にして、様々な構法に適した断熱外皮技術と目標レベルの設定をして下さい。

4.1.4 断熱計画の検討

1 断熱方法の選択

・木造住宅の断熱方法は、以下の充填断熱と外張断熱の 2 つに大別されます(図 10)。

①充填断熱:柱・間柱の間、垂木の間、根太の間などの構造材の間に断熱材を充填する断熱工法をいいます。

②外張断熱:軸組、構造体の外側に断熱層を設ける断熱工法をいいます。

・住宅全体の断熱について、これらのどちらか 1 つの方法を選択しなければならないというものではありません。それぞれ長所・短所がありますので、住宅の部位ごとに適した方法を選択して行うことが大切です。寒冷地では断熱材の厚みを確保するため、同じ部位で充填断熱と外張断熱の両方を併用する(充填+付加断熱工法とも呼ばれています)こともあります。

・建物上部(屋根まわり)の断熱方法には、天井断熱と屋根断熱の 2 種類があります。天井断熱のうち桁上断熱は、まだ一般的な断熱方法ではありませんが、様々な断熱材を用いることができ、欠損の少ない断熱施工のために考案された断熱方法です。

・建物下部(床まわり)の断熱方法には、床断熱、基礎断熱、土間床断熱の 3 種類があります。

・こうした木造住宅の断熱方法を部位別に整理すると、表 3 のようになります(詳細については、「4.1.5 断熱技術の検討 1 5)各部位の断熱方法の検討」を参照して下さい)。

表 3 木造住宅の断熱方法

建物部位	断熱部位	断熱方法
建物上部(屋根まわり)	天井断熱	充填断熱
		外張断熱(桁上断熱)
	屋根断熱	充填断熱
		外張断熱
		併用断熱(充填+付加断熱)
外壁	外壁断熱	充填断熱
		外張断熱
		併用断熱(充填+付加断熱)
建物下部(床まわり)	床断熱	充填断熱
	基礎断熱	外張断熱(基礎の外側または内側)
	土間床断熱(玄関土間等)	

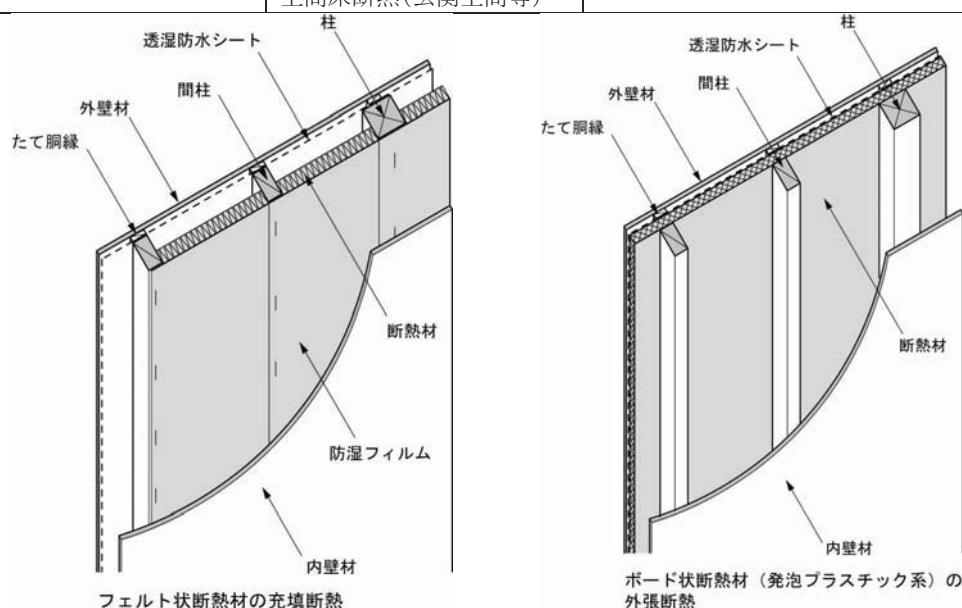


図 10 充填断熱と外張断熱

2 各部位への断熱性能の配分

1) 部位バランス型 (図 11 ①)

省エネルギー基準には、設計施工の指針として、部位ごとの断熱基準(必要とされる断熱材の熱抵抗値および厚さ)が規定されています。部位ごとの断熱基準は、各部位の断熱性のバランスを考慮して設定された基準です(本書では部位バランス型と呼びます)。この基準を適用することによって、目標レベルを達成する方針を立てることができます。

2) 部位強化型 (図 11 ②)

住宅の構法、例えば土塗壁や真壁の場合、外壁内に厚い断熱材を充填するのには限界があります。このような場合、外壁以外の部位の断熱を強化することにより、外壁の断熱を低減することができます(本書では部位強化型と呼びます)。

「4.1.6 断熱計画の事例」では、目標レベルごとに具体的な例を示しています。

部位バランス型では、レベル3について充填断熱、桁上断熱・基礎断熱、外張断熱の3つの事例を示しています。

部位強化型では、省エネルギー基準による地域区分のV地域という蒸暑地における夏期の防暑・遮熱対策に配慮して、レベル1~3について、天井部と開口部の断熱を強化した5つの事例を示しています。

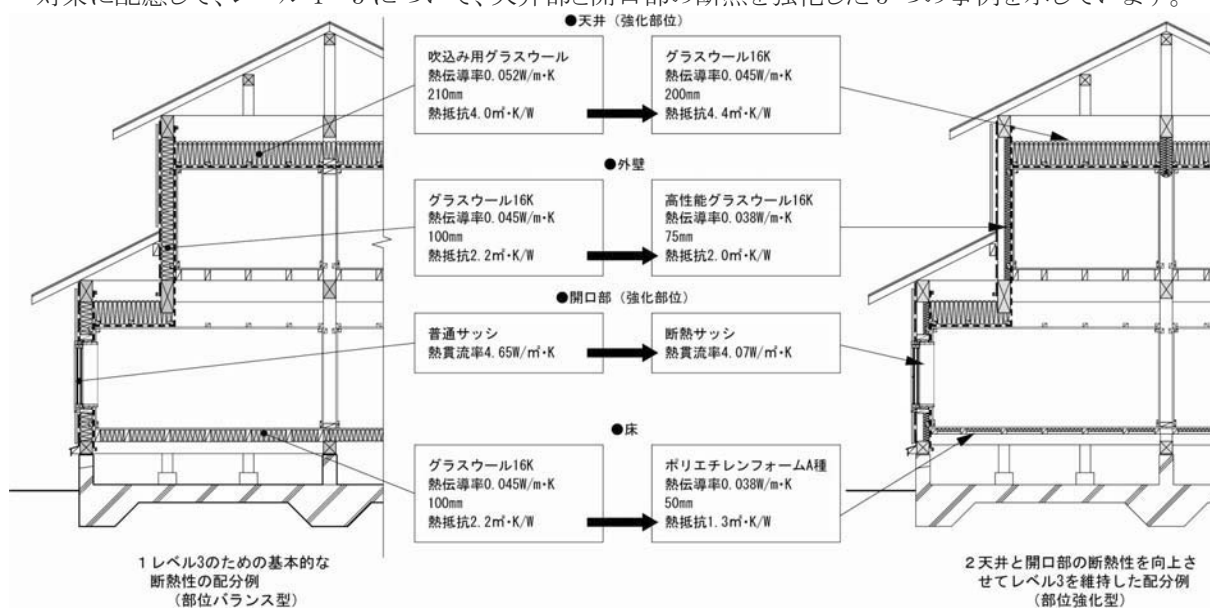


図 11 断面計画手法(部位への配分)

熱伝導率: 材料の熱の伝えやすさの指標。材料の両側の表面温度差が 1℃のとき、単位面積、単位厚さの材料を単位時間に伝わる熱量(単位: W/m・K)。

熱抵抗: 材料の熱の伝えにくさの指標(単位: m²・K/W)。

熱貫流率: 窓や壁などの両側の気温差が 1℃のとき、単位面積、単位時間当たり伝わる熱量(単位: W/ m²・K)。窓サッシの断熱性を表すときには、熱貫流率が用いられる。

4.1.5 断熱技術の検討

ここでは、躯体および開口部の断熱技術について解説します。断熱技術は、省エネルギーの必要性が認識されるようになりたいへんに進歩してきました。躯体については、断熱材やその施工法に様々な改良が加えられ、施工後タレ下がるなどの欠点が改良されてきています。また開口部については、断熱サッシなど、品質・性能ともにより製品が供給されるようになっています。

1 躯体の断熱技術の検討

目標とする断熱性能は、単に断熱材を押し込むだけでは得られません。また、内部結露などの障害についても対応する必要があります。ここでは、断熱の基本となる躯体の断熱技術について解説します。表 4 に、各種断熱材の熱伝導率と所要の熱抵抗値を得るために必要な厚みを一覧にして示します。

1) 断熱材の種類と特徴

主な断熱材の種類とその特徴は、次のとおりです。

① フェルト状断熱材

グラスウール、ロックウールなどの繊維系のフェルト状断熱材は、寸法の可変性、切断・施工の容易さ、安価であること、不燃性であることなどから、各部位への適用範囲が広く最も一般的な断熱材といえます。短所は、通気性があるため断熱層内に気流があると断熱性能が低下すること、柔軟性があるため施工の良し悪しによって断熱性能のばらつきが生じやすいことなどです。このため、壁と床・天井との取合い部などの通気止めを確実に行って、壁体や断熱材の内部に気流が生じないようにするとともに、躯体内部の所定の位置にしっかりと充填し、固定することが必要です。

② 吹込み用断熱材

天井や屋根、壁等に吹き込んで使用するバラ状の断熱材です。種類は、グラスウール、ロックウール、セルローズファイバーなどがあります。フェルト状の断熱材に比べると、同じ厚さの場合断熱性能は若干低いですが、天井の断熱に用いる場合などには、一般に施工が容易になります。

③ ボード状断熱材

床断熱や構造躯体の外側に外張断熱工法として使用することが多い断熱材です。種類は、押出法ポリスチレンフォーム、ビーズ法ポリスチレンフォーム、硬質ウレタンフォーム、ポリエチレンフォーム、フェノールフォーム（以上は発泡プラスチック系断熱材）、グラスウール、ロックウールなどがあります。一般的にフェルト状断熱材に比べると、同じ厚さの場合断熱性能が高いのが特徴です。

プラスチック系のボード状断熱材は、気泡が細かく独立性が高いほど、断熱性能は高くなります。また、吸水率が低いことフェルト状断熱材のような問題が少なくなります。短所としては火や紫外線に弱いこと、軸組や構造体の外側に設ける場合は防火性能を有する外装材と組み合わせる必要があります。

④ 現場発泡断熱材

吹付け硬質ウレタンフォーム断熱材などの現場発泡断熱材は、断熱施工が容易な点が最大の特徴といえますが、発泡倍率、施工環境が不適切な状態で施工されている例もみられるため、施工仕様書に基づいた施工を行うことが重要です。

		熱伝導率 λ 単位 W/m・K																									
		0.052	0.051	0.050	0.049	0.047	0.045	0.044	0.043	0.042	0.040	0.039	0.038	0.037	0.036	0.035	0.034	0.033	0.032	0.030	0.029	0.028	0.027	0.026	0.024	0.023	0.022
熱抵抗値 Rc (㎡・K/Ⅵ)	0.2	11	11	10	10	10	9	9	9	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5	5	5
	0.3	16	16	15	15	15	14	14	13	13	12	12	12	12	11	11	11	10	10	9	9	9	9	8	8	7	7
	0.4	21	21	20	20	19	18	18	18	17	16	16	16	15	15	14	14	14	13	12	12	12	11	11	10	10	9
	0.5	26	26	25	25	24	23	22	22	21	20	20	19	19	18	18	17	17	16	15	15	14	14	13	12	12	11
	0.6	32	31	30	30	29	27	27	26	26	24	24	23	22	21	21	20	20	18	18	17	17	16	15	14	14	14
	0.7	37	36	35	35	33	32	31	31	30	28	28	27	26	26	25	24	24	23	21	21	20	19	19	17	17	16
	0.8	42	41	40	40	38	36	36	35	34	32	32	31	30	29	28	28	27	26	24	24	23	22	21	20	19	18
	0.9	47	46	45	45	43	41	40	39	38	36	36	35	34	33	32	31	30	29	27	27	26	25	24	22	21	20
	1.0	52	51	50	49	47	45	44	43	42	40	39	38	37	36	35	34	33	32	30	29	28	27	26	24	23	22
	1.1	58	57	55	54	52	50	49	48	47	44	43	42	41	40	39	38	37	36	33	32	31	30	29	27	26	25
	1.2	63	62	60	59	57	54	53	52	51	48	47	46	45	44	42	41	40	39	36	35	34	33	32	29	28	27
	1.4	73	72	70	69	66	63	62	61	59	56	55	54	52	51	49	48	47	45	42	41	40	38	37	34	33	31
	1.5	78	77	75	74	71	68	66	65	63	60	59	57	56	54	53	51	50	48	45	44	42	41	39	36	35	33
	1.7	89	87	85	84	80	77	75	74	72	68	67	65	63	62	60	58	57	55	51	50	48	46	45	41	40	38
	1.8	94	92	90	89	85	81	80	78	76	72	71	69	67	65	63	62	60	58	54	53	51	49	47	44	42	40
	2.0	104	102	100	98	94	90	88	86	84	80	78	76	74	72	70	68	66	64	60	58	56	54	52	48	46	44
	2.1	110	108	105	103	99	95	93	91	89	84	82	80	78	76	74	72	70	68	63	61	59	57	55	51	49	47
	2.2	115	113	110	108	104	99	97	95	93	88	86	84	82	80	77	75	73	71	66	64	62	60	58	53	51	49
	2.3	120	118	115	113	109	104	102	99	97	92	90	88	86	83	81	79	76	74	69	67	65	63	60	56	53	51
	2.5	130	128	125	123	118																					

出典:「住宅の省エネルギー基準の解説(改訂第3版)」(財)建築環境・省エネルギー機構発行

例 1:「A 種ポリエチレンフォーム保温板 2 種」の熱伝導率は、当該断熱材の行を右に追って「2 種」の列を特定し、上にたどることによって表の最上部に熱伝導率 0.038W/m・K を見出すことができます。

131

2) 断熱層の基本構成

- ・住宅内では、4人家族が生活している場合、人体からや生活行為によって、1日に約3～5ℓの水分が発生します。冬期に、これらの水分が壁や屋根の内部に浸入しそのまま放置されると、冷やされて内部結露が生じてしまいます。これを防ぐために室内側には極力連続して防湿層※¹を設置するなどの措置が必要となります。
- ・防湿層のわずかな隙間から浸入した水分、断熱材や木材、合板などに含まれる水分が断熱材の中で滞留し、結露が生じる危険性があります。それを防止し、構造体内の乾燥を促進させるため、外壁通気層、床下換気、小屋裏換気などを設け、断熱材の外側を外気に開放させます(図13)。
- ・断熱材にグラスウール等の繊維系断熱材を用いる場合は、断熱材の外側に、透湿性・防風性のある防風層※²を設ける必要があります。この防風層には、外装材等から浸入する雨水が構造体内部を湿潤化させないよう、防水性もしくは撥水性のある材料を選択します。
- ・以上のように、断熱材の室内側には透湿抵抗の高い防湿層を、断熱材の室外側には透湿性・防風性・防水性のある防風層を施工し、通気層等を設けるのが断熱層の基本的な構成となります(図12)。
- ・また、一般的な木造住宅では、およそ30㎡程度の木材が使われます。竣工後、この木材に含まれている水分が、壁などの構造体内部に放出されることになります。この水分により、一時的に内部結露が生じる危険性が少なくないため、木材は乾燥材(重量含水率20%以下)を使うことが内部結露防止のために大切です。

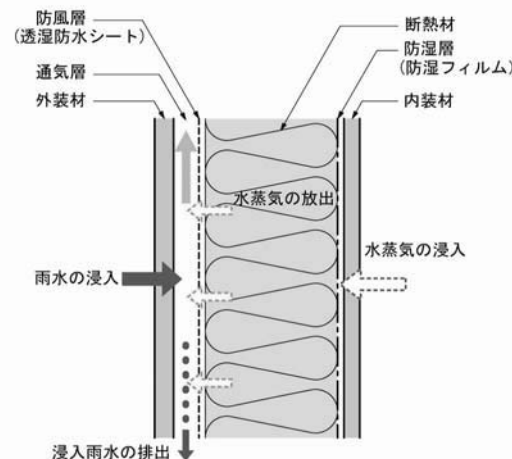


図12 断熱層の基本構成(外壁の例)

※1 防湿層：

室内で発生する湿気が、構造体内部に浸入することを防ぐための層です。防湿層を形成する防湿材には防湿フィルムと、部位によっては合板を用いることができます。防湿フィルムによる場合には、防湿フィルム付き断熱材の「付属防湿フィルム」を用いる方法と、別途、防湿フィルムを施工する「別張り防湿フィルム」があります。

※2 防風層：

防風層は、断熱効果の維持や構造体の耐久性維持のために湿気を排湿する透湿性、冷気が構造体内に侵入することを防止するための防風性、外装材等からの雨漏りを構造体内部に浸入させないための防水性もしくは撥水性が要求される層です。防風層を形成する防風材には透湿防水シートなどが用いられています。

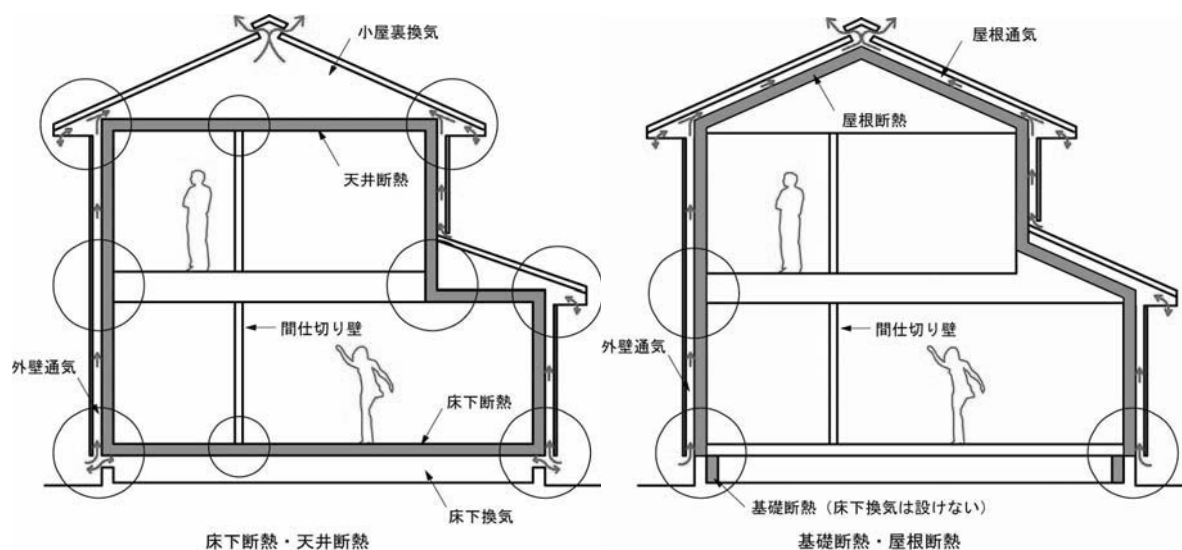


図 13 断熱層外側における各種の換気・通気措置

3) 気流止めの設置

従来の木造軸組構法は、床下、壁内、小屋裏などの構造空隙が連続しており、そこに生じる躯体内気流によって柱・梁などの構造木材の乾燥維持がはかられてきました。

しかし、現在の断熱住宅で多く用いられている充填断熱では、そうした構造体内部に断熱材を充填するので、躯体内気流が生じると断熱性が十分得られなくなることがあります。断熱効果を十分に発揮させるためには、床下から壁（外壁・間仕切り壁）への気流と、壁から小屋裏への気流を止める必要があります。そのために、壁の上下端部に「気流止め」を設置します。

気流止めは、充填断熱の場合に必要なになりますが、外壁を外張断熱として屋根断熱や基礎断熱を用いる場合などでは不要です。

気流止めの主な方法には、以下の 4 種類があります。

方法 1: 床下地合板や内装下地ボード等の面材により気流止めを行う

床下地合板や壁・天井下地の石膏ボード等の面材によって気流止めをする方法です。ただし、断熱レベルをレベル 3 または 4 とする場合、外壁と小屋裏（天井）との取合いの気流止めでは、防湿フィルムと組み合わせて気流止めをする必要があります。床に合板や実付きの床材を用いる場合や間仕切り壁では防湿フィルムは不要です。

方法 2: 栈木により気流止めを行う

気流経路をふさぐことのできる所要の大きさの木材を取り付けることによって、気流止めをする方法です。

方法 3: 防湿フィルムと押さえ材等により気流止めを行う

防湿フィルムを取り付けて気流止めをする方法です。ただし、防湿フィルムの端部は単にタッカー留めするだけではなく、下地（桁など）や受け木と防湿フィルム押さえ（幅 40 mm、厚さ 15 mm 程度以上の木材）でしっかりと挟んで取り付ける必要があります。

方法 4: 専用部材等により気流止めを行う

グラスウール専用部材の充填や防湿フィルムを桁に留め付けることのみによる気流止めです。この方法は、レベル 1 または 2 のみには適用できますが、より確実な気流止めが求められるレベル 3 または 4 には適用できません。

気流止めの設置位置とその方法を整理すると、表 5 のようになります。また、次頁以降に、各部位の気流止めの納まり例を工法別に示しますが、床との取合いを方法 1 とし、小屋裏(天井)との取合いを方法 2 とするなど組み合わせは自由です。これらを参考に気流止めの措置を検討して下さい。

表 5 部位ごとの気流止めの方法

気流止め位置		気流止めの方法	適用レベル
外壁	小屋裏(天井)との取合い部	方法 1 防湿フィルム＋内装下地ボードによる気流止め	レベル 1～4
		方法 2 栈木による気流止め	
		方法 3 防湿フィルムと押さえ材による気流止め	
		方法 4 防湿フィルムのみによる気流止め	レベル 1・2
	床との取合い部	方法 1 床下地合板による気流止め	レベル 1～4
		方法 2 栈木による気流止め	
		方法 3 防湿フィルムと受け木による気流止め	
		方法 4 専用部材による気流止め	レベル 1・2
間仕切り壁	小屋裏(天井)との取合い部	方法 1 防湿フィルム＋天井下地ボードによる気流止め	レベル 1～4
		方法 2 栈木による気流止め	
		方法 4 専用部材による気流止め	レベル 1・2
	床との取合い部	方法 1 床下地合板による気流止め	レベル 1～4
		方法 2 栈木による気流止め	
		方法 4 専用部材による気流止め	レベル 1・2

① 外壁-1（内壁が大壁の場合）

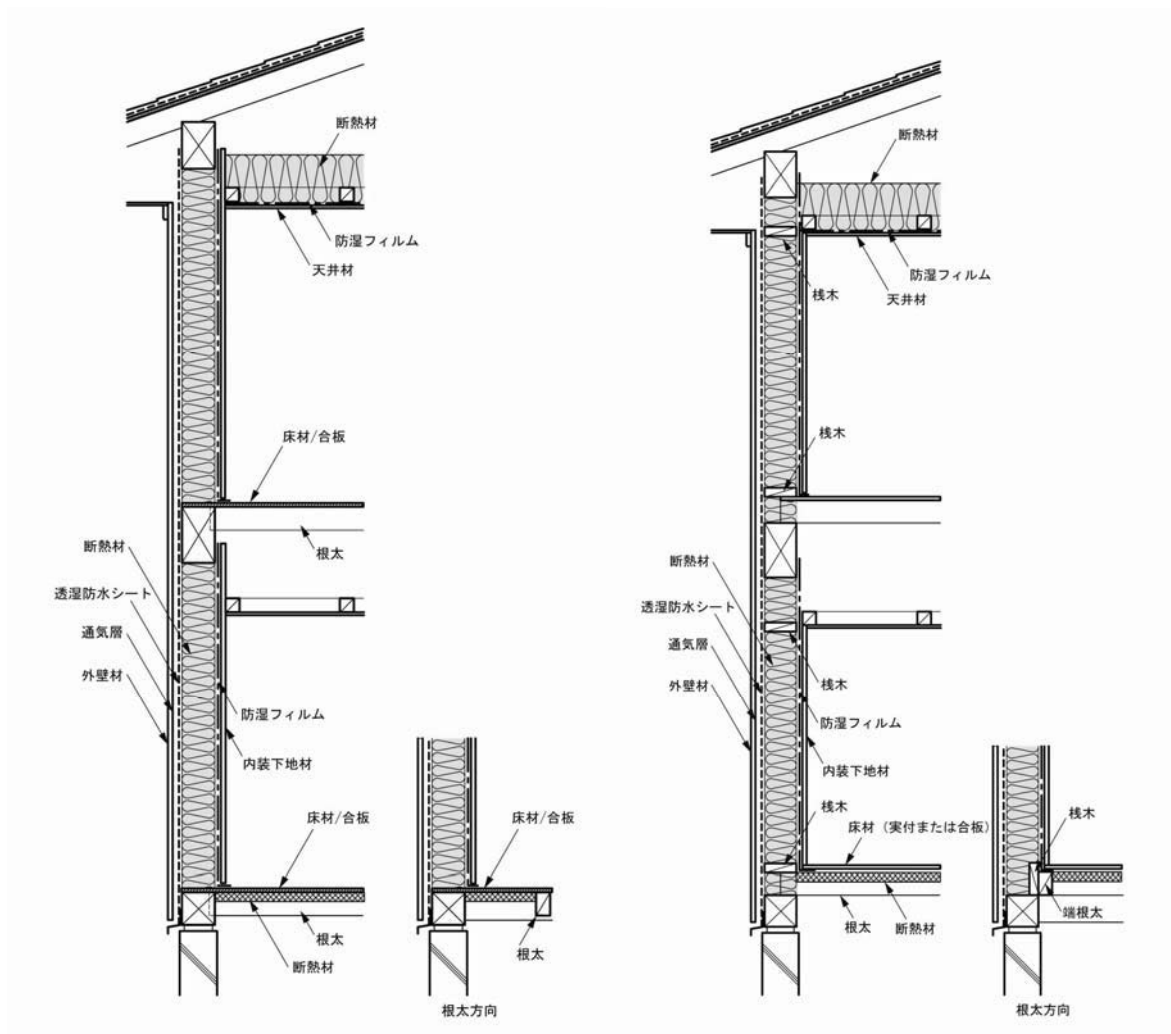


図 14 方法 1 による気流止め例

図 15 方法 2 による気流止め例

- ・小屋裏(天井)との取合い部
[防湿フィルム+内装下地ボードによる気流止め]
- ・床との取合い部
[床下地合板による気流止め]

- ・小屋裏(天井)との取合い部
[桟木による気流止め]
- ・床との取合い部
[桟木による気流止め]

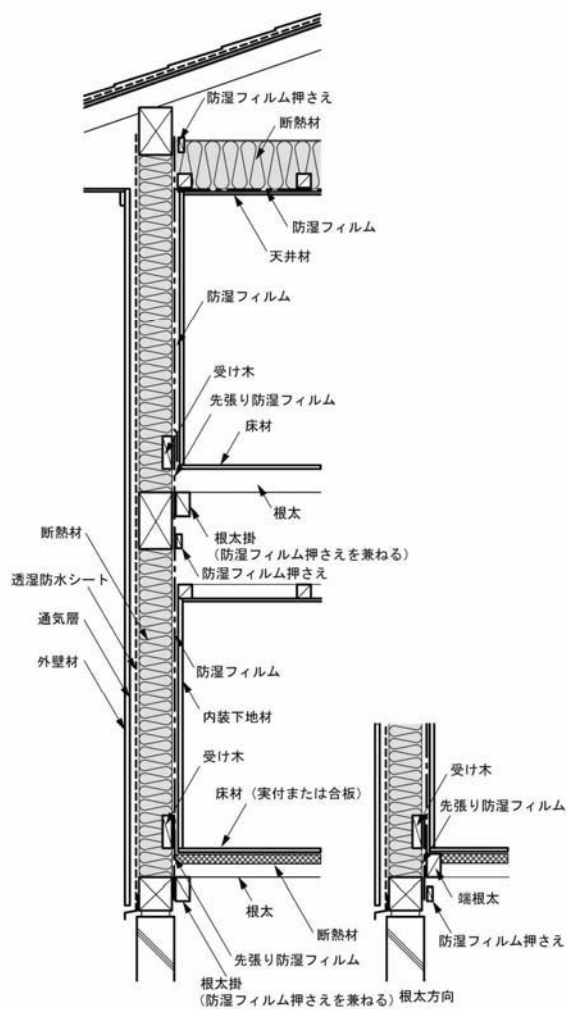


図 16 方法 3 による気流止め例

- ・小屋裏(天井)との取合い部
[防湿フィルムと押さえ材による気流止め]
- ・床との取合い部
[防湿フィルムと受け木による気流止め]

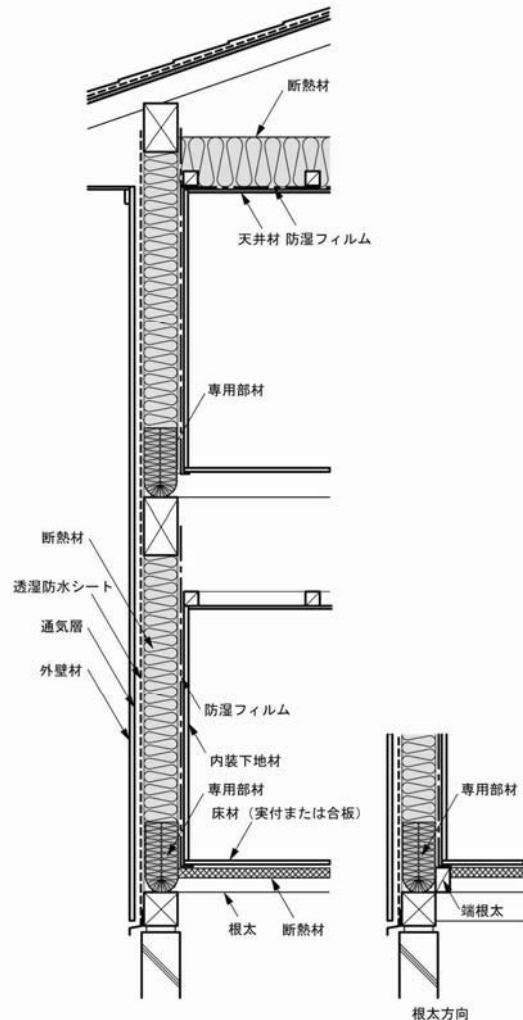


図 17 方法 4 による気流止め例

- ・小屋裏(天井)との取合い部
[防湿フィルムのみによる気流止め]
＜レベル 1・2 のみ適用＞
- ・床との取合い部
[防湿フィルムと受け木による気流止め]

② 外壁-2（内壁が面材張り真壁の場合）

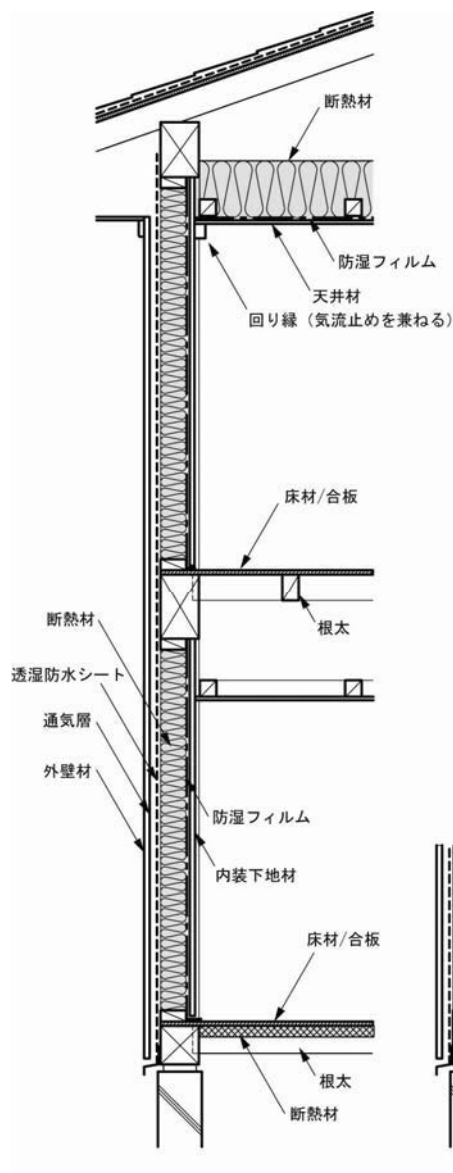


図 18 方法 1 による気流止め例

- ・小屋裏(天井)との取合い部
[防湿フィルム+内装下地材による気流止め]
- ・床との取合い部
[床下地合板による気流止め]

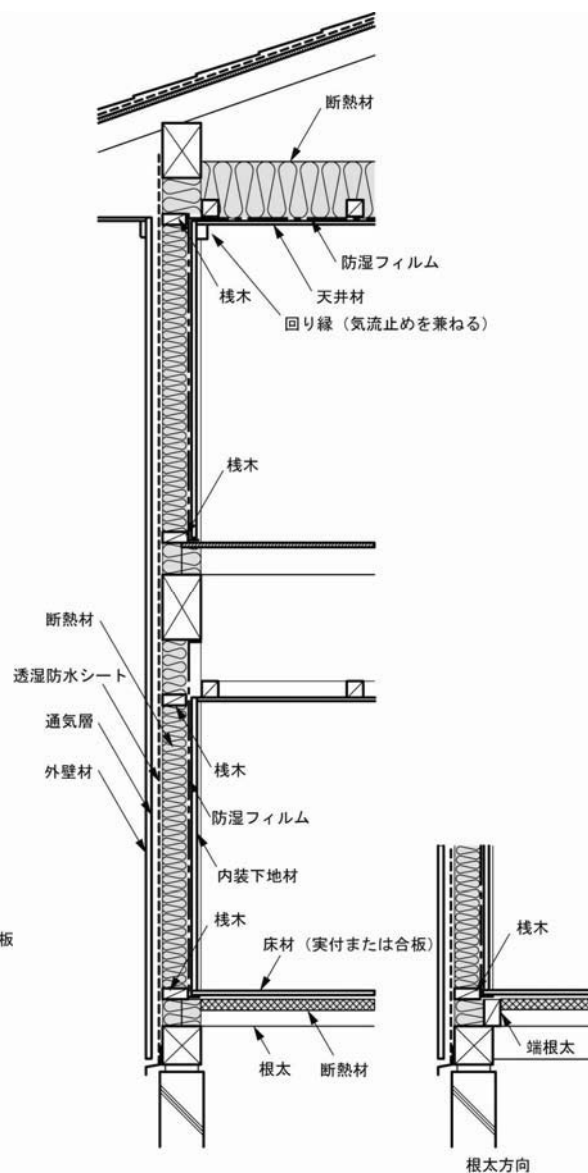


図 19 方法 2 による気流止め例

- ・小屋裏(天井)との取合い部
[栈木による気流止め]
- ・床との取合い部
[栈木による気流止め]

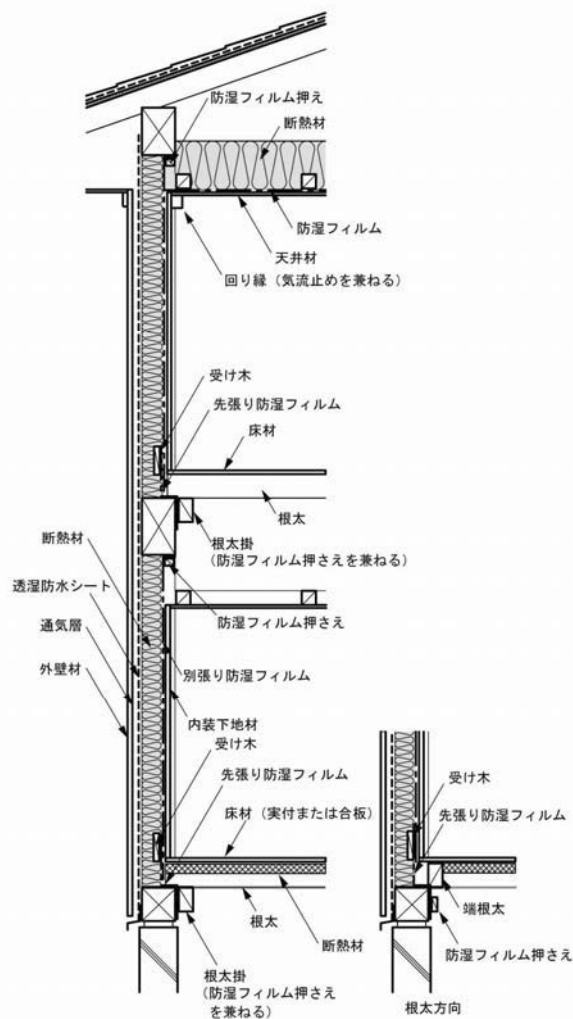


図 20 方法 3 による気流止め例

- ・小屋裏(天井)との取合い部
[防湿フィルムと押さえ材による気流止め]
- ・床との取合い部
[防湿フィルムと受け木による気流止め]

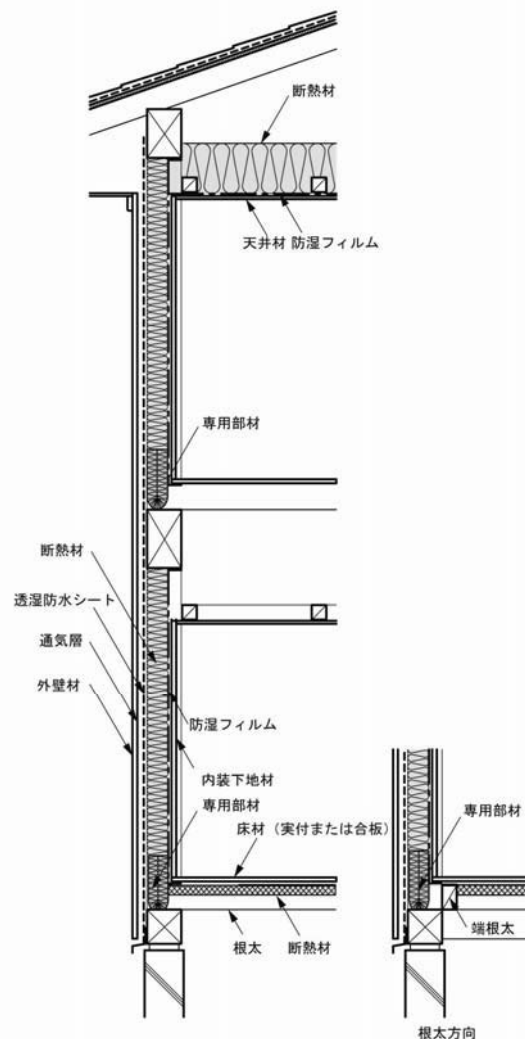


図 21 方法 4 による気流止め例

- ・小屋裏(天井)との取合い部
[防湿フィルムのみによる気流止め]
＜レベル 1・2 のみ適用＞
- ・床との取合い部
[専用部材による気流止め]
＜レベル 1・2 のみ適用＞

③ 外壁-3

(内壁が大壁で面材耐力壁の場合)

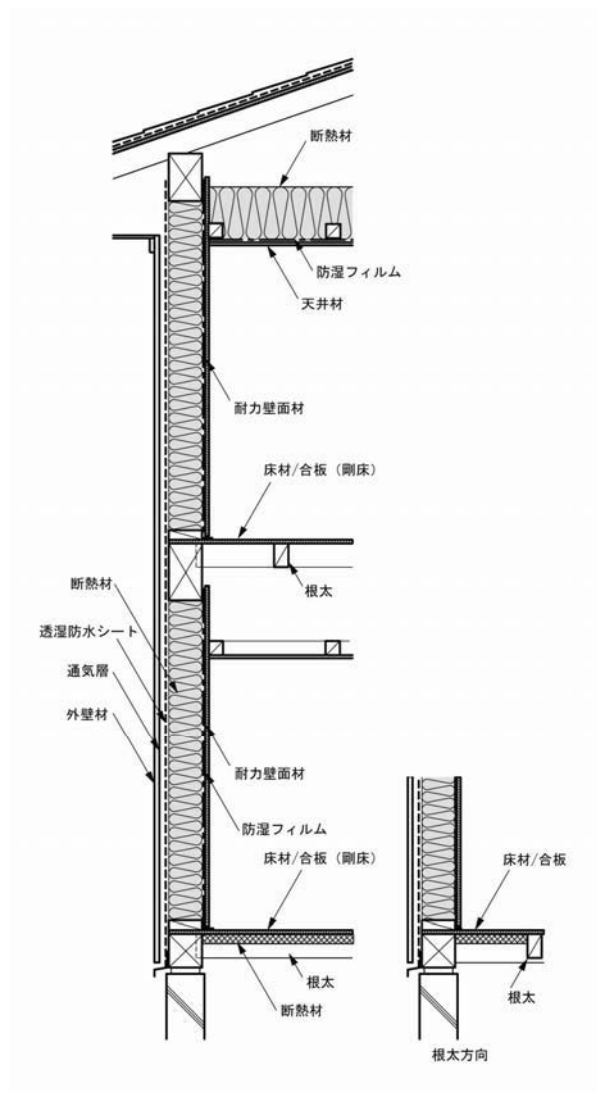


図 22 方法 1 による気流止め例

* 気流止めの考え方は図 14 の例と同様ですが、さらに内壁を面材耐力壁として用いた場合の例です。

- 小屋裏(天井)との取合い部
[防湿フィルム+耐力壁面材による気流止め]
- 床との取合い部
[床下地合板による気流止め]

④ 外壁-4

(内壁が真壁で面材耐力壁の場合)

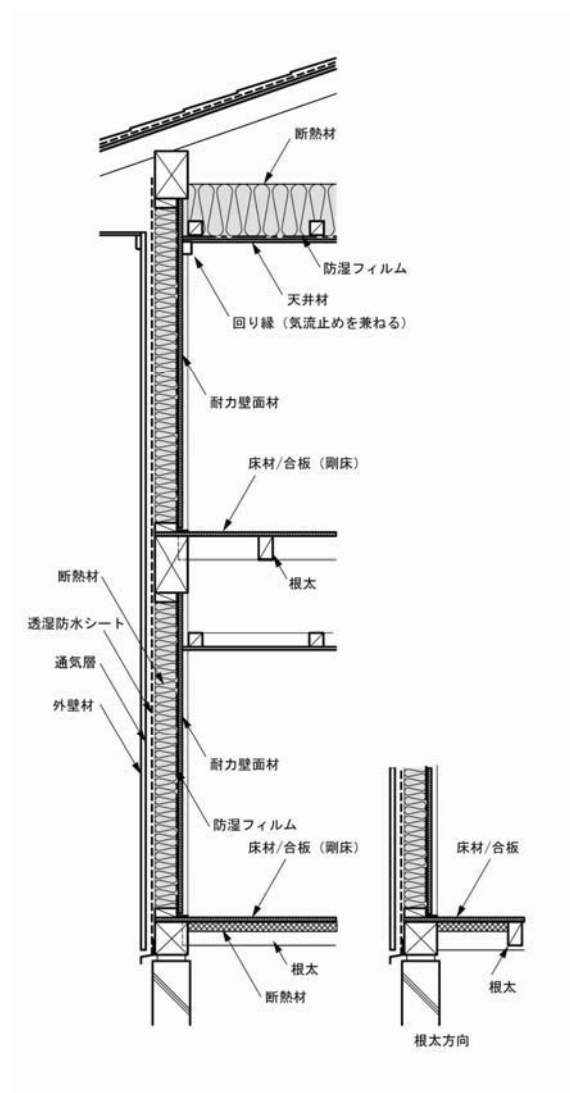


図 23 方法 1 による気流止め例

* 気流止めの考え方は図 18 の例と同様ですが、さらに内壁を面材耐力壁として用いた場合の例です。

- 小屋裏(天井)との取合い部
[防湿フィルム+耐力壁面材による気流止め]
- 床との取合い部
[床下地合板による気流止め]

⑤ 外壁-5（土塗壁の場合）

図 24、図 25 は外壁を土塗壁とした場合の、壁構成および床・天井との取合い部の納まり例です。土塗壁は湿気容量が大きいため、室内側の防湿フィルムは不要です。また、その構成自体が気流を止めますので、別途気流止めを設置する必要はありません。

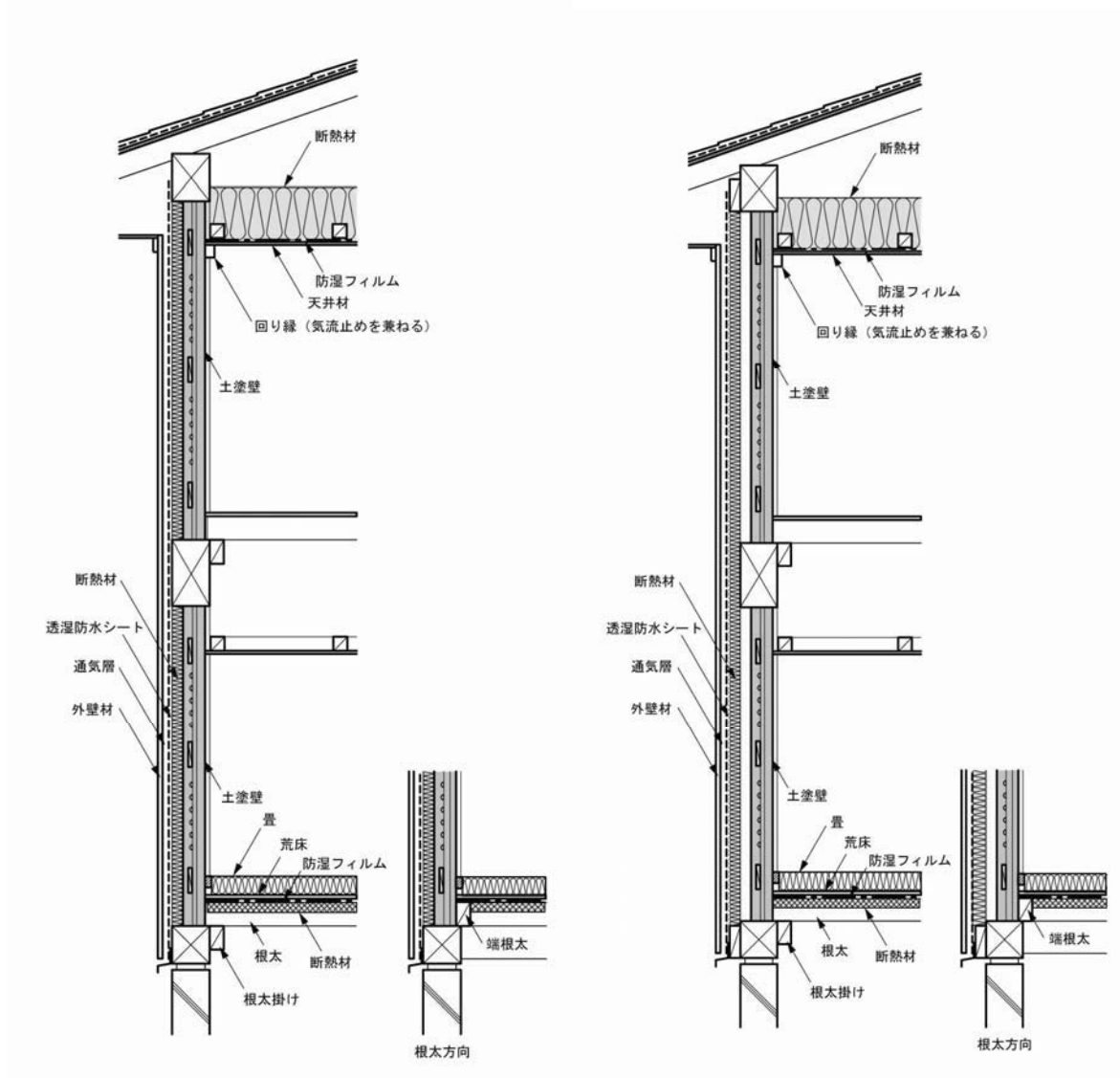


図 24 充填断熱

図 25 外張断熱

⑥ 間仕切り壁-1（非耐力壁の場合）

2 階建て住宅で、外気に接しない 1 階天井ふところ部分は、室内と同じ温熱環境とみなされます。そのため、この部分には気流止めは不要です。間仕切り壁で気流止めが必要となるのは、最下階床下と間仕切り壁との取合いおよび間仕切り壁と小屋裏との取合い部分となります。

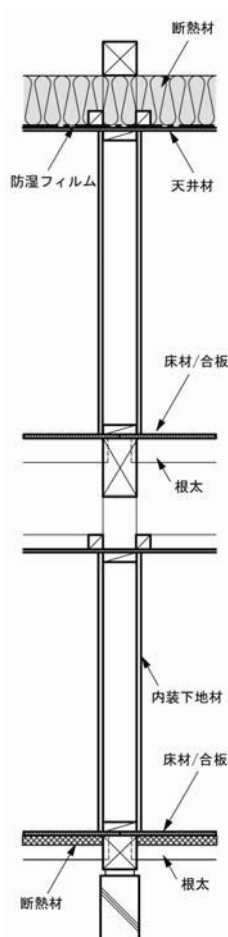


図 26 方法 1 による気流止め例
 ・小屋裏(天井)との取合い部
 [防湿フィルム+天井下地ボードによる気流止め]
 ・床との取合い部
 [床下地合板による気流止め]

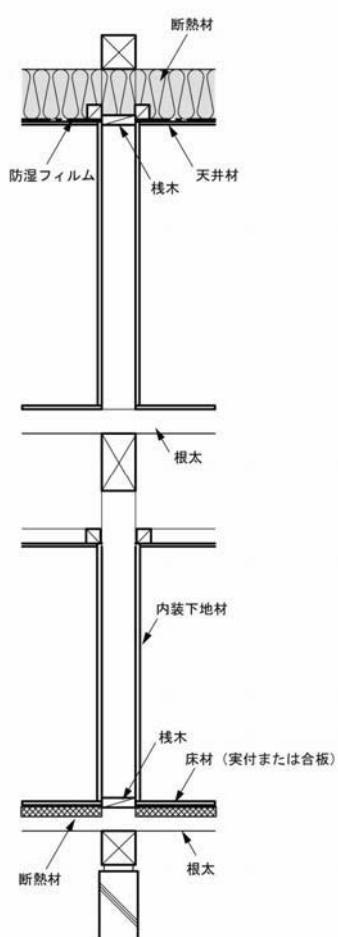


図 27 方法 2 による気流止め例
 ・小屋裏(天井)との取合い部
 [栈木による気流止め]
 ・床との取合い部
 [栈木による気流止め]

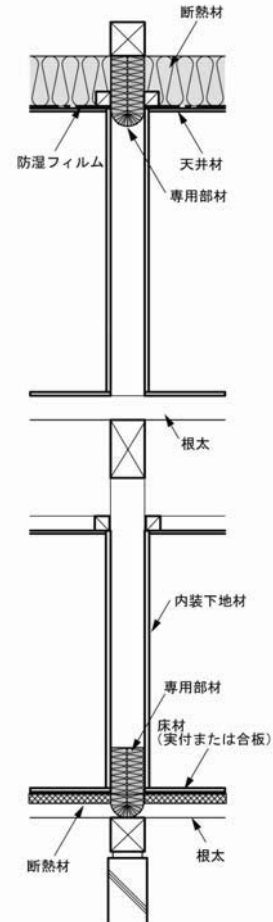


図 28 方法 4 による気流止め例
 ・小屋裏(天井)との取合い部
 [専用部材による気流止め]
 <レベル 1・2 のみ適用>
 ・床との取合い部
 [専用部材による気流止め]
 <レベル 1・2 のみ適用>

⑦ 間仕切り壁-2

(大壁で面材耐力壁の場合)

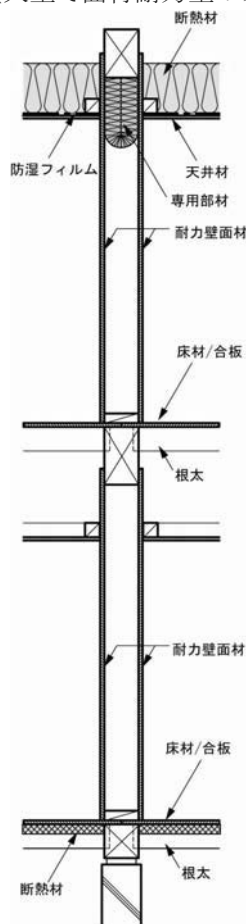


図 29 方法 1 による気流止め例

- ・小屋裏(天井)との取合い部
[耐力壁面材による気流止め]
- ・床との取合い部
[床下地合板による気流止め]

⑧ 間仕切り壁-3

(真壁で面材耐力壁の場合)

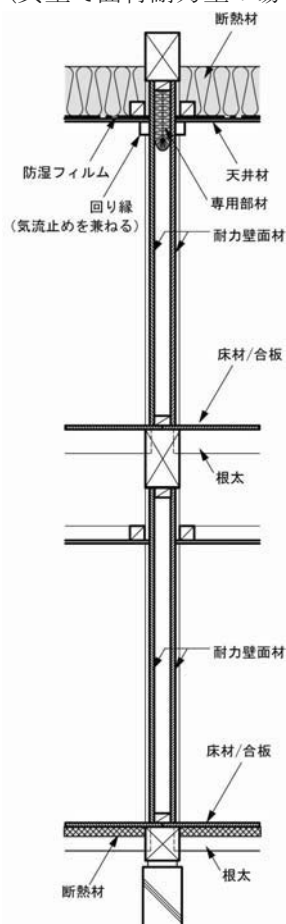


図 30 方法 2 による気流止め例

- ・小屋裏(天井)との取合い部
[耐力壁面材による気流止め]
- ・床との取合い部
[床下地合板による気流止め]

⑨ 間仕切り壁-4

(土塗壁の場合)

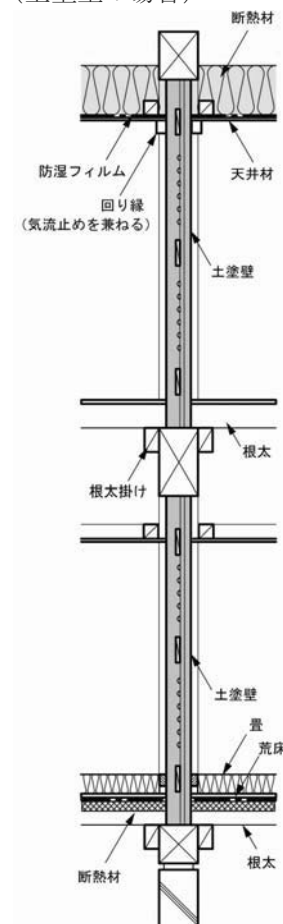


図 31 土塗壁の例

- ・土塗壁は、その構成自体が気流を止めています

4) 断熱材の施工

断熱材は、周囲の木枠との間に隙間(断熱欠損)が生じないように施工します。防湿フィルム付き断熱材を使用する場合は、耳幅が大きく余裕のある袋入断熱材の使用が推奨されます(図 32)。

防湿フィルムは、別張り防湿フィルムについては厚さ 0.1 mm 以上のものを使用するのが一般的です。また、防湿フィルム付き断熱材については 0.05 mm 以上の防湿フィルムが付属しているものの使用が推奨されます。いずれの場合も長期的な耐久性を考慮して、JIS A 6930(住宅用プラスチック系防湿フィルム)を満たす防湿フィルムを使用します。



製品例



施工例

図 32 耳幅の大きな防湿フィルム付き袋入断熱材

5) 各部位の断熱方法の検討

① 床断熱

- ・断熱材の自重や木材の乾燥収縮により、施工後、有害なたるみやずれ、床材との間に隙間が生じないように断熱材を選定するか、施工後にたるみが生じないように断熱材受け材を設けます。
- ・床下地盤面には地盤防湿措置を行い、床下換気口を設けるなどして床下換気措置を行います。
- ・床下地合板を施工する場合は、合板により防湿・気密をはかることができます。
- ・断熱レベルをレベル 3 または 4 とする場合は、次のいずれかの防湿措置が必要です。

合板を施工する場合: 床合板の突き付け部(継ぎ目)は、下地材(根太等)の上とし、合板の四周を釘打ちする。下地のないところで合板を継ぐ場合は、突き付け部を気密テープでシールする。

合板を施工しない場合: 実付きの床材を使用しない場合は、別途、防湿フィルムで防湿気密層を設ける。

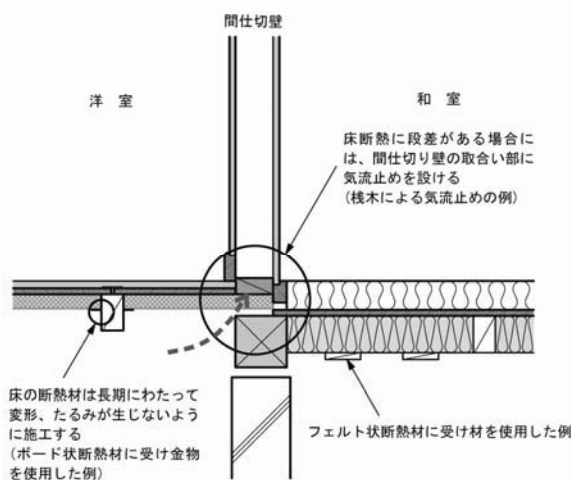


図 33 床の断熱



図 34 ボード状断熱材の施工状況

② 基礎断熱

- ・断熱材の設置位置は、基礎の外側、内側または両側のいずれかとします。断熱材は、プラスチック系ボード状断熱材など、吸水性の小さい材料を用います。
- ・基礎断熱の場合、床下は室内側扱いとなるため基礎天端と土台の間には気密パッキン材を施工するなど、隙間が生じないようにします。外気に通じる床下換気口は不要です。土台に床合板を直接留め付ける場合は、居室と床下空間は、温度・湿度ともに近似した環境とするために床面換気口を設けます。また、床組材は防腐、防蟻性の高い樹種を用い、地盤面の防湿はべた基礎を採用するなどにより、床下での薬剤を使った防腐措置を避けることができます(図 35)。

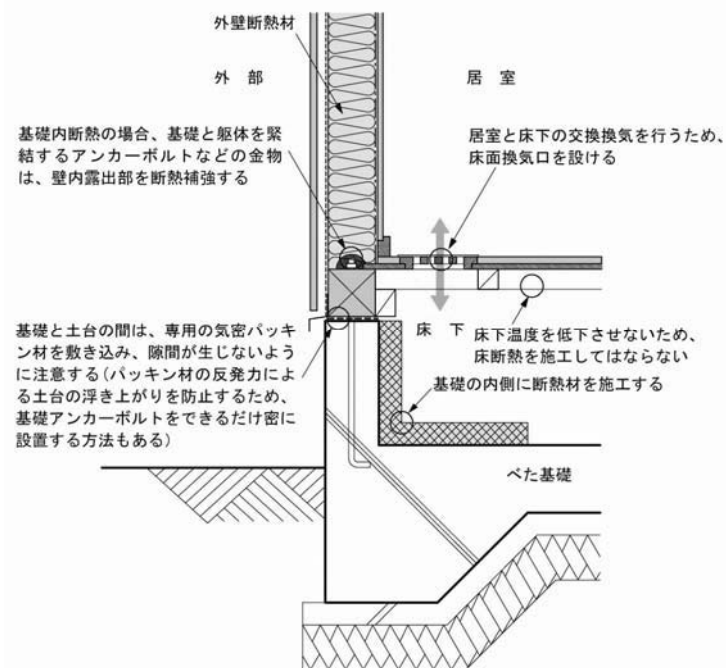


図 35 基礎断熱

- ・浴室まわりの断熱も省エネルギーや健康性の観点から重要となります。断熱施工の難しい浴室の床については、基礎断熱によって断熱することが推奨されます(図 36)。

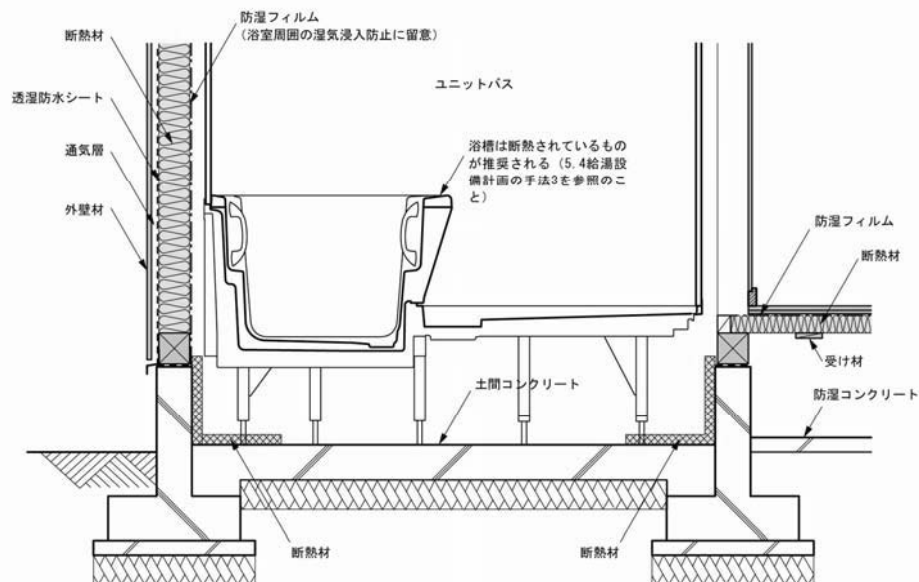


図 36 基礎断熱(浴室土間部分)

③ 土間床断熱

- ・玄関土間などの断熱方法には、土間周囲の基礎を断熱する基礎断熱による方法の他に、図 37 に示すように土間下に透水性の小さな断熱材を施工する土間床断熱があります。施工の容易さや確実さを考えると、玄関土間などには土間床断熱が適しています。

- ・土間床断熱の場合は、他の断熱施工の場合と異なり、土間コンクリートを打設する前に断熱材を敷き込むことになりますので、施工の手順に注意する必要があります。

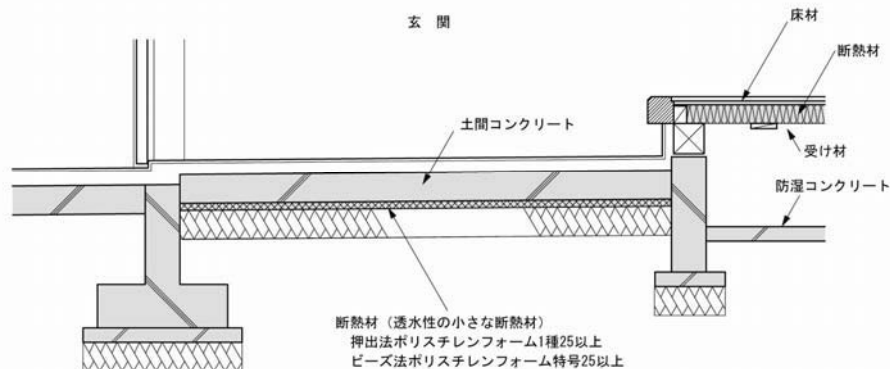


図 37 土間床断熱

④ 外壁断熱

- ・外壁の上下端部には気流止めを設けます。
- ・断熱材は土台から桁までに、長期間経過してもずり落ちないように、またたるみがないように施工します。
- ・筋かい、配管部分に隙間ができないように断熱材を施工します。
- ・プラスチック系ボード状断熱材を使用する場合は、極力弾力性のある断熱材を使用し、隙間なく充填します。
- ・断熱層の屋外側には、厚さ 15～20 mm程度の通気層を設けることが推奨されます。通気層には、排湿による壁体内結露防止、外装材からの漏水の排水、夏期の排熱の効果があります。防風層に透湿防水シートを用いる場合には、通気層がふさがらないように下地を工夫します。
- ・防湿措置については、目標レベルごとに、次のように施工します。
レベル 1・2: グラスウール等の繊維系フェルト状断熱材を使用する場合は、防湿フィルム付き断熱材を使用し、相互の耳を柱・間柱で重ね合せてタッカーで留めます。上下に耳のない断熱材の場合は、図 39 のように耳をつくって桁、胴差、土台などに留め付けます。
レベル 3・4: グラスウール等の繊維系フェルト状断熱材を使用する場合で、防湿フィルム付き断熱材を使用する場合は、耳幅が大きく、しっかりとした防湿フィルムが付属している断熱材を用います。相互の耳を木下地の部分で重ね合せ、四周をタッカーで留めます。防湿フィルム付き断熱材を使用しない場合は、別張り防湿フィルムを用いて防湿措置を行います。重ね合せのない防湿フィルムの端部は、下地と防湿フィルム押さえで挟んで取り付けます。
- ・外張断熱とする場合、充填断熱の場合と同様に、通気層を設けることが推奨されます。繊維系フェルト状断熱材を用いる場合には防風層を施工します。プラスチック系ボード状断熱材を用いる場合は、継ぎ目に気密テープを貼るか防風材(透湿防水シート)を張ります。
- ・土塗壁は湿気容量が大きいので、室内側の防湿措置は不要です。

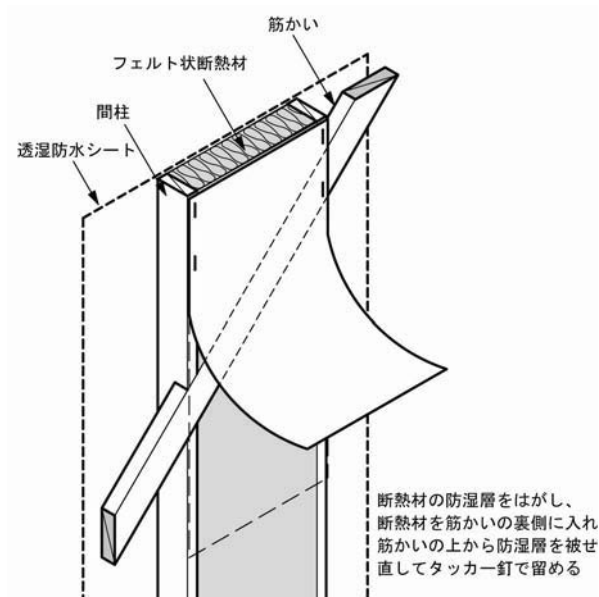


図 38 外壁断熱(筋かい耐力壁の防湿層付き断熱材)

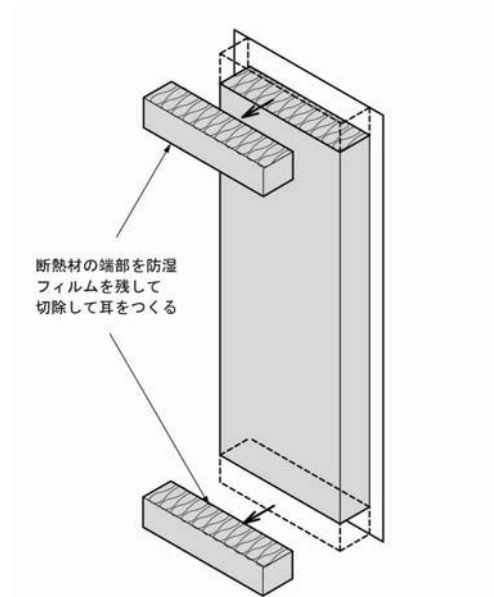


図 39 外壁断熱(耳のない断熱材の施工)

⑤ 天井断熱

- ・天井の断熱材は、天井と外壁の取合い部、間仕切り壁との交差部、吊り木周囲の部分、断熱材相互などに隙間が生じやすい部位といえます。断熱材に隙間が生じないように注意して、壁と連続するように天井全面に施工します。
- ・標準的な天井下地でフェルト状断熱材を用いる場合は、野縁受けと平行な方向に断熱材を敷き込み、吊り木の部分に切れ目を入れるなどして、隙間が生じないように施工します(図 40)。防湿措置として、別張り防湿フィルムを張るか、または防湿フィルムが裏打ちされている専用のせっこうボード(防湿フィルム付きせっこうボード)を使用します。

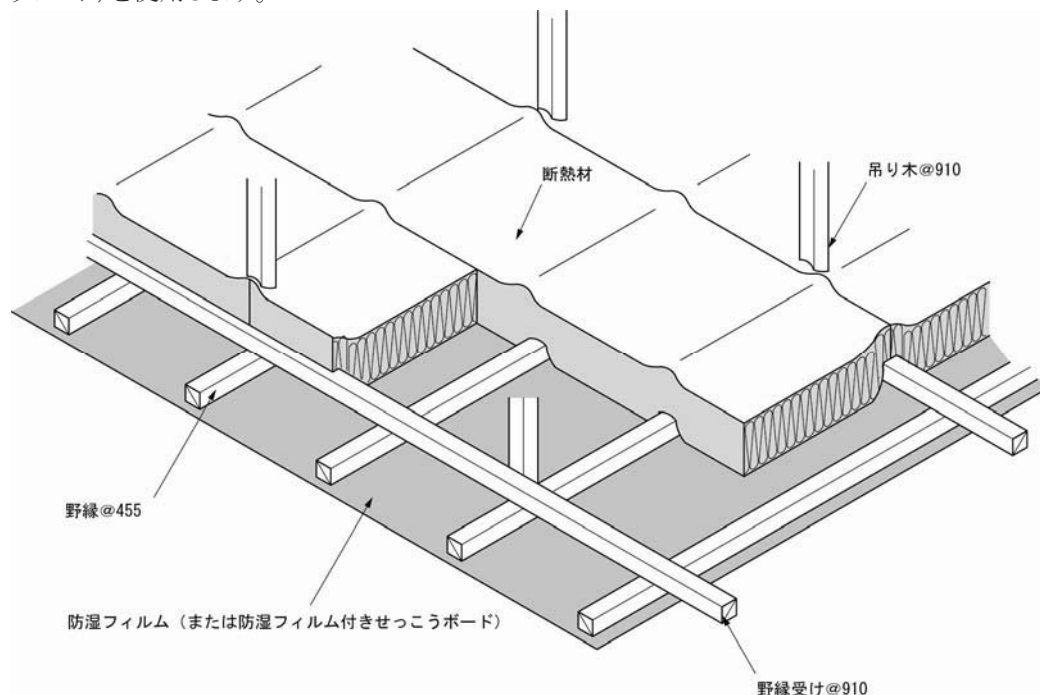


図 40 天井断熱-1

- 防湿フィルム付き断熱材を使用する場合は、野縁間に断熱材を押し込み、野縁の下面で防湿フィルムの耳を重ね合せて留め付けます。150 mm以上の断熱材とする場合には、断熱材を2層とし、まず野縁受けと平行な方向に断熱材を敷き込んだ後、次の断熱材を野縁間に下方より設置して耳を留め付けます(図 41)。
- また、天井に垂木工法を導入し、防湿フィルム付き断熱材を用いる方法もあります(図 42)。欠損の少ない断熱施工をすることができます。
- フェルト状断熱材では、隙間が生じやすいことから、吹込み(ブローイング)断熱工法による天井断熱の方法も推奨されます(図 43)。
- 小屋裏換気は必ず確保します。吹込み断熱材を使用する場合など、天井の断熱材が小屋裏換気経路をふさぐおそれのある場合は、該当する部分にせき板を設置するなどの工夫を講じます(図 43)。

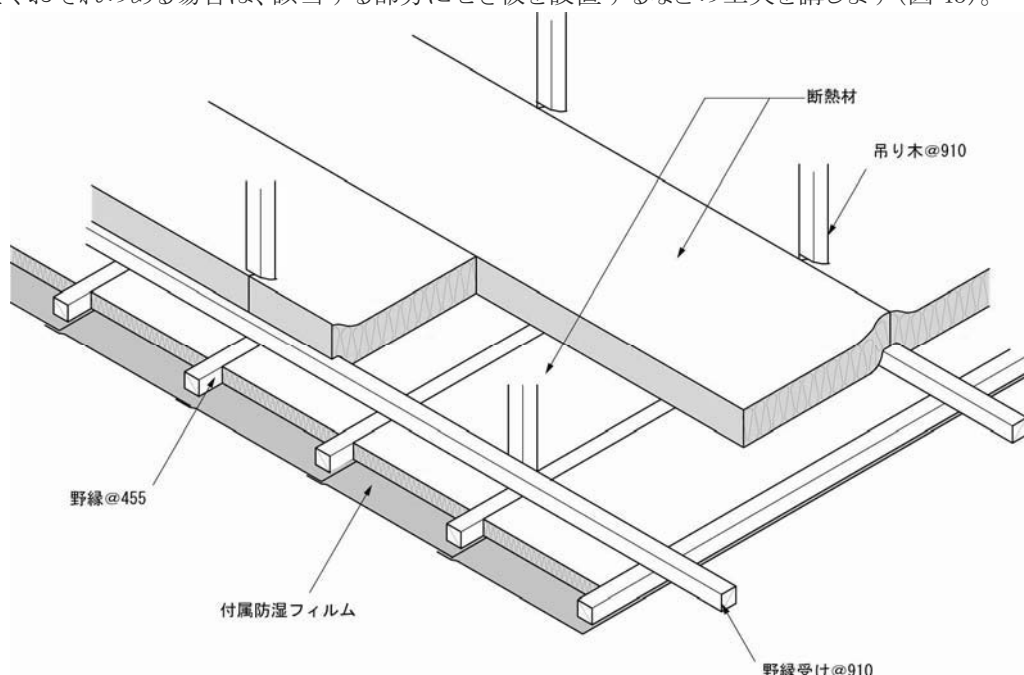


図 41 天井断熱-2

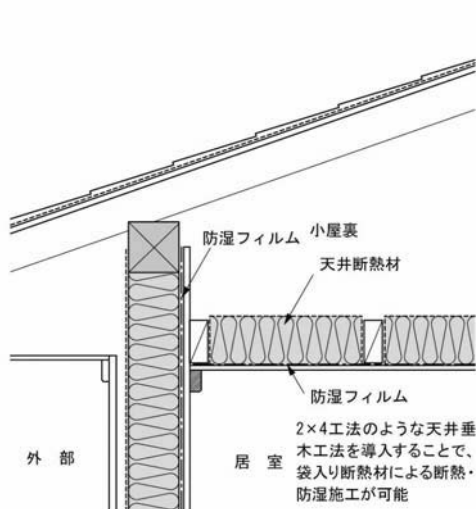


図 42 天井垂木工法による天井断熱

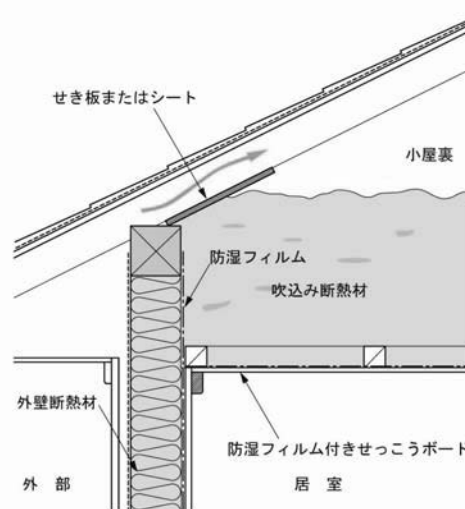


図 43 ブローイング工法による天井断熱

⑥ 桁上断熱

- 桁上断熱は、桁や小屋梁の上端を揃えて合板を張り、その上に断熱材を施工して外張断熱とする断熱手法です。断熱材の種類や厚さが限定されない、容易に施工ができる、間仕切り壁の気流止め対策が不要になるなどの長所があります(図 44)。
- 防湿については、施工した合板により防湿層が確保されます。
- 天井断熱と同様、小屋裏換気は必ず確保します。緩勾配屋根の場合は、天井の断熱材が小屋裏換気経路をふさがないように、該当する部分にせき板を設置するなどの工夫を講じます。

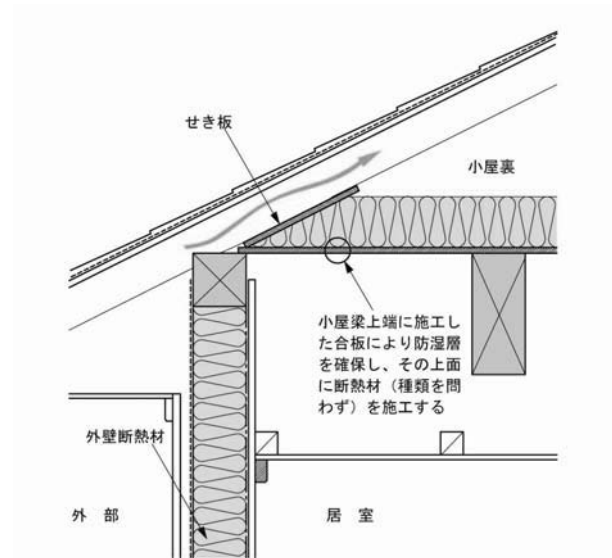


図 44 桁上断熱

⑦ 屋根断熱

- 屋根断熱とする場合、断熱材、防湿層の施工は外壁と同じです。
- 内部結露の防止、夏期の排熱促進のため、断熱材の外側には厚さ 30 mm以上の通気層を設けることが推奨されます。とくにプラスチック系ボード状断熱材(種類によるので耐熱性を確認)を使用する場合、屋根面は高温となるので、断熱材の劣化防止のために通気層を確実に設ける必要があります(図 45)。ただし、瓦屋根(土なし)の場合には、下葺き材と瓦の間に空間ができるので、通気層を省略することができます。

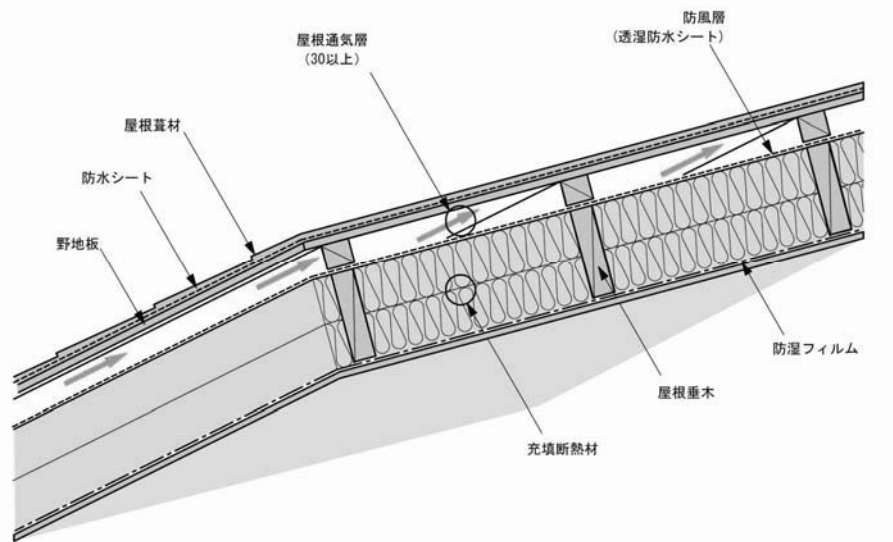


図 45 屋根断熱

⑧ 下屋

- 下屋は、図 46 のように、上階の外壁と連続する下がり壁の部分を外壁とみなして防湿フィルム付き断熱材を施工します。
- 下屋部の小屋裏から 1 階天井ふところへの気流を止めるために、気流止めが必要です。

- ・気流止めには、断熱レベルがレベル 3 または 4 の場合には、図に示すように防湿フィルムを押さえ材で留め付けるか、その部分に合板等の面材を張り、四周を釘留めします。レベル 1 または 2 の場合には、防湿フィルム付き断熱材の防湿フィルム部分を四周タッカー留めができるように耳をつくって留めるなどの方法で気流止めをします。
- ・下屋部の小屋裏の天井部分は、「⑤天井断熱」と同様に施工します。

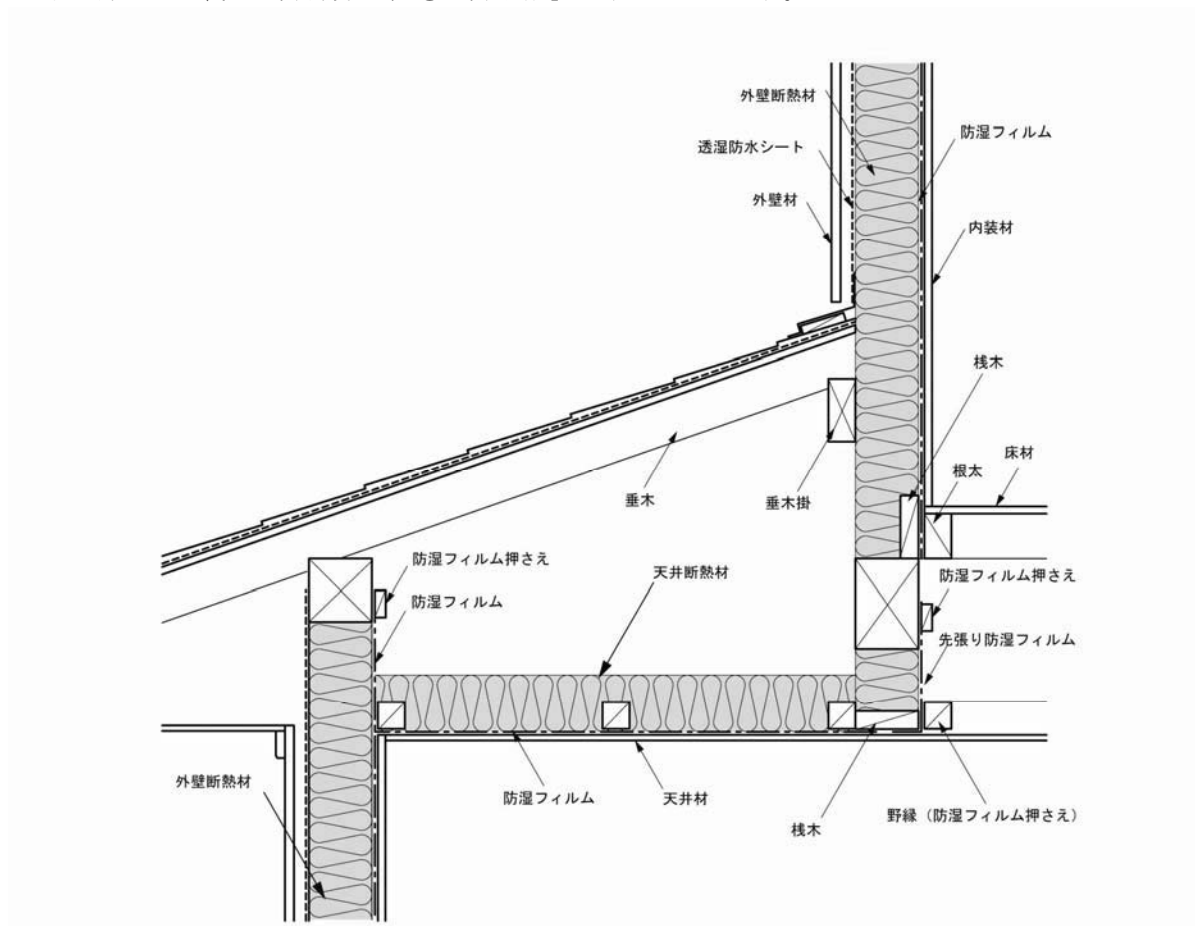


図 46 下屋の断熱

2 開口部の断熱技術の検討

サッシ、ドアなどの開口部には、熱・空気・光・眺望など屋内外をつなげる機能と同時に、建物外皮の一部としての断熱性や防犯性が要求されます。このうち断熱性については、建物外皮の中で弱点となりやすい部位ですので、目標レベルに応じた性能のあるものを選択することが大切です。

表 6 開口部の断熱性能(熱貫流率)

建具の構成		代表的な熱貫流率(W/m ² ・K)
建具の仕様	ガラスの仕様	
(一重)木製またはプラスチック製	低放射複層(A12)	2.33
	層複層(A12×2)	2.33
	層(A12)	2.91
	層(A6)	3.49
(一重)金属・プラスチック(木)複合構造製	低放射複層(A12)	2.33
	放射複層(A6)	3.49
	層(A10～A12)	3.49
	層(A6)	4.07
(一重)金属製熱遮断構造	低放射複層(A12)	2.91
	放射複層(A6)	3.49
	層(A10～A12)	3.49
	層(A6)	4.07
(一重)金属製	低放射複層(A6)	4.07
	層(A6)	4.65
	層(A12以上)	4.07
	層(A12未満)	4.65
	単板	6.51

※(A12)など:

複層ガラスの後にある(A12)などのAはAir、その後の数値はガラス間の空気層の厚さを示しています。A12は、空気層が12mmです

1) 窓の選択

最近の窓は、アルミ製や樹脂製、木製、およびその複合のサッシ枠があり、ガラスには複層ガラス、低放射複層ガラス、真空ガラスなど多様なバリエーションがあります。設計・施工にあたっては、建設地域、日射量、日照時間、方位、断熱性能などのバランス、コストなどを考慮して検討する必要があります。とくに窓面積については、室の用途と眺望、温熱環境、光環境および通風性などを考慮して決定します。表7は、住宅の断熱性能と冬期日射量の観点から、窓面積とガラス等の選択について整理したものです。住宅の断熱性能が高いほど開口部を大きくするメリットがでできます。

表 7 断熱性能・冬期日射量の観点からみた窓の選択

地域の特徴	断熱性能の低い住宅(レベル0) 一般的な断熱性能の住宅(レベル1)	断熱性能の高い住宅 (主としてレベル2・3・4)
冬期日射量が多い地域	- 窓面積を大きくすると日射熱の有効利用に非常に効果がある。 - 複層ガラス(3-A12-3)、低放射複層ガラスなどを使用。場合によっては断熱戸を併用。	- 窓面積を大きくすると日射熱の有効利用に効果がある。 - 南面は複層ガラス(3-A12-3) + 断熱戸併用、そのほかの方位は低放射複層ガラスなどを使用。
冬期日射量が多い地域	- 窓面積を大きくしても日射熱取得の効果は少ない。 - 複層ガラス(3-A12-3)、低放射複層ガラスなど。	- 窓面積を大きくすると日射熱の有効利用に効果がある。 - 低放射複層ガラスなどを使用。

2) サッシの選択

① 断熱サッシ(金属製熱遮断構造サッシ、樹脂サッシ、木製サッシ)

一般に使用されているアルミ製サッシは、熱伝導率が非常に大きいために、サッシ枠で結露することが少なくありません。金属製熱遮断構造サッシ(断熱サッシ)は、サッシ枠を外部側と内部側とに分割し、硬質ウレタン等の熱を通しにくい材料でつないだサッシです。窓の断熱性能が向上しますので、アルミ製サッシを用いる場合は、金属製熱遮断構造サッシとすることが推奨されます(図46)。また、熱伝導率の低い樹脂ま

たは木でつくられたサッシは、さらに断熱性能が高くなります。

② 複層ガラス

複層ガラスとは、ガラスとガラスの間の中空層に乾燥空気もしくはアルゴンなどの希ガスを充填したもので、単板ガラスに比べて断熱性能が格段に向上します(図 47)。また、ガラス表面を加工して断熱性能を高めた低放射複層ガラスや真空ガラスなどもあります。

複層ガラスには、中空層の厚さにいくつかの仕様がありますが、同じガラス厚の複層ガラスでも、中空層が 6 mm のものより 12 mm の方が断熱性能に優れています。断熱性能を考え、可能であれば中空層 12 mm のものを選択することが推奨されます。

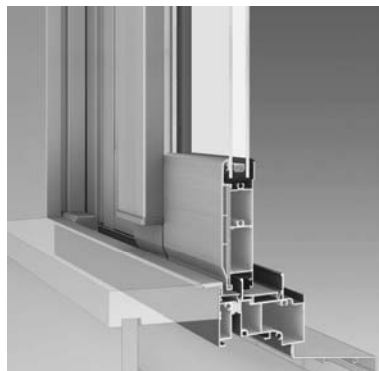


図 46 金属製熱遮断構造サッシの構造

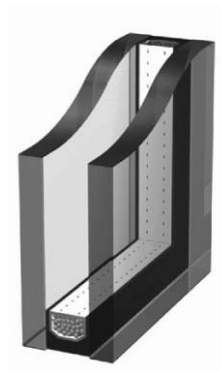


図 47 複層ガラスの構造

3) 内外付属物による断熱強化

開口部には通常、内側にカーテンやブラインド、外側に網戸や雨戸などの付属物を取り付けます。これまで、これらの付属物による断熱性能向上効果を定量的に見込むことはあまりなされませんでした。10%弱の省エネルギー効果のあることがわかっています。

4) 断熱戸の使用による効果

開口部は他の部位に比べて断熱性能が低いため、断熱戸(断熱雨戸)を使用することにより、快適性と省エネルギー性が格段に向上します(図 48)。

内側断熱戸は、外窓での結露や断熱戸自体の熱反り、収納の問題などいくつかの課題がありますので、あらかじめ検討しておく必要があります。とくに結露は、カビの発生や建物躯体の汚損、腐朽などに直接結びつくため注意が必要で、室内の湿度調整と空気の流れのコントロールに配慮することが大切となります。

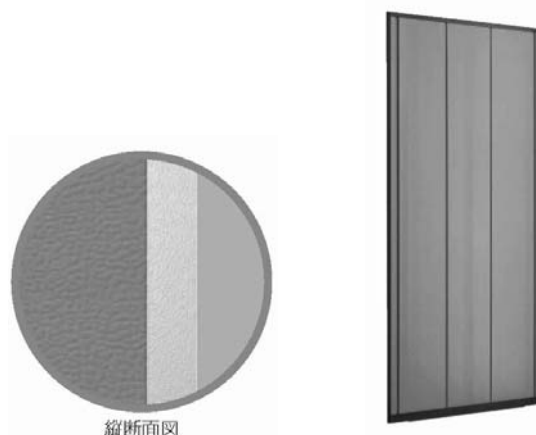


図 48 断熱戸の例

4.1.6 断熱計画の事例

ここでは、各目標レベルの部位バランス型および部位強化型の断熱計画の事例を紹介します。

部位バランス型については、断熱レベルのレベル3で各部位の断熱方法を変えた計画事例を示します。

部位強化型については、一般的な在来木造住宅と土塗壁による伝統的な木造住宅におけるレベル1から3までの計画事例を示します。前述したとおり、開口部や天井の断熱を強化することにより、目標レベルに到達することができます。

なお、レベル4の例を示していませんが、レベル3の仕様をもとにガラスやサッシ枠の断熱性の向上や断熱戸を加えるなど、開口部の一層の断熱強化を行う方法により、達成することができます。

表8 断熱水準と断熱計画事例の対応

断熱水準	部位バランス型	部位強化型	
		一般的な在来木造住宅	伝統的な在来木造住宅(土塗壁)
レベル1		事例[1] 開口部強化	
レベル2		事例[2] 天井および開口部強化	事例[4] 開口部強化
レベル3	事例[6] 充填断熱	事例[3] 天井および開口部強化	事例[5] 開口部強化
	事例[7] 桁上断熱および基礎断熱		
	事例[8] 外張断熱		

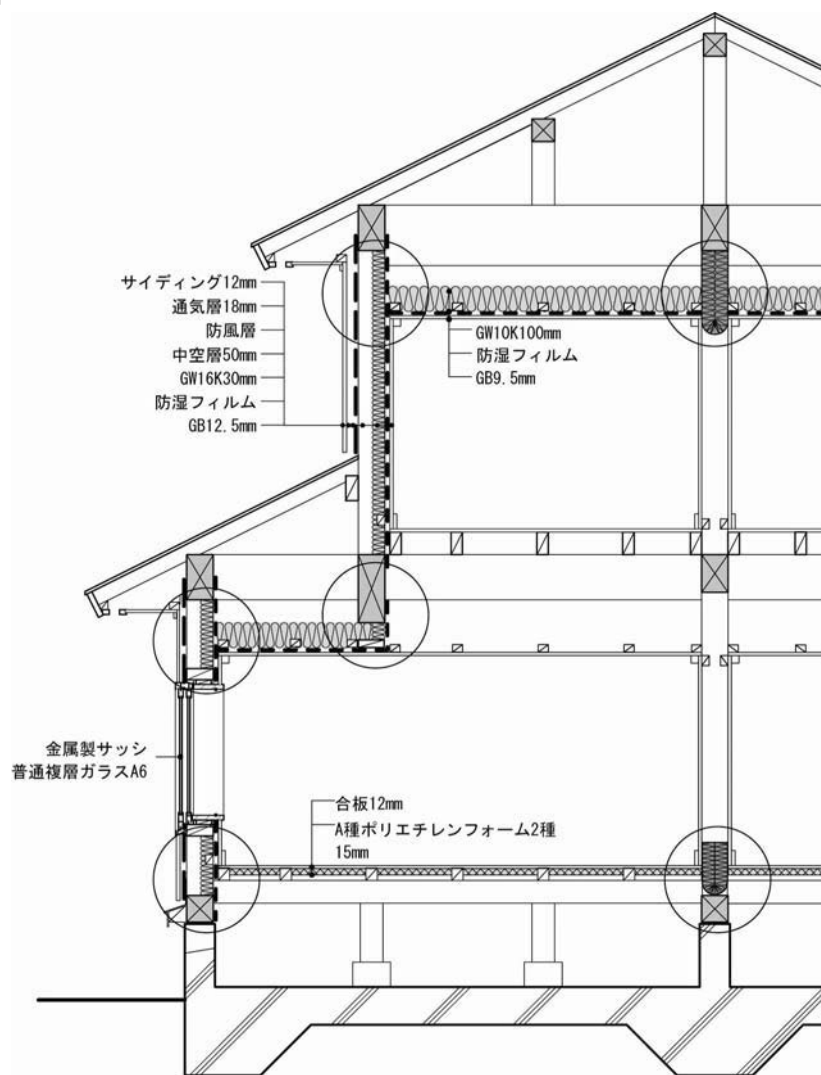
また、気流止めについては、解説した様々な方法のうち、断熱レベルごとに典型と考えられる以下の方法を例示することとしました。

- レベル1または2の計画事例については、主として、防湿フィルム(外壁)および専用部材(間仕切り壁)による気流止めを用いる。
- レベル3の計画事例については、主として、防湿フィルムと押さえ材(外壁)および桟木(間仕切り壁)による気流止めを用いる。

断熱計画事例 [1] レベル 1 部位強化型（開口部）

- ・平成 4 年省エネルギー基準に対応した仕様です。
- ・部位バランス型の仕様に比べて、開口部の断熱強化をはかったことで、壁の断熱仕様が緩和されている点に特徴があります。
- ・図中○で囲んだ取合い部については、断熱層の内側等に冷気が侵入することを防ぐために気流止め措置が必要です(他の事例についても同様)。

断面詳細図



各部位の断熱仕様

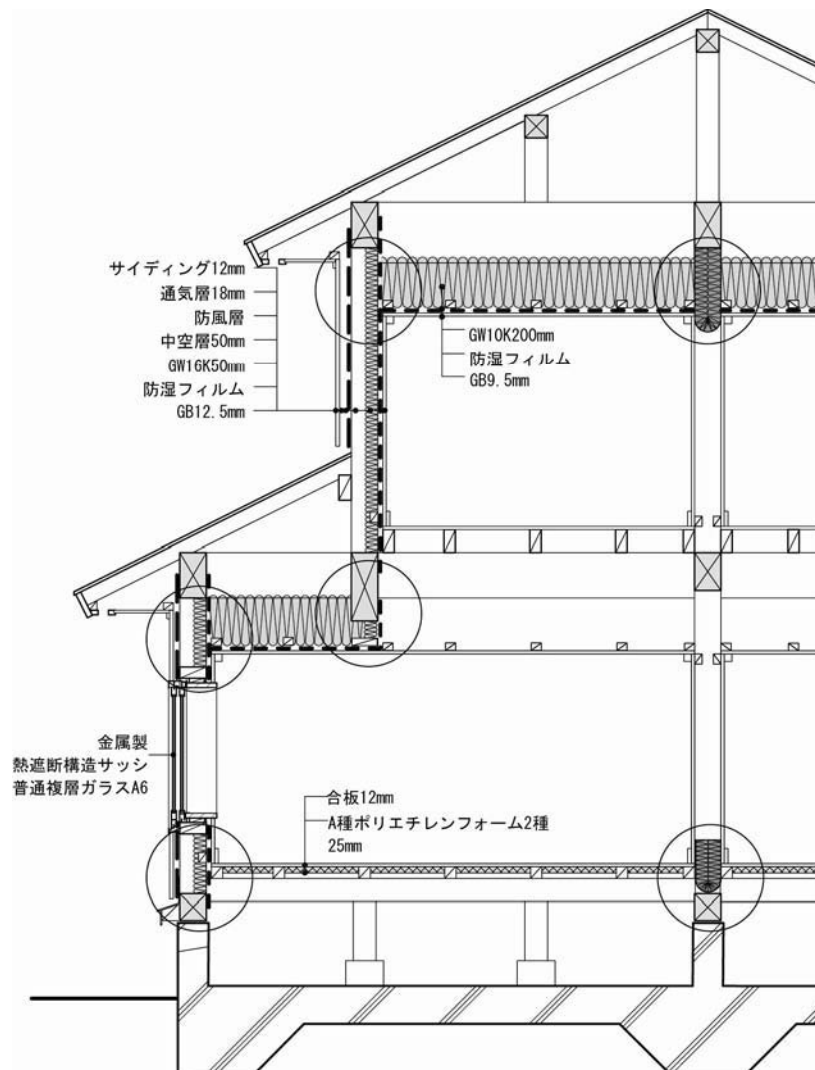
部位	断熱仕様	熱抵抗値($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) (開口部は熱貫流率)	平成 4 年基準の熱抵抗基準($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) (開口部は熱貫流率)
屋根・天井	グラスウール 10K100 mm	2.0	1.8 以上
外壁	グラスウール 16K30 mm	0.67	0.7 以上
床・基礎	A 種ポリエチレンフォーム 2 種 15 mm	0.39	0.5 以上
開口部	6 mm中空層複層ガラス	4.65(熱貫流率($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$))	6.51(熱貫流率($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$))以下
換気回数 (冬期の漏気量)	0.5~0.7 回/h 程度※		1.0 回/h

※ 断熱材、開口部の組み合わせによる断熱性は、平成 4 年基準並であるか気流止めに留意することで躯体の気密性の向上が期待できる。

断熱計画事例 [2] レベル 2 部位強化型（天井および開口部）

- ・平成 11 年省エネルギー基準と平成 4 年省エネルギー基準の中間的な断熱水準に対応した仕様です。
- ・冬期の室内の温度環境の改善に加えて、V 地域における夏期の防暑性能の向上をはかるために、主として天井を断熱強化している点に特徴があります。

断面詳細図



各部位の断熱仕様

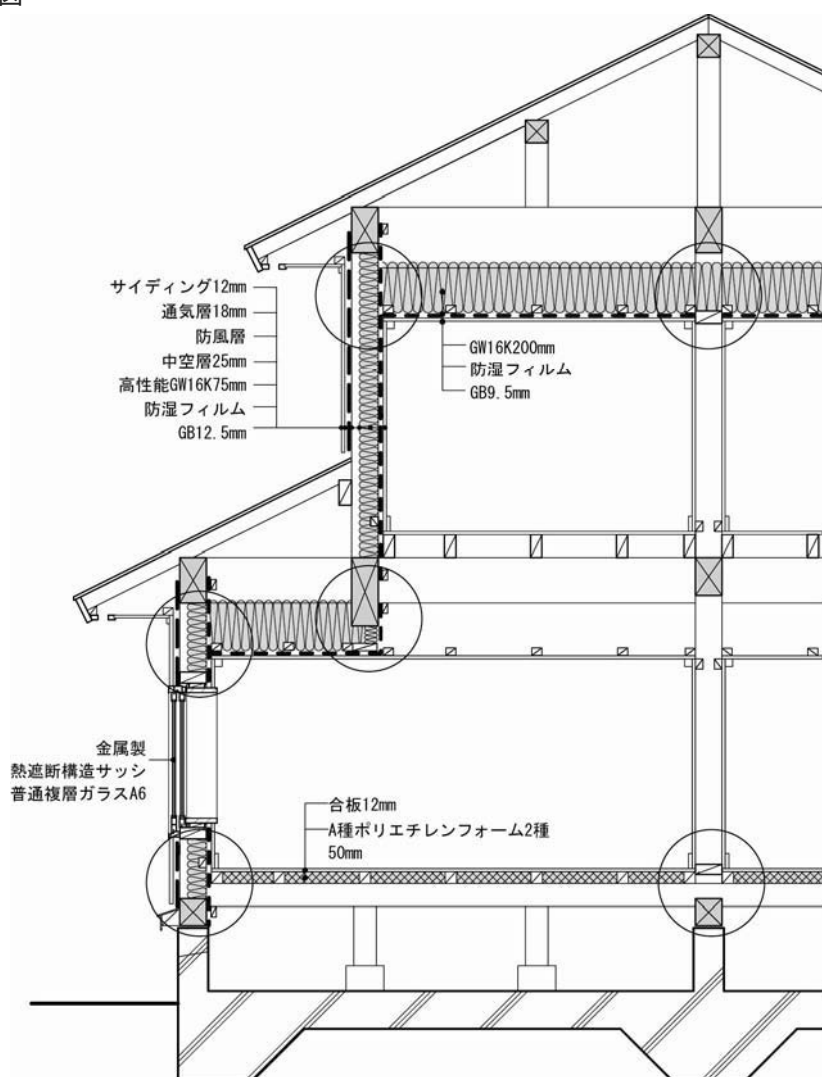
部位	断熱仕様	熱抵抗値 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) (開口部は熱貫流率)	平成 4 年基準の熱抵抗基準 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) (開口部は熱貫流率)
屋根・天井	グラスウール 10K200 mm	4.0	1.8 以上
外壁	グラスウール 16K50 mm	1.1	1.8 以上
床・基礎	A 種ポリエチレンフォーム 2 種 25 mm	0.65	1.8 以上
開口部	6 mm 中空層複層ガラス + 金属製熱遮断構造サッシ	4.07 (熱貫流率 ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$))	4.65 (熱貫流率 ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$)) 以下
換気回数 (冬期の漏気量)	0.5～0.7 回/h 程度※		1.0 回/h

※ 断熱材、開口部の組み合わせによる断熱性は、平成 4 年基準並であるか気流止めに留意することで躯体の気密性の向上が期待できる。

断熱計画事例 [3] レベル3 部位強化型（天井および開口部）

- ・平成 11 年省エネルギー基準に対応した仕様です。
- ・冬期の室内の温熱環境の改善に加えて、V 地域における夏期の防暑性能の向上をはかるために、天井面（屋根）と開口部を断熱強化しています。一方で、外壁・床（基礎）の要求断熱性能を低減し、これらの部位の施工簡易化をはかった点に特徴があります。

断面詳細図



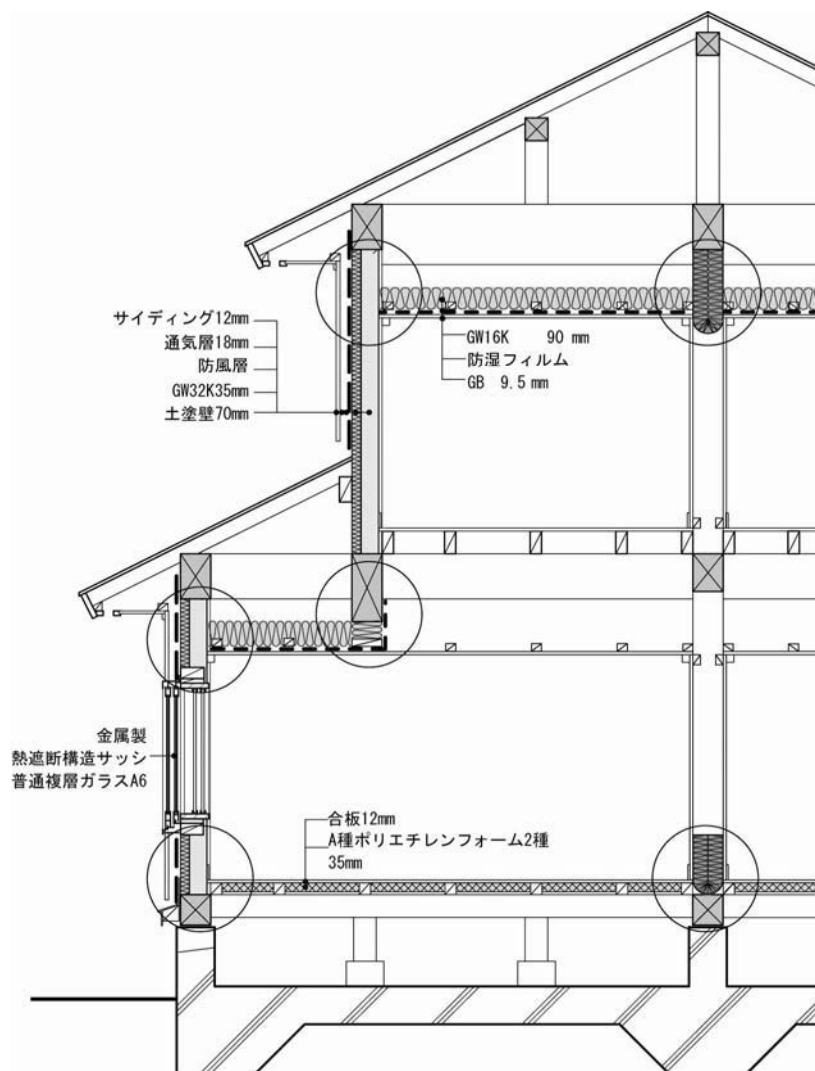
各部位の断熱仕様

部位	断熱仕様	熱抵抗値 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) (開口部は熱貫流率)	平成 11 年基準の熱抵抗基準 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) (開口部は熱貫流率)
屋根・天井	グラスウール 16K200 mm	4.44	4.0 以上
外壁	グラスウール 16K75 mm	1.97	2.2 以上
床・基礎	A 種ポリエチレンフォーム 2 種 50 mm	1.31	2.2 以上
開口部	6 mm 中空層複層ガラス + 金属製熱遮断構造サッシ	4.07 (熱貫流率 ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$))	4.65 (熱貫流率 ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$)) 以下
換気回数 (冬期の漏気量)	0.5 回/h 程度		0.5 回/h

断熱計画事例 [4] レベル 2 土塗壁による住宅の部位強化型（開口部）

- ・平成 11 年省エネルギー基準と平成 4 年省エネルギー基準の中間的な断熱水準に対応した仕様です。
- ・外壁断熱は、土塗壁外側の構造空隙にグラスウールボード 32K35 mm 同等以上の断熱材を充填します。
- ・土塗壁以外の内壁等がある場合には、下図のように上下端に気流止めを設けることが大切です。

断面詳細図



各部位の断熱仕様

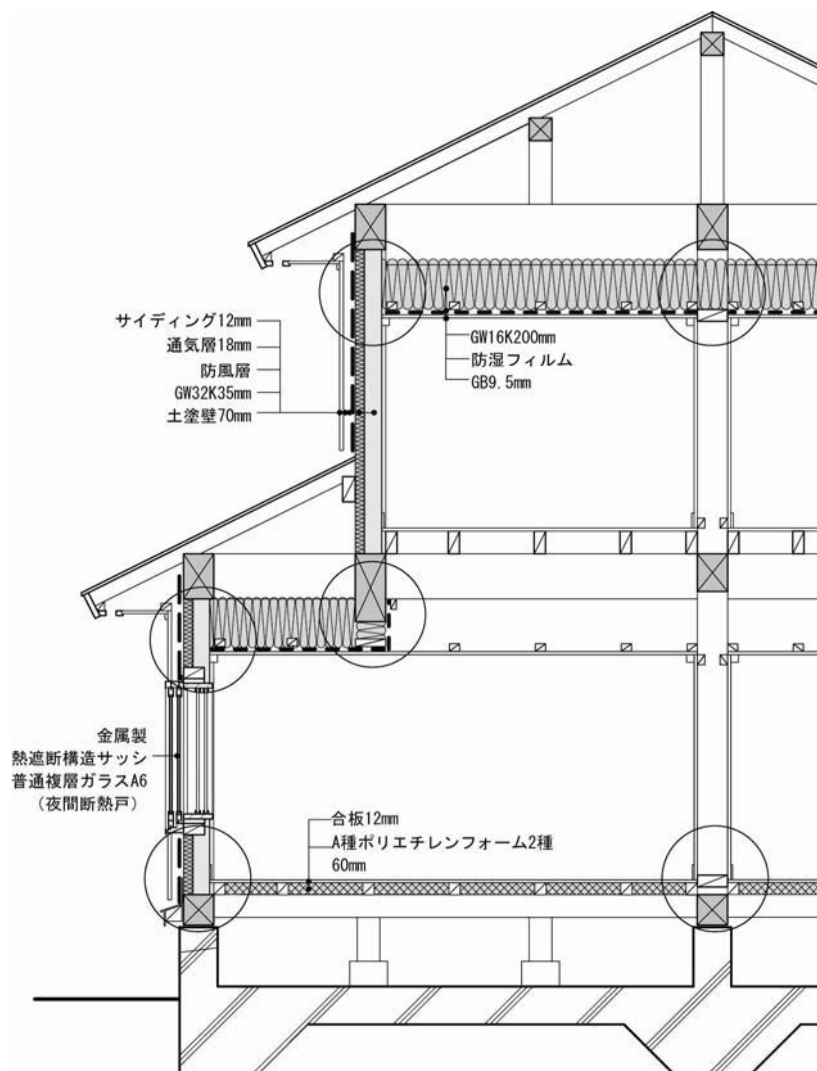
部位	断熱仕様	熱抵抗値 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) (開口部は熱貫流率)	平成 4 年基準の熱抵抗基準 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) (開口部は熱貫流率)
屋根・天井	グラスウール 16K90 mm	2.0	1.8 以上
外壁	グラスウール 32K35 mm	0.97	1.8 以上
床・基礎	A 種ポリエチレンフォーム 2 種 35 mm	0.92	1.8 以上
開口部	6 mm 中空層複層ガラス + 金属製熱遮断構造サッシ	4.07 (熱貫流率 ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$))	4.65 (熱貫流率 ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$)) 以下
換気回数 (冬期の漏気量)	0.5～0.7 回/h 程度※		1.0 回/h

※ 断熱材、開口部の組み合わせによる断熱性は、平成 4 年基準並であるか気流止めに留意することで躯体の気密性の向上が期待できる。

断熱計画事例 [5] レベル3 土塗壁による住宅の部位強化型（開口部）

- ・平成 11 年省エネルギー基準に対応した仕様です。
- ・外壁断熱は、土塗壁外側の構造空隙にグラスウールボード 32K35 mm同等以上の断熱材を充填します。
- ・開口部は断熱強化をし、さらに夜間は断熱戸を設けています。

断面詳細図



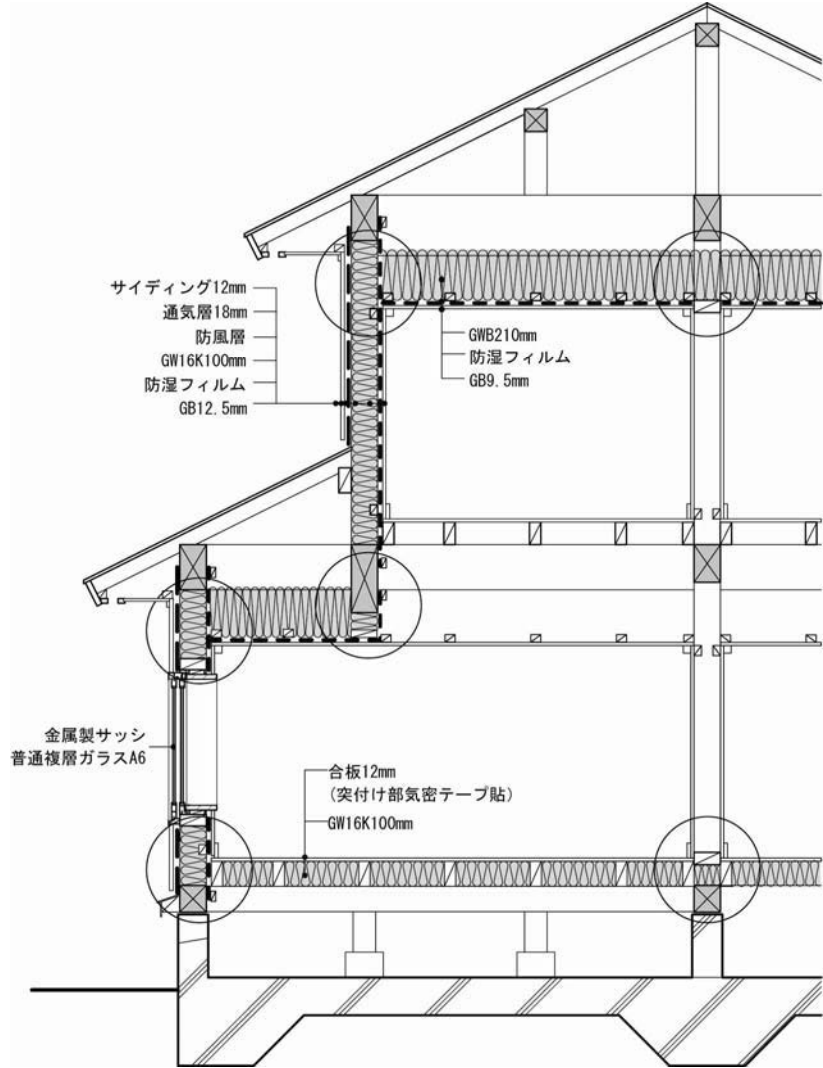
各部位の断熱仕様

部位	断熱仕様	熱抵抗値($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) (開口部は熱貫流率)	平成 11 年基準の熱抵抗基準 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) (開口部は熱貫流率)
屋根・天井	グラスウール 16K200 mm	4.44	4.0 以上
外壁	グラスウール 32K35 mm	0.97	2.2 以上
床・基礎	A 種ポリエチレンフォーム 2 種 60 mm	2.2	2.2 以上
開口部	6 mm中空層複層ガラス + 金属製熱遮断構造サッシ + 夜間は断熱戸 (熱抵抗値 $R=0.36$ 以上) 併用	3.06 (熱貫流率($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$))	4.65 (熱貫流率($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$)) 以下
換気回数 (冬期の漏気量)	0.5 回/h		0.5 回/h

断熱計画事例 [6] レベル 3 部位バランス型（充填断熱）

- ・平成 11 年省エネルギー基準に対応した仕様です。
- ・天井、外壁、床のすべてに充填断熱工法を用いた例です。

断面詳細図



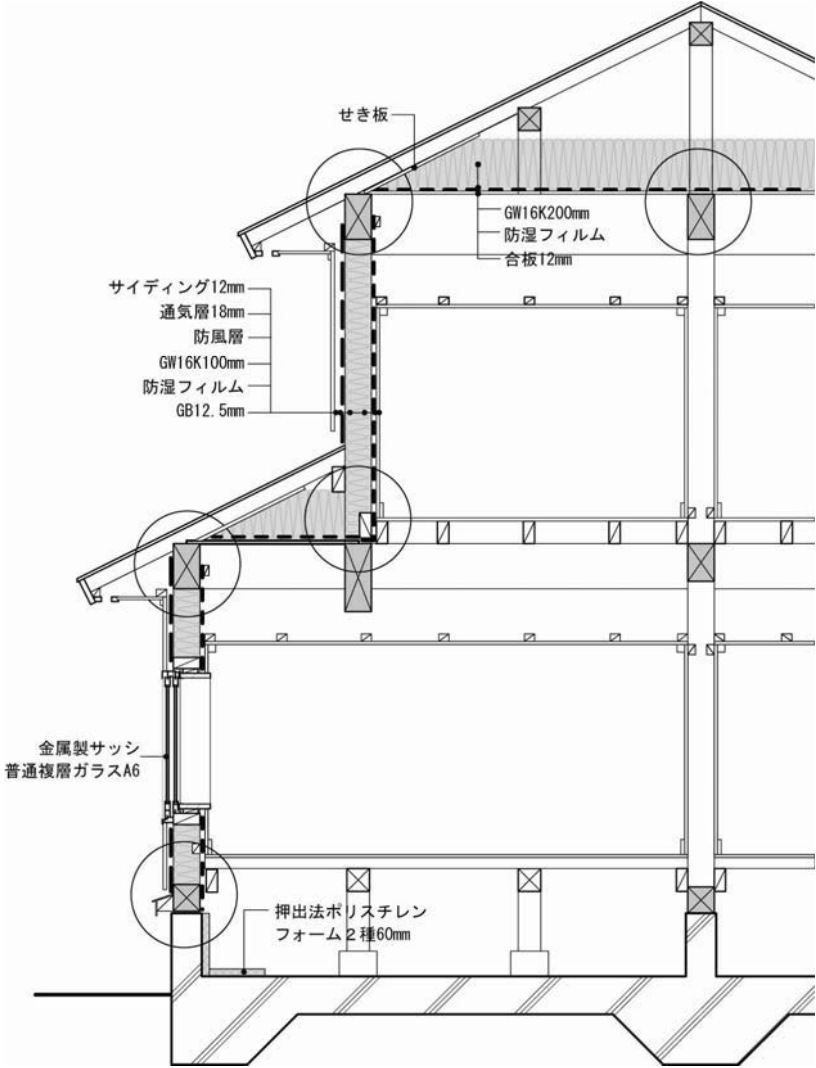
各部位の断熱仕様

部位	断熱仕様	熱抵抗値 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) (開口部は熱貫流率)	平成 11 年基準の熱抵抗基準 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) (開口部は熱貫流率)
屋根・天井	吹込み用グラスウール 210 mm	4.0	4.0 以上
外壁	グラスウール 16K100 mm	2.2	2.2 以上
床・基礎	グラスウール 16K100 mm	2.2	2.2 以上
開口部	6 mm中空層複層ガラス	4.65 (熱貫流率 ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$))	4.65 (熱貫流率 ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$)) 以下
換気回数 (冬期の漏気量)	0.5 回/h		0.5 回/h

断熱計画事例 [7] レベル 3 部位バランス型（桁上断熱および基礎断熱）

- 平成 11 年省エネルギー基準に対応した仕様です。
- 天井断熱を桁上断熱とし、外壁を充填断熱、床まわりをV 地域にした例です。
- 桁上断熱は、まだ一般的な断熱方法ではありませんが、欠損の少ない断熱施工のために検討された断熱方法です。小屋梁の上に合板を施工し、その上に断熱材を敷き込むので断熱材の間に隙間が生じにくく、防湿層の施工も容易です。

断面詳細図



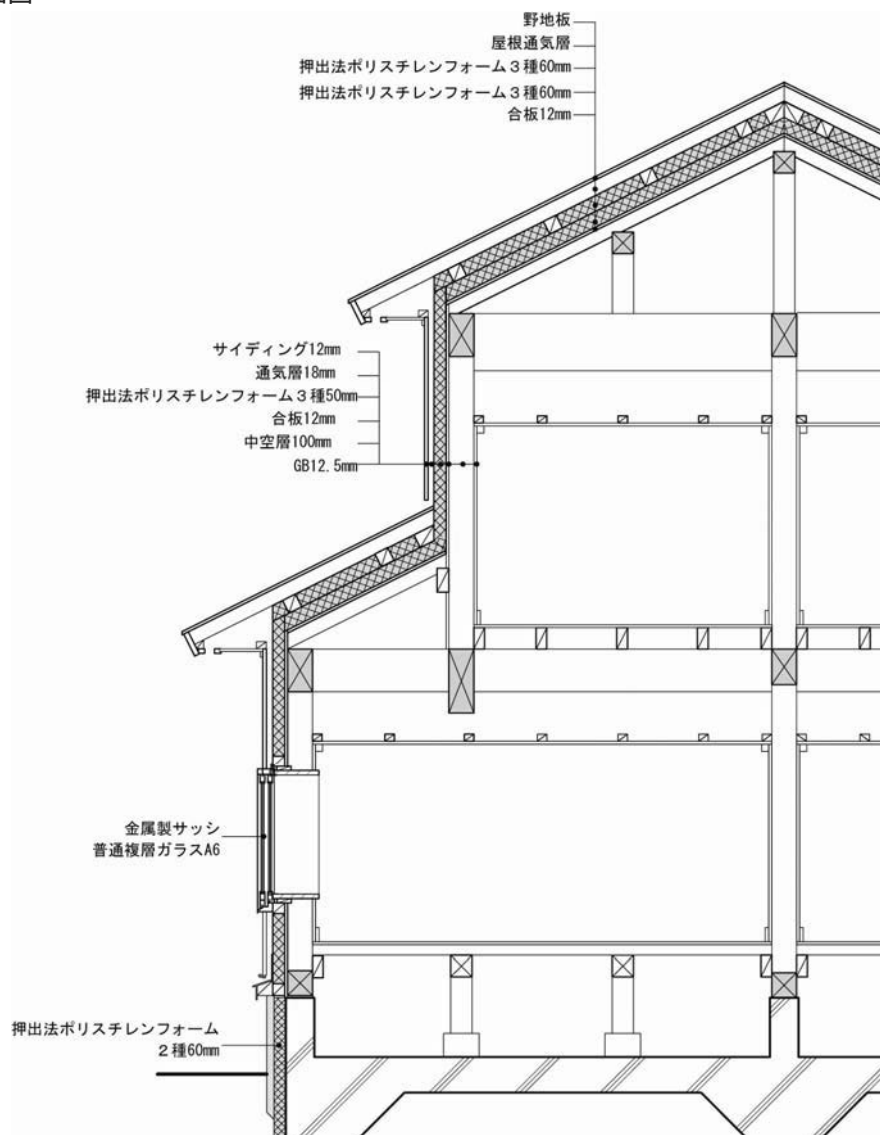
各部位の断熱仕様

部位	断熱仕様	熱抵抗値 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) (開口部は熱貫流率)	平成 11 年基準の熱抵抗基準 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) (開口部は熱貫流率)
屋根・天井	グラスウール 16K200 mm	4.44	4.0 以上
外壁	グラスウール 16K100 mm	2.2	2.2 以上
床・基礎	押出法ポリスチレンフォーム 2 種 60 mm	1.75	1.7 以上 (基礎断熱部分)
開口部	6 mm 中空層複層ガラス	4.65 (熱貫流率 ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$))	4.65 (熱貫流率 ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$)) 以下
換気回数 (冬の漏気量)	0.5 回/h		0.5 回/h

断熱計画事例 [8] レベル3 部位バランス型（外張断熱）

- ・平成 11 年省エネルギー基準に対応したものです。
- ・屋根断熱、外壁外張断熱、基礎断熱の例です。

断面詳細図



各部位の断熱仕様

部位	断熱仕様	熱抵抗値 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) (開口部は熱貫流率)	平成 11 年基準の熱抵抗基準 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) (開口部は熱貫流率)
屋根・天井	押出法ポリスチレンフォーム 3 種 60 mm $\times$ 2	4.2	4.0 以上
外壁	押出法ポリスチレンフォーム 3 種 50 mm	1.7	2.2 以上
床・基礎	押出法ポリスチレンフォーム 2 種 60 mm	1.75	2.2 以上
開口部	6 mm 中空層複層ガラス	4.65 (熱貫流率 ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$))	4.65 (熱貫流率 ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$)) 以下
換気回数 (冬の漏気量)	0.5 回/h		0.5 回/h

4.2 VI地域における日射遮蔽手法

蒸暑地のうち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「日射遮蔽」が大切です。

蒸暑地ほど暑さの厳しくない温暖地の日射侵入対策は開口部が中心となりますが、VI地域では、開口部に加え、屋根や外壁の遮熱、さらに建物周辺の環境などを上手に利用することが大切です。

4.2.1 日射遮蔽の目的とポイント

1 冷房エネルギーを削減する

- ・日射は住宅内の温熱環境にたいへん大きな影響を与えます。夏期や中間期では、日射熱によって上昇する室温を通風や冷房によって下げる必要が高まりますが、室内に流入する日射熱(日射侵入量)が多ければ多いほど通風の活用可能性は限定され、冷房エネルギーの負担が増えていきます。
- ・日射遮蔽の目的のひとつは、文字どおり日射を遮蔽することにより、日射侵入量を低減させ、冷房エネルギーを削減することにあります。VI地域では暖房に比べて格段に冷房の必要性が高く、省エネルギーのための日射遮蔽の重要性は極めて高くなります。

2 室内を涼しく保つ

- ・夏期や中間期に室内を涼しく保つためには、通風と合わせて日射遮蔽が重要です。日射遮蔽を効率よく行うには、建物外皮の各部位が面する方位に配慮する必要があります。日射侵入量を抑制することにより、室温の上昇を抑えるとともに屋根や外壁の内側の表面温度の上昇を抑えることが可能になります。

ポイント 日射遮蔽対策を検討するための予備知識となる基本的事項

① 直達日射と天空日射

- ・日射には太陽から直接届く直達日射と青空(大気)や雲等で散乱してから届く天空日射があります(図 a)。天気がよいときには、直達日射量は多く、天空日射量は少なくなります。また、地面などから反射して届く日射量も無視できません。

② 方位による日射量の違い

- ・建物に当たる日射量は、季節と建物部位が向いている方位により異なります(図b)。太陽高度の高い夏期における日射量は、屋根などの水平面で極めて大きくなり、垂直面である窓・壁については、東西の面で大きく南面の方が小さくなります。こうした日射の特徴を理解することが有効な日射遮蔽対策につながります。

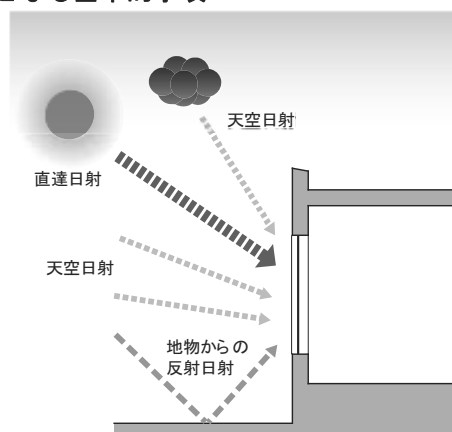
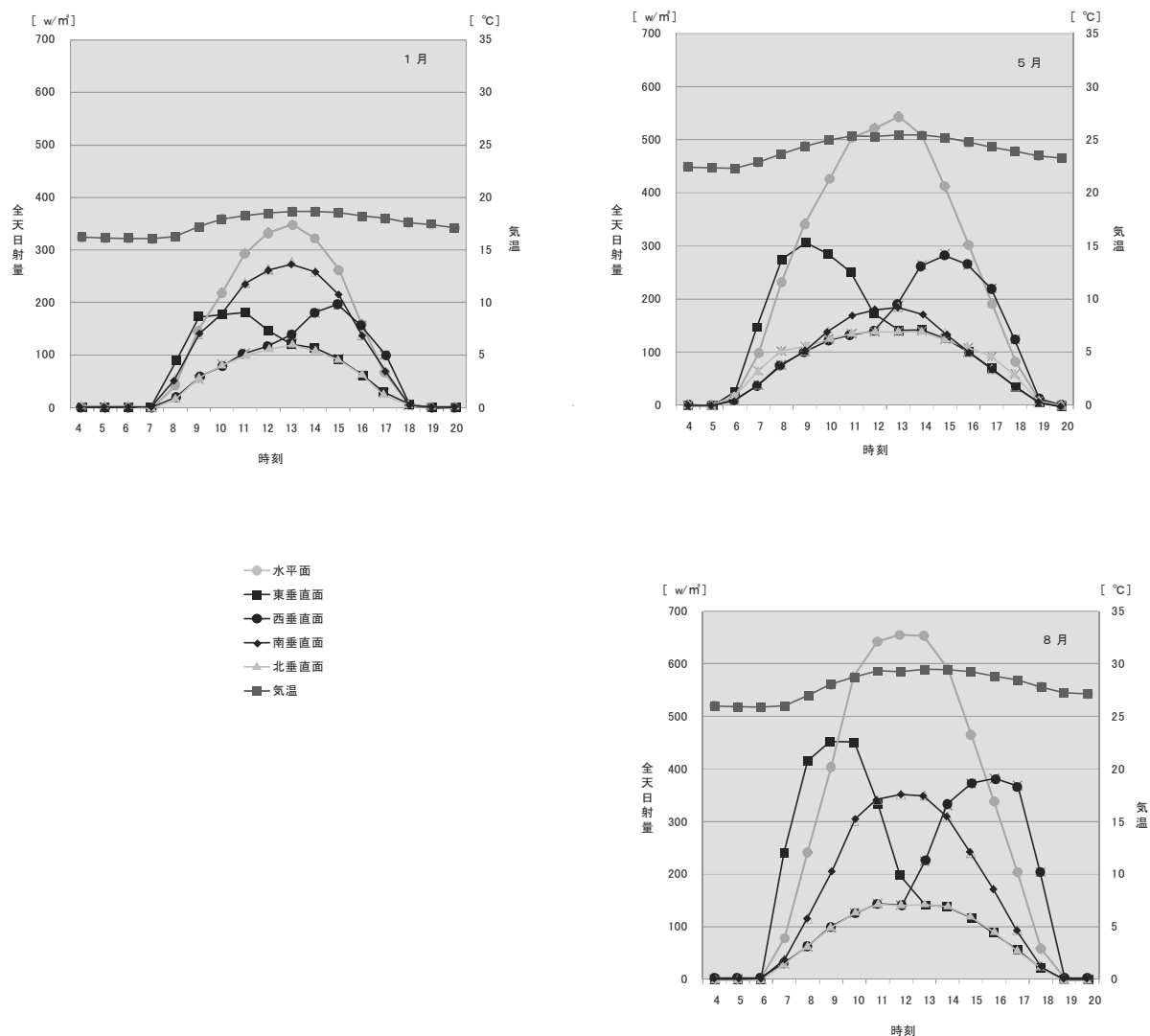


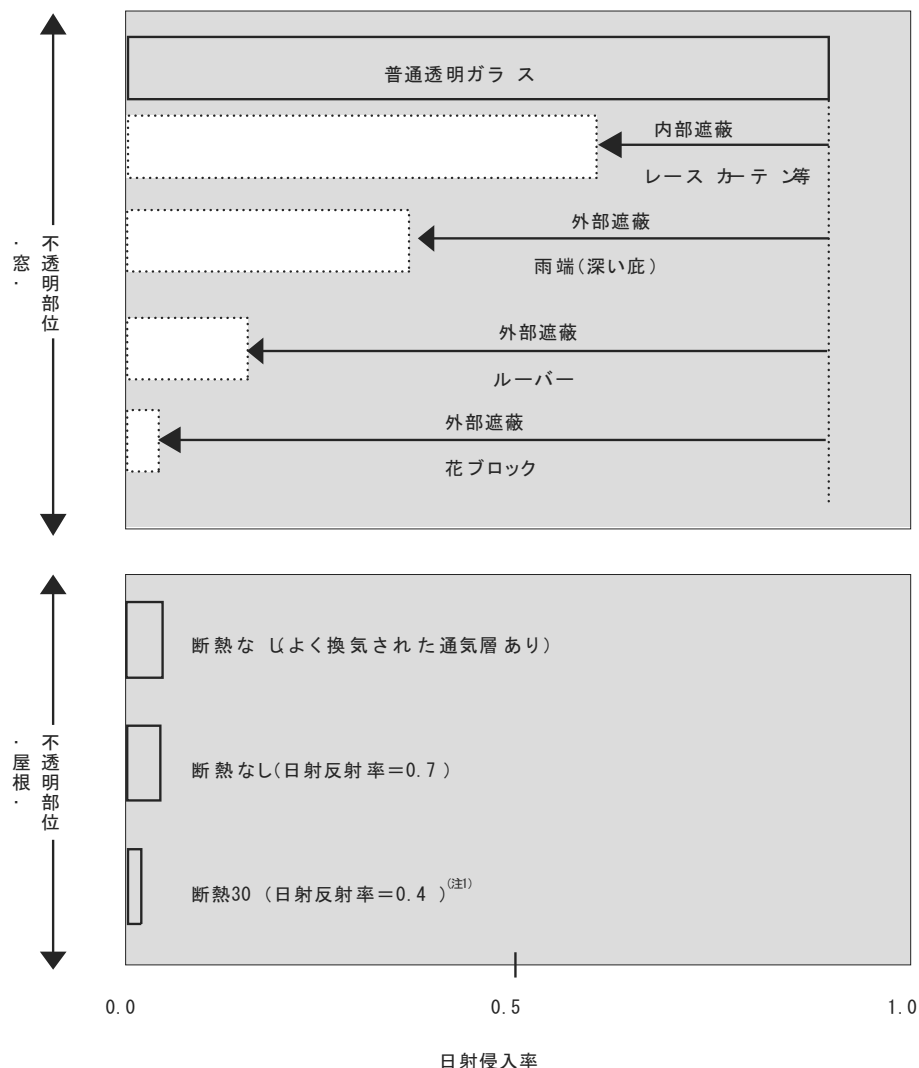
図 a 直達日射と天空日射



図b 水平面と外壁面が受ける全天日射量(那覇市・5月、8月、1月の月間平均値)

③ 透明部位と不透明部位による透過日射量の違い

- 図cに示すように、窓ガラスのような透明部位と、屋根・外壁などの不透明部位とを比べると、透明部位からの日射量ははるかに大きくなります。したがって透明部位の窓については、十分な日射遮蔽対策が必要となります。
- また、開口部の内部で日射を遮蔽する内部遮蔽に比べ、外部で日射を遮蔽する外部遮蔽の効果の方が大きくなります。VI地域では、とくに雨端(深い庇)や花ブロックによる外部遮蔽が効果的です。
- 不透明部位の屋根については、まず日射反射率を高くすること、断熱化およびよく換気される通気層を設けること、または小屋裏換気を行うことが日射遮蔽対策となります。



(注 1) この図をみる限り、断熱の日射侵入率低減効果は顕著ですが、冷房負荷及び冷房エネルギーの削減においては、夜間等の外気温が低い時間帯における躯体を通じた放熱も大切な要素であり、その点において必ずしも断熱性の向上が最善の方法であるとはいえません。

(注 2) 図 C は単位面積あたりの日射侵入の割合を示すものです。典型的な住宅プランでは、窓と屋根の面積は概ね 1:4 であるため、両部位の日射遮蔽対策の必要性は、面積による重みづけを考慮することも有用です。

図 C 窓と屋根の日射侵入率の比較

4.2.2 日射遮蔽対策による省エネルギー目標レベル

1 目標レベルの定義

- 日射遮蔽対策による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル 1 から 4 までとし、冷房設備に消費されるエネルギーの削減率を表します(表 1)。
- 冷房エネルギーの削減率は、「隣戸の影響等を加味した夏期日射取得係数」(以下「M 値」といいます。)と強い関係があり、M 値を小さくすることで冷房エネルギーの削減効果が高まります。
- M 値は、次の A～C の住宅の設計条件や仕様によって決定される数値であり、住宅の延べ床面積に等しい水平面に入射する全天日射量に対する、その住宅の室内に侵入する日射熱量の比に一致します。
 - A. 立地条件(方位・隣戸等との関係)
 - B. 外部遮蔽装置 — 建築に付属する庇等の部材の有無(手法1)
 - C. 躯体の日射遮蔽対策 — 外皮(主として屋根)の日射反射・通気・断熱の措置(手法2)
- M 値と冷房エネルギー消費量の関係は、このうち外皮(屋根)の日射遮蔽対策の種類によって異なります。

す。

- 屋根の日射反射率を高くする場合は、通気または断熱の措置を講じる場合よりも、同等のM値でも高い効果が得られます。採用する屋根の日射遮蔽対策ごとに、目標レベルを達成できるM値を確認し、それよりも小さなM値となるよう日射遮蔽対策を検討して下さい。

表1 日射遮蔽対策の目標レベルと達成方法

目標レベル	省エネルギー効果 (冷房エネルギー削減率)	M 値	
		屋根の日射遮蔽対策が 通気または断熱による場合	屋根の日射遮蔽対策が 日射反射による場合
レベル 0	削減なし	0.135 超	0.150 超
レベル 1	10%削減	0.135 以下	0.150 以下
レベル 2	20%削減	0.10 以下	0.125 以下
レベル 3	25%削減	0.08 以下	0.115 以下
レベル 4	30%削減	0.065 以下	0.105 以下

- 2000 年時点における標準的な冷房エネルギー消費量は 10.3GJ(エネルギー消費量全体の 16%程度)となります(6.1 p.339 参照)。
- レベル0は、日射遮蔽対策を講じない住宅、すなわち日射を遮蔽する隣戸等がない立地で、底等の外部遮蔽装置を設置しないで、かつ、躯体の日射遮蔽対策をとくに講じない住宅を想定しています。前記のA～Cの条件や仕様の組み合わせにより、最大で 30%程度の冷房エネルギーを削減できます。

ポイント M値（隣戸の影響等を加味した夏期日射取得係数）とは

「隣戸の影響等を加味した夏期日射取得係数」とは、平成 11 年省エネルギー基準で使用されている通常の「夏期日射取得係数」を基本として、本書において新たに定義された日射遮蔽性能の指標です。本来の夏期日射取得係数は、「建物による遮蔽がないと仮定した場合に取得できる日射熱量に対する実際に建物内部で取得される日射熱量の冷房期間中の平均的な比率」を表すものですが、その算出においては建物周囲の隣戸等の遮蔽物、外装材表面等の日射反射率、躯体の外側に設けられる通気層の効果については通常考慮されていませんでした。「隣戸の影響等を加味した夏期日射取得係数」はそれらの要因を考慮することで、より広範な日射遮蔽対策の効果を加味することを意図した指標です。従来の夏期日射遮蔽取得係数は μ 値と呼ばれますが、区別のため隣戸の影響等を加味した夏期日射取得係数はM値と呼ぶこととしました。

2 目標レベルの達成要件

目標レベルは、前述したようにM値により決定されます。ただし、このM値を計算で求めるのはかなり複雑であることから、本書では、M値の決定に関係する立地条件、外部遮蔽装置(手法1)および躯体の日射遮蔽対策(手法2)を例示し、それらを選択して目標レベルに適合するかどうかを確認できるようにしています。

なお、M値を計算で判断する方法や、M値から冷房負荷を計算により求める方法についても、本節のコラムで解説しています。

1) 立地条件（隣戸等による日射遮蔽）

- 住宅の外壁に当たる日射は、周囲の建物等(隣戸等)により遮蔽されることがあります。すなわち、同じ日射でも、住宅が受ける日射の影響は、隣戸等までの距離、隣戸等の階数、周囲の植栽などによって異なります。
- 隣戸等による日射遮蔽の効果は、方位係数で表されます。方位係数が小さいほど高い日射遮蔽効果があります。

- ・本書では、隣戸等までの水平距離の違いにより、立地 1 から立地 3 までの 3 つの典型的な立地区分を設定しました(表2)。日射の影響の受けやすさは、立地 1<立地 2<立地 3 の順に高くなります。

立地 1……………主に都市内など隣戸等が接近した位置にある立地
立地 2……………都市近郊など隣戸等がやや接近した位置にある立地
立地 3……………主に郊外など隣戸等が接近した位置にない立地

表2 立地区分の要件および方位係数(那覇、3/25～12/14)

立地区分	方位	隣戸等までの水平距離	方位係数
立地 1	北	6m 以内	0.31
	東	3m 以内	0.26
	南	6m 以内	0.41
	西	3m 以内	0.32
立地 2	北	6m 超 10m 以内	0.34
	東	3m 超 10m 以内	0.35
	南	6m 超 10m 以内	0.44
	西	3m 超 10m 以内	0.42
立地 3	北	10m 超	0.39
	東	10m 超	0.39
	南	10m 超	0.49
	西	10m 超	0.47
水平面		—	1.00

- ・表2では、各立地の要件となる、北、東、南および西の4方位にある隣戸等までの水平距離と、それによって決まる方位係数を示しています。4方位すべての水平距離を満たす立地区分を選定することとし、4方位のうちある方位における水平距離が表2の値を超えているために日射の影響を受けやすくなる場合には、当該方位の水平距離を満たしている立地区分に相当するものとして下さい(例えば、隣戸等までの水平距離が、北6m、東3m、南8m、西3mの場合は、立地2となります)。
- ・なお、方位については、真南±45° 以内に面する側を南の方位として扱って下さい。
- ・建物の周囲に連続した植栽等を計画し、明らかな日射遮蔽効果が見込まれる場合には、より日射の影響を受けにくい立地区分として扱うことが妥当と考えられます。
- ・隣戸等による日射遮蔽効果についての詳細は、「4.2.3 2 立地条件の確認と建物配置の検討」で解説します。

2) 日射遮蔽手法

- ・冷房エネルギーの削減に効果のある日射遮蔽手法として、本書では以下のものを取り上げています。
 - 手法1 外部遮蔽装置による日射遮蔽手法
 - 手法2 躯体による日射遮蔽手法
- ・各手法の詳細については、「4.2.4 日射遮蔽の手法」で解説します。
- ・目標レベルへの適合を判断するために、各手法について典型的と考えられる仕様を設定しています。この仕様を参考にして、設計仕様の検討を行って下さい。

① 手法1：外部遮蔽装置

- ・建築に付属する庇、花ブロックおよび外付け遮蔽部材(ルーバーなど)といった部材(以下「外部遮蔽装置」といいます。)は、日射遮蔽に効果があります。このうち庇は、窓庇間距離(窓上端から底下端までの距離)、窓高さ、庇の出、庇の幅などが、日射侵入量に影響します。また、花ブロックを設置すると日射遮蔽

効果は飛躍的に高まります。

- ・外部遮蔽装置による日射遮蔽の効果は、遮蔽係数で表されます。遮蔽係数が小さいほど高い日射遮蔽効果があります(p.177 参照)。
- ・本書では、外部遮蔽装置の仕様をクラスに分けて設定していますので、設計仕様に見合うクラスを選択して下さい(表3、図1)。クラス0 はあまり工夫されていない仕様で、クラス1<クラス2<クラス3 の順に日射遮蔽効果は高くなります。

表3 外部遮蔽装置のクラスと仕様

外部遮蔽装置 のクラス	方位	遮蔽係数	庇 ^{*1}			花ブロック・ルー バー等
			窓庇間距離 [mm]	窓高さ [mm]	庇の出 [mm]	
クラスー1	—	1.0(全方位)	クラス0を満たさない			—
クラス0	北	0.64	0	900 以下	200 以上	—
	東	0.75	0	1300 以下	200 以上	—
	南	0.65	400 以下	2000 以下	600 以上	—
	西	0.65	400 以下	1300 以下	600 以上	—
クラス1	北	0.64	0	900 以下	200 以上	—
	東	0.65	400 以下	1300 以下	600 以上	—
	南	0.52	400 以下	2000 以下	1000 以上	—
	西	0.53	400 以下	1300 以下	1000 以上	—
クラス2	北	0.49	400 以下	900 以下	600 以上	—
	東	0.53	400 以下	1300 以下	1000 以上	—
	南	0.43	400 以下	2000 以下	1500 以上	—
	西	0.43	400 以下	1300 以下	1500 以上	—
クラス3	北	0.49	400 以下	900 以下	600 以上	—
	東	0.53	400 以下	1300 以下	1000 以上	—
	南	0.43	400 以下	2000 以下	1500 以上	—
	西	0.06	400 以下	1300 以下	1500 以上	花ブロック ^{*2}

※1 庇の幅は窓の幅以上であることを前提としている。 ※2 外壁と花ブロックの間には庇を設定。

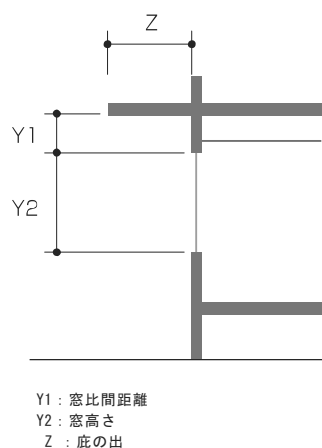


図1 庇と各部の構成

- ・表3では、各クラスの要件となる、北、東、南および西の4方位に向く外部遮蔽装置(庇や花ブロック・ルーバー等)の仕様と、それによって決まる遮蔽係数を示しています。4方位すべての外部遮蔽装置の仕様を満たすクラスを選定することとし、4方位のうちある方位における外部遮蔽装置の仕様が表3よりも日射遮蔽効果が低い仕様とみられる場合には、当該方位の外部遮蔽装置の仕様に見合うクラスに該当するもの

として下さい。

・なお、方位については、真南±45° 以内に面する側を南の方位として扱って下さい。

②手法2: 躯体による日射遮蔽手法(外皮)

- ・屋根および外壁のコンクリート躯体については、通気層の有無、断熱措置および表面の日射反射率などが日射侵入量に影響します。これらの日射遮蔽対策の組み合わせはさまざま考えられますが、VI地域ではとくに日射を直接受ける屋根の対策が重要であるほか、以下のような特徴がみられます。
- ・断熱は日射侵入量の抑制に効果はありますが、夜間等における室内からの放熱も同時に抑制することから、VI地域の場合には一概に断熱化が勧められるものではありません。
- ・屋根面の日射反射率を高めると、通気層や断熱の効果は小さくなります。
- ・屋根に断熱を施すと、通気層の効果はあまり得られません。
- ・こうした特徴に鑑み、M値を判断するために、屋根および外壁躯体の仕様を次の4タイプ設定していますので、設計仕様に見合う仕様を選択して下さい(表4)。各仕様とも外壁は無断熱としています。また、仕様1はとくに日射遮蔽対策を講じていない基準となる仕様に相当します。

仕様1 : 無断熱・無対策

仕様2 : 無断熱・屋根通気(屋根面上に換気される通気層を確保する)

仕様3 : 屋根断熱(屋根に断熱を施す)

仕様4 : 無断熱・屋根反射(屋根表面の日射反射率を高める)

表4 日射遮蔽対策のための躯体仕様

躯体仕様の タイプ	外壁				屋根				躯体を通じた日射 侵入量の 比率 ^{※3}
	通気層	断熱措置	日射 反射率 ^{※1}	日射 侵入率	通気層	断熱措置	日射 反射率 ^{※1}	日射 侵入率	
仕様1 無断熱・無対策	なし	なし	0.4	0.097	なし	なし	0.4	0.118	100%
仕様2 無断熱・屋根通気	なし	なし	0.4	0.097	あり	なし	0.4	0.054	58%
仕様3 屋根断熱	なし	なし	0.4	0.097	なし	あり ^{※2}	0.4	0.022	37%
仕様4 無断熱・屋根反射	なし	なし	0.4	0.097	なし	なし	0.7	0.059	61%

※1 日射反射率とは、外壁および屋根の屋外側仕上げ材表面の日射反射率をいい、各値は次の特性をもつ。

0.4: 反射性が中程度(コンクリート、淡色系塗装など) 0.7: 反射性が高い(白色系塗装など)

※2 屋根の断熱措置については、押出法ポリスチレンフォーム保温板 2 種 30 mmを施した場合の日射侵入率を示す。

※3 躯体を通じた日射侵入量の比率は、躯体仕様1を 100% (基準)とした場合の比率で示す。また、日射侵入量は次式により算定した。

日射侵入量＝外壁面積×外壁の日射侵入率＋屋根面積×屋根の日射侵入率(p.344 住宅モデル・タイプ A の面積を採用)

躯体を通じた日射侵入量は、M値のうちの躯体を通じた日射取得の寄与分(10m超の方位係数を与えた場合)に相当する。

3 目標レベルの達成方法

- ・VI地域における住宅モデルをもとに、立地1・立地2・立地3のそれぞれにおいて、躯体の日射遮蔽仕様と外部遮蔽装置のクラスを組み合わせるM値を試算した結果を示します(表5)。
- ・表5のM値は、躯体および開口部の仕様を表6のように設定して試算しています。
- ・躯体仕様が同じでも、外部遮蔽装置による対策を手厚くすることにより、レベルが高くなる場合があります。

表 5 外部遮蔽装置・外皮の組み合わせによる日射侵入係数(M 値)

(1) 立地1

躯体仕様のタイプ		外部遮蔽装置※							
		クラス0		クラス1		クラス2		クラス3	
		北	200 以上	北	200 以上	北	600 以上	北	600 以上
		東	200 以上	東	600 以上	東	1000 以上	東	1000 以上
		南・西	600 以上	南・西	1000 以上	南・西	1500 以上	南・西	1500 以上・花
仕様1	無断熱・無対策	0.166 (レベル 0)		0.159 (レベル 0)		0.151 (レベル 0)		0.148 (レベル1)	
仕様2	無断熱・屋根通気	0.102 (レベル1)		0.095 (レベル3)		0.087 (レベル3)		0.084 (レベル3)	
仕様3	屋根断熱	0.070 (レベル3)		0.063 (レベル4)		0.055 (レベル4)		0.052 (レベル4)	
仕様4	無断熱・屋根反射	0.107 (レベル3)		0.100 (レベル4)		0.092 (レベル4)		0.089 (レベル4)	

(2) 立地2

躯体仕様のタイプ		外部遮蔽装置※							
		クラス0		クラス1		クラス2		クラス3	
		北	200 以上	北	200 以上	北	600 以上	北	600 以上
		東	200 以上	東	600 以上	東	1000 以上	東	1000 以上
		南・西	600 以上	南・西	1000 以上	南・西	1500 以上	南・西	1500 以上・花
仕様1	無断熱・無対策	0.173(レベル 0)		0.165(レベル 0)		0.156(レベル 0)		0.151(レベル 0)	
仕様2	無断熱・屋根通気	0.109(レベル1)		0.101(レベル1)		0.092(レベル3)		0.087(レベル3)	
仕様3	屋根断熱	0.077(レベル3)		0.069(レベル3)		0.060(レベル4)		0.055(レベル4)	
仕様4	無断熱・屋根反射	0.114(レベル3)		0.106(レベル3)		0.097(レベル4)		0.092(レベル4)	

(3) 立地3

躯体仕様のタイプ		外部遮蔽装置※							
		クラス0		クラス1		クラス2		クラス3	
		北	200 以上	北	200 以上	北	600 以上	北	600 以上
		東	200 以上	東	600 以上	東	1000 以上	東	1000 以上
		南・西	600 以上	南・西	1000 以上	南・西	1500 以上	南・西	1500 以上・花
仕様1	無断熱・無対策	0.180(レベル 0)		0.171(レベル 0)		0.161(レベル 0)		0.155(レベル 0)	
仕様2	無断熱・屋根通気	0.116(レベル1)		0.107(レベル1)		0.097(レベル3)		0.091(レベル3)	
仕様3	屋根断熱	0.084(レベル2)		0.075(レベル3)		0.065(レベル4)		0.059(レベル4)	
仕様4	無断熱・屋根反射	0.121(レベル2)		0.112(レベル3)		0.102(レベル4)		0.096(レベル4)	

※ 外部遮蔽装置の欄は、各クラスの要件(p.167 表3)のうち、庇の出および花ブロック等の有無のみを示す。

表6 躯体および開口部の標準的な仕様

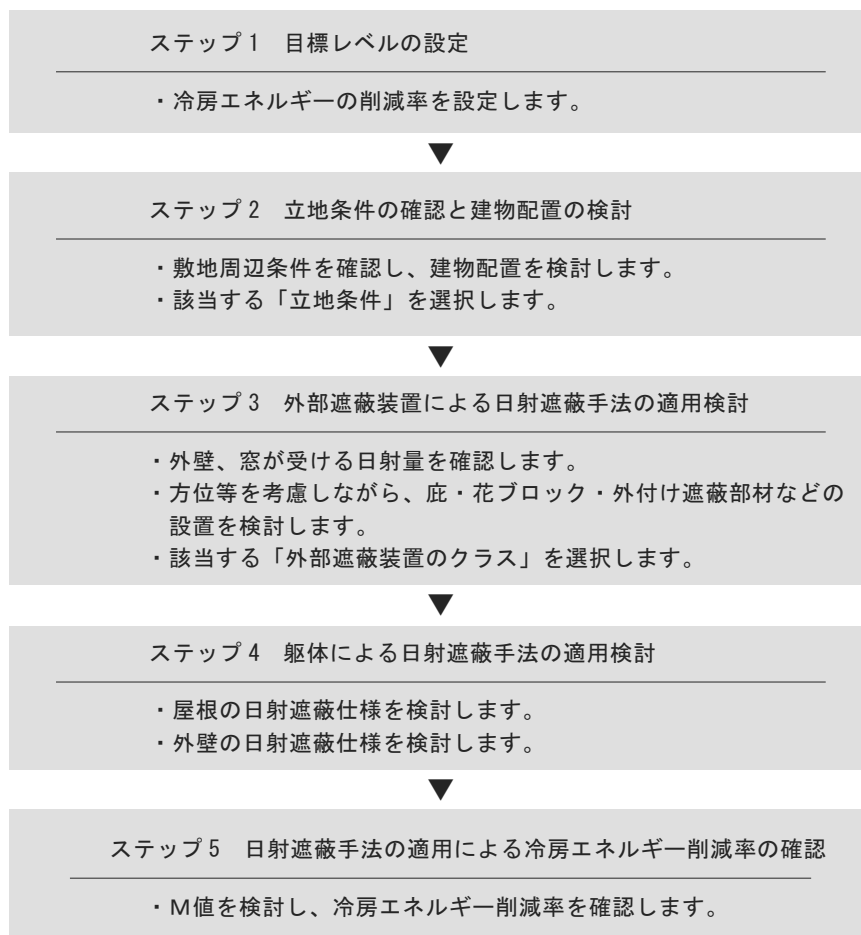
無断熱	外壁、屋根とも断熱材なし
屋根通気	屋根上に敷ブロック、板状パネル等の設置(p.183 図 13)
屋根断熱	押出法ポリスチレンフォーム保温板 2 種 30 mm (断熱材の熱抵抗値 0.8 m ² ・K/W)
屋根反射	屋根面の日射反射率 0.7 以上(白色系塗料など)
開口部(共通)	普通単板ガラス+レースカーテン

※1 屋根反射の場合を除き、屋根面・外壁面の日射反射率は 0.4 以上(コンクリート、淡色系塗料など)

※2 開口部の日射侵入率は 0.56

4.2.3 日射遮蔽技術の検討ステップと立地条件の確認等

1 日射遮蔽技術の検討ステップ



2 立地条件の確認と建物配置の検討

- ・住宅の外壁に当たる日射は、隣接する建物や、例えば傾斜地の場合には斜面など(以下、「隣戸等」といいます)により遮蔽されることがあります。遮蔽の効果は、[遮蔽物となる隣戸等との高低差÷隣戸等までの水平距離]の比率によりほぼ決まります。隣戸等は外壁間の水平距離で 10m 以内にある場合、日射遮蔽の効果があります。
- ・隣戸等との高低差の関係は大きく分けて 3 つのケースがあり、日射遮蔽効果(方位係数)は以下のように異なります(図2、図3)。
- ・ケース①のように、検討対象住宅の周囲 10m 以内に隣戸等がない場合(例えば、平屋建て住宅の向かいに建物がない場合や、2階建て住宅の向かいに平屋建ての建物がある場合の 2 階室)には、日射は遮られません。
- ・ケース②のように、検討対象住宅と同じ階数の隣戸等がある場合(例えば、平屋建て住宅の向かいに平屋建ての建物がある場合や、2階建て住宅の向かいに2階建ての建物がある場合)には、日射が遮蔽されます。
- ・ケース③のように、検討対象住宅よりも1階分高い隣戸等がある場合(例えば、平屋建て住宅の向かいに2階建ての建物がある場合)には、ケース②より高い日射遮蔽効果があります。
- ・このような住宅周辺の状況も踏まえ、日射の当たりやすい部位から重点的に日射遮蔽手法を適用すること

で、効率的に日射遮蔽性能を高めることができます。

- 一方、屋根面の日射も隣戸等により遮蔽されることがあります。しかし、屋根面の日射が隣戸等により遮蔽されるのは、早朝や夕方など、太陽高度が低く日射量が小さい時間帯です。屋根面に対する日射量が大きな昼間の時間帯にはあまり遮蔽されません。また、遮蔽されるのは屋根の端の方で、中央付近はあまり日影にはなりません。そのため、屋根面については、隣戸等による日射遮蔽は考えないこととします(すなわち、屋根の方位係数は、周辺状況に係わらず1として扱います)(図4)。

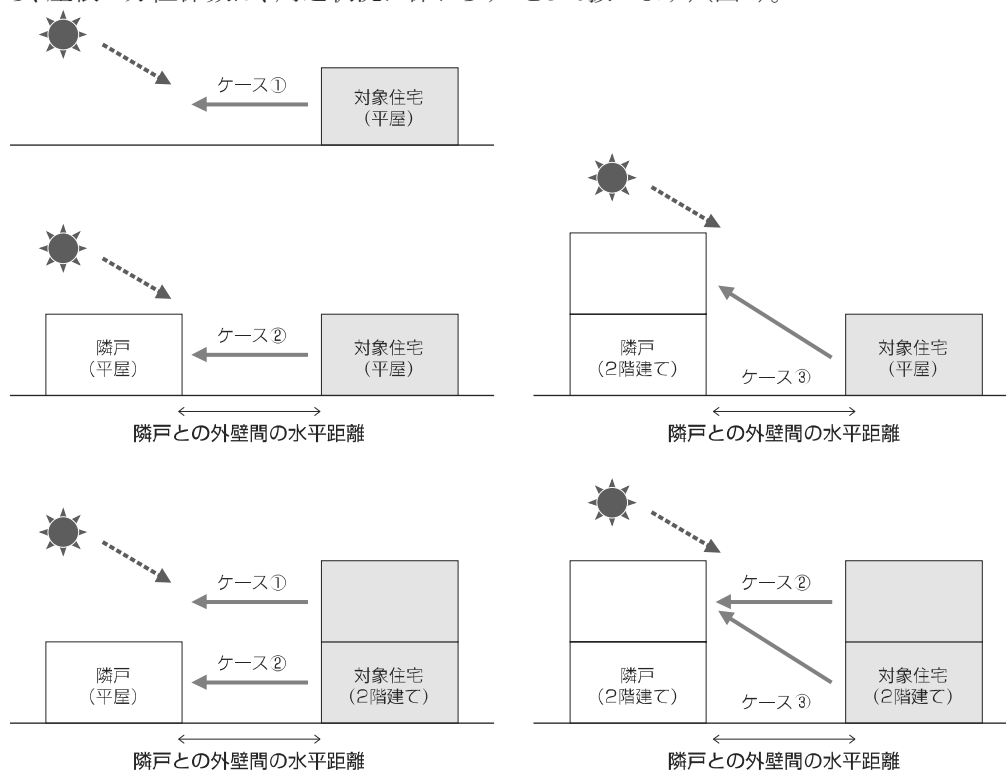
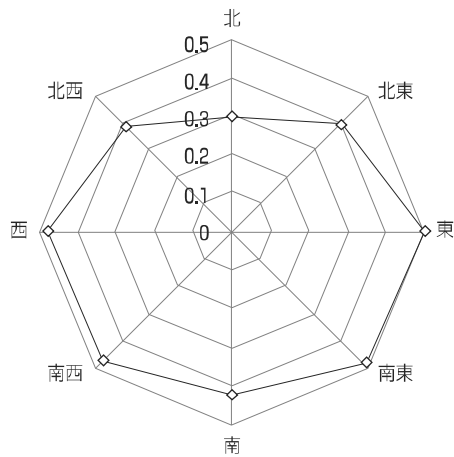
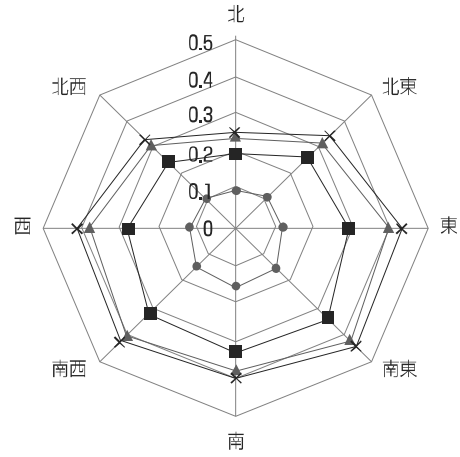


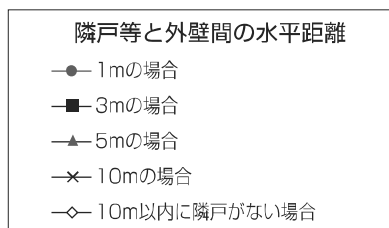
図 2 隣戸等との高低差の関係



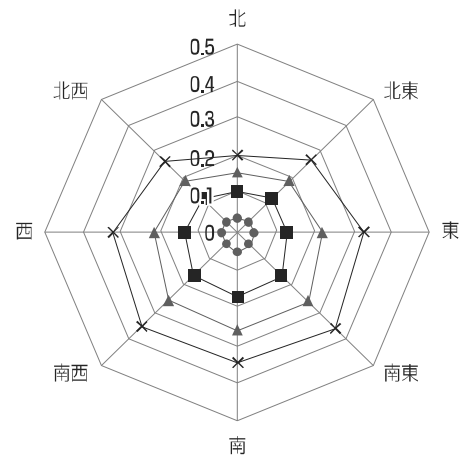
ケース①：周囲の10m以内に隣戸等がない場合



ケース②：検討対象住宅と同じ階数の隣戸等がある場合

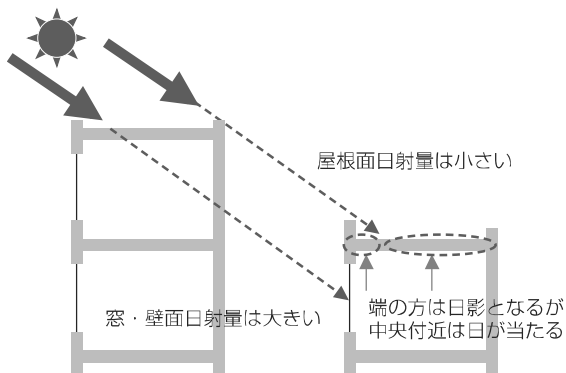


グラフ中の方位は壁が向いている方位を示す。

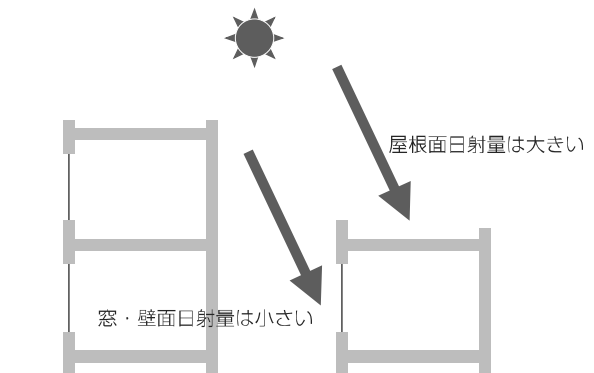


ケース③：検討対象住宅よりも1階分高い隣戸等がある場合

図3 隣戸等の有無による方位係数の違い：那覇、3/25～12/14（冷房期間）



(A) 太陽高度が低い時：隣戸等により遮蔽される



(B) 太陽高度が高い時：隣戸等により遮蔽されない

図4 隣戸等による屋根への日影

4.2.4 日射遮蔽の手法

手法1 外部遮蔽装置による日射遮蔽手法

- ・底、花ブロックおよびルーバーなどの外付け日射遮蔽部材といった、窓の外側に設置する装置により日射を遮蔽する手法です。一度室内に入ってしまった日射熱は、排出される前に室温を上昇させてしまうため、日射遮蔽は窓の屋外側で行う必要があります。
- ・雨端や壁面全体を覆う花ブロックを用いた場合、窓だけでなく、壁面に入射する日射を遮蔽する効果もあります。
- ・外部遮蔽装置による日射遮蔽の効果は、遮蔽係数で表わされます。遮蔽係数が小さいほど高い日射遮蔽効果があります。

$$\text{遮蔽係数} = \frac{\text{外部遮蔽装置を設置した場合に窓に入射する日射量}}{\text{外部遮蔽装置を設置していない場合に窓に入射する日射量}}$$

1 底

- ・底は主に、窓や壁に対し上方から入射する直達日射を遮蔽します。そのため、底による日射遮蔽効果は、太陽高度が高いときに直達日射が当たる南側で、かつ、天気の良いときに最も高くなります。また、底の出寸法が大きいほど遮蔽効果は高くなります(図5、図6)。
- ・窓や壁面に対し、日射は正面ばかりではなく斜め方向からも入射します。そのため、底は奥行きが浅い小底を窓ごとに設置するよりも、複数の窓で1つの底が連続するような、幅の広い底を設置する方が遮蔽効果は高まります(図6)。
- ・東西面では、太陽高度の低い位置から日射が当たるため、窓の下部では底による遮蔽効果が低くなります(図6、図7)。このような場合には、花ブロックやルーバー等を併用すると、底では遮蔽しにくい窓の下部に対する遮蔽効果がより高くなります。
- ・底の設置高さは、窓のすぐ上であることが、遮蔽効果を高めます(図7)。霧除けなどは、なるべく窓のすぐ上の高さに設置することで、小さな底でも高い日射遮蔽効果を発揮することができます。

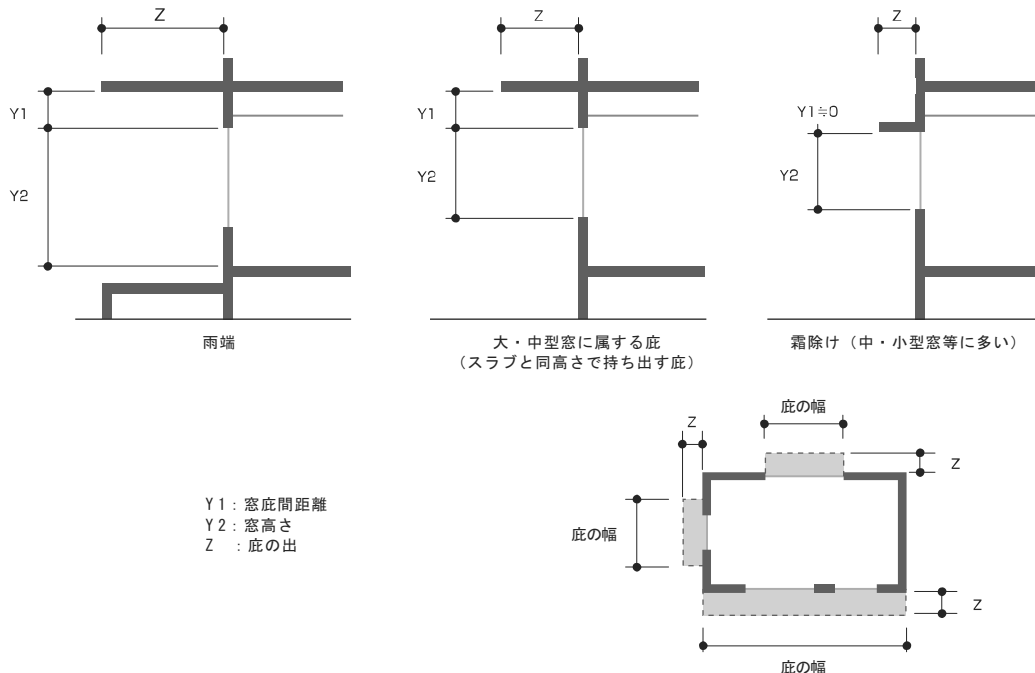
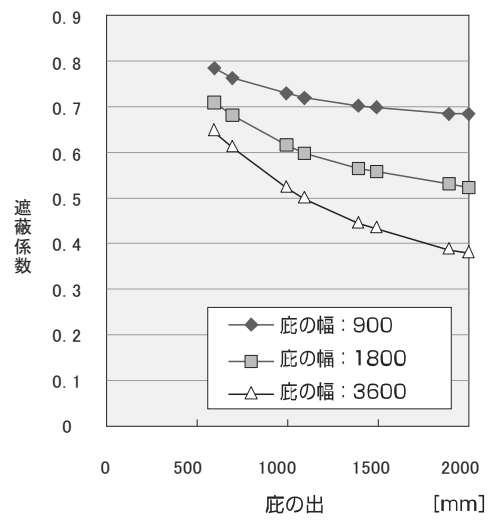
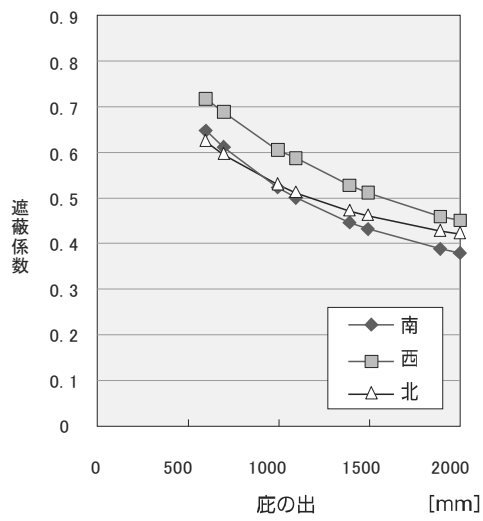


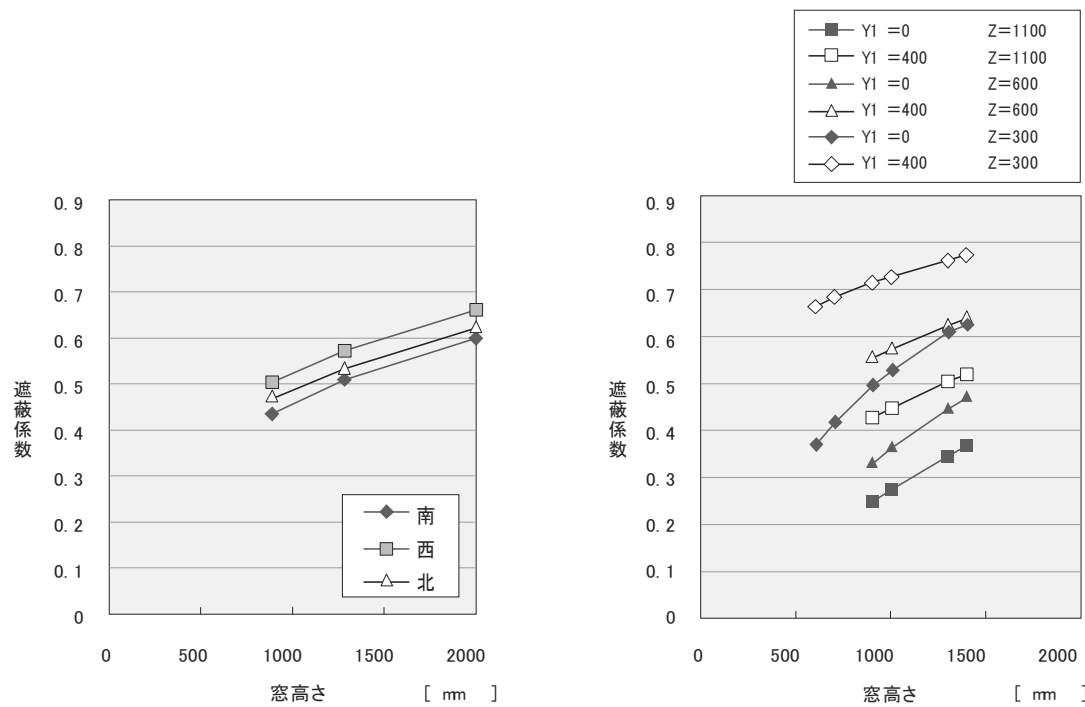
図5 代表的な底の形態と寸法



(A)設置方位の違いによる遮蔽係数
窓底間距離400mm、窓高さ2000mm、底の幅3600mm

(B)底の幅の違いによる遮蔽係数
窓底間距離400mm、窓高さ2000mm、設置方法 南

図6 底の出寸法と遮蔽係数の関係



(A)Y1 =400・Z= 1100、底の幅1800の場合

(B)底の幅1800、設置方位が南側の場合

図7 窓高さと遮蔽係数の関係

2 花ブロック

- 花ブロックは、西面などの太陽高度の低い時間帯に日射が当たる部位で、高い日射遮蔽効果を発揮します。
- 図8のような寸法の花ブロックでは、遮蔽係数は、0.1 以下となります(表7)。この値は、底の併用等により、窓面と花ブロックの隙間の上部から日射が入らないことを前提としています。
- 花ブロックは、空隙の面積が小さいほど日射の遮蔽効果が高くなります。一方、日射を遮蔽することは、自然光を遮蔽することですので、室内の明るさへの配慮も必要となります。南面の太陽高度が高い時間帯に日射が当たる部位では、底を用いて直達日射を遮蔽しつつ拡散光を採り入れ、西面など太陽高度の低い時間帯に直達日射が当たる部位では、花ブロックやルーバーなど(次項参照)を用いると、採光とのバランスのとれた日射遮蔽を行いやすくなります。

表7 花ブロックの遮蔽係数

方位	遮蔽係数
北	0.03
東	0.06
南	0.02
西	0.06

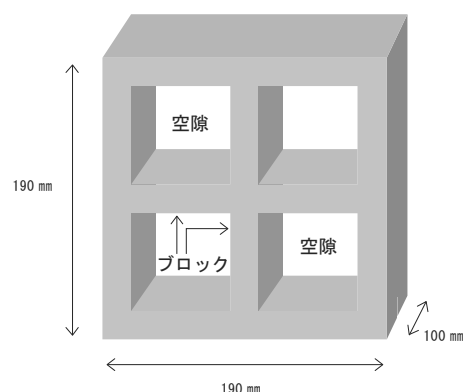


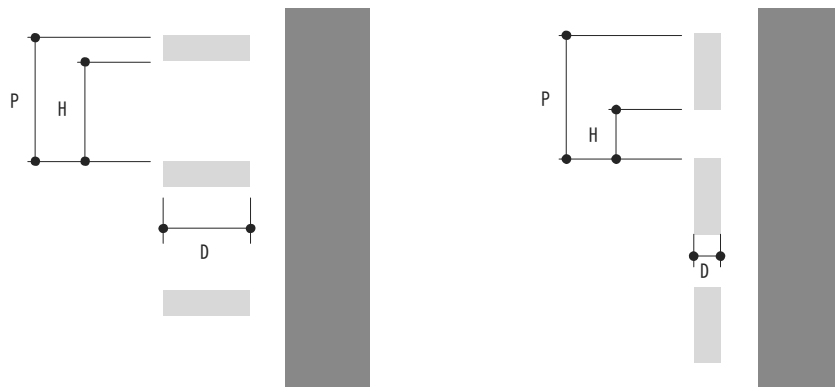
図8 花ブロックの形状の例



図9 花ブロックの使用例

3 外付け日射遮蔽部材（ルーバーなど）

- ルーバーなどの外付け日射遮蔽部材は、花ブロックと同様に窓等を面的に覆うことで日射遮蔽を行い、西面などの太陽高度が低い時間帯に直達日射が入射する部位でも、高い日射遮蔽効果を発揮します。また、可動ルーバーの場合には、時間帯や天候に応じ、日射量が多いときには日射遮蔽を優先し、日射量が少ないときには採光や眺望の確保を優先させることができます。
- ルーバーは隙間(H)が小さいほど、厚み(D)が大きいほど、日射遮蔽効果が高くなります(図10、図11)。
- (A)のように、隙間(H)が大きいルーバーの場合には、ルーバーの隙間から拡散光が入りやすく、屋外の眺望も得やすくなります。居室の窓に設置する場合で、ほかに窓がない場合には、このような形状として、採光・眺望と日射遮蔽のバランスを取るとよいでしょう。
- (B)のように、隙間(H)が小さなルーバーは日射遮蔽効果が高くなります。東西面が日当たりのよい場合に用いると効果的です。



P=100、H=80、D=50の場合 遮蔽係数は約0.25

P=100、H=30、D=15の場合 遮蔽係数は約0.15

(A) 拡散光を取り入れ眺望を確保するタイプ

(B) 日射遮蔽効果が高く厚みを抑えたタイプ

図 10 ルーバーのタイプと寸法

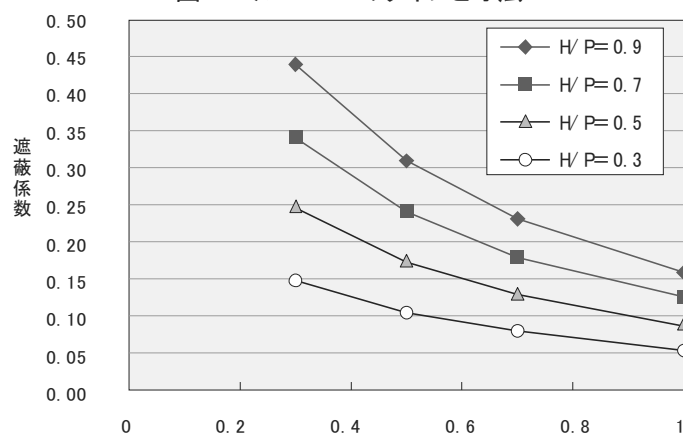


図 11 ルーバーを設置する場合の遮蔽係数

(ルーバーがない場合を 1 とした、ルーバーがある場合の日射量の比率)



図 12 ルーバーの使用例

手法2 躯体による日射遮蔽手法

1 躯体の日射遮蔽性能と対策

- ・VI地域の住宅構造で主流を占めるコンクリート造は、躯体そのものの熱容量が大きく、日射熱により躯体が温まってしまうとなかなか冷めにくいいため、日射熱に対する対策を何も講じないと、夜間、それらの熱が室内に放熱され、不快な温度環境をもたらします。
- ・それを防止するためには、屋根と壁に共通して、コンクリート躯体の外側に換気される通気層を設け躯体への日射熱の流入を通気層によって排熱することで抑制するか(通気)、躯体の内側もしくは外側に断熱材を施工するか(断熱)、躯体外表面の日射反射率を高めるか(日射反射)の、いずれかの対策が必要となります。
- ・夏期において壁体に侵入する熱は、室内と外気の温度差により発生する貫流熱と、日射熱侵入熱(直達日射量と天空日射量の合計)の2種に分かれます。断熱は前者と後者、日射反射と通気は後者の熱の侵入削減に有効です。

- ・各対策の特徴は以下の通りです。

①通気

通気による対策は、その通気層部分の換気回数が関係します。屋根への敷ブロックや板状パネル等の敷き込みによる通気層は、一般に外気に開放される空隙が設けられており、必要な換気量は確保されているものと考えられます。

②断熱

断熱による対策は、直達日射が当たり外表面温度の高温となる屋根を中心とする部分において有効です。住宅全体の断熱を高めることは、冬期の温熱環境を向上させるメリットがある反面、夏期において室内からの放熱を妨げる副作用があります。

③日射反射

日射反射による対策として、直達日射を反射するための外装の日射反射率を向上させる方法があります。日射反射率の高い白色や淡色系の一般塗料、もしくは遮熱塗料を躯体表面に塗布する方法がありますが、長期的な紫外線劣化や外装表面の汚れなどで性能が低下することが考えられますので、これらによる場合は、定期的に清掃や塗り替えなどのメンテナンスにつとめる必要があります。

- ・屋根および外壁の躯体に対するこれらの対策には、さまざまな組み合わせがありますが、必ずしも複数の措置を講じることや、措置の水準を手厚くすることが冷房エネルギー削減につながらない場合もあります。

- ・次節以降、外皮のうち屋根および外壁の躯体に係わる日射遮蔽性能とその対策について解説します。窓は、大きな日射侵入部位ですが(p.166 ポイント③参照)、温暖地などで有効なガラスやフレームといった窓の種類の選択による対策(複層ガラスや低放射複層ガラスの使用など 4.3 参照)は、室内側から屋外への放熱を抑制するために、VI地域では適切な方法とはいえません。VI地域では、一般的に用いられている普通単板ガラスの金属製(アルミ)サッシが基本となります。

2 屋根

1) 日射遮蔽手法と効果

- ・屋根は日射の影響を最も受ける部位であるため、外皮の中で窓に次いで日射遮蔽措置が求められる部位です。
- ・屋根の日射遮蔽対策の相互関係については、以下の特徴があります。

①日射反射を高めれば、断熱を施してもその効果はあまり現れません。

②日射反射を高めるかまたは断熱を行えば、通気層を設けてもその効果はあまり現れません。

このことから、日射反射、断熱、通気の対策をいずれかを選択して講じることが、効率的と考えられます。

- ・明るい色の建材を用いることができない場合(意匠上の理由や、日射反射による近隣への迷惑防止等の理由で)、手法3(外壁の日射遮蔽手法)において解説する遮熱塗料を用いる方法もあります。
- ・沖縄によくある屋根付きのバルコニーの屋根は、十分に換気された通気層を確保しているとみなすことができ、1 階部分の屋根の日射遮蔽対策として有効と考えられます。天窓などを設ける場合は、そのような日射遮蔽の工夫があるときに限り通風上で有効になりますが、そうでなければ日射遮蔽対策上で勧めることはできません。

・表8は、屋根の仕様の違いによる日射侵入率を表したものです。縦方向に断熱材の熱抵抗値および対応する仕様の違いを、横方向に通気層の有無、日射反射率の違いを並べ、それらの各条件における日射侵入率の値を示しています。

・無断熱の場合でも、通気や日射反射の対策を講じること、無断熱に比べて日射侵入率を低減できることがわかります。

・また、通気や日射反射の対策を講じなくても、断熱を施すことにより、日射侵入率を低減できることがわかります。断熱のレベルを上げることで日射侵入率の値は小さくなりますが、断熱材の熱抵抗値 $0.8 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 程度(押出法ポリスチレンフォーム保温板 2 種 30 mm相当)以上を確保した場合、夜間等における放熱を抑制することから、断熱厚を増すことによる冷房エネルギーの削減効果は小さいものとなります。

・表8の日射侵入率は、数値計算で M 値を判断する場合に、用いることができます。

表8 屋根の仕様の違いによる日射侵入率

断熱材の熱抵抗値 [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]	対応する省エネルギー基準等	断熱材の仕様例	通気層なし			通気層あり		
			日射 反射率 0.1	日射 反射率 0.4	日射 反射率 0.7	日射 反射率 0.1	日射 反射率 0.4	日射 反射率 0.7
0	—	無断熱	0.179	0.118	0.059	0.082	0.054	0.026
0.5	昭和 55 年基準	押出法ポリスチレンフォーム保温板 2 種 20 mm	0.048	0.032	0.016	0.039	0.025	0.013
0.8	—	押出法ポリスチレンフォーム保温板 2 種 30 mm	0.033	0.022	0.011	0.029	0.019	0.009
1.1	公庫基準	押出法ポリスチレンフォーム保温板 2 種 40 mm	0.025	0.017	0.008	0.023	0.015	0.007
1.3	平成 4 年基準	押出法ポリスチレンフォーム保温板 2 種 50 mm	0.022	0.015	0.007	0.020	0.013	0.006
1.7	—	押出法ポリスチレンフォーム保温板 3 種 50 mm	0.017	0.011	0.006	0.016	0.010	0.005
2.5	平成 11 年基準	押出法ポリスチレンフォーム保温板 3 種 75 mm	0.012	0.008	0.004	0.011	0.007	0.004

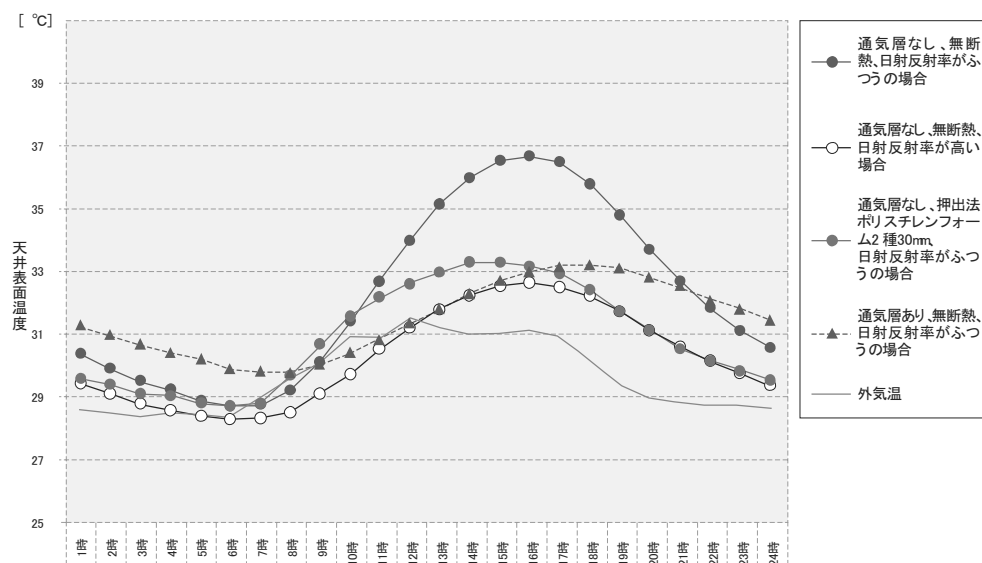
※1 日射反射率

0.1:反射性が低い(濃色系塗料など) 0.4:反射性が中程度(コンクリート、淡色系塗料など)、0.7:反射性が高い(白色系塗料など)

※2 公庫基準:沖縄振興開発金融公庫監修 公庫融資住宅工事仕様書(平成 19 年 7 月)環境共生住宅基準 省エネルギータイプ

ポイント 屋根の仕様の違いによる天井表面温度の推移

- 図は、代表的仕様の屋根に関する夏期における天井表面温度を示したものです。
- 無対策の条件(通気層なし、無断熱、日射反射率がふつう)に比べて、日射反射率を高めた場合は、昼間で4℃程度、明け方でも0.4℃程度低くなっています。また、断熱材を設ける対策では、昼間で3.5℃程度、午前0時で1℃低くなっています。
- 一方、通気層を設ける対策では、昼間で3.5℃低くなりますが、午後10時から午前8時の間は無対策の条件よりも表面温度は高くなっています。夜間において表面温度の低下しにくい理由は、夜間放射による放熱が通気層によって抑制されてしまうためと考えられます。



■計算条件:8月1日～10日の時刻別平均 検討対象室:東南の和室(非冷房室) 外壁:通気層なし、無断熱 反射率はふつう、庇:非設置

図 屋根の仕様の違いによる 天井表面温度の推移

2) 代表的な日射遮蔽仕様

屋根の日射遮蔽手法のうち、通気層の代表的な仕様を例示します(図13)。

- 屋根面上部に敷ブロックを設置するなどにより通気層を設ける方法は、日射侵入対策のほか、屋根スラブの耐久性向上に大きな効果があります。
- 敷ブロックなどの端部は外気に開放させ、通気層内が十分に換気される構造とすることが必要です。また、通気層厚さは最低でも30mm以上確保することが望まれます。屋根下地及び屋根材を留め付ける金物類は耐腐食性(防錆性)に優れた材質のものを使用して下さい。
- VI地域で一般的な敷ブロックによる方法は、新築ばかりでなく既存住宅にも比較的簡単に適用できますが、その場合は既存屋根の許容積載荷重に注意する必要があります。

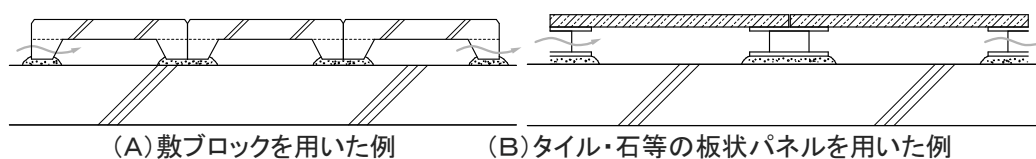


図13 屋根通気層の例

ポイント 材料表面の日射反射率・長波長放射率

- 図は、主な建築材料について日射反射率および長波長放射率に関する数値を示しています。
- 材料表面の日射吸収率 A1 は下の横軸に、日射反射率 A2 は上の横軸に示しています。日射を透過しない建築材料の場合、 $A1 + A2 = 1$ の関係にあります。外装表面の遮熱性能を検討するときに、該当する材料の数値を参照して下さい。
- 材料表面の長波長放射率 B1 は左の縦軸に、長波長反射率 B2 は右の縦軸に示しています。これらの値も日射を透過しない建築材料の場合、 $B1 + B2 = 1$ となります。通気層や中空層内部の遮熱設計を検討するときに、その数値を利用します。

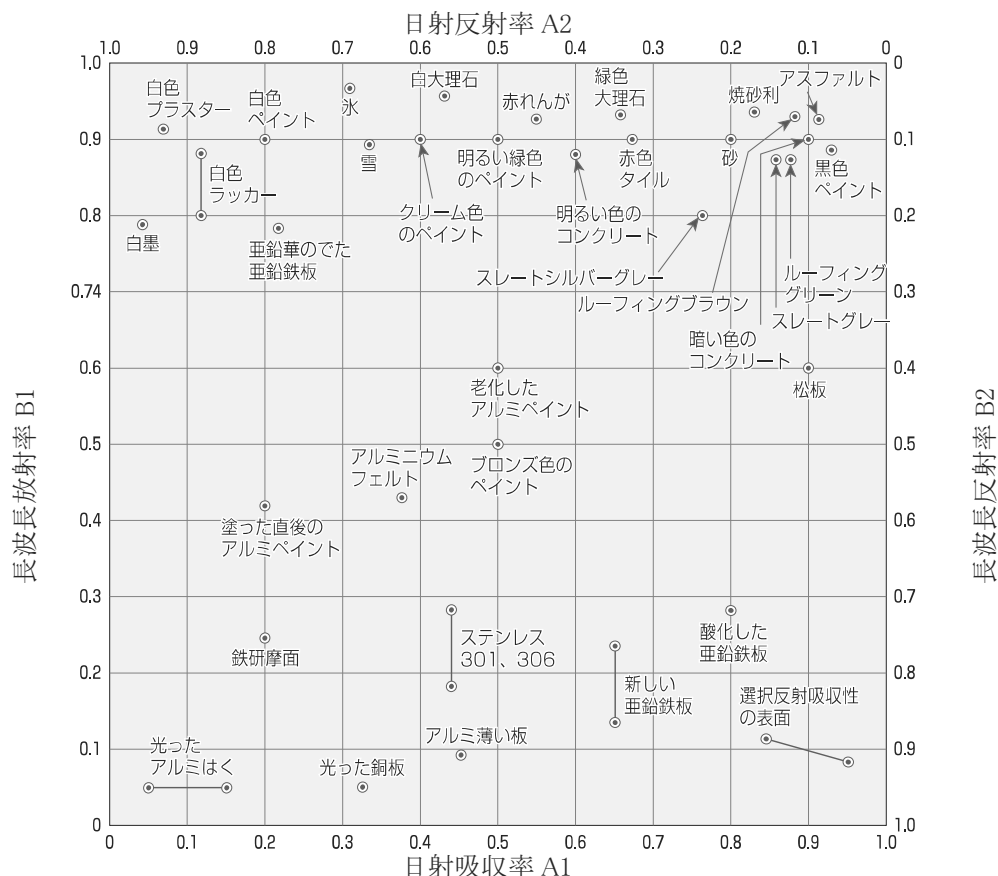


図 材料表面の日射反射率・長波長放射率

参考:「建築設計資料集成1 環境」(p.122)、日本建築学会編 丸善 1978 年

3 外壁

- 外壁の日射遮蔽対策としては、まず雨端や花ブロック等によって開口部とともに外部日射遮蔽を行うことが大切です。
- 立地条件による方位係数(図 3)を確認して、隣戸等による日射遮蔽効果が、雨端や花ブロック等を設置した場合に比しても十分と認められるようであれば、それらの設置を省略することも可能です。
- 雨端や花ブロック等による対策が採れない場合には、屋根と同じ対策(通気、断熱、日射反射)の採用を検討せざるを得ませんが、通気および断熱については、夜間等における放熱を抑制する副作用がある点に留意のため、M値計算による詳細な確認が必要です。また、日射反射については、とくに明るい色や光を反射するような材料の使用には、近隣への配慮が必要な場合があります。
- 可視光の反射率を抑えて、日射反射率を高めたい場合、遮熱塗料の特性を生かす方法もあります。
- 表9は、外壁の仕様の違いによる日射侵入率を表したものです。縦方向に断熱材の熱抵抗値および対応

する仕様の違いを、横方向に通気層の有無、日射反射率の違いを並べ、それらの各条件における日射侵入率の値を示しています。

表 9 外壁の仕様による日射侵入率

断熱材の 熱抵抗 値 $[\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}]$	対応する 省エネルギー 基準等	断熱材の仕様 例	通気層なし			通気層あり(参考)		
			日射 反射率 0.1	日射 反 射 率 0.4	日射 反 射 率 0.6	日射 反 射 率 0.1	日射 反 射 率 0.4	日射 反 射 率 0.6
0	昭和 55 年基準 平成 4 年基準	無断熱	0.157	0.097	0.064	0.077	0.050	0.032
0.3	平成 11 年基準	ビーズ法ポリ スチレンフォ ーム保温板 15 mm	0.067	0.043	0.029	0.045	0.030	0.019

※1 日射反射率

0.1:反射性が低い(濃色系塗料など) 0.4:反射性が中程度(コンクリート、淡色系塗料など)、0.6:反射性がやや高い(遮熱塗料など)

※2 通気層の工法・材料については、耐久性等への配慮を含め、検討の余地があると考えられます。

4.3 V 地域における日射遮蔽手法

日射遮蔽は、夏期・中間期において建物内に侵入しようとする日射を上手に遮ることにより、太陽熱の過度な流入を抑制し、冷房エネルギー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す。

開口部における日射遮蔽は、冬期の日射取得との両立をはかり、自然風利用や昼光利用を損なうことなくように計画することが大切です。

4.3.1 日射遮蔽の目的とポイント

1 冷房エネルギーを削減する

- ・日射は住宅内の温熱環境にたいへん大きな影響を与えます。冬期では、より多くの日射熱を取得することにより室温を上昇させ、暖房エネルギーを削減することができますが、夏期では、日射熱によって上昇する室温を冷房によって下げる必要があるため、日射量が多ければ多いほど冷房エネルギーの負担が増えていきます。
- ・日射遮蔽の目的は、文字どおり日射を遮蔽することにより、室内に流入する日射熱を低減させ、冷房エネルギーを削減することにあります。

2 室内を涼しく保つ

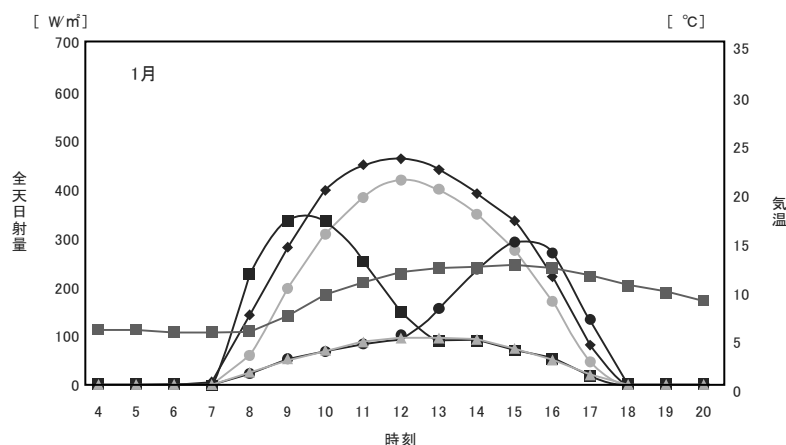
- ・夏期や中間期に室内を涼しく保つためには、通風と合せて日射遮蔽が重要です。日射遮蔽を効率よく行うには、建物外皮の各部位の方位特性に配慮する必要があります。日射熱の流入を抑制することにより、室温の上昇を抑えるとともに内壁面等の表面温度の上昇を抑えることが可能になります。

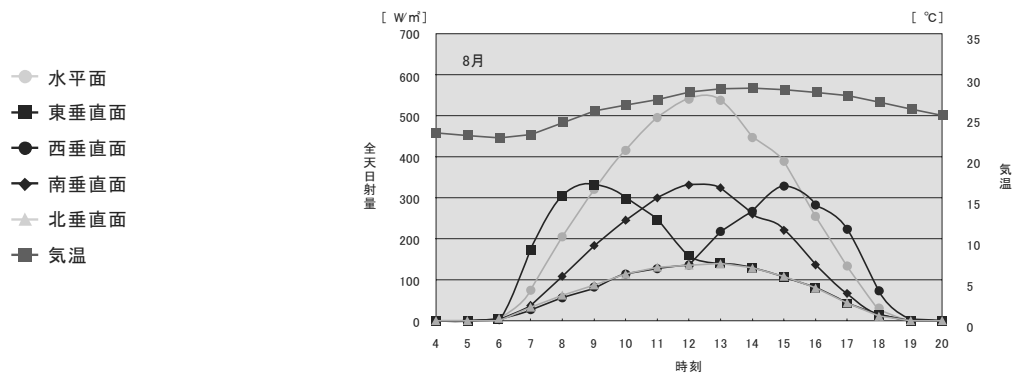
ポイント 日射遮蔽対策を検討するための予備知識となる基本的事項

① 方位による日射量の違い

- ・建物に当たる日射は、季節と建物部位の向きによって変わります(図 a)。太陽高度の高い夏期における日射量は、屋根などの水平面で極めて大きくなり、垂直面である壁については、東西の面が大きく南面の方が小さくなります。こうした日射の特徴を理解することが有効な日射遮蔽対策につながります。

図 a
方位による
全天日射量の違い
(鹿児島・1月と8月の
月間平均値)





② 透明部位と不透明部位による透過日射量の違い

- ・図bに示すように、窓ガラスのような透明部位と、屋根・外壁などの不透明部位とを比べると、透明部位からの日射量ははるかに大きくなります。したがって透明部位の窓については、十分な日射遮蔽対策が必要となります。
- ・また、開口部の内部で日射を遮蔽する内部遮蔽に比べ、外部で日射を遮蔽する外部遮蔽の効果の方が大きくなります。
- ・不透明部位の屋根・外壁については、まず、断熱化が日射遮蔽対策となります。とくに屋根は多量の日射熱を受け、夏期の屋根面の温度は 60～70℃にも達しますが、高断熱化をはかることにより日射遮蔽効果が高まります。次いで日射反射率の高い材料を用いるなどの手法を検討します。

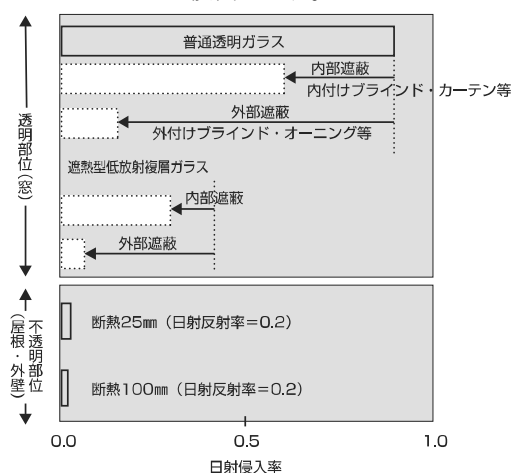


図 b 窓と屋根・外壁の日射遮蔽性能の比較

4.3.2 日射遮蔽対策による省エネルギー目標レベル

1 目標レベルの定義

- ・日射遮蔽対策による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル 1 から 3 までとし、冷房設備に消費されるエネルギーの削減率を表します(表 1)。
- ・冷房エネルギーの削減率は、主開口面が面する方位によって、同じレベルでも異なる値となります。主開口面を選び出し、それが南、南東または南西、東または西のうち、いずれの方位に面するか確認して下さい。これらの中間の方位に面する場合は、近い方位を選んで下さい。
- ・主開口面は、各方位に面する開口部(ここでは窓を対象とします)のうち、他の方位に比べて開口部面積が著しく大きいことが条件となります。主開口面を選ぶ際の条件を例示しますので、参考として下さい(以下のうち、いずれかであること)。

- 住宅の延床面積に対する当該方位に面する開口部面積の割合が 15%程度以上である。

b. 当該方位に面する開口部面積が、他方位に面する開口部面積の3倍程度を超えている。

- ・冷房エネルギーの削減率は、主開口面が南に面する場合で、日射遮蔽措置をとくに講じないレベル0の状態を基準としています。主開口面が南東または南西、東または西に面する場合、レベル0では冷房エネルギーが増加することになるので、とくに注意が必要です。

表1 日射遮蔽対策の目標レベルと省エネルギー効果

目標レベル	主開口面の方位		
	南	南東または南西	東または西
レベル0	冷房エネルギー削減なし(基準条件)	冷房エネルギー増加率 30%	冷房エネルギー増加率 10%
レベル1	冷房エネルギー削減率 15%	冷房エネルギー削減率 20%	冷房エネルギー削減率 20%
レベル2	冷房エネルギー削減率 30%	冷房エネルギー削減率 25%	冷房エネルギー削減率 25%
レベル3	冷房エネルギー削減率 45%	冷房エネルギー削減率 35%	冷房エネルギー削減率 35%

- ・部分間欠冷房の場合、2000年時点における標準的な冷房エネルギー消費量は5.7GJ(エネルギー消費量全体の8%程度)となります(6.1参照)。
- ・日射遮蔽には、開口部、屋根、外壁などいくつかの部位が関連しますが、本書ではこれらのうち、冷房エネルギーの削減効果が試算により確認された「開口部の日射遮蔽手法」に着目します。各目標レベルは、開口部の日射遮蔽手法を講じることにより得られる「開口部の日射侵入率」の値が指標となります。

2 目標レベルの達成方法

1) 目標レベルと開口部の日射侵入率

- ・日射遮蔽による省エネルギーの目標レベルは、開口部の日射侵入率の基準値を満たす対策を講じることにより達成することができます(表2)。
- ・日射侵入率は、入射する日射熱のうち室内側へ流入する熱の割合を表したもので、日射熱取得率とも呼ばれています。この値が小さいほど、日射遮蔽性能が高いことになります。
- ・開口部の日射侵入率の基準値は、開口部の方位により変わります。北寄り(真北 $\pm 30^\circ$ の範囲)に面する開口部は、日射取得量が他の方位に面する開口部に比べて小さいので、日射遮蔽対策の必要性も相対的に小さくなり、日射侵入率の基準値は他の方位に面する開口部よりも大きい値となります。
- ・目標レベルを達成させるためには、真北 $\pm 30^\circ$ の範囲およびそれ以外(真南 $\pm 150^\circ$)の範囲に面する開口部のそれぞれについて、基準となる日射侵入率に相当する日射遮蔽対策を講ずることが必要になりますので注意して下さい。
- ・開口部の日射侵入率は、既存の省エネルギー基準に準拠して設定しています。レベル1は平成4年省エネルギー基準に、レベル2は平成11年省エネルギー基準に準拠し、レベル3はさらにその上位に位置する性能としています。

表2 日射遮蔽対策の目標レベルと達成方法

目標レベル	開口部の日射侵入率の基準値		準拠する省エネルギー基準
	真北 $\pm 30^\circ$ の範囲	左記以外の範囲	
レベル0	0.79程度	0.79程度	—
レベル1	0.79以下	0.60以下	平成4年省エネルギー基準
レベル2	0.55以下	0.45以下	平成11年省エネルギー基準
レベル3	0.55以下	0.30以下	—

- ・この3つのレベルの違いを図示すると、図1のようになります。

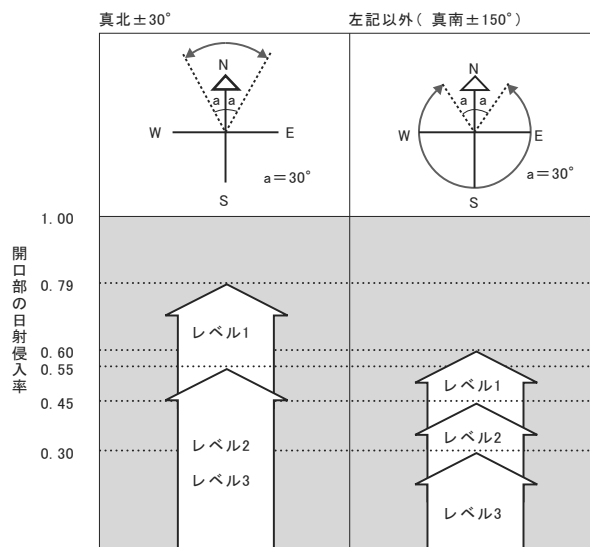


図1 方位別の開口部の日射侵入率の基準値

2) 開口部の日射侵入率の算定方法

・開口部の日射侵入率は、ガラス、カーテン・ブラインド等の日射遮蔽部材および庇・軒等(庇等といいます)の各部位の対策の手厚さの程度によって決まります。これらを組み合わせた場合、次式の簡易計算法により、開口部の日射侵入率を求めることができます。

開口部の日射侵入率＝ガラスの日射侵入率×日射遮蔽部材の遮蔽係数×庇等の遮蔽係数

- ・ガラスの日射侵入率はガラスの仕様により、日射遮蔽部材の遮蔽係数は部材の種類により、庇・軒の遮蔽係数は庇等の有無と設置する方位により、それぞれ定められた値があります。該当する値を上式に代入して、開口部の日射侵入率は求められます。
- ・ガラス、ブラインド等の日射遮蔽部材のそれぞれの性能向上の比率は、そのまま組み合わせ時の日射遮蔽性能の違いとして表れます。
- ・庇等がないかまたは庇等があっても図2の条件を満たさない場合は、遮蔽係数は1となり、庇等による日射侵入率の低減効果を見込むことはできません。開口部の高さに応じて庇・軒の出寸法を調整する必要があります。
- ・ガラス、日射遮蔽部材、および庇等を組み合わせた開口部の日射侵入率の算定結果を表3に示しますので、活用して下さい。
- ・表中の色の違いは、レベルとの対応関係を表しています。

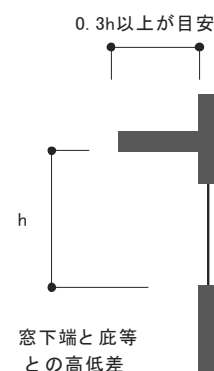


図2 日射遮蔽に有効な庇等

3) 屋根、外壁等の扱い

・屋根や外壁等の不透明部位については、「4.1 V地域における断熱外皮計画」に示されている断熱が施されている場合は、日射侵入率は透明部位に比べてはるかに小さくなることから、目標レベルの達成に関係する要素として扱いません。しかし、屋根や外壁は面積が大きく、全体として冷房負荷への影響が少なくないことから、「4.3.4 日射遮蔽の手法」の中で取り上げ、それぞれの手法について解説しています。

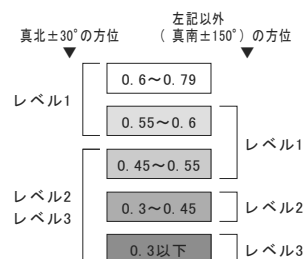


表 3 ガラス・日射遮蔽部材・庇等の組み合わせによる日射侵入率

(1) 庇等なし

ガラスの仕様	日射遮蔽部材の種類				
	なし	レースカーテン	内付ブラインド	紙障子	外付ブラインド
普通単板ガラス	0.88	0.56	0.46	0.38	0.19
普通複層ガラス	0.79	0.52	0.44	0.37	0.17
普通三層複層ガラス	0.71	0.50	0.44	0.38	0.16
断熱型低放射複層ガラス(空気層 12 mm)	0.63	0.48	0.43	0.37	0.15
断熱型低放射複層ガラス(空気層 6 mm)	0.62	0.47	0.43	0.37	0.15
遮熱型低放射複層ガラス(空気層 12 mm)	0.42	0.32	0.29	0.26	0.11
遮熱型低放射複層ガラス(空気層 6 mm)	0.43	0.33	0.30	0.26	0.11
遮熱複層ガラス(熱線反射ガラス2種、空気層 6 mm)	0.39	0.31	0.28	0.25	0.10
遮熱複層ガラス(熱線反射ガラス3種、空気層 6 mm)	0.28	0.23	0.21	0.19	0.08
遮熱複層ガラス(熱線吸収ガラス、空気層 6 mm)	0.57	0.41	0.36	0.31	0.13
熱線反射ガラス2種単板	0.48	0.38	0.34	0.31	0.12
熱線反射ガラス3種単板	0.35	0.31	0.28	0.25	0.10
熱線吸収ガラス単板	0.68	0.47	0.41	0.35	0.15

(2) 庇等あり／真南±30° 以外の方位

ガラスの仕様	日射遮蔽部材の種類				
	なし	レースカーテン	内付ブラインド	紙障子	外付ブラインド
普通単板ガラス	0.62	0.39	0.32	0.27	0.13
普通複層ガラス	0.55	0.36	0.31	0.26	0.12
普通三層複層ガラス	0.50	0.35	0.31	0.27	0.11
断熱型低放射複層ガラス(空気層 12 mm)	0.44	0.34	0.30	0.26	0.11
断熱型低放射複層ガラス(空気層 6 mm)	0.43	0.33	0.30	0.26	0.11
遮熱型低放射複層ガラス(空気層 12 mm)	0.29	0.23	0.20	0.18	0.07
遮熱型低放射複層ガラス(空気層 6 mm)	0.30	0.23	0.21	0.18	0.08
遮熱複層ガラス(熱線反射ガラス2種、空気層 6 mm)	0.27	0.21	0.19	0.18	0.07
遮熱複層ガラス(熱線反射ガラス3種、空気層 6 mm)	0.19	0.16	0.15	0.13	0.06
遮熱複層ガラス(熱線吸収ガラス、空気層 6 mm)	0.40	0.29	0.25	0.22	0.09
熱線反射ガラス2種単板	0.34	0.27	0.24	0.22	0.08
熱線反射ガラス3種単板	0.24	0.21	0.20	0.18	0.07
熱線吸収ガラス単板	0.47	0.33	0.28	0.25	0.11

(3) 庇等あり／真南±30° 以外の方位

ガラスの仕様	日射遮蔽部材の種類				
	なし	レースカーテン	内付ブラインド	紙障子	外付ブラインド
普通単板ガラス	0.44	0.28	0.23	0.19	0.09
普通複層ガラス	0.39	0.26	0.22	0.19	0.09
普通三層複層ガラス	0.36	0.25	0.22	0.19	0.08
断熱型低放射複層ガラス(空気層 12 mm)	0.32	0.24	0.22	0.19	0.08
断熱型低放射複層ガラス(空気層 6 mm)	0.31	0.24	0.22	0.19	0.08
遮熱型低放射複層ガラス(空気層 12 mm)	0.21	0.16	0.14	0.13	0.05
遮熱型低放射複層ガラス(空気層 6 mm)	0.21	0.17	0.15	0.13	0.06
遮熱複層ガラス(熱線反射ガラス2種、空気層 6 mm)	0.20	0.15	0.14	0.13	0.05
遮熱複層ガラス(熱線反射ガラス3種、空気層 6 mm)	0.14	0.11	0.10	0.10	0.04
遮熱複層ガラス(熱線吸収ガラス、空気層 6 mm)	0.29	0.20	0.18	0.16	0.07
熱線反射ガラス2種単板	0.24	0.19	0.17	0.15	0.06
熱線反射ガラス3種単板	0.17	0.15	0.14	0.13	0.05
熱線吸収ガラス単板	0.34	0.24	0.20	0.18	0.08

4.3.3 日射遮蔽技術の検討ステップと目標レベルの設定

1 日射遮蔽技術の検討ステップ

ステップ1 敷地周辺状況の確認・目標レベルの設定

- ・敷地周辺状況から建物が受ける日射を確認します。
- ・眺望などの条件を考慮しながら日射を考慮した開口部の配置計画を検討し、日射遮蔽対策の目標レベルを設定します。



ステップ2 開口部の日射遮蔽手法の検討 手法1

- 1) 日射遮蔽に効果のある窓の選択
- 2) 日射遮蔽部材を利用した開口部の日射遮蔽
- 3) 庇等を利用した開口部の日射遮蔽



ステップ3 屋根の日射遮蔽手法の検討 手法2

- 1) 日射反射率の高い屋根材の使用
- 2) 小屋裏換気による日射遮蔽(天井断熱の場合)
- 3) 屋根の通気措置による日射遮蔽(屋根断熱の場合)



ステップ4 外壁の日射遮蔽手法の検討 手法3

- 1) 日射反射率の高い外壁材の使用
- 2) 外壁の通気措置による日射遮蔽



ステップ5 その他の日射遮蔽手法の検討 手法4

- 1) 照返しの防止措置
- 2) 庭木による日射遮蔽措置

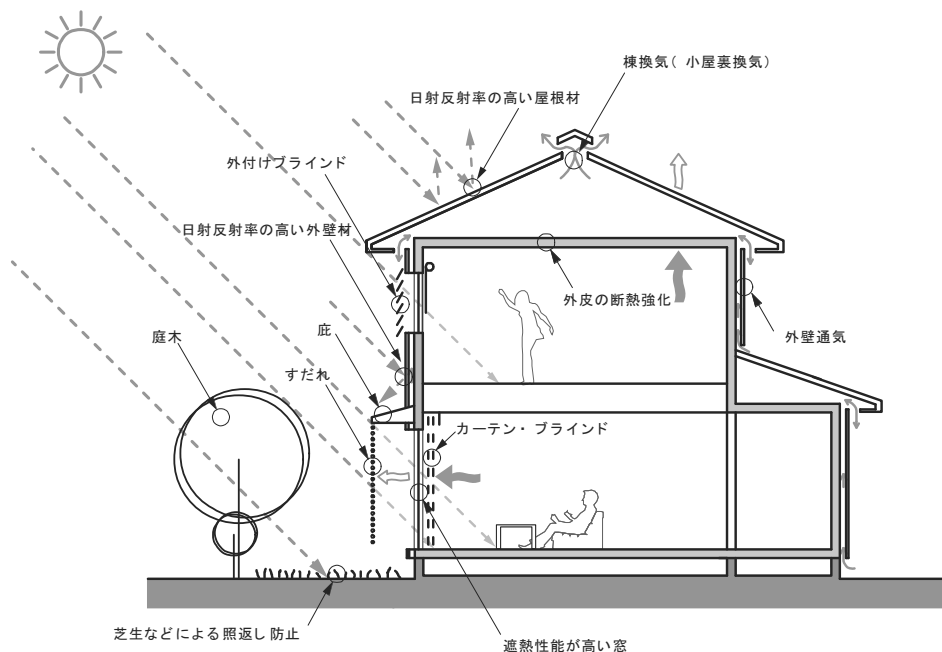


図 3 日射遮蔽手法の全体像

2 敷地周辺状況の確認等と目標レベルの設定

・敷地周辺状況の確認と、日射の状況を考慮した開口部の配置計画を通して、開口部の日射遮蔽の目標レベルを設定します。

1) 敷地周辺状況の確認

- ・日射遮蔽の必要性は、夏期および中間期に建物が受ける日射量により変わります。そのため敷地周辺の状況を確認し、建物が受ける日射量を想定することが必要です。
- ・敷地周囲が建物に囲われ、日影となる時間が極めて長くなる敷地や、都市内の狭小敷地で隣家との隣棟間隔が小さい敷地などでは、日射量が小さくなる場合があります。こうした場合には、日射遮蔽対策の必要性は低くなると考えられます。

2) 日射を考慮した開口部の配置計画

- ・夏期に日射を極力遮蔽し、冬期に逆に取り入れるためには、開口部の方位を南寄りとすることが大切です。
- ・道路や隣家等との関係、あるいは眺望等を考慮して、東西に開口部を設けざるを得ない場合には、日射遮蔽部材の活用が不可欠となります。
- ・南寄り(真南 $\pm 30^{\circ}$)に面して開口部を設けた場合、庇等による日射遮蔽効果をより大きく見込むことができます。

4.3.4 日射遮蔽の手法

手法1 開口部の日射遮蔽手法

- ・開口部の日射遮蔽対策が講じられていない場合には、夏期および中間期において、建物室内の温度の上昇をまねき快適性が著しく損なわれるほか、冷房エネルギーの大幅な増加の要因となります。
- ・図 4 は、外付けブラインドと内付けブラインドを設置した窓面の温度を比較したものです。内付けブラインドのように室内側で遮蔽する場合、日射を受照する窓面は大きなパネルヒーターのように温度が上がってい

ることがわかります。

- 開口部の日射遮蔽手法には表 4 に示す種類があり、条件に応じて適切に手法を選択することが必要です。

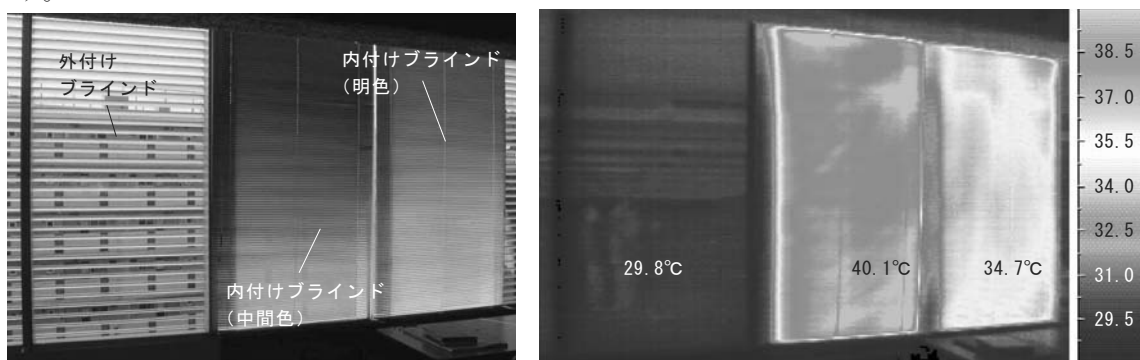


図4 ブラインドを設置した場合の窓面温度の比較

表4 開口部の日射遮蔽手法と効果

開口部の日射遮蔽手法		概要	効果
1) 日射遮蔽に効果のある窓の選択		サッシおよびガラスに遮熱性能の高いものを使うことによる日射遮蔽手法	中
2) 日射遮蔽部材を利用した開口部の日射遮蔽	外付け日射遮蔽部材	外付けブラインド等の開口部の外側に設ける付属部材を利用した日射遮蔽手法で、全方位にわたって効果が期待できる	大
	内付け日射遮蔽部材	カーテンやブラインド等の開口部の室内側に設ける付属部材を利用した日射遮蔽手法	小
3) 庇等を利用した開口部の日射遮蔽		庇を利用して開口部から侵入する日射を遮る手法で、取り付け方位と出寸法によって日射遮蔽の効果が変わる	南面で大

1 日射遮蔽に効果のある窓の選択

- 窓自体により日射を遮る手法で、ガラスとフレーム(枠・框)の日射反射率および熱貫流率によって日射遮蔽効果が変わります。
- 開口部は、断熱性の面で弱点となる部位でもあります。日射遮蔽の観点と合せて、断熱外皮計画を考慮して、適正な窓を選択することが必要です。
- ガラスの種類、フレーム(枠・框)の材料・面積によって、適正な仕様の窓を選択します。

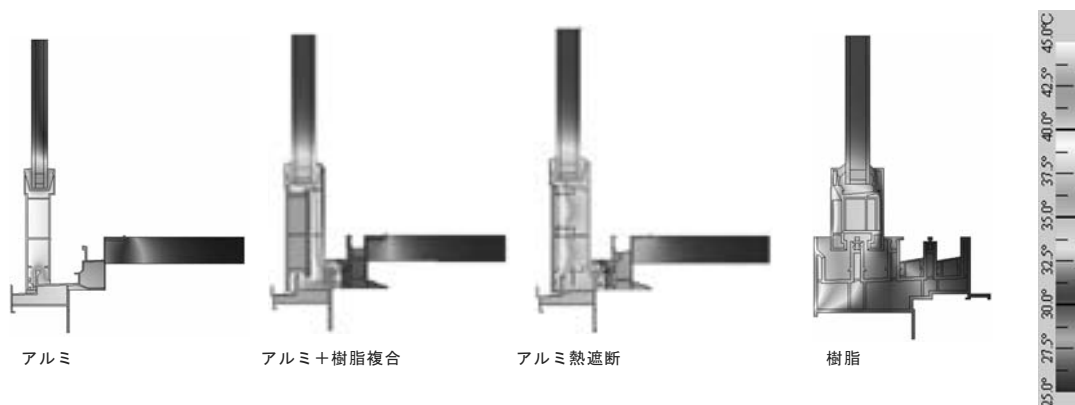


図5 各種フレーム断面における温度分布図

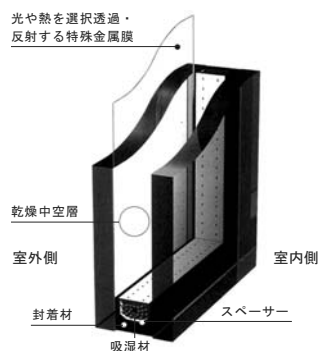


図6 低放射複層ガラス



図7 ブラインド内蔵複層ガラス

1) ガラスの種類と日射遮蔽効果

- 一般的には単板ガラス、複層ガラス、断熱型低放射複層ガラス、遮熱型低放射複層ガラス、ブラインド内蔵複層ガラスなどがあげられます(図6、図7)。これらの特性は表5のとおりです。

表5 ガラスの種類と特性

ガラスの種類	特性	効果
単板ガラス	最も一般的な透明の平板ガラスで日射をほとんど透過する	小
普通複層ガラス	2枚の板ガラスの間に乾燥空気を封入することで断熱性を高めたガラスであるが、日射のほとんどを透過する	小
断熱型低放射複層ガラス	室内側のガラスに断熱性と保温効果に優れた特殊金属 Low-E 膜をコーティングした複層ガラスで、やや日射遮蔽効果がある	小～中
遮熱型低放射複層ガラス	室外側のガラスに遮熱性と断熱性に優れた特殊金属 Low-E 膜をコーティングした複層ガラスで、日射遮蔽効果がある	中
ブラインド内蔵複層ガラス	複層ガラスの中空層にブラインドを組み込んだガラス。高い断熱効果とともに、ブラインドの開閉によって、光のコントロール効果も併せもっており日射遮蔽にも有効である	中～大

2) フレーム（枠・框）の種類と日射遮蔽効果

- 一般的には金属製、金属製熱遮断構造、金属・樹脂複合、樹脂、木製、金属や樹脂を被覆した木製等のサッシがあげられます。これらの特性は表6の通りです。

表6 フレーム（枠・框）の種類と特性

フレームの種類	特性	効果
金属製（アルミ）	熱伝導率が大きく、最も吸収日射熱を室内に伝えやすい	小
金属製熱遮断構造	熱伝導率の大きいアルミ部材を、樹脂材料を使って室外側と室内側に熱的に分離し、熱を伝えにくくしたもの	中
金属・樹脂（木）複合	室外側は耐久性に優れたアルミ、室内側は熱を伝えにくい樹脂や木を使って、熱を伝えにくくしたもの	中
樹脂、木製	熱伝導率が小さく最も吸収日射熱を室内に伝えにくい	大

2 日射遮蔽部材を利用した開口部の日射遮蔽

- 窓の屋外側や屋内側にブラインド、ルーバー、スクリーンなどの日射遮蔽効果をもつ部材を設置して開口部から侵入しようとする日射を遮る手法です(図8)。
- 可動性のある日射遮蔽部材を用いることにより、季節・時刻・天候の変化や、眺望・風通しの要望などの生活要求に応じて、取り外しなどの調整を行うことが可能になります。
- 通風利用、昼光利用と住宅のデザインを考慮して、適切な仕様、機構の部材を選択することが大切です。
- 日射遮蔽部材には外付け部材と内付け部材とがあります。内付け日射遮蔽部材を用いた場合、窓を透過

して日射遮蔽部材の表面に当たる熱のほとんどは室内に放熱されますので、外付け日射遮蔽部材ほどの効果は期待できません(図9)。

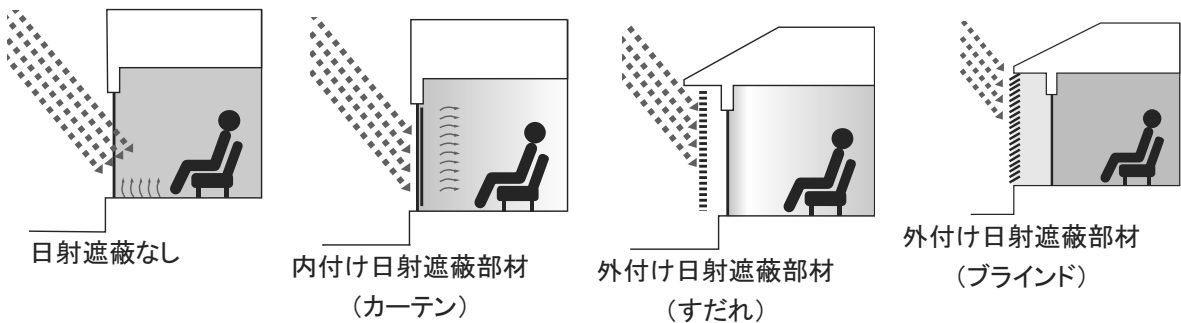


図8 開口部の日射遮蔽部材の有無・位置による効果の違い

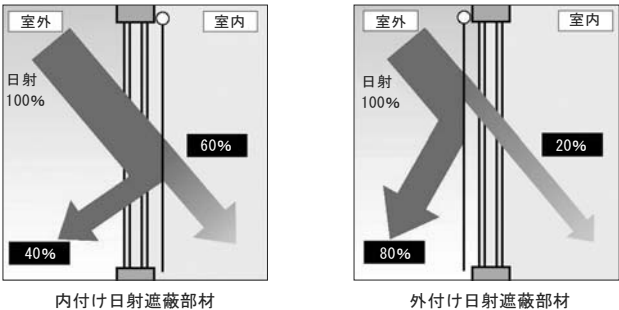


図9 日射遮蔽部材の位置による効果(イメージ)

1) 外付け日射遮蔽部材の計画手法

- ・外付け日射遮蔽部材にはブラインド、ルーバー、オーニング、すだれ、スクリーンなどがあります。
- ・外付け日射遮蔽部材は操作性がよいもの、風によるバタツキや騒音を生じにくいものを選択する必要があります。また、地域の風向や風速を考慮して、安全上支障のない位置に設置する必要があります。
- ・各部材の特性は表 7 の通りです(図 10～図 14)。

表 7 外付け日射遮蔽部材の種類と特性

外付け日射遮蔽部材	特性	効果
スクリーン	開閉により日射と視線制御が可能であるが風に対して弱い	中～大
すだれ	収納性・耐久性に劣るが安価	中～大
オーニング	開口部とは直接対面しないので眺望性がよい	中～大
ブラインドシャッター	ブラインドとシャッターの機能を併せもつ高機能部材	大
ブラインド	日射と視線制御の自由度が高いが風に対して弱い	大
ルーバー	羽根は回転するが上下に稼働しない固定型	大



図10 スクリーン



図11 すだれ



図12 オーニング



図13 ブラインドシャッター



図14 ルーバー

2) 内付け日射遮蔽部材の計画手法

- ・内付け日射遮蔽部材にはブラインド、紙障子、ロールスクリーン、レースカーテンなどがあります。
- ・各部材の特性は表8の通りです(図 15、図 16)。

内付け日射遮蔽部材 特性		効果
レースカーテン	日射と視線制御が可能、目の粗さや色によって日射遮蔽の効果は変わる	小
ロールスクリーン	日射と視線制御が可能、色によって日射遮蔽の効果は変わる	小～中
紙障子	日射と視線制御が可能、色によって日射遮蔽の効果は変わる	中
ブラインド	日射と視線制御の自由度が高い、色によって日射遮蔽の効果は変わる	中



図15 紙障子



図16 木製ブラインド

3 庇等を利用した開口部の日射遮蔽

- 屋根や下屋の軒、霧除け庇等を利用して開口部から侵入しようとする日射を遮る手法です(図 17)。庇等が取り付け方位と出寸法によって夏期の日射遮蔽効果は変わります。方位に応じて適正に計画することが大切です。
- 太陽高度が低い時間帯での受照面となる東面または西面では、庇等の水平部材による日射遮蔽の効果はあまり期待できません。これに対して、南面の開口部では太陽高度が高いため、庇等の効果は十分に期待できると考えられます(図 18)。



図17 庇等を利用した日射遮蔽の例

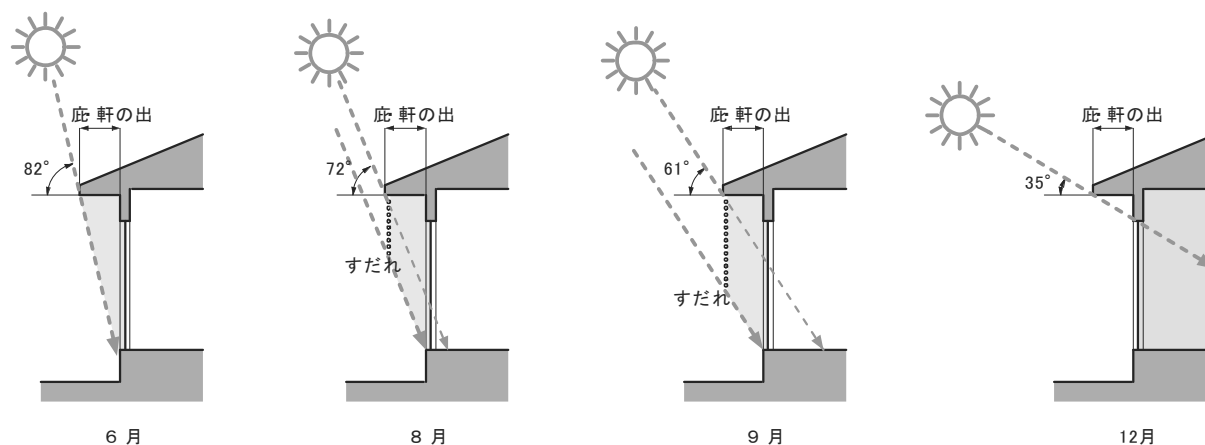


図18 庇等による効果のイメージ(南面)

ポイント 方位を配慮した庇等の計画手法

- 南面の開口部では、出寸法を窓下端と庇等の下端の高低差の3分の1以上の長さとした庇等を設置することで、日射遮蔽に有効と考えられます。
- 東西面の開口部では、庇等のみでは南面ほどは日射遮蔽効果が期待できませんので、日射遮蔽部材を設置するなど他の手法との併用が有効と考えられます(図)。

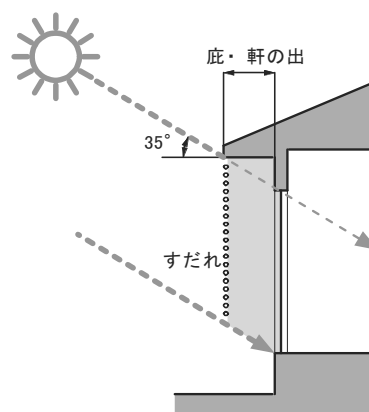


図 庇等による効果のイメージ(東西面)

手法2 屋根の日射遮蔽手法

- 屋根面は日射受照時間が長時間となるため、断熱に加えて日射遮蔽対策が重要となります。屋根面からの室内への熱流入、天井面からの熱流入や放射熱を抑制する対策が必要です。

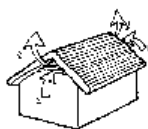
1 日射反射率の高い屋根材の使用

- 屋根面の日射反射率を高めることによって、日射遮蔽効果を高めることができます。
- 建材は色によって日射反射率や吸収率が大きく異なり、一般に暗色よりも明色の方が、また、磨き瓦等のツヤのある材料の方が日射反射率が高く、温度の上昇を抑えられます。屋根材や外壁材なども建物外表面に明るい色の建材を用いることで、日射遮蔽効果が高まります。
- 明るい色の建材を用いることができない場合(意匠上の理由や、日射反射による近隣への迷惑防止等の理由で)、手法3(外壁の日射遮蔽手法)において解説する遮熱塗料を用いる方法もあります。

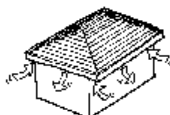
2 小屋裏換気による日射遮蔽(天井断熱の場合)

- 天井断熱を行っている住宅で、屋根の日射遮蔽効果を高めるために、小屋裏換気量を大きく取るとはとも有効と考えられます。
- 小屋裏の換気回数は、5回/h以上とすることが望まれます。
- 小屋裏換気手法と小屋裏換気量については、図19を参考に検討を行い、換気口面積を十分確保するようにして下さい。ただし、図に示している換気口面積の割合は、本来は結露防止上の理由から提案されている目安であり、必要最小限の値を表しています。日射遮蔽のためには、より多くの換気口面積を確保することが大切です。図20は小屋裏換気を重視した住宅の例で、軒下の壁面には多数のガラリが設けられています。
- 2階に二重天井を設置しない小屋裏現し天井の住宅にあつては、小屋裏換気による排熱は期待できませんので、屋根面の日射遮蔽性能の向上をはかります。

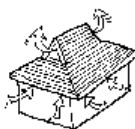
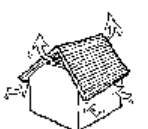
①小屋裏給排気 (1/300 以上)



②軒裏給排気 (1/250 以上)



③軒裏給気 (1/900 以上) + 小屋裏排気 (1/900 以上)



④軒裏給気 (1/900 以上) + 排気筒排気 (1/1,600 以上)

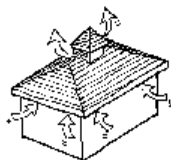


図19 小屋裏換気口の設置方法



図20 小屋裏換気を重視した住宅の例

3 屋根の通気措置による日射遮蔽（屋根断熱の場合）

- 屋根は日射により温度が上がり、室内側への放熱を生じさせます。とくに屋根断熱を行っている住宅では、屋根から室内に放熱される熱量を抑制するために、通気層を設けることがとても有効です(図 21)。
- 通気層の寸法は可能なかぎり大きく取ることとし、30 mm 程度以上確保することが望めます。
- 屋根頂部には棟換気部材を設けます。
- 通気量の確保のため、胴縁の配置などに配慮が必要です。
- 通気層の出入り口の開口は、雨水の浸入防止に配慮しながら、可能なかぎり大きく取ります。

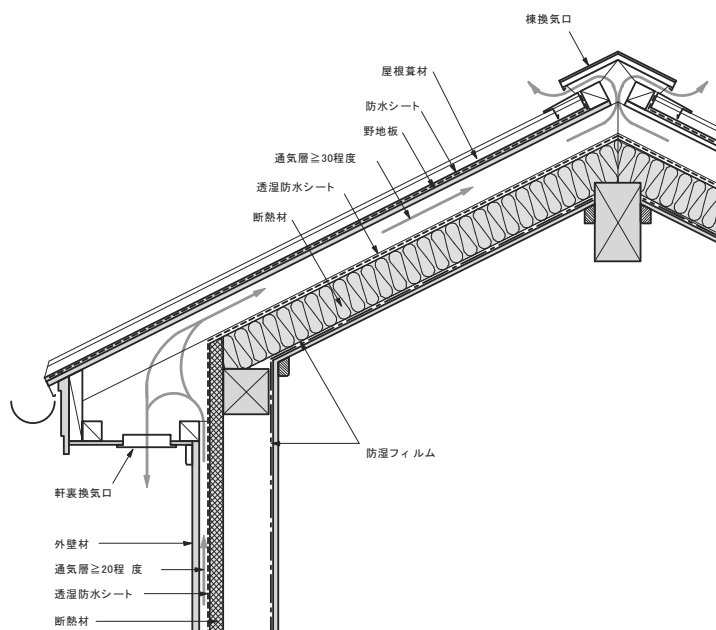


図21 屋根の通気措置(屋根断熱の場合)

手法3 外壁の日射遮蔽手法

- 外壁の日射遮蔽対策の基本は、屋根面と同様、断熱性能を向上させることです。「4.1 V 地域における断熱外皮計画」を参照して外壁の断熱性能の向上をはかり、かつ、外壁面で吸収された日射熱の室内への流入を抑制する対策を検討していきます。

1 日射反射率の高い外壁材の使用

- 外壁材の色(日射反射率)の違いによって受熱量は違ってきます。可能なかぎり、白に近い色の外壁材を使用することが望めます。
- 遮熱塗料は、近赤外域の反射率を高めたもので、その分日射反射率が高い塗料です(図 22)。
日射反射率は、暗い色より明るい色の方が高いため、暗い色を採用する場合で日射反射率を高くしたい場合に用います。

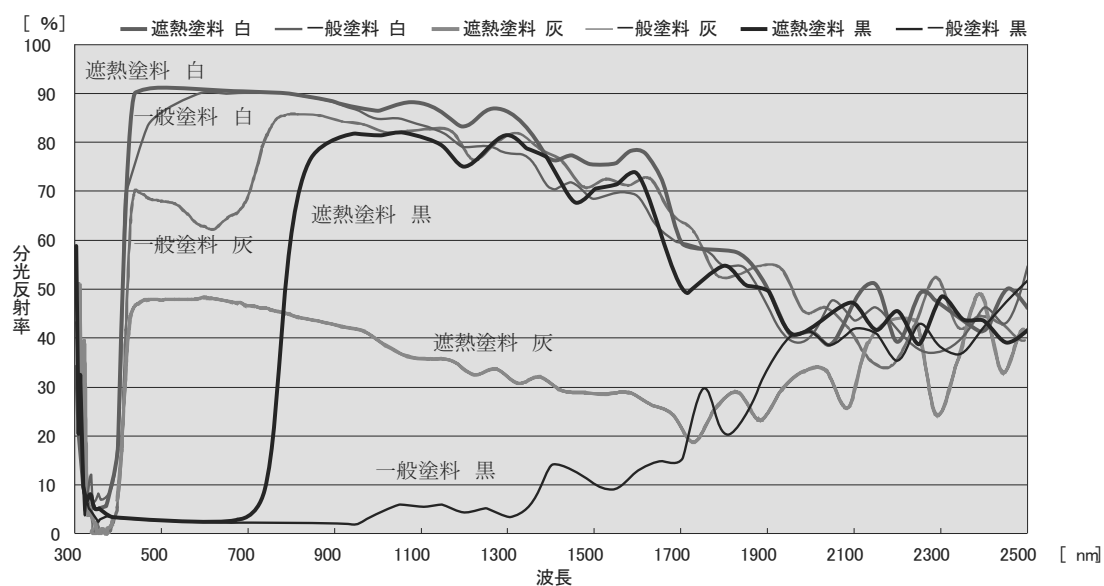


図22 遮熱塗料の反射率の測定結果

2 外壁の通気措置による日射遮蔽

- 外壁は日射受照により温度が上がり、室内側への放熱を生じさせます。外壁材を張る工法の場合には、外壁材から室内側に放熱される熱量を抑制するために、通気層を設けることが有効です(図23)。通気層は、雨水の浸入防止や壁内に溜まった湿気の放出にも有効です。
- 通気層の寸法は 20 mm 程度確保することが望まれます。
- 通気層の出入り口の開口は、可能なかぎり大きく取ります。
- 通気層の確保のため、胴縁の配置などに配慮が必要です。

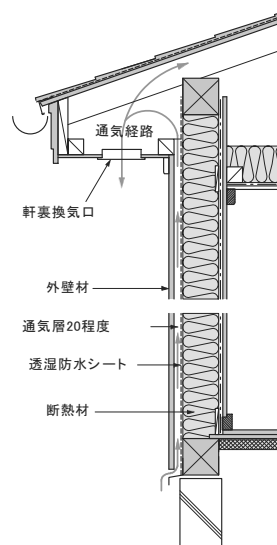
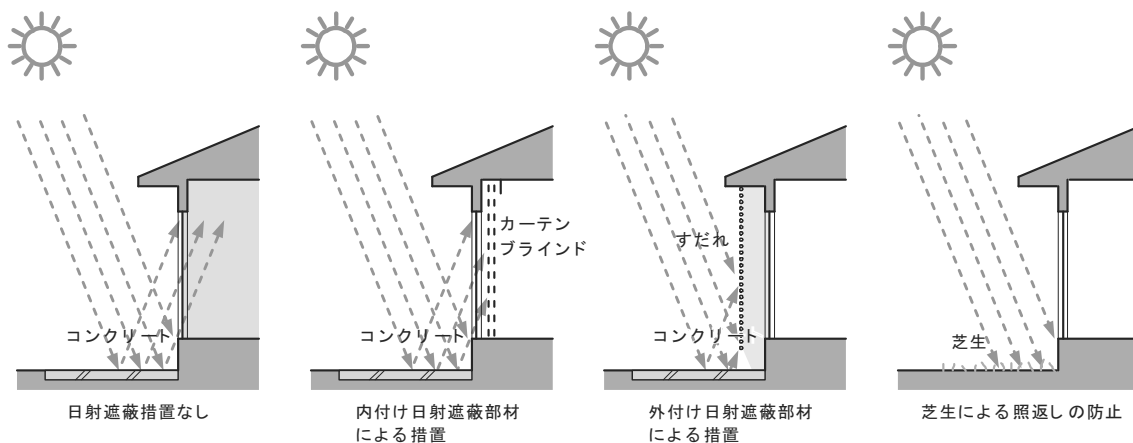


図23 外壁の通気措置

手法4 その他の日射遮蔽手法

1 照返しの防止措置

- ・地表面やベランダ、バルコニー、近隣建物の屋根や壁などからの照返しによる開口部を通しての室内への受熱も考えられます。
- ・こうした室内への受熱をできるだけ軽減できるように、照返し面の材料・仕上げについて検討が必要です。

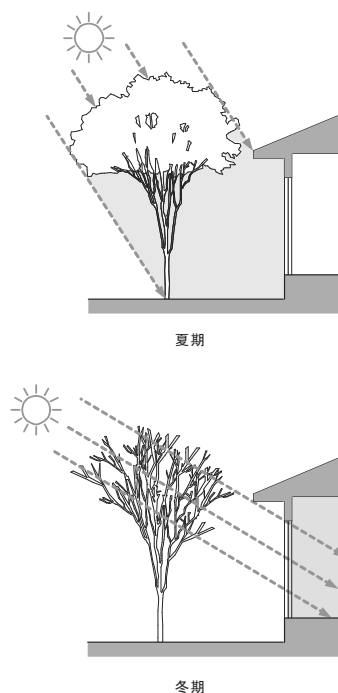


2 庭木による日射遮蔽措置

- ・庭のある家では、建物周囲の樹木も日射遮蔽に有効な役割を果たすことが期待できます(図 25)。
- ・落葉樹は、夏期に日射を遮り、冬期には落葉して日差しをそれほど遮らないので、室内の快適性向上に役立てることができます(図 26)。



図25 庭木、壁面緑化を日射遮蔽に生かした住宅地の例



第5章 省エネルギー設備技術（要素技術の適用手法・3）

5.1 VI地域における冷房設備計画

蒸暑地(VI地域)の住宅におけるエネルギー消費を用途別にみると、冷房が占める割合は決して見逃すことができるものではなく、冷房設備を計画する上で省エネルギーのための技術を適用する意味は大きいといえます。

省エネルギーを踏まえた冷房設備の計画・設計を行うためには、適切な冷房能力をもつ高効率エアコンの選択および扇風機・天井扇の採用を検討する必要があります。

5.1.1 冷房設備計画の目的とポイント

- ・現在の一般的な住宅においては、日射遮蔽や通風などの対策のみによって室内を涼しく保つことはとくに盛夏において困難を伴うことが少なくなく、冷房設備が防暑対策上重要な手段となっています。
- ・冷房設備によって形成される室内の温熱環境や必要とされるエネルギー消費量は、気候条件、建物の日射遮蔽性能、内部発熱の多寡、住まい手の冷房設備や扇風機・天井扇の使用状況等の諸条件により変わります。また、自然風の利用状況も、冷房エネルギー消費量の削減に関係します。
- ・冷房設備の選定においては、より高いエネルギー消費効率を有する機器を選定するとともに、建物の日射遮蔽性能や室の大きさを考慮して適切な冷房能力の機器を選定する必要があります。
- ・扇風機や天井扇は、室内の気流を生じさせ、冷房設備の使用をさし控えたり、冷房時の設定温度を若干上げることが可能となり、冷房エネルギー消費量の削減に寄与します。

5.1.2 冷房設備計画による省エネルギー目標レベル

1 目標レベルの定義

- ・本書ではエアコン冷房による個別方式を取り上げます。
- ・冷房設備についての省エネルギー目標レベルは、以下のレベル 1 からレベル 4 までとし、冷房設備に消費されるエネルギーの削減率を表します。

レベル 0 :	冷房エネルギー削減率 なし
レベル 1 :	冷房エネルギー削減率 10%程度
レベル 2 :	冷房エネルギー削減率 20%程度
レベル 3 :	冷房エネルギー削減率 25%程度
レベル 4 :	冷房エネルギー削減率 35%程度

- ・2000 年時点における標準的な冷房エネルギー消費量は 10.3GJ(エネルギー消費量全体の 16%程度)となります(6.1 参照)。
- ・各目標レベルは、冷房設備計画手法を採用することにより達成することができます。

2 目標レベルの達成方法

- ・省エネルギー効果が見込まれる冷房設備計画手法として、本書では以下のものを取り上げています。

手法 1	:	高効率エアコンの導入
手法 2	:	扇風機・天井扇の採用
- ・手法 1 は COP(エネルギー消費効率)の高い機器(エアコン)を導入する手法です。また、手法 2 は、扇風

機もしくは天井扇を採用することにより、エアコンの使用時間を短縮する、また、エアコンの設定温度を高めに設定する手法です。これら2つの手法を組み合わせることにより、冷房設備計画の各目標レベルを達成することができます(表1)。

- ・エアコンと扇風機・天井扇を併用するときの冷房エネルギーの削減効果は、「エアコンが使用する電力の削減分」と「扇風機・天井扇の使用による電力の増加分」の大小によって決まります。表1の手法2を採用する場合の冷房エネルギー削減率は、エアコンの冷房設定温度を1℃上げることを想定した場合の計算結果に基づいています(手法2「1 扇風機の採用」参照)。

表1 冷房設備計画の目標レベルと達成方法

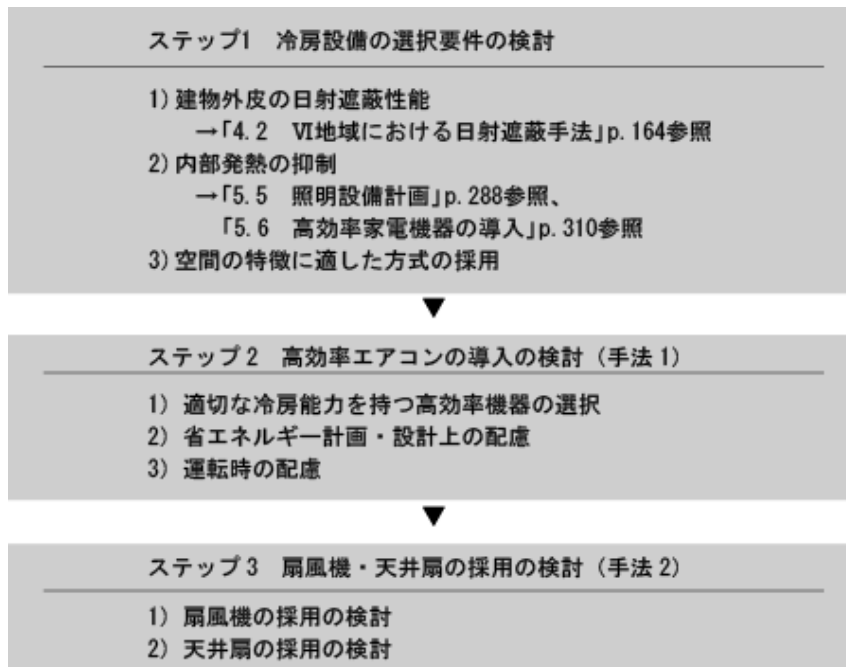
目標レベル	省エネルギー効果 (冷房エネルギー削減率)	手法の適用	
		手法1	手法2
レベル0	0	COP3 程度	採用しない
レベル1	10%程度	COP4 程度	採用しない
レベル2	20%程度	COP3 程度	採用する
		COP5 程度	採用しない
レベル3	25%程度	COP4 程度	採用する
レベル4	35%程度	COP5 程度	採用する

※上表における冷房エネルギー削減率の算出にあたっては、従来の一般的なエアコンの容量選定方法に則って選定した機種を想定しています。

- ・各手法の詳細については、「5.1.4 冷房設備計画の省エネルギー手法」で解説します。

5.1.3 冷房設備計画の検討ステップと冷房設備の選択要件

1 冷房設備計画の検討ステップ



2 冷房設備の選択要件

冷房設備の選択と目標レベルの設定は、住宅の日射遮蔽性能、世帯構成や在宅時間、住まい手が求める快適性の水準とコストとのバランス等に配慮して行います。

1) 建物外皮の日射遮蔽性能との関係について

・外皮の日射遮蔽対策は、夏期および中間期の日射熱の室内への流入を抑制するもので、蒸暑地における防暑対策の基本となり、冷房エネルギー消費の削減にも大きく寄与します。冷房設備計画の適正化のためには、日射遮蔽対策の水準を考慮して、それに見合った能力を有する冷房機器の選定を検討することが必要になります。日射遮蔽対策の水準の指標として、本書ではM値(隣戸の影響等を加味した夏期日射取得係数)を定義していますので、「4.2 VI地域における日射遮蔽手法」を参照して下さい。

2) 内部発熱の抑制

・家電機器や照明器具の使用、調理等その他の発熱を抑えることは、冷房エネルギー消費の抑制や室温の低下に大きく寄与します。4 人家族での一般的な家電機器と照明器具の電力消費量は、平均 9.76kWh/日(平均 292.8kWh/月)、部屋毎にみるとリビング・ダイニング 5.18kWh/日、主寝室 0.36kWh/日、子供室 1.37kWh/日(2 人で 1 室)、その他 2.85kWh/日と考えられますので、それを目安とし、「5.5 照明設備計画」、「5.6 高効率家電機器の導入」を参考にして、冷房エネルギー消費の抑制の観点からも内部発熱の抑制について検討して下さい。

3) 空間の特徴に適した方式の採用

・ルームエアコンの室内機では壁掛式その他、天井・壁埋込型など、機器が露出しない機種もあり、室内の美観上、これらの機種の採用も検討に値します。
・天井高が高い場合や吹き抜けがある場合には、とくに天井扇等のサーキュレーター(空気攪拌機)を用いて、天井面付近に溜りやすい暑い空気を解消させるのもよい方法といえます。

5.1.4 冷房設備計画の省エネルギー手法

手法1 高効率エアコンの導入

・エアコンによる冷房は、居間や食事室、個室のそれぞれにルームエアコンを設置して、必要に応じて冷房を行う部分間欠運転がなされるのが一般的です。

1 適切な冷房能力を持つ高効率機器の選択

・冷房機器は、目標レベルに即した COP(エネルギー消費効率)を有する機器を選定します。表2は、日射遮蔽手法の目標レベル(「4.2.2 日射遮蔽対策による省エネルギー目標レベル」参照)に応じて、室の大きさとの関係から適正と考えられる機器の最大冷房能力を示したものです。
・冷房機器にかぎらず、必要以上の能力を有する機器の使用は、エネルギー消費の効率を落とす結果になります。
・一般に、エアコンの最大能力は冷房よりも暖房の方が大きくなります。一方で、VI地域とV地域の場合、必要となる能力は暖房よりも冷房の方が大きくなります。つまり、それらの地域においては、機器の選定は最大冷房能力のみを目安として行えばよいことになります。

表2 エアコン選定の目安となる最大冷房能力[単位:kW]

日射遮蔽手法 のレベル	M値(隣戸の影響等を加味した 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. 2m 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

・COP は、負荷率 (COP 計測時の出力に対する運転時の出力) や外気温等の様々な運転条件によって変動することが知られています。図1は、測定結果に基づく負荷率および外気温とCOPの関係です。最大の負荷率 (エアコンの最大出力時) の約半分の負荷率の近傍で最も COP が高くなり、それ以下の負荷率ではCOPが低下することが分かります。また、外気温が低いほど冷房のCOPは向上します。一般的に、エアコンは冷房を開始した直後に高い出力での運転となりますが、それ以外の時間においては低い出力での運転となり、COP が低下します。

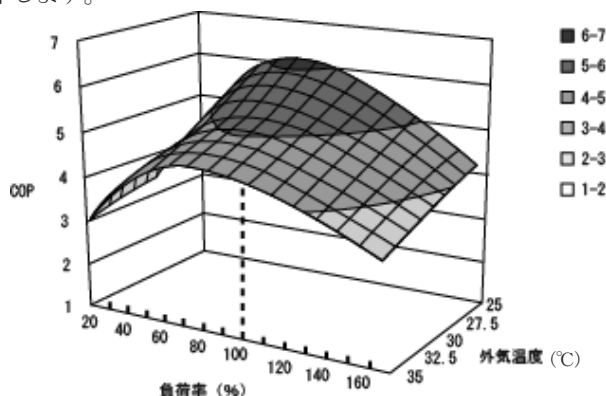


図1 外気温、負荷率とCOPの関係

・エアコンを長時間運転した場合など、室内の冷房負荷が極めて小さくなり、エアコンは断続運転となる場合があります。断続運転では、図1に示したよりもさらに COP が低下するので、低負荷・断続状態でエアコンを運転することは、エアコンの省エネルギー性能 (高い効率) を活かす観点からは望ましくありません。室の冷房負荷に対して過大な能力のエアコンを選定すると、所定の室温に到達するまでの時間が短縮されますが、効率の悪い低い出力での運転の割合が増加します。図2は負荷率 50%以下で運転する割合が冷房期間を通じた COP (期間 COP) に与える影響を検討した結果です。同一の機種においても、低い出力での運転の割合が少ないほど期間 COP が向上します。

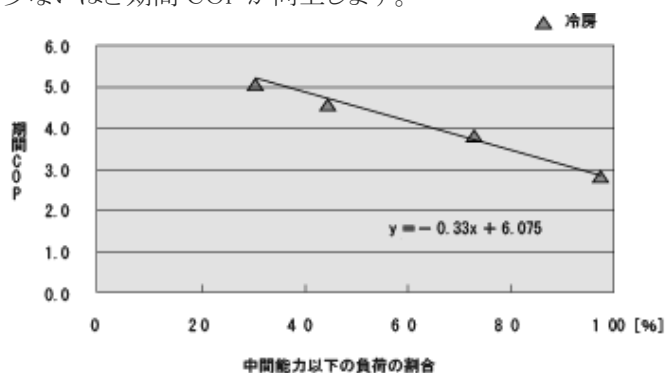


図2低負荷運転の割合が期間COPに与える影響

2 省エネルギー計画・設計上の配慮

- ・室外機に直射日光が当たり、高温となると、冷房時のCOPが悪化する原因となります。室外機はなるべく日陰に設置することが望ましいのですが、敷地や建物の制約から不可能な場合は、日除けを設置する方法が考えられます。日除けは室外機の送風を妨げない位置、形状とする必要があります。
- ・日射により屋根や外壁が温められると、冷房負荷の増大ばかりではなく、体感温度が上昇するために不快感をもたらします。こうした不快感は、外皮の日射遮蔽対策を行うことで緩和することができます。
- ・台風などの強風雨時に配管スリーブからの浸水が生じないように施工時に注意する必要があります。また、海に近い地域では塩害に留意する必要がある場合がありますが、市販されている塩害対策用の室外機を利用することが考えられます。

3 運転時の配慮

- ・エアコンの設定温度を1℃高く設定すると15%程度以上のエネルギー削減を行うことができます(図3)。

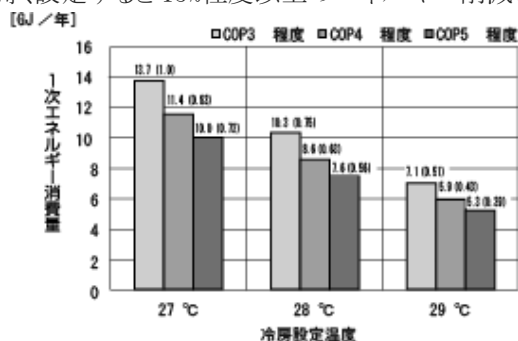
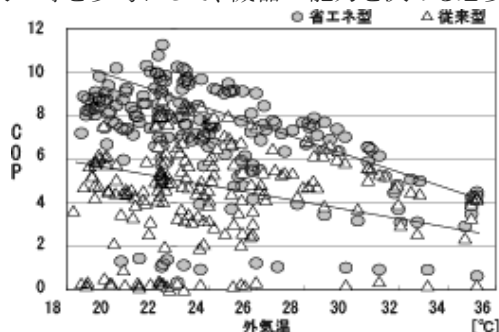


図3 エアコンの性能と設定温度の違いによる冷房エネルギー消費

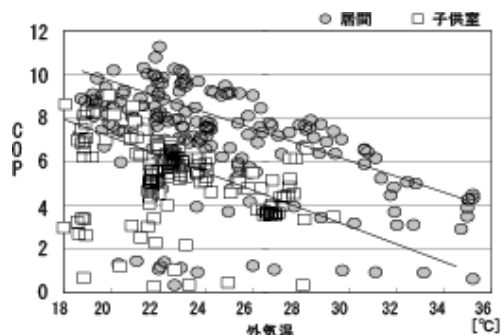
- ・通風を利用すると、気流感によって涼感が得られるとともに、室内の熱を外に排出することで、室温上昇の抑制をもたらし、冷房時間を抑えることができます。
- ・フィルターの目詰まりはエアコンの風量低下の原因となり、最終的にはエアコン COP の低下につながります。従って、効率のよい運転をするためには、フィルターの掃除をこまめに行うことが重要となります。最近ではフィルターの自動掃除機能を搭載した機種も市販されています。

ポイント 負荷に見合ったエアコン選定の重要性

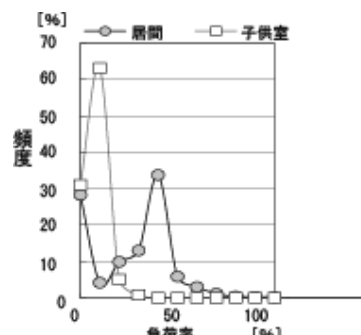
- ・図 a「従来型機器と省エネ型機器の効率の比較」は、居間に設けられた従来型のエアコン(COP≒3)と省エネ型のエアコン(COP≒6)の実測された COP と外気温(外気温によって冷房負荷が変わります)との関係を、夏期について示しています。これらの図から、効率の高い省エネ型機器の省エネルギー効果を確認することができます。
- ・図 b「居間と子供室の効率の比較」は、ほぼ同じ COP をもった機器を居間と子供室に設置した場合の効率を、夏期について示しています。機器の COP がほぼ同じであるにもかかわらず、子供室のエアコンの効率は明らかに劣っています。これは、子供室が住戸の北に位置し、比較的涼しい(負荷の小さい)環境にあることが原因であると推測されます。
- ・図 c「負荷率の分布」は、機器が持つ最大出力(100%)に対してどの程度の出力で運転されているかを、夏期について示しています。夏期は、居間のエアコンが最大出力の半分程度で運転されていたのに対して、子供室のエアコンは 5~20%程度の出力でしか動いていません。すなわち、部屋の負荷に比べ過剰な能力を有する機器を用いた場合には、たとえ効率的な機器であったとしても、その効率が十分に発揮されない結果になりかねません。表 2 等を参考にして、機器の能力を決める必要があります。



図a 従来型機器と省エネ型機器の効率の比較



図b 居間と子供室の効率の比較



図c 負荷率の頻度分布

手法2 扇風機・天井扇の採用

- ・冷房期に扇風機や天井扇を活用するとエアコンの設定温度を高めに設定することができ、また、冷房の使用時間を抑えることができます。設定温度を上げることで、冷房エネルギー消費を削減する効果が期待できます。

1 扇風機の採用

- ・扇風機は、外出からの帰宅時や入浴後などに一時的に強めに使用する(強運転、中運転等)ことで、気流感により体感温度を低下させる効果が得られ、冷房の使用を抑制することができます。
- ・扇風機の気流によりもたらされる涼感の程度を定量的に評価することは難しいのが現状ですが、冷房設備の普及した現在においても、頻繁に使用されている扇風機の省エネルギー効果を見逃すことができません。気流により体表面から除去される熱量は、気流の速さ、周期(首振り運転等)、汗の蒸発などに影響されます。
- ・表3は、扇風機 2 機種種の消費電力と風速を計測した結果です。機種 2 の方が少ない電力消費で大きな風速を得られており効率が低いことが分かります。

表3 扇風機の消費電力と風速の計測結果

		機種 1			機種 2		
定格消費電力[W] (50/60Hz)		52/53			40/43		
ノッチ		微風	涼風	強	弱	中	強
消費電力[W] (50Hz)	首振りなし	40	46	56	24	31	50
	首振りあり	37	44	54	23	31	49
首振りなし時の風速 (最速位置の平均値) [m/s]	2m 位置	1	1.1	1.2	1.2	1.	2
	3m 位置	0.6	0.7	0.8	1	1.2	1.4
首振り時周期(往復) [s]		21.8	18.9	16.4	25.7	20.0	

- ・扇風機の利用による体感温度抑制効果を試算した結果、扇風機から 2～3m 程度離れた位置において 1℃程度体感温度を低下させる効果を見込める結果となりました(長時間使用時に弱風かつ首振りありの条件で使用する場合)。体感温度を「1℃」低下させる効果を見込んで、エアコンの冷房設定温度を 1℃上げることが可能であると想定すると、扇風機を併用することで冷房エネルギーの削減効果を見込むことができます。一方、エアコンの冷房設定温度を変えずに扇風機を併用する使い方では、扇風機の電力消費量分だけエネルギー消費量が増加することになります。

2 天井扇の採用

- ・天井扇(シーリングファン、図 4)は、扇風機より広い範囲で気流を感じることができ、室内で全般的に体感温度を下げる効果が期待できます。また、吹き抜けなど天井までの高さがある空間では、上部に溜りやすい暑い空気を攪拌することで、天井付近の表面温度上昇が抑制され、居住域の体感温度を下げる効果も

期待できます(一方、屋根・小屋裏の断熱・遮熱が脆弱で天井近傍に熱気が滞留する場合などは、天井扇の使用により冷房エネルギー消費が増すこともあります)。

- 天井扇は、扇風機と同程度の電力消費で、より広範囲に気流を形成することができるため、室内全体で体感温度を低下させる効果が期待できます(天井高 4.9m の吹き抜け天井に設置した天井扇の実験では、中ノッチで 0.3m/s、低ノッチで 0.1~0.2m/s 程度の風速が居住域で得られており、中ノッチで使用することで風を十分に体感できるといえます)。
- 天井扇は天井高を高くとらないと導入しづらい設備ですが、照明と一体化した商品も増えており導入が容易になってきています。安全面等を考慮すると、天井高は 2.5m 程度以上は必要と考えられます(天井面からの下がり寸法は、小さいもので 20 cm 程度です)。
- 近年、クラシックなデザインだけでなく、シンプルでモダンなデザインの製品も増えており、意匠的な選択の幅も広がっています。

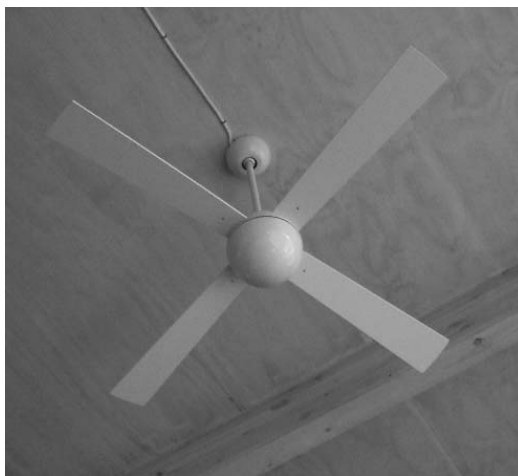


図 4 天井扇(シーリングファン)の例

5.1.5 補助的暖房器具の選定

- 冬期において使用される補助的な暖房器具には、コタツ・電気パネルヒーター・電気ストーブ・電気カーペット・セラミックヒーター・ハロゲンヒーターその他の暖房機器があります。それらを使用すると、同じ使用時間でもエアコンに比べて消費電力量が大きくなる場合があります。
- 裸火を燃やしたり、燃焼廃ガスを室内に放出する開放型暖房機器は、室内で燃料を燃やすために室内空気を低下させます。そのため、長時間の使用は避ける、使用時にはこまめに換気を行うなどの配慮が必要となります。

5.2 V地域における 暖冷房設備計画

蒸暑地(V地域)の住宅におけるエネルギー消費を用途別にみると、暖房、冷房用のエネルギー消費を合せると全体の15～40%程度を占めると想定され、暖冷房設備を計画する上で省エネルギーのための技術を適用する意味は大きいといえます。

省エネルギーを踏まえた暖冷房設備の計画・設計を行うためには、適切な設備機器の選定や配置のための基本的な知識が必要となります。

5.2.1 暖冷房設備計画の目的とポイント

- ・現在の住宅では、断熱外皮や日射遮蔽、日射熱取得といった対策のみでは室内環境を快適に保つことが困難である場合が多いため、暖冷房設備が必要となります。暖冷房設備によるエネルギー消費量は大きく、暖冷房設備に係わる省エネルギー設計の重要性は高いといえます。
- ・戸建て住宅に採用される暖冷房設備には多くのシステムがあります。運転方法について、暖冷房を行う場所で分類すると、各室ごとに暖冷房の発停を行う方式(部分方式)と住宅全体で暖冷房の発停を行う方式(全館方式)の2つに分けられます。それぞれの分類に属する暖冷房機器も多様で、かつ新しい機器が頻繁に商品開発されている状況です。
- ・暖冷房を行う時間を考慮すると、一般的に、各室ごとに暖冷房の発停を行う場合、在室時のみ暖冷房する方式(部分間欠方式)が採用されます。一方、住宅全体で暖冷房の発停を行う場合、在室時であるかどうかに係わらず24時間暖冷房し続ける方式(全館連続方式)が採用されます(表1)。
- ・暖冷房設備によって形成される室内の温熱環境やそのためのエネルギー消費量は、気候条件、建物外皮の断熱性能、開口部等の日射遮蔽性能、住まい手の設備の使用状況(世帯構成や在宅時間、運転方法など)等の諸条件により変わります。また、自然風や太陽熱などの自然エネルギーの利用状況も、暖冷房エネルギーの削減に関係します。
- ・暖冷房設備の省エネルギー設計手法を系統的に整理することは容易ではありませんが、コストや設備の特徴を考慮して方式を選択し、それぞれの方式において省エネルギー設計を行うことが大切です。

表1 運転方法による暖冷房設備の分類

暖冷房を行う場所による分類	各室ごとに暖冷房の発停を行う	部分方式
	住宅全体で暖冷房の発停を行う	全館方式
暖冷房を行う時間による分類	在室時のみ暖冷房を行う(就寝時は暖冷房を行わない)	間欠方式
	在室しているかどうかに係わらず24時間連続して暖冷房を行う	連続方式

備考 暖冷房する時間を大まかには上記のように分類することができますが、連続方式を採用しつつ夜間の就寝時のみ暖房を切る、あるいは設定温度を低くするなど、その他にも様々な運転方法が考えられます。また、リビングルームなど主要な部屋で連続方式を採用し、寝室などは在室時のみ運転する間欠方式を採用するなど、上記の2つの方式を組み合わせた運転方法も考えられます。

5.2.2 暖冷房設備計画による省エネルギー目標レベル

1 本書で取り上げる暖冷房設備の方式

- ・本書では、部分間欠方式、全館連続方式のうち、蒸暑地(V地域)の住宅に一般的に用いられるものとして、以下の4つの暖冷房設備の方式を取り上げます。

- 1) 方式1 エアコン暖冷房
- 2) 方式2 ガス・石油温水暖房

3) 方式3 FF式(強制給排気式)暖房

4) 方式4 ダクト式セントラル暖冷房

- このうち、部分間欠方式の対象としている設備方式は方式1、方式2、方式3です。また、全館連続方式の対象としている設備方式は方式4です。
- エアコン暖冷房(方式1)とダクト式セントラル暖冷房(方式4)は、冬期の暖房および夏期の冷房の両方に使用することができます。一方、ガス・石油温水暖房(方式2)とFF式暖房(方式3)は、冬期の暖房のみの使用となります。
- 本書では、ガス・石油温水暖房は、床暖房でリビング・ダイニングのみを暖めるというような部分間欠方式を想定しており、寒冷地のような各居室に放熱パネルを設置する全館暖房方式を想定したものではありません。したがって、LDK以外のその他の居室については、エアコンで暖房することを想定しています。
- ダクト式セントラル暖冷房は、電気を使って暖冷房するヒートポンプを熱源とする方式を想定しています。

2 目標レベルの定義

- 採用する暖冷房設備の方式により、省エネルギーの手法と効果に違いがあります。
- 部分間欠方式(方式1 エアコン暖冷房)、全館連続方式(方式4 ダクト式セントラル暖冷房)については、次のように省エネルギー目標レベルを設定しています。
- 部分間欠方式のうち、温水暖房方式(方式2)、FF式暖房方式(方式3)の省エネルギー効果は、次節で解説しています。

部分間欠方式(方式1 エアコン暖房)の省エネルギー目標レベル	
レベル0 :	暖房エネルギー削減 なし
レベル1 :	暖房エネルギー削減率 5%程度
レベル2- :	暖房エネルギー削減率 10%程度
レベル2 :	暖房エネルギー削減率 15%程度
レベル3- :	暖房エネルギー削減率 20%程度
レベル3 :	暖房エネルギー削減率 25%程度
レベル4 :	暖房エネルギー削減率 30%程度

部分間欠方式(方式1 エアコン冷房)の省エネルギー目標レベル	
レベル0 :	冷房エネルギー削減 なし
レベル1 :	冷房エネルギー削減率 5%程度
レベル2- :	冷房エネルギー削減率 10%程度
レベル2 :	冷房エネルギー削減率 15%程度
レベル3- :	冷房エネルギー削減率 20%程度
レベル3 :	冷房エネルギー削減率 25%程度
レベル4- :	冷房エネルギー削減率 30%程度
レベル4 :	冷房エネルギー削減率 35%程度

全館連続暖房方式(方式4 ダクト式セントラル暖房)の省エネルギー目標レベル	
レベル0 :	暖房エネルギー削減 なし
レベル1 :	暖房エネルギー削減率 20%程度
レベル2 :	暖房エネルギー削減率 45%程度

全館連続冷房方式(方式4 ダクト式セントラル冷房)の省エネルギー目標レベル	
レベル0 :	冷房エネルギー削減 なし
レベル1 :	冷房エネルギー削減率 25%程度
レベル2 :	冷房エネルギー削減率 40%程度

- 部分間欠方式を採用した場合、2000年時点における標準的な暖房エネルギー消費量は5.0GJ(エネルギー消費量全体の7%程度)、冷房エネルギー消費量は5.7GJ(同8%程度)となります(6.1参照)。

- ・全館連続方式を採用した場合、2000 年時点における標準的な暖房エネルギー消費量は 13.4GJ(エネルギー消費量全体の 13%程度)、冷房エネルギー消費量は 27.0GJ(同 27%程度)となります(6.1 参照)。

3 目標レベルの達成方法

1) 省エネルギー効果の検証に関する前提事項

① 部分間欠暖冷房方式に対して

- ・暖房方式ごとに、省エネルギー手法の内容と効果に違いがあります。本書では、省エネルギー目標レベルの達成方法を、暖房設備方式ごとに設定しています。
- ・一般的に、住宅の性能、暖房する部屋の面積、暖房する時間等によって、適切な熱源機器の容量が決まります。適切な機器容量に比べて過大な機器容量を選定した場合、本書に掲げる省エネルギー効果が期待できない場合があります。なお、温水暖房(方式2)の放熱器の容量(床暖房の場合は敷設面積)については、大きければ大きいほど能力が上がり、場合によっては省エネになるため、放熱器の容量と熱源機器の容量とは区別が必要です。機器容量の選定方法については、「5.2.4 暖冷房設備計画の省エネルギー手法」を参照して下さい。
- ・LDKの暖房エネルギー消費量に比べて、寝室や子供室などのその他の居室の暖房エネルギー消費量は非常に小さいため、その他の居室に省エネルギー手法を導入した効果は相対的に小さくなります。そのため本書では、その他の居室について省エネルギー手法を導入した効果を見積もっていません。したがって、LDKに設置するエアコンの容量を適切なものにすれば、大きな省エネルギー効果を見込むことができます。
- ・本書では、平日において、その他の居室を夕食前後や就寝前に使用することを前提としていますが、高齢者等の在宅により、その他の居室を長時間にわたり使用する場合は、相対的に省エネルギー効果が大きくなるため、高効率エアコンを導入することは非常に有効となります。
- ・本書に示す省エネルギー効果は、部屋の設定温度を夏期 28℃、冬期 20℃とする前提で計算しています。

② 全館連続暖冷房方式に対して

- ・ダクト式セントラル暖冷房は、一般的に、住宅の性能、暖房する部屋の面積、暖房する時間等によって、適切な熱源機器の容量が決まります。適切な機器容量に比べて過大な機器容量を選定した場合、本書に掲げる省エネルギー効果が期待できない場合があります。
- ・本書に示す省エネルギー効果は、部屋の設定温度を夏期 28℃、冬期 20℃とする前提で計算しています。

2) エアコン暖冷房の目標レベルと達成方法(方式1)

① エアコン暖房

- ・エアコン暖房については、省エネルギー効果が見込まれる設備計画手法として、本書では以下のものを取り上げています。
 - 手法1：高効率エアコンの採用
 - 手法2：適切な機器容量の設定
- ・手法1は、暖房定格効率の高い機器(エアコン)を導入する手法で、LDKに設置するエアコンの暖房定格効率が関係します。
- ・手法2は、住宅の断熱性能にあった適切な容量のエアコンを選定する手法です。メーカーの選定基準は、かなり以前の平均的な住宅を想定しており、現在の断熱性能の良い住宅ではカタログ値より小さめの容量のエアコンを選ぶ方が省エネとなる傾向があります。ただし、容量を小さくしすぎると暖まりにくくなり、ひい

ては他の効率の悪い暖房器具を併用してしまい省エネとならないこともあるので、容量の選定には十分注意して下さい。詳細については、「5.2.4 暖冷房設備計画の省エネルギー手法」を参照して下さい。

- ・エアコン暖房による省エネルギー目標レベルと手法の対応関係は、表 2 の通りです。手法と暖房エネルギー削減率の関係により、目標レベルを細分化して設定しています。

表2 方式1 エアコン暖房(部分間欠方式)の目標レベルと達成方法

目標レベル	省エネルギー効果 (暖房エネルギー削減率)	手法の適用	
		暖房定格効率(LDK に設置するエアコンについて)	
		手法2を非採用	手法2を採用
レベル0	0	4.9 未満	—
レベル1	5%程度	4.9 以上	—
レベル2-	10%程度	—	4.0 未満
レベル2	15%程度	—	4.0 以上
レベル3-	20%程度	—	4.5 以上
レベル3	25%程度	—	5.3 以上
レベル4	30%程度	—	6.2 以上

※「手法2を非採用」の場合におけるエアコンの機器容量(最大暖房能力)は、LDK については7.51kW、その他の居室については3.08kWと想定しています。一方、「手法2を採用」の場合は、LDK 及びその他の居室ともに3.08kWを想定しています。また、レベル0のエアコンの暖房定格効率を3.8と仮定しました。

② エアコン冷房

- ・エアコン冷房については、省エネルギー効果が見込まれる設備計画手法として、本書では以下のものを取り上げています。

手法1：高効率エアコンの採用

手法2：適切な機器容量の設定

手法3：扇風機・天井扇の利用

- ・手法1は、冷房定格効率の高い機器(エアコン)を導入する手法です。
- ・手法2は、住宅の断熱性能にあった適切な容量のエアコンを選定する手法です(①エアコン暖房と同様です)。
- ・手法3は、冷房期に扇風機または天井扇を活用する手法です。室内に気流を生じさせ、体感温度を下げること、エアコンの設定温度を高め設定することができ、また、冷房機器の使用時間を抑えることができます。
- ・エアコン冷房による省エネルギー効果は、LDK とその他の居室で異なります。そのため、次の算定式にしたがい、LDK とその他の居室の各省エネルギー効果の和を求めて下さい。

エアコン冷房による省エネルギー効果

= LDK の省エネルギー効果 + その他の居室の省エネルギー効果

- ・LDK とその他の居室のエアコン冷房による省エネルギー効果と手法の対応関係を、ここではクラスで表します(表 3、表 4)。エアコン冷房による省エネルギー目標レベルは、LDK のクラスとその他の居室のクラスの組み合わせにより設定されます。クラスの組み合わせと冷房エネルギー削減率の関係により、目標レベルを細分化して設定しています(表 5)。

表3 エアコン冷房による省エネルギー効果のクラス(LDK)

クラス	省エネルギー効果 (冷房エネルギー削減率)	手法の適用(冷房定格効率)			
		手法3を非採用		手法3を採用	
		手法2を非採用	手法2を採用	手法2を非採用	手法2を採用
クラス0	0	3.5未満	—	3.0未満	—
クラス1	5%程度	3.5以上	—	3.0以上	—
クラス2	10%程度	4.3以上	3.7未満	3.7以上	3.2未満
クラス3	15%程度	5.6以上	3.7以上	4.9以上	3.2以上
クラス4	20%程度	—	4.4以上	—	3.9以上
クラス5	25%程度	—	5.3以上	—	4.9以上

表4 エアコン冷房による省エネルギー効果のクラス(その他の居室)

クラス	省エネルギー効果 (冷房エネルギー削減率)	手法の適用(冷房定格効率)			
		手法3を非採用		手法3を採用	
		手法2を非採用	手法2を採用	手法2を非採用	手法2を採用
クラス0	0	3.8未満	3.7未満	3.3未満	3.2未満
クラス1	5%程度	3.8以上	3.7未満	3.3以上	3.2以上
クラス2	10%程度	5.1以上	4.9未満	5.0以上	4.8以上

表5 方式1 エアコン冷房(部分間欠方式)の目標レベルと達成方法

目標レベル	省エネルギー効果 (冷房エネルギー削減率)	LDKのクラスの適用		
		その他の居室が クラス0の場合	その他の居室が クラス1の場合	その他の居室が クラス2の場合
レベル0	0	クラス0	—	—
レベル1	5%程度	クラス1	クラス0	—
レベル2-	10%程度	クラス2	クラス1	クラス0
レベル2	15%程度	クラス3	クラス2	クラス1
レベル3-	20%程度	クラス4	クラス3	クラス2
レベル3	25%程度	クラス5	クラス4	クラス3
レベル4-	30%程度	—	クラス5	クラス4
レベル4	35%程度	—	—	クラス5

3) ガス・石油温水暖房の目標レベルと達成方法(方式2)

・ガス・石油温水暖房については、省エネルギー効果が見込まれる設備計画手法として、本書では以下のものを取り上げています。

手法1：高効率の熱源機の採用

手法2：熱源機の送水温度の低温化

手法3：床下および配管の断熱、配管長の短縮化

手法4：床暖房の採用・敷設率の増加

・手法1は、高効率の熱源機、すなわちエネルギー消費効率(暖房出力を燃料消費量で除した値)が高い熱源機を採用する手法です。

・手法2は、熱源機の送水温度設定を下げる機能を有する機器を設置する手法です。

・手法3は、1階床に敷設された床暖房パネル下面の断熱強化や温水配管を断熱する手法と、配管長を短縮することにより、熱損失の低減化をはかるものです。

・手法4は、床暖房の採用と敷設率の増加です。床暖房を採用することによって快適性を高め、暖房の設定温度を下げるができます。また、敷設率の増加により放熱量を増加させ、熱源効率を改善させることができます。

・ガス・石油温水暖房による省エネルギー目標レベルと手法の対応関係は、表6の通りで、熱源により効果が異なります。

- ・表6に示された省エネルギー面での評価はエアコンを基準として導出されたものであり(基準となる条件は表2を参照)、手法1から手法4をすべて採用した場合においてもエネルギー消費量が基準と比較して15%増加してしまうものと推定されています。しかし、温水暖房である床暖房やパネル暖房などの放射式暖房は、その快適性が一般に高く評価されていることから、総合的にそれらの温水暖房を評価した場合には、使用を差し控えるべき理由はありません。ただ、表6に現れている特徴を念頭に置いて、手法1から手法4のすべてを適用することを心がけ、エネルギー消費を抑制するか、あるいはまた他の要素技術(例えば給湯関連の省エネルギー技術)を採用することで、全体的にはエネルギー消費を削減させるといった工夫が推奨されます。
- ・また、放射暖房、とくに床暖房の形成する温熱環境の特徴や、エネルギー効率には未解明な部分も存在することから、今後の研究開発が待たれているといえます。

表6 方式2 ガス・石油温水暖房の目標レベルと達成方法(LDK)

目標レベル	省エネルギー効果 (暖房エネルギー削減率)	手法の適用	
		熱源がガスの場合	熱源が石油の場合
レベル ー4	65%程度 増加	—	手法を非採用
レベル ー3	40%程度 増加	手法を非採用	すべての手法を採用
レベル ー2	15%程度 増加	すべての手法を採用	—

※熱源機効率は78%で温水60℃供給、配管はサヤ管、床暖房パネルとして、床暖房に投入されたエネルギーのうちの85%が居室に放熱されるとして計算しています。手法1として、高効率熱源機の効率は83%で温水60℃供給で計算しています。手法2の低温型としてガス潜熱回収型熱源機を想定し効率は86%で温水40℃および60℃供給を想定して計算しています。手法3として、配管は断熱管を想定し、床暖房パネルとして、床暖房に投入されたエネルギーのうちの90%が居室に放熱されるとして計算しています。配管の長さは熱源機位置をパネル近傍(LDK 東側)に設置すると想定しました。手法4として、暖房負荷が10%削減されるとして計算しました。

4) FF式暖房の目標レベルと達成方法(方式3)

- ・FF式暖房については、省エネルギー効果が見込まれる設備計画手法を、本書ではとくに指定していません。一般的な能力の機器を想定した場合、省エネルギー目標レベルは、表7のようになります。
- ・この目標レベルは、エアコン暖房によるレベル0におけるエネルギー消費量を基準として設定したもので、エアコン暖房と比較して、エネルギー消費量は大きくなる傾向があります。

表7 方式3 FF式暖房の目標レベル(LDK)

目標レベル	省エネルギー効果(暖房エネルギー削減率)	手法の適用
レベル ー1	5%程度 増加	とくに指定しない

※LDKのFF式暖房機として、最大能力4.77kW、定格効率86.1%、定格消費電力48Wの機器を想定して計算しています。

5) ダクト式セントラル暖冷房(全館連続方式)の目標レベルと達成方法(方式4)

- ・ダクト式セントラル暖冷房については、省エネルギー効果が見込まれる設備計画手法として、本書では以下のものを取り上げています。
 - 手法1 : 高効率セントラル暖冷房機器の採用(冷房定格効率4.0以上)
 - 手法2 : 室別の温度調節機能付き機種採用
- ・ダクト式セントラル暖房、ダクト式セントラル冷房による省エネルギー目標レベルと手法の対応関係は、それぞれ表8、表9の通りです。

表8 方式4 ダクト式セントラル暖房の目標レベルと達成方法

目標レベル	省エネルギー効果(暖房エネルギー削減率)	手法の適用
レベル0	0	手法を非採用
レベル1	20%程度	手法1
レベル2	45%程度	手法1+手法2

※セントラル暖房機器として、暖房定格能力 8kW、定格消費電力 2.54kW (COP3 程度)を採用。高効率セントラル暖冷房機器として能力は同じで約 COP4 の機器を想定。手法 2 の温度調節機能については、在室していない場合あるいは就寝時において、暖房設定温度を 16℃として計算しています。

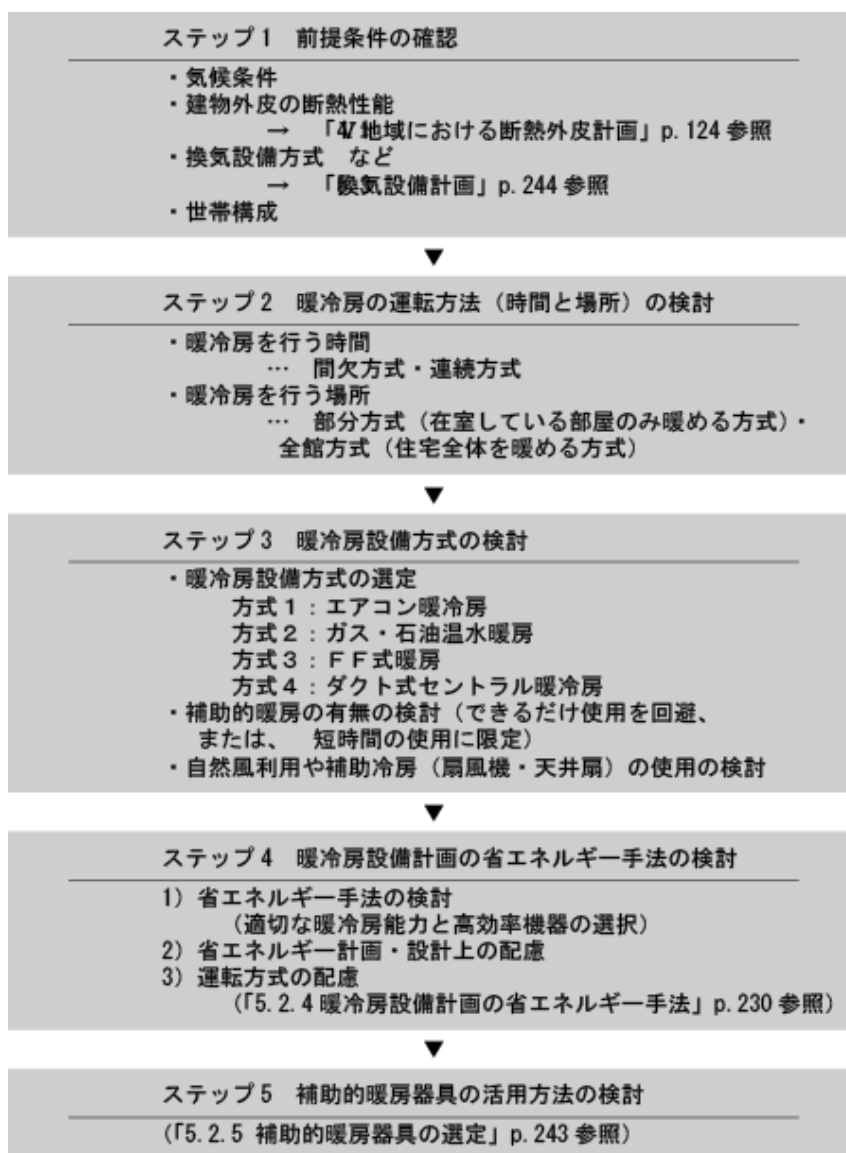
表9 方式4 ダクト式セントラル冷房の目標レベルと達成方法

目標レベル	省エネルギー効果(暖房エネルギー削減率)	手法の適用
レベル0	0	手法を非採用
レベル1	25%程度	手法 1
レベル2	40%程度	手法 1+手法 2

※セントラル冷房機器として、冷房定格能力 7.1kW、定格消費電力 2.36kW (COP 約 3.1)を採用。高効率セントラル暖冷房機器として能力は同じで COP 約 4 の機器を想定。手法 2 の温度調節機能については、在室していない場合あるいは就寝時において、冷房設定温度を 30℃として計算しています。

5.2.3 暖冷房設備計画の検討ステップ

1 暖冷房設備計画の検討ステップ



2 前提条件の確認（ステップ1）

暖冷房方式の選択と目標レベルの設定は、住宅の断熱仕様、世帯構成や在宅時間、住まい手が求める快適性の水準とコストとのバランス等に配慮して行います。

1) 建物外皮の断熱性能との関係について

- ・住宅の断熱仕様は、暖冷房設備計画の基本となります。気候条件にふさわしい断熱水準の仕様を選択し、断熱水準と暖冷房設備の関係を考慮して暖冷房設備方式を検討することが必要になります。断熱水準との関係については、「4.1 V 地域における断熱外皮計画」を参照して下さい。

2) 換気計画との関係について

- ・暖冷房設備方式の選択は「5.3 換気設備計画」と密接な関係があります。通常の換気計画では、従来の開放燃焼型のストーブによる汚染物質に対応することができないため、その種の暖房器具を用いる場合、住まい手の健康への影響や結露の問題が生じる危険性があることを、最初に留意すべきです。

3) 世帯構成・在宅時間との関係について

- ・世帯構成や在宅時間については、例えば単身世帯のように不在がちで在宅時間の短い場合と、在宅勤務や高齢者のいる世帯のように在宅時間の長い場合とで、選択すべき暖冷房設備方式は異なってきます。
- ・単身世帯のように在宅時間が短い場合であれば、間欠運転の部分暖冷房で十分といえます。連続運転方式を採用すると、不在時に無駄になるエネルギー消費が生じます。
- ・在宅勤務や高齢者を含む世帯のように比較的在宅時間の長い世帯では、室内環境が良くなる連続運転や、住宅全体の温度差が少ない温熱環境のバリアフリー化を目指した全館方式を検討するのもよいでしょう。

3 暖冷房設備の運転方法（時間と場所）の検討（ステップ2）

1) 暖冷房を行う時間について

- ・暖冷房を行う時間は大きく分けて、間欠方式と連続方式に分かれます。
- ・間欠方式は居住者が在室している時間のみ暖冷房を行う方法です。この場合、一般的に就寝時に暖冷房機器を消します。
- ・連続方式は居住者が部屋に居ない時間も含めて24時間暖冷房をつけたままにしておく方法です。ただし、旅行などの長期外出時には消します。また、就寝時のみ消すか、温度設定を変えるなどして暖冷房を弱めるなどの措置が行われる場合もあります。
- ・連続方式よりも間欠方式の方がエネルギー消費は少なくなりますが、室内の環境は連続方式の方が良好に保たれます。例えば、間欠方式の場合、冬期では起床時や帰宅時には部屋が冷えているので、暖房を開始してから適切な室温に達するまでに多少の時間がかかります。また、一般的に間欠方式よりも連続方式の方が壁の表面温度が空気温度に近いので、空気温度が同じでも壁からの輻射熱の影響で連続運転の方が快適に感じます。

2) 暖冷房を行う場所について

- ・暖冷房を行う部屋については、廊下等も含め住宅全体を暖冷房する全館方式と、人が居る部屋のみを暖冷房する部分方式があります。
- ・エネルギー消費の観点からは、部分方式の方が暖冷房する面積が小さいため、エネルギー消費は小さくなります。図1（次頁）は、全館連続で設定温度を18℃にした場合と、部分間欠で設定温度を20℃にした場合の暖房負荷を示したものです。この図から、全館連続運転をした場合、部分間欠運転に比べて約1.5

倍から2倍、暖房負荷(部屋の温度を保つのに必要な熱)が大きいことが分かります。ただし、断熱水準を高くすると、両者の負荷は近づく傾向にあります。全館連続運転で暖冷房することを検討する場合、まずは断熱と日射遮蔽の性能を高めることを検討する必要があるといえます。

- 一方で、部分間欠方式では、暖冷房を行う部屋と行わない部屋とで温度差がつきます。とくに冬期において、リビングや台所に比べて廊下や洗面所の温度が極端に低い状態などが発生するため、快適性の面で劣ります。
- 実際の住宅では断熱性能を高め、換気経路等や部屋のプランを工夫するなどすることで、居間や台所を暖冷房し、廊下や洗面所はその影響でそこそこ暖冷房することができるようにするなど、全館方式と部分方式のあいだのような方式を作り出すことができます。このように設計を工夫することで、ランニングコストと快適性という点で、両方式のデメリットを克服できる可能性があります。

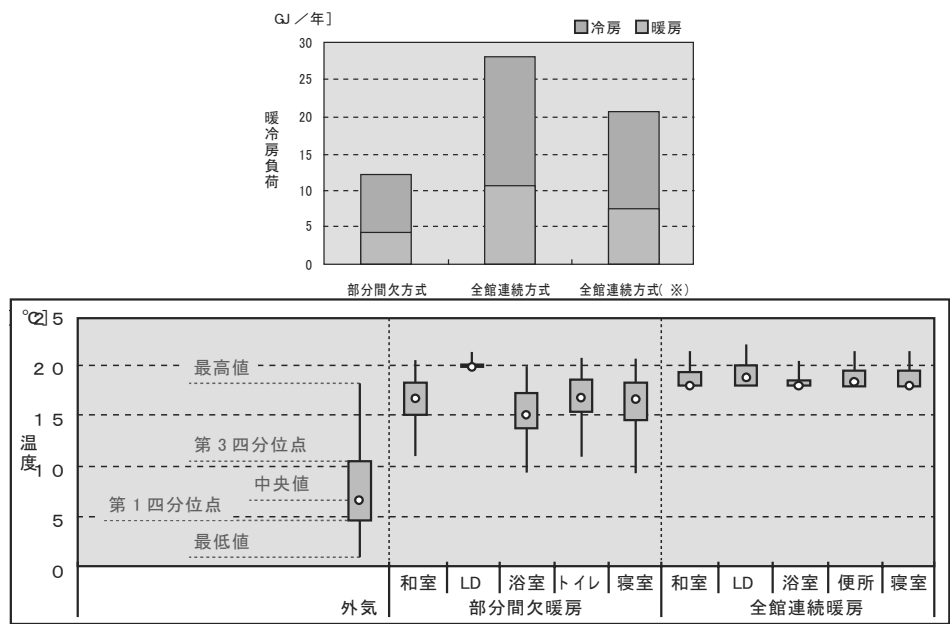


図1 部分間欠運転と全館連続運転のエネルギー消費量と室内の温度差

※室別の温度調節機能付き機種を採用した場合の結果を示す。
(注)暖冷房負荷および室温の計算は、断熱水準を平成11年省エネルギー基準相当(レベル3)として行いました。

- 非暖房空間となる廊下、階段、洗面所、便所などの温熱環境が、暖房をしている居室内と大きく異ならないように、住宅全体の断熱性能を高める必要があります。表10は、ある住宅の暖房期(1月～2月)における暖房室(居間・食事室)と非暖房室(浴室、1階便所、寝室)の温度差を示したものです。高い断熱水準であるほど非暖房室の室温は高く、温度差が少なくなります。
- とくに、浴室や洗面所・脱衣室まわりの断熱は、おそろかになるおそれが高いため、ユニットバスの組み立て工程に配慮しつつ、断熱施工がきちんと行われるようにする必要があります。

表10 暖房室と非暖房室の断熱水準ごとの温度差

断熱水準	暖房室	非暖房室			温度差(平均)
	居間・食事室	浴室	1階便所	寝室	
レベル0	20.0	11.7	12.9	12.1	7.8
レベル1	20.0	13.6	14.8	14.3	5.8
レベル2	20.0	14.9	16.3	15.9	4.3
レベル3	20.1	15.5	16.8	16.3	3.9
レベル4	20.3	15.9	17.5	17.1	3.5

※上表中の「断熱水準」は「4.1 V 地域における断熱外皮計画」における表 1 に示しているものです。

■設定条件

- ・暖房運転方式:部分間欠暖房方式
- ・比較時間・室:22 時における平均温度
- ・比較期間:1 月～2 月

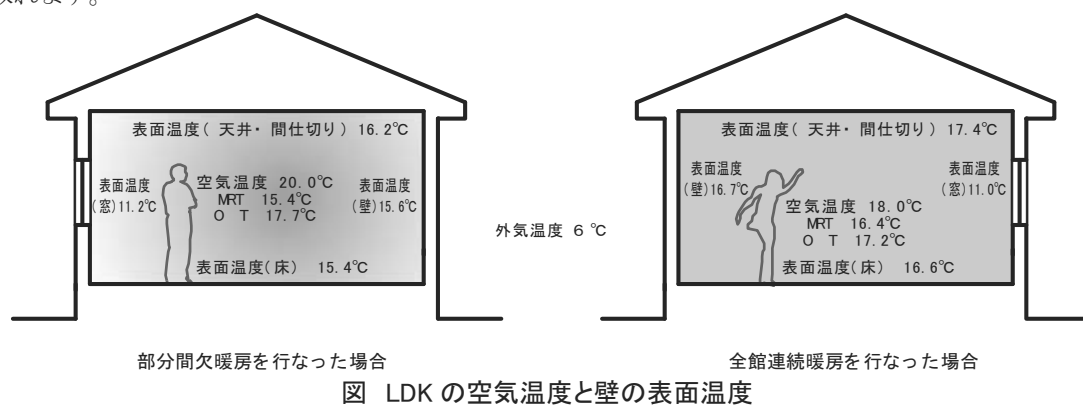
- ・運転方法による暖房設備の分類を組み合わせると、4 種類に分けられます。それらのメリットとデメリットは、一般的に表 11 のように整理することができます。

表 11 運転方法による暖房設備方式のメリットおよびデメリット

場所による分類	時間による分類	
	連続方式	間欠方式
全館方式	＜全館連続暖房＞ ・エネルギー消費が大きい。 ・壁の表面温度が空気温度に近く室内環境が良好に保たれる。	＜全館間欠暖房＞ ・起床時や帰宅時に部屋が冷えている。
部分方式	＜部分連続暖房＞ ・壁の表面温度が空気温度に近く室内環境が良好に保たれる。 ・暖冷房を行う部屋と行わない部屋とで温度差がつく。	＜部分間欠暖房＞ ・エネルギー消費が小さい。 ・起床時や帰宅時に部屋が冷えている。 ・暖冷房を行う部屋と行わない部屋とで温度差がつく。

ポイント 連続暖房時と間欠暖房時の室内環境の違い

- ・図は平日の明け方 6 時における LDK の空気温度と壁表面温度を部分間欠暖房を行った場合と全館連続暖房を行った場合とで比較したものです。設定温度は部分間欠暖房が 20℃、全館連続暖房が 18℃と、部分間欠運転の方が 2℃高くなっています。
- ・部分間欠暖房は全館連続暖房に比べて部屋の空気温度が 2℃高いにも係わらず、壁の表面温度はむしろ低くなっています。
- ・MRT とは平均放射温度 (Mean Radiant Temperature) の略で、壁の面積の大小を配慮しながら表面温度の平均をとったものですが、全館連続暖房の方が部分間欠暖房よりも 1℃高くなっています。これは、部分間欠暖房を行った場合、暖房を開始した直後は夜中に冷えた壁や床などがまだ十分に暖まっていないためです。一方、全館連続暖房を行った場合は、夜中も暖房をしているため、壁や床などが十分に暖まっています。
- ・人間の熱の授受は、周りの空気に加えて壁からの放射の影響を受けます。そのため、部屋の空気温度に加えて壁の表面温度が人間の快適性に影響を与えます。OT (作用温度:Operative Temperature) とは空気温度と壁の表面温度の平均値で、快適性を表す指標のひとつですが、全館連続暖房は部分間欠暖房よりも設定温度が 2℃低いにも係わらず、快適性は OT で判断する限り、同じレベルにあるということが見て取れます。



4 暖冷房設備方式の検討（ステップ3）

1) 各方式の特徴

① エアコン暖冷房・ガス温水暖房・FF式暖房（方式1～3 共通）

- ・居間や食事室、寝室などの各室に暖冷房機器を設置して個別に暖冷房を行う部分間欠暖冷房方式です。必要に応じて設置し、運転できるという長所がありますが、非暖冷房空間となる廊下、階段、洗面所、便所などと室温の差が大きくなるような配慮が必要となります。

② エアコン暖冷房（方式1）

- ・ヒートポンプ技術により熱を作る効率の良い機器です。ただし、ヒートポンプ特有の特徴として効率は負荷率により変化するため、適切な機器容量を選定することが重要となります。
- ・室内の空気を循環させて暖冷房を行うため、気流感を感じやすく、とくに暖房時には肌寒さの原因となります。断熱性能を高めること、設置位置や吹き出し方向に十分配慮することが必要です。

③ ガス温水暖房（方式2）

- ・ガス熱源機で暖められた温水を循環させ、ラジエータ・ファンコンベクタ・床暖房などの放熱器により室内を暖める方式です。
- ・エアコンと同様に、ファンコンベクタは暖かい空気部屋を暖める暖房方式（対流式暖房）です。したがってエアコン同様、設置位置や吹き出し方向に十分配慮することが必要です。
- ・一方、ラジエータや床暖房は主として輻射熱で部屋を暖める方式（放射式暖房）です。放射式暖房は部屋の空気を攪拌しないため気流感を感じさせない上、部屋の温度分布が少なく、高い快適性が得られます。また、他の方式では暖められた空気は部屋の上部にたまる傾向にありますが、床暖房は床から暖めるため、部屋の上下温度分布が一様になり高い快適性が得られます。
- ・ラジエータや床暖房は、やけどなどの危険性から表面温度があまり高くないように制御されています。したがって、パネルの面積が小さいと放熱量不足に陥る場合があります。パネル面積は余裕を持って設計する必要があります。

④ FF式暖房（方式3）

- ・部分間欠で用いられる他の方式に比べて最も暖房能力が大きく、そのため運転開始から設定温度に到達するまでの時間が最も早い機器といえます。
- ・エアコン同様、対流式の暖房方式であり、上下温度差が大きくなりやすい傾向があります。また、気流感があるので、設置位置や吹き出し方向に十分な配慮が必要です。

⑤ ダクト式セントラル暖冷房（方式4）

- ・住宅全体で1台もしくは各階に1台のヒートポンプ熱源を用い、冷温風をダクトで各居室に運び、換気システムと組み合わせて住宅全体の暖冷房・換気を行う全館連続暖冷房方式です。
- ・部分暖冷房とは違って、全館を暖冷房するため、住宅内の温熱環境をほぼ均一に保つことができるので、廊下等に移動したときも温度差を感じることもなく、高い快適性が得られますが、エネルギー消費量は大きくなります。
- ・エアコン同様、対流式の暖冷房方式です。したがってエアコン同様、設置位置や吹き出し方向に十分配慮することが必要です。

2) 快適性とコストとのバランスについて

- ・経済性を考えれば、イニシャルコスト・ランニングコストともに小さいエアコンやFF式暖房による部分間欠

方式が、一般的にはもともと低廉といえます。

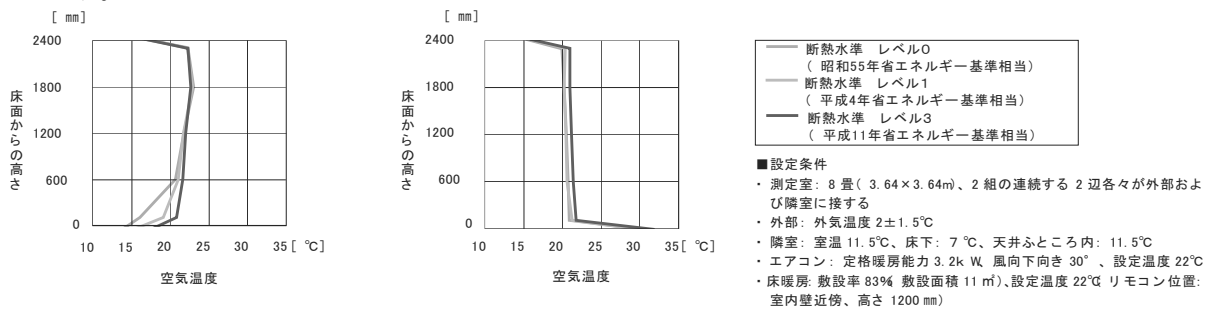
- ・全館連続方式の方が快適性は高く、部分間欠方式の方が省エネルギー性は高いといえます。
- ・省エネルギー性の高い暖冷房設備に対しては、補助金制度などを活用できる場合があるため、設計者は施主の立場に立ってよく把握しておく必要があります。

3) 空間の特徴に適した方式の採用

- ・天井が高い場合や吹き抜けがある場合には、室内の上下で温度差が大きくなる傾向がありますので、足元を暖める床暖房が適しています。また、天井扇など空気を攪拌する機器を用いて室内の上下温度差を解消させるのもよい方法といえます。
- ・間仕切りの少ない大空間（オープンプラン）で構成される住宅では、ダクト式セントラル暖冷房など住宅全体を暖める方式を採用することが適しているといえます。

ポイント エアコンと床暖房使用時の室内温度分布の違い

- ・エアコンなど暖かい空気を送風する対流式暖房の場合、暖かい空気は天井付近に上昇し、窓面を下降する冷気や隣接する非暖房空間から侵入する冷気が床付近に流れ込むため、室内の上下温度差が大きくなりがちです。一方、床暖房の場合、室内の空気を暖めることに加え床からの放射熱で暖をとるため、低く抑えられた空気温度で上下の温度分布の少ない快適な環境を形成します。
- ・図 a は暖房時の上下温度分布を示したものです。床や椅子に座ることが多いため、床面からの高さが 0～1200mm 程度の温度が重要となります。エアコンでは、とくに断熱性能が低い場合において、床に近づくほど温度が低下することが分かります。断熱性を高め、カーテンを床まで届くようにしてドラフトを防ぐ、吹き出し方向をなるべく下方にするなどの配慮により上下温度差を緩和することができます。一方、床暖房は上下温度差がほとんどついておらず、床表面近傍でも暖かい空間であるといえます。
- ・図 b は暖房時の水平温度分布を示したものです。エアコンの吹き出し近傍の温度が高くなっていることが分かります。場合によっては吹き出し風向の位置を調整し直接、温風が当たらないような配慮が必要になります。



図a 暖房時の上下温度分布(部屋中央)(左:エアコン暖房、右:床暖房)

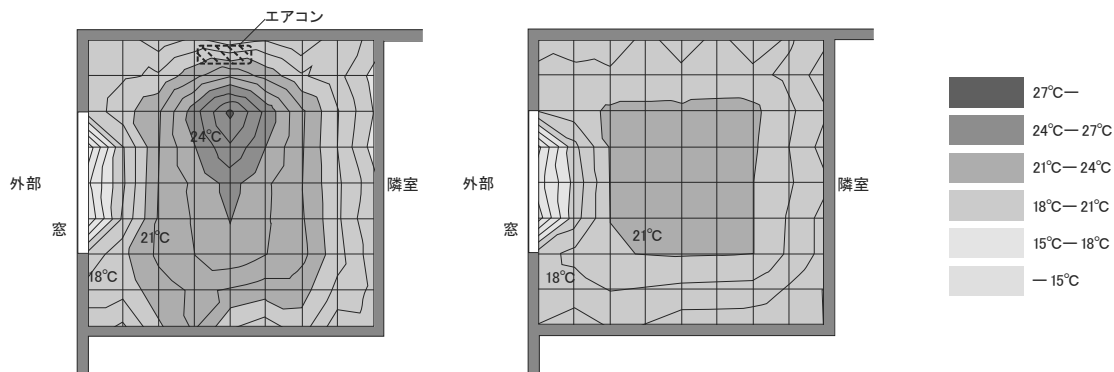


図 b 暖房時の水平温度分布(高さ 1200 mm) (左:エアコン暖房、右:床暖房)

5.2.4 暖冷房設備計画の省エネルギー手法

方式1 エアコン暖冷房

- ・エアコン暖冷房は、居間や食事室、寝室などの各室にルームエアコンを設置して、必要に応じて暖冷房を行う部分間欠運転がなされるのが一般的です。

1 省エネルギー手法（方式1）

手法1 高効率エアコンの採用

- ・エアコン暖冷房による省エネルギー目標レベルは、エネルギー消費効率(COP)の高い暖冷房機器を採用すること等により達成することができます。
- ・エアコンの運転効率を表す指標として COP があります。COP はエアコンの暖冷房能力を消費電力で除した値で、様々な運転条件によって変動することが知られています。

ポイント エアコンの機器効率

- ・図 a は、測定結果に基づく外気温度、負荷率(定格能力に対する暖冷房能力の割合)と COP の関係を示しています。例えば、暖房時は外気温度が高いほど COP が向上します。また、最大負荷率(最大能力)の約半分の能力近傍で最も COP が高くなり、この領域に相当する暖冷房負荷が多いほど、年間の運転効率が向上することが分かります。
- ・エアコンの能力は冷房時では外気温度が低いほど、暖房時であれば高いほど向上します。例えば暖房において外気温度が7℃を基準とすると、12℃では10%程度能力が増加し、逆に2℃の場合は10%程度能力が減少します。

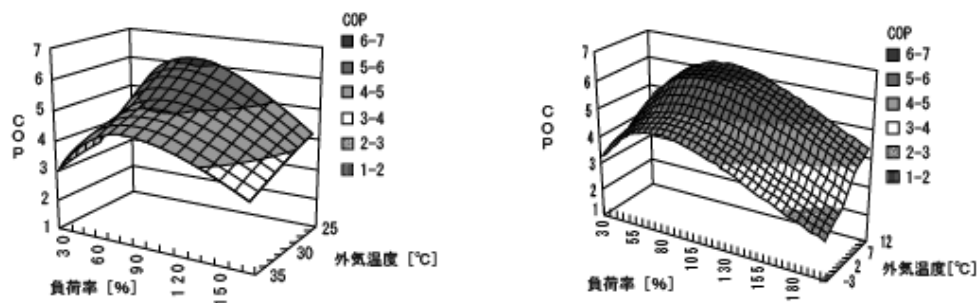


図 a 外気温度、負荷率と COP の関係(左:冷房、右:暖房)

- ・冷房時に室内の相対湿度が変化すると、エアコンの能力および COP も変化します。図 b は、日本工業規格(JIS)の COP 測定条件として既定された室内湿度(乾球 27℃、湿球 19℃、相対湿度約 47%)と、高湿度条件の COP を比較した結果です。例えば相対湿度が 55～60%の時、能力および COP は 10～15%増加します。

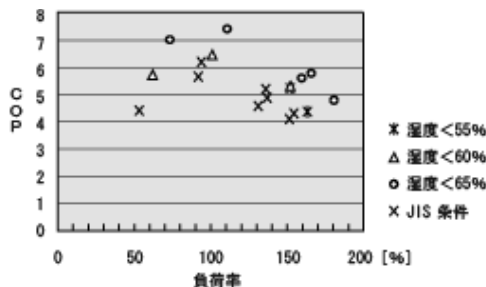


図 b 室内相対湿度が COP に与える影響

手法2 適切な機器容量の選定

- 一般的に、エアコンは暖冷房を開始した直後に高負荷運転となりますが、それ以外の時間においては低負荷運転となり、ポイントの図にもあるように COP が悪化します。とくにエアコンを長時間運転した場合など、室内の熱負荷が極めて小さくなり、エアコンは断続運転となる場合があります。断続運転では COP がさらに低下するので、低負荷・断続状態でエアコンを連続的に運転することは省エネルギーの観点からは望ましくありません。
- 部屋の暖冷房負荷に対して過大な能力のエアコンを選定すると、所定の室温に到達するまでの時間が短縮されて快適性は向上しますが、効率の悪い低負荷運転の割合が増加します。
- エアコンの最大能力は、機器の代表的な能力としてカタログに記載されている定格能力より大きいので、部屋の最大熱負荷に対して適切な最大能力を有する機種を選定することが必要です。適切な最大能力は、上述の室温の立ち上がり性能、すなわち運転開始から室温が快適になるまでの時間をどの程度に設定するかにより変化します。図 2 は中間能力(定格の半分の能力)以下、すなわち低負荷で運転する割合が暖冷房期間を通じた COP に与える影響を検討した結果です。同一の機種においても、低負荷運転の割合が少ないほど期間 COP が向上します。

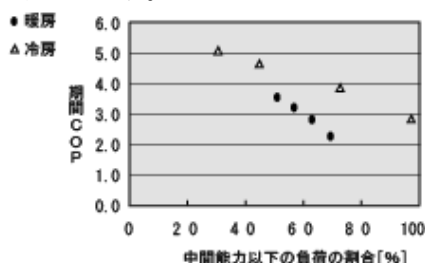


図 2 低負荷運転の割合が COP に与える影響

- エアコンを設置するには適切な容量設定を行うことが重要です。エアコンを暖房にも使用する場合、一般的に冷房負荷に比べて暖房負荷の方が大きいので、暖房負荷に見合った暖房能力をもつエアコンを選定する必要があります。エアコンの能力が足りないと、部屋が暖まらない、あるいは、すぐには暖まらないなどの不都合が生じます。一方、能力が過剰だと、十分に暖冷房を行うことはできますが、あまり暖冷房負荷が生じない期間では、エアコンの運転は効率の悪い断続運転を行うことになりエネルギー消費量が増加します。エアコンの能力は大きい程よいのではなく、部屋の面積や使い方などを勘案した、適切な容量のエアコンを選定することが重要といえます。
- 暖冷房機器は、目標レベルに即した出力の機器でできるだけ COP の高いものを選定します。表 12 は、断熱外皮計画の目標レベル(4.1.2 参照)に応じて、室の大きさとの関係から適正と考えられる暖房・冷房の能力を参考に示したものです。
- ここで大切なのは、「部屋の負荷に適した出力を持つ機器」を選定することで、「部屋の負荷を超える出力を持つ機器」ではありません。暖冷房機器にかぎらず、必要以上の出力を有する機器の使用は、エネルギー消費の効率を落とす結果になります。

表 12 暖房機器選定の目安となる能力(必要な最大暖房能力)

[単位: kW]

断熱水準			6 畳間	8 畳間	10 畳間	14 畳間
レベル0	昭和 55 年省エネルギー基準相当		2.7	3.6	4.5	6.3
レベル1	平成 4 年エネルギー基準相当	(中気密)	2.2	2.9	3.6	5.0
		(気密)	2.3	3.0	3.7	5.2
レベル2	平成 4 年と平成 11 年省エネルギー基準の中間相当	天井・開口部強化	1.8	2.4	3.0	4.2
		土塗壁	1.8	2.4	2.9	4.1
レベル3	平成 11 年省エネルギー基準相当	部位バランス型	1.8	2.4	3.0	4.2
		天井・開口部強化	1.8	2.3	2.9	4.1
		開口部強化	1.7	2.2	2.7	3.8
		土塗壁	1.8	2.3	2.9	4.0

(注)表中の数値に下線が引かれている部分以外の条件では、機器の能力(冷房の定格能力)が2.2kWの機種を選ぶことにより、表中の最大暖房能力を満たすことを示しています。それ以外の部分については、機器の能力(冷房の定格能力)が2.8kWの機種を選んで下さい。

ポイント 負荷に見合ったエアコン選定の重要性

- ・図 a「従来型エアコンと省エネ型エアコンの効率の比較」は、居間に設けられた従来型のエアコン(定格 COP≒2.7)と省エネ型のエアコン(定格 COP≒5.8)の実測されたエネルギー効率と外気温との関係を示しています。これらの図から、効率の高い省エネ型機器の省エネルギー効果を確認することができます。
- ・図 b「居間と子供室の効率の比較」は、まったく同じ COP をもった機器を居間と子供室に設置した場合の効率を示しています。機器の COP がほぼ同じであるにもかかわらず、子供室のエアコンの効率は明らかに劣っています。これは、子供室の方が部屋の面積が小さく、暖房負荷が小さいことが原因です。
- ・図 c「負荷率の頻度分布」は、機器が持つ最大出力に対してどの程度の出力で運転されていたかを示したものです。夏期については、居間のエアコンが最大出力の 40%で運転されているのに対し、子供室のエアコンは最大出力の 10%程度でしか運転されていません。すなわち、部屋の負荷に比べ過剰な能力を有する機器を用いた場合には、たとえ高効率な機器であったとしても、その性能が十分に発揮されない結果になりかねません。表 12 を参考にするなどして、機器の能力を適切に決める必要があります。

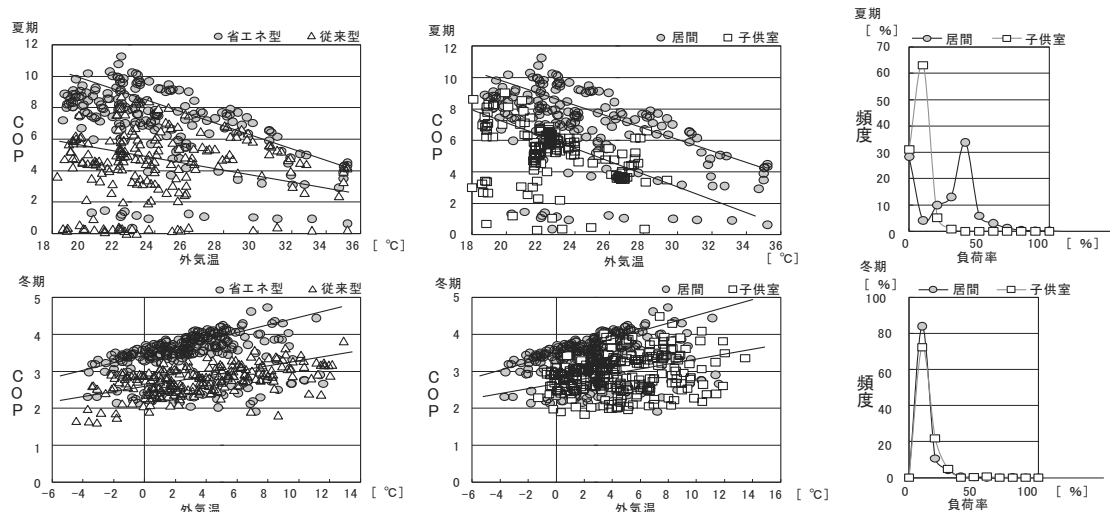


図 a 従来型エアコンと省エネ型エアコンの効率の比較 図 b 居間と子供室の効率の比較 図 c 負荷率の頻度分布

手法3 扇風機・天井扇の利用(冷房のみ)

- ・冷房期に扇風機や天井扇を活用するとエアコンの設定温度を高め設定することができ、また冷房の使用時間を抑えることができます。設定温度を上げることで、冷房エネルギー消費を削減する効果が期待できます。

1) 扇風機の採用

- ・扇風機は、外出からの帰宅時や入浴後などに一時的に強めに使用する(強運転、中運転等)ことで、気流感により体感温度を低下させる効果が得られ、冷房の使用を抑制することができます。
- ・扇風機の気流によりもたらされる涼感の程度を定量的に評価することは難しいのが現状ですが、冷房設備の普及した現在においても、頻繁に使用されている扇風機の省エネルギー効果を見逃すことができません。気流により体表面から除去される熱量は、気流の速さ、周期(首振り運転等)、汗の蒸発などに影響されます。
- ・表 13 は、扇風機 2 種類の消費電力と風速を計測した結果です。機種 2 の方が少ない電力消費で大きな風速を得られており効率が低いことが分かります。

表 13 扇風機の消費電力と風速の計測結果

		機種 1			機種 2		
定格消費電力[W](50/60Hz)		52/53			40/43		
ノッチ		微風	涼風	強風	弱	中	強
消費電力[W](50Hz)	首振りなし	40	46	56	24	31	50
	首振りあり	37	44	54	23	31	49
首振りなし時の風速(最速位置の平均値)[m/s]	2m 位置	1	1.1	1.2	1.2	1.4	2
	3m 位置	0.6	0.7	0.8	1	1.2	1.4
首振り時周期(往復)[s]		21.8	18.9	16.4	25.7	20.0	15.3

- ・扇風機の利用による体感温度抑制効果を試算した結果、扇風機から 2～3m 程度離れた位置において 1℃程度体感温度を低下させる効果を見込める結果となりました。(長時間使用時に弱風かつ首振りありの条件で使用する場合)。体感温度「1℃」低下させる効果を見込んで、エアコンの冷房設定温度を 1℃上げることが可能であると想定すると、扇風機を併用することで冷房エネルギーの削減効果を見込むことができます。一方、エアコンの冷房設定温度を変えずに扇風機を併用する使い方では、扇風機の電力消費量分だけエネルギー消費量が増加することになります。

2) 天井扇の採用

- ・天井扇(シーリングファン、図3)は、扇風機より広い範囲で気流を感じることができ、全般的に体感温度を下げる効果が期待できます。また、吹き抜けなど天井までの高さがある空間では、上部に溜りやすい暑い空気を攪拌することで、天井付近の表面温度上昇が抑制され、居住域の体感温度を下げる効果も期待できます(一方、屋根・小屋裏の断熱・遮熱が脆弱で天井近傍に熱気が滞留する場合などは、天井扇の使用により冷房エネルギー消費が増すこともあります)。
- ・天井扇は、扇風機と同程度の電力消費で、より広範囲に気流を形成することができるため、室内全体で体感温度を低下させる効果が期待できます(天井高 4.9m の吹き抜け天井に設置した天井扇の実験では、中ノッチで 0.3m/s、低ノッチで 0.1～0.2m/s 程度の風速が居住域で得られており、中ノッチで使用することで風を十分に体感できるといえます)。
- ・天井扇は天井高を高くとらないと導入しづらい設備ですが、照明と一体化した商品も増えており導入が容易になってきています。安全面等を考慮すると、天井高は 2.5m 程度以上は必要と考えられます(天井面からの下がり寸法は、小さいもので 20 cm 程度です)。
- ・近年、クラシックなデザインだけでなく、シンプルでモダンなデザインの製品も増えており、意匠的な選択の幅も広がっています。

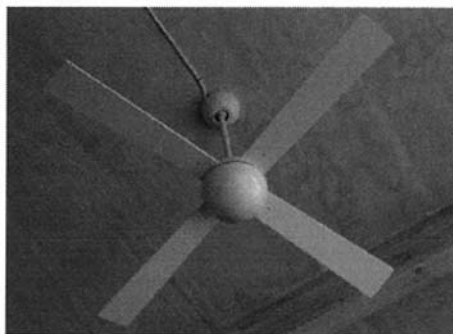


図 3 天井扇(シーリングファン)の例

2 省エネルギー計画・設計上の配慮(方式 1)

- ・夏期の冷房については、エネルギー消費効率(COP)の良いエアコンを入れるとともに、自然風の利用や扇風機・天井扇の利用により冷房負荷を削減することが重要です(「3.1 自然風の利用・制御」参照)。
- ・新築の場合、エアコンの配管を通すスリーブは、可能なかぎり施工の段階で設置するほうが望ましいと考

えられます。建物の完成後に不用意に壁に穴を開けると、断熱性や気密性を損なう原因となるので、住宅を施工した業者と事前に検討する必要があります。図4は竣工後にホールソーで穴をあけた際に断熱材が巻き込まれた例です。

- ・室外機周辺に十分な空間が無いと、熱交換した空気が滞留し、暖冷房能力の低下やCOPの悪化を招く原因となります。したがって室外機はなるべく広い場所に設置することが望ましいのですが、広い場所へ設置するために室内機との距離が長くなりすぎると、やはりCOPが悪化します。



図4 竣工後にホールソーで壁に穴をあけた際に断熱材が巻き込まれた例

3 運転方式の配慮（方式1）

- ・冬期、起床時に居間を暖める場合、どの暖房機についてもいえることですが、室内の設定温度に到達するのに時間がかかります。そのため、十分部屋が暖くなるまで、エアコンのスイッチを入けると同時に、電気カーペットや電気ヒーター、コタツも併用するケースが見られます。ただし、エアコンはヒートポンプ技術により熱をつくる効率がよく、電気カーペットや電気ヒーター、コタツに比べると発熱効率が数倍にもなります。そのため、タイマーを用いて在室予定の30分～1時間前から作動させ室内を暖めても、エネルギー消費の増加はさほど大きくなりません。
- ・冷房時は設定温度が高いほど、暖房時は低いほど、機器としてのCOPは高くなる傾向があります。冷房時に室温を高めに、暖房時に低めに設定すると、暖冷房負荷そのものが小さくなり、かつCOPが向上するので、省エネルギー効果が期待できます。一方で、過大な能力の機器が設置されている場合は、低負荷運転の割合が増加し、COPはかえって悪化する可能性もあります。
- ・リモコンの設定温度と居住域の実現温度には、多くの場合、差があります。これは、エアコンの制御において、室内機の吸込み口近傍の温度を参照する場合が多く、室内の上下温度差により居住域と吸込み空気温度に差があることや、機器の制御特性が主な原因です。快適な室内の状態と、その時のリモコンの設定方法については、卓上など居住域に置いた温度計の値を参考にするなどの住まい手の運用上の工夫が求められます。
- ・エアコンは、とくに暖房時に気流が直接人体に当たると肌寒さの原因となります。室内機の設置位置や吹出し方向には配慮が必要です。

方式2 ガス・石油温水暖房

- ・温水暖房は、居間や食事室、寝室などの各室に放熱器を設置して、必要に応じて暖房を行う部分間欠運転がなされるのが一般的です。
- ・床暖房の場合、窓ガラス面のコールド・ドラフトによる不快感を緩和するのに効果があり、また、室内の温熱環境を均一に保つことが容易になるなど、室内の快適性を高く維持できる暖房方式といえます。パネルラジエータも同様の効果がありますが、腰窓の下にパネルを設置するなど設置場所に配慮が必要です。
- ・温水暖房は、FF式暖房などに比べるとイニシャルコスト、ランニングコストともに大きくなる傾向にあります。ただし、放熱器がラジエータや床暖房の場合、室内の快適性を高く維持できる暖房方式であるといえま

す。

- ・エネルギー消費を抑えるために、適切な配管の断熱、適切な床の断熱(床暖房使用時のみ)、高効率熱源機の使用に留意する必要があります。また、送水温度を低くすると、一般的に熱源機や配管からの放熱ロスが減少するため、温度設定が選べる熱源機の使用や、低温度でも十分暖房できるような放熱器の面積の確保などを検討するのもよいでしょう。

1 省エネルギー手法（方式2）

手法1 高効率の熱源機の採用

- ・熱源機の効率は、熱源機の暖房出力を燃料消費量(熱量)で除した値であるエネルギー消費効率で表され、この値が大きいほど、同じ温度・量のお湯を少ない燃料消費量でつくりだすことができます。なるべくエネルギー消費効率が高い熱源機を選定するようにして下さい。
- ・温水暖房の熱源には、一般的なガス給湯機に加え、潜熱回収型ガス給湯機があります。またガス給湯機以外にも石油給湯機およびヒートポンプ式熱源の使用が考えられ、高効率熱源機が床暖房の省エネルギー効果を向上させることが期待されます。

ポイント 熱源機の効率

- ・図は熱源機の出力に対する効率を示したものです。出力が小さくなるにつれて、効率が減少することが分かります。とくに熱源機のバーナーのオン・オフが生じる約 2000W 未満の出力帯では、熱源機効率は大きく低下します。一般的に容量の大きい熱源機においては、バーナーが連続で燃焼する出力の下限値も大きく、オン・オフが生じがちになります。あまり過大な容量の熱源機を選択するのは避ける必要があります。
- ・図の(A)は、ガス熱源機に搭載されているホットダッシュという機能を用いたときの効率です。この機能は、床暖房の運転を開始した直後に素早く部屋を暖めるために、通常よりも高温(例えば 75℃)の温水を供給するものです。この機能は快適性の面では部屋がすぐ暖まるので良いのですが、図からも分かるように効率が悪くなるため、すでに部屋が暖まっている場合などはこの機能をリモコンで OFF にするなどの工夫が推奨されます。例えば、起床時に床暖房を運転する場合を考えたとき、住宅の断熱性能が高いと、室内の寒さが和らぐ(温度が高くなる)ため、この機能を使用する時間を短くできます。
- ・図の(B)は、送水温度を低温にした場合の効率です。温水の温度が低いと熱源機効率は良くなります。とくに潜熱回収型の熱源機の場合は、温水温度が低い場合に、より潜熱を回収しやすくなりますので、低温水の制御ができる機器を選択することも重要です。ただし、送水温度を低くすると床暖房の放熱量が少なくなるため、住宅の断熱性能を高め、暖房負荷を低く抑える工夫とセットで使用するのがよいでしょう。

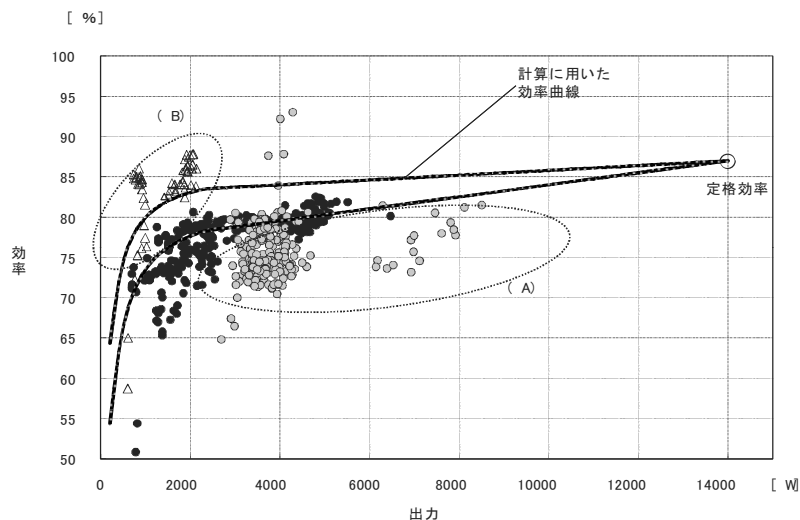


図 温水暖房の出力に対する効率

手法2 熱源機の送水温度の低温化

- ・送水温度を下げると配管等からの熱損失が減少するとともに、一般的に熱源機の効率が上昇します。一方で、同じ面積の放熱器で比較した場合、送水温度を下げると暖房能力が減るため、厳冬期には暖房能力が不足するおそれがあります。省エネのために送水温度を下げるには、十分に建物を断熱して暖房負荷を少なくするとともに、放熱パネル(床暖房パネルも含む)の面積を増やす工夫が必要です。

手法3 床下および配管の断熱、配管長の短縮化

- ・床下空間など、非暖房空間への熱損失を防ぐために、床裏の断熱材を厚くし、温水配管をきちんと断熱することが重要です。
- ・熱源機と床パネルとの循環配管には、かなりの損失熱が想定されます。そのため、十分な保温と配管長の最短化が必要です。保温については、ペアチューブにおいて発泡ポリエチレン 10mm 程度で被覆した配管を使用するか、それと同等の断熱性能(線熱貫流率 $0.15\text{W/m}\cdot\text{K}$ 以下)を有するように配管周りに断熱材を使用します。
- ・床暖房の下面にも、十分な断熱が必要です。熱抵抗値が $1.6\text{ m}^2\text{K/W}$ (グラスウールボード 32K 品で厚さ 60mm 相当、グラスウールボード 16K 品で厚さ 75mm 相当)以上の断熱材を使用します。

手法4 床暖房の採用・敷設率の増加

- ・床暖房でかつ部屋全体を暖めるように設計されたもの(例えば暖房空間に対して敷設率 70%程度以上のもの)については、他の暖房方式に比べて同じ快適感を保ちながら室温を下げることができます。ただし、台所の足下を局所的に暖める場合など敷設率の小さいものについてはこのかぎりではありません。

ポイント パネル放熱面積の適切な設計

- ・コンベクタおよびラジエータ、床暖房の放熱量は、放熱面積と送水する温水の温度によって決まります。最寒日など暖房負荷が大きいときに能力不足とならないように設計することが重要です。とくに供給する湯の温度には限界があるため、十分に放熱面積を確保する必要があります。放熱面積の算定は、送水温度を例えば 60°C というように設定して算定しますが、設置スペースが許すかぎり、熱源の能力の範囲内で、大きめの放熱器を導入することが推奨されます。なぜなら、同じ送水温度でより多く放熱するため、最寒日に暖房負荷が大きくなった場合にも余裕を持って室温を維持できるからです。また、同じ放熱量で比較した場合、送水温度を低く抑えたり送水時間を短くしたりすることができるため、配管からのロスや熱源機効率の上昇が期待できます。床暖房の放熱量が少なくなるため、住宅の断熱性能を高め、暖房負荷を低く抑える工夫とセットで使用するのがよいでしょう。

ポイント 熱源機、床下および配管断熱による熱損失

- ・熱源機を選択、配管断熱の有無と床暖房パネル下面の断熱材の厚さの違いによる温水式床暖房のエネルギー消費の一例を示します。
- ・図aは、省エネルギー手法を導入しなかったケースです。
- ・これに対し、図bは、配管断熱と床下断熱をともに行った手法3に、さらに敷設面積を大きくし、配管の長さを短くしたケースを想定しています。両者を比較すると、エネルギー消費は約 9%減少します。

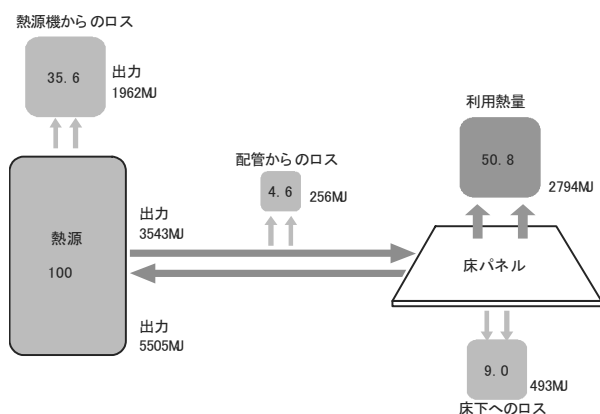


図 a 従来型熱源機＋床下低断熱・配管断熱なし
(ケース 1)

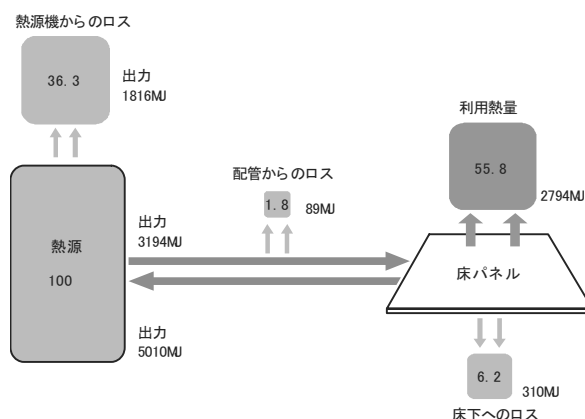


図 b 従来型熱源機＋床下高断熱・配管断熱あり
(ケース 2)

- ・図 c は、図 b からさらに熱源機を高効率にしたケース（手法 1 を採用）を示します。
- ・図 d は、図 b から熱源機を高効率にし、送水温度を低く（40℃）できる潜熱回収型などの機器を選定したケース（手法 2 を採用）を示します。送水する温水温度を下げるにより熱源機効率がよくなり、さらにエネルギー消費を約 11% 減少させることができます。

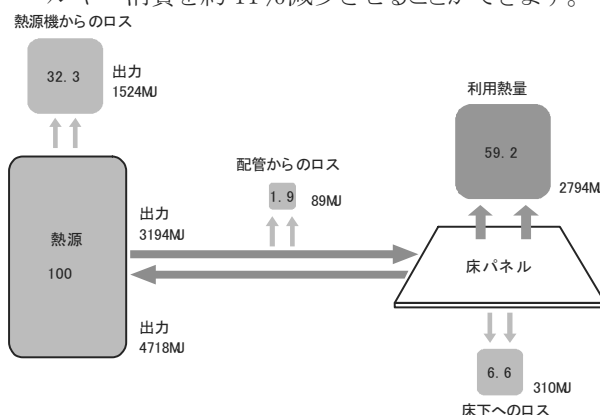


図 c 高効率型熱源機＋床下高断熱・配管断熱あり
(ケース 3)

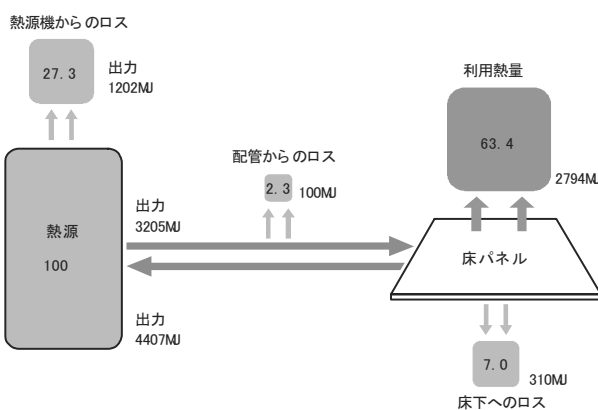


図 d 高効率型熱源機 (低送水温度) ＋床下高断熱・配管断熱あり (ケース 4)

■ 計算条件

- ・床暖房の設置箇所：戸建て住宅 1F 部分の居間・食事室（床面積 21.5 m²）、台所（床面積 8.3 m²）
- ・床暖房の敷設率：①標準 70%（床暖房面積 20.9 m²）、②高い 75%（床暖房面積 22.4 m²）
- ・配管長：①標準 29.6m、②短い 15.5m
- ・熱源機（定格効率）：①従来型 78.0%、②高効率型 83.0%、③潜熱回収型 86.0%
- ・床下断熱：①低断熱（熱抵抗値 1.0 m²K/W、グラスウール 16K50 mm）、②高断熱（熱抵抗値 1.6 m²K/W、グラスウール 32K60 mm） ※①は敷設率を標準、②は敷設率を高く設定
- ・配管断熱：①配管断熱なし（熱損失係数 0.21 W/mK）、②配管断熱あり（熱損失係数 0.15 W/mK） ※①は配管長を標準、②は配管長半分
- ・往き水温：60℃（標準）、40℃（低送水温度の場合）

2 省エネルギー計画・設計上の配慮（方式 2）

- ・手法 2 でも挙げたように、供給する温水の温度を下げると、熱源機の効率はよくなります。また、配管からの熱損失も減少します。したがって、なるべく供給する温水の温度を下げるのが省エネには有効であるといえます。ただし、温水温度を下げると放熱量が減少するため、暖房能力不足になりがちです。送水温度を下げる工夫ができるように、断熱水準を高めて暖房負荷を減らすこと、パネル放熱面積を大きくとることが必要であるといえます。
- ・温水配管からの熱損失を減らすには、配管を断熱する以外にも、長さを短くするのが効果的です。熱源機を最も暖房をする部屋（例えばリビングルームなど）に近接して設置する工夫が考えられます。

- ・給湯システムと熱源を共有する場合、暖房と給湯を1台の熱源で行うため、配管計画にも留意し、配管長が最短になるような機器設置が重要となります。一方、給湯機とは別に熱源機を用意するのであれば、リビングルーム前のバルコニーなど、最も暖房の使用頻度が高い部屋の近くに熱源機を設置することで、配管の長さを短くすることができます。

3 運転方式の配慮（方式2）

- ・床暖房の場合、床が暖まるのに時間を要するため、起床時や帰宅時など、部屋を使用する時刻の30分前にタイマーなどで運転を開始することが有効です。一方、運転を停止しても、一旦暖まった床は冷めにくいので、就寝前や外出前など早めに運転を停止することが有効です。

方式3 FF式（強制給排気式）暖房

- ・FF式暖房は、居間や食事室、寝室などの各室に暖房機を設置して、必要に応じて暖房を行う部分間欠運転がなされるのが一般的です。

1 省エネルギー手法（方式3）

- ・本書では、とくに省エネルギー手法を挙げてはいませんが、FF式暖房機を選定する際には、なるべく燃焼効率が良い機器を選定して下さい。
- ・加えて、FF式暖房機は最初点火するときに、燃焼室を電気で暖めるため、点火時の消費電力量が小さい機器を選ぶのも重要なポイントとなります。

2 省エネルギー計画・設計上の配慮（方式3）

- ・暖房負荷に比べて過大な能力の機種を選ぶと、発停を繰り返すようになります。一般的に、点火時の燃焼効率は低いか、あるいは燃焼部分を加熱するために多くの電力を消費します。そのため、なるべく発停を繰り返す運転（断続運転）にならないようにすることが重要です。住宅の立地や断熱性能を勘案して、暖房負荷に見合った能力の機器を表12を参考にするなどして選定することが重要であるといえます。
- ・部屋の温度分布を均一にし、とくに窓際のコールド・ドラフトを防止するためには、窓ぎわに設置することが効果的です。なお、給排気工事をともなうため、屋外に面した壁ぎわに設置する必要があります。
- ・空気がよどむような場所に暖房機の給排気塔を設置することは、燃焼ガスを再度吸い込んで不完全燃焼を起こすことがありますので避けて下さい。

3 運転方式の配慮（方式3）

- ・他の暖房機器と同様に、設定温度を低くすることで省エネルギー効果が期待できます。
- ・エアコンや温水暖房同様、室内の風を循環させて暖房を行う対流式暖房のため、気流感を感じやすく、暖房時、強い気流に直接あたると不快感を感じる要因となります。そのため、設置位置には配慮が必要です。

方式4 ダクト式セントラル暖冷房方式

- ・セントラル暖冷房方式は、住戸全体で1台もしくは各階に1台のヒートポンプ熱源を用い、冷温風をダクトで各居室に運び、換気システムと組み合わせて、住戸全体の暖冷房・換気を行う全館連続暖冷房方式です（図5）。
- ・住戸内の温熱環境の均一化がはかられ、温熱環境上のバリアフリーになり、快適性は格段に向上しますが、エネルギー消費量は部分間欠暖冷房方式と比べると増加する傾向があります。
- ・セントラル方式を採用する場合、断熱外皮計画についてはレベル3以上（4.1.2 参照）、日射遮蔽手法に

についてはレベル2以上(4.3.2 参照)の水準を適用することが望まれます。断熱水準が向上すると、省エネルギー効果は高くなります。



図5 セントラル暖冷房の例

1 省エネルギー手法（方式4）

手法1 高効率機器の採用

- ・エアコン暖冷房と同様にヒートポンプを利用するため、省エネルギー性を高めるためには、まずはエネルギー消費効率(COP)の高い暖冷房機器を採用することが重要です。冷房定格効率4.0以上を要件とします。

手法2 室別の温度調節機能付き機種種の採用

- ・室別温度調節機能が付いた機器の場合、客間など通常はあまり使用していない部屋の暖冷房温度を他の居室よりも外気温度に近く設定することで、暖冷房負荷を低減することができます。

2 省エネルギー計画・設計上の配慮（方式4）

- ・間欠方式の暖冷房方式では起動直後に大きな負荷を生じますが、連続方式の場合にはこの負荷がありませんので、間欠方式で設計した場合における暖冷房機器の処理能力の合計よりも比較的小さな能力の機器で対応することができます。
- ・必要な熱を供給するために、ダクトには断熱を施す必要がありますが、とくに断熱区画外にダクトを設置する場合には、その部分にはとくに念入りに断熱する必要があります。少なくとも、断熱区画境界に施されたのと同レベル以上の断熱とダクトに施工する必要があります。
- ・ファンにより常に送風しているため、ダクトはなるべく短く、曲がり部分も少なくしてできるだけ圧力損失を減らすことが重要です(「5.3.4 換気設備計画の省エネルギー手法」を参照)。
- ・室外ユニットで作った熱をなるべく逃がさないために、冷媒配管にはしっかりと断熱するとともに、冷媒配管の長さをなるべく短くすることが重要です。室外機をなるべく本体ユニットのそばに設置できるような計画が望ましいといえます。
- ・室外機に日射があたると、暖房には有利ですが冷房には不利に働きます。そこで、日射を受けやすい場所に設置する場合には、夏期には日射を避け冬期には日射があたるように、庇などを活用すると効率が上がります。
- ・外気や循環空気のフィルターが詰まると性能は大きく低下します。そこで、フィルターの清掃を容易に行える場所(例えば床上)に本体を設置する必要があります。
- ・セントラル暖冷房方式では各室に空気を送り込むため、ダクト式の換気システムを兼ねるようにすることができます。ただし、必要換気量と比較して過不足を生じることがありますので、不足の場合には、別に局所換気システム等を導入するといった対策が必要です。

- ・全館連続暖冷房方式は、部分間欠暖冷房方式に比べてエネルギー消費量が増えることが避けられませんが、可能なかぎりエネルギー消費量を抑制するためには、躯体の高断熱化と漏気量の低減(躯体の気密化目標として、住宅の相当隙間面積 $C=3 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ 以下)が必要です。
- ・冷房負荷を抑制するためには、ガラス窓の配置・大きさなどを配慮することや、日射遮蔽部材の措置を施すことが大切です。

3 運転方式の配慮（方式4）

- ・不在室については、暖房時の設定室温を低め(冷房時は高め)にする、送風量を絞るなどして、空調負荷を減らすことが大切です。
- ・空調機または熱交換器のフィルターの清掃や交換を励行することが、エネルギー消費量の削減につながります。こまめにフィルターを清掃・交換するよう住まい手に促すことが大切です。
- ・冬期に室温を上げすぎると、エネルギー消費が増加するだけでなく過乾燥となりやすいので、室温の上げすぎには注意が必要です。
- ・セントラル暖冷房方式では、基本的に全館空調で、部屋の移動に伴う温度変化の小さいことが利点の一つです。しかし、使用頻度が低い部屋などは温度変化があってもあまり関係ありませんので、省エネルギーの面からは、それらの部屋の設定温度を外気温度に近づけるか、スイッチを切ることができるような制御方式を付けることが望まれます。

5.2.5 補助的暖房器具の選定

- ・冬期において使用される補助的な暖房器具には、コタツ・電気パネルヒーター・電気ストーブ・電気カーペット・セラミックヒーター・ハロゲンヒーターその他の暖房機器があります。それらを使用すると、同じ使用時間でもエアコンに比べて電力消費量が大きくなる場合があります。
- ・裸火を燃やしたり、燃焼廃ガスを室内に放出する開放型暖房機器は、室内で燃料を燃やすために室内空気質を低下させます。そのため、長時間の使用は避ける、使用時にはこまめに換気を行うなどの配慮が必要となります。

5.3 換気設備計画

平成 15 年の建築基準法の改正にともない、事実上すべての住宅ではシックハウス対策としての機械換気設備の導入が義務づけられました。ホルムアルデヒド等を発散する建材の使用の制限と併せて、年間を通じて、居室に 1 時間当たり 0.5 回以上の有効換気量が求められています。

この機械換気に要するエネルギーをいかに節約するかが、換気設備の省エネルギー技術として重要です。

5.3.1 換気設備計画の目的とポイント

- ・換気設備計画は、夏期や冬期に開口部(窓)を閉め切った状態においても、建築基準法で求められている 0.5 回/h 以上の換気量を確保し、住宅内の空気環境を安全・快適に保つことを目的とした技術です。
- ・便所、浴室、台所などの水まわり等に設置する局所換気設備は、臭気や水蒸気を排出し、室内空間を衛生的に保つ目的があります。ただし、前記の常時換気に比べ換気量のはるかに大きいので、連動給気口を設けたり、タイマーを利用する等の適切な計画が必要となります。
- ・換気システムにはダクト式換気システムと壁付け式換気システムがあり、それらの省エネルギーのためには、ダクトや外部フードによる圧力損失の低減、高効率ファンの採用および換気量を長期にわたり維持するためのメンテナンスを意識した計画と住まい手への注意喚起が重要です。

5.3.2 換気設備計画による省エネルギー目標レベル

1 目標レベルの定義

- ・本書で取り上げる換気設備の方式は、1) 方式1 ダクト式換気システム(第一種、第二種、第三種)、2) 方式2 壁付け式換気システム(第一種、第二種、第三種)の 2 つです。
- 採用する方式ごとに、省エネルギーの手法と効果に違いがあるため、省エネルギー目標レベルは、次のように方式ごとに設定しています。

方式1 ダクト式換気システム(第一種、第二種、第三種)

- レベル 0 : 換気エネルギー削減 なし
- レベル 1 : 換気エネルギー削減率 30%程度
- レベル 2 : 換気エネルギー削減率 50%程度

- ・ダクト式換気システムによる 2000 年時点における標準的な換気エネルギー消費量はVI地域、V地域(部分間欠暖冷房の場合)のいずれも 3.1GJ(エネルギー消費量全体の 5%程度)となります(6.1 参照)。

方式2 壁付け式換気システム(第一種、第二種、第三種)

- レベル 0 : 換気エネルギー削減 なし
- レベル 1 : 換気エネルギー削減率 20%程度

- ・壁付け式換気システムによる 2000 年時点における標準的な換気エネルギー消費量はVI地域で 2.8GJ、V地域(部分間欠暖冷房の場合)で 1.0GJとなります。

2 目標レベルの達成方法

- ・換気設備計画の目標レベルは、各方式について以下の手法を採用することにより達成することができます（表1、表2）。

表1 方式1 ダクト式換気による目標レベルと達成方法

目標レベル	省エネルギー効果(換気エネルギー削減率)	手法の適用
レベル0	0	—
レベル1	30%程度	手法1:ダクト等の圧力損失低減
レベル2	50%程度	手法1:ダクト等の圧力損失低減 手法2:高効率機器の導入

表2 方式2 壁付け式換気による目標レベルと達成方法

目標レベル	省エネルギー効果(換気エネルギー削減率)	手法の適用
レベル0	0	—
レベル1	20%程度	手法1:ファンと屋外端末の組み合わせの適正化

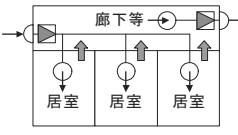
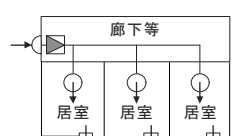
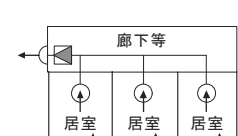
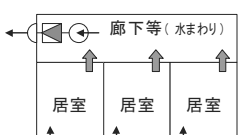
- ・水蒸気や臭気の排出のため長時間の換気が求められている浴室等の局所換気を兼ねた第三種換気方式を採用することにより、局所換気と全般換気を別々に実施する必要性が減り、エネルギー消費量が少なく、より単純なシステムとすることが可能です。しかし、そのような第三種換気では、一部の部屋での窓開けなどにより他の部屋への給気が減るというデメリットもあることを配慮しておく必要があります。
- ・また、VI地域に多い RC 造住宅の場合は、壁体内結露を懸念することなく各居室に直接給気が行える第二種換気方式を採用し易くなります。なお、第一種換気方式は、第二種換気と同様に各居室への直接の給気が確保できますが、熱交換型を採用する省エネルギー上のメリットについてはVI地域ではほとんど無いものといえます。
- ・各手法の詳細については、「5.3.4 換気設備計画の省エネルギー手法」で解説します。

5.3.3 換気設備計画の検討ステップ

1 換気設備方式の種類

一般的な換気設備には、表3のようなものが挙げられます。蒸暑地では、第三種換気の採用が主となりますが、ここでは住宅用の換気設備全般について記述します。これらの利点や注意点を把握して、住まい手の生活形態や住宅計画に適合する換気システムを選択することが必要です。

表3 代表的な換気システム

換気システムの種類		利点	注意点	設計時の留意事項
ダクト式第一種換気 居室機械給気 集中機械排気		- 各居室で確実な換気が可能 - 居室における運転騒音が小 - インテリアデザインがよい - 熱交換型の場合、コールドドラフト防止と空調負荷低減効果が期待できる(V地域)	各室へダクト配管が必要	- 計算により適切な能力の送風機を選ぶ必要がある - 各居室の必要換気風量を考慮して、ダクトの本数や長さを決める - 排気経路を水まわり室に設ける場合は、換気機器の仕様書にてその可否を確認
ダクト式第二種換気※ 居室機械給気		- 各居室で確実な換気が可能 - 居室における運転騒音が小 - 天井裏や壁体内からの流入を抑制するので、シックハウス対策として有効 - インテリアデザインが良い - 排気用ダクトが不用	- 各居室の排気口から屋外騒音の侵入の可能性あり - 外壁穴が多数存在する為、外観がよいくない - 各室へダクト配管が必要	冬期の壁体内結露防止に配慮して、排気口の有効開口面積の確保が必要(V地域)
ダクト式第三種換気 居室機械排気		- 各居室で換気が可能 - 居室における運転騒音が小 - インテリアデザインがよい - 扉のアンダーカットを要しないので、プライバシーが確保できる	- 給気口から屋外騒音の侵入の可能性あり - 外壁穴が多数存在する為、外観がよいくない - 給気口のコールドドラフトへの配慮が必要 - 各室へダクト配管が必要	- 扉のアンダーカット等を設けると、冬期等において居室への新鮮空気の供給が減少する - 水まわりからも排気する場合は、浴室の排気量が確保できる風量配分設計とする
ダクト式第三種換気 (局所換気利用) 集中機械排気		- 費用が安価 - 施工が簡単	- 給気口から屋外騒音の侵入の可能性あり - 外壁穴が多数存在する為、外観がよいくない - 給気口のコールドドラフトへの配慮が必要	気密住宅でない2階建て住宅の場合、各居室の確実な換気を確保する為には、上階の居室への給気ファンの追加で対応できる(V地域)
壁付け式第一種換気 居室機械給排気		- 各居室で確実な換気が可能 - 施工が簡単 - 扉のアンダーカットを要しないので、プライバシーが確保できる - 有効換気量率の高い熱交換型の場合、コールドドラフト防止と空調負荷低減効果が期待できる(V地域)	- 運転騒音が居室で発生する可能性あり - 機器が露出する為、インテリア性がよいくない - 外壁穴が多数存在する為、外観がよいくない - 給気によるコールドドラフトへの配慮が必要(V地域)	廊下やホールなど非居室の換気は、局所換気の常時換気運転等で対応する

 換気ファン (ダクト)
  換気ファン (壁貫通)
  ドア アンダーカット等
  給排気用 室内端末
  給排気用 室外端末
  給気 または 排気口

表3(続き) 代表的な換気システム

換気システムの種類		利点	注意点	設計時の留意事項
壁付け式第二種換気※ 居室機械給気		- 各居室で確実な換気が可能 - 天井裏や壁体内からの流入を抑制するので、シックハウス対策として有効 - 施工が簡単 - 扉のアンダーカットを要しないので、プライバシーが確保できる	- 排気口から屋外騒音の侵入の可能性あり - 機器が露出する為、インテリア性がよくない - 外壁穴が多数存在する為、外観がよくない - 運転騒音が居室で発生する可能性あり - 給気によるコールドドラフトへの配慮が必要(V地域)	冬期の壁体内結露防止に配慮して、排気口の有効開口面積の確保が必要(V地域)
壁付け式第三種換気 (局所換気利用)		- 局所換気との併用のため費用が安価 - 施工が簡単 - 居室における運転騒音が小	- 給気口から屋外騒音の侵入の可能性あり - 外壁穴が多数存在する為、外観がよくない - 給気口のコールドドラフトへの配慮が必要(V地域) - 埃などのつまりによる能力低下が起こりやすい	気密住宅でない2階建て住宅の場合、各居室の確実な換気を確保する為には、上階の居室への給気ファンの追加で対応できる(V地域)
換気ファン (ダクト) 換気ファン (壁貫通) ドア アンダーカット等 給排気用 室内端末 給排気用 室外端末 給気 または 排気口				

2 換気設備計画の検討ステップ

1) ダクト式換気システム

- ダクト式換気システムには、居室に室内端末部材のある第一種換気、第二種換気、第三種換気、および便所、浴室、台所などの水まわりに室内端末部材のある局所換気を利用した第三種換気があります。それぞれの利点、注意点に留意しながらシステムの選択をします。
- 換気システム部材の配置計画は、日常の維持管理に留意して行います。
- 換気システムの省エネルギー性は、換気システム本体の性能や設置位置だけでなく、ダクトや端末部材の設置位置や圧力損失などの性能についても検討が必要です。
- 換気システムの施工後に風量測定や風量調整を行うことも検討して下さい。
- 年間を通じて内外温度差が比較的小さい蒸暑地の住宅、とくに平屋建ての住宅や RC 造住宅(気密性が比較的高い)では、局所換気利用の第三種換気方式に有利な条件となっています。
- VI地域などで、通風に配慮して開放的な間取りや室間開口部の工夫がなされている場合は、同様に局所換気利用の第三種換気方式に有利な条件となっています。

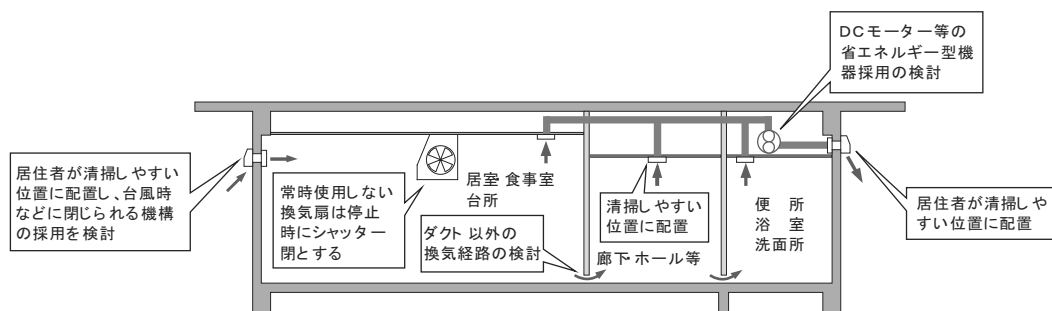


図1 換気設備計画(ダクト式第三種換気システム)の例

2) 壁付け式換気システム

- ・壁付け式の換気システムは、居室や水まわり等いくつかの換気扇を設けることで換気システムを構成します。
- ・換気計画としては、居室毎で換気経路が構成されるものと、居室から水まわり等に向けて換気経路を構成するものがあります。それぞれの利点、注意点に配慮しながら換気システムの選択をします。
- ・一般に、壁付け式の換気システムは機外圧力（空気を搬送するために必要な圧力）が小さいため、グリル部分などへの埃の付着による風量低下が顕著な傾向があります。日常の清掃を居住者に周知する必要があります。

ステップ1 選択する換気システムの検討

- 1) 住まい方、間取り計画、住宅の気密性の確認
- 2) 換気システムの種類と換気経路の検討



ステップ2 換気システムの配置計画

- 1) 局所換気ファンの常時全般換気への利用の検討
- 2) 日常のメンテナンスに留意した本体選択と設置位置の検討



ステップ3 省エネルギーに配慮した換気システムの能力確認

- 1) 設計風量の決定
- 2) 圧力損失の低減に関する検討
- 3) 消費電力と機外圧力を考慮しエネルギー効率の高いファンの選定



ステップ4 施工中または施工後に実施する事項の確認

- 1) 維持管理が可能かどうかの確認と改善
- 2) 風量測定実施の検討
- 3) 風量調整実施の検討

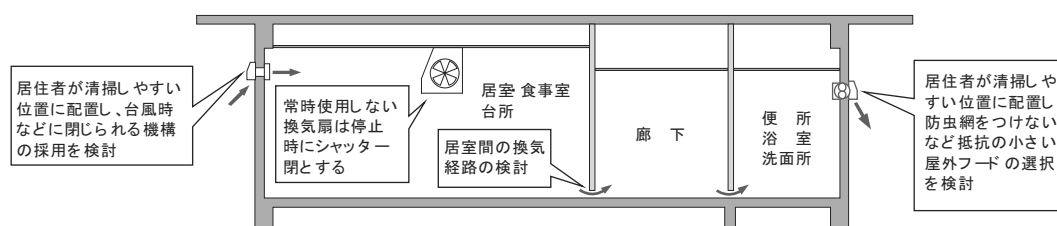


図2 換気設備計画(壁付け式第三種換気システム)の例

5.3.4 換気設備計画の省エネルギー手法

方式1 ダクト式換気システム（第一種、第二種、第三種）

手法1 ダクト等の圧力損失低減

ダクト式換気システムを採用する場合、ダクト径やダクトの配置の計画を工夫して、圧力損失の低減をはかると、換気設備の運転にかかるエネルギーが余計に必要となります。具体的な方法を以下に解説します。

1) ダクト径の大口径化

・施工性や省スペースを優先しすぎて細型のダクトを用いることがあります。できるだけそうしたことを避け、風量に見合った適切な太さのダクトを用いることが重要です。住宅の場合、通常は主ダクトで直径 100～150 mm、枝ダクトで直径 50 mm のダクトを用いることが一般的ですが、ダクト等の圧力損失低減のためには主ダクト、末端のダクトとも、直径を 100 mm 以上とすることが求められます。また、各室に端末部材があるダクト式のシステムは、躯体との取り合わせから 100 mm のダクトを使用することが難しい場合がありますが、その場合も可能なかぎり 75 mm 以上のダクトを使用して下さい。

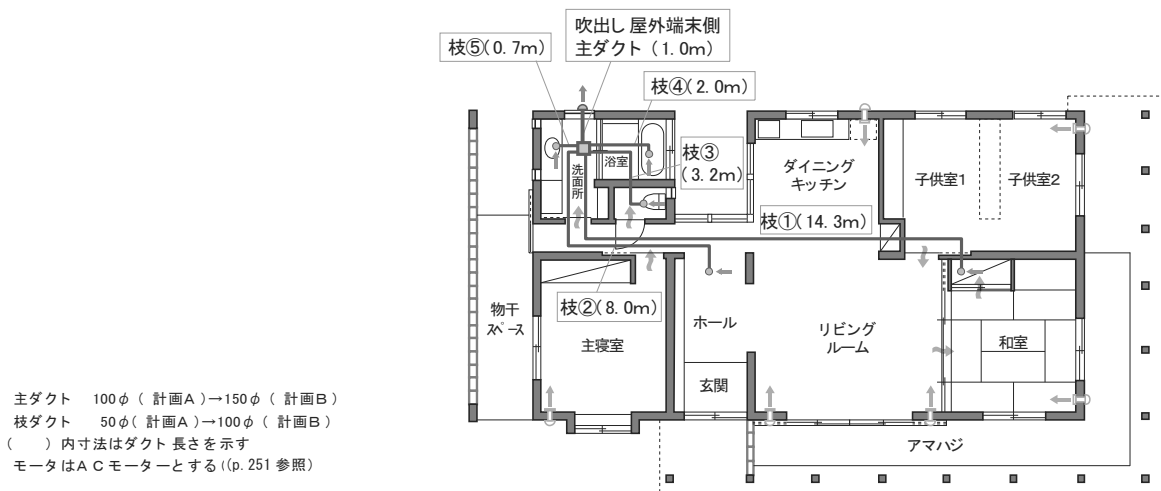
2) ダクト長さ、曲がりによる圧力損失の低減

・ダクトの長さを短くしたり、曲りを少なくすることにより、圧力損失を抑えることができ、より小型の送風機を用いることが可能になります。

ポイント ダクト径の大口径化による省エネ効果の例

① VI地域の住宅の場合（RC 造、平屋建て住宅）

- ・図に示すダクト配置計画(AC モーターを使用)において、ダクトの径を変更した場合の省エネ効果の試算例を示します。
- ・計画 A では主ダクトを 100 mm、室内側の枝ダクトを 50 mmとしています。計画 B ではそれぞれ 150 mm、100 mmとしています。
- ・ダクトの大口径化により、同じ風量で消費電力の少ない機種(機種 b)を選択することができます。この場合、消費電力は約4割程度削減されます。



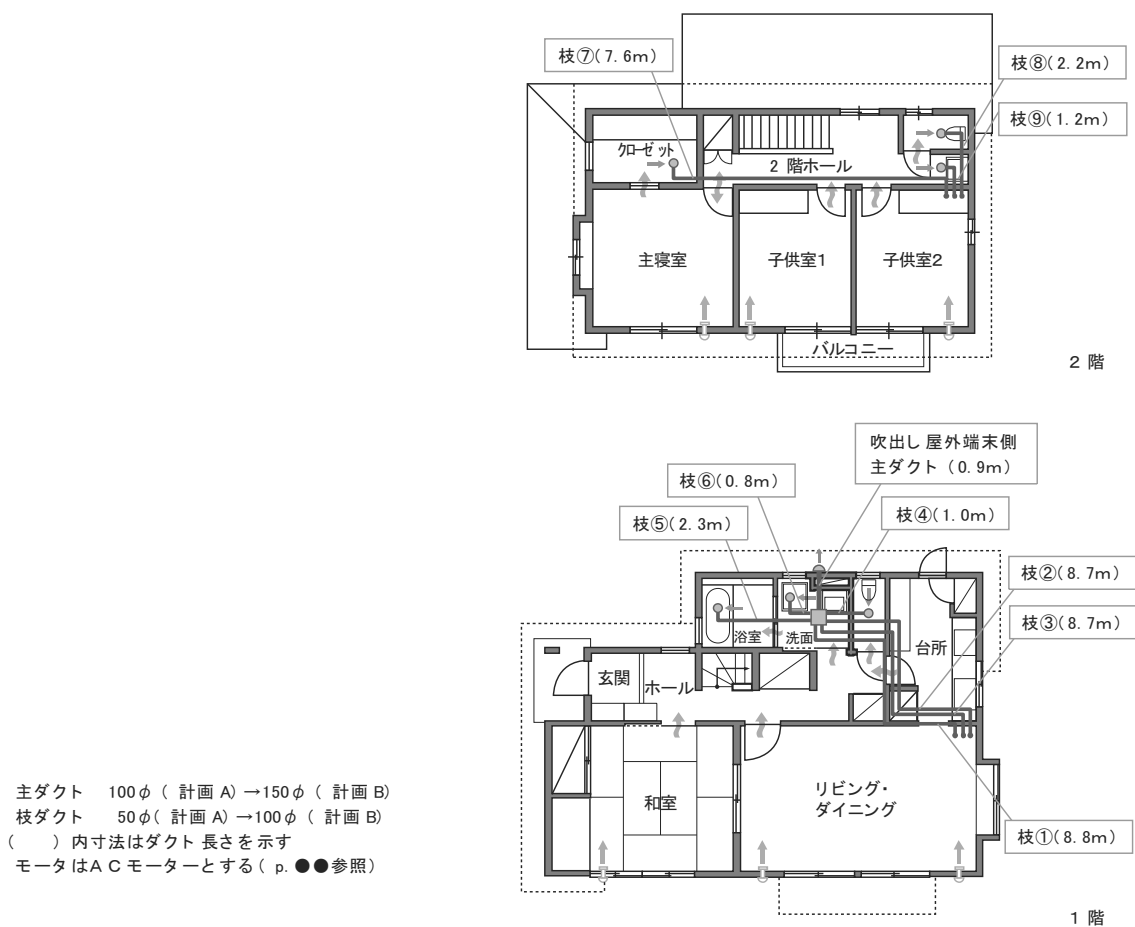
図①-1 平屋モデル（AC モーター）

表①-1 ダクト径の違いによる消費電力の比較(VI地域)

	ダクト配置		送風機の機種	風量	圧力損失	消費電力	消費電力比	比消費電力
	主ダクト	枝ダクト		[m ³ /h]	[Pa]	[W]	[%]	[w/(m ³ /h)]
計画 A (VI)	100 mm	50 mm	機種 a	160	149	36	100	0.23
計画 B (VI)	150 mm	100 mm	機種 b	160	39	23	64 (36%削減)	0.14

② V地域の住宅の場合（木造、2 階建て住宅）

- ・図に示すダクト配置計画(AC モーターを使用)において、ダクトの径を変更した場合の省エネ効果の試算例を示します。
- ・計画 A では主ダクトを 100 mm、室内側の枝ダクトを 50 mmとしています。計画 B ではそれぞれ 150 mm、100 mmとしています。
- ・ダクトの大口径化により、同じ風量で消費電力の少ない機種(機種 b)を選択することができます。この場合、消費電力は約4割程度削減されます。



図②-1 2階建てモデル (AC モーター)

表②-1 ダクト径の違いによる消費電力の比較 (V 地域)

	ダクト配置		送風機の機種	風量	圧力損失	消費電力	消費電力比	比消費電力
	主ダクト	枝ダクト		[m ³ /h]	[Pa]	[W]	[%]	[W(m ³ /h)]
計画 A (V)	100 mm	50 mm	機種 a	160	149	36	100	0.23
計画 B (V)	150 mm	100 mm	機種 b	160	39	23	64 (36%削減)	0.14

手法2 高効率機器の導入

送風機のエネルギー効率を高めることは、通常 24 時間 365 日運転される換気システムにとって重要です。モーターには交流モーター (AC モーター) と直流モーター (DC モーター) の 2 種類があります。一般的に DC モーターは同じ風量の場合に入力電力が小さく省エネルギー型といえます。

- DC ブラシレスモーターは消費電力が小さいほか、回転数などの制御性が高いため、一定の風量や一定の機外圧力に制御することが容易です。そのため外部風圧の変動などによってファンにかかる圧力が変動した場合にも一定の風量で制御できるような機器もあります。
- 近年の AC モーターには総合効率が高いものがあり、ファンの選定には、設計された風量における、1m³/h の空気を搬送するために必要な入力電力を表す比消費電力 (単位は W/(m³/h)) の多寡で選択をすることが勧められます。
- 比消費電力の計算は、以下の式で求められます。

$$\text{比消費電力} = \text{消費電力} \div \text{風量}$$

消費電力: カタログに載っている値 W (ワット)

風量: 圧力損失計算を行って得られた風量 m³/h (ダクト等の換気部材を接続しない状態、いわゆる開放状態における風量)

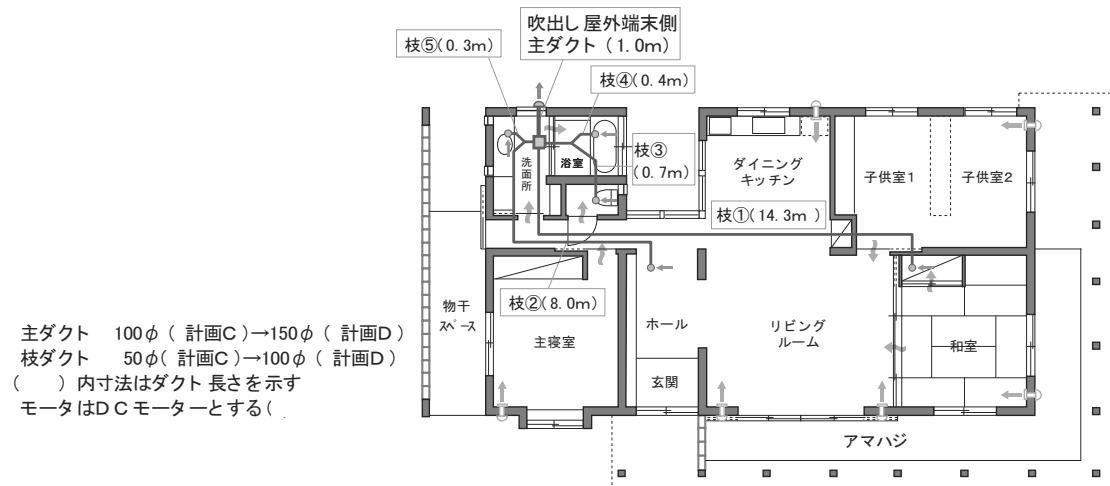
量ではないことに注意が必要です)

- ・本書では、比消費電力が第二種換気および第三種換気の場合 $0.2\text{W}/(\text{m}^3/\text{h})$ 以下、第一種換気の場合の $0.4\text{W}/(\text{m}^3/\text{h})$ 以下のものを高効率と定義します。

ポイント 高効率機器の導入による省エネ効果の例

① VI地域の住宅の場合（RC 造、平屋建て住宅）

- ・図に示すダクト配置計画において、DC モーターを採用し、ダクトの径を変更した場合の省エネ効果の試算例を示します。この例では、DCモーターの特徴の一つである設定風量が得られる運転モードを採用しています。
- ・計画Cでは主ダクトを100mm、室内側の枝ダクトを50mmとしています。計画Dではそれぞれ150mm、100mmとしています。
- ・ダクト径の小さい計画Cでは、計画Aに比べて消費電力は約1割程度削減され、ダクト径の大きい計画Dでは約5割程度削減されます。DC モーターを使用した場合も機外圧力を小さくすることが必要となっています。



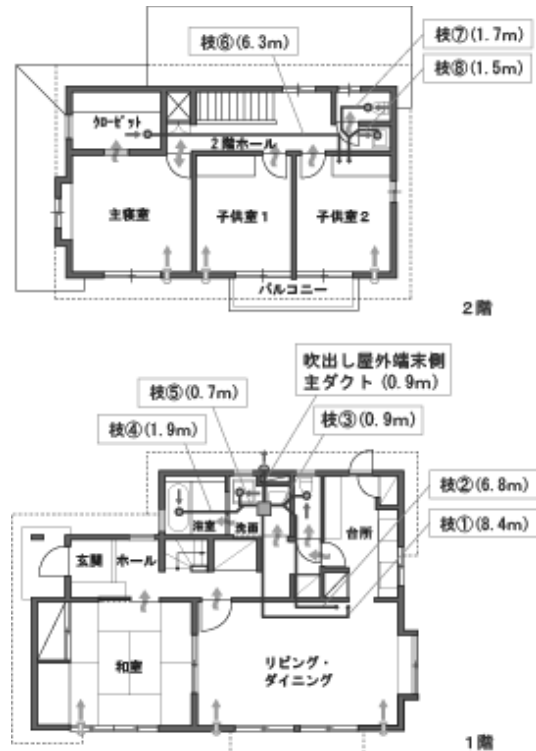
図①-2 平屋モデル(DC モーター)

表①-2 ダクト径の違いによる消費電力の比較(VI地域)

	ダクト配置		送風機の機種	風量 [m ³ /h]	圧力損失 [Pa]	消費電力 [W]	消費電力比 [%]	比消費電力 [w/(m ³ /h)]
	主ダクト	枝ダクト						
計画A(VI)	100mm	50mm	機種a	160	149	36	100	0.23
計画B(VI)	150mm	100mm	機種b	160	39	23	64(36%削減)	0.14

② V地域の住宅の場合（木造、2階建て住宅）

- ・図に示すダクト配置計画において、DC モーターを採用し、ダクトの径を変更した場合の省エネ効果の試算例を示します。この例では、DCモーターの特徴の一つである設定した風量が得られる運転モードを採用しています。
- ・計画Cでは主ダクトを100mm、室内側の枝ダクトを50mmとしています。計画Dではそれぞれ150mm、100mmとしています。
- ・ダクト径の小さい計画Cでは、計画Aに比べて消費電力は約1割程度削減され、ダクト径の大きい計画Dでは約5割程度削減されます。DC モーターを使用した場合も機外圧力を小さくすることが必要となっています。



主ダクト 100φ(計画C)→150φ(計画D)
 枝ダクト 50φ(計画C)→100φ(計画D)
 ()内寸法はダクト長さを示す
 モーターはDCモーターとする

図②-2 2階建てモデル(DC モーター)

表②-2 モーター、ダクト径の違いによる消費電力の比較(V地域)

	ダクト配置		送風機の機種	風量	圧力損失	消費電力	消費電力比	比消費電力
	主ダクト	枝ダクト		[m ³ /h]	[Pa]	[W]	[%]	[W/(m ³ /h)]
計画A(V)	100mm	50mm	機種a	160	149	36	100	0.23
計画B(V)	150mm	100mm	機種b	160	39	23	64(36%削減)	0.14
計画C(V)	100mm	50mm	機種c	160	162	33	92(8%削減)	0.21
計画D(V)	150mm	100mm	機種c	160	17	17	47(53%削減)	0.11

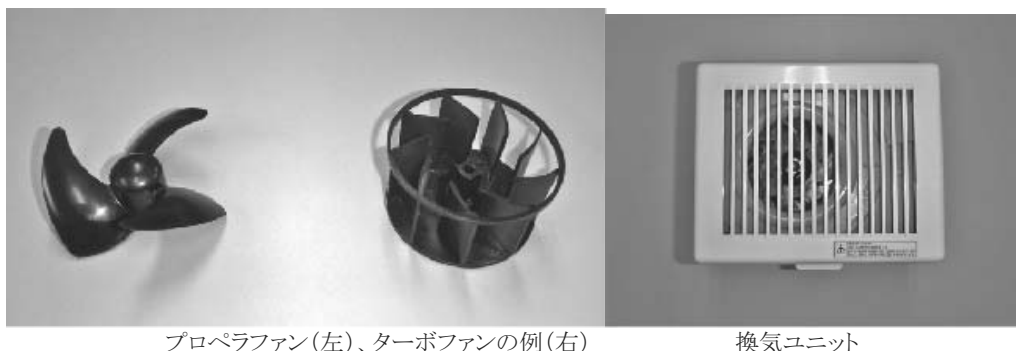
計画A・B:ACモーターを採用、計画C・D:DCモーターを採用

方式2 壁付け式換気システム(第一種、第二種、第三種)

手法1 ファンと屋外端末の組合せの適正化

壁付け式換気システムの送風ファンは、一般的にダクト式の換気システムのものに比べて許容できる機外圧力が小さく(送風ファンの能力が小さい)、外部フードなどに付属の防鳥網や防火ダンパーなどに起因する圧力損失や、外部風圧の影響を受けやすくなっています。また、埃の付着などで風量の低下が起きるため、とくにこまめな清掃が必要です。

また、壁付け式換気システムの送風ファンの羽根形状は、主にプロペラファンとターボファンに分けられます(図3)。一般にターボファンは許容できる機外圧力が高く、フィルターが目詰まりによる風量減少の問題が比較的少ないといえます。換気メーカーのカタログには、ファンの形状(プロペラファンやターボファン)が示されているので、選択の参考にすることができます。



プロペラファン(左)、ターボファンの例(右) 換気ユニット

図3 壁付け式換気システム用換気扇の例

ポイント ターボファンとプロペラファンの特性比較

- ・ターボファンとプロペラファンの静圧(機外圧力)－風量特性の例を図に示します。
- ・ダクトなど何も付けない状態で両者とも約 $36 \text{ m}^3/\text{h}$ の風量となりますが、ターボファンはより高い機外圧力で動作可能であるため、プロペラファンと比較して次の特性があるといえます。
 - a. 外部風圧などに強い。
 - b. 深型の屋外フードなどの若干圧力損失の大きいフードなどが使用できる。
 - c. 埃などのつまりによる風量低下が比較的少ない。

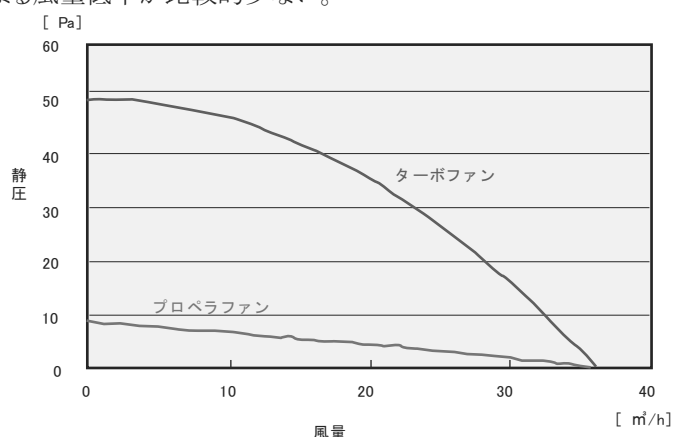


図 ターボファンとプロペラファンの静圧－風量特性の比較(ファン単体の風量: $36 \text{ m}^3/\text{h}$)

ポイント 屋外端末に関する情報

- ・壁付け式換気システム用の送風機には小さい機外圧力で動作するように設計された機種が多いので、圧力損失の小さい屋外端末を選定することが重要となります。換気扇メーカーが組み合せた場合における風量を確認していない屋外端末を用いる場合は、圧力損失計算のうえ、実現できる風量の確認が必要となります。
- ・参考に、一般的に使用されている屋外端末の圧力損失の測定値の例を示します(表)。風量 $40 \text{ m}^3/\text{h}$ の条件での圧力損失を示したもので、圧力損失が大きいものは、最も小さいものの 10 倍以上となっています。これらは一般的に使用されている屋外端末で換気扇メーカーもこれらとの組み合せは風量の確認を行っています。しかしながら、小型でデザイン性を重視した屋外端末には、より大きな圧力損失となるものがあるので、メーカーの確認の有無や、詳細な圧力損失計算が必要となります。

表 屋外端末の仕様と圧力損失

屋外端末の仕様		40 m ³ /h 時の圧力損失※
端末 A ガラリ型		0.2Pa
端末 B 深型		2.0Pa
端末 C 丸形＋防火ダンパー＋防虫網		2.6Pa

※ φ100mmダクト 15cm 分を含んだ値

ポイント 壁付け式換気システム用の送風機の風量

- ・プロペラファンおよびターボファンに、上の表の屋外端末を使用した場合の風量(ダクトや屋外端末を設置した条件での風量)を実験室で測定した結果を示します。
- ・この事例では、プロペラファンで一般的に使用されている屋外端末でも 20%の風量低下があることがわかります。
- ・圧力損失計算を行わないと計画風量に満たない場合があります、壁付け式換気システムについても圧力損失計算をする必要のあることが分かります。

表 a プロペラファンの風量測定の結果(カタログ風量 36 m³/h)

	端末 A	端末 B	端末 C
測定風量	34.6 m ³ /h	32.0 m ³ /h	28.9 m ³ /h
低下率※	4%	11%	20%

表 b ターボファンの風量測定の結果(カタログ風量 36 m³/h)

	端末 A	端末 B	端末 C
測定風量	33.9 m ³ /h	32.8 m ³ /h	30.8 m ³ /h
低下率※	6%	9%	14%

※ φ100mmダクト 15cm 分を含んだ値

5.3.5 換気設備の計画・設計上の配慮

1 換気設備計画の注意点

1) 局所換気と常時全般換気の関係

外皮の断熱性が確保された住宅における台所の局所換気扇には、居室の温熱環境や他の換気経路を乱すことのないよう、同時給排気型の換気扇を用いるか、専用の給気口を設置する必要があります（V地域）。また、台所の換気扇には、少ない排気風量で調理にともなう汚染空気を効率的に排出することが可能な（排気捕集性能の高い）機器を選択すると、電力消費や冷暖房エネルギー削減の点で有利になります。

第三種換気で全般換気を行う場合、住宅の気密性能によっては、給気口よりも隙間からの空気の進入が多くなります。計画した給気口から居室にバランスよい給気を確保するためには、外皮の性能以外に、全般換気に供しない局所換気設備には停止時にシャッターを閉鎖できるしくみの機器を選択するなどの工夫が必要です。

2) メンテナンスを意識した換気設備計画

① 本体

常時換気設備は、メンテナンスがしやすい位置に設置することが望ましいといえます。図4、図5は壁に設置が可能な換気システムの例で、天井裏に埋設しないため、フィルターや羽根の点検・清掃を容易に行うことができます。こうした対応が難しい場合でも、点検やメンテナンスを容易に行えるような工夫は不可欠です。



図4 壁設置の換気装置

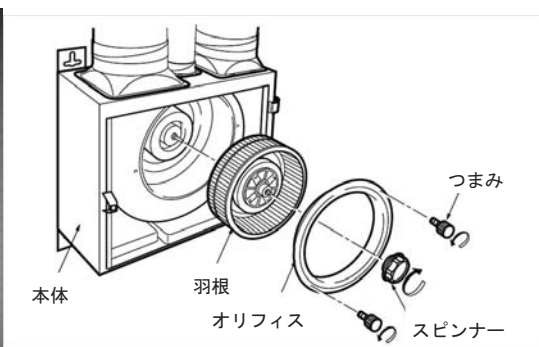


図5 フィルターや羽根の点検

天井裏などに隠蔽されるタイプの換気機器には、メンテナンスが困難であること、住まい手がフィルター等の汚れを容易に認識できないことなどの問題点があり、今後の改善課題であるといえます。

メンテナンスについて、設計段階での対応策としては、以下の3つが考えられます。

- a. フィルターのついているファンは定期的にフィルターの清掃が、フィルターの付いていないファンは定期的に送風ファンの羽根の清掃が必要であり、いずれの場合でも日常の清掃に配慮した機器の選択を検討する。
- b. 清掃が容易となるように、換気装置を納戸や小屋裏などの収納空間に露出させて設置したり、換気ユニット本体を縦置きに設置するなどの工夫をする。
- c. 住まい手に対して定期的な清掃が必要であることを伝える。

② 端末部材

また、忘れがちな屋外端末（外気取り入れ口）についてもメンテナンスへの配慮が必要です。外気取り入れ口には防虫網が設置されていることが多く、防虫網も定期的にメンテナンスを行わないと、換気能力が

低下します(図6)。2 階においては、バルコニーなどから清掃できる場所に設置することが基本です。また、1 階においては、地上からは容易に届かない場所に設置する場合が多くなり、脚立などを用いて清掃できるよう配慮しておく必要があります。

端末部材には防虫網を設置せずに、機器の側にフィルターを設置する場合にも、メンテナンスの容易性を検討する必要があります。この場合には、外壁部分に防鳥網を設置し、ダクト内への鳥の侵入を防ぐ必要があります。



図6 手の届かない位置に屋外端末が設置されている例

ポイント 換気システムの清掃頻度の調査結果

- ・日本全国を対象として 1500 人を対象に行った調査の結果から、屋外端末(フード)の清掃はほとんどされていない結果が得られています。
- ・図は換気システムの室内端末(ファン本体を含みます)と屋外端末(フード)についての清掃頻度を示したものです。室内側は約7割の人が1年に一度以上の清掃を行っているのに対して、屋外フードは8割以上の人が清掃を行っていません。この中には、屋外フードの写真を見せてもそれがどこにあるか分からない人が約 16%含まれています。定期的な清掃のためにも手の届く範囲に端末部材を設置する必要があるといえます。

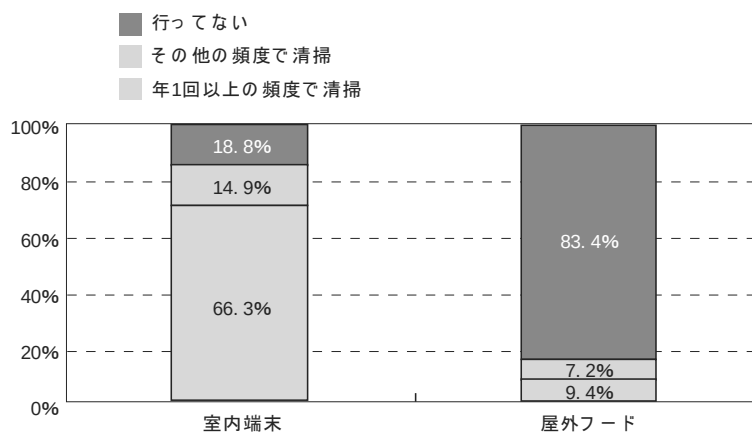


図 調査による換気システムの清掃頻度

3) 外部風などの影響への配慮

壁付け式換気扇(パイプ用ファン)のうち、局所換気用に設計された機種には、電動式の気密シャッターが付属しているものがあります。気密シャッターは、換気停止時の隙間風対策として用意されていますが、開放している時間は電力消費が生じています。常時運転を想定する場合は、電動気密シャッターの付属していない機種を選択することにより、省エネルギーをはかることができます。ただし、冬期の換気風量低減のため、運転を停止させる場合も想定し、電動気密シャッター付属の機種を選ぶこともあります。

年間を通じて外部風が強く、台風の到来も多い地域では、深型や耐外風タイプの屋外フードやダンパー付きの換気口(図7)を用いることで、外部風によらず、比較的安定した風量を確保することができます。ま

た、海に面する地域で、とくに潮風の強い場所では、塩害対策の施された屋外端末部材を用いることで、錆の発生を抑えることができます。

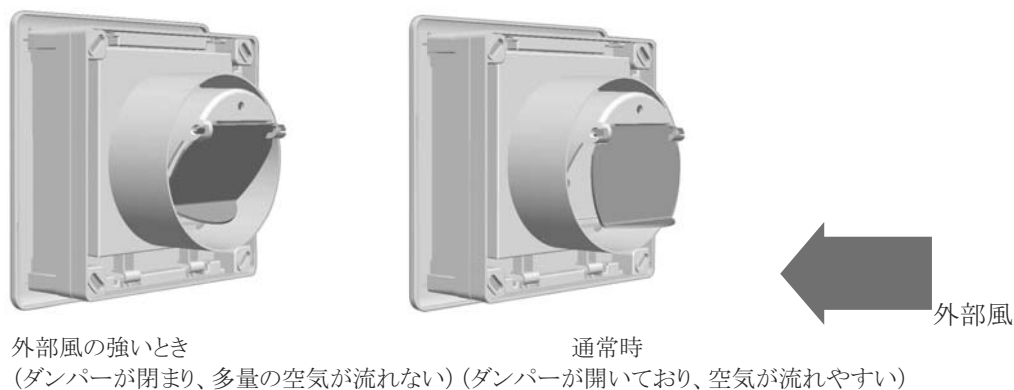


図7 外部風の影響を防ぐダンパー付きの換気口の例

4) 給気口位置および給気方式の配慮

居住域に直接冷気が達することを防ぐために、輻流型（壁面にそって給気が放射状に拡散する形状のもの）等の採用を検討します（図8）。

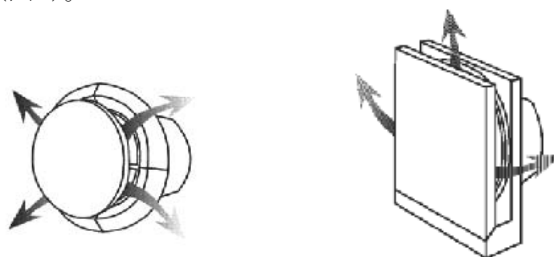


図8 輻流型の給気口の例

5) 風量測定の方法と効果

計画換気で最も重要なのは計画された換気量や換気性能が確実に得られることです。そのため、施工後に換気システムの風量を検証することは極めて重要です。

換気システムの現場での風量測定には比較的入手が容易なフード付風量計が利用される例が多いです。フード付風量計は「フード」を有する風量測定器の呼称で、図9、図10のように室内あるいは室外の換気システム端末部材（屋内吸込み端末や吹出し端末、屋外フードなど）に測定器を当てて、風量を測定するものです。

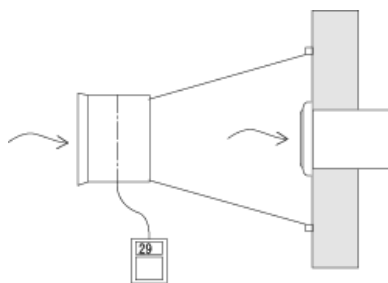


図9 風量測定器の構成の例



図10 風量測定器を用いた測定状況

風量測定は計画風量が得られていることの確認のみでなく、各端末部材における風量のバランス調整の際や、計画風量が得られていない場合の原因を推定するためにも有用です。各端末部材での測定を行うことで、風量が少ない端末の系統についての問題や、全体の風量が少ない場合における主ダクトやファンユニット本体についての問題を推定することができます。

また、風量測定を行った結果、計画風量以上であった場合は、計画風量となるように調整することで、消費電力や換気負荷が低減され、より省エネ効果が得られます。

2 設計による日常の清掃への配慮

1) 壁付け式換気扇の汚れ付着による能力低下への配慮

2 年間にわたり便所で使用した図 11 の状態での風量は初期の 75% 程度でした。汚れが付着して換気能力が下がることは、換気量の低下に加え、エネルギーを無駄に消費していることになります。省エネルギーを実現するためには、常にメンテナンスを行い、初期に近い状態で運転することが必要となります。フィルターを設置した場合でも、メンテナンスを怠るとフィルターが目詰まりを起こし、計画された換気量が得られなくなります。

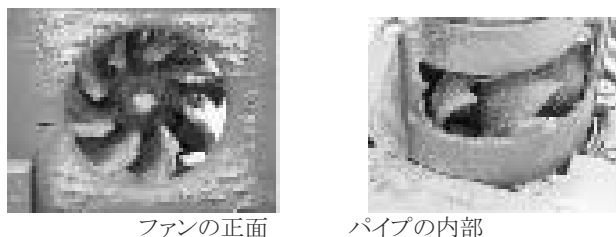


図 11 壁付け式換気扇の汚れ付着状態の例(2 年間にわたり便所で使用、フィルターなしの機種)

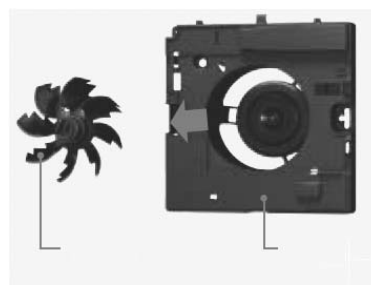
2) メンテナンスの容易性への配慮

一般ユーザーが清掃などのメンテナンスが容易にできる機器を選択することで、長期間の性能を維持することが可能となります(図 12、13)。



吸い込み口にフィルターが設けられている機器を選択することで、羽根の汚損や 屋外フードの防虫網の目詰まりを低減し、風量低下を抑制することができます。フィルター面に付着した埃等を掃除機で吸い取るだけで完了します。

図 12 壁付け用換気扇のフィルターの掃除



本体の分解が容易な機種の場合、羽根についた埃等まで清掃が可能となります。工具なしで羽根まで取り外すことができる機器もあります。

図 13 ワンタッチで取り外せる羽根

3) ダクト式第三種換気システムの汚れと対策

一般的に住宅用 24 時間全館換気システムのメンテナンスは、住まい手が行うフィルター清掃などの軽微なメンテナンスと、モーター交換やダクト清掃など専門業者が行う大がかりなメンテナンスがあります。

ダクト式第三種換気システムは、室内端末部材や本体にフィルターを設置していることが多く、室内側から居住者が容易に清掃できるようになっています。ダクト式のシステムは、一般的には埃などの堆積による風量低下には強い機械ですが、定期的な清掃を行わないと計画した換気量は得られなくなります。また、屋外フードに防虫網などを付けると室内からの埃等がフードの内側から堆積し、風量低下を生じます(図 14)。

また、室内端末部材を塞ぐような位置に家具などを置かないように住まい手に対し注意喚起して下さい。メンテナンスを怠ると同様に、計画した換気量が得られなくなります。

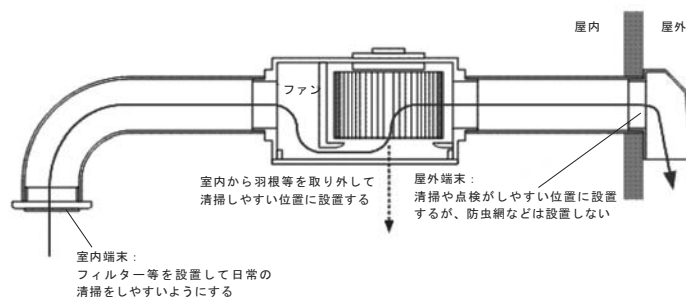


図 14 ダクト式第三種換気システムの構成と各部の清掃対策

ポイント 換気システムの清掃前後の風量・比消費電力の変化

- ・浴室とトイレの換気扇を 24 時間換気として使用している住宅で、室内端末部材とファンの羽根を 2 年間清掃しない状態で運転した場合と、清掃を行った後に運転した場合の換気風量と比消費電力の変化を測定した例を示します。
- ・清掃によって風量は約 30% 増加し、比消費電力は約 20% 低下しました。

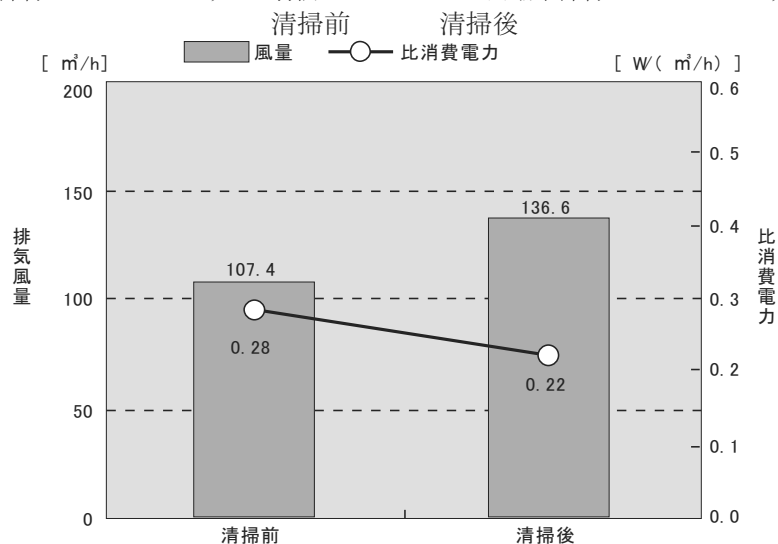
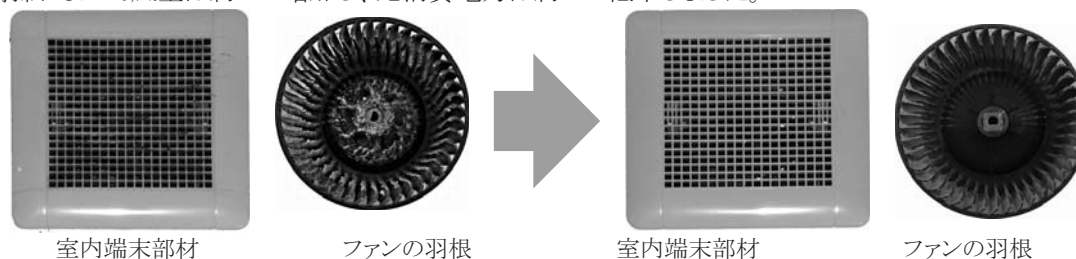


図 清掃前後の風量の変化と比消費電力の変化

5.4 給湯設備計画

現在の住生活において、給湯設備は不可欠なものとなっています。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、給湯設備を計画する上で、省エネルギーのための技術を適用する意味は大きいといえます。

この節では、給湯設備計画における省エネルギー手法を整理し、解説しています。

5.4.1 給湯設備計画の目的とポイント

- ・本書で取り上げる給湯設備計画の省エネルギー手法は、必要な場所に適時適量の湯を供給する利便性の高い生活を、種々の最新技術を用いて最小限のエネルギーで実現することを目的としたものです。
- ・給湯が住宅全体のエネルギー消費に占める割合は、一般的に蒸暑地では2割から3割と大きく、給湯設備システムの省エネルギー設計の重要性は非常に高いといえます。
- ・今日では、屋外に大型の熱源を設置し、配管で浴槽や水栓と接続する「住戸セントラル方式」が一般的です(図1)。本書では、この方式について記述します。
- ・「住戸セントラル方式」の給湯設備は、熱源、配管システム、給湯栓・浴槽の3つで構成され、それぞれについて省エネ措置を検討する必要があります(図2)。
- ・給湯設備の熱源は、燃料種別により、ガス、石油および電気の3つに分類されます。
- ・ガスまたは石油を熱源とする場合、燃料を燃焼させて給湯の加熱を行います。機器の制約から燃料の持つすべてのエネルギーを給湯に利用することはできません。給湯に利用できなかった熱は、おもに排気ガスと一緒に排出されますが、近年では、この排気ガス中の熱を有効利用することで高効率化をはかる「潜熱回収型」が普及してきています。
- ・電気を利用する熱源は、従来、ヒーター式を用いる形式がほとんどでしたが、近年では、空気から集熱を行う高効率のヒートポンプ式が急速に普及しています。電気式を選ぶ場合は、ヒートポンプ式を選ぶことが省エネにつながります。
- ・これらの特徴を理解した上で、気象条件、世帯構成や使用状況などの諸条件に応じて適切な形式を選択し、できるだけ効率の高い熱源を導入することが非常に重要です。
- ・太陽熱利用の給湯システムを導入すれば、省エネルギー効果を格段に高めることができます(「3.5 太陽熱給湯」参照)。ただし、悪天候時や冬期を考えると単体での使用は困難であり、おもにガス、石油の熱源と組み合わせることになります。
- ・「住戸セントラル方式」は便利ですが、配管が長くなりやすいため、一般に熱ロスが大きくなります。そのため、配管部分の省エネ措置を設計時に十分配慮しておくことが重要です。
- ・給湯量の節約に適した給湯栓の採用なども、省エネルギー効果を高めるために必要です。高断熱の浴槽も、追焚負荷を削減でき有効です。

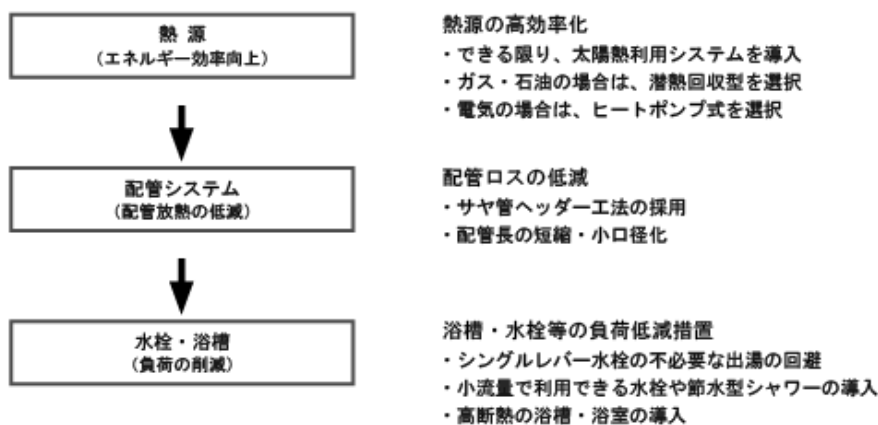
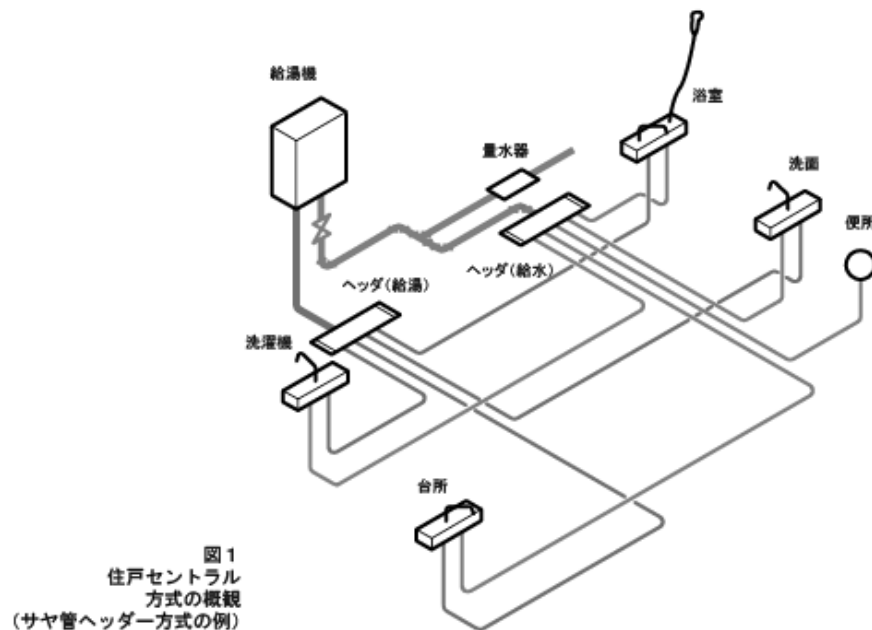


図2 住戸セントラル方式の構成と省エネ措置

5.4.2 給湯設備計画による省エネルギー目標レベル

1 目標レベルの定義

・給湯設備計画による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル1から4までとし、給湯設備に消費されるエネルギーの削減率を表します。

レベル1 :	給湯エネルギー増加	10%以上
レベル0 :	給湯エネルギー削減	なし
レベル1 :	給湯エネルギー削減率	10%以上
レベル2 :	給湯エネルギー削減率	20%以上
レベル3 :	給湯エネルギー削減率	30%以上
レベル4 :	給湯エネルギー削減率	40%以上

・2000 年時点における標準的な給湯エネルギー消費量はVI地域で 13.8GJ(エネルギー消費量全体の21%程度)、V地域で 19.2GJ(同 28%程度)となります(6.1 参照)。

・レベル0 は、従来型のガス給湯機を使用し、給湯に係わる省エネルギー手法を活用しない場合

です。レベル1からレベル4は、レベル0との比較による給湯エネルギー削減率を意味しています。各目標レベルは、給湯設備計画手法を採用することにより達成することができます。

2 目標レベルの達成要件

- ・省エネルギー効果が見込まれる給湯設備計画手法として、本書では表1に示す3つを取り上げています。各手法を用いた場合の省エネルギー効果(給湯エネルギー削減率)の目安は、同表に示すとおりです。

表1 給湯設備計画手法と省エネルギー効果

手法	手法の内容	省エネルギー効率 (給湯エネルギー削減率)
手法1	太陽熱利用(太陽熱温水器またはソーラーシステムの採用)	
手法2	高効率給湯機の導入	潜熱回収型ガス・石油給湯機
		自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機(CO2HP)※ 沸上モードが「省エネモード」の場合に限る
手法3	給湯設備各部の省エネルギー設計・工法等(給湯配管工法、節湯器具など)	10%程度

- ・手法1は、太陽熱を利用した給湯設備計画です。これについては「3.5 太陽熱給湯」を参照して下さい。
- 手法2および手法3の詳細については、「5.4.4 給湯設備計画の省エネルギー手法」で解説します。

3 目標レベルの達成方法

- ・給湯設備計画による省エネルギーの各目標レベルと手法の対応関係は、表2のとおりです。各手法は単独でも採用できますが、組み合わせて用いることにより、省エネルギー効果は向上します。

表2 給湯設備計画の目標レベルと達成方法

目標レベル	省エネルギー効果 (給湯エネルギー削減率)	手法の適用
レベル1	10%以上増加	手法2(CO2HP:「沸上最大モード」「深夜のみ最大モード」で使用)
レベル0	0	従来型の給湯設備機器のみを使用し、省エネルギー手法を活用しない 手法2(CO2HP:「深夜のみ中モード」で使用)
レベル1	10%以上	手法2(潜熱回収型ガス・石油給湯機) 手法2(CO2HP:「沸上中モード」で使用)－V地域 手法3
レベル2	20%以上	手法2(潜熱回収型ガス・石油給湯機)＋手法3 手法2(CO2HP:「沸上中モード」で使用)－VI地域
レベル3	30%以上	手法2(CO2HP:「省エネモード」で使用)－V地域
レベル4	40%以上	手法1 手法2(CO2HP:「省エネモード」で使用)－VI地域 手法2(CO2HP:「省エネモード」で使用)＋手法3

※今後出荷されるCO2HPのほとんどは、工場出荷時において「省エネモード」に設定される予定になっています。一般家庭(4人家族)の標準的な湯消費量では「省エネモード」に設定することにより、上表のようにレベル3以上の省エネ効果が期待できます。詳細については、「ポイント」の説明を参照して下さい。

5.4.3 給湯設備計画の検討ステップと設備方式の選択要件等

1 給湯設備計画の検討ステップ

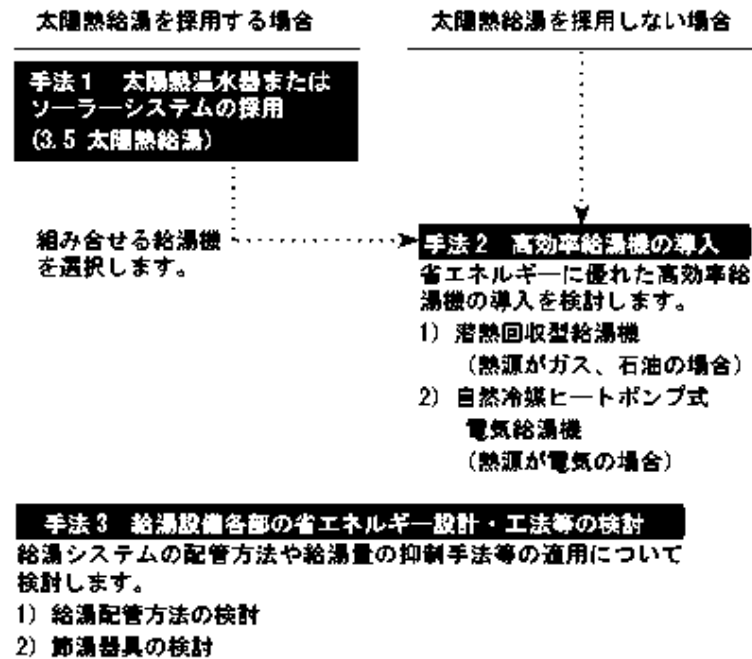
ステップ1 給湯設備方式の選択要件の確認・検討

給湯設備方式を選択するために、立地条件や住まい手の給湯設備の使用状況などの選択要件を確認・検討します。

- 1) 立地条件等の確認
- 2) 給湯設備の使用状況の確認

ステップ2 給湯設備方式の選択と設計・工法等の検討

ステップ1で確認した要件に適した給湯設備方式を選択し、省エネルギー設計・工法等の適用について検討します。



2 給湯設備方式の選択要件

1) 立地条件等について

① 敷地条件等

太陽熱給湯を利用するには、日照が確保できるかどうか重要です。敷地周辺の状況などを確認します(「3.5.3 太陽熱給湯の検討ステップ」参照)。

② エネルギー供給状況

都市ガスが供給されているかどうかなどで、採用できる熱源に制約が生じる場合があります。

③ 水道圧力

ポンプが付属していない給湯機では、浴室を2階に設置することが難しいなどの制約が生じる場合があります。

④ 設置スペース

採用しようとする機器の大きさや設置場所などを確認します。貯湯タンクを有する給湯システムの採用は、タンクの設置スペースの有無が重要な条件となります。

⑤ 塩害対策

海に近い場所に設置する場合は、塩害を防止するために塩害防止仕様の機種を選びます。これらの機種は錆止めなどに特別な処理が施されています。

⑥ 太陽熱給湯システム利用の場合

太陽熱給湯システムを利用する場合は、組み合わせる給湯機の熱源の効率に配慮することも必要です。

2) 住まい手の特性と使用用途に合わせた機器容量の選定

給湯機を選定する際には、住まい手の湯消費実態を把握し、適切に機器の容量を選択する必要があります。

① 世帯構成（人数）

- ・図3に、世帯人数別の平均的な湯消費量の調査例を示します。値はすべて、年間を通しての1日の平均的な湯量(40℃換算)です。
- ・1人世帯では180リットル(L)程度であり、世帯人数が増えるにしたがって増加し、4人家族では450L程度となっています。
- ・一方、1人あたりの量でみると、4人世帯では112Lと少なく、一方で1人世帯はそのまま1人で180L使用することになり、少人数世帯では湯消費が割り増しされることが分かります。現在では1・2人といった少人数世帯が増えてきており、湯消費の増加要因となることが懸念されます。
- ・また、世帯人数が同じでも湯消費実態は住宅ごとに大きく異なります。図4には、1・2人世帯と3・4・5人世帯の湯消費量(年平均)の分布を示します。いずれの場合も分布が広がっており、平均の2倍以上消費する住宅もあることが分かります。
- ・このように湯消費は住宅差が大きいことから、設計時に住まい手が分かっている場合には、湯消費に関する事前ヒアリングを行うことが有効です。また、過去の燃料(電気・ガス・石油)や水道の検針値(通常2カ月の値で、4人家族の平均的な消費では48～60 m³となります。湯消費はこのうちおおむね半分程度として推測することができます)をチェックすることもお奨めです。

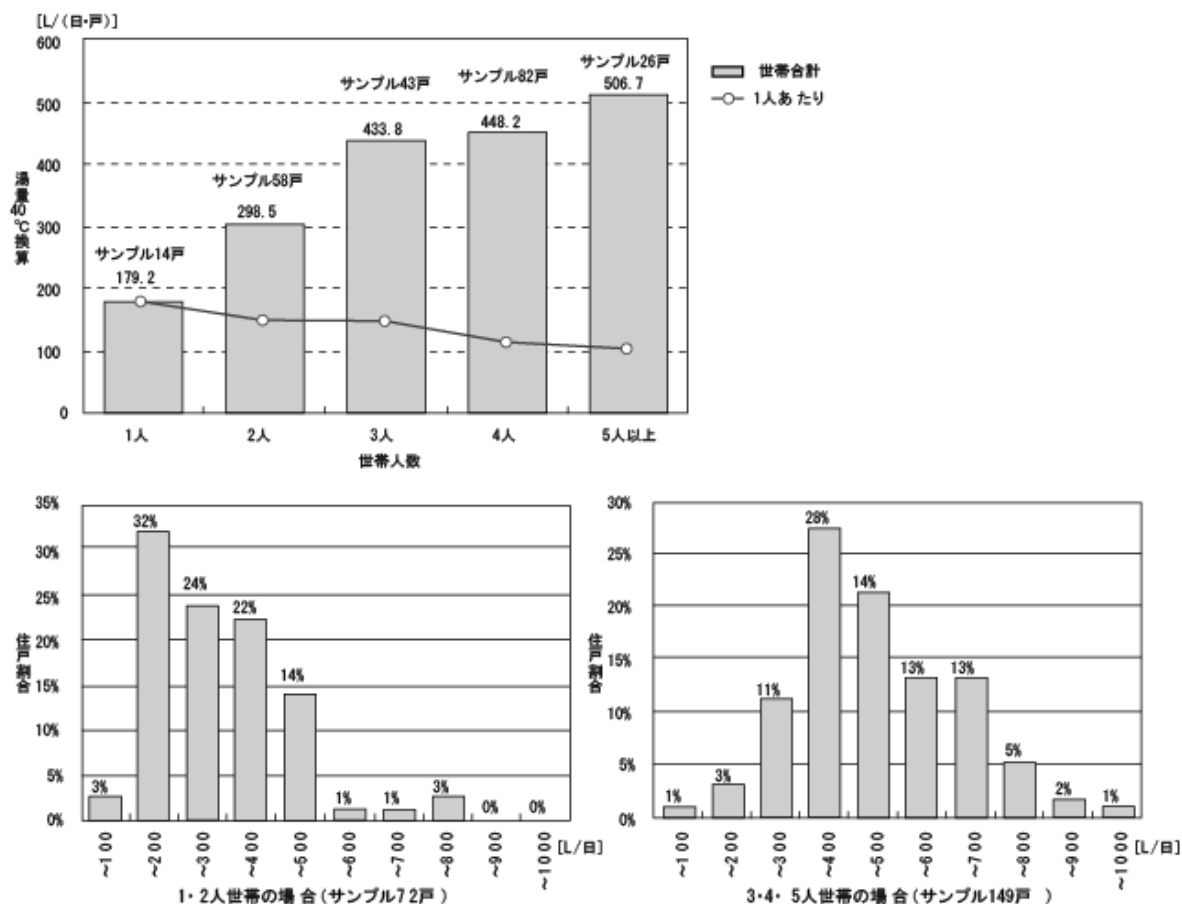


図4 湯消費量の分布※

※主に関東・近畿の戸建・共同住宅における調査より

出典：「新時代の省エネ型給湯設備の計画・評価手法に関する研究委員会」（財）ベターリビング

② 利用用途

- ・浴槽機能(自動湯はり・追焚)や、暖房(床暖房)との兼用の必要性などを確認し、適切な能力と機能を有するものを選択する必要があります。給湯機の能力とは一般的に、瞬間式(ガス・石油のほとんど)では瞬間加熱能力を、貯湯式(CO2HP・電気温水器)では貯湯容量をさします。瞬間式では、瞬間加熱能力が高いほど大流量で給湯が行えます。貯湯式では、貯湯容量が多いほど深夜電力で多くの湯を蓄えられるので、昼間に使える湯量が多くなります。
- ・浴槽機能は、現在では標準的な機能となっています。浴槽機能を持たない給湯単機能の機種は限られます。

③ 貯湯式の容量決定

- ・電気を利用する熱源(CO2HP・電気温水器等)のほとんどは、深夜電力利用の貯湯式です。貯湯式は1日に使う湯量が制限されるため、貯湯タンクの容量を正しく選択することが重要です。一般的な貯湯タンク容量は、300L/370L/460Lです。200L以下や500L以上の容量もありますが、非常に限られます。
- ・貯湯タンクには通常 65℃以上の高温の湯が貯められており、使用時には給水と混合して使用温度にするため、実際に利用できる湯量はより多くなります。
- ・標準的な4人世帯においては、電気温水器では460Lを選ぶ場合が多かったのですが、CO2HPにおいては 370L が一般的です。ただし、前述のように湯消費は住宅差が大きいので、湯消費が大きいと予想される場合は、より大きめの貯湯タンクを選ぶようにします。
- ・湯消費が極端に少ない、または逆に極端に多い住宅では、貯湯式は向いていません。

④ 瞬間式の能力決定

- ・ガス・石油を利用する熱源のほとんどは、瞬間式です。瞬間式は給湯時に加熱を行うため、瞬時の最大給湯能力に上限があります。
- ・給湯機の瞬間加熱能力は号数で表すのが一般的です。号数が大きいほど、多くの用途に同時に給湯ができます。現在では、家庭用では 32 号程度が最大となります。
- ・ただし、現状で一般的な能力(20～24 号)があれば、4 人家族程度の住戸全体の湯消費をまかなうには十分です。冬期においてもシャワーと台所へ同時に十分な給湯ができます。
- ・風呂の追焚機能がある機種では、追焚能力は通常は 10kW 程度ですが、一般的な住宅では十分な能力です(追焚はエネルギー効率が低くなるため、できるだけ使用しないことが推奨されます)。
- ・温水暖房機能がある場合には、必要な能力は暖房範囲や住宅の断熱性等を考慮して決定する必要があります。
- ・瞬間式は貯湯式と異なり、1日に供給する湯量の制限がほとんどありません。1・2人世帯のように湯消費が少ない、または湯消費が非常に多い住宅では、瞬間式を選ぶのが一般的です。

3) コストとの関係について

- ・省エネルギー型の給湯設備は、インシヤルコストが相対的に高くなりますが、二酸化炭素排出量の削減効果やランニングコストの削減分を考慮して方式を選定することが望まれます。
- ・サーモスタット式混合式栓や止水機構付き器具などの給湯量節約器具については、インシヤルコストの増分はわずかで、節約効果も確認されていますので、採用が推奨されます。
- ・政府機関や自治体などによる補助金制度を活用することができるシステムもありますので、設計者は施主の立場に立ってよく把握しておく必要があります。

3 給湯機の形式と種類

1) 給湯機の形式

現在の給湯機は、様々な形式があります。表3に給湯機の形式と代表的な燃料、特徴を示します。

表3 給湯機の形式と燃料・特徴

瞬間式	ガス・石油	- 給湯時に瞬時にバーナーで缶体内の給水を加熱 - 技術改良により出湯温度制御が急速に改善された - 出力が大きくコンパクトなため、広く普及
貯湯式	電気温水器 (本書では扱いません)	- 主に深夜電力を使い電気ヒーターで加熱した湯を貯める - 貯湯タンクが大きいために、設置スペースを要する - ヒーターを用いるため、ヒートポンプに比べ効率が非常に低い
	CO2HP	- 電気温水器と同様に深夜電力を主に用いるが、CO2ヒートポンプを用いることで、加熱時の効率が大幅に向上 - ただし、効率は沸上モードに強く依存する - 自然冷媒(CO2)を用いるため、従来のフロンに比べて冷媒の温暖化係数が小さく、環境への負荷が小さい - 貯湯タンクが大きいために、設置スペースを要する - 近年、急速に普及してきている
	CO2HP 以外のヒートポンプ	- 一般にフロン系冷媒を用いている - CO2 冷媒に比べて高温時の効率が低い傾向
瞬間貯湯式	石油	- 石油の燃焼制御が比較的困難であったため、小型の貯湯槽を有して 温度変動を抑える形式 - 現在は石油でも瞬間式が一般になってきているため、新規設置は少 なくなっている

2) 給湯機の機能

現在の給湯機には、いろいろな機能があります(表4)。従来は、浴室には風呂釜・台所には小型湯沸器というように用途ごとに機種・機能が分かれていましたが、セントラル給湯が一般になる中で、中心となる一台の給湯機にすべての機能が付加されるようになりました。日本の特徴として、浴槽関係の機能が重視される傾向があります。

- ・浴槽系統の配管は、一管式と二管式があります。一管式は循環が行えないため、機能が制限されます。
- ・以前は浴槽専用の給湯水栓が必ずありましたが、今日では省略する場合が増えています。
- ・近年においては、床暖房の普及もあり、暖房機能を有するものが増えてきています。その他にも表 4 に示すような多様な機能は利便性を高めますが、正しく利用しないと省エネルギー性能を損なうものもある(貯湯槽内の温度成層を乱す場合など)ので、注意が必要です。
- ・省エネ的な浴槽入浴についてはポイントを参照して下さい。

表4 給湯機の機能

給湯機能		給湯水栓回路から直接給湯する機能。セントラル給湯が普及した現在では、給湯単機能の機種は限られる
浴槽機能	自動湯はり	浴槽に設定した水位まで設定温度の湯をはる機能
	保温 (二管式のみ)	- 湯はり後から設定時間中、浴槽の湯を一定温度に維持する機能 - 浴槽内の湯を給湯機に引き込み、加熱して戻す方式 - 浴槽内の湯を循環させるため、浴槽経路は二管式となる - 水位維持を行うタイプもある
	追焚 (二管式のみ)	- 基本的な挙動は保温と同じだが、湯はりから時間がたって温度が低くなっている湯(前日の残り湯など)を沸かし直す機能 - 保温時より大きな加熱能力が必要となるため、保温機能がある機種でも追焚はできない機種がある
	さし湯	冷めた浴槽内の湯に、一定量の高温の湯を足す機能
	足し湯	浴槽内の湯が減った場合に、湯を追加する機能
暖房機能	低温(60℃以下)	主に床暖房用に、温水を加熱・循環させる機能
	高温 (80℃程度)	浴室暖房乾燥機や放熱器(コンベクター)に高温の温水を循環供給する機能

5.4.4 給湯設備計画の省エネルギー手法

手法1 太陽熱温水器またはソーラーシステムの採用

「3.5 太陽熱給湯」を参照して下さい。

手法2 高効率給湯機の導入

表5は、給湯設備の熱源ごとに、本書で推奨される高効率給湯機の種類と、従来型の給湯設備機器を比べた時の省エネルギー効果を示したものです。

表5 推奨される高効率給湯機と省エネルギー効果

熱源	高効率給湯機(通称)	省エネルギー効果※
ガス	潜熱回収型ガス給湯機(エコジョーズ)	15%程度
石油	潜熱回収型石油給湯機(エコフィール)	15%程度
電気	自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機(CO2HP:エコキュート)	沸上最大モード 「深夜のみ最大モード」
		「深夜のみ中モード」
		「沸上中モード」
		「省エネモード」
		－10%(増加) 0% 10%(Ⅴ地域) 20%(Ⅵ地域) 35%程度(Ⅴ地域) 40%程度(Ⅵ地域)

ポイント 給湯機の効率について

- ・カタログに記載されている効率値は、一定の比較的再現しやすい条件下での値であり、必ずしも実使用時を想定したものではないことに注意が必要です(表 a)。また、給湯機の熱源の種類により定義が異なるため、これらを横並びで単純に比較することはできません。
- ・このように、従来のカタログ効率は機種ごとに異なり、共通条件で比較することは非常に困難でした。本書では、実使用を想定した実験を通して異なる種類の給湯機の性能を一律に評価しています。

表 a カatalogに記載されている効率の計測条件

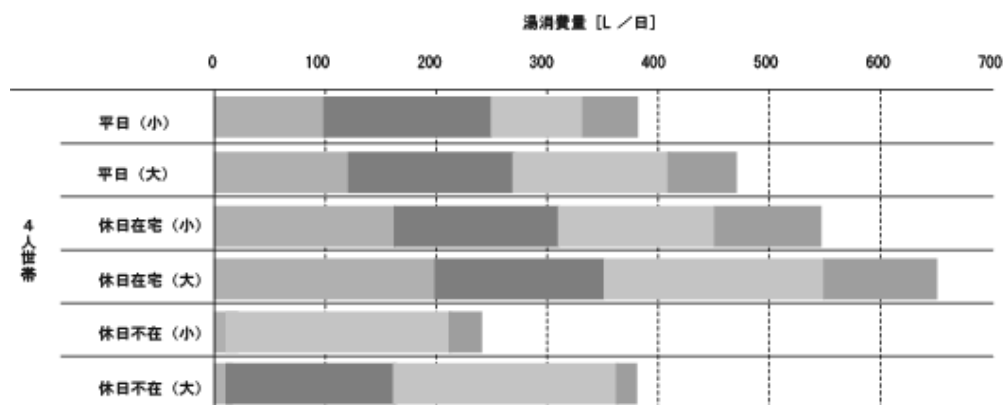
種類	規格名等	特徴と注意点
ガス給湯機	日本工業規格 JIS S 2109 家庭用ガス温水機器	・最大(定格)能力で連続給湯させた場合の、ガス熱量に対する給湯加熱量の比を「熱効率」とする ・断続的な部分負荷領域を含む実使用を想定していない ・消費電力を含まない ・外界条件等は固定、季節変化等を考慮しない ・浴槽の追焚については、浴槽の湯を加熱(10～25℃の水 180kgを30℃昇温)した場合の効率を「ふろ熱効率」とする
石油給湯機	日本工業規格 JIS S 3031 石油燃焼機器の試験方法通則	・最大(定格)能力で連続給湯させた場合の、石油熱量に対する連続給湯出力の比(連続給湯効率) ・断続的な部分負荷領域を含む実使用を想定していない ・消費電力を含まない ・外界条件等は固定、季節変化等を考慮しない
ヒートポンプ給湯機(CO2HPなど)	日本空調冷凍工業会 JRA4050:2007 家庭用ヒートポンプ給湯機	・CO2HPを含む家庭用ヒートポンプ給湯機について、安全性や効率に関する事項を扱っている ・4条件におけるヒートポンプ単体の効率(エネルギー消費効率COP) ・実使用を想定した1日の出湯(IBEC L モード)を行い、システム全体の年間効率を算出(年間給湯効率APF) ・APFについては、一般的に沸上モードは工場出荷時のモードに設定(異なる場合はモードをカタログに併記) ・COP・APFともに電力2次換算のため、ガス・石油との比較には電力1次換算を行う必要がある

- 一方で、こうした「熱効率」「COP/APF」といった給湯機のカタログ効率は、特定の条件下で計測されているため、一般に実使用時の効率とは異なることが考えられます。また、地域による気象条件の違いも考慮されていません。
- 本書でエネルギー消費量の予測に関して記載された効率やエネルギー消費量は、すべて実使用を想定した実験下で行われた結果を基に、地域ごとの気象条件を考慮したものです。そのため、一般的なカタログ値とは異なります。
- 従来は、給湯消費の実使用を想定した標準的な出湯パターン(給湯モード)には、「IBEC L モード」が長らく使用されていました。しかしながら、このモードは 30 年ほど前の湯消費実態を基に4人世帯を前提として作成されたものであり、1日に 13 回の出湯しか行わないなど、現状に即していない面がありました。
- 本書では、実使用をモデル化した出湯モードとして「修正M1モード」を採用しています。このモードは、現在の平均的な4人世帯を想定し、平均・日変動・時刻分布等ができるだけ標準的なものになるよう、最新の知見を基に作成されています。「修正M1モード」は代表6日から構成されており、1日の中の行為が細かく決められています(表b)。実使用でよくみられる短時間の出湯も再現されており、1日で最大 38 回の出湯を行います。「修正M1モード」の平均値は、4人世帯の平均である 450[L/日]になっています(図)。また、日々の変動も1ヶ月に展開した場合に標準的になるよう工夫されています。
- 実験は、主に茨城県つくば市の(独)建築研究所に設置された実証実験棟において、2004 年から2008 年にかけて実施されました。上記の「修正M1モード」にしたがって水栓を開閉することで、実使用時の効率を再現しています。得られた実験結果は、気象条件の違いによる補正を行い、地域ごとに記載しています。

表b 「修正 M1 モード」を構成する代表 6 日の出湯スケジュール

平日（大）			平日（小）			休日在宅（大）			休日在宅（小）			休日外出（大）			休日外出（小）		
時刻	量 [L]	水栓	時刻	量 [L]	水栓	時刻	量 [L]	水栓	時刻	量 [L]	水栓	時刻	量 [L]	水栓	時刻	量 [L]	水栓
06:30	3	洗面	06:30	3	洗面	07:15	10	洗面	07:15	10	洗面	06:30	2	洗面	06:30	3	洗面
06:35	3	洗面	06:35	3	洗面	07:55	10	洗面	07:55	10	洗面	07:45	2	洗面	07:45	3	洗面
07:15	5	台所	07:15	5	台所	08:10	10	洗面	08:10	10	洗面	08:00	2	洗面	08:00	3	洗面
07:20	10	台所	07:20	10	台所	08:30	10	台所	08:30	10	台所	08:15	2	洗面	08:15	3	洗面
07:25	3	洗面	07:25	3	洗面	08:35	10	台所	08:35	10	台所	08:45	10	台所	08:45	10	台所
07:30	3	洗面	07:30	3	洗面	08:40	10	洗面	08:40	10	洗面						
08:25	3	洗面	08:25	3	洗面							20:00	6	洗面	20:00	9	洗面
09:30	3	洗面	09:30	2	洗面	11:55	12	洗面	11:55	12	洗面						
10:15	3	洗面	10:15	2	洗面	12:45	20	台所	12:45	15	台所	20:30	150	浴槽			
						12:50	20	台所	12:50	15	台所	20:50	25	シャワー	20:50	25	シャワー
12:45	5	台所	12:45	5	台所	12:55	20	台所	12:55	20	台所	20:55	25	シャワー	20:55	25	シャワー
12:50	10	台所	12:50	10	台所												
13:45	3	洗面	13:45	2	洗面	16:00	9	洗面	16:00	9	洗面	21:15	25	シャワー	21:15	25	シャワー
												21:20	25	シャワー	21:20	25	シャワー
16:00	3	洗面	16:00	2	洗面	17:05	25	シャワー	17:05	25	シャワー	21:45	2	洗面	21:45	3	洗面
17:15	3	洗面	17:15	2	洗面	17:10	25	シャワー	17:10	25	シャワー						
18:00	3	洗面	18:00	2	洗面	17:15	3	洗面	17:15	3	洗面	22:00	25	シャワー	22:00	25	シャワー
18:15	3	洗面	18:15	2	洗面							22:05	25	シャワー	22:05	25	シャワー
						18:00	3	洗面	18:00	3	洗面	22:15	2	洗面	22:15	3	洗面
19:15	3	洗面	19:15	2	洗面	18:25	12	洗面	18:25	12	洗面						
19:20	3	洗面	19:20	2	洗面							22:30	25	シャワー	22:30	25	シャワー
19:25	3	洗面	19:25	2	洗面	19:30	20	台所	19:30	15	台所						
						19:35	20	台所	19:35	15	台所	22:35	25	シャワー	22:35	25	シャワー
20:15	15	台所	20:15	10	台所	19:40	20	台所	19:40	15	台所	23:00	2	洗面	23:00	3	洗面
20:20	15	台所	20:20	10	台所	19:45	20	台所	19:45	15	台所						
20:25	15	台所	20:25	10	台所	19:50	20	台所	19:50	15	台所						
20:30	15	台所	20:30	10	台所	19:55	20	台所	19:55	15	台所						
20:35	15	台所	20:35	15	台所												
20:40	15	台所	20:40	15	台所	20:45	150	浴槽	20:45	150	浴槽						
20:45	150	浴槽	20:45	150	浴槽	21:15	25	シャワー	21:15	25	シャワー						
						21:20	25	シャワー	21:20	25	シャワー						
20:55	20	シャワー	20:55	20	シャワー	21:45	5	洗面	21:45	5	洗面						
21:00	3	洗面	21:00	3	洗面												
						22:00	25	シャワー	22:00	10	シャワー						
21:25	25	シャワー	21:25	10	シャワー	22:05	25	シャワー	22:05	10	シャワー						
21:30	25	シャワー	21:30	10	シャワー	22:10	5	洗面	22:10	5	洗面						
21:45	3	洗面	21:45	3	洗面												
						22:30	25	シャワー	22:30	10	シャワー						
22:00	10	シャワー	22:00	10	シャワー	22:35	25	シャワー	22:35	10	シャワー						
22:05	10	シャワー	22:05	10	シャワー	23:00	11	洗面	23:00	11	洗面						
22:15	3	洗面	22:15	3	洗面												
22:30	25	シャワー	22:30	10	シャワー												
22:35	25	シャワー	22:35	10	シャワー												
23:00	3	洗面	23:00	3	洗面												
23:05	3	洗面	23:05	3	洗面												
合計 行為数	470 38 回	L	合計 行為数	380 38 回	L	合計 行為数	650 32 回	L	合計 行為数	550 32 回	L	合計 行為数	380 18 回	L	合計 行為数	240 17 回	L

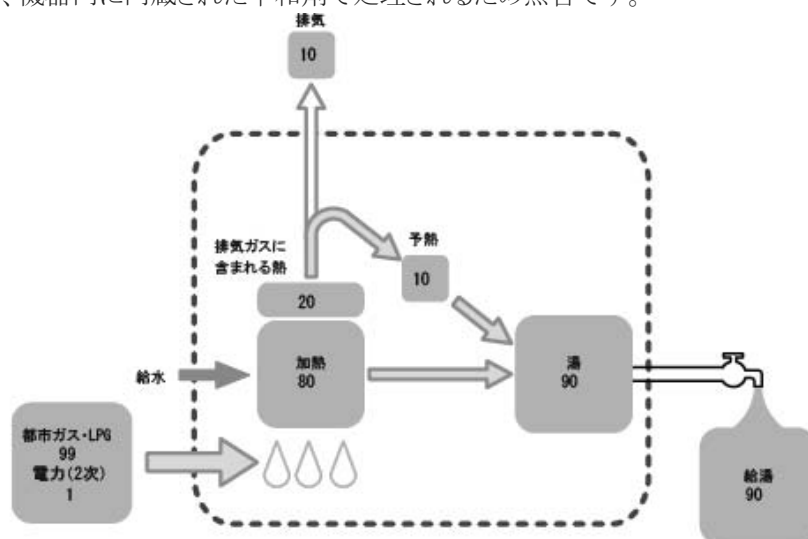
台所
 浴室（湯はり）
 浴室（シャワー）
 洗面



図「修正 M1 モード」を構成する代表 6 日の湯消費量

1 潜熱回収型ガス給湯機（通称：エコジョーズ）

- 給湯部分の「熱効率」について、従来型のガス給湯機では 83%程度であるのに対して、潜熱回収型ガス給湯機では 95%程度と高効率になっています（熱効率は日本工業規格 JIS S2109 で規定されたガス熱量に対する効率であり、消費電力を含みません）。
- 熱効率が向上する理由は、従来はそのまま捨てていた排気ガス中に含まれる水蒸気の熱（潜熱）を回収し、水道水の予熱に利用するためです（図5）。
- 図5は、実使用を想定した「修正M1モード」に基づく実験結果をもとに作成したものです。実使用時ではカタログ効率より若干低下しますが、電力（2次エネルギー換算）を含んでも約 90%程度と高い効率を示します。
- 浴槽の追焚を行う「ふろ熱効率」は 80%程度であり、従来型とあまり変わりません。これは、循環加熱を行う場合には潜熱回収の効率が低下するためです。
- 省エネ法（「エネルギーの使用の合理化に関する法律」）においては、「ガス温水機器」の「エネルギー消費効率」が定義され、カタログにも一般に記載されています。これは、「（給湯）熱効率」と「ふろ熱効率」を 3.3 : 1 の割合で加重平均したものです。
- 潜熱回収型ガス給湯機の外観、大きさ、設置場所は、従来型のガス瞬間式給湯機とほぼ同じです（図 6）。登場当時（2000 年）は従来型よりかなり高価でしたが、現在では価格差が小さくなっており、積極的な導入が望まれます。
- 風呂機能・暖房温水機能のついた機種が一般的ですが、最近は給湯単機能の機種もあります。BF型給湯機の排気口に入る壁貫通型のようにコンパクトなものも登場しています（図6）。
- 多くの機種では給湯能力が 24 号となっています。これだけの能力があれば、給水温度が低くなる冬期にシャワーを使っても十分に余裕があります。
- 使用時の効率が湯消費の多少にあまり影響されません。これは瞬間式に共通した特徴であり、設定住戸の家族構成や湯消費特性に関わらず、従来型よりも高効率を発揮できます。ただし、瞬間式は短時間で小流量の出湯を行った際に、効率が低下する傾向があります。シングルレバー水栓などは正しく操作することで、意図しない出湯を行わないことが重要です（ポイント参照）。
- 水蒸気の潜熱を回収するため、水蒸気が水（ドレン水）となって機器から排出されます。ドレン水は雨水排水管に流すなど適切に排出できるように設計上の配慮が求められます。
- このドレン水は本来酸性ですが、機器内に内蔵された中和剤で処理されるため無害です。



2 潜熱回収型石油給湯機（通称：エコフィール）

- ・潜熱回収型石油給湯機は、従来型の石油給湯機の連続給湯効率が86%程度であるのに対して、95%程度の効率を実現した高効率給湯機です（連続給湯効率は日本工業規格 JIS S 3031 によるものであり、消費電力を含みません）。
- ・熱効率向上の技術は、ガスの潜熱回収型と同様です。従来はそのまま捨てていた排気ガス中に含まれる水蒸気の熱（潜熱）を回収し、水道水の予熱に有効利用します（図7）。
- ・2006 年から市販化された比較的新しい機器であるため、機種のパリエーションは多くありません。当初は給湯単機能の機種（図8）が主流でしたが、最近では風呂機能・暖房温水機能を有しているものもあります。
- ・ガスの潜熱回収型と同様に、ドレン水の処理を考慮する必要があります。
- ・図7は、実使用を想定した「修正M1モード」に基づく実験結果をもとに作成したものです。実使用時ではカタログ効率より若干低下しますが、電力（2次エネルギー換算）を含んでも約90%程度と高い効率を示します。

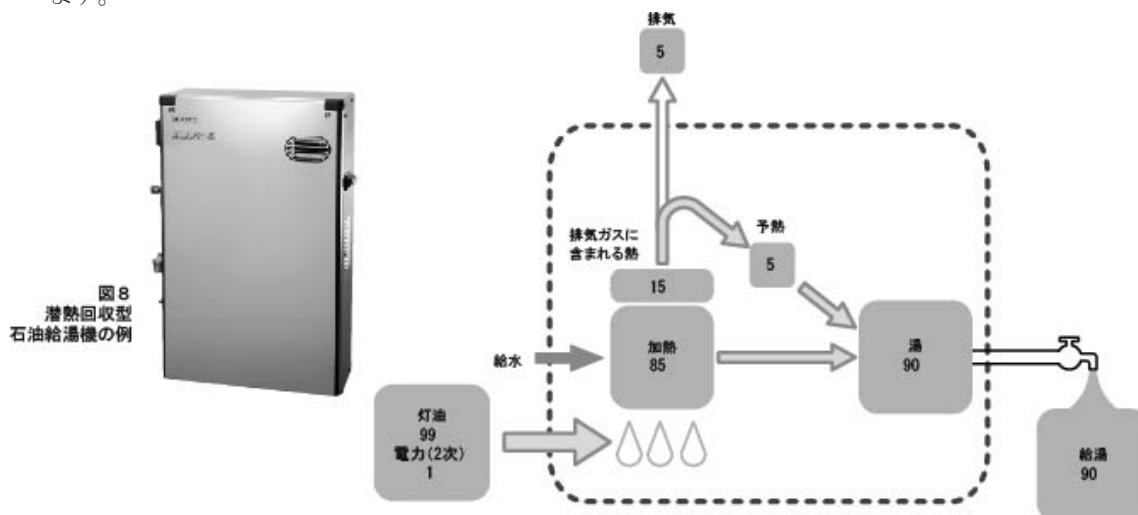


図7 潜熱回収型石油給湯機の2次エネルギーフロー（鹿児島における年平均の推定値）

3 自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機（CO₂HP 通称：エコキュート）

- ・ヒートポンプは、元来、エアコンなどの暖冷房機器に用いられてきた高効率の熱源です。動力で冷媒を圧縮し集熱部・放熱部で熱の移動を行うことで、消費したエネルギーより多くの熱を得ることが可能です。家庭用では、動力は一般的に電気モーターが利用されます（図9）。
- ・ヒートポンプは熱の移動を行う装置であるため、熱を集めてくる集熱源（ヒートソース）が必要になります。一般に、ヒートソースに外気を使用する空気式が一般的ですが、外気は季節変動が大きいので、ヒートポンプの効率も季節によって大きく変化することになります。
- ・蒸暑地では外気温度が年間を通して高いため、空気からの熱回収が容易になりエネルギー効率が高くなります。このため、CO₂HPは蒸暑地に適した形式であるといえます。
- ・高圧のCO₂冷媒を利用するCO₂HPが登場することで、ヒートポンプで給湯を行うことができるようになりました。一般にCO₂HPが沸きあげる湯の温度（HP出湯温度）は65～90℃です。
- ・2001年の登場以降、効率は急速に改善されてきています。機能も増加してきており、給湯だけでなく、浴槽機能や温水平房機能を有するものが普及してきています。
- ・浴槽回路を有するものには、一管式（追焚・保温が不可）と二管式（追焚・保温が可能）があります。
- ・自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機を構成するヒートポンプユニットおよび貯湯ユニットについては、大きさ・形状を考慮し、設置スペースを確保する必要があります。
- ・通常のCO₂HPは、円筒形型の貯湯タンク1つを有する「丸型一缶式」です。貯湯ユニットをコンパクトにす

るため、小型の貯湯タンクを2つ並べた「二缶式」もありますが、表面積が増えるために放熱ロスが増加します。

- ・ヒートポンプを利用することで、ヒーター式に比べて遥かに高効率となります。ただし、深夜電力利用の貯湯式であるため、設置住戸に合わせたタンク容量を選ぶことが省エネのためにも重要です。
- ・現状では3人以上世帯が主に想定されており、300L/370L/460Lが一般的です。一般には、2～4人世帯では300L、3～5人世帯では370L、4～6人世帯では460Lが推奨されています。200L以下や500L以上のものは製品が限られ、現状では、1～2人といった少人数家族に推奨されている機種はほとんどありません。
- ・貯湯タンクには通常 65℃以上の高温の湯が貯められており、使用時には給水と混合して使用温度にするため、実際に利用できる湯量はより多くなります。
- ・瞬間式と異なり、使い方による効率変化が大きい傾向があります(ポイント参照)。
- ・図9は、実使用時を想定した「修正M1モード」に基づく実験結果をもとに作成したものです。空気の熱を集めることで、ヒーター式電気温水器に比べて必要な電力を大幅に削減できていることが分かります。

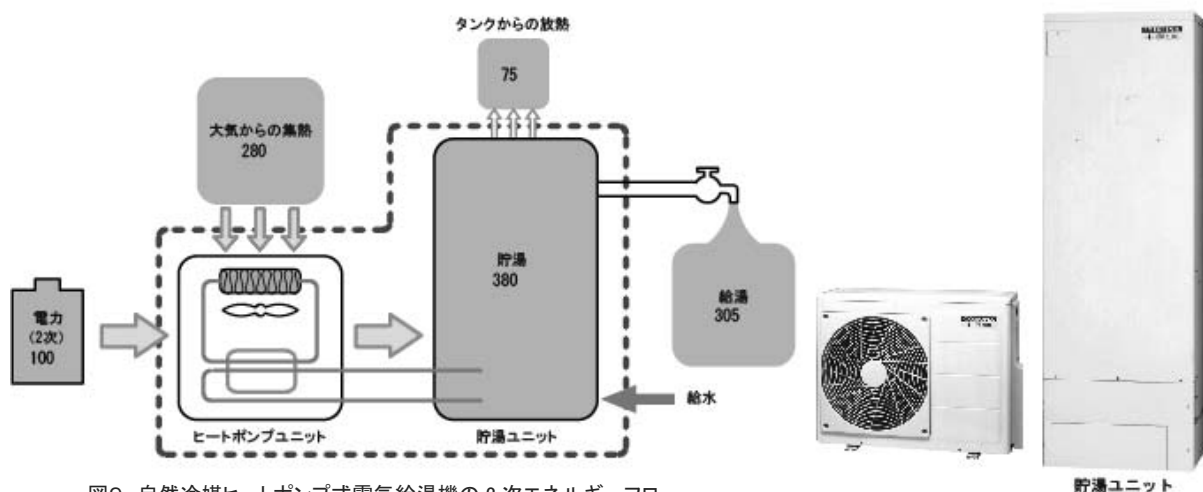


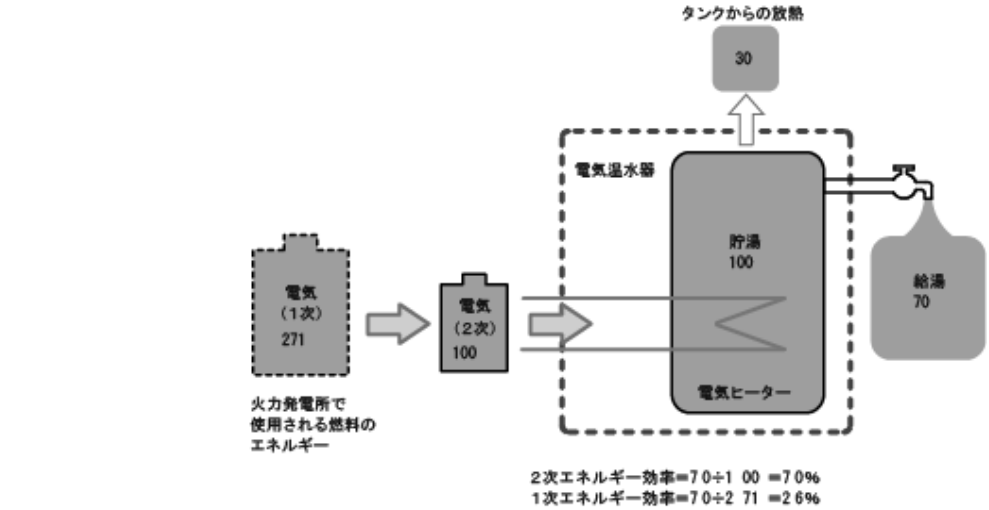
図9 自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機の2次エネルギーフロー
(鹿児島、A社 05年モデル「省エネモード」における年平均の推定値)

ポイント 燃料種別による効率の捉え方について

ガス・石油と電気では、効率評価の数字の意味が異なります。そのため例えば、ガス・石油給湯機の「熱効率」とCO₂HPの「年間給湯効率(APF)」を単純に比較することはできません。

- ・図9で、給湯機に投入される電力の「100」は、2次エネルギーの値を示しています。2次エネルギーは、発電所で発電された後の純粋な電力エネルギーです。一方で、発電所では発電効率に限界があるために、発電時に燃焼させた燃料の熱量を一部しか電力に変換できません。この発電所で消費された熱量を1次エネルギーと呼びます。
- ・電気をガス・石油と並べて比較するには、この1次エネルギー換算を行うのが一般的です。現状では、1kWh(3,600kJ)の電力を発電するのに、9,760kJの1次エネルギーが必要であるとされています。つまり、発電所では実際に出力できる電力の約2.7倍ものエネルギーが消費されていることになります。深夜電力を主に用いる機器については1次エネルギー換算値に、昼間(7時～23時)では9,970[kJ/kWh]、深夜時間帯(23時～7時)では9,280[kJ/kWh]の値を用いることができます。
- ・2次エネルギーの電力の100は、1次エネルギーに換算すると約270に相当します。したがって1次エネルギーで考えると、図9のエネルギー投入は約270(=100×9760/3600)となります。給湯として305のエネルギーを得ることになりますので、113%の効率となります((305/270)×100=113%)。
- ・このように、CO₂HPの場合は空気から集熱を行うヒートポンプ式のため、発電所等でのロスを考慮した1次エネルギー換算でも高い効率であることが分かります。

- ・一方で、従来一般的であった電気温水器はヒーター式であるため、2次エネルギー100の電気で100の熱しか作り出せません。そのため、1次エネルギー換算の効率は極端に低いものになります(図)。熱源を電気式とする場合、必ずヒートポンプ式にすべきなのはこのためです。
- ・なお、一般にガス・石油給湯機の熱効率はガス・灯油の熱量のみを扱っており、ブローヤやポンプ・制御回路・凍結防止回路などで消費する電力を含んでいません。また、最大出力(定格)で出湯した際の効率であり、実使用でよくあるように、断続的で小流量で使われた際の効率とは異なります。
- ・また、CO₂HPの年間給湯効率は年間の気温変化を考慮しているのに対し、ガス・石油の熱効率は一つの外気条件のみとなっています。



ポイント エコキュートの効率の表示について

カタログに記載されるCO₂HPの効率は、次の2種類があります。

- ・中間期エネルギー消費効率(中間期COP)
- ・年間給湯効率(APF)

① エネルギー消費効率(ヒートポンプユニット)

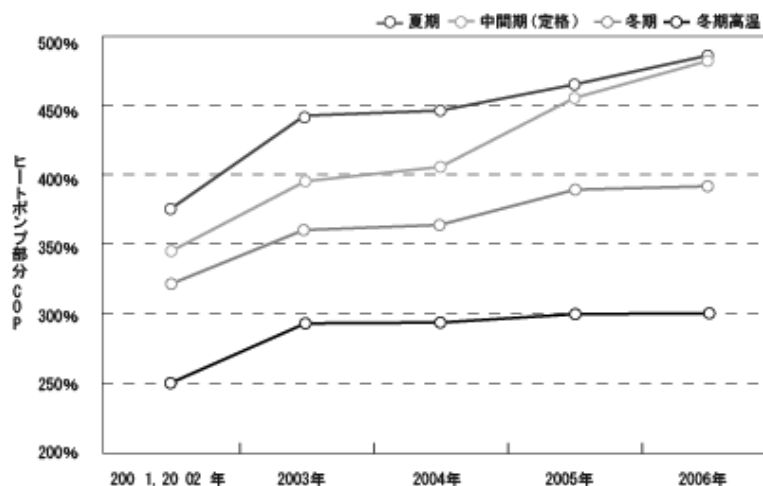
- ・エネルギー消費効率(COP)は従来より用いられてきた効率値であり、ヒートポンプユニット単体の性能を示し、1の電気による湯の加熱量を示します。図9では、100の電力で380の加熱を行っているため、COPは3.8となります。一般的なCO₂HPは空気熱源であるため、外気温度の季節変動に伴い大きく効率が変化します。そのため、日本冷凍空調工業会(JRAIA)では、表に示す4つの季節条件を定めています。

	外気温度	HP 入水温度	HP 出湯温度
夏期	25	24	65
中間期(定格)	16	17	65
冬期	7	9	65
冬期高温	7	9	最高温度(一般に90)

※ヒートポンプのエネルギー消費効率(COP)の中で、冬期条件についてはカタログに記載されていない場合があります。

- ・一般には、エネルギー消費効率は中間期条件のものが定格として主に示されていますが、夏期・冬期・冬期高温についても、それぞれの加熱能力を消費電力で割れば計算できます。
- ・図aを見ると、外気温度が高い夏期に効率が最も高く、冬期では低下しています。また沸上温度が高い冬期高温の効率が、最も低くなっています。また、技術革新によりヒートポンプの効率は飛躍的に改善されたことが分かります。

- ・COP の値は、2次エネルギー換算の電力量から計算されています。



図a ヒートポンプユニットのエネルギー消費効率(COP) 向上例

② 年間給湯効率 (APF)

- ・一方で、CO₂HP はヒートポンプユニットだけでなく貯湯ユニットも有しており、図9のように貯湯タンクからの放熱によるロスが生じます。CO₂HP は主に深夜電力を利用するため、夕方の需要ピークまで長時間にわたって貯湯する必要があり、放熱ロスを考慮する必要があります。放熱ロスはタンクの断熱を強化すれば削減できますが、これはヒートポンプ単体の性能値であるエネルギー消費効率では評価できませんでした。
- ・この問題を解決するために 2008 年からカタログに記載されるようになったのが、年間給湯効率 (APF) です。APF では「IBEC L モード」と呼ばれる出湯パターンを想定した上で、貯湯ユニットを含めたシステム全体の効率を示します。
- ・APF のもう一つの特徴は、年間給湯効率の名前から分かるように、年間を通した外気温度の変化 (東京・大阪の平均) を考慮し、通年での効率を表している点です。そのため、エネルギー消費効率のように季節ごとの値を考慮する必要はありません。
- ・このように、APF は貯湯ユニットを含めた給湯機全体の効率を分かりやすく示している便利な指標です。CO₂HP を選ぶ際には、APF が高い機種が推奨されます。
- ・ただし、一般的に表記される APF は東京・大阪の気象条件を想定している点には注意が必要です。一般に、寒冷地では APF より低い効率、蒸暑地では APF より高い効率になると考えられます。また、APF はある沸上モード (後述) に基づいた値であるため、異なる沸上モードでは効率が変化します。
- ・APF の値は COP と同様に、2次エネルギー換算の電力量から計算されています。そのため、ガス・石油との比較のためには、1次エネルギーに換算する必要があります。

ポイント CO₂HP の効率的な使い方について

① CO₂HP の効率を高めるには

- ・CO₂HP は使い方によって効率が大きく変化するという特徴があります。住まい手は CO₂HP の正しい使い方を理解し、そのポテンシャルを十分に発揮することが求められます。
- ・CO₂HP のポテンシャルを発揮させるポイントを一言で言うと、「1日の中で貯湯したお湯を使い切る」ことです。つまり、必要最低限な熱量だけ貯めておくことが重要です
- ・「貯湯熱量 = 貯湯量 × (貯湯温度 - 給水温度)」となるため、貯湯熱量を抑えることは、「貯湯量を少なくす

る「貯湯温度を低くする」ことになります。貯湯熱量が少なく保たれば、貯湯ユニットからの無駄な放熱ロスが低減されます。また、貯湯温度(≒HP 出湯温度)を下げることは放熱ロスを低減させるだけでなく、ヒートポンプの効率も向上させます。貯湯ユニット・ヒートポンプユニットの両方で効率が上がるため、機器全体の効率は大きく向上します(図 a)。

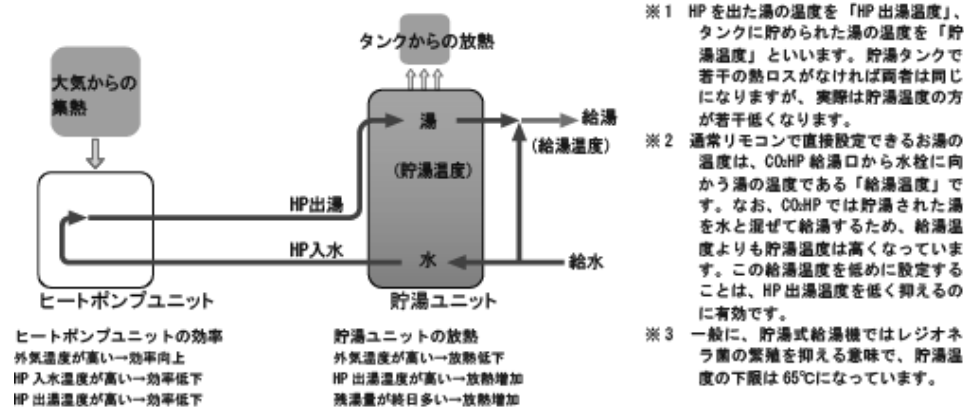


図 a C02HP のポテンシャルを発揮させるポイントと注意事項



図 b 残湯量の表示例
枠内の黒い部分が残湯量を示す機種の場合です。残湯量表示の詳細は取扱説明書で確認して下さい。

- ・リモコンに表示される残湯表示を見て、1日の終わりに残湯が残り少なくなっている場合は、うまく CO₂HP の性能が発揮されていると考えられます(図 b)。逆に、1日の終わりに残湯が多いということは、1日を通して不必要な残湯をため続けていることになります。貯湯ユニットからのロスが多く、また貯湯温度が高くなりがちのためにヒートポンプの効率も低下します。そのため機器全体での効率は大きく低下し、CO₂HP のポテンシャルが発揮できなくなります。
- ・また、貯湯温度を低く抑えることも、ヒートポンプの効率を向上させるために非常に重要です。一般に CO₂HP の HP 出湯温度は 65～90℃ですが、年間を通して下限の 65℃にできるだけ近く制御されていることが望まれます。また、貯湯温度をリモコンで確認できることが望ましいといえます。

③ 沸上モードを「省エネモード」に設定する

- ・こうした残湯量や貯湯温度を制御しているのが、「沸上モード」です。沸上モードは CO₂HP のリモコンで容易に変更することができます(設定の詳細は、機器取扱説明書を参照して下さい)。
- ・機種ごとに複数の沸上モードが用意されています。この中で、「省エネモード」は、住戸の湯消費を学習し、

残湯や貯湯温度を適切に抑えることで、効率を大きく向上させます。

- 機種ごとに「省エネモード」の呼び名は異なります。一般的な湯消費の住戸においては、「省エネモード」が省エネ性・経済性の両面から最も優れています。そのため、「省エネモード」に設定することが強く推奨されます。沸上モードごとの1次エネルギー消費量を、図cに示します。
- 従来のCO₂HPは、初期設定で省エネモードになっていなかった場合があります。すでにCO₂HPを設置した住戸では、沸上モードを確認することをお奨めします。今後出荷されるCO₂HPのほとんどは、「省エネモード」が初期設定となる予定であり、その設定のまま使用することが省エネルギー上、極めて重要です。
- なお、本書では、以降で「省エネモード」のCO₂HPにおける省エネルギー性能を記述しています。ただし、この「省エネモード」の結果は、通年で残湯量が低めに抑えられ、また貯湯温度がほぼ下限の65℃近くに維持される場合を指しています。「省エネモード」に設定しても、残湯量が多くなっている、または貯湯温度が65℃より大幅に高くなっている場合には、本書の結果は適用できません。

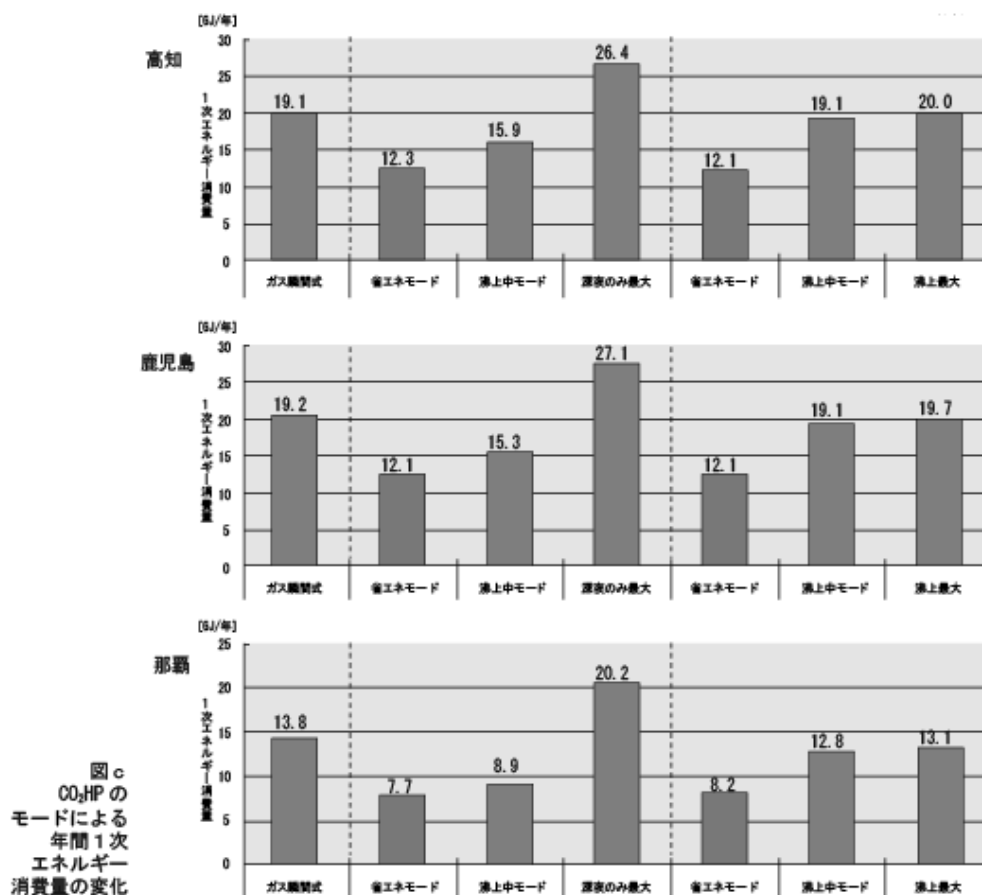
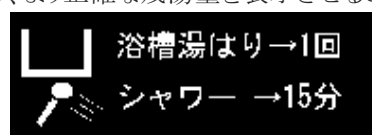


表 沸上モードの種類と特徴

種類	モード名の例	特徴
省エネモード (自動学習制御)	「おまかせ(控えめ)」 「節約」 「わき上げ少なめ」 「おまかせレベル1」 「おまかせ控えめ」 「自動少なめ」 「おすすめ」など	- 過去の湯消費の履歴から自動的に学習し、住戸にあった残湯量を適切に制御し、残湯を少なく抑える - 貯湯温度をできるだけ下限(65℃)に制御する - 残湯が一定量以下になった場合は昼間であっても自動的に追加沸上を行うため、実際に湯切れが生じる場合は限られる - タンクの放熱が少なく、HP 効率が高くなることから、一般に省エネ性・経済性が最も高く、強く推奨される
沸上中 (自動学習制御)	「おまかせ(中)」 「おまかせ」など	- 過去の湯消費の履歴から、残湯量を中程度の余裕で維持 - 貯湯温度もやや高くなる - 必要に応じて、昼間でも沸上を行う - 省エネモードに比べ貯湯タンクの放熱が増加、HP 効率も低くなる
沸上最大 (自動学習制御)	「おまかせ(多め)」 「たっぷり」など	- 過去の湯消費の履歴から、残湯量を多めの余裕で維持 - 貯湯温度も上限近く(90℃)まで上昇する - タンクの放熱が非常に多く、HP 効率も大きく低下するため、効率は最も低くなる - 残湯が減少すると頻繁に追加沸上を行うため、昼間電力の使用割合が増加してコスト的にも不利
深夜のみ中 (自動学習制御を行わない場合が多い)	「深夜のみ 湯量中」 「深夜のみ」など	- 深夜電力時間帯のみ沸上を行う - 深夜時間帯に貯湯タンクを満タンにする場合が多い - 貯湯温度もやや高めになる - 残湯がなくなった場合は手動で追加沸上を行う必要があるため、利便性が低い - タンク放熱が増加し、HP効率も低下する - 省エネモードより効率が低下するため、一般的に経済的にも省エネモードに対する優位性はない
深夜のみ最大 (自動学習制御を行わない場合が多い)	「深夜のみ 湯量多め」など	「深夜のみ中」と同様、深夜電力時間帯のみ沸上を行う - 深夜時間帯に貯湯タンクを満タンにする場合が多い - 貯湯温度も上限近く(90℃)まで上昇する - 最大温度でHPが出湯を行うため、HP効率が大きく低下する - 深夜時間帯に貯湯タンクを満タンにするため、放熱ロスも非常に大きくなる - そのため、全体の効率は非常に低くなるため、推奨されないモードである

④ 沸上モードの特性を正しく理解する

- 「省エネモード」は残湯を控えめに制御するため、湯切れが心配になるかもしれません。しかし、貯湯量が最低量より少なくなった場合は、深夜以外の昼間でも自動的に沸上(昼間沸上)を行うため、実際に湯切れが起きるリスクは小さくなっています。
- 昼間沸上は深夜電力より割高な昼間電力を使用するため、経済性の観点から、昼間に沸上を行わない「深夜のみ」モードに設定している人もいます。
- しかし、「深夜のみ」モードは、深夜に余裕をみて沸き上げる傾向があるため、湯の使用量が少ない場合は残湯量が多くなり、放熱ロスにより効率が低下します。その場合、経済性からみても、省エネモードに対する優位性はほとんどありません。また昼間沸上を一切行わないため、リモコン上での残湯量が少なくと表示された場合には手動沸上が必要となり、利便性も低くなります。
- 機種によってはリモコン操作により、より正確な残湯量を表示させることができます(図d)。



図d 残湯量の詳細表示

- ・来客が宿泊する場合など、通常より多くの湯が必要な場合は、あらかじめ強制沸上を行うことで湯量をいつもより多めに確保することができます。
- ・「省エネモード」で使用した場合に、リモコンに残湯量が少ないと頻繁に表示される場合は、残湯量をより多く確保するモードに変更することになります。ただし、その場合もすぐに「沸上最大モード」にしたりせず、少しずつレベルを上げるべきです。また、湯消費自体を減らす努力が強く求められます。

⑤ 湯消費を工夫する

- ・「省エネモード」等の沸上モードでは住戸の湯消費を学習しますが(図 e)、湯切れを回避するため湯消費の多い日に合わせて残湯を制御する傾向があります。

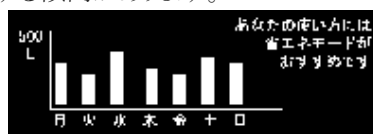


図 e 湯消費履歴の表示

- ・日によって湯消費の変動が大きすぎる場合、湯消費の多い日に合わせて制御するために、湯消費が少ない日では残湯が過剰になり効率が低下してしまいます。そのため、日々の湯消費量を(できるだけ少ない日に)そろえることは、残湯制御の精度を高め、効率を向上させます。湯の使い方の工夫は、CO₂HP においても重要です。
- ・機種によっては、リモコンで直近の湯消費の履歴を表示できる機種もあります。こうした機能を利用して自宅の湯消費の状況を理解すれば、より効果的な省エネができるでしょう。
- ・また、CO₂HP を含めて多くの給湯機は、浴槽の循環追焚を行う場合に効率が低くなるため、できるだけ循環追焚をしないようにします。機器の初期設定で、湯はり後の自動保温が設定されている場合がありますので、できるだけ使用しないように設定し直して下さい。
- ・浴槽の湯が冷めた場合には、熱い湯を少量入れる「さし湯」が奨められます。ただし、浴槽の湯温を上げるために多量の「さし湯」が必要になるときは、冷めた湯を適量だけ捨てる等の工夫が必要です。
- ・最近の CO₂HP では、「省エネモード」設定時には循環追焚ができず、さし湯のみできるようになっている機種もあります。

手法3 給湯設備各部の省エネルギー設計・工法等の検討

1 給湯配管方法の検討

1) 節湯型の配管工法

- ・給湯配管方式には在来の先分岐方式とサヤ管ヘッダー方式があります(図 11)。
- ・サヤ管ヘッダー方式を採用した場合、通常、ヘッダーから先の住宅設備機器に至る配管径を細くすることができ、先分岐方式に比べて捨て湯の量が少なくなるので、5%程度の効率向上が期待できます。ただし、イニシャルコストは、先分岐方式よりも高くなることが推測されます。

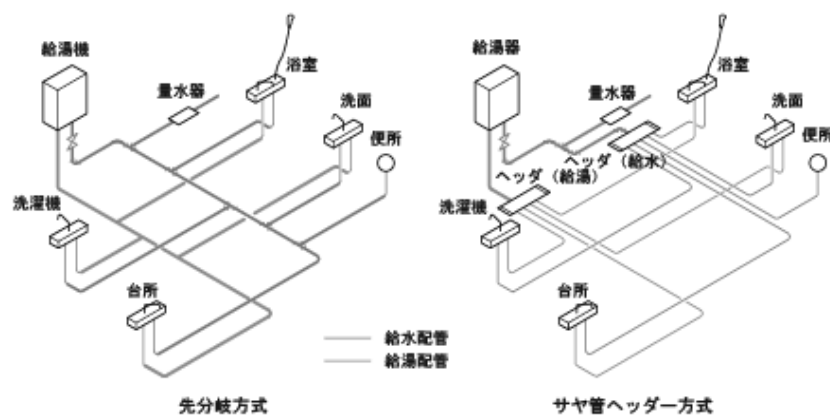


図11 給湯配管方式の種類

2) 給湯配管経路の最短化と管径の最小化

- ・湯を止めると給湯管には湯が残ります。給湯配管経路を短くしたり、管径を細くすることによって、配管に残る捨て湯の量を減らすことができ、節湯となります。また、配管を温めるための熱量や配管からの熱損失も少なくなり、給湯効率を向上させます。さらに、使用時の湯待ち時間を短くすることができるので、快適性の向上にもなります。
- ・これらは、サヤ管ヘッダー方式を採用した場合にも当てはまります。

3) 給湯配管の保温措置

- ・追焚きや自動保温、床暖房のような循環式の給湯配管方式を用いる場合については、配管の保温措置が極めて重要となります(配管保温については「5.2 暖冷房設備計画」のポイント「熱源機、床下および配管断熱による熱損失」を参照して下さい)。

4) 給湯機設置位置の検討

- ・給湯機の設置場所が適切でないと給湯配管・浴槽配管が長くなり、省エネルギー効果を低下させたり、湯待ち時間が長くなって使い勝手が悪くなる場合があります。
- ・給湯機の設置場所は、給湯機と給湯対象箇所の位置関係から、できるだけ配管経路が短くなるように、あらかじめ配慮しておく必要があります。
- ・特に太陽熱や CO2HP などの貯湯式においては、設置スペースが大きくなることから、設置場所が限られる傾向があります。住宅設計の初期段階から配慮することが求められます。

5) 浴槽・浴室の保温

- ・日本では浴槽入浴が一般的ですが、浴槽は湯はりだけでなく、湯が冷めた場合の保温・追焚が必要となり、多くのエネルギーを消費します。また保温・追焚は給湯機の効率を低下させるため、できるだけ湯が冷めない工夫が必要です。
- ・浴槽内の湯を冷まさないためには、浴槽の保温が有効です。近年では、ウレタン等断熱材を浴槽に吹き付けたものや、断熱材で二重に覆うことで保温性能を高めているものがみられます(図12)。
- ・断熱性の高い浴槽は、エコマーク(No139「住宅用浴室ユニット」)の認定基準が策定され、今後商品化が予定されています(図13)。この浴槽は、浴槽内の湯の温度低下が冬期でも4時間で2℃未満であり、高い断熱性を有しています。ただし、浴槽は上面からの熱ロスが最大であるため、保温のためには断熱性の高い蓋をきちんと閉めることが重要です。
- ・さらに、浴室全体の断熱性能を向上させることも大切です。浴室全体の断熱性を高めれば、入浴にともなう消費エネルギーを低減できるだけでなく、浴室関連空間の快適性・健康性を向上させることができます。近年では、浴室ユニット全体を断熱材で覆ったものもみられますので、断熱材の厚さが十分なものを選ぶ

ことが重要です(図 14)。



図 12 浴槽の保温措置の例



図 13 エコマーク

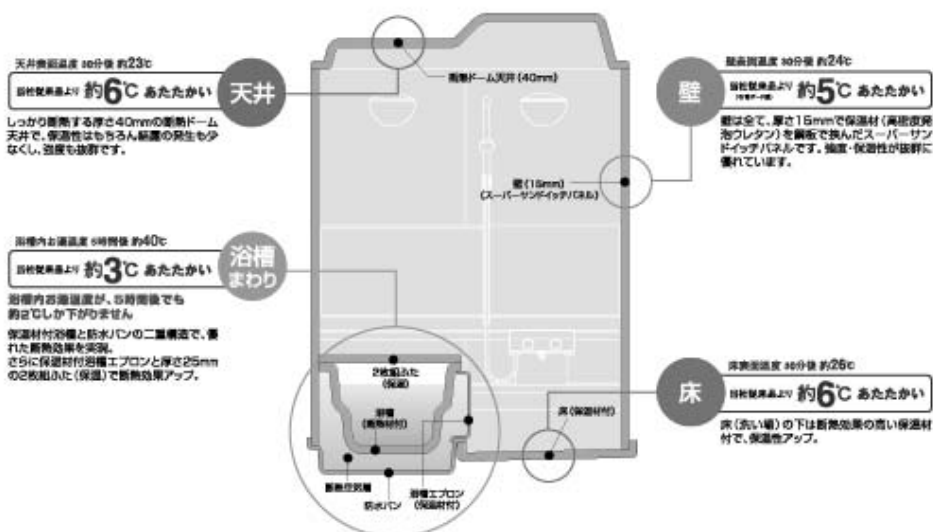


図 14 高断熱化された浴室ユニット

ポイント 省エネ的な浴槽入浴のために

浴槽入浴は給湯の中で最もエネルギーを消費するため、省エネへの配慮が求められます。前述のように、浴槽(蓋を含む)、浴室の保温に配慮することが効果的ですが、それ以外にも以下のような点に配慮することで、省エネを実現できます。

① 給湯機の設定・使い方の工夫

- ・現在の一般的な給湯機は保温機能を有しており、設定された保温時間の間は浴槽内の湯温度を検知し、冷めている場合は自動的に保温を行います。この機能は便利ですが、保温が頻繁に入るとエネルギー消費が多いこと、保温時には給湯機の効率が低下するため、できるだけ利用しないことが省エネになります。
- ・保温機能を利用する場合は、以下のような配慮を行うことが大切です。
 - a. 保温時間は初期設定で4時間程度と長くなっている場合があります。必要ない場合に保温されていることもありますので、保温時間の設定を確認し、できるだけ短い時間に設定します。
 - b. 最後の人が入浴した場合には、必ず保温を切ります。排水する際にも、必ず保温を切るようにします。

保温状態のまま排水すると、給湯機が水位維持を行おうとして無駄に湯が消費されます。

- ・最もお奨めなのは、水栓から高温の湯を足す「さし湯」です。現在の給湯機は保温・追焚時ではなく給湯時に効率が最高になるため、最も省エネになります。

② 入浴方法の工夫

- ・入浴方式の工夫は昔から行われてきました。そのいくつかは今日でも有効です。
 - a. 湯はりを行ったら、できるだけ早く入浴します。
 - b. 家族ができるだけまとまって入浴することで、保温にかかるエネルギーを節約できます。どうしても家族間で入浴の間隔があいてしまう場合は、給湯機の保温機能を必ず切ります。
- ・従来は浴槽の残り湯を翌日に沸かし直すケースがよくみられました。この残り湯の沸直し(追焚)は、確実に節水にはなります。ただし、浴槽の断熱性が低い場合は湯が冷め切ってしまうこと、追焚時は給湯機の効率が低くなることから、必ずしも省エネにはならない場合がみられます。とくに CO₂HP においては、残り湯の追焚は能力が不足しがちで、また効率への悪影響が大きいことから、行わないことが推奨されています。また、残り湯は雑菌等が多く、衛生面からも問題があります。現在では、残り湯を沸かし直すことは必ずしもお奨めできないといえます。

2 節湯器具の検討

- ・節湯器具を採用し、かつ、こまめに止水することで、省エネルギー効果を向上させることができます。
- ・給湯量の節約は、省エネルギーのみでなく水資源の節約にもつながります。

1) 湯温調節が容易な湯水混合栓

- ・給湯開始ごとの湯温調節、他の場所での給湯使用の影響による湯温再調節など、調整時の捨て水を削減するために、湯温調節が容易なサーモスタット式混合栓やシングルレバー混合栓の使用が推奨されます。2バルブ混合栓の使用は避ける必要があります(図 16)。
- ・節水こまを使用して湯水量を抑制するのも 1 つの方法です。

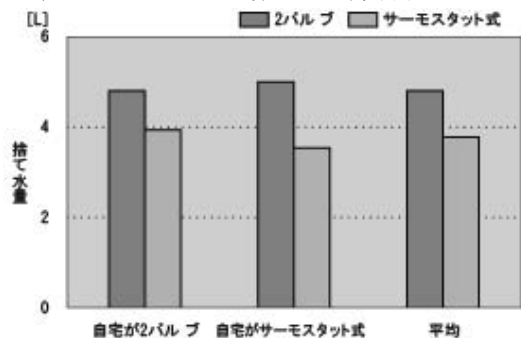


図 15 混合栓による捨て水量の比較



図 16 給水・給湯水栓金具の例

2) 止水機構付きの各種器具

- ・浴室では、手元に止水機構を有する節湯型シャワーヘッドの採用が有効です(図 17、図 18)。
- ・台所や洗面所では、水栓をシャワー水栓とし、足元止水スイッチ(図 19)や自動水栓を採用することが推奨されます。

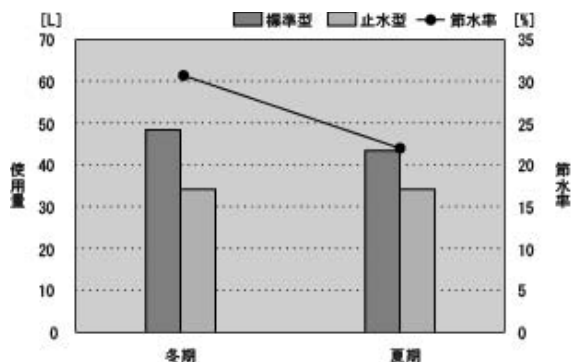


図 17 混合栓による捨て水量の比較



図 18
止水機構付き
シャワーヘッドの例



図 19
足元止水
スイッチの例

ポイント シングルレバー水栓について

- ・現在では、台所・洗面所ではシングルレバー水栓を使用することが一般的です。シングルレバー水栓は非常に便利ですが、正しく使わないと湯消費を増やす可能性があります。
- ・シングルレバー水栓は、レバー中間の位置で使っている人が多くみられますが、この場合は給水だけでなく給湯も同量程度が混合されています。水のみとなるのは、レバーを完全に右に寄せた場合のみです(図)。
- ・夏期や中間期のように給水温度が十分に高く、必ずしも湯が必要でない時期でも、水のみで使用せずに無意識に湯を使っている場合が多いものと考えられます。
- ・また、洗面所での手洗いなどごく短時間の使用の際は、給湯機からの給湯が届く前に使用が終わる場合も多くあります。この場合は、残った湯は配管内で冷やされ全く無駄になってしまいます。
- ・さらにこうした短時間の出湯では、給湯機の効率が極端に低くなるため、エネルギーのロスにつながります。とくに瞬間式ガス・石油給湯機においては短時間だけバーナーが燃焼するため、効率が大きく低下する傾向があります。
- ・このように、シングルレバー水栓を使うときは通常「水のみ」で使用し、湯が必要な場合は意識的にレバーを操作することが重要です。

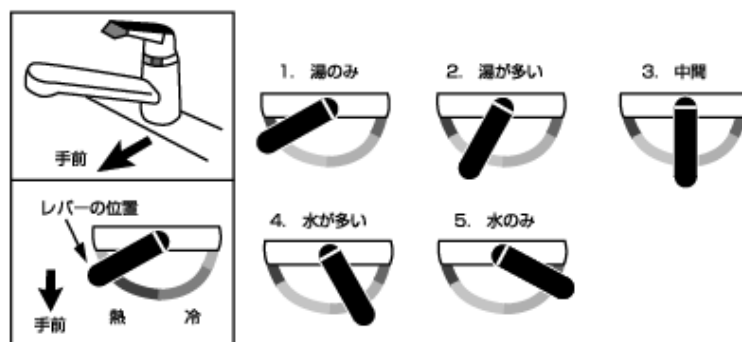


図 シングルレバー水栓のレバー操作

5.5 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実現することを目的とした技術です。

省エネルギーを実現しつつ、快適性を維持、向上させることが求められます。明るさの感じ方は年齢や視力によって個人差があるだけでなく、明・暗順応の状況により同一人物でも異なります。居住空間内の安全性にも関係するため、慎重な検討が必要です。

5.5.1 照明設備計画の目的とポイント

・照明設備計画は、昼間の昼光利用の明るさの不足分を補い、夜間の各空間の行為に適した光環境を創造しながら、照明エネルギー消費を削減することを目的とした技術です。

・照明設備計画は、採光手法や導光手法といった昼光の利用技術(「3.2 昼光利用」参照)と併用することにより、より高い省エネルギー効果を期待できます。

・照明設備計画の省エネルギー手法には、高効率の照明機器を採用することでエネルギー消費を削減する「機器による手法」、点滅・調光などの制御を活用することで適時適光(必要な明るさを必要な時間供給する)を実現する「運転・制御による手法」、照明器具の適切な配置計画を行うことで適所適光(必要な場所に必要な明るさを供給する)を実現する「設計による手法」の3つの手法が必要になります。

・照明設備計画における省エネルギー技術の全体像を図1に示します。一室一灯照明方式から多灯分散照明方式へ移行することが、基本的な方向性です。

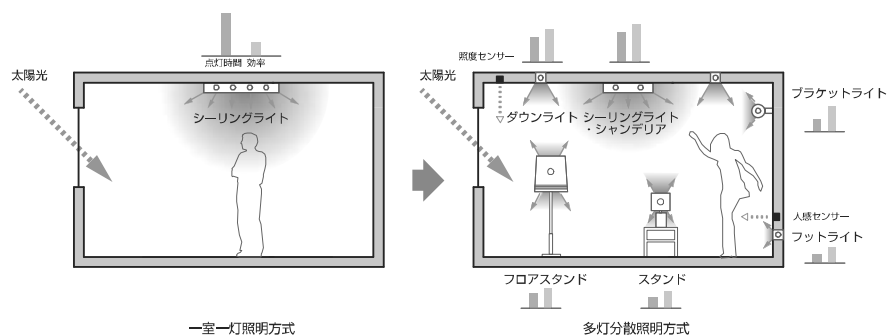


図1 照明設備計画における省エネルギー技術の全体像

5.5.2 照明設備計画による省エネルギー目標レベル

1 目標レベルの定義

- ・照明設備計画による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル1から3までとし、住宅全体の照明設備に消費されるエネルギー削減率を表します。削減率はVI地域とV地域で異なります。
- ・2000年時点における標準的な照明エネルギー消費量はVI地域で13.6GJ(エネルギー消費量全体の20%程度)、V地域で11.3GJ(同17%程度)となります(6.1参照)

レベル0: 照明エネルギー削減なし(従来設備を用いた一室一灯照明方式程度)

レベル1: 照明エネルギー削減率 30%程度

レベル2: 照明エネルギー削減率 40%程度

レベル3: 照明エネルギー削減率 50%程度

- ・各目標レベルは、機器による手法、運転・制御による手法、設計による手法の組み合わせにより達成することができます。

2 目標レベルの達成方法

- ・照明設備計画による省エネルギーの各目標レベルと手法の対応関係は、おおよそ表 1 のようになります。
- ・基準とするレベル 0 は、「従来設備を用いた一室一灯照明方式」を意味しています。これは、白熱電球や一般蛍光灯を用いて各部屋の天井中央付近に照明器具を一灯設置する従来型の照明方式に相当します。

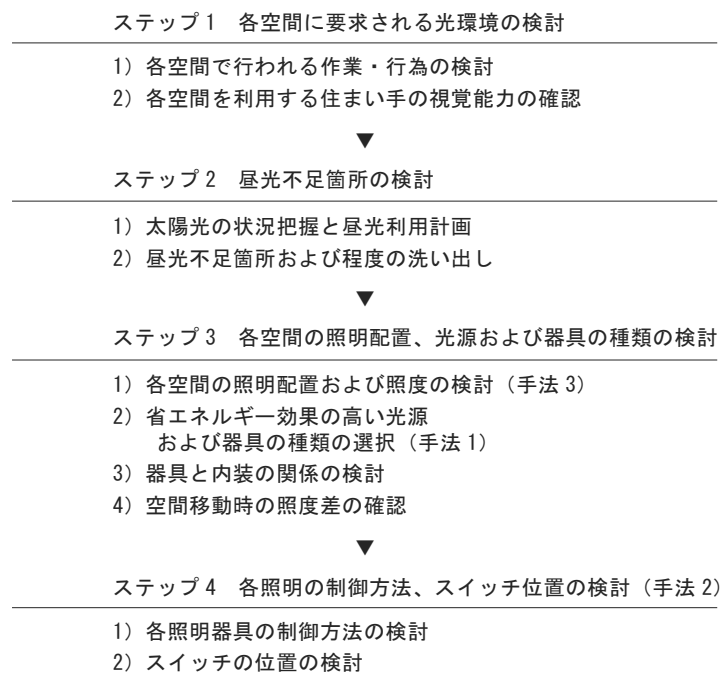
表 1 照明設備計画の目標レベルと達成方法

目標レベル	省エネルギー効果（照明エネルギー削減率）		手法の適用
	Ⅵ地域	Ⅴ地域	
レベル 0	0	0	従来型
レベル 1	15% 程度	30% 程度	手法 1：機器による手法
レベル 2	20% 程度	40% 程度	手法 1：機器による手法 手法 2：運転・制御による手法
レベル 3	30% 程度	50% 程度	手法 1：機器による手法 手法 2：運転・制御による手法 手法 3：設計による手法

- ・レベル 1 は、高効率ランプや高効率器具といった高効率機器を採用すること(手法 1:機器による手法)で達成することができます。
- ・レベル 2 は、手法 1 に加えて、照明器具の点灯時間をこまめに制御して削減すること(手法 2:運転・制御による手法)により達成することができます。
- ・レベル 3 は、手法 1・手法 2 に加えて、様々な行為が想定されるリビングルームなどの多目的な部屋において、複数の照明器具を分散して配置し(多灯分散照明方式)、行為に応じて点灯パターンを変えといった光環境のきめ細かい設定を行うこと(手法 3:設計による手法)により達成することができます。
- ・レベル0からレベル1、レベル1からレベル2の削減率がⅥ地域とⅤ地域で違う理由は、Ⅵ地域の住宅モデルにおいて、白熱灯の使用が多く制御を行う機器が多い非居室部分の面積がⅤ地域の住宅モデルに比べ小さく、削減率も小さくなるためです。一方、レベル2からレベル3の削減率はⅥ地域とⅤ地域で同じ(簡易な多灯分散照明を想定)ですが、Ⅵ地域のリビングルームの面積がⅤ地域に比べ大きいため、本格的な多灯分散照明方式を計画することで、さらに削減率を高めることも可能です。

5.5.3 照明設備計画の検討ステップ

- ・各空間に要求される光環境を検討します。この際に、住まい手の年齢や視覚能力も考慮に入れる必要があります。
- ・各空間における昼間の太陽光の状況把握と昼光利用計画を行い、光環境の改善が必要と思われる空間を検討します。
- ・各空間の照明設備配置およびその光源・器具の種類を選択します。その際に、空間移動時の明・暗順応についても考慮します。
- ・各照明器具の制御方法およびスイッチの位置の検討を行います。



5.5.4 照明設備計画の省エネルギー手法

照明エネルギー消費を削減するためには、前述したとおり、機器による手法、運転・制御による手法および設計による手法の 3 つをうまく組み合わせた計画とすることが求められます。そのためには、以下に述べる手順で設計を進めることが望めます。なお、各手法の詳細な内容については後述します。

1) 空間での行為の確認

必要とされる光環境を考える際に、住宅内の各空間で行われる行為を時間別に考える必要があります。

2) 基本となる必要照度の確認

各空間で行われる行為に対して必要とされる照度(単位はルクス[lx])を決定します。図 2 に示す JIS 照度基準を参照して下さい。

照度基準値はあくまで目安であり、必ずその照度を満たしていなければならないというものではありません。本来は照度計算を行い、照度分布図を作成して、明るさの分布を検討することが理想ですが、住宅の場合はそこまで厳密に考える必要はありません。住宅の明るさは、住まい方や住まい手の好みによって大きく変わるからです。住まい手との話し合いによって、明るさを決めていくことが重要です。

簡易的には、現在照明メーカーのカタログなどで主流となっている照明器具の畳数表示(蛍光灯を用いたインバーター式シーリングライトは 10W/畳程度で、床面 100 ルクス程度が得られる設定となっています)を目安として、多灯分散照明方式を用いる場合でも、各照明器具の W 数の合計が、【10W/畳×畳数】になるように計画すれば大きな問題はありません。その場合、白熱電球は電球形蛍光灯に置き換えた想定して、W 数を 1/4 にして算出します。また、アームスタンドなどの局部照明は計算に含めません。この目安となる照度は、リビングルームや子供室を想定していますが、寝室では 1/2 程度の照度で十分です。

下面カバーのない照明器具は、カバーのある器具に比べ約 10～30%明るくなりますし、内装材の反射率が高いと照度も高くなりますので、器具の形状や内装材にも配慮が必要です。

また、雰囲気重視したり、いろいろなシーンをつくれるように多数の器具を計画する場合は、通常合計の W 数が目安の W 数を超えることになりますが、できるだけ目安の W 数の 1.2 倍程度以下となるよう十分検討するとともに、各シーンに応じて点灯する照明器具の総 W 数が目安の W 数を超えないように設定する

ことにより、省エネルギー性を確保することができます。

照度 lx	居間	書斎	子供室、勉強室	応接室 (洋間)	座敷	食堂、台所	寝室	家事室、作業室	浴室、脱衣室	便所	廊下、階段	納戸、物置	玄関 (内側)	門、玄関 (外側)	車庫	庭
2,000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,500	○手芸 ○裁縫	—	—	—	—	—	—	○手芸 ○裁縫 ○ミシン	—	—	—	—	—	—	—	—
1,000	—	○勉強 ○読書	○勉強 ○読書	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
750	○読書 ○化粧 (10) ○電話 (14)	—	—	—	—	○食卓 ○調理台 ○流し台	○読書 ○化粧	○工作	○化粧 (10) ○化粧 (10)	—	—	—	○鏡	—	○掃除 ○点検	—
500	○団らん ○娯楽 (13)	—	○遊び	○テーブル (12) ○ソファ ○飾りだな	○座卓 (12) ○床の間	—	—	○洗たく	—	—	—	—	○くつぬぎ ○飾りだな	—	—	—
300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注 (10) 主として人物に対する鉛直面照度とする。

(12) 全般照明の照度に対して局部的に数倍明るい場所をつくることにより、室内に明暗の変化をつくり平坦な照度にならないことを目的とする。

(13) 軽い読書は娯楽とみなす。

(14) 他の場所でもこれに準ずる。

備考 1 それぞれの場所の用途に応じて全般照明と局部照明を併用することが望ましい。

備考 2 居間、応接室、寝室については調光を可能にすることが望ましい。

図 2 住宅の照度基準 (JIS Z 9110-照度基準)

ポイント 多灯分散照明方式における照明器具 W 数算出例

W 数の目安: 8 畳間の場合 → $10\text{W}/\text{畳} \times 8 \text{ 畳} = 80\text{W}$

机上面など局所的に明るさが必要になるエリアには、ダウンライトなどの上からの光を集中させたり、スタンドなどの補助照明を採用するなど、明るさのバランスに留意します。ダウンライトなどの直下照度を確認したい場合は、照明メーカーのカタログに載っている直射水平面照度図 (器具高さ と 水平面照度の関係図) が参考になります。

ポイント ダウンライトの直射水平面照度図の例

- 図は、ダウンライトの器具高さ と 水平面照度の関係および光の広がる角度を表しています。
- 例えば、器具高さ 2.0m の場合は、器具直下の照度は約 50 ルクスになります。
- 光の広がる角度とは、その角度における光の強さが器具の直下方向の光の強さの 1/2 になる角度 (1/2 ビーム角) を表しています (直下照度の 1/2 の照度になる角度 (1/2 照度角) を表す場合もあります)。

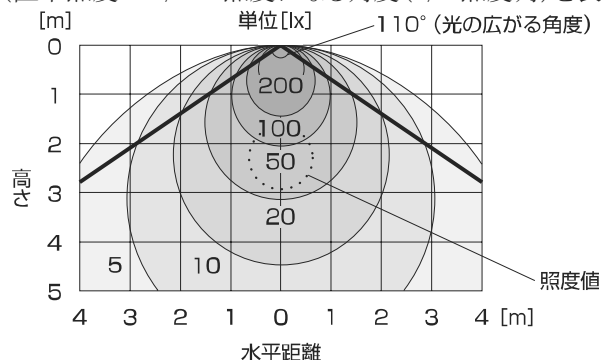


図 ダウンライトの直射水平面照度図の例

3) 住まい手の変化による必要照度の補正

視覚能力は加齢とともに低下するとされており、住まい手の現状把握と将来変化の予測を行い、行為に

対する必要照度を補正します。したがって、必要とされる照度の値は、ある幅で捉えることが大切です。
高齢者の場合は、JIS 照度基準値の 1.5 倍以上が望ましいとされています。

4) 昼光利用の範囲と程度の確認

昼光利用の範囲と程度を確認し、昼光が不足して人工照明で補う必要がある範囲を決定します。

5) 照明配置計画と器具の選定

各行為がどの場所で行われる可能性があるかを予想し、必要照度が得られるように照明の位置を決定します。この際、家具の配置変更等で行為が行われる場所が変化する可能性が高い場合は、あまり厳密に家具と対応させずに、明るくすべきエリアと明るくする必要のないエリアといったように空間を大きく分けて捉え、それに応じた照明配置とします。部屋の形状や内装などとの調和にも注意します。空間に余裕があれば、スタンド等の移動可能な照明を採用することも有効です。

光環境を検討する上では、行為に応じた機能的な照明だけでなく、照明がつくり出す雰囲気にも配慮する必要があります。壁面を明るくすることで、部屋全体の明るさ感を高めることが可能ですし、低位置照明を採用することで落ち着いた空間とすることができます。同じ器具を複数配置すると空間にリズム感が生まれますし、シャンデリアを設置することで、華やかさを演出することができます。間接照明などを用いる場合、内装の反射率(「3.2 昼光利用」表参照)の効果を考えることが有効です。

光色も重要な光の要素で、白色光を用いると活動的な雰囲気になり、暖色光を用いると落ち着いた雰囲気になりますので、子供室は白色光主体、寝室は暖色光主体というように部屋の用途によって使い分けると効果的です。

また、清掃や交換などのメンテナンスが容易かどうかについても配慮し、使用するランプは、住まい手が入手しやすいものとします。昼光利用を補う照明についてはその範囲や程度に注意し、無駄のない計画とします。

6) 制御方法の検討

各行為に適した照明パターンを実現できるような制御方法を検討します。きめ細かい明るさの設定が必要なエリアは調光可能な器具を用いて調光制御を行い、その必要のないエリアは高効率器具を用いて点滅制御を行います。人の行き来が少ないエリアに人感センサーを用いることや、昼光利用が考えられるエリアに照度センサーを用いることも有効です。セキュリティシステムなど、照明設備以外のシステムとの連動も検討します。

また、スイッチは動線を考慮して、できるだけ操作しやすい場所に設置し、階段や廊下では三路スイッチや四路スイッチを採用します。

7) 安全性の確認

階段や段差が存在する通路部分の安全性にはとくに注意し、JIS 照度基準を参考にして明るさを十分に確保します。照明を設置しても、立ち位置によって足元が影になる場合などがありますので、いろいろな視点を想定して検討することが重要です。高齢者の安全性確保への配慮も忘れないようにします。

照度を十分に確保しても、明るい空間から暗い空間へ移動する場合には見えにくくなることも多いので、そうした動線上には段差等のない計画をすることが大切です。

手法 1 機器による手法

設置する照明設備機器の種別により、少ないエネルギーで同じ明るさ、同じエネルギーでより明るい空間や良好な光環境を実現できます。機器によって特性や省エネルギーの手法は異なります。省エネルギーの観点からは、イニシャルコストがやや高くても消費電力量の小さい機器の選択が望ましく、ランニングコストを考慮すれば、トータルコストは小さくなる傾向があります(図 3)。機器についての情報を収集し、適切な選択を行うこと

が重要となります。

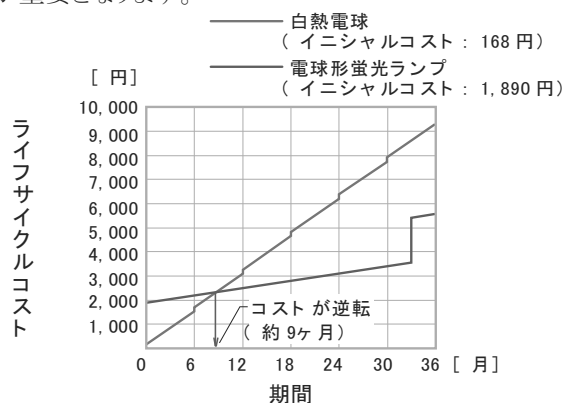


図3 白熱電球と電球形蛍光灯のコスト試算例

(傾きの急なグラフ)
(傾きの緩やかなグラフ)

出典:「くらしのラボレポート」東京電力㈱

■試算条件 点灯時間:1 日当たり 6 時間

白熱電球:消費電力 54W、1 時間当たりの電気代約 1.2 円、年 2 回交換

電球形蛍光灯:消費電力 12W、1 時間当たりの電気代 約 0.3 円

イニシャルコスト:メーカー小売価格を参考にした。実際は販売店により異なる

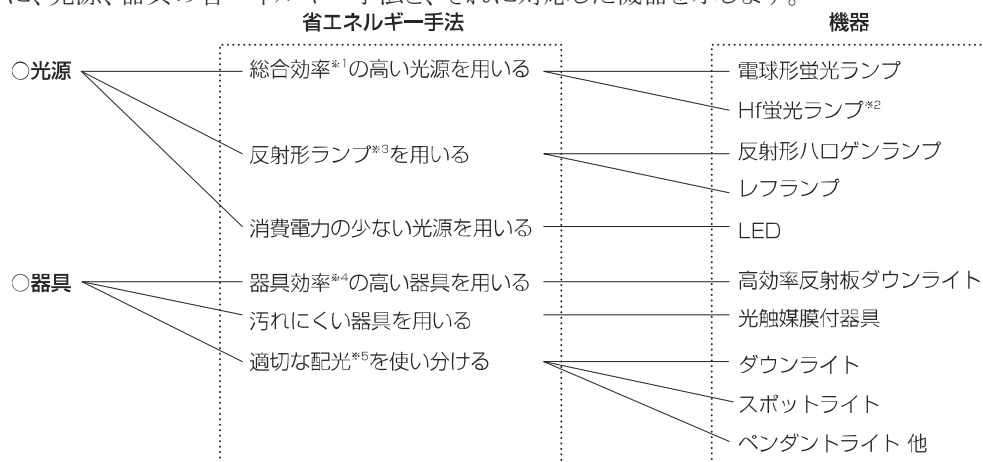
電気料金(税込):22.86 円/kWh 東京電力従量電灯B第 2 段階料金(平成 20 年 9 月)

1 機器単体による省エネルギー手法

8) 省エネルギー手法と機器の対応

照明の省エネルギーを考える場合、光源および器具をどのようなものにするかが第 1 のポイントとなります。エネルギー消費の少ないものを選ぶだけでなく、求められる光環境を実現するために各機器の特徴を理解した上で採用することが求められます。

図 4 に、光源、器具の省エネルギー手法と、それに対応した機器を示します。



※1 総合効率

「ランプ光束(ランプから出る光の量)／安定器入力電力」のこと。ランプおよび安定器の性能を測る指標となる。【総合効率が高いほど、省エネ効果が高い】

※2 Hf 蛍光灯

高周波点灯専用形蛍光灯のこと。インバータを用いて高周波点灯することに加え、管径を細くしたり、管長を長くすることによってランプ効率を高めている。

※3 反射形ランプ

ガラス球の一部に反射面を設けて、特定方向への配光を増加させたランプ。光源と器具が一体化したランプであるため効率が高い。

※4 器具効率

「照明器具から放射される光束／ランプ光束」のこと。器具の性能を測る指標となる。【器具効率が高いほど、省エネ効果が高い】

※5 配光

ランプや器具から、光がどの方向にどの程度の強さ(光度)で出ているかの分布。照明器具メーカーの配光データを参照する。

また、配光は明るさの分布を検討する上で不可欠なものであり、これをある程度理解してカタログを読みこなすことが、適切な機器選びにつながります。

9) 光源の種類と特徴

光源の選択は、消費電力、光色、寿命を考慮して行うことになります。また、住まい手が容易に電球を交換できるように、入手しやすい製品を選ぶことも重要です。

以下に、代表的な光源の特徴を示します。

電球形蛍光ランプ



A 型

D 型

寿命:6000～8000h

消費電力・発熱量:少(一般電球の 1/5～1/4)

光色:昼光色(6700K)、昼白色(5000K)、電球色(2800K)

入手の容易さ:容易

特徴

- ・一般電球とほぼ同じ大きさである。
- ・光色が 3 色(昼光色、昼白色、電球色)ある。
- ・E26 口金および E17 口金に対応する。
- ・消費電力が一般電球の 1/5～1/4 である。
- ・寿命が一般電球の 6～10 倍である。
- ・調光可能タイプも出てきており、一般的になれば省エネに寄与することが期待される。

Hf 蛍光ランプ



直管型



環型



二十環型

寿命:12000～15000h

消費電力・発熱量:少

光色:昼光色(6700K)

昼白色(5000K)

白色(4200K)

温白色(3500K)

電球色(3000K)

入手の容易さ:やや困難

特徴

寿命:9000～12000h

消費電力・発熱量:少

光色:昼光色(6700K)

昼白色(5000K)

白色(4000K)

電球色(2800K)

入手の容易さ:やや困難

寿命:10000～16000h

消費電力・発熱量:少

光色:クール色(6700K)

ナチュラル色(5000K)

ウォーム色(3200K)

電球色(3000K)

入手の容易さ:やや困難

- ・一般電球とほぼ同じ大きさである。
- ・光色が3色(昼光色、昼白色、電球色)ある。
- ・E26口金およびE17口金に対応する。
- ・消費電力が一般電球の1/5～1/4である。
- ・寿命が一般電球の6～10倍である。
- ・調光可能タイプも出てきており、一般的になれば省エネに寄与することが期待される。

反射形ハロゲンランプ・レフランプ



110V ハロゲンランプ

寿命:2500～3000h
消費電力・発熱量:多
光色:3000K
入手の容易さ:やや困難



12V ハロゲンランプ

寿命:3000～4000h
消費電力・発熱量:多
光色:3000K
3500K(高色温度)
入手の容易さ:やや困難



レフランプ

寿命:1000～2000h
消費電力・発熱量:多
光色:2800K
入手の容易さ:やや困難

特徴

- ・ダウンライトの開口径を小さくできる。
- ・反射形ハロゲンランプは、ミラー形状により配光の異なるタイプがあるため(外観は同じ)、ランプ交換時に配光を変えられる。
- ・ハロゲンランプは、きらめき感があり、美観性が高い。
- ・ハロゲンランプは、集光性が高く、メリハリのある空間をつくることができる。
- ・ハロゲンランプは高効率ではありませんが、一般の白熱ランプに比べ効率は高くなります。

LED



フットライト

寿命:40000h
消費電力・発熱量:少
光色:任意
入手の容易さ:困難



ダウンライト



スタンド

特徴

- ・長寿命である(40000h)。
- ・消費電力が少ない。

- ・発熱が少ない。
- ・器具を小さくできる。
- ・赤・緑・青の素子を調光して混色することにより、任意の光色をつくり出すことができる。
- ・白熱電球や蛍光灯に替わる次世代光源として期待されている。

※LED の現在の効率は、蛍光灯には及ばないものの向上し続けており、2009～2010 年頃には同等の効率となっており、その後も向上し続けると予想されています。ただし、現状ではイニシャルコストが高いため、普及にともない価格が下がることが期待されます。

また、同様に今後期待できる次世代光源として、面発光による有機 EL があり、広い面積を照らすことができます。

10) 高効率器具の種類と特徴

適切な光源を選択した上で、高性能な器具を採用することにより、さらに快適性と省エネルギー効果を高める場合があります。光源から発せられた光を高い効率で反射させる器具や、明るさを減少させる汚れの付着を抑制する器具などが、その代表です。

高効率反射板ダウンライト



特徴

- ・銀を蒸着している。
- ・明るく高品位な光となる。

光触媒膜付器具



特徴

- ・ガラスグローブ表面に光触媒膜をコーティングしている。
- ・表面に付いた汚れを光触媒機能で自然に分解する。

11) 照明機器の種類による配光バリエーション

光源や照明器具によって、光の広がり方(配光)が変わります。同じ消費電力でも、求める明るさの分布を実現できる配光特性のある製品を選ぶことにより、良好な光環境が実現できます。

① ペンダントライトおよびブラケットライトの例



特徴

- ・テーブル面を明るくし、空間や人の顔は適度な明るさに配光制御する。



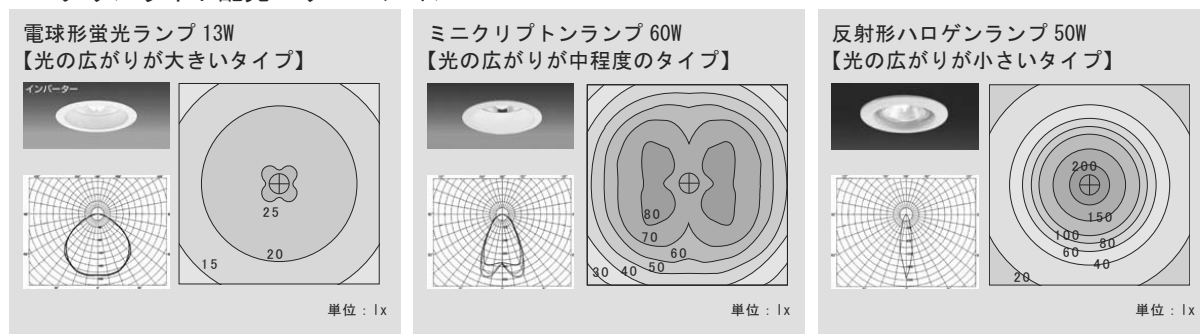
特徴

- ・上下方向配光、上方向配光、下方向配光を選択できる。

② ダウンライトの例（異なる器具、光源を使用した場合）

ダウンライトの場合、器具と光源の組み合わせを変えることによって、配光が大きく異なることがわかります。電球形蛍光ランプを用いると被照面が均一になり、ハロゲンランプを用いると器具直下が明るく、光があまり広がりません。

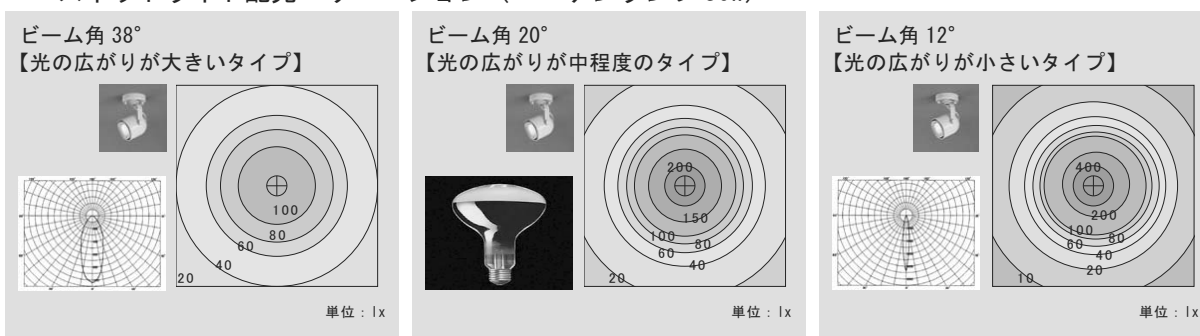
ダウンライト配光バリエーション



③ スポットライトの例（同一器具で光源を変えた場合）

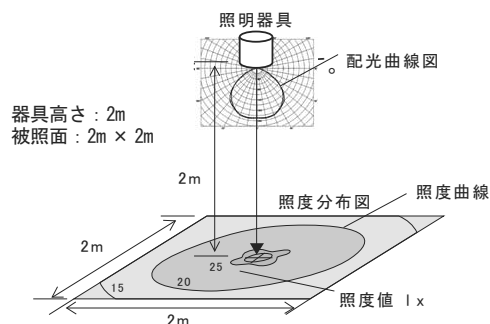
スポットライトにミラー付きの光源を用いる場合は、器具は同じでも光源を変えることによって、配光が大きく異なることが分かります。光源のビーム角が大きいと光が広がり、ビーム角が小さいと集光します。

スポットライト配光バリエーション（ハロゲンランプ 50W）



ポイント 配光曲線図および照度分布図の見方

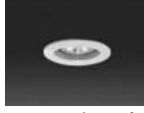
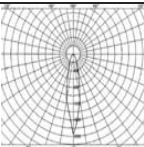
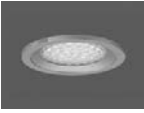
- ・配光曲線図は、器具から出る光の広がり方を示したものです。
- ・照度分布図の照度曲線上の数値は、照度値（単位：lx）を表しています。
- ・左図の【器具高さ：2m】は、器具と被照面の距離を表し、【被照面：2m×2m】は、この照度分布図の被照面の大きさが一辺 2m の正方形であることを表しています。



2 機器単体による省エネルギー手法の例

光源や器具単体による省エネルギー手法の例とその効果は、表 2 のとおりです。

表 2 機器単体による省エネルギー手法例と効果

省エネルギー手法例			省エネルギー効果 (電力削減割合)
白熱電球 (60W) を電球形蛍光灯 (13W) に交換する			78%
	→		
一般蛍光灯 (40W) を Hf 蛍光灯 (32W) に交換する			20% 明るさ 14%アップ
	→		
環形蛍光灯を Hf 二重環形蛍光灯に交換する			45%
	→		
消費効率 57.1 (lm/W)		消費効率 102.9 (lm/W)	
ダウンライトを一般形ハロゲンランプから 12V 反射形ハロゲンランプに交換する			41% 明るさ 15%アップ (テーブル面の照度)
	→		
85W ハロゲンダウンライト 平均照度 253 (lx)		12V50W ハロゲンダウンライト 平均照度 291 (lx)	■ 計算条件 器具高さ: 2.0m テーブル面: 0.6m × 1m
フットライトの白熱電球 (5W) を LED (0.35W) に交換する			90%
	→		
一般的なダウンライトを高効率反射板ダウンライトに交換する			0% 明るさ 31%アップ (床面の照度)
	→		
一般ダウンライト 反射板: オフホワイトつや消し ランプ: 22W 電球形蛍光灯 平均照度 121 (lx)		高効率反射板ダウンライト 反射板: 銀蒸着仕上げ ランプ: 22W 電球形蛍光灯 平均照度 158 (lx)	■ 計算条件 灯数: 4 灯 器具高さ: 2.4m 床面: 3.6m × 3.6m
ダウンライトを広角形(ビーム角 35°) から中角形(ビーム角 20°) に交換する*			0% 明るさ 32%アップ (テーブル面の照度※ 2)
	→		
40W 広角ハロゲンダウンライト 平均照度 113 (lx)		40W 中角ハロゲンダウンライト 平均照度 149 (lx)	■ 計算条件 器具高さ: 2.0m テーブル面: 0.6m × 1m

手法 2 運転・制御による手法

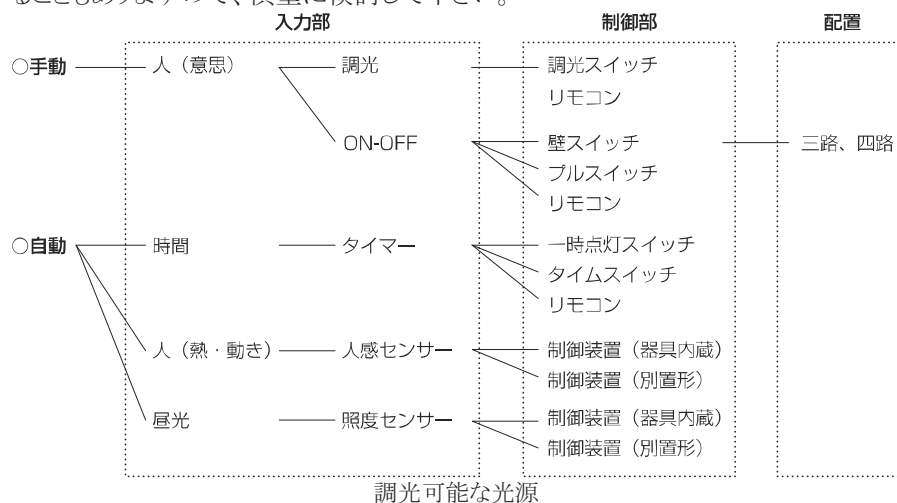
こまめな照明のオン・オフや調光は、省エネルギーに直結します。ただし、住まい手の意思に頼る手動のシステムでは、消し忘れが頻繁に生じる可能性が高くなります。照明エネルギーの消費量を削減するためには、

とくに在室時間の少ない場所等で消し忘れを防ぐ自動の制御システムを導入することが必要となります。具体的には、設定した時間だけ点灯するタイマー制御や、人の熱や動きを感知する人感センサー制御、昼光を感知する照度センサー制御などが有効です。

1 制御方法による省エネルギー

1) 制御方法の種類

制御方法には、以下に示すように様々なタイプがあり、照明の配置計画と関連づけて検討することが重要です(図 5、表 3)。照明の目的と制御方法が一致していない場合は、使い勝手が悪くなったり、安全性が損なわれるおそれがあります。とくに階段や段差等がある場所では、足元に適当な明るさが得られず、転倒などの事故につながることもありますので、慎重に検討して下さい。



住宅で一般に使われる光源の中では、白熱電球と Hf 蛍光ランプが調光できます。

図 5 制御方法の種類

表 3 各制御方法の特徴と省エネルギー効果

制御方法	動作	メリット	デメリット	省エネルギー効果
調光スイッチ	必要な時に手動で調光する	最適な明るさに設定できる	スイッチプレートが大きい	小～中
リモコン	スイッチを移動可能とする複数の機器を一括して操作する	スイッチ位置まで動く必要がない	リモコン自体がなくなると不便になる 待機電力が必要	小～中
タイマー	設定した時間だけ点灯する	無駄に点灯しない	設定する手間が必要	小
人感センサー	人の体温および動きをセンシングする	無駄に点灯しない	動きがないと消灯してしまう	小～中
照度センサー	照度(昼光)をセンシングする	無駄に点灯しない	設置位置が不適切であると、正確な明るさを検知できない	中

2) 各制御方法の特徴

調光スイッチ

単体用



白熱電球用 ロータリー式 白熱電球用 スライド式 Hf 蛍光ランプ用 ロータリー式

※少数ですが、電球形蛍光ランプで白熱電球用調光スイッチが使えるものもあります。

複数器具一括制御用



【リビング】

特徴

- 複数の器具の調光設定を記憶させて、その設定シーンをボタン 1 つで再生できる。
- 白熱電球と Hf 蛍光ランプが対象。

リモコン

器具単体用



【リビング・和室・子供室】

特徴

- 器具に受信部が内蔵されており、リモコンでコントロールできる。
- 専用器具が必要。

複数器具一括制御用



【リビング】

専用アダプタ

特徴

- 専用アダプタと組み合わせることで、複数のリモコン付きでない器具を単一のリモコンでコントロールできる。

タイマー

一時点灯スイッチ



【収納】

特徴

- 点灯してから一定時間後に、自動で消灯させることができる。

注:【 】は推奨使用場所

タイムスイッチ



特徴

- 点灯時間や消灯時間を自由に設定できる。

人感センサー

器具内蔵形



【ポーチ・キッチン流し元・クローゼット】
写真はポーチ用

特徴

器具に人感センサーが内蔵されており、人(熱)の動きを感じて自動的に点灯し、設定時間後に消灯する。

別置形



特徴

親器 1 台に対して、子器(検知器)を複数台接続することができる。

照度センサー

器具内蔵形



【ポーチ・外構】

特徴

器具に照度センサーが内蔵されており、明るさを感知して自動的に点灯および消灯する。

注:【 】は推奨使用場所

別置形



特徴

昼光に合わせて、複数の器具を点滅・調光し、明るさを一定に保つことができる。

現在はオフィスなどで使われているが、将来的には住宅でも使用が期待される。

3 制御方法による省エネルギー設計例

人感センサーと照度センサーを用いた設計例を以下に紹介します(図 6)。

1) 人感センサー(別置形)の設計例

設計例は、玄関ポーチのブラケットライトと勝手口の軒下用ダウンライトを、人感センサーでオン・オフ制御することを想定しています。

人感センサーは、照明器具ごとに子器を 1 台対応させ、外部から玄関に向かう人と、勝手口に向かう人で別の制御ができるようにします。子器の設置位置は、人の動線とセンサーの検知範囲を考慮して決定します。各種設定を行う親器は、複数の子器が接続できますので 1 台となります。また、一般的に人感スイッチは照度センサーを内蔵していますので、昼間の明るい時間帯は作動しないような設定が可能です。

2) 照度センサー(別置形)の設計例

設計例は、昼光を照度センサーで感知して、リビングルームとキッチンのダウンライトをオン・オフ制御することを想定しています。

リビングルームは 2 灯 1 回路(全 2 回路)を照度センサー 1 台で制御し、キッチンは 1 灯を照度センサー 1

台で制御します。リビングルームは、照度を 2 段階(高・低)に設定しておき、高照度設定は部屋奥のダウンライト(回路 1)に、低照度設定は窓際のダウンライト(回路 2)に対応させておきます。それにより、屋外が少し暗くなると部屋奥のダウンライトを点灯させ、屋外がかなり暗くなると窓際のダウンライトを点灯させることができます。キッチン、トップライトからの光が暗くなるとダウンライトが点灯するような照度設定としておきます。いずれの場合も壁スイッチにより、強制的にオン・オフ制御が可能です。現在はコスト面から現実的ではありませんが、今後住宅用の安価な昼光利用システムの開発が期待されます。

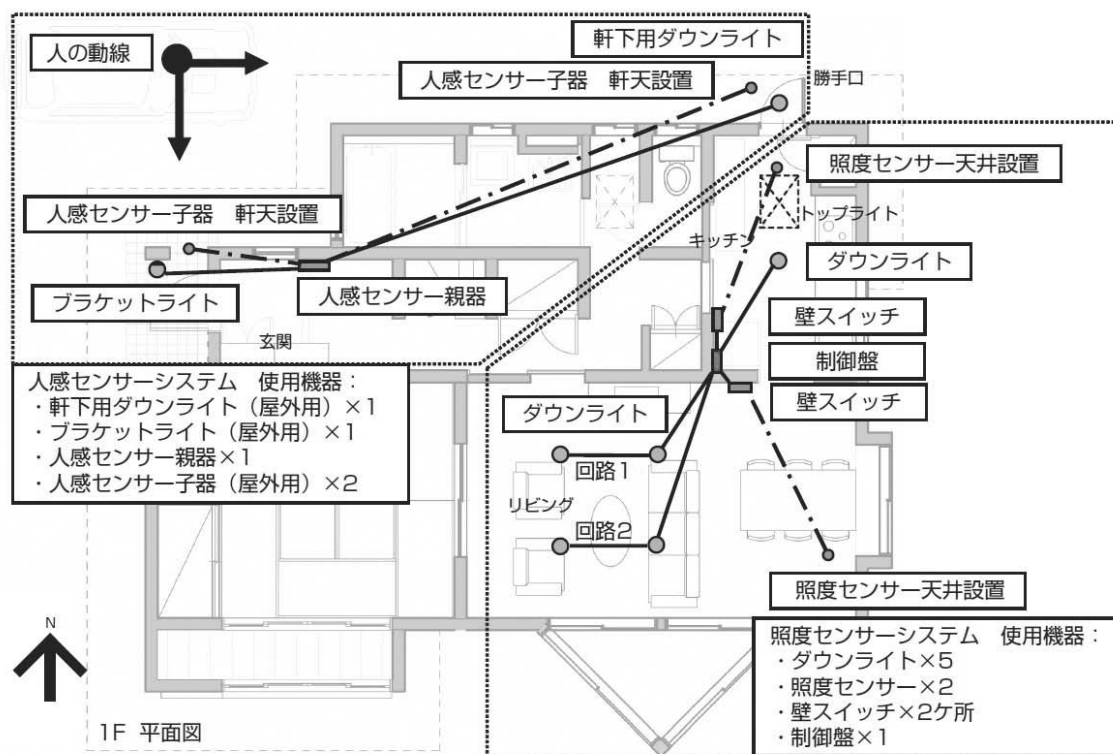


図 6 人感センサーと照度センサーを導入した省エネルギー設計例

手法3 設計による手法

室の用途や行為などに応じて、一室一灯および多灯分散の照明方式を使い分けることが、省エネルギーおよび光環境の向上に有効となります。前述したとおり、一室一灯照明方式は一室の天井中央付近に照明器具を一灯配置する従来型の照明方式をいい、多灯分散照明方式は一室に複数の照明器具を分散して配置し、かつ点灯パターンのきめ細かい設定を行う方式をいいます。

この多灯分散照明方式を採用することの利点や効果は以下の通りです。

- ・必要とされる人工照明は昼間と夜間で異なり、その空間で行われる行為によっても異なります。浴室や便所などの機能優先の空間では、行われる行為はほぼ単一であるため、一室一灯照明が基本となります。しかし、リビングルームや個室(寝室)では、多様な行為が行われる可能性があり、複数の照明パターンに対応できる多灯分散照明方式を採用する必要がでてきます。

- ・多灯分散照明方式を採用することによって、無駄に明るい場所、無駄に明るい時間を削減することが可能となり、省エネルギーの面からも非常に有効です。また、様々な行為に最適な光環境をつくりやすくなることから、光環境の質の向上も期待できます。

- ・多灯分散照明方式では、住まい手自らが行為ごとに照明パターンを選択する必要がでてきますので、住まい手の関心が低い場合はあまり照明パターンを変化させず、常に最大に近い点灯状況になることも考えられます。このように照明器具を多数配置する照明方式の場合は、運用方法によって省エネルギー効果に幅ができることになり、照明器具の灯数が増えるとその幅も大きくなります。住まい手とのコミュニケーションを十分とり、住まい方に応じたきめ細かい点灯スケジュールまで責任を持って提案するとともに、最大の消費電力(照明器具のW数の合計)が、あまり大きくなりすぎないような計画とすることも重要です。

- ・設計手順については、5.5.4 を参照して下さい。

一室一灯照明方式および多灯分散照明方式を、具体的なリビング・ダイニングのプランに適用した設計例をもとに、光環境および省エネルギー効果の評価を行いました。

設計例は、昼光利用については考慮しておらず、人工照明によって光環境を向上させながら省エネルギーを実現することを意図した設計内容としています。なお、省エネルギー効果については、夕方から就寝までの5時間(18:00～23:00)において想定した点灯スケジュールにより検討しています。各設計例の概要は、表4に示すとおりです。

表4 設計例の概要

プランタイプ	照明器具	消費電力量比	特徴
設計例① 一室一灯プラン (一室一灯照明方式)	2種類・2灯	100%	従来型の器具を部屋の天井中央に設置したプラン。光環境および省エネルギーの両面において問題がある。
設計例② 簡易的な多灯分散プラン (多灯分散照明方式・1)	3種類・5灯	75～90%	一室一灯プランに補助照明を追加したプラン。調光可能な高効率器具を用いることで安定した省エネルギー効果が期待できるとともに、補助照明により光環境も向上する。
設計例③ 天井照明を極力削減したプラン (多灯分散照明方式・2)	4種類・7灯	65～95%	間接照明を主体的に用いて、雰囲気づくりを重視したプラン。光環境の質は高くなるが、運用方法によっては消費エネルギーが大きくなることもある。
設計例④ いろいろなシーンを演出できるプラン (多灯分散照明方式・3)	5種類・9灯	65～90%	小さな光を多く分散させ、その組み合わせでいろいろなシーンをつくりだせるプラン。最適な光環境を選択できるが、光環境に対する住まい手の意識が低い場合は、無駄な点灯が増加し、消費エネルギーが大きくなることもある。

【設計例①】リビング・ダイニング 一室一灯照明方式

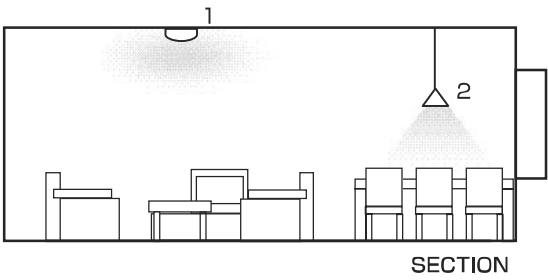
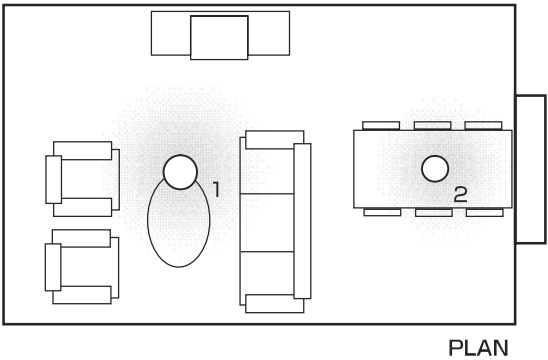
【一室一灯プラン】

一室一灯照明方式は、リビングではシーリングライトが、ダイニングではペンダントライトが主に使用されます。

部屋の中央に照明器具が設置されるため、部屋全体が明るくなりメリハリのないのっぺりとした印象になりがちです。機能に特化した光環境であり、光環境の質も低いといわざるを得ません。

また、明るさを必要としないエリアも明るくなったり、オン・オフのみの制御であるために就寝直前まで明るいなど、無駄なエネルギーを消費することが多くなります。

照明器具やランプの設置・交換が容易であることや詳細な照明設計が必要ないことなどが、この照明方式を普及させている原因ですが、光環境と省エネルギーの両面において問題があります。



間口 5.9m、奥行 3.6m (21.24 m²)
天井高 2.4m



一室一灯照明方式のデメリット

- 無駄に明るい場所ができる
- 無駄に明るい時間ができる
- 各部屋での行為に応じた適切な光環境をつくるできない

リビングにて想定される行為

- 団らん、テレビ・音楽鑑賞、読書、接客等
- ダイニングにて想定される行為
- 食事、団らん等

表 a 光環境

	特徴	器具番号
機能	・ テーブル面の照度 (200lx)	1、2
	・ 人の顔の明るさ	1、2
雰囲気	・ 空間の明るさ感	1
	・ 華やかさ	－
	・ 落ち着き	－
	・ リズム感	－
	・ 楽しさ	－

表 b 省エネルギー効果

器具	ランプ	灯数	消費電力[W]	消費電力量合計* [Wh]	消費電力量比 ※
1	シーリング	72W 環形蛍光ランプ	1	70	280
2	ペンダント	100W 白熱電球	1	90	90
				370	100%

※消費電力量合計および消費電力量比の詳細は、消費電力量比の算出方法を参照して下さい。

【設計例②】リビング・ダイニング 多灯分散照明方式・1

【簡易的な多灯分散プラン】

簡易的な多灯分散照明手法として、天井中央にシーリングライトを配置して、フロアスタンドなどの補助的な照明を追加するプランが考えられます。

その際シーリングライトは、W 数を下げたタイプか調光可能なタイプを使用することが、省エネルギーの観点からは重要になります。

しかし、天井中央のシーリングライトにより机上面の明るさを確保しているため、空間全体が均一な印象になりやすく、光環境の質としてはあまり高いとはいえません。

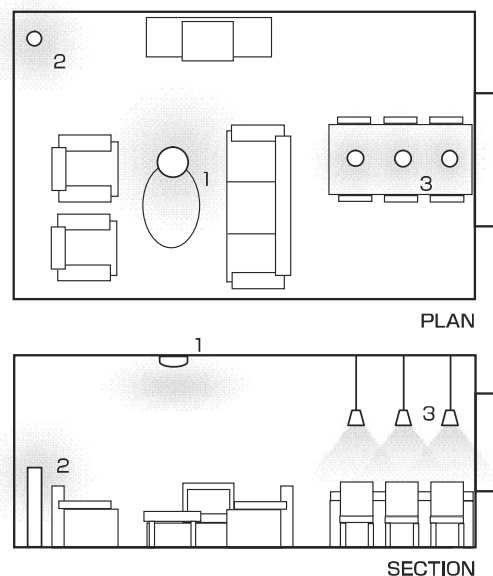
ダイニングのペンダントライトは、1 灯から複数灯になり、状況に応じて点灯パターンを変化させる手法が可能となり、これにより空間にリズム感をつくりだすことができます。また、フロアスタンドなど低位置照明は、落ち着いた空間をつくりだせます。

多灯分散照明方式のポイント

- ・必要な場所に必要な明るさを供給できる
- ・行為に合せたシーンが演出できる
- ・無駄な電力を削減できる

表 a 光環境

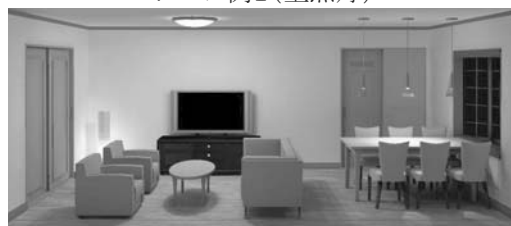
	特徴	器具番号
機能	・ テーブル面の照度 (200lx)	1、3
	・ 人の顔の明るさ	1、3
雰囲気	・ 空間の明るさ感	1
	・ 華やかさ	－
	・ 落ち着き	2
	・ リズム感	3
	・ 楽しさ	－



間口 5.9m、奥行 3.6m (21.24 m²)
天井高 2.4m



シーン例1 (全点灯)



シーン例2 くつろぎ等

(シーリング70%+フロアスタンド1/2点灯+ペンダント1灯)

表 b 省エネルギー効果

器具	ランプ	灯数	消費電力[W]	消費電力量合計* [Wh]	消費電力量比 ※
1 シーリング	85W 環形蛍光ランプ (調光可)	1	77	250 ~ 273	設計例②の消費電力量合計／設計例①の消費電力量合計
2 フロアスタンド	8W 電球形蛍光ランプ × 2	1	16	8 ~ 36	
3 ペンダント	8W 電球形蛍光ランプ	3	24	18 ~ 24	
				276 ~ 333	約 75 ~ 90%

※消費電力量合計および消費電力量比の詳細は、消費電力量比の算出方法を参照して下さい。

【設計例③】リビング・ダイニング 多灯分散照明方式・2

【天井照明を極力削減したプラン】

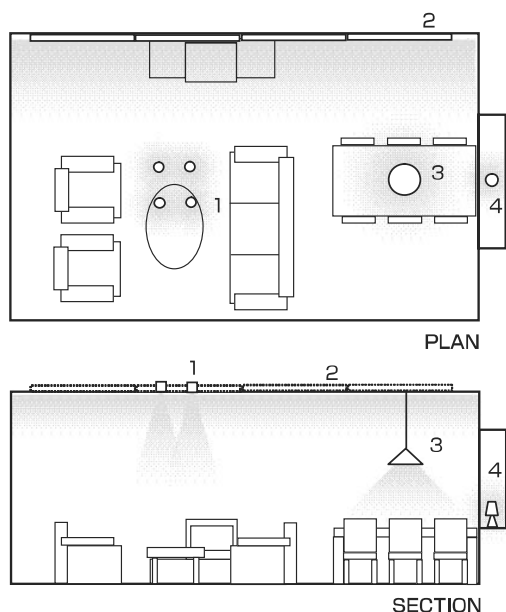
多灯分散照明方式には、天井面からの照明だけでなく、壁面や足元にも照明を分散させる方法もあります。

とくに壁面を明るくすることは、明るさ感を高めるのにたいへん有効ですので、間接照明などで壁面を照明する手法も考えられます。その場合、壁面を反射率の高い白色で光沢のない仕上げとすることが重要です。

しかし、間接照明でテーブル面の明るさを確保することは、エネルギーの浪費につながりますので、間接照明はあまり明るくなり過ぎないように、調光可能なタイプを選択します。

さらに明るさの必要な場所に、ダウンライトやペンダントライトを配置するようにします。

また、デスクスタンドなどのアクセント的な光を配置することで、単調になりがちな空間に楽しさをつくりだすことができます。



間口 5.9m、奥行 3.6m (21.24 m²)
天井高 2.4m



シーン例1 (全点灯)



シーン例2 映画鑑賞等(ダウンライト2灯+間接照明50%)

多灯分散照明方式のポイント

- ・機能照明と雰囲気照明を分けて考える
- ・光のバランスに配慮する
- ・インテリア(色や素材)にも配慮する
- ・スイッチを集中配置とする

表 a 光環境

特徴	器具番号
機能	・ テーブル面の照度 (200lx) 1、2、3
	・ 人の顔の明るさ 1、3
雰囲気	・ 空間の明るさ感 2
	・ 華やかさ -
	・ 落ち着き -
	・ リズム感 -
	・ 楽しさ 4

表 b 省エネルギー効果

器具	ランプ	灯数	消費電力[W]	消費電力量合計[Wh]	消費電力量比*
1 ダウンライト	8W 電球形蛍光ランプ	4	32	95 ~ 112	設計例③の消費電力量合計／設計例①の消費電力量合計
2 間接照明	LED テーブライト (調光可)	1	80	120 ~ 208	
3 ペンダント	22W 電球形蛍光ランプ 1	22		22	
4 デスクスタンド	8W 電球形蛍光ランプ	1	8	4 ~ 8	
				241 ~ 350	約 65 ~ 95%

※消費電力量合計および消費電力量比の詳細は、消費電力量比の算出方法を参照して下さい。

【設計例④】リビング・ダイニング 多灯分散照明方式・3

【いろいろなシーンを演出できるプラン】

点灯する器具の組み合わせにより、いろいろなシーンを演出することができるプランです。

シャンデリアと LED ダウンライトの組み合わせにより、来客時などに華やかな雰囲気を演出することができますし、LED ダウンライトのみを使用すると、空間全体を暗くしながら必要最小限の明るさを調光して得ることができ、映画鑑賞などに適した空間をつくりだすことができます。LED ダウンライトとフロアスタンドの組み合わせは、落ち着いた雰囲気を演出でき、手元の明るさを確保できるため読書などに最適です。

LED ランプは、きらめき感により美観性を向上させることができたり、集光性が高いためにメリハリのある空間をつくりだせるなどの性質をもち、光環境の質を高めるのに有効です。ただし、現在のところ、高価であるので一般的ではありませんが、普及による低価格化が期待されています。

多灯分散照明方式のポイント

W 数の合計が大きくなりすぎないようにする

ランプの種類を増やさない

住まい手とのコミュニケーションが重要

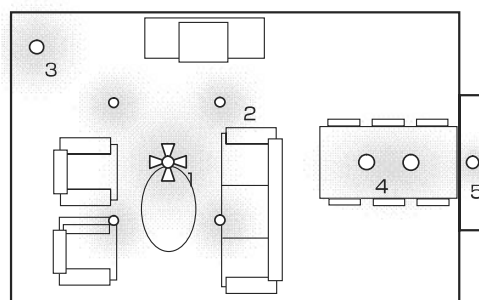
表 a 光環境

	特徴	器具番号
機能	・ テーブル面の照度 (200lx)	1、2、4
	・ 人の顔の明るさ	1、4
雰囲気	・ 空間の明るさ感	1
	・ 華やかさ	1、2
	・ 落ち着き	3
	・ リズム感	4
	・ 楽しさ	5

表 b 省エネルギー効果

器具	ランプ	灯数	消費電力[W]	消費電力量合計[Wh]	消費電力量比※
1 シャンデリア	13W 電球形蛍光ランプ × 4	1	52	156 ~ 208	設計例④の消費電力量合計／設計例①の消費電力量合計
2 ダウンライト	5WLED (調光可)	4	20	32 ~ 52	
3 フロアスタンド	8W 電球形蛍光ランプ × 2	1	16	24 ~ 40	
4 ペンダント	12W 電球形蛍光ランプ 2	24		24	
5 デスクスタンド	8W 電球形蛍光ランプ	1	8	4 ~ 8	
				240 ~ 332	約 65 ~ 90%

※消費電力量合計および消費電力量比の詳細は、消費電力量比の算出方法を参照して下さい。

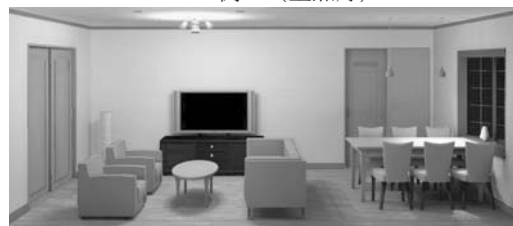


PLAN

間口 5.9m、奥行 3.6m (21.24 m²)



シーン例 1 (全点灯)



シーン例 2 団らん等 (シャンデリア + ペンダント 1 灯)



シーン例 3 映画鑑賞等
(ダウンライト 50% + フロアスタンド 1/2 点灯 + デスクスタンド)

ポイント 設計例の電力消費量比の算出方法

・消費電力量比(%)は、従来型の照明器具を一室一灯照明方式で計画した場合の消費電力量に対する、多灯分散照明方式で計画した場合の消費電力量の割合で算出しています。

消費電力量比＝多灯分散照明方式の消費電力量合計

従来設備を用いた一室一灯照明方式の消費電力量合計

・この消費電力量合計(Wh)は、次式により算出します。

$$\text{消費電力量合計} = \Sigma (\text{器具単体の消費電力} \times \text{その器具の点灯割合})$$

・ここで点灯割合は点灯時間と調光割合を考慮し、次式により算出します。

$$\text{点灯割合} = \text{点灯時間} \times \text{点灯時の調光割合}$$

・複数の同一照明器具の一部を点灯させる場合や 1 つの照明器具内の複数のランプの一部を点灯させる場合も調光割合として考慮します(例 3 灯のペンダントライトの内、2 灯のみ点灯した場合の調光割合:66%(2/3=0.66))。以下に設計例②の具体的な算出方法を示します。

表 a 使用照明器具

設計例	照明器具	ランプ	灯数	消費電力[W]	点灯時間[h] × 調光割合※
設計例① 基準プラン	1 シーリング	72W 環形蛍光ランプ	1	70	4 × 1
	2 ペンダント	100W 白熱電球	1	90	1 × 1
設計例② (少) 消費電力量が 少ない場合	1 シーリング	85W 環形蛍光ランプ	1	77	2.5 × 1 + 1.5 × 0.5
	2 フロアスタンド	8W 電球形蛍光ランプ × 2	1	16	1 × 0.5
	3 ペンダント	8W 電球形蛍光ランプ	3	24	1 × 0.75
設計例② (多) 消費電力量が 多い場合	1 シーリング	85W 環形蛍光ランプ	1	77	2.5 × 1 + 1.5 × 0.7
	2 フロアスタンド	8W 電球形蛍光ランプ × 2	1	16	1.5 × 1 + 1.5 × 0.5
	3 ペンダント	8W 電球形蛍光ランプ	3	24	1 × 1

表 b 点灯スケジュール

設計例	照明器具	18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00
設計例① 基準プラン	シーリング	●	100	●		●		100				●
	ペンダント			●	100	●						●
設計例② (少) 消費電力量が 少ない場合	シーリング	●	50	100	●	●	100			●	50	●
	フロアスタンド									●	50	●
	ペンダント			●	75	●				●		●
設計例② (多) 消費電力量が 多い場合	シーリング	●	70	100	●	●	100			●	70	●
	フロアスタンド					●	100		●	●	50	●
	ペンダント			●	100	●						●

5.6 高効率家電機器の導入

住宅内の消費電力は、冷暖房や照明の使用によるものがその多くを占めるものの、約 3 割がテレビや冷蔵庫といった一般家電の使用によって生じています。省エネルギー化の社会的要求にともない、これら一般家電の省エネルギー化も日々推進されており、使用時ならびに待機時の省電力化は著しいものがあります。

一般家電の買い換えを適切な情報をもって行うことが、住宅全体のエネルギー消費の削減につながります。

5.6.1 高効率家電導入（買換）のポイント

- ・家電機器の新規購入または買い換えの際、機能と価格に加え、省電力化された製品を選ぶことが省エネルギー、ひいてはランニングコストの削減につながります。

- ・LCC および LCCO2 の観点からは、買い換えの際のコストや製品製造時のエネルギーを加味するべきであるので、新規購入が推奨されるとはかぎりません。しかしながら、現在保有している家電の種類と年代によっては、買い換えた場合でも、数年でインシヤルコストや製造時のエネルギーを補うことができるものもあります。

- ・どのタイミングで買い換えれば、コストや省エネルギーの観点から有利になるかは、家電の種類、保有状況および使用状況などによって大きく異なります。したがって、カタログなどからランニングコストの削減効果や省エネルギー効果を概算して選ぶことが重要となります。

5.6.2 高効率家電導入による省エネルギー目標レベル

1 目標レベルの定義

高効率家電導入のレベルは、2000 年時の平均的家庭が保有していた家電機器による消費電力量を基準として、その削減割合により表します。

レベル -1:	2000 年時の標準的な消費電力量より 40%程度増加
レベル 0 :	2000 年時の標準的な消費電力量
レベル 1 :	2000 年時の標準的な消費電力量より 20%程度削減
レベル 2 :	2000 年時の標準的な消費電力量より 40%程度削減

各目標レベルは、消費電力量の多い家電製品の高効率化等の対策によって達成することができます。

2 目標レベルの達成要件

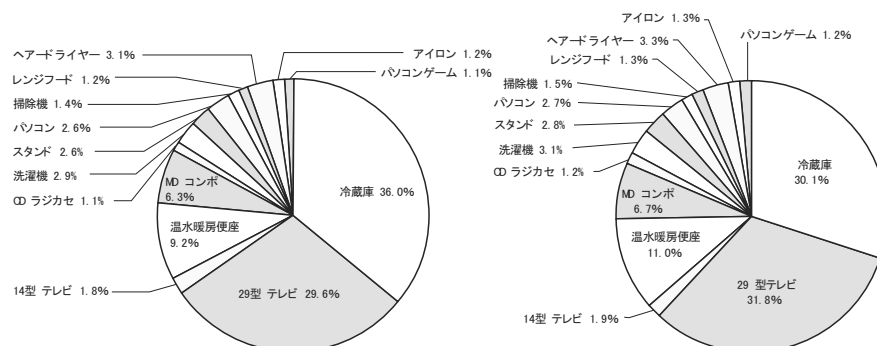
1) 家電の種類とエネルギー消費の実態

一般的な住宅における家電機器のエネルギー消費の割合(那覇、鹿児島の場合)を図1に示します。家電機器の種類によって消費電力量に大きな違いがあり、冷蔵庫とテレビ(2 台分)は 30%超となり、この 2 つの機器で全体の 6 割以上を占めます。これに、温水暖房便座と洗濯機を加えると、全体の 8 割近くを占めます。

住宅で使用される電気エネルギーは、一般の家電機器以外に暖冷房機器や給湯機器でも消費されますが、省エネルギーを効率的に進めるためには、全エネルギーの約3割(電気エネルギーの約4割)を占める一般家電に配慮することが重要です。消費電力の割合が大きいこれらの家電機器の省エネルギー化を優先的に進めることが必要となります。

図 2 に、家庭での普及率が高く消費電力量の大きな家電製品について、従来型機器の消費電力量と、それを省エネ型機器に変更したときの消費電力量および削減効果の例を示します。消費電力量は年間の合計

値(kWh/年)で、削減効果は%で示します。ここで示した削減効果は、あくまで1997年と2003年の製品を比較したものです。冷蔵庫などは2001年までに主たる省エネルギー技術が確立し、それ以降の変化は小さくなっています。この分野の省エネルギー技術は毎年少しずつ発展するというよりも、不連続に階段形状に発展しており、階段部分がいつであるかは家電の種類によって異なります。



那覇:1次エネルギー消費量 21.4GJ 鹿児島:1次エネルギー消費量 19.9GJ

図1 2000年の一般的な住宅における家電機器の1次エネルギー消費割合

- ・グラフは、「実証実験」によって家電機器を実際に運転して得られた消費エネルギーのデータをもとに、那覇および鹿児島の気候の影響を考慮して算出したものです。
- ・実証実験では、実物大の実験住宅(関東)において、平均的な家族構成(4人)、所有機器、生活スケジュール、使用状況を想定し、給湯、空調をはじめ、照明、家電機器にいたる、おおよそ家庭内で生じるエネルギーの消費や熱の発生を年間を通じて再現し、エネルギー消費の実態と、各種省エネルギー手法の効果測定を行いました。
- ・蒸暑地における消費量への換算は、エネルギー消費量に外界条件が影響する消費行為について、実証実験で得られた外気温度や室温、水温と、各種エネルギー消費との関係式に、那覇および鹿児島における気候条件(拡張アメダス気象データ 1981-2000)を当てはめて算出したものです。

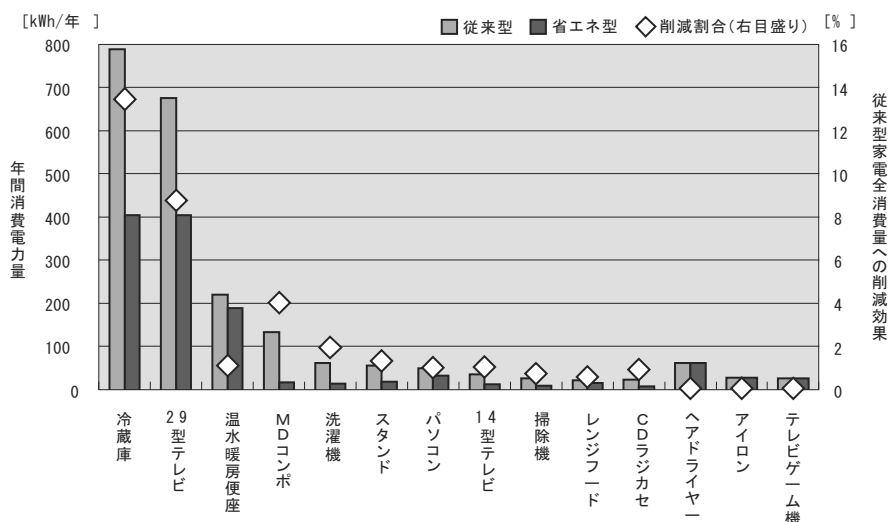


図2 従来型家電の消費電力量と省エネ型家電の採用による削減効果(那覇)

従来型=1997年度に高い販売シェアを占めていた製品

省エネ型=2003年度に販売されていた最も省エネルギー化の進んだ製品

稼働時間の長い製品の消費電力量が大きくなるので、実際は各家庭によって違いが生ずる

- ・基準製品は、2000年当時の平均的な家電機器の所有状況を考慮し、97年前後に販売されたものの中から、平均的な消費効率の製品を選んで実証実験を行った結果を示しています。
- ・03年度省エネ製品は、2003年度に発売された製品群の中から、カタログ上、最も省エネルギー性能の高かった製品を選んで実証実験を行った結果を示しています。

2) 最重点家電と重点家電

一般家電の中でエネルギー消費の多くを占める家電製品のうち、長時間使用していることで消費電力量が大きくなりがちな冷蔵庫、テレビを「最重点家電」、また、使用状況によって消費電力量が思いのほか大きくなる温水暖房便座、電気ポット、洗濯機を「重点家電」と定義します(表1)。

表1 最重点家電と重点家電

最重点家電	1. 冷蔵庫 2. テレビ
重点家電	3. 温水暖房便座 4. 電気ポット

また、この最重点家電および重点家電について、その省エネルギー効果の違いによって「省エネ機器クラス」を設定しました。省エネ機器クラスは、機器の製造年または技術内容などと消費電力量の違いにより分類されます。各クラスに該当する機器の年間消費電力量と2000年時の製品を基準としたときの削減エネルギー量を示しています(「5.6.3 1 最重点家電・重点家電の省エネ機器クラスと特徴」参照)。

家電の買い換え時において、どのような省エネルギー効果が得られるかを左右するのは、現在保有している製品と、買い換え対象となっている製品との性能差です。これが大きければ大きいほど、買い換えた効果が出やすくなります。

ただし、前述したように、家電の省エネルギー性能というのは、時間に比例するように向上するものではなく、ある技術が開発されたときに、一気に性能向上が進む傾向があります。

したがって、その大きな落差が生じる時期以前の製品かどうか、大きなポイントとなってきます。性能向上が一気に進んだ年次やそこで採用された技術は、家電の種類によって異なりますので、検討の際の参考として下さい。

その他に電気ポット、電気炊飯ジャー、衣類乾燥機、食器洗浄乾燥機も使い方によってはかなりの消費電力を必要とします。例えば電気ポットの場合、断熱を考慮していない製品では保温時に80W以上の電力を消費しています。この値は、全般換気用の換気設備の消費電力に匹敵する程のものになります。電気炊飯ジャーも保温時の消費電力が大きくなりますので、長時間保温を行う家庭では、保温時の消費電力が少ない製品を選ぶことが有効です。衣類乾燥機は製品によって乾き方が異なり、共通する指標がないため省エネルギー性能を単純には比較できませんが、使用頻度を少なくしたり、自然乾燥と併用する等の工夫により消費電力量を抑えることができます。食器洗浄乾燥機は節水型を選ぶことにより、給湯に必要な電力と水資源の消費を抑えることができます。

3) 待機電力

家電機器のうち消費電力の割合が4番目に多いMDコンボ図1参照)は、使用時ではなく、未使用時の待機電力によって消費電力量のほとんどが発生しています。待機電力は24時間発生しますので、待機時の消費電力の大きさが、全体の消費量に大きく響いてきます。待機電力が1Wの製品では、年間で8.76kWh必要になります。待機電力は家電機器の種類や定格によって異なりますが、2004年以降に発売されたほとんどの製品では、待機電力の極小化が図られています。しかし1990年代の製品の中には、現在の100倍近くの待機電力を消費する製品もあり、注意が必要です。

待機電力が発生する機器には、コンセントをつないだままにしているもののほとんどが該当します。具体的に挙げると、最重点家電・重点家電以外では、MDコンボ、ステレオ、チューナー、DVD、ビデオデッキ、CDラジカセ、パソコン、電話機、電子レンジ、ゲーム機器などですが、なかでもリモコンが使用できるもの、時間などの表示がされているもの、ACアダプターが付いているものは、とくに多くの電力を消費します。

待機電力がどの程度使用されているのかは、多くの場合機器に記載されています。近年の製品のほとんど

は、待機電力が 0.1W 程度に抑えられています。待機電力に数 W も使用されているような機器は、未使用時にコンセント抜くなどの工夫が必要でしょう。

4) 長時間運転機器

待機電力同様、一日中、もしくは一日のうち長時間使用される家電機器では、消費電力は少なくとも大きな消費電力を生じます。近年普及し、使用率の高まっているネットワーク機器、空気清浄機やセキュリティ機器などがその例です。

これらの家電機器は、近年のライフスタイルに合わせて生じた消費であり、省エネルギー機器を見つけることも難しいのが現状です。省エネルギーの方法としては、基本的な対策になりますが、「不必要なときにはなるべく使わない」、「未使用時はこまめに主電源を切る」といった原則を心がける必要があります。

参考に、近年普及の著しい製品機器について、どの程度の年間消費電力量が発生しているかを示します(表2)。

表2 長時間使用される家電機器の消費電力

家電機器	年間使用時間	消費電力	年間消費電力量	2000 年家電消費電力量への影響	備考
無線 LAN・HUB 等	8760	10W	88kWh	4.1 ポイントの増加	
空気清浄機	500	12W	6kWh	0.3 ポイントの増加	1 日 4 時間、125 日／年使用 2.0 立方メートル／分
火災報知機	8760	2W	17.5kWh	0.82 ポイントの増加	

3 目標レベルの達成方法

高効率家電の導入による省エネルギーの各目標レベルは、2000 年時の平均的家庭が保有していた家電機器による消費電力量を基準とし、その削減率で示します。表 3 に削減率と削減エネルギー量を示します。

削減エネルギー量は、最重点家電・重点家電については、省エネ機器クラス(表 4～8)に示した削減エネルギーを足し合わせて算出します。またレベル 2 では、待機電力が生じる機器への対応がされているかどうか達成要件となります。

表3 高効率家電機器の導入の目標レベル

目 標 レ ベ ル	省エネルギー効果(家電エネルギー削減率)	削減エネルギー量	最重点家電・重点家電の採用機器クラス(例)														
			冷蔵庫				テレビ					温水暖房便座			電 気ポット		
			-1	0	1	2	-1	0	1	2	3	-1	0	1	0	1	
レベルー1	40%程度増加	－1000kWh 程度(増加)	●					●						●		●	
レベル 0	0	なし		●				●						●		●	
レベル 1	20%程度	500kWh 以上			●				●					●		●	
レベル 2	40%程度以上	1000kWh 程度 ＋低待機電力タイプの機器の採用による削減量※				●				●					●		●

※MDコンボ、電子レンジなどに、2003 年製以降の低待機電力タイプの機器を採用することを前提としている。

家電の省エネルギーレベルは、その組み合わせによって多数の状況が考えられます。

・近年のテレビの大型化や、情報機器の普及にともない、家電のエネルギー消費は増加の傾向にあります。必要な機能、性能を踏まえた上で、より省エネルギーな製品を選択することが望まれます。

・家電機器のエネルギー消費には、ドライヤーやアイロンといった、省エネルギー化の困難な家電が少なくありませんが、これらの製品についても、できるだけ高効率、低待機電力の製品を選ぶことが必要です。

5.6.3 各家電の特徴および使い方等に関する注意点

1 最重点家電・重点家電の省エネ機器クラスと特徴

1) 冷蔵庫

冷蔵庫(容量が 400 リットルの製品)の省エネ機器クラスは、1995～2000 年の製品(インバータ方式)の消費電力量をクラス 0(基準)とした場合、以下のように分類されます(表4)。

表4 冷蔵庫(400 リットル)の省エネ機器クラス

機器クラス	製造年	技術内容	年間消費電力量	削減エネルギー量	JIS年間消費電力量表示値
クラスー1	1994 年以前製品	省エネ設計なし	1800kWh	ー1000kWh	非表示 (800kWh 以上)
クラス0	1995～2000 年製品	インバータ	800kWh	基準	400kWh
クラス1	2001 年以降の製品	高断熱 (+ノンフロン)	400kWh	400kWh	200kWh
クラス2	2007 年の省エネ製品	高断熱 (+ノンフロン)	300kWh	500kWh	450kWh (2006JIS)

※ JIS 年間消費電力量表示値は、カタログに記載されている数値(本頁のポイント参照のこと)。

年間消費電力量および削減エネルギー量は、実証実験の結果から算定された数値(基準は 1997 年製品、クラス 1 は 2003 年製省エネルギー製品の実験値。実証実験での条件は、開閉は行わない設定)。

- ・クラス 0(基準)は 1997 年の製品で年間消費電力量は約 800kWh です。
- ・冷蔵庫の省エネルギー化技術では、コンプレッサーのインバータ化と断熱性能の向上が大きく影響しています。
- ・冷蔵庫エネルギー消費量は、冷蔵庫の容量によって変化し、一般的には容量に比例して消費エネルギー量も増大します。しかし、省エネルギー技術の導入は、販売台数の多い製品から率先して取り入れられる傾向にあります。そのため、容量が小さくても、上表の省エネルギー技術が導入されていない製品では、かえってエネルギー消費量が大きな場合もあります。
- ・冷蔵庫の消費電力は、周囲の温度(雰囲気温度)と密接な関係があり、温度が高いほど消費電力も大きくなります。したがって、日射が当たるような場所は避け、冷蔵庫からの排熱を効果的に行うため、風通しよく設置することが必要です。

ポイント 冷蔵庫の JIS 年間消費電力量表示値について

・冷蔵庫の年間消費電力量に関する表示は、2006 年 5 月 1 日より JIS の算出基準が変更されています。図に示すように、2006 年度に発売されていた製品について旧 JIS 表示との比較を行った場合、ほぼ同等に 3.5 倍の消費電力量に値が変わっていました。旧 JIS 表示との比較を行う場合の目安として下さい。なお、この値の違いは、冷蔵庫の大きさによって異なります。小型の製品の場合、表示改正後もここで比較した大型の製品(400L クラス)のような変化はみられません。

・また、カタログ記載の年間エネルギー消費量と、実証実験の結果を比較した場合、1997 年基準製品 (380kWh) で約 2.1 倍、2003 年省エネ製品 (190kWh) で約 2.2 倍の開きがありました。すなわち、旧 JIS 表示値の約 2 倍が実際の消費電力量の推定値とすることができます。一方、2006 年の JIS 表示のなされている機種については、2007 年省エネ製品 (450kWh) で約 0.7 倍となっています。これらは測定条件等が異なることが影響していると考えられます。

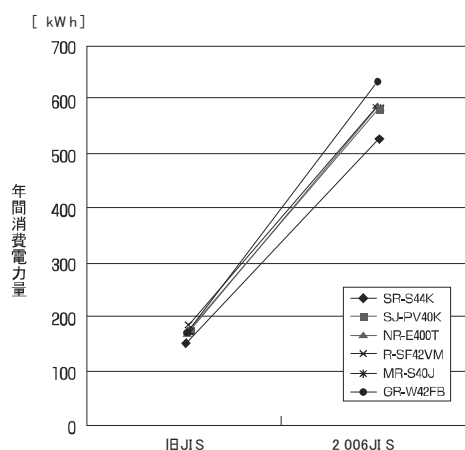


図 冷蔵庫の JIS 年間消費電力量の表示値

2) テレビ

テレビには様々な種類やサイズの製品がありますが、実証実験で測定した 1997 年製ブラウン管テレビの消費電力量をクラス 0(基準)とした場合、省エネ機器クラスは以下のように分類されます(表5)。

表5 テレビ(ブラウン管・プラズマ・液晶/28 型・37 型)の省エネ機器クラス

機器クラス	種類・サイズ・製造年	年間消費電力量	削減エネルギー量
クラス-1	プラズマ・37 型・2004 年以前の製品	700kWh(参考)	-50kWh(参考)
クラス-1	プラズマ・37 型・2007 年の製品	900kWh(参考)	- 250kWh(参考)
クラス 0	ブラウン管・28 型・2000 年以前の製品	650kWh	基準
クラス 0	液晶・37 型・2004 年以前の製品	650kWh	0kWh
クラス 1	液晶・37 型・2007 年の製品	550kWh	100kWh
クラス 2	液晶・28 型・2000 年以前の製品	450kWh	200kWh
クラス 3	液晶・28 型・2001 年以降の製品	400kWh	250kWh
クラス 3	液晶・28 型・2004 年以降の製品	370kWh	280kWh

※ ブラウン管テレビは、1 日平均 8.3 時間の使用で実測した結果を示す。

プラズマテレビは、大型が主流のため 37 型で比較した結果であり、あくまでも参考値である。各値は、カタログを参考に、JEITA 基準の測定値より 1 日 8.3 時間の視聴時間で概算した値を示している。

液晶テレビは、1 日平均 8.3 時間の使用で実測した結果を示す。

テレビの省エネルギー化技術には、「待機電力の極小化」、「液晶テレビ」、チューナーの消費電力の低下などがあります。これらの技術が導入されている製品を選ぶことが望まれます。

・近年、テレビの大型化が進んでいます。比較的エネルギー消費の少ない液晶テレビであっても、大型テレビの視聴では、多くのエネルギーが消費されます。

ポイント テレビ視聴時の周囲の明るさによる消費電力の変化

- ・テレビは、視聴時の画面の明るさの設定によって消費電力が変化します(図)。
- ・テレビの視聴に必要な明るさは、周囲の状況や番組内容などによって様々に変化しますが、できるだけ暗くした状態で視聴することによって必要な画面の明るさを低減させることが可能となり、省エネルギーにつながります。場合によっては 50%以上の削減効果が得られることもあります。
- ・近年発売されているテレビの多くには、周囲の明るさに応じて自動的に画面の明るさを調整する機能がついています。テレビ視聴時の採光、照明方法にも配慮し、こうした機能をうまく利用することが、省エネにつながります。

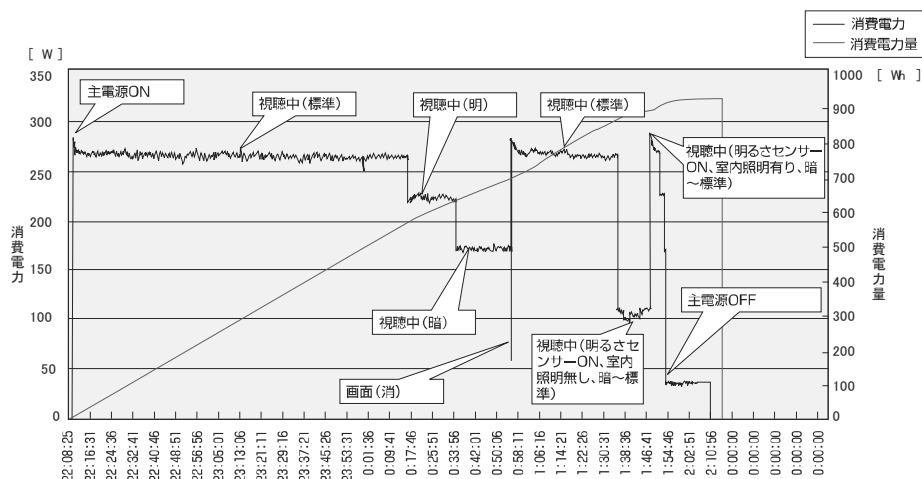


図 周囲の明るさの変化による液晶テレビ(46 型)の消費電力の変化

製造年:2006 年、定格消費電力:288W、リモコン待機 0.1W

3) 温水电房便座

温水电房便座の省エネ機器クラスは、瞬間湯沸しタイプの消費電力量をクラス 0(基準)とした場合、以下のよう分類されます(表6)。

表6 温水电房便座の省エネ機器クラス

機器クラス	方式	年間消費電力量	削減エネルギー量
クラスー1	貯湯タイプ	350kWh 以上	ー100kWh
クラス 0	瞬間湯沸しタイプ	350～200kWh	基準
クラス 1	瞬間湯沸しタイプ 時間制御付き	300kWh 未満	50kWh

※ 実証実験により実測した結果に基づく。

・温水电房便座の省エネルギー化技術には、「便座保温の瞬間化」、「洗浄温水作成の瞬間化」、「省エネルギータイマー」などがあります。「省エネルギータイマー」は、使用されない時間帯(深夜など)を設定して、自動で便座と温水のヒーターを切り、省エネをはかる機能です。

・便座、洗浄温水ともに、設定温度をできるだけ下げることが省エネルギーにつながります。

4) 電気ポット

電気ポットの省エネ機器クラスは、通常の湯沸し・保温タイプの消費電力量をクラス 0(基準)とした場合、以下のよう分類されます(表7)。

表7 電気ポットの省エネ機器クラス

機器クラス	方式	年間消費電力量	削減エネルギー量
クラス0	通常	240kWh	基準
クラス1	保湿機能なし(逐次沸し)	70kWh 程度	170kWh
クラス1	魔法瓶タイプ	70kWh 程度	170kWh

※ 1日平均8時間の保温によるカタログ値に基づく。

・電気ポットの省エネルギー技術には、「断熱性能の向上(魔法瓶型)」や「低温での保温機能」があります。保温機能を使用せず、使用時のみに使用する分量だけ沸かす、「逐次沸しタイプ」の利用も推奨されます。また、断熱性能の高いポットは冷めにくく、沸かし直しのエネルギーが少なくてすみます。

5) 洗濯機

洗濯機の省エネ機器クラスは、インバータ制御なしの1997年製機器の消費電力量をクラス0(基準)とした場合、以下のように分類されます(表8)。

表8 洗濯機の省エネ機器クラス

機器クラス	方式	年間消費電力量	削減エネルギー量
クラス0	省エネ設計なし	85kWh	基準
クラス1	インバータ	17.5kWh 程度	67.5kWh 程度

※ 1日1回平均4kgの洗濯で実測した結果に基づく。

洗濯機の省エネルギー技術には、「インバータ化」や「ゼロ待機電力」などがあります。

2 室温等の影響を受ける家電

家電機器には、テレビやビデオのように室温や水温の影響を受けないものと、冷蔵庫や電気ポットのように大きく影響を受けるものがあります(表9)。

室温の影響を受ける機器の代表例として冷蔵庫があります。冷蔵庫の省エネタイプと基準タイプについて、室温から受ける影響の違いを図3に示します。省エネタイプの冷蔵庫では室温の影響を受けにくくなっていますが、2000年における基準タイプの冷蔵庫では非常に大きな影響を受けており、室温20℃と30℃における消費電力量の差は約2.5倍となっています。

室温の影響を受ける機器でも、その影響を抑える方法については、通常、カタログには掲載されていないので注意が必要です。一般的にカタログに掲載されている年間消費電力量は、JISによって定められた計測方法により算出されていますので、実際の使用状況等の条件によっては消費電力量が異なる場合があります。

表9 室温等の家電に対する影響

室温等の影響を受ける機器の例	冷蔵庫 電気ポット 温水暖房便座 食器洗乾燥機 衣類乾燥機
室温等の影響を受けない機器の例	テレビ ビデオ・DVD パソコン 掃除機 MD コンボ・CD ラジカセ レンジフード 洗濯機

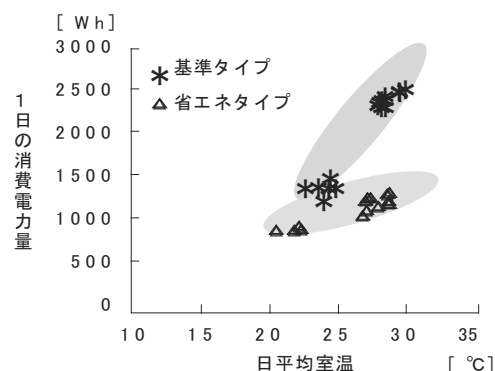


図3 冷蔵庫に対する室温の影響
(省エネタイプと基準タイプの場合)

3 室温等の影響を最小限にする工夫

室温の影響を受ける家電機器の場合には、その影響を最小限に抑えることが省エネルギーにつながります。

1) 冷蔵庫

とくに大きな消費電力を生じる冷蔵庫は、風通しがよく、直射日光が当たらない場所に設置することが大切です。コンロの近くなどに冷蔵庫を設置するのは、空気温度が高くなりやすいため避けた方がよいでしょう。また、夏期の日中で在宅者がいない場合などに、室温が非常に高くなる場合がありますが、換気により外気が入ってくる場所の近くに冷蔵庫を設置することにより、冷蔵庫に影響する室温を少しでも下げるのに有効になることもあります。

また、扉の開閉にともない、冷蔵庫の周りの暖かい空気が庫内に侵入します。その影響を小さくするためには、開閉の頻度をなるべく少なくする必要があります。一般に扉を開放している時間の合計が同じでも、開閉の頻度が多いほど消費電力量は増加する傾向があります。

2) 温暧房便座

便所の室温が低いと、温暧房便座の消費電力は大きくなります。住宅の断熱性能を上げ、非暖房室である便所の室温を上げることが有効です。

3) 電気ポット

温暧房便座と同様に、設置場所の室温が低いと、電気ポットの消費電力は大きくなります。この場合も、住宅の断熱性能を上げ、室温を上げることが結果的に有効です。

ポイント 地域による家電機器の年間消費電力量の比較

・冷蔵庫と温暧房便座について、暖かい地域と寒い地域における年間消費電力量には差がみられました(表)。

・表は、温暖地(茨城)での機器の基準型を100%として示しています。

表 冷蔵庫・温暧房便座の年間消費電力量の比較

地域	年平均気温	冷蔵庫		温暧房便座	
		基準型	省エネ型	基準型	省エネ型
沖縄	22.7℃	115.4%	60.5%	87.1%	74.4%
茨城	15.3℃	100.0%	54.5%	100.0%	82.4%
青森	10.3℃	94.5%	51.2%	112.4%	89.4%

5.6.4 高効率家電導入によるランニングコストの試算

一般家電の買い換えによる省エネルギー効果は、消費者にとってはランニングコストの削減効果として意識されます。したがって、ランニングコストについて消費者自身が興味をもち、簡単に検証できるようにすることが、消費者の省エネルギーへの取り組み意識や行動につながっていきます。ここでは、ランニングコストの簡易な算出方法を示し、その見方を解説します。

1 ランニングコストの算出方法

家電使用時の年間消費電力量とランニングコストの計算方法は以下のようになります。

$$E = E_r \times T_r + E_s \times T_s$$

E	: 年間消費電力量[Wh]	
E _r	: 稼動時消費電力[W]	カタログ情報により設定
E _s	: 待機時消費電力[W]	カタログ情報により設定
T _r	: 年間稼動時間 [h]	ライフスタイルにより想定
T _s	: 年間待機時間 [h]	ライフスタイルにより想定

$$C = E \times P$$

C	: 年間ランニングコスト[円]
P	: 電力価格[円/kWh] 通常 21 円/kWh(税別)に設定

電力価格は、電力契約種別によって季節、時間帯で価格差がありますので、年間のランニングコストを正確に算出するには、季節別・時間帯別の消費電力量を求める必要があります。しかし、通常行われるテレビ同士など同一機器相互の比較の場合には、季節や時間による変動は同一として扱うことができますので、標準的な電力価格である 21 円/kWh(税別)を用いても、十分検討ができます。

2 買い換えによるコスト削減効果の考え方

一般家電の買い換えによるコスト削減効果は、イニシャルコストとランニングコストの累積で考えることになります。

図 4 に、冷蔵庫の買い換えによる効果を示します。買い換えをしない場合は、毎年 25,000 円の電気料金が累積されていきます。この例では、2005 年に買い換えた場合は、一時的に約 100,000 円の支出(イニシャルコスト)が生じますが、その後の電気料金が年間 5,000 円になりますので、2010 年以降では累積コストが逆転します。

この例では、5 年間でイニシャルコストの増加分を償却することができますが、何年で償却できるかは、イニシャルコストの大きさとその後の電気料金の差が影響します。イニシャルコストが大きすぎても、年間電気料金の差が小さすぎても回収する年数が大きくなってしまいます。

買い換えの効果を最大限に生かすためには、この 2 つの点を考慮する必要があります。

最重点家電・重点家電については、省エネ機器クラス(表 4~8)に示している年間消費電力量の値を参考にして検討することができます。

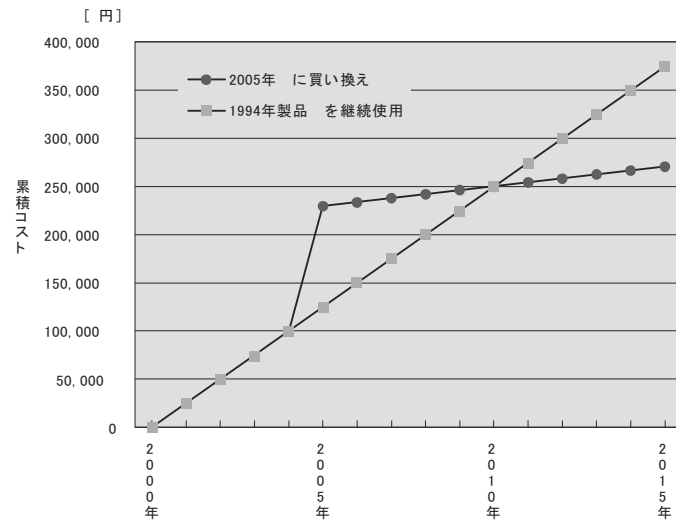


図 4 冷蔵庫の買い換えによるイニシャルコストとランニングコストの試算例

460 リットルクラス冷蔵庫の買い換えによるコストの試算条件

(1994 年度製品を、2004 年 11 月時点で最も省エネルギー効果の高い製品に買い換えた場合の電気料金試算)

1994 年度製品の予想年間消費電力量:1130kWh

2004 年度製品の予想年間消費電力量:200kWh(平成 14 年度第 13 回省エネ大賞家庭部門、冷蔵庫の省エネルギー化による試算結果)

電気料金は 21 円/kWh(税別)で試算。購入コストは現時点での市場価格による。

5.7 水と生ゴミの処理と効率的利用

水の有効利用と効率のよい排水・生ゴミの処理技術は、都市や建物で使用される水の節約とゴミの減量化・削減、水環境の保全につながります。

都市部・郊外といった立地条件に応じて、各技術を適切に用いることで二酸化炭素の排出削減につながります。

5.7.1 水と生ゴミの処理・効率的利用の目的とポイント

- ・便所、浴室、台所、洗面所等において、節水型機器を採用することで、使用水量の削減を実現するだけでなく、水をつくるエネルギーや給湯エネルギーの削減が可能となります。
- ・雨水や排水再利用水を植栽への散水やトイレ洗浄水に使用することで、使用水量の削減が可能となります。とくに植栽への散水に利用すると、蒸発冷却効果によって周囲の気温を下げ、涼感を得たり冷房エネルギーを減少させることにつながります。
- ・雨水浸透枡等の採用で、敷地内の植栽の生育環境を改善させるだけでなく、集中豪雨が発生した際には下水道への排水の負荷集中を軽減し、内水氾濫の抑制に役立ちます。
- ・下水道未整備地域においては、高度処理型合併処理浄化槽による排水の高度処理によって、水域環境への負荷低減が期待でき、処理水の地下浸透が可能となります。
- ・コンポスト、家庭用生ゴミ処理機、ディスポーザ排水処理システムなどの採用は、生ゴミの減量化を通じて、ゴミの回収・運搬、焼却にかかるエネルギーの削減に効果があります。こうした家庭から出る生ゴミの削減は、ゴミ回収場所周辺の衛生や廃棄物問題に対しても効果があります。

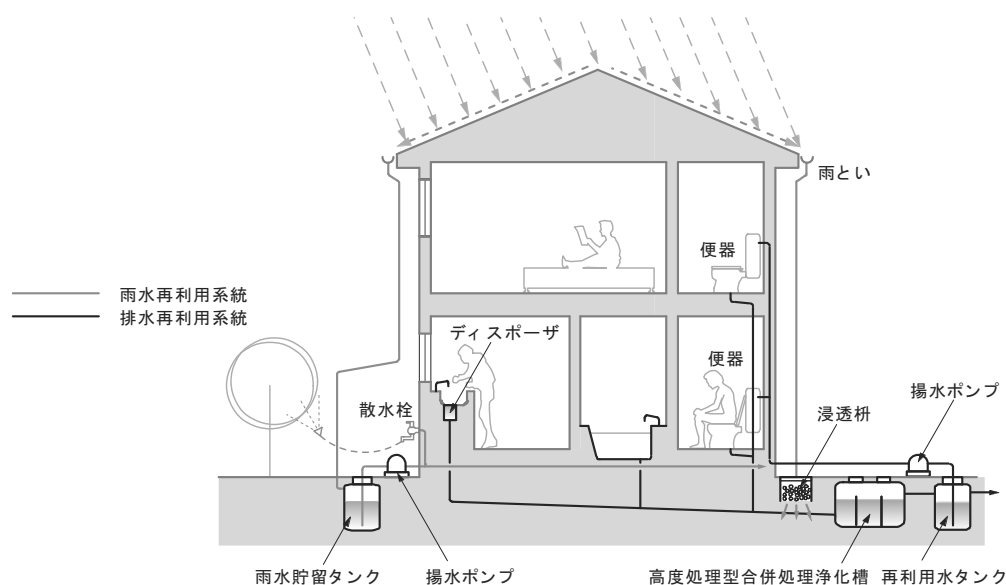


図1 水と生ゴミの処理と効率的利用の全体像

5.7.2 水と生ゴミの処理・効率的利用の目標レベルと手法

・水の有効利用と排水・生ゴミの効果的な処理を行うための手法には、節水型機器、雨水・排水再利用システム、雨水浸透枡等、下水道未整備地域における排水の高度処理技術、生ゴミの効率的処理技術があります。

- ・このうち、現段階で明確に目標レベルを定められるのは、節水型機器の利用についてです。
- ・各手法の詳細については、「5.7.4 水と生ゴミの処理と効率的利用の手法」で解説します。

1 節水型機器の利用（手法 1）

ここで取り上げる節水型機器は、大便器、給水・給湯水栓金具、シャワーヘッド、洗濯機の4種類です。これらはそれぞれ販売されていた年代により能力が異なりますので、注意が必要です。目標レベルは、採用機器の販売時期の違いにより、以下のレベル 1 および 2 を設定し、節水率を表します(表 1)。

ここでの節水率は、次のように定義しています。

$$\text{節水率} = \frac{\text{1990 年代市販レベルの機器による使用水量} - \text{各レベルの機器による使用水量}}{\text{1990 年代市販レベルの機器による使用水量}} (\%)$$

表 1 節水型機器利用の目標レベル

目標レベル	機器販売時期	節水率
レベル 0	1990 年代市販レベル	0
レベル 1	2000 年市販レベル	10 ～ 20%
レベル 2	2004 年市販レベル	30 ～ 40%

2 その他の手法

雨水・排水再利用システム、雨水浸透枡等、下水道未整備地域における排水の高度処理技術、生ゴミの効率的処理技術については、目標レベルは定めませんが、手法の内容を以下に示します。これらの手法は、定性的ですが効果があることが確認されていますので、可能なかぎり採用することでエネルギー消費および環境負荷を減少させることにつながります。

1) 雨水・排水再利用システム（手法 2）

このシステムについては、雨水・排水のタンク内の衛生管理が大きな課題となってきます。大型のオフィスビル等では先進的なシステムを採用することができますが、住宅スケールでは、衛生面でのハードルが高くなりすぎない範囲で採用するのが適当です。ここでは、以下の 2 つの方式を取り上げます(表 2)。

表 2 雨水・排水再利用システムの方式

方式	用途	タイプ
方式 1	植栽散水用	雨水貯留タンクの設置
方式 2	植栽散水等＋トイレ洗浄水	①雨水貯留タンク＋揚水ポンプ もしくは ②雨水貯留タンク＋揚水ポンプ＋高度処理型合併処理浄化槽

2) 雨水浸透枡等の採用（手法 3）

敷地内を雨水が浸透可能な植栽や舗装とすることで、周囲の温度を下げ、集中豪雨等による下水道への排水の過負荷も低減できます。さらに、屋根面に降った雨水を浸透させる雨水浸透枡を採用することで、その効果はより高くなります。ここでは、以下の 3 つの方式を取り上げます(表 3)。

表 3 雨水浸透枡等の方式

方式	用途	タイプ
方式 1	雨水処理	・屋根面雨水を外部に排出 ・敷地内を非透水性の材料で被覆
方式 2		・屋根面雨水を雨水浸透枡で処理 ・敷地内を非透水性の材料で被覆
方式 3		・屋根面雨水を雨水浸透枡で処理 ・敷地内を植栽または透水性の材料で被覆

3) 排水の高度処理技術の採用（手法 4）

下水道未整備地域においては、浄化槽が水域環境の保全という重要な役割を担っており、当該水域の状況、排水再利用、地下浸透の必要性等により、処理性能を選択することとなります。ここでは以下の 3 つの方式を取り上げます(表 4)。

表 4 排水の高度処理技術の方式

方式	用途	タイプ
方式 1	生活排水の BOD 処理	合併処理浄化槽 処理水の BOD20mg/L 以下
方式 2	生活排水の BOD 処理、窒素処理	高度処理型合併処理浄化槽 処理水の BOD、T-N20mg/L 以下
方式 3	生活排水の BOD 処理、窒素（必要に応じてリン）の高度処理	高度処理型合併処理浄化槽 処理水の BOD、T-N10mg/L 以下 付加装置等により T-P1mg/L 以下

4) 生ゴミの効率的処理技術の採用（手法 5）

家庭で発生する生ゴミのリサイクル、減量化の手法にはいくつか種類があり、敷地条件やライフスタイル等により選択することになります。ここでは以下の 3 つの方式を取り上げます(表 5)。

表 5 生ゴミの効率的処理技術の方式

方式	用途	タイプ
方式 1	生ゴミのリサイクル・減量化	コンポスト
方式 2		家庭用生ゴミ処理機
方式 3		ディスポーザ排水処理システム

5.7.3 水と生ゴミの処理と効率的利用技術の検討ステップ

1 水の処理と効率的利用技術の検討ステップ

- ・上水および再利用水利用場所における節水型機器の採用の有無を検討します。
- ・雨水・排水の再利用については、敷地条件に合ったシステムを選択し、無理のない運用を目指します。
- ・雨水浸透枡等の採用については、条例等のチェックと同時に地盤への影響を検討します。

ステップ1 地域・生活等の条件の確認および検討

- 1) 節水型機器の設置位置の検討（使い勝手とその効果）
- 2) 貯留水の凍結の可能性とタンク設置位置の検討
- 3) 下水道地域か下水道未整備地域かを確認
- 4) 下水道未整備地域の場合、水源地域、閉鎖系水域等、水質保全上窒素やリンの除去が求められるか、排水の地下浸透が必要か確認
- 5) 取得雨水量を屋根面積から算定
- 6) 敷地内散水、トイレ洗浄水の必要量を算定
- 7) 雨水浸透枳についての必要性と設置可能性（条例等）を検討



ステップ2 採用システムの決定

- 1) 採用する節水型機器の決定
- 2) 貯留タンク容量、設置位置の決定
- 3) 再利用水用水栓の位置等を決定
- 4) 雨水浸透枳の仕様と位置を決定
- 5) 下水道未整備地域においては、浄化槽の処理性能、処理水の用途を決定

2 生ゴミの処理と効率的利用技術の検討ステップ

・コンポスト、家庭用生ゴミ処理機、ディスポーザ排水処理システムのうち、いずれの方式を採用するかを検討します。

ステップ1 地域・生活等の条件の確認および検討

- 1) 下水道地域か下水道未整備地域かを確認
（とくに下水道地域の場合、ディスポーザ排水処理システムの設置が認められているか確認）
- 2) 庭の広さおよび利用条件の確認
（コンポスト採用の可能性の確認）
- 3) 堆肥の利用の有無を検討
（コンポスト採用の可能性の確認）



ステップ2 採用システムの決定

- 1) ステップ1の条件をもとに仮決定
- 2) 採用後の消費電力等の検討（生ゴミ処理機の採用条件）
- 3) 使い勝手、自治体の助成金の有無等を確認
- 4) 住まい手または発注者の意図（使い勝手）を確認
- 5) 採用システムの決定

5.7.4 水と生ゴミの処理と効率的利用の手法

手法1 節水型機器の利用

・節水型機器は、それを利用するだけで効果が得られますので、たいへん採用しやすいものです。ただし、その効果は機器によって大きな差がありますので、選択する際に注意が必要です。

・ここで取り上げる節水型機器は、大便器、給水・給湯水栓金具、シャワーヘッド、洗濯機の4種類です。それぞれについて、設置の対象となる室および目標レベルごとの各機器の能力(使用水量等)または仕様を表6に示します。

表 6 節水型機器の設定レベル

機器	大便器	給水・給湯水栓金具		シャワーヘッド	洗濯機
設置室	便所	浴室	洗面所・台所	浴室・洗面所	適宜
評価指標	洗浄水量 [L]	節水機能・温度調節	節水機能・温度調節	節水機能	洗浄水量 [L]
レベル 0	13	2 バルブ混合栓	2 バルブ混合栓	節水機能なし	200
レベル 1	12 ～ 9	サーモスタット式混合栓	シングルレバー混合栓	止水機構付き	150
レベル 2	8 ～ 6		自動水栓	シャワーヘッド	80

1 大便器

大便器は、洗浄方式と洗浄水量の違いによって、表 7 のように区分されます。この表は、JIS 規格と財団法人ベターリビングの優良住宅部品認定基準の基準値(BL 基準)を示したものです。節水という観点からみれば、洗浄水量が少ないものが優れていると評価できます。

ただし、洗浄水量が少なすぎて便落ちからの排出ができなくなること、適正な配管勾配(表 12 参照)を確保し、トイレトーパーや汚物が円滑に搬送できるように設計することが大切です。

昨今は、ロータンクを設置しないものや、洗浄水量が 6 リットル程度の超節水型大便器も使用されつつありますが、前者では給水压(動水压)の確保、後者においては適用できる配管長さ、配管部の曲がり箇所数などを確保して採用する必要があります。

表 7 大便器の種類と洗浄水量に関する規格

大便器の種類	洗浄水量 [L]	
	JIS 規格	BL 基準
洗出し便器、洗落し便器	11	－
洗出し便器(節水型)、洗落し便器(節水型)	8	≤ 9.5
洗落し便器(超節水型)	－	大洗浄 ≤ 6.5 小洗浄 ≤ 5
サイホン便器、サイホンゼット便器	13	≤ 13
サイホン便器(節水型)	9	－
サイホンボルテックス便器	－	≤ 18

2 給水・給湯水栓金具

2 バルブ混合栓に比べ、サーモスタット式混合栓の方が温度設定を一定にでき、温度調節のための捨て水が少なくなる傾向があり、その結果、省エネルギー効果が高くなります。

自動水栓はセンサーにより手を感知し給水・止水を行うため、水の出し放しによる無駄が削減できます。また、水栓に手を触れる必要がないので、衛生面でも優れています。



サーモスタット式混合栓

2 バルブ混合栓

図 2 給水・給湯水栓金具

3 シャワーヘッド

最近では、図 3 のように手で止水が容易にできる止水機構付きシャワーヘッド(止水型)も市販され、節水効果が高いことが確認されています。図 4 のグラフは 1 回当たりの使用水量を設備別に示したものです。止水型は季節に関係なく節水効果が高いことがわかります。



図 3 止水機構付きシャワーヘッドの例

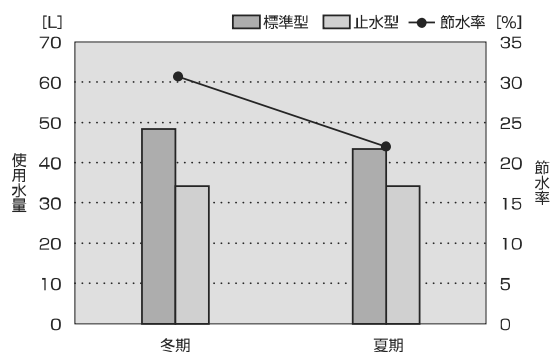


図 4 標準型、止水型(止水機構付き)のシャワーヘッドにおける使用水量実験結果の一例
(1 回当たりの使用水量)

4 洗濯機

洗濯機の節水機能としては、風呂の残り湯の使用と洗濯時の節水の 2 種類があります。

前者については、ほぼすべてのメーカーで対応しています。ただし、汚れの多い残り湯は使用しないように注意する必要があります。使用後は浴槽内はいつも清潔に保ってください。

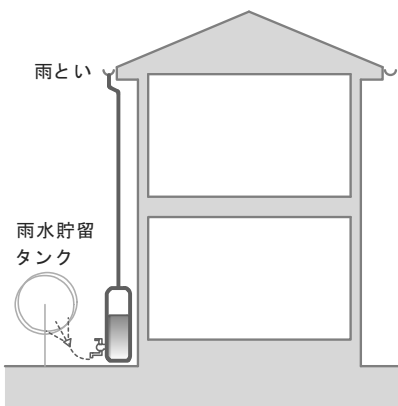
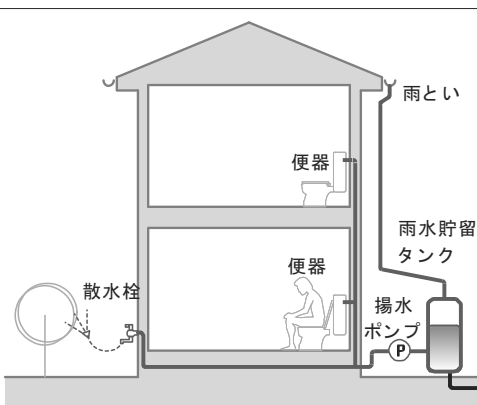
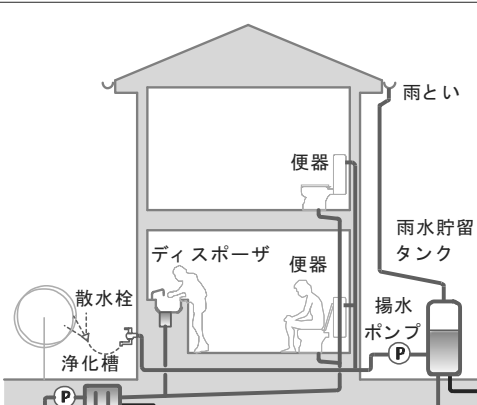
洗濯時の節水技術には「高濃度洗剤循環方式」や「節水ビート洗浄」などがあり、メーカーによって様々な工夫がされています。洗濯水の量は、どのようなコースで洗うかによっても異なりますし、洗濯物の量によっても異なるため比較は難しいのですが、ある製品例では、洗濯 8kg 時(標準コース)の場合、同社の旧モデルと比べて 6 割の節水が実現できています。

手法2 雨水・排水再利用システムの採用

・雨水・排水再利用のためには、雨水・再利用水の貯留のためのタンクが必要であり、また、水質の面から利用できる範囲がかぎられているため、その効果は敷地の条件によっても大きく左右されます。したがって、敷地条件に合った方式を選択することが重要です。

・雨水・排水再利用システムには、雨水用の簡易タンクを設置して植栽への水やりを行う程度のものから、高度処理型合併処理浄化槽を設置し処理水をトイレ洗浄水に利用するものまで、いくつかのパターンがあります。その概要を表 8 に示します。

表 8 雨水・排水再利用システムと特徴

方式	イメージ	タイプ	特徴
方式 1		雨とい + 雨水貯留タンク	・ 給水に用いる動力が不要 ・ 維持管理が容易 ・ コストが安価
方式 2		雨とい + 雨水貯留タンク + 揚水ポンプ	・ 揚水ポンプを必要とする ・ 雨水不足が頻繁に生じることが予想され、その場合にはタンクに上水を入れることで対応
		雨とい + 雨水貯留タンク + 揚水ポンプ + 高度処理型合併処理浄化槽	・ 揚水ポンプを必要とする ・ 雨水と生活排水を合わせた有効利用 ・ ディスポーザ排水システムとの組み合わせが可能 ・ 用水の不足はほとんど生じないため、余った排水再利用水は放流することとなるが、高度処理されているため地下に浸透させることも可能

ポイント 雨水・排水再利用時の注意点

通常、塩素滅菌によって衛生上支障がない状態となっていますが、管理が不十分な場合に水質が悪化することがあるので、子供が誤って飲んだり、水浴びなどに用いて、飛まつが呼吸器に入ったりしないように注意が必要です。

雨水貯留タンク内に水を貯留する場合には、塩素などによる殺菌を行って下さい(消毒剤の投入)。必要に応じて水質チェックを行う必要があります。

雨水貯留タンク内では、揚水ポンプの吸込み口に沈殿物が詰まらないようにメンテナンスをして下さい。スクリーンをこまめに清掃することが必要です。

手法3 雨水浸透枡等の採用

- ・敷地に降った雨は、雨水浸透舗装や植栽土壌を通じてしみ込ませることで、集中豪雨等による下水道の過負荷が軽減できます。また、屋根面に降った雨は、雨水浸透枡や浸透トレンチ(図 5)を通してしみ込ませることで、より高い効果が期待できます。
- ・これらの手法のメリットとしては、雨水の地下への浸透量を増やすことで、街路樹や緑空間への補水や植物の育成による地盤の流出の防止、都市の生態系の自然回復といった住環境の向上があげられます。また、地下水の確保、湧水の復活、地下水の塩水化の緩和、地盤沈下の防止等にも効果が期待でき、都市環境に潤いを与えることができます。
- ・初期コストはかかりますが、自治体によっては補助金等を支給していますので、問い合わせの上、採用を検討することが望めます。
- ・ただし、地下水位の高い地域や寒冷地には適さず、地盤の状況によっては条例で禁止されている地域もありますので、採用にあたっては各自治体の情報を確認する必要があります。
- ・また、土壌の浸透特性によりその能力に大きな差が生じますので、効果的な浸透枡を設置するためには、地盤調査の際に確認することを心がけて下さい。

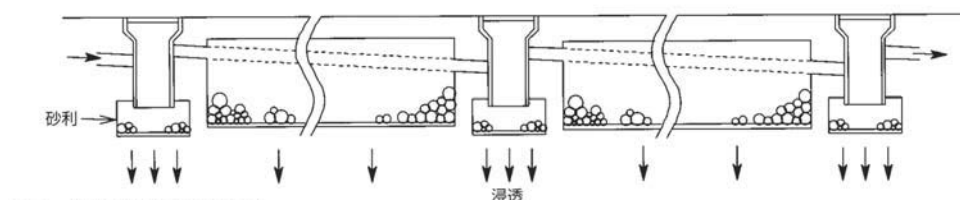


図 5 宅地内雨水浸透枡の例

手法4 排水の高度処理技術の採用

- ・下水道未整備地域においては、浄化槽が水域環境の保全という重要な役割を担っており、単独処理浄化槽の設置は禁止され、合併処理浄化槽の設置が義務づけられています。とくに水源地域や閉鎖系水域では、BOD(生物化学的酸素要求量)で表される有機系の汚濁負荷だけでなく、窒素(T-N)、リン(T-P)の除去が要求されるため、窒素、リンの高度な除去性能を有する高度処理型合併処理浄化槽の設置が求められています。
- ・また、浄化槽の処理水の放流先がないときなど、処理水を地下浸透させる場合は、地下水の汚染を防止するため、処理水に含まれる窒素を十分に除去しておく必要がありますので、高度処理型合併処理浄化槽の設置が必要となります。
- ・排水の高度処理技術の方式と特徴を表 9 に示します。

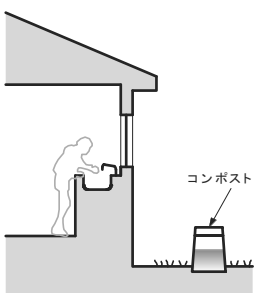
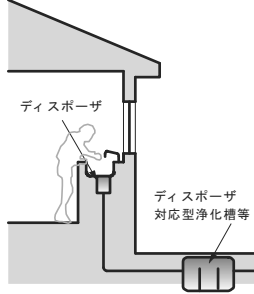
表 9 排水の高度処理技術の方式と特徴

方式	タイプ	特徴
方式 1	合併処理浄化槽	・ 処理水の BOD20mg/L 以下 ・ 閉鎖系水域や水源近傍での使用は不適切 ・ 処理水の地下浸透は不適当
方式 2	窒素除去型合併処理浄化槽	・ 処理水の BOD20mg/L、T-N20mg/L 以下 ・ 閉鎖系水域、水源近傍における汚染防止対策として有効 ・ 処理水の地下浸透は不適切
方式 3	高度処理型合併処理浄化槽	・ 処理水の BOD10mg/L、T-N10mg/L 以下。必要に応じて、T-P1mg/L 以下（付加装置等による） ・ 閉鎖系水域、水源近傍における汚染防止対策として有効 ・ 処理水の地下浸透が可能

手法5 生ゴミの効率的処理技術の採用

- ・家庭用生ゴミのリサイクル技術については、ライフスタイル、立地条件(とくに下水道整備状況)、発生堆肥の利用頻度が大きな採用の条件となります。それらを確認した上で、利便性や設備機器のイニシャル・ランニングコストを加味して採用を検討する必要があります。
- ・家庭用の生ゴミ処理方式の種類と特徴を表 10 に示します。

表 10 家庭用の生ゴミ処理方式と特徴

方式	タイプ	イメージ	適用条件	特徴
方式 1	コンポスト		・堆肥を消費できること ・臭気、衛生害虫の発生等に対応できるコンポストの設置場所を確保できること	・最も安価 ・自治体によっては補助金が支給されることがある ・堆肥化には時間と手間がかかり、使用頻度によっては2～3個必要 ・設置するには土壌が必要
方式 2	家庭用生ゴミ処理機		・臭気による悪影響が生じない生ゴミ処理機の設置位置を確保できること ・電源が必要	・自治体によっては補助金が支給されることがある ・処理臭の換気が必要 ・臭気が逆流しない位置に設置 ・最終生産物が堆肥の方式と乾燥ゴミの方式がある ・電力消費をとまなう(年間7500円程度)
方式 3	ディスポーザ排水処理システム		・下水道整備地域においては、下水道管理者がディスポーザ排水処理システムの設置を認めていること ・下水道未整備地域においては、次のいずれかであること ①高度処理型合併処理浄化槽にディスポーザ排水処理システムによる処理水を流入させること ②ディスポーザ対応型浄化槽を設置すること	・ディスポーザ、排水配管、排水処理装置より構成 ・採用にあたっては、自治体の認可・指導を確認 ・排水処理装置の汚泥処理などが必要 ・排水処理装置の設置スペースと工事が必要

1 コンポスト

- ・コンポストを採用するためには、最終的に生産される堆肥の利用が行われる立地や環境およびライフスタイルであることが必要となります。
- ・コンポスト容器を設置する場合には、2～3 個設置できる十分に広いスペース(土壌)を確保することが望まれます。また、コンポスト容器内で発酵が進むと臭気や衛生害虫等が発生するため、設置場所周辺の環境(隣接住戸など)を十分に配慮する必要があります。
- ・コンポスト容器の設置場所は屋外となるため、生ゴミを廃棄するときの不自由さを認識した上で、安全な通路の確保などを考えて設置することが望まれます。
- ・ゴミ削減対策として補助金を支給する自治体があるので、支給金額や手続方法は最寄りの行政担当窓口まで問い合わせて下さい。

2 家庭用生ゴミ処理機

- ・家庭用生ゴミ処理機は、最終的に発生するものが廃棄物である乾燥方式と堆肥であるバイオ方式の2方式に大別されます(表11)。同じ方式でも、製品によって消費電力が異なるため、採用にあたっては慎重に検討する必要があります。
- ・家庭用生ゴミ処理機を採用する場合には、台所からの動線や生ゴミ処理機の大きさ、電源コンセントの位置、屋内・屋外仕様の区別などを検討した上で設置場所を決める必要があります。また、脱臭機能が施されている場合であっても、換気には十分に配慮することが必要です。
- ・方式によりメンテナンス方法が異なりますので、手間なども考えた上で検討する必要があります。
- ・家庭用生ゴミ処理機もコンポスト容器と同様に、ゴミ削減対策として補助金を支給する自治体があります。

表11 家庭用生ゴミ処理機の方式と特徴

処理方法	特徴
乾燥方式	温風やヒーターによって生ゴミに含まれる水分を加熱して蒸発・乾燥させ、生ゴミを減量化し腐敗を防止する。乾燥残渣は、定期的にゴミとして廃棄するが、土壌改良材として再利用する場合もある。バイオ方式に比べ消費電力は大きい が短時間での処理が可能であり、おがくずや微生物を添加する必要がない。
バイオ方式	微生物の浄化機能を利用して生ゴミに含まれる有機成分を分解することで生ゴミを減量化し腐敗を防止する。残渣は、通常、土壌改良材や堆肥として再利用する。また、定期的に微生物を添加(生物製剤)したり、微生物の保持を促進するおがくずなどのチップを入れる必要がある。

3 ディスポーザ排水処理システム

- ・ディスポーザ排水処理システムは、生ゴミを破砕するディスポーザ、破砕した厨芥を搬送する配管システム、搬送された破砕厨芥を含む排水を処理する処理装置によって構成されています。ディスポーザ排水システムの計画・設計に際しては、次の点に配慮することが必要です。

1) 下水道の整備状況

下水道の完備している下水道地域であれば、専用の排水処理装置を設置し、下水道に放流する前に処理します。下水道未整備地域においてディスポーザ排水システムを採用する場合、次のいずれかとなります。

- ① ディスポーザ対応型浄化槽を設け、すべての排水を併せて処理する。
- ② 専用の排水処理装置+高度処理型合併処理浄化槽を設け、専用の排水処理装置で処理したディスポーザ排水を高度処理型浄化槽によってさらに処理する。

2) 浄化槽等の設置場所

ディスポーザを採用する場合には、ディスポーザ対応型浄化槽や専用排水処理装置の設置できるスペースの有無を確認する必要があります。埋設工事が必要な場合は、掘削の作業性も考慮して設置場所を決定する必要があります。

1~5 人家族程度の住宅に用いる浄化槽については、ディスポーザ付台所専用のもので縦 900 mm×横 1,200 mm×高さ 1,400 mm程度、全生活排水用のもので縦 1,300 mm×横 2,500 mm×高さ 1,800 mm程度のスペースが必要です。

3) 配管等

配管の計画・設計にあたっては、ディスポーザからディスポーザ対応合併浄化槽、または専用の排水処

理装置までの排水用配管勾配を確実に確保する必要があります。配管勾配が確保されていない場合は、配管詰まりの問題を生じさせることがあります。原則として表 12 の配管の管径別の最小勾配により、設計する必要があります。

排水枡はインバート枡とする必要があります。トラップ枡に接続すると、閉塞したり、トラップの破封によって悪臭が室内に逆流するなど、不具合が発生します(この点についてはディスポーザを使用する場合にかぎりませんが、ディスポーザを使用することにより不具合が発生しやすくなります)。

表 12 排水横管の勾配 (SHASE-S206-2000 より)

管径 [mm]	勾配 (最小)
65 以下	1/50
75、100	1/100
125	1/150
150、200、250、300	1/200

4) 処理装置の採用上の注意点

機械式の固液分離装置によって厨芥を分離し、分離した厨芥を処理する装置を用いる場合、装置からの排気による悪影響が生じない構造とする必要があります。装置からの排気を排水管に圧入すると、トラップの破封、悪臭の室内空間への逆流、下水管内の悪臭拡散による周辺への迷惑等が生じ、衛生上たいへん大きな問題が生じます。装置からの排気は悪臭による被害を生じさせることのないよう、直接外気に開放する必要があります。

5.7.5 節水型機器の利用による効果の試算

節水型機器(手法 1)について、A に示す条件で、節水効果、エネルギー削減効果を試算したところ、B の表 13 のような結果が得られました。

A 試算条件

- 1)居住地:東京
- 2)家族構成:4 人(夫婦 2 人+子供 2 人) 世帯主:会社員、妻:専業主婦、長女:大学生、長男:高校生
- 3)生活スケジュール 便所:大 1 回／人・日 小 3 回／人・日 浴槽:150L を適量
シャワー:1 回／人・日 台所:3 回／日 洗濯:1 回／日
- 4)給湯機:従来型ガス給湯機

B 節水効果、エネルギー削減効果の試算結果

表 13 節水型機器による節水・エネルギー削減の試算例

設置室・機器		従来器具 節水器具 節水量 / 率				エネルギー削減量 / 率	
便所	大便器	洗浄水量 13L / 回	大小洗浄切替 機能付き [洗浄水量] 大浄水 8L / 回 小浄水 6L / 回	76㎡→ 38㎡ 38㎡節水	50%減	—	—
浴室	シャワー ヘッド・ 水栓金具	一般シャワー 手元止水機構なし 2 バルブ混合栓	節水シャワー 手元止水機構付き サーモスタット式 混合栓	89㎡→ 58㎡ 31㎡節水	35%減	ガス 257㎡→168㎡ 89㎡削減	35%減
	浴槽	定量止水機能なし [水量] 捨て水 4.5 ㎡/年 浴槽水 150L	定量止水機能付き [水量] 捨て水 0 浴槽水 150L	59㎡→ 54㎡ 5㎡節水	8%減	ガス 170㎡→157㎡ 13㎡削減	8%減
合計				224㎡→150㎡ 74㎡節水	33%減	ガス 427㎡→325㎡ 102㎡削減	24%減

■給湯によるガス消費量の換算条件 :1.065×10-4N m³/kcal
ガス給湯機にて給湯するものとし、ガスの消費量は一般的なガス給湯機の熱効率を考慮して設定。

第6章 省エネルギー効果の評価と設計における活用

6.1 要素技術による省エネルギー効果とその算出手法

6.1.1 要素技術による省エネルギー効果の総括

1 省エネ効果に関する情報、定量化の必要性

エネルギー削減効果に関する情報は、住宅建設実務者は言うに及ばず、施主や居住者にとっても、また技術を製品の形で供給するメーカー、エネルギー事業者、地球温暖化防止施策を実施しつつある国や自治体、その他の公的機関などが様々な意思決定を行う際に極めて重要なものです。京都議定書における温暖化効果ガス排出削減のための約束期間が始まった現在においては、真に有効な省エネルギー対策は何か、限られた資金をどの要素技術のどの手法に用いるべきか決める際の道標となる、中立的かつ信頼のおける省エネルギー効果に係る情報が必要とされています。また、そうした情報は1973年の石油危機以降、社会から渴望されながらも存在してこなかったものであるということが出来ます。削減効果に関する信頼できる情報が無いことは、省エネ対策を打つことによる光熱費の削減効果、すなわち経済的なメリットがわからないことを意味します。そのことは、省エネ対策としてどこまでの初期コストの増加が許容されるかが不明なまま今まで来たことを意味するともいえます。本書が示す削減効果に関する情報が完璧なものであるとは決して言えず、今後とも精度を向上させ、適用範囲を広げるための研究が求められています。

建築は道路やダムと異なり、ほとんどが民間企業によって建設されるものです。そこに使用される設備機器も同じです。しかしながら、これからの建築(住宅以外も含めて)が備えねばならない省エネルギー性能(低炭素性能)に係る部分は、すべての建築に共通して利用可能な技術がほとんどを占めるものであり、一棟一棟は民間の事業であっても内部で使用される技術は公共の技術であるともいえます。それは建築基準法によってその充実を義務化されている耐震性能や防火性能などについても該当します。公共の技術であるとも言える省エネルギーに係る要素技術の評価は、今後は一定のルールの下で行なわれる必要があるといえます。

2 要素技術とそれによる省エネ効果

本書の第1章においては自立循環型住宅の定義、設計ガイドラインが必要とされる背景などについて、第2章においては設計法の流れと考慮すべき事項について述べました。第3章以降においては省エネルギーのための13の要素技術(表1)を取り上げ、各要素技術に関連する手法の採用によってどの程度の省エネルギー効果が得られるかの推定値を削減率(%)の形で提示しました。本章では、省エネルギー効果に関する定量的な情報を用いた「設計モデルの分析・効果の検証」(第2章 図1「自立循環型住宅の設計フロー」の第ivステップ)について具体的に述べます。

表1 本書で取り上げている要素技術

		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

第3章から第5章において示された削減率は、2000年時点における平均的と考えられる設計内容(各要素技術の節において「レベル0」と表示された設計内容)と、最も標準的と考えられる生活パターンの下でのエネルギー消費量を基準としたものです。これまで、本書が示すような省エネルギー効果に関する情報の提示される機会が少なかった大きな理由として、住宅を含めて建築におけるエネルギー消費量の多寡に影響を及ぼす要因についての知見が不十分であった点、および異なる生活パターンの条件下においては省エネルギー効果も異なる可能性がある点、の2つを挙げることができます。エネルギー消費やライフスタイルに関する実態調査が進み、また実証実験も行なわれるようになって知見が蓄積されるとともに、後者の理由のために省エネルギー効果の提示を回避することのデメリットがますます大きくなってきたことから、『自立循環型住宅への設計ガイドライン』では、住宅形態や生活パターン等の与条件等を定め、要素技術の適用によるエネルギー消費削減率を中心とする設計法を組み立てることにしました。

このような与条件の下における数値に基づく設計法には欠点もあります。それは簡単にいえば、与条件以外の条件における省エネルギー効果における誤差が大きくなってしまいます。例えば、家族人数が異なるとか、在宅時間がより長時間に及ぶ場合には、本書で与条件とした4人家族におけるエネルギー消費量や要素技術間の省エネルギー効果の大小関係が多少異なってくることは予想されます。しかしながら、如何なる設計条件についても配慮がなされた定量的な情報が存在するかと言えば、答えは「ノー」ということになります。いわゆるシミュレーションは、様々な仮定を置くことで多量の机上計算が可能ですが、とくに設備機器の実態性能を確実に反映させることは現時点では容易なことではありません。

表2は前述した「2000年時点における平均的と考えられる設計内容と、最も標準的と考えられる生活パターンの下でのエネルギー消費量」として想定されている数値を表します。1次エネルギー換算の消費総量および用途別構成は実態調査や実証実験の結果に基づいて定められたものです。本書では、この数値を「エネルギー消費量標準値」と呼称することとします。エネルギー消費量標準値は、地域や暖冷房設備の方式により異なった値となります。

表2 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しています。壁付け式の値は表3、表4を参考にして下さい。

一方、様々な省エネルギーに係る要素技術と関連する手法の適用によるエネルギー消費削減効果は、第3章から第5章に記述されていたものをまとめると表3、表4のようになります。ただし、表3、表4中の省エネルギー効果を表す数値は、削減された結果のエネルギー消費量を計算する際に便利ように、削減率と次式のような単純な関係にある「エネルギー消費率」によって表現されています。また、太陽光発電については、率ではなく、住宅に設置する太陽電池の容量に応じた発電量を1次エネルギーに換算した値を、その住宅のエネルギー消費量全体から差し引くことになります。

$$\text{エネルギー消費率} = (100 - \text{エネルギー消費量の削減率}(\%)) \times 1/100$$

表3 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		

■特記事項

- ・「換気」については、採用する換気設備方式に対応して、エネルギー消費量標準値、エネルギー消費率が設定されます。「換気」および「合計」欄の上段の値(*¹)はダクト式、下段の値(*²)は壁付け式に対応しています。
- ・「その他(調理)」のエネルギー消費量は、機器による有意差がみられないので、エネルギー消費量標準値以外にレベルは設定されません。
- ・「電力」は、設置する太陽電池の容量により推定される年間1次エネルギー消費の削減量(発電量)で表されます。上表の値は、那覇における推定値です(「3.3 太陽光発電」参照)。
- ・第5章で取り上げた「5.7 水と生ゴミの処理と効率的利用」については、適用対象外としています。

表4 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	0.65
		セントラル	0.75	0.6						
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					

■特記事項

- ・「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種類の値が示されます。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しています。
- ・断熱外皮計画は、暖冷房設備の運転方式に対応してエネルギー消費率が設定されます。
- ・日射熱の利用でレベル1以上を採用するためには、断熱外皮計画のレベルが3以上であることが前提となります。
- ・暖冷房設備の部分間欠方式は、上表ではエアコンのみ表記しています。また、エアコン冷房ではレベル2-(エネルギー消費率0.9)、レベル3-(0.8)、レベル4-(0.7)が、エアコン暖房ではレベル2-(0.9)、レベル3-(0.8)が設定されます。
- ・「換気」については、採用する換気設備方式に対応して、エネルギー消費量標準値、エネルギー消費率が設定されます。「換気」および「合計」欄の上段の値(*¹)はダクト式、下段の値(*²)は壁付け式に対応しています。
- ・「その他(調理)」のエネルギー消費量は、機器による有意差がみられないので、エネルギー消費量標準値以外にレベルは設定されません。
- ・「電力」は、設置する太陽電池の容量により推定される年間1次エネルギー消費の削減量(発電量)で表されます。上表の値は、鹿児島における推定値です(「3.3 太陽光発電」参照)。
- ・第5章で取り上げた「5.7 水と生ゴミの処理と効率的利用」については、適用対象外としています。

6.1.2 省エネ効果の算出に係る条件

自立循環型住宅の設計法の拠り所となる省エネルギー効果に関する情報は、一定の与条件の下での評価結果です。その与条件とは表5のような要因に配慮して定められたものです。

表5 すべての評価において共通する条件

項目		条件	
		VI地域	V地域
建設地域		那覇市(郊外)	鹿児島市(郊外)
敷地規模		430 m ² (130 坪)	210 m ² (63.5 坪)
建物条件	構造	鉄筋コンクリート造	木造軸組工法
	階数	平屋建て	2階建て
	外部仕上げ	屋根:コンクリート下地塗装仕上げ 外壁:同上 開口部:アルミ製サッシ	屋根:金属板葺き 外壁:セメント系サイディング張り 開口部:アルミ製サッシ
	内部仕上げ	天井・壁:せっこうボード下地クロス張り 床:フローリング張り一部畳敷き	天井・壁:せっこうボード下地クロス張り 床:フローリング張り一部畳敷き
生活条件	家族構成	4人(夫婦+子供2人) 世帯主:45歳(会社員) 妻:42歳(専業主婦) 長女:17歳(高校生) 長男:15歳(中学生)	同左
	生活パターン	標準的と考えられる生活パターンを想定	同左
	室内設定温度	夏期 28℃・60%(冷房時)	夏期 28℃・60%、冬期 20℃(冷暖房時)
	暖冷房使用時間帯	表5補図1による	同左
	湯の使用量	「5.4 給湯設備計画」表bおよび図による	同左
	照明器具の使用	表5補表1による	同左
	家電機器の使用	表5補表2による	同左

表5補図1 暖冷房使用時間帯条件(部分間欠暖冷房の場合)

時間			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	
居間・台所 (LDK)	暖房	平日								←	→				←	→				←	→						←	→
		休日									←	→				←	→			←	→					←	→	
	冷房	平日								←	→				←	→				←	→					←	→	
		休日									←	→				←	→				←	→					←	→
子供室 1	暖房	平日																						↔		←	→	
		休日									←	→								←	→		←	→				
	冷房	平日	←	→																			↔		←	→		
		休日	←	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	←	→									←	→		←	→			
子供室 2	暖房	平日																				↔			←	→		
		休日										←	→										←	→				
	冷房	平日	←	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	←	→										↔		←	→			
		休日	←	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	←	→											←	→				
主寝室	暖房	平日																										
		休日																										
	冷房	平日	←	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	←	→														←	→	
		休日	←	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	←	→														←	→	

凡例 ← → 暖冷房運転時間帯(起居時)、 ← - - → 暖冷房運転時間帯(就寝時)

また、評価の多くは、上表の与条件により設定した住宅モデルプランを用いて行いました。

住宅モデルプランは、前述頁に掲げる通りで、VI地域とV地域のそれぞれに対して、一般的と考えられるモデル(タイプA)と自然エネルギー利用ために多少の配慮を講じたモデル(タイプB)の2種類を設定しています。

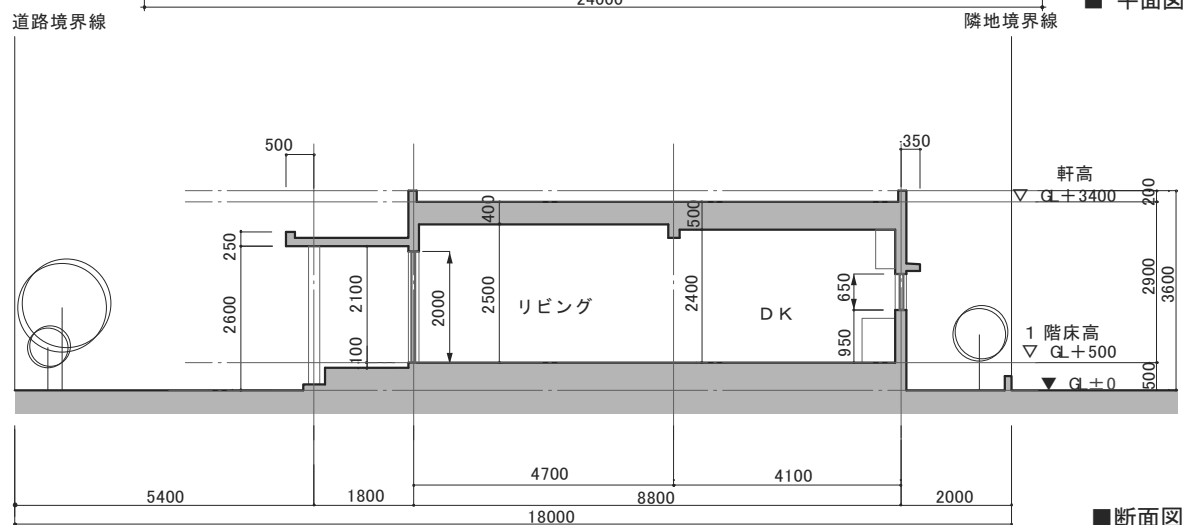
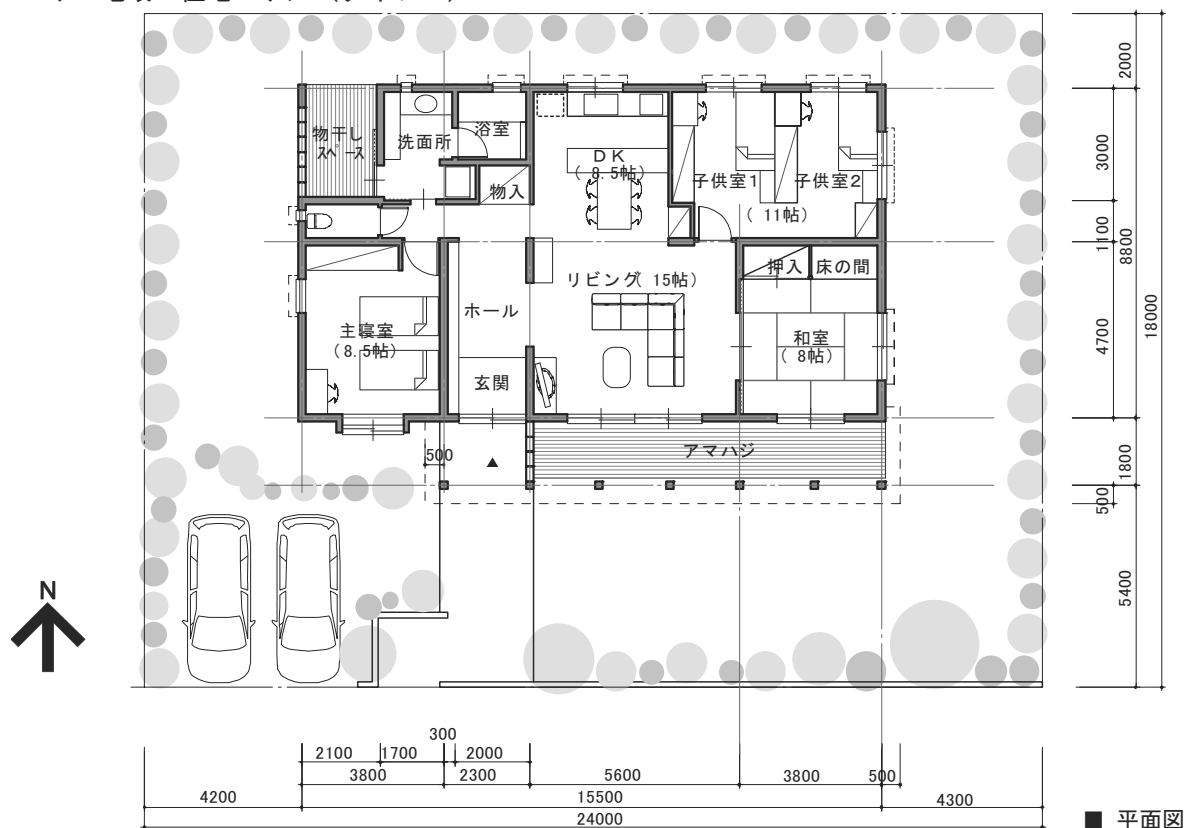
表5補表1 照明器具使用条件(省エネルギー手法を適用しない条件)

使用場所	器具・ランプの種類		数量 [台]	消費電力 [W/台]	平日		休日(在宅)		休日(外出)	
					点灯時間	消費電力量	点灯時間	消費電力量	点灯時間	消費電力量
					[時間/日]	[kWh/日]	[時間/日]	[kWh/日]	[時間/日]	[kWh/日]
玄関ポーチ	シーリング	ミニクリプトン	1	54	2.250	0.122	0.5	0.027	1	0.054
玄関ホール、廊下	シーリング	環形 FL	1	27	0.333	0.009	1.25	0.034	0.5	0.014
	ダウンライト	ミニクリプトン	2	54	7.500	0.810	2	0.216	2.75	0.297
1F 便所	ダウンライト	ミニクリプトン	1	54	1.417	0.077	3	0.162	1.5	0.081
洗面所	シーリング	環形 FL	1	27	2.000	0.054	2.5	0.068	2.75	0.074
	ブラケット	直管 FL	1	19	2.500	0.048	1.5	0.029	2.75	0.052
浴室	ブラケット	一般電球	2	54	0.750	0.081	1.25	0.135	1.25	0.135
台所	シーリング	直管 FL	1	46	3.000	0.138	2.75	0.127	0.75	0.035
	流元灯	直管 FL	1	21	2.500	0.053	2.75	0.058	0.75	0.016
リビング・	シーリング	環形 FL	2	70	10.250	1.435	10.75	1.505	5	0.700
ダイニング	ペンダント	一般電球	1	90	3.500	0.315	2	0.180	0.25	0.023
和室	シーリング	環形 FL	1	74	2.917	0.216	1.25	0.093	3	0.222
	ブラケット	直管 FL	1	22	2.917	0.064	1.25	0.028	3	0.066
寝室	シーリング	環形 FL	1	74	0.667	0.049	1.25	0.093	1	0.074
	ブラケット	ミニクリプトン	1	54	0.500	0.027	1.25	0.068	1	0.054
子供室1	シーリング	環形 FL	1	59	3.250	0.192	7.75	0.457	1.75	0.103
	デスクスタンド	コンパクト形 FL	1	21	2.750	0.058	5	0.105	1	0.021
子供室2	シーリング	環形 FL	1	59	2.750	0.162	7.25	0.428	2.5	0.148
	デスクスタンド	コンパクト形 FL	1	21	1.500	0.032	3.25	0.068	0	0.000
総計[kWh/日]						3.94		3.88		2.17

表5補表2 家電機器使用条件

種類	年動作時間[h]	年待機時間[h]
冷蔵庫	8760.0	0.0
29型テレビ	3048.0	5712.0
14型テレビ	505.3	8254.8
温水暖房便座	8760.0	0.0
MD コンボ	800.3	7959.8
CDラジカセ	157.8	8602.3
洗濯機	200.5	8559.5
スタンド	896.5	0.0
パソコン	373.5	0.0
掃除機	60.8	0.0
レンジフード	456.5	8303.5
ヘアードライヤー	135.3	0.0
アイロン	42.7	0.0
パソコンゲーム	505.3	8254.8

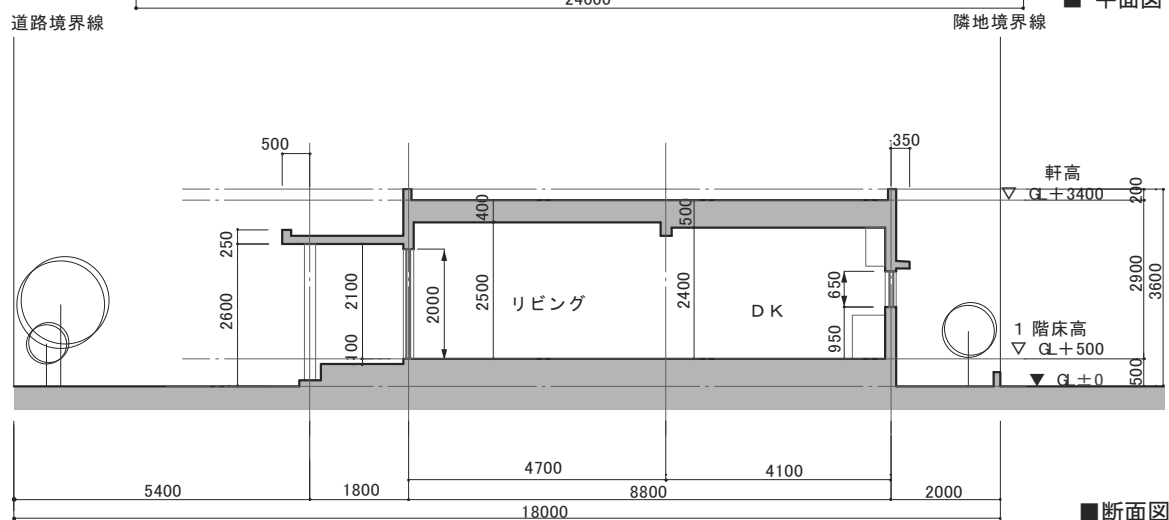
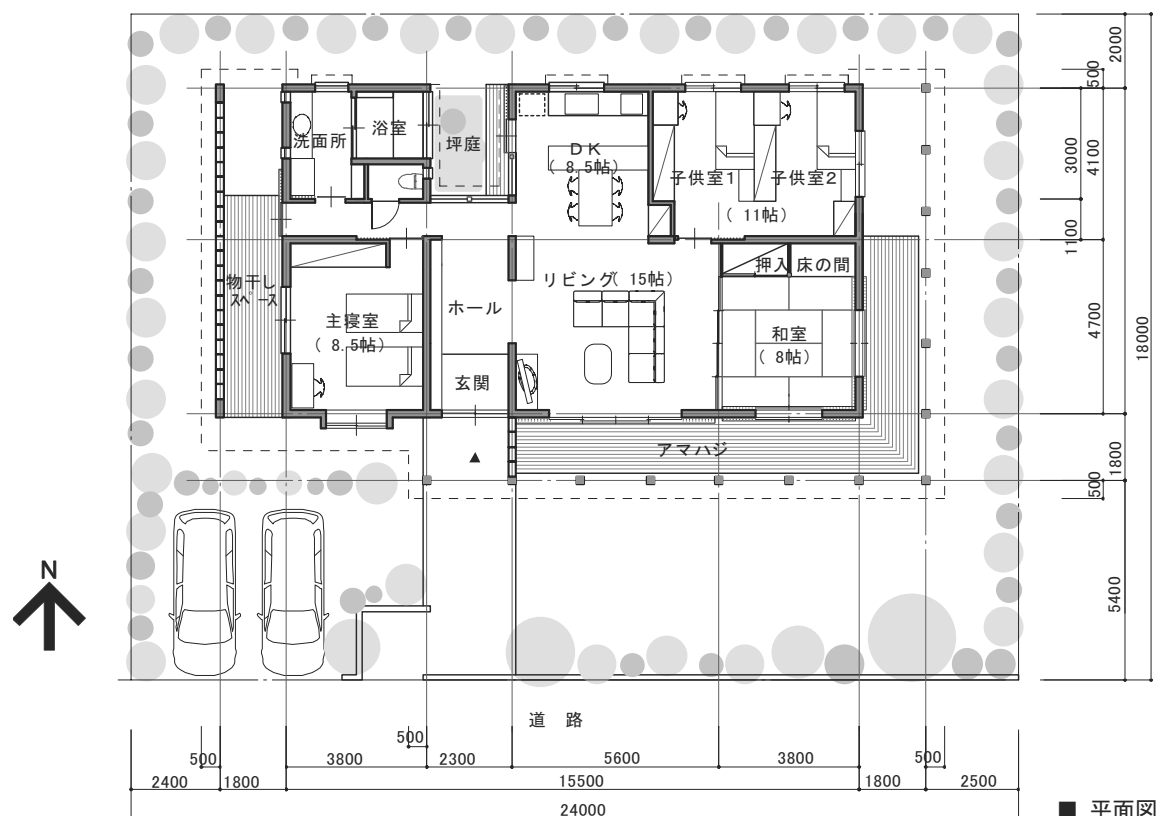
◆VI地域 住宅モデル（タイプA）



■設計諸元

構造 鉄筋コンクリート造
 階数 平屋建て
 敷地面積 432.0 m² (130.7 坪)
 建築面積 185.5 m² (56.1 坪)
 延床面積 145.3 m² (44.0 坪)
 家族構成 夫婦＋子供2人

◆VI地域 住宅モデル（タイプB）

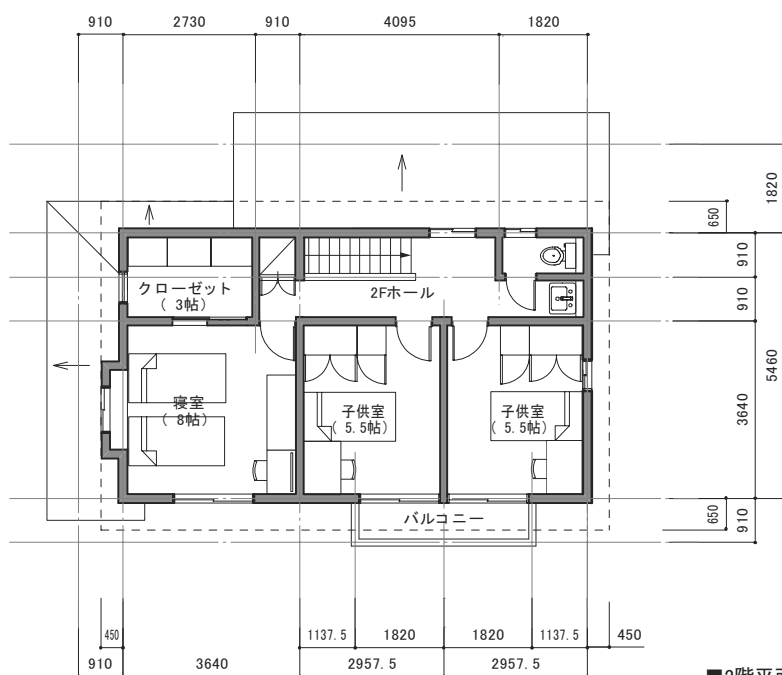


■設計諸元

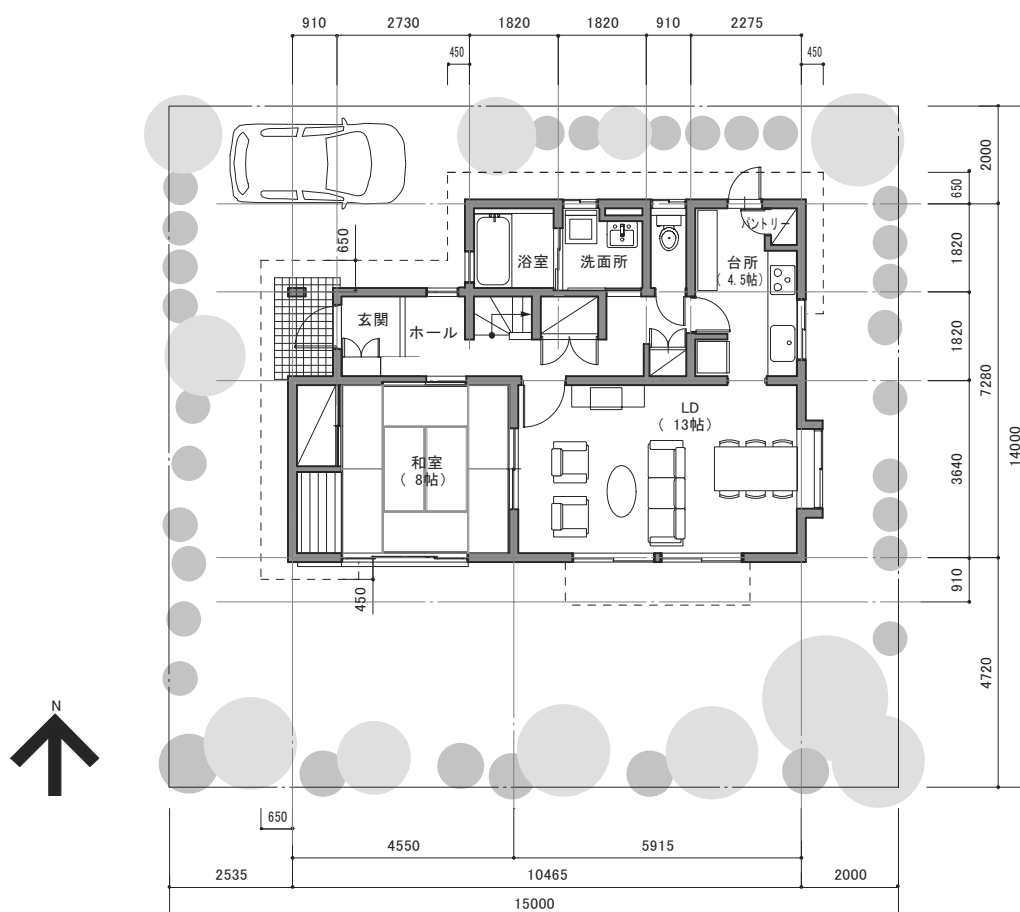
構造 鉄筋コンクリート造
 階数 平屋建て
 敷地面積 432.0 m² (130.7 坪)
 建築面積 185.5 m² (56.1 坪)
 延床面積 145.3 m² (44.0 坪)

家族構成 夫婦＋子供2人

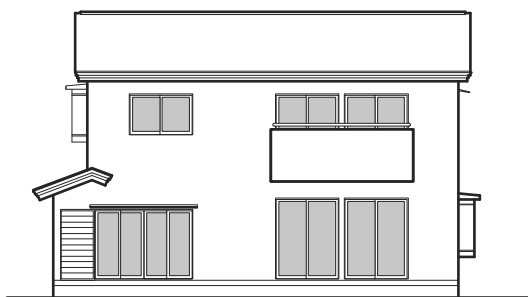
◆V地域 住宅モデル（タイプA）



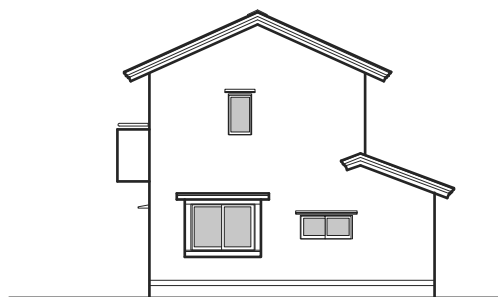
■2階平面図



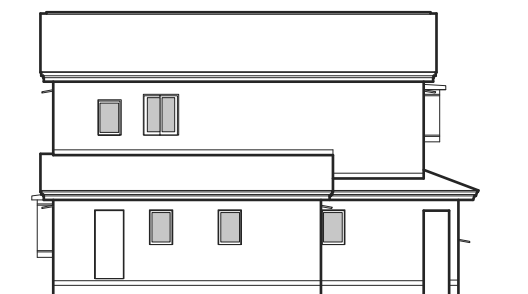
■1階平面図



■南立面図



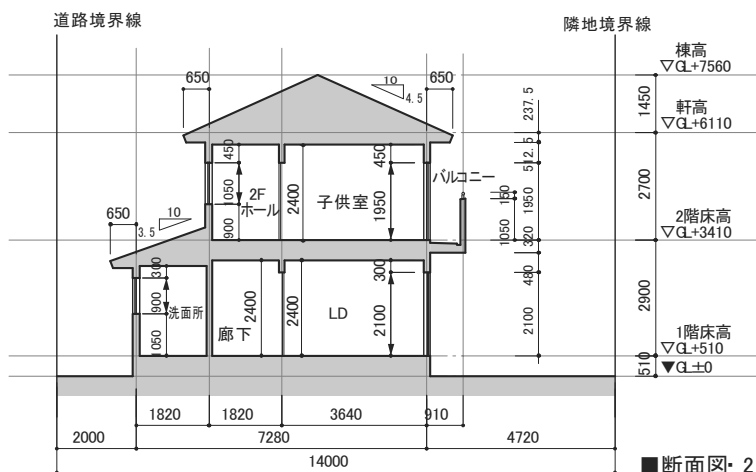
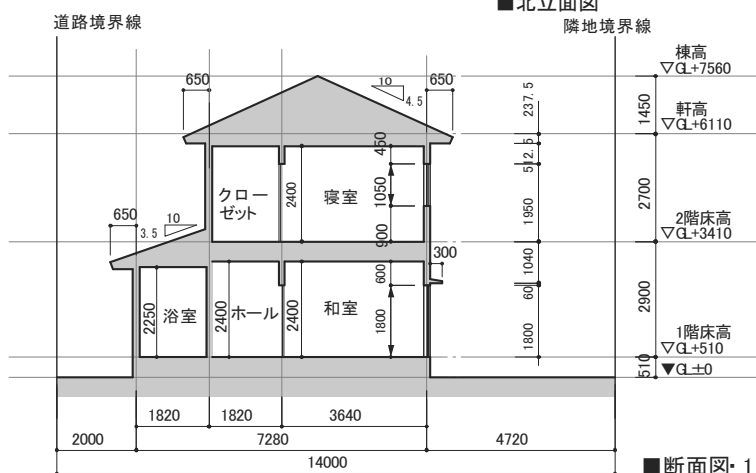
■東立面図



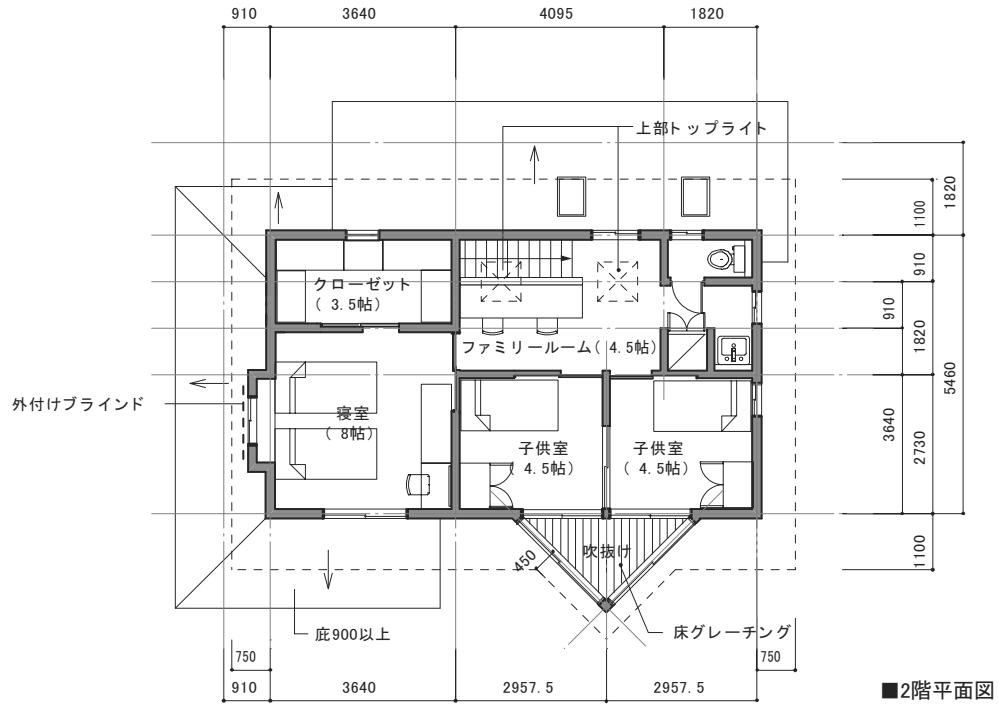
■北立面図



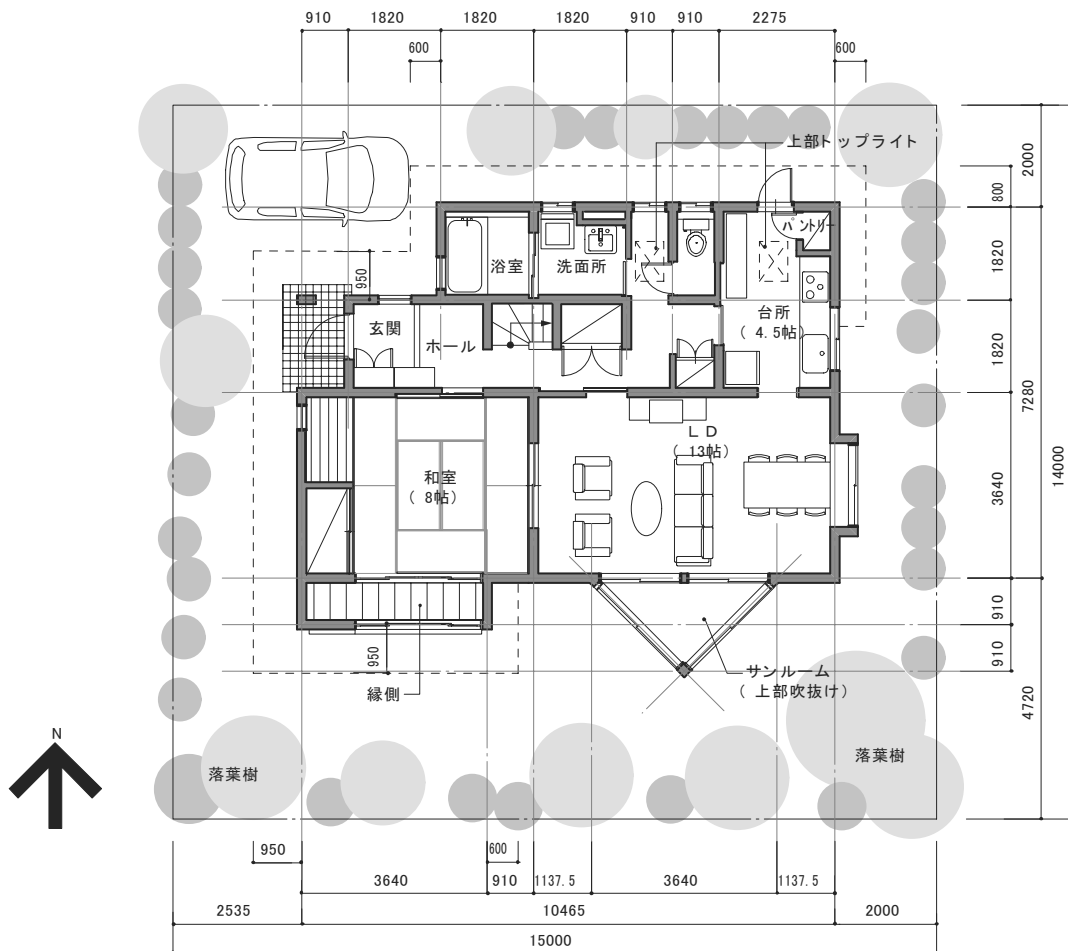
■西立面図



◆V地域 住宅モデル(タイプB)



■2階平面図



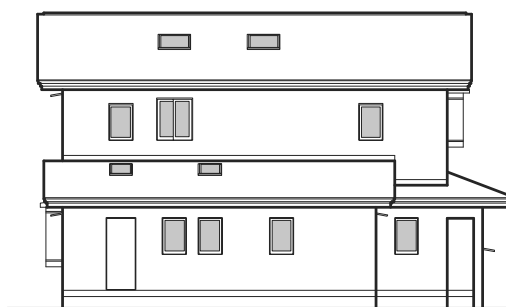
■1階平面図



■南立面図



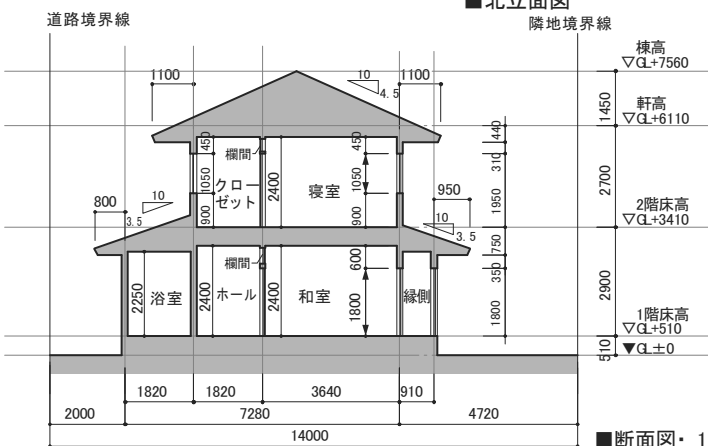
■東立面図



■北立面図



■西立面図



■設計諸元

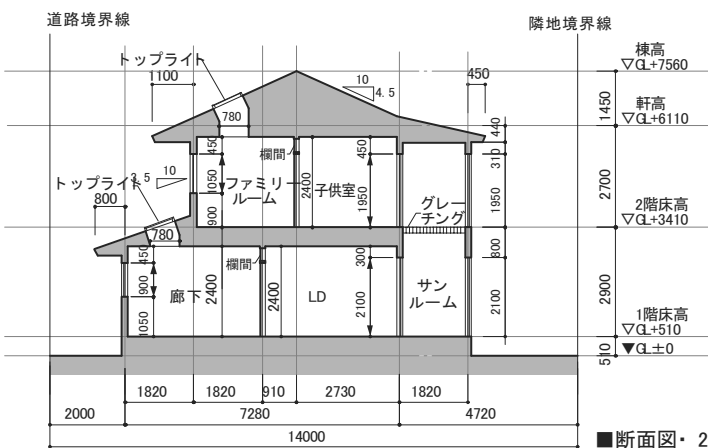
敷地面積 210.00 m² (63.5 坪)

建築面積 77.83 m² (23.5 坪)

床面積 2階 57.14 m²
1階 71.21 m²
合計 128.35 m² (38.8 坪)

窓面積 27.92 m²
窓面積／延べ面積 23.25%
(窓面積はトップライト、玄関・勝手口扉を除く)

家族構成 夫婦2人＋子供2人



6.1.3 省エネ効果の算出根拠

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ます。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ります。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、たとえ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なのです。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ました。

そこで、本書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ました。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す。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）が評価対象となりました。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す。設備機器の一部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ません。

表6 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ます。

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ました。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ました。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します。



写真1 実験建物



写真2 実験装置

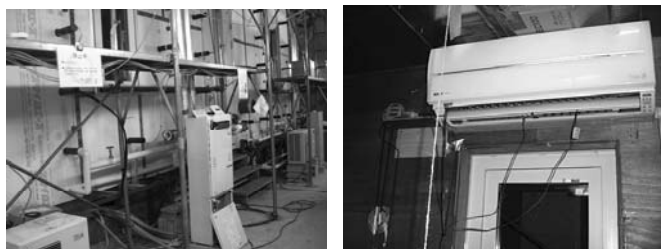


写真3 人工気候室

3 シミュレーションの活用

シミュレーションとは、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す。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などです。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す。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します。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りませんし、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てる必要があります。

本書の作成に当たっては、熱現象のために3種類(SIMHEAT、SMASH及びPASSWORD)、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ます。

6.1.4 エネルギー消費、二酸化炭素排出量、コストの算出方法

1 要素技術の評価尺度

本書において要素技術および関連する手法の効果を評価するに当たって中心となる指標はエネルギー消費ですが、それと合わせて本章では二酸化炭素排出量及び経済性(コスト)という2つの指標を追加します。

二酸化炭素排出量が重要であるのは、言うまでもなくエネルギー消費によって二酸化炭素が排出され、地球温暖化の状態を悪化させているからです。また、設計の過程で要素技術や手法の選択を行なう際に、設計者の誰しもが気になるのが経済性です。経済性についての考慮無く省エネルギー技術を普及させようとしても、それは絵空事とも言える無理な話です。永続的に多くの設計者によって活用可能な設計技術としては、初期コストの増加分をランニングコストの削減分によってなるべく短期間に回収できることが望まれます。また、本書の内容を参照することによって、例えば15年で回収可能とするためには、初期コストの増加分をどの範囲に抑える必要があるか(要素技術や手法の供給主体のための情報)、または公的な補助金によってどの程度の初期コストの削減(補助)が求められているか(政府や自治体等のための情報)、について目安を得ることが可能です。

以下に、3つの指標について補足説明をします。

1) 省エネルギー性：年間のエネルギー消費量（1次エネルギー、単位はGJ/年）

・省エネルギー性の評価において、電力エネルギーは、建築物の省エネルギー基準、すなわち「建築物に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断の基準」（平成15年経済産業省・国土交通省告示第1号 最終改正平成18年 経済産業省・国土交通省告示第5号）で規定されている換算係数（9,760kJ/kWh 注）を用い、いわゆる1次エネルギー換算値で統一して評価することとしています。

注：夜間買電（22時から翌日8時までの間に電気の供給を受けることをいう）を行う場合においては、昼間買電（8時から22時までの間に電気の供給を受けることをいう）の消費電力量については1キロワット時につき9,970kJ/kWhと、夜間買電の消費電力量については9,280kJ/kWhとすることができます。

・都市ガス、LPGおよび灯油の1次エネルギー換算値は次のとおりです。

都市ガス（13A） 46,046（kJ/Nm³） ※沖縄ガスは表7参照のこと、LPG 50,200（kJ/kg）、灯油 37,000（kJ/L）

2) 環境性：年間の二酸化炭素排出量（単位はkg-CO₂/年）

・地球温暖化防止のため、先進国に温室効果ガスの排出量削減を義務づけた京都議定書が、平成17年2月16日に発効しました。京都議定書では、温室効果ガスの2008～2012年の排出量について先進国合計では1990年比5.2%削減が、日本は6%の削減が義務づけられており、削減目標をクリアできなければ2013年以降の新たな枠組みの中でペナルティが科せられる見通しです。このような状況に鑑み、本書では、地球温暖化対策の観点から、“二酸化炭素排出量”を環境性の中心的評価軸と位置づけます。

・二酸化炭素排出量の算出方法は、「地球温暖化対策の推進に関する法律」を実施するために制定された「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令」（平成11年政令第143号、最終改定日平成20年6月13日政令第195号）に基づいて定められた「特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガスの排出量の算定に関する省令」（平成18年3月29日経済産業省・環境省令第3号）によることとします。燃料および電気について消費量から二酸化炭素排出量を計算するための係数を同省令から抜粋したものを表7に示します。ただし、電気については省令第10条2にしたがって環境省が公表、または電力事業者が公表した数値（表8）を使用することとします。

表7 二酸化炭素排出量計算のための係数

都市ガス	メガジュール[MJ] (発熱量)	0.0506 kg-CO ₂ / MJ 沖縄ガス:61.954 MJ/Nm ³ 日本ガス(鹿児島):46.04655 MJ/Nm ³ 、四国ガス(高知市): 46.04655 MJ /Nm ³ (13A 地域)、18.8372 MJ/Nm ³ (5B 地域)
液化石油ガス(LPG)	キログラム[kg]	3.00 kg-CO ₂ / kg
灯油	リットル[L]	2.489 kg-CO ₂ / L
電気	キロワットアワー[kWh]	表8 参照

表8 V地域又はVI地域が該当する電力事業者の排出係数の実績値(単位:kg-CO₂/kWh)

電気事業者	2007年度排出係数	2008年度排出係数	2008年度調整後排出係数
東京電力	0.425	0.418	0.332
中部電力	0.470	0.455	0.424
関西電力	0.366	0.355	0.299
中国電力	0.677	0.674	0.501
四国電力	0.392	0.378	0.326
九州電力	0.387	0.374	0.348
沖縄電力	0.934	0.946	0.946

※2007年度実績値(左列)は中国電力および沖縄電力以外は環境省公表値、中国電力および沖縄電力については自ら公表した値を記しました。また、中央列および右列の数値は2009年12月公表の最新値(「調整後排出係数」は電気事業者が取得し国へ移転した京都メカニズムクレジットの量を反映した係数)です。ただし、本書におけるCO₂排出量計算では左列の数値(2007年度実績値)を使用しています。このように、CO₂排出係数は年度ごとに更新されるため、最新の値については環境省ホームページを参照して下さい。

- ・なお、ある技術や設計手法を採用した場合に削減される二酸化炭素排出量を計算する際に、表8の係数とは異なる係数が用いられることがあります。例えば、地球温暖化対策推進本部による「京都議定書目標達成計画の進捗状況」(平成20年7月29日)中の削減効果の算出の一部において、火力発電の排出係数として $0.6\text{kg-CO}_2/\text{kWh}$ が用いられています。

3) 経済性：イニシャルコスト、年間エネルギーコスト（ランニングコスト）、単純償却年数

- ・本書で扱うイニシャルコストは定価をベースとした概算値です。ただし、オープン価格の設備機器については、市場価格の調査結果によっています。
- ・給湯の年間エネルギーコストは、当該地域における電力会社、ガス会社の料金計算体系によりました。その他のエアコンや家電製品の電気料金は、「新電力料金目安単価(税別 22円/kWh)」により算出しました。
- ・単純償却年数は、イニシャルコストの増加分をエネルギーコストの削減により何年で回収できるかを示すもので、次式により求めることができます。

単純償却年数[年]

$$= \text{イニシャルコスト増加額}[\text{円}] \div \text{年間エネルギーコスト削減額}[\text{円}/\text{年}]$$

6.2 要素技術の適用による省エネルギー性、環境性、コストの評価

6.2.1 VI地域における評価結果

1 省エネルギー性

- ・省エネルギー性(年間の消費エネルギー量)の評価結果は、表9のとおりです。
- ・表は、要素技術のそれぞれについて、各レベルにおける年間のエネルギー消費量の計算結果、レベル0に対するエネルギー消費量削減割合および適用手法を示しています。

表9 省エネルギー性の評価結果<VI地域>

用途	要素技術	レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
冷房	冷房設備計画	10.3GJ 0 エアコン COP3	8.6GJ ▲16.4% エアコン COP4	8.2(7.6)GJ ▲20.5(▲25.9)% エアコン COP3 + 扇風機・天井扇(又は COP5)	7.0GJ ▲31.4% エアコン COP4 + 扇風機・天井扇	6.4GJ ▲37.6% エアコン COP5 + 扇風機・天井扇
換気	換気設備計画	ダクト式 0 通常効率ファン (AC モーター)	2.0GJ ▲36.3% 通常効率ファン (AC モーター) ダクト大口 径化	1.5GJ ▲52.9% 高効率ファン (DC モー ター) ダクト大口径化		
		壁付け式 0 ターボファン 屋外端末: 一般フ ード	2.3GJ ▲16.6% ターボファン 屋外端末: メーカーが 組み合わせを確認			
給湯	太陽熱給湯 給湯設備 計画	13.8GJ 0 従来型ガス給湯機 (上記以外の例とし て)	12.0GJ ▲13.0% 潜熱回収型ガス給湯 機	9.9GJ ▲28.3% 潜熱回収型ガス給湯機 + 配管工法・節湯		7.7GJ ▲44.2% 自然冷媒ヒートポンプ式電気給 湯機(省エネモード)
		13.1GJ ▲5.1% 従来型石油給湯機	11.8GJ ▲14.5% 潜熱回収型石油給湯 機	9.8GJ ▲29.0% 潜熱回収型石油給湯機 + 配管工法・節湯		6.3GJ ▲54.3% 自然冷媒ヒートポンプ式電気給 湯機(省エネモード) + 配管工 法・節湯
				8.9GJ ▲35.5% 自然冷媒ヒートポンプ式 電気給湯機 (沸上中モード)		5.2GJ ▲62.3% 太陽熱給湯 (太陽熱温水器: 平板式) + 従 来型ガス給湯機
照明	照明設備 計画	13.6GJ 0 従来型機器 + 在室 時常時点灯又は on-off 点灯 + 一室 一灯方式	11.0GJ ▲18.8% 高効率機器 + on-off 点灯 + 一室一灯方式	10.6GJ ▲22.0% 高効率機器 + 調光 + 一室一灯方式	9.4GJ ▲30.6% 高効率機器 + 調光 + 多灯分散方式 (簡易)	
家電	高効率家電 電機器	21.4GJ 0 従来型家電 (1997 年製)	17.1GJ ▲20% 省エネ製品 (500kWh 減)	12.8GJ ▲40% 省エネ製品 (1000kWh 減)		
調理	調理用機 器	4.4GJ ガスコンロまたはIHクッキングヒーター (値はガスコンロに関する調査結果による)				
全体		66.6GJ ^{※3} 0	55.1GJ~39.7GJ ▲17.3%~▲40.4%			

※1 上段数値:年間の1次エネルギー消費量、下段数値:エネルギー消費量削減割合

※2 給湯については、実証実験に用いた機種については表中(レベル0およびレベル1~4の2段目以降)に示す省エネルギー効果が確認された。

※3 換気設備計画においてダクト式とした場合。

2 環境性

- ・環境性(年間の二酸化炭素排出量)の評価結果は、表 10 のとおりです。
- ・表は、要素技術のそれぞれについて、各レベルにおける年間の二酸化炭素排出量の計算結果、レベル0 に対する二酸化炭素排出量削減割合および適用手法を示しています。

表 10 環境性の評価結果<VI地域>

用途	要素技術	レベル 0	レベル 1	レベル 2	レベル 3	レベル 4
冷房	冷房設備計画	983kg 0 エアコン COP3	821kg ▲16.4% エアコン COP4	781(728)kg ▲20.5(▲25.9)%エ アコン COP3 +扇風機・天井扇 (又は COP5)	674kg ▲31.4% エアコン COP4 +扇風機・天井扇	613kg ▲37.6% エアコン COP5 +扇風機・天井扇
換気	換気設備計画	ダ ク ト 0 通常効率ファン (AC モーター)	188kg ▲36.3% 通常効率ファン (AC モーター) ダクト大口径化	139kg ▲52.9% 高効率ファン (DC モーター) ダクト大口径化		
		壁 付 け 式 0 ターボファン 屋外端末:一般 フード	221kg ▲16.6% ターボファン 屋外端末:メーカ ーが組み合わせを確認			
給湯	太陽熱給湯 給湯設備計画	713kg (都 市 ガ ス) 0 835kg (LPG) +17.1% 従来型ガス給湯 機 (上記以外の例と して) 893kg +25.2% 従来型石油給湯 機	632kg(都市ガス) ▲11.4% 737kg(LPG) ▲3.4% 潜熱回収型ガス給 湯機	527kg ▲26.1% 潜熱回収型ガス給 湯機 +配管工法・節湯		774kg +8.6% 自然冷媒ヒートポンプ式 電気給湯機 (省エネモード)
			809kg +13.5% 潜熱回収型石油給 湯機	670kg ▲6.0% 潜熱回収型石油給 湯機 +配管工法・節湯		632kg ▲11.4% 自然冷媒ヒートポンプ式 電気給湯機(省エネモ ード)+配管工法・節湯
				895kg +25.5% 自然冷媒ヒートポン プ式電気給湯機 (沸上中モード)		278kg ▲61.0% 太陽熱給湯 (太陽熱温水器:平板式) +従来型ガス給湯機
照明	照明設備計画	1301kg 0 従来型機器+在 室時常時点灯 +一室一灯方式	1057kg ▲17.0% 高効率機器 +on-off 点灯 +一室一灯方式	1016kg ▲20.3% 高効率機器 +調光 +一室一灯方式	903kg ▲29.1% 高効率機器+調 光+多灯分散方 式(簡易)	
家電	高効率家電機 器	2048kg 0 従来型家電 (1997 年製)	1636kg ▲20% 省エネ製品 (500kWh 減)	1225kg ▲40% 省エネ製品 (1000kWh 減)		
調理	調理用機器	223kg(都市ガス) ガスコンロまたは IH クッキングヒーター				
全体		5563kg ^{※3} 0	4734kg~3381kg ▲14.9%~▲39.2%			

※1 上段数値:年間の二酸化炭素排出量 (kg-CO₂)、下段数値:二酸化炭素排出量削減割合(▲:削減、+:増加)

※2 給湯については、実証実験に用いた機種のエネレギー消費量に基づいて、表7、表8(p.353)の換算係数を用いて、二酸化炭素排出量を算出した(CO₂ 排出係数は沖縄電力の値を用いた)。

※3 換気設備計画においてダクト式とした場合

3 経済性

1) イニシャルコスト

- ・イニシャルコストの評価結果は、表 11 のとおりです。
- ・表は、要素技術のそれぞれについて、各レベルの手法を適用したときのイニシャルコストの計算結果、レベル0に対するイニシャルコストとの増減額および適用手法を示しています。

表 11 イニシャルコストの評価結果<VI地域>

用途	要素技術	レベル 0	レベル 1	レベル 2	レベル 3	レベル 4
冷房	冷房設備計画	417 千円 0 エアコン COP3	461 千円 +44 千円 エアコン COP4	429(608) 千円 +12(+191) 千円 エアコン COP3 +扇風機・天井扇 (又は COP5)	473 千円 +56 千円 エアコン COP4 +扇風機・天井扇	620 千円 +203 千円 エアコン COP5 +扇風機・天井扇
換気	換気設備計画	ダクト式 0 通常効率ファン (AC モーター)	277 千円 +1 千円 通常効率ファン (AC モーター) ダクト大口径化	365 千円 +89 千円 高効率ファン (DC モーター) ダクト大口径化		
		壁付 け式 0 ターボファン 屋外端末: 一般フ ード	117 千円 ±0 千円 ターボファン 屋外端末: メーカー が組み合せを確認			
給湯	太陽熱給湯 給湯設備計画	0 従来型ガス給湯機 (上記以外の例とし て) 528 千円 +45 千円 従来型石油給湯機	544 千円 +61 千円 潜熱回収型ガス給湯 機	601 千円 +118 千円 潜熱回収型ガス給湯 機 +配管工法・節湯		916 千円 +433 千円 自然冷媒ヒートポンプ式電 気給湯機 (省エネモード)
			580 千円 +97 千円 潜熱回収型石油給湯 機	637 千円 +154 千円 潜熱回収型石油給湯 機 +配管工法・節湯		973 千円 +490 千円 自然冷媒ヒートポンプ式 電気給湯機 (省エネモード) +配管工法・節湯
				916 千円 +433 千円 自然冷媒ヒートポン プ式電気給湯機 (沸上中モード)		917 千円 +434 千円 太陽熱給湯 (太陽熱温水器: 平板式) +従来型ガス給湯機
照明	照明設備計画	407 千円 0 従来型機器 + 在室時常時点灯 又は on-off 点灯+一 室一灯方式	543 千円 +136 千円 高効率機器 +on-off 点灯 +一室一灯方式	580 千円 +173 千円 高効率機器 +調光 +一室一灯方式	675 千円 +268 千円 高効率機器 +調光+多灯分散 方式 (簡易)	
家電	高効率家電機 器	— 従来型家電 (1997 年製)	— 省エネ製品 (500kWh 減)	— 省エネ製品 (1000kWh 減)		
調理	調理用機器	— ガスコンロまたは IH クッキングヒーター				
電力	太陽光発電	0 0 採用しない	2,753 千円 +2,753 千円 3kW 程度	3,486 千円 +3,486 千円 4kW 程度		

※上段数値:イニシャルコスト(単価ベース)

下段数値:レベル 0 のイニシャルコストを 0 としたときのイニシャルコストの増減額(増額:+、減額:-)

2) 年間エネルギーコスト（ランニングコスト）

- ・年間エネルギーコストの評価結果は、表 12 のとおりです。
- ・表は、要素技術のそれぞれについて、各レベルの手法を適用したときの年間エネルギーコストの計算結果、レベル0に対するエネルギーコストとの増減額および適用手法を示しています。

表 12 年間エネルギーコストの評価結果<VI地域>

用途	要素技術	レベル 0	レベル 1	レベル 2	レベル 3	レベル 4
冷房	冷房設備計画	23 千円/年 0 エアコン COP3	19 千円/年 －4 千円/年 エアコン COP4	18(17)千円/年 －5(－6)千円/年 エアコン COP3 +扇風機・天井扇 (又は COP5)	16 千円/年 －7 千円/年 エアコン COP4 +扇風機・天井扇	14 千円/年 －9 千円 エアコン COP5 +扇風機・天井扇
換気	換気設備計画	ダクト式 7 千円/年 0 通常効率ファン (AC モーター)	4 千円/年 －3 千円/年 通常効率ファン (AC モーター) ダクト大口径化	3 千円/年 －4 千円/年 高効率ファン (DC モーター) ダクト大口径化		
		壁付け式 6 千円/年 0 ターボファン 屋外端末：一般フ ード	5 千円/年 －1 千円/年 ターボファン 屋外端末：メーカ ーが組み合わせを確 認			
給湯	太陽熱給湯 給湯設備計画	82 千円/年 0 従来型ガス給湯機 (上記以外の例とし て)	72 千円/年 －10 千円/年 潜熱回収型ガス給 湯機	62 千円/年 －20 千円/年 潜熱回収型ガス給湯 機 +配管工法・節湯		
		44 千円/年 －38 千円/年 従来型石油給湯機	40 千円/年 －42 千円/年 潜熱回収型石油給 湯機	33 千円/年 －49 千円/年 潜熱回収型石油給 湯機 +配管工法・節湯		
				9 千円/年 －73 千円/年 自然冷媒ヒートポン プ式電気給湯機 (沸上中モード)		
照明	照明設備計画	31 千円/年 0 従来型機器 +在室時常時点灯+ 一室一灯方式	25 千円/年 －6 千円/年 高効率機器 +on-off 点灯 +一室一灯方式	24 千円/年 －7 千円/年 高効率機器 +調光 +一室一灯方式	21 千円/年 －10 千円/年 高効率機器 +調光+多灯分散方 式（簡易）	
家電	高効率家電機器	48 千円/年 従来型家電 (1997 年製) 冷蔵庫 400L テレビ	39 千円/年 省エネ製品 (500kWh 減)	29 千円/年 省エネ製品 (1000kWh 減) 冷蔵庫 400L テレビ		
調理	調理用機器	— ガスコンロまたは IH クッキングヒーター				

※1 上段数値：年間エネルギーコスト

下段数値：レベル0の年間エネルギーコストを0としたときの年間エネルギーコストの削減額(増額：+、減額：－)

■イニシャルコストの試算条件(VI地域)

① 冷房

- ・エアコンの市場価格は、下記 Web サイトの調査結果をもとに算出した(2008 年 10 月)。
(1) img.yamada-denkiweb.com/item/list.php/special/2ct28/tm002/?lorder=1&ltype=1&Current_Page=1
(2) www.yodobashi.com/enjoy/more/productslist/cat_162_539_9560938/moid_542185/sr_nm/9560884.html
- ・エアコンは各室毎に次の能力、設置台数に設定した(3.1 参照)。
リビング・ダイニング 5kW×1 台、主寝室 2.8kW×1 台、子供室 3.6kW×1 台
- ・価格は全て WEB 特価(税込)である。
- ・エアコンの取付工事費は、地域の家電販売店に調査し、次の価格(基本工事費のみ、税込)を採用した。
能力 2.8kW 以内:15,000 円/台、2.9kW 以上:20,000 円/台
- ・扇風機は、地域の家電販売店に調査し、1 台あたり 4,000 円(税込)とした。

表 11 付表 日射遮蔽手法のレベルに対応したエアコンの価格と COP

付表1 価格帯

日射遮蔽手法のレベル	6畳間	8畳間	10 畳間	14 畳間
レベル0	144,800			
レベル1	84,100	175,900		
レベル2	89,400	112,300～119,200	179,600	221,700
レベル3		79,200		203,600
レベル4		89,400	103,100～132,800	147,500

付表2 冷房 COP

日射遮蔽手法のレベル	6畳間	8畳間	10 畳間	14 畳間
レベル0	5.8			
レベル1	5.1	5.5		
レベル2	4.9	5.1～5.4	5.4	4.8
レベル3		4.8		4.6
レベル4		5.1	4.6～5.3	3.7

表 11(イニシャルコストの評価結果)のエアコンの価格は、外皮の日射遮蔽についてレベル 0 を想定してエアコンに求められる最大冷房能力を前提として調査したものです。一方で、外皮の日射遮蔽性能を向上させることで、必要な最大冷房能力が下がり、小さめのエアコンで済むためにそのイニシャルコストを下げる可能性があります。

表 11 付表 1 は、日射遮蔽手法のレベルに応じて、部屋の広さ毎に最大冷房能力の要件を満たすエアコンの価格を調べた結果であり、確かに同じ広さの部屋であれば、日射遮蔽性能の向上によってエアコンの設置費用が安くなる傾向を確認することができます。例えば、8 畳間であると日射遮蔽手法レベル 1 の場合に約 17 万 6 千円であるのに対して、レベル 4 になるとほぼ半額の約 8 万 9 千円がエアコンの設置費用になっています。

ちなみに、表 11 付表 2 には、対応する機種のエネルギー効率を記しますが、最大冷房能力が小さい機種になると定格エネルギー効率が低下する傾向が見られますが、実質的には省エネルギー面ではほとんど問題ないと考えられます。

② 換気

- ・単価はメーカーカタログに掲載されているものは定価を、それ以外は建設物価の当該地域価格を採用した(2008 年 10 月)。
- ・定尺物(フレキシブルパイプ)については、単位長さ当りの単価に換算した。
- ・人工単価は、専門工別に建設物価(電工)の当該地域価格を採用した。
- ・工事費の人工数は、一戸建て新築工事における設備工事の中で常識的に考えられる範囲で想定した。
- ・消耗品、雑材、交通運搬費、諸経費は含まない。
- ・価格はすべて税抜きである。

③ 給湯

- ・単価はメーカーカタログに掲載されているものは定価を、それ以外は建設物価の当該地域価格を採用した(2008年10月)。
- ・見積範囲は、給湯機本体(リモコン、循環アダプタなど必要な別売品を含む)および給湯機廻りの配管(給水管、給湯管、ガス管)、建物内配管及び器具(台所水栓、浴室シャワー水栓)とした。
- ・定尺物(各種配管)については、単位長さ当りの単価に換算した。
- ・人工単価は、専門工別(配管工・電工)に建設物価の当該地域価格を採用した。
- ・工事費の人工数は、一戸建て新築工事における設備工事の中で常識的に考えられる範囲で想定した。
- ・消耗品、雑材、交通運搬費、諸経費は含まない。
- ・価格はすべて税抜きである。

④ 照明

- ・単価はメーカーカタログに掲載されている定価を採用した(2009年1月)。
- ・スイッチ類に関しては、既版の「自立循環型住宅への設計ガイドライン」(2005年6月発行)のコスト構成比率をもとに算出した。
- ・人工単価は、専門工別に建設物価の当該地域価格を採用した(2008年10月)。
- ・消耗品、雑材、交通運搬費、諸経費は含まない。
- ・価格はすべて税抜きである。

⑤ 太陽光発電

- ・見積範囲は、太陽光発電システム部材費、配線、加工・設置施工費、電力申請・検査費・諸経費とし、仮設足場は新築時共用とした。
- ・価格はすべて税抜きである。

■年間エネルギーコスト(ランニングコスト)の試算条件(VI地域)

① 都市ガス代

- ・都市ガス料金は、沖縄ガス(株)(<http://www.okinawagas.co.jp/>)における料金表をもとに算出した(表)。
- ※発熱量:61.954MJ/N m³
- ※料金区分のBを適用。
- ※基本料金は、VI地域(那覇)のエネルギー消費量標準値(表2参照)でエネルギー用途毎の構成比で按分した。

表 沖縄ガスにおける料金表(適用期間:平成20年4月～平成20年9月分のガス料金) 単位:円(税込)

料金区分	1ヶ月の使用量	基本料金	調整単位料金(※2)	基準単位料金
		1か月あたり	1 m ³ あたり	1 m ³ あたり
A	18 m ³ までの場合	796.95	350.2	340.158
B	19 m ³ ～152 m ³ までの場合	1,438.50	314.56	304.521
C	152 m ³ を超える場合	8,400.00	268.76	258.72

⑥ 灯油代

- ・灯油代は、(財)日本エネルギー経済研究所石油情報センター(<http://oil-info.iej.or.jp/>)の価格情報をもとに算出した。
- ※2008年10月の調査結果を適用。

給油所の店頭灯油価格(沖縄):2,264 円/18L

⑦ 電気代

・夜間蓄熱式機器以外の機器による電気代は、電力料金目安単価(税込み 22 円/kWh)により算出した。したがって、電力のエネルギーコストを精緻に求めたい場合には、電力会社ごとの目安単価により換算する必要がある。

※電力料金目安単価:(社)全国家庭電気製品公正取引協議会(<http://www.eftc.or.jp/>)における製造業表示規約に定められた電気代の表示に用いられる電気単価である。

・夜間蓄熱式機器を設置した住宅における電気代は、沖縄電力(株)(<http://www.okiden.co.jp/>)の季節別時間帯別電灯「Ee らいふ」を適用し算出した(表)。

※基本料金は、VI地域(那覇)のエネルギー消費量標準値(表2参照)でエネルギー用途毎の構成比で按分した。

※自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機の通電制御割引(機器容量 2kVA)を適用可。また、全電化住宅割引を適用することを想定した。

表 Ee らいふの料金単価表(平成 20 年 9 月検針分の電気料金。燃料費調整単価は 0 円)

	区分		単位	料金単価(円、税込)
基本料金	—		1 契約	1,575.00
電力量料金	昼間時間	夏季	1kWh	38.37
		その他季	〃	35.04
	生活時間		〃	26.22
	夜間時間		〃	11.46
5 時間通電機器割引			1kW	210
通電制御型夜間蓄熱型機器割引			〃	157.5
Ee プラン割引(全電化住宅割引)			—	割引対象額×10%

(注)1.「夏季」とは、毎年 7 月 1 日から 9 月 30 日までの期間をいう。「その他季」とは、「夏季」以外の期間をいう。

2.「昼間時間」とは、平日(月曜日から土曜日まで)10 時から 17 時までの時間をいう。

3.「生活時間」とは、平日では 7 時から 10 時、17 時から 23 時、選択約款に定める休日等では 7 時から 23 時の時間をいう。

4.「夜間時間」とは、「昼間時間」および「生活時間」以外の時間をいう。

5.「割引対象額」とは、基本料金と電力量料金の合計をいう。

6.Ee プラン割引上限額は、1 契約につき 3,150 円/月(税込)とする。

7.「全電化住宅」とは、住宅すべての熱源を電気でまかなうことをいう。

6.2.2 V地域における評価結果

1 省エネルギー性

- ・省エネルギー性(年間の消費エネルギー量)の評価結果は、表 13 のとおりです。
- ・表は、要素技術のそれぞれについて、各レベルにおける年間のエネルギー消費量の計算結果、レベル0 に対するエネルギー消費量削減割合および適用手法を示しています。

表 13 省エネルギー性の評価結果<V地域>

用途	要素技術		レベル 0	レベル 1	レベル 2	レベル 3	レベル 4
冷房	暖冷房設備計画(エアコン冷房)		5.7GJ 0 (LDK) 冷房 COP3 (他居室) 冷房 COP3	5.4GJ ▲5% (LDK) 冷房 COP4 (他居室) 冷房 COP3	4.8GJ ▲15% (LDK) 冷房 COP5 + 扇風機・天井扇 (他居室) 冷房 COP3	4.3GJ ▲25% (LDK) 冷房 COP5 + 扇風機・天井扇 *適切な機器容量設定 (他居室) 冷房 COP3	3.7GJ ▲35% (LDK) 冷房 COP5 + 扇風機・天井扇 *適切な機器容量設定 (他居室) 冷房 COP≧5.1
暖房	暖冷房設備計画(エアコン暖房)		5.0GJ 0 (LDK) 暖房 COP4.14 (主 寝 室) 暖 房 COP5.72 (子 供 室) 暖 房 COP5.65 ＜暖房のレベル 0＞	4.8GJ ▲5% (LDK) 暖房 COP5.20 (主寝室) 暖房 COP5.72 (子供室) 暖房 COP5.65 ＜暖房のレベル 1＞	4.8GJ ▲5% (LDK) 暖房 COP5.20 (主 寝 室) 暖 房 COP5.72 (子 供 室) 暖 房 COP5.65 ＜暖房のレベル 1＞	3.5GJ ▲30% (LDK) 暖房 COP6.22 (主 寝 室) 暖 房 COP5.72 (子 供 室) 暖 房 COP5.65 ＜暖房のレベル 4＞	3.5GJ ▲30% (LDK) 暖房 COP6.22 (主 寝 室) 暖 房 COP5.72 (子 供 室) 暖 房 COP5.65 ＜暖房のレベル 4＞
換気	換 気 設 備 計画	ダクト式	3.1GJ 0 通常効率ファン (AC モーター)	2.0GJ ▲36.1% 通常効率ファン (AC モーター) ダクト大口径化	1.5GJ ▲52.5% 高効率ファン (DC モーター) ダクト大口径化		
		壁 付 け式	1.0GJ 0 ターボファン 屋外端末:一般フード	0.8GJ ▲17.1% ターボファン 屋外端末:メーカーが組み合せを確認			
給湯	太陽熱給湯給湯設備計画		19.2GJ 0 従来型ガス給湯機 (上記以外の例として) 18.1GJ ▲5.7% 従来型石油給湯機	16.3GJ ▲15.1% 潜熱回収型ガス給湯機	13.5GJ ▲29.7% 潜熱回収型ガス給湯機 +配管工法・節湯	12.1GJ ▲37.0% 自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機 (省エネモード)	9.9GJ ▲48.4% 自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機 (省エネモード) +配管工法・節湯
				16.3GJ ▲15.1% 潜熱回収型石油給湯機	13.4GJ ▲30.2% 潜熱回収型石油給湯機		10.0GJ ▲47.9% 太陽熱給湯 (太陽熱温水器:平板式)+ 従来型ガス給湯機
				15.3GJ ▲20.3% 自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機 (沸上中モード)	+配管工法・節湯		
照明	照明設備計画		11.3GJ 0 従来型機器 + 在室時常時点灯 + 一室一灯方式	7.4GJ ▲34.5% 高効率機器 +on-off 点灯 +一室一灯方式	6.1GJ ▲46.1% 高効率機器+調光 +一室一灯方式	5.8GJ ▲48.8% 高効率機器+調光 +多灯分散方式 (簡易)	
家電	高効率家電機器		19.9GJ 0 従来型家電 (1997 年製)	15.9GJ ▲20% 省エネ製品 (500kWh 減)	11.9GJ ▲40% 省エネ製品 (1000kWh 減)		
調理	調理用機器		4.4GJ ガスコンロまたは IH クッキングヒーター(値はガスコンロに関する調査結果による)				
全体			68.6GJ※4 0	56.3GJ～40.7GJ ▲17.9%～▲40.7%			

※1 上段数値:年間の 1 次エネルギー消費量、下段数値:エネルギー消費量削減割合

※2 暖房(エアコン)については、冷房(エアコン)の機器の能力によって決まる 1 次エネルギー消費量を掲げた。

※3 給湯については、実証実験に用いた機種については表中(レベル 0 およびレベル 1~4 の 2 段目以降)に示す省エネルギー効果が確認された。

※4 換気設備計画においてダクト式とした場合。

2 環境性

- ・環境性(年間の二酸化炭素排出量)の評価結果は、表 14 のとおりです。
- ・表は、要素技術のそれぞれについて、各レベルにおける年間の二酸化炭素排出量の計算結果、レベル0 に対する二酸化炭素排出量削減割合および適用手法を示しています。

表 14 環境性の評価結果<V 地域>

用途	要素技術	レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
冷房	暖冷房設備計画 (エアコン冷房)	226kg 0 (LDK) 冷房COP3 (他居室) 冷房COP3	215kg ▲5% (LDK) 冷房COP4 (他居室) 冷房COP3	192kg ▲15% (LDK) 冷房COP5 +扇風機・天井扇 (他居室) 冷房COP3	170kg ▲25% (LDK) 冷房COP5 +扇風機・天井扇 *適切な機器容量設定 (他居室) 冷房COP3	147kg ▲35% (LDK) 冷房COP5 +扇風機・天井扇 *適切な機器容量設定 (他居室) 冷房COP≥5.1
暖房	暖冷房設備計画 (エアコン暖房)	198kg 0 (LDK) 暖房COP4.14 (主寝室) 暖房COP5.72 (子供室) 暖房COP5.65 <暖房のレベル0>	188kg ▲5% (LDK) 暖房COP5.20 (主寝室) 暖房COP5.72 (子供室) 暖房COP5.65 <暖房のレベル1>	188kg ▲5% (LDK) 暖房COP5.20 (主寝室) 暖房COP5.72 (子供室) 暖房COP5.65 <暖房のレベル1>	139kg ▲30% (LDK) 暖房COP6.22 (主寝室) 暖房COP5.72 (子供室) 暖房COP5.65 <暖房のレベル4>	139kg ▲30% (LDK) 暖房COP6.22 (主寝室) 暖房COP5.72 (子供室) 暖房COP5.65 <暖房のレベル4>
換気	換気設備計画	ダクト式 122kg 0 通常効率ファン (ACモーター)	78kg ▲36.1% 通常効率ファン (ACモーター) ダクト大口径化	58kg ▲52.5% 高効率ファン (DCモーター) ダクト大口径化		
		壁付け式 41kg 0 ターボファン 屋外端末：一般フード	34kg ▲17.1% ターボファン 屋外端末：メーカー が組み合せを確認			
給湯	太陽熱給湯 給湯設備計画	966kg(都市ガス) 0 1138kg(LPG) +17.8% 従来型ガス給湯機 (上記以外の例として) 1211kg +25.4% 従来型石油給湯機	819kg(都市ガス) ▲15.2% 963kg(LPG) ▲0.3% 潜熱回収型ガス 給湯機 1086kg +12.4% 潜熱回収型石油給湯機 637kg ▲34.1% 自然冷媒ヒートポン プ式電気給湯機 (沸上中モード)	675kg(都市ガス) ▲30.1% 潜熱回収型ガス給湯機 +配管工法・節湯 893kg ▲7.6% 潜熱回収型石油給湯機 +配管工法・節湯	503kg ▲47.9% 自然冷媒ヒートポン プ式電気給湯機 (省エネモード)	411kg ▲57.5% 自然冷媒ヒートポン プ式電気給湯機 (省エネモード) +配管工法・節湯 499kg ▲48.3% 太陽熱給湯 (太陽熱温水器：平板式) +従来型ガス給湯機
照明	照明設備計画	448kg 0 従来型機器 +在室時常時点灯 +一室一灯方式	294kg ▲34.5% 高効率機器 +on-off点灯 +一室一灯方式	241kg ▲46.1% 高効率機器 +調光 +一室一灯方式	229kg ▲48.8% 高効率機器 +調光 +多灯分散方式 (簡易)	
家電	高効率家電機器	789kg 0 従来型家電 (1997年製)	631kg ▲20% 省エネ製品 (500kWh減)	473kg ▲40% 省エネ製品 (1000kWh減)		
調理	調理用機器	223kg(都市ガス) ガスコンロまたはIHクッキングヒーター				
全体		2972kg ^{※4} 0	2715kg~1680kg ▲8.6%~▲43.5%			

- ※1 上段数値：年間の二酸化炭素排出量 (kg-CO₂)、下段数値：二酸化炭素排出量削減割合(▲：削減、+：増加)
- ※2 暖房(エアコン)については、冷房(エアコン)の機器の能力によって決まる二酸化炭素排出量を掲げた。
- ※3 給湯については、実証実験に用いた機種のエネラギー消費量に基づいて、表7、表8の換算係数を用いて、二酸化炭素排出量を算出した(CO₂ 排出係数は九州電力の値を用いた)。
- ※4 換気設備計画においてダクト式とした場合。

3 経済性

1) イニシャルコスト

- ・イニシャルコストの評価結果は、表 15 のとおりです。
- ・表は、要素技術のそれぞれについて、各レベルの手法を適用したときのイニシャルコストの計算結果、レベル0に対するイニシャルコストとの増減額および適用手法を示しています。

表 15 イニシャルコストの評価結果<V 地域>

用途	要素技術	レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
冷房 暖房	暖冷房設備計画 (エアコン)	417千円/年 0 (LDK) 冷房COP3 (他居室) 冷房COP3	461千円/年 +44千円/年 (LDK) 冷房COP4 (他居室) 冷房COP3	477千円/年 +60千円/年 (LDK) 冷房COP5 +扇風機・天井扇 (他居室) 冷房COP3	477千円/年 +60千円/年 (LDK) 冷房COP5 +扇風機・天井扇 *適切な機器容量設定 (他居室) 冷房COP3	477千円/年 +60千円 (LDK) 冷房COP5 +扇風機・天井扇 *適切な機器容量設定 (他居室) 冷房COP ≥ 5.1
換気	換気設備計画	ダクト式	284千円 0 通常効率ファン (ACモーター)	298千円 +14千円 通常効率ファン (ACモーター) ダクト大口径化	386千円 +102千円 高効率ファン (DCモーター) ダクト大口径化	
		壁付け式	109千円 0 ターボファン 屋外端末：一般フード	109千円 ±0千円 ターボファン 屋外端末：メーカーが組み合せを確認		
給湯	太陽熱給湯 給湯設備計画	483千円 0 従来型ガス給湯機 (上記以外の例として) 528千円 +45千円 従来型石油給湯機	544千円 +61千円 潜熱回収型ガス給湯機 580千円 +97千円 潜熱回収型石油給湯機 916千円 +433千円 自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機 (沸上中モード)	601千円 +118千円 潜熱回収型ガス給湯機 +配管工法・節湯 637千円 +154千円 潜熱回収型石油給湯機 +配管工法・節湯	916千円 +433千円 自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機 (省エネモード)	973千円 +490千円 自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機 (省エネモード) +配管工法・節湯 917千円 +434千円 太陽熱給湯 (太陽熱温水器：平板式) +従来型ガス給湯機
照明	照明設備計画	484千円 0 従来型機器 +在室時常時点灯 又はon-off点灯 +一室一灯方式	539千円 +55千円 高効率機器 +on-off点灯 +一室一灯方式	574千円 +90千円 高効率機器 +調光 +一室一灯方式	734千円 +250千円 高効率機器 +調光 +多灯分散方式 (簡易)	
家電	高効率家電機器	— 従来型家電 (1997年製)	— 省エネ製品 (500kWh減)	— 省エネ製品 (1000kWh減)		
調理	調理用機器	— ガスコンロまたはIHクッキングヒーター				
電力	太陽光発電	0 0 採用しない	2,546千円 +2,546千円 3kW程度	3,209千円 +3,209千円 4kW程度		

2) 年間エネルギーコスト（ランニングコスト）

- ・年間エネルギーコストの評価結果は、表 16 のとおりです。
- ・表は、要素技術のそれぞれについて、各レベルの手法を適用したときの年間エネルギーコストの計算結果、レベル0に対するエネルギーコストとの増減額および適用手法を示しています。

表 16 年間エネルギーコストの評価結果<V 地域>

用途	要素技術	レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
冷房	暖冷房設備計画 (エアコン冷房)	12.8千円/年 0 (LDK) 冷房COP3 (他居室) 冷房COP3	12.2千円/年 -0.6千円/年 (LDK) 冷房COP4 (他居室) 冷房COP3	10.9千円/年 -1.9千円/年 (LDK) 冷房COP5 +高風機・天井扇 (他居室) 冷房COP3	9.6千円/年 -3.2千円/年 (LDK) 冷房COP5 +高風機・天井扇 *適切な機器容量設定 (他居室) 冷房COP3	8.4千円/年 -4.4千円/年 (LDK) 冷房COP5 +高風機・天井扇 *適切な機器容量設定 (他居室) 冷房COP ≥ 5.1
暖房	暖冷房設備計画 (エアコン暖房)	11.3千円/年 0 (LDK) 暖房COP4.14 (主寝室) 暖房COP5.72 (子供室) 暖房COP5.65 <暖房のレベル0>	10.7千円/年 -0.6千円/年 (LDK) 暖房COP5.20 (主寝室) 暖房COP5.72 (子供室) 暖房COP5.65 <暖房のレベル1>	10.7千円/年 -0.6千円/年 (LDK) 暖房COP5.20 (主寝室) 暖房COP5.72 (子供室) 暖房COP5.65 <暖房のレベル1>	7.9千円/年 -3.4千円/年 (LDK) 暖房COP6.22 (主寝室) 暖房COP5.72 (子供室) 暖房COP5.65 <暖房のレベル4>	7.9千円/年 -3.4千円/年 (LDK) 暖房COP6.22 (主寝室) 暖房COP5.72 (子供室) 暖房COP5.65 <暖房のレベル4>
換気	換気設備計画	ダクト式 6.9千円/年 0 通常効率ファン (ACモーター)	4.4千円/年 -2.5千円/年 通常効率ファン (ACモーター) ダクト大口径化	3.3千円/年 -3.6千円/年 高効率ファン (DCモーター) ダクト大口径化		
		壁付け式 2.3千円/年 0 ターボファン 屋外端末：一般フード	1.9千円/年 -0.4千円/年 ターボファン 屋外端末：メーカー が組み合せを確認			
給湯	太陽熱給湯 給湯設備計画	103千円/年 0 従来型ガス給湯機 (上記以外の例として) 36千円/年 -67千円/年 従来型石油給湯機	91千円/年 -12千円/年 潜熱回収型ガス給湯機 33千円/年 -70千円/年 潜熱回収型石油給湯機 16千円/年 -92千円/年 自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機 (沸上中モード)	78千円/年 -25千円/年 潜熱回収型ガス給湯機 +配管工法・節湯 27千円/年 -76千円/年 潜熱回収型石油給湯機 +配管工法・節湯	13千円/年 -90千円/年 自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機 (省エネモード)	10千円/年 -93千円/年 自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機 (省エネモード) +配管工法・節湯 64千円/年 -39千円/年 太陽熱給湯 (太陽熱温水器：平板式) +従来型ガス給湯機
照明	照明設備計画	25千円/年 0 従来型機器 +在室時常時点灯 又はon-off点灯 +一室一灯方式	17千円/年 -8千円/年 高効率機器 +on-off点灯 +一室一灯方式	14千円/年 -11千円/年 高効率機器 +調光 +一室一灯方式	13千円/年 -12千円/年 高効率機器 +調光 +多灯分散方式 (簡易)	
家電	高効率家電機器	45千円/年 従来型家電 (1997年製)	36千円/年 省エネ製品 (500kWh減)	27千円/年 省エネ製品 (1000kWh減)		
調理	調理用機器	— ガスコンロまたはIHクッキングヒーター				

※1 上段数値：年間エネルギーコスト

下段数値：レベル0の年間エネルギーコストを0としたときの年間エネルギーコストの削減額(増額：+、減額：-)

※2 暖房(エアコン)については、冷房(エアコン)の機器の能力によって決まる年間エネルギーコストを掲げた。

■イニシャルコストの試算条件(V地域)

① 冷房 (暖房)

・エアコンの市場価格は、下記 Web サイトの調査結果をもとに算出した(2008 年 10 月)。

(1) img.yamada-denkiweb.com/item/list.php/special/2ct28/tm002/?lorder=1&ltype=1&Current_Page=1

(2) www.yodobashi.com/enjoy/more/productslist/cat_162_539_9560938/moid_542185/sr_nm/9560884.html

・エアコンは各室毎に次の能力、設置台数に設定した(3.1 参照)。

リビング・ダイニング 5kW×1 台、主寝室 2.8kW×1 台、子供室 2.2kW×2 台

・価格は全て WEB 特価(税込)である。

・エアコンの取付工事費は、地域の家電販売店に調査し、次の価格(基本工事費のみ、税込)を採用した。

能力 2.8kW 以内:15,000 円/台、2.9kW 以上:20,000 円/台

・扇風機は、地域の家電販売店に調査し、1 台あたり 4,000 円(税込)とした。

② 換気

・単価はメーカーカタログに掲載されているものは定価を、それ以外は建設物価の当該地域価格を採用した(2008 年 10 月)。

・定尺物(フレキシブルパイプ)については、単位長さ当りの単価に換算した。

・人工単価は、専門工別に建設物価(電工)の当該地域価格を採用した。

・工事費の人工数は、一戸建て新築工事における設備工事の中で常識的に考えられる範囲で想定した。

・消耗品、雑材、交通運搬費、諸経費は含まない。

・価格はすべて税抜きである。

③ 給湯

・単価はメーカーカタログに掲載されているものは定価を、それ以外は建設物価の当該地域価格を採用した(2008 年 10 月)。

・見積範囲は、給湯機本体(リモコン、循環アダプタなど必要な別売品を含む)および給湯機廻りの配管(給水管、給湯管、ガス管)、建物内配管及び器具(台所水栓、浴室シャワー水栓)とした。

・定尺物(各種配管)については、単位長さ当りの単価に換算した。

・人工単価は、専門工別(配管工・電工)に建設物価の当該地域価格を採用した。

・工事費の人工数は、一戸建て新築工事における設備工事の中で常識的に考えられる範囲で想定した。

・消耗品、雑材、交通運搬費、諸経費は含まない。

・価格はすべて税抜きである。

④ 照明

・単価はメーカーカタログに掲載されている定価を採用した(2009 年 1 月)。

・スイッチ類に関しては、既版の「自立循環型住宅への設計ガイドライン」(2005 年 6 月発行)のコスト構成比率をもとに算出した。

・人工単価は、専門工別に建設物価の当該地域価格を採用した(2008 年 10 月)。

・消耗品、雑材、交通運搬費、諸経費は含まない。

・価格はすべて税抜きである。

⑤ 太陽光発電

・見積範囲は、太陽光発電システム部材費、配線、加工・設置施工費、電力申請・検査費・諸経費とし、仮設足場は新築時共用とした。

・価格はすべて税抜きである。

■年間エネルギーコスト（ランニングコスト）の試算条件（V地域）

① 都市ガス代

・都市ガス料金は、日本ガス(株) (<http://www.nihongas.co.jp/>) における料金表をもとに算出した(表)。

※発熱量:46.04655MJ/N m³

※料金区分のBを適用。

※基本料金は、V地域(鹿児島)のエネルギー消費量標準値(表2参照)でエネルギー用途毎の構成比で按分。

表 日本ガスにおける料金表(適用期間:平成20年4月～平成20年9月分のガス料金) 単位:円(税込)

料金区分	1ヶ月の使用量	基本料金1ヶ月あたり	調整単位料金(※2)1m ³ あたり	基準単位料金1m ³ あたり
A	25 m ³ までの場合	719.25	268.9994	258.3787
B	25 m ³ 超 150 m ³ までの場合	2,237.55	208.2464	197.6257
C	150 m ³ を超える場合	6,731.55	178.2899	167.6692

⑥ 灯油代

・灯油代は、(財)日本エネルギー経済研究所石油情報センター (<http://oil-info.iej.or.jp/>) の価格情報をもとに算出した。

※2009年1月の調査結果を適用。給油所の店頭灯油価格(鹿児島):1.323円/18L

⑦ 電気代

・夜間蓄熱式機器以外の機器による電気代は、電力料金目安単価(税込み22円/kWh)により算出した。したがって、電力のエネルギーコストを精緻に求めたい場合には、電力会社ごとの目安単位により換算する必要がある。

※電力料金目安単価:(社)全国家庭電気製品公正取引協議会 (<http://www.eftc.or.jp/>) における製造業表示規約に定められた電気代の表示に用いられる電気単価である。

・夜間蓄熱式機器を設置した住宅における電気代は、九州電力(株) (<http://www.kyuden.co.jp/>) の季節別時間帯別電灯「電化 de ナイト」を適用し算出した(表)。

※基本料金は、V地域(鹿児島)のエネルギー消費量標準値(表2参照)でエネルギー用途毎の構成比で按分。

※自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機の8時間通電機器割引(機器容量2kW)を適用可。

表 電化 de ナイトの料金単価表(平成21年1月検針分の電気料金。燃料費調整単価は0.79円/kWh)

	区分		単位	料金単価(円、税込)
基本料金	6kVA以下の場合		1契約	1,155.00
	6kVA超の場合	10kVAまで	1契約	1,575.00
		10kVA超過分	10kVA超過	283.50
電力量料金	デイトタイム	夏季	1kWh	32.73
		その他季	1kWh	27.23
	リビングタイム		1kWh	20.55
	ナイトタイム		1kWh	8.05
8時間通電機器割引			1kVA	210.00
5時間通電機器割引			1kVA	231.00
最低月額料金			1契約	420.00

(注)1.「夏季」とは、7月1日から9月30日までの期間をいう。「その他季」とは、「夏季」以外の期間をいう。

2.「デイトタイム」とは、毎日10時から17時までの時間をいう。

3.「リビングタイム」とは、毎日8時から10時、17時から22時までの時間をいう。

4.「ナイトタイム」とは、「デイトタイム」および「リビングタイム」以外の時間をいう。

6.3 エネルギー消費量推定方法と設計計算事例

6.3.1 エネルギー消費量推定方法の概要

本節では、本書で取り上げた要素技術を適用したときのエネルギー消費量(省エネルギー効果)の推定方法を示しています。より精度の高いエネルギー消費量の推定方法の開発は今後も引き続き課題となりますが、設計過程でおおよそのエネルギー消費量および削減量の目安をたてることができ、設計内容の見直しや施主への提案・説明などに利用できますので活用して下さい。

次頁以降に、エネルギー消費量の推定に用いることができる、“要素技術のエネルギー消費率の早見表”と“エネルギー消費量の算定表”の2つの表を掲げています。

- ・“早見表”は、各要素技術について適用する手法とそれによって決まるエネルギー消費率をチェックするための表です。この表では、第3章から第5章において示した内容にしたがい、レベルを達成する要件となる手法などの条件を、「水と生ゴミの処理と効率的利用」に係わる技術を除き網羅しています。自立循環型住宅を目指す住宅設計のための要素技術の手法とその効果をまとめた表となっていますので活用して下さい。
- ・“算定表”は、“早見表”で確認した要素技術のエネルギー消費率を用いて、エネルギー用途ごとおよび全体のエネルギー消費量を推定するための表です。エネルギー消費基準値と比較することにより、エネルギー消費削減率を推定できます。

“早見表”および“算定表”は、地域および暖冷房設備の運転方式の違いにより複数の種類を用意しましたので、選別して使って下さい。用意した表の種類は、以下のとおりです。

VI地域(6.3.2)

■別表1-1 要素技術のエネルギー消費率の早見表(VI地域用)

■別表1-2 エネルギー消費量の算定表(VI地域用)

V地域(6.3.3)

■別表2-1 要素技術のエネルギー消費率の早見表(V地域用 部分間欠暖冷房用の場合)

■別表2-2 エネルギー消費量の算定表(V地域 部分間欠暖冷房用の場合)

■別表3-1 要素技術のエネルギー消費率の早見表(V地域用 全館連続暖冷房の場合)

■別表3-2 エネルギー消費量の算定表(V地域用 全館連続暖冷房の場合)

6.3.2 VI地域のエネルギー消費量推定方法、設計計算事例

■別表 1-1 要素技術のエネルギー消費率の早見表（VI地域用）

用途	エネルギー標準値	要素技術※	評価指標・手法	エネルギー消費率（標準値を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	10.36J	自然風の利用・制御 (3.1)	手法 ①通風経路上の開口 a 小, b 大 ②卓越風向に応じた開口 ③高窓 a 小, b 大	1.0	0.96	0.91	0.88	
			立地1 風速 1m/s以上	□手法を非採用	□①a、③a	□①b、③b	—	
			立地2 風速 1m/s以下	□手法を非採用 □①a、③a	□①a+②、③a+② □①b、③b	□①b+② □③b+②	—	
			風速 1〜2m/s以下	□手法を非採用	—	□①a、③a □①a+②、③a+②	□①b、③b □①b+②、③b+②	
			風速 2m/s以上	□手法を非採用	—	□①a、③a	□①a+②、③a+② □①b、③b □①b+②、③b+②	
		日射遮蔽手法 (4.2)	手法 ①外部遮蔽装置 ②躯体 a 通気, b 断熱, c 反射	1.0	0.9	0.8	0.75	0.7
			立地1 ① クラス0	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱	□②c 反射
			① クラス1	□対策なし	□②a 通気	—	—	□②b 断熱 □②c 反射
			① クラス2	—	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱 □②c 反射
			① クラス3	—	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱 □②c 反射
			立地2 ① クラス0	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱 □②c 反射	—
			① クラス1	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱	□②c 反射
			① クラス2	—	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱 □②c 反射
			① クラス3	□対策なし	□②a 通気	□②b 断熱 □②c 反射	—	—
			立地3 ① クラス0	□対策なし	□②a 通気	□②b 断熱 □②c 反射	—	—
			① クラス1	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱 □②c 反射	—
			① クラス2	□対策なし	□②a 通気	—	—	□②b 断熱 □②c 反射
			① クラス3	□対策なし	□②a 通気	□②a 通気	—	□②b 断熱 □②c 反射
		冷房設備計画 (5.1)	手法 ①高効率エアコン(COP) ②扇風機・天井扇利用	1.0 □COP3	0.9 □COP4	0.8 □COP3+② □COP5	0.75 □COP4+②	0.65 □COP5+②
換気	3.16J 2.86J	換気設備計画 (5.3)	ダクト式 ①ダクト圧力損失低減 ②高効率機器	1.0 □手法を非採用	0.7 □①	0.5 □①+②		
			壁付け ①ファンと屋外端末の 組み合わせの適正化	1.0 □手法を非採用	0.8 □①			
給湯	13.86J	太陽熱給湯 (3.5)	手法 ①集熱面積 a 小, b 中, c 大 ②補助熱源との接続 a なし, b 三方 弁, c ソーラー循環ユニット ③省エネ型循環ポンプ	1.0 □従来型 ガス給湯機	0.9 □①a+②a	0.7 □①a+②c □①b+②b	0.5 □①b+②c □①b+②c+③	0.3 □①c+②c □①c+②c+③
		給湯設備計画 (5.4)	手法 ②-1 潜熱回収給湯機 ②-2 CO ₂ HP給湯機 ③配管工法・節湯具	1.0 □従来型 ガス給湯機	0.9 □②-1 □③	0.8 □②-1+③ □②-2(通上中モード)	—	0.6 □②-2(省エネモード) □②-2(省エネモード) +③
照明	13.66J	星光利用 (3.2)	採光 条件 ①LD2面採光 ②LD・老2面採光 ③LD・老2面・ 非居室1面採光	1.0 □基準法相当の 採光条件	0.97-0.98 立地1 □③ 立地2 □② 立地3 □①	0.95 — □③	0.9 — □③	
		照明設備計画 (5.5)	手法 ①機器による手法 ②運転・制御手法 ③設計による手法	1.0 □従来型	0.85 □①	0.8 □①+②	0.7 □①+②+③	
家電	21.46J	高効率家電 機器の導入 (5.6)	製造年の目安	1.0 □2000年標準 (0kWh)	0.8 □省エネ製品 (▲500kWh)	0.6 □省エネ製品 (▲1000kWh) +待機電力低減		
その他 (調理)	4.46J			1.0 □調理機器				
合計	66.66J 66.36J							
電力		太陽光発電 (3.3)	(部類) 太陽電池の容量	削減なし □採用しない	33.76J削減 □3kW程度	45.06J削減 □4kW程度		

※各要素技術の()内の表記は第3章～第5章での解説箇所を示します。

■別表 1-2 エネルギー消費量の算定表（VI地域用）

用途	算定式	設計値	標準値	削減率
冷房	10.3 × (× ×)	GJ	10.3J	
換気	3.1 × (2.8)	GJ	3.1GJ (2.8GJ)	
給湯	13.8 × (太陽熱給湯または給湯設備)	GJ	13.8GJ	
照明	13.6 × (×)	GJ	13.6GJ	
家電	21.4 ×	GJ	21.4GJ	
その他(調理)	4.4 ×	GJ	4.4GJ	
合計		GJ	66.6GJ (66.3GJ)	
電力(削減量)	太陽電池による発電量 (☐ 0.0GJ ☐ 33.7GJ ☐ 45.0GJ)		▲ GJ	
総計		GJ	66.6GJ (66.3GJ)	

【注意事項】

1. 共通

- (1) エネルギー標準値は、VI地域に立地する4人家族向けの鉄筋コンクリート造平屋建て住宅の年間エネルギー消費量の概算値を示します。
- (2) エネルギー消費率は、エネルギー標準値を 1.0 としたときの各レベルのエネルギー消費量を表します。
- (3) 斜線部分は、レベルの設定がないかまたは該当する手法等がないことを示します。
- (4) 要素技術ごとに、該当する手法等のチェックボックスに「」マークを入れ、エネルギー消費率の値を○で囲んで下さい。
- (5) 要素技術のうち節水等に有効な「5.7 水と生ゴミの処理と効率的利用」については、本推定法の適用対象外としています。

2. 冷房関係

- (1) 「自然風の利用・制御」は、立地条件と外部風速を選択した上で、①から③のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。立地条件は区域建蔽率(計画建物の周囲直径 50mの区域の建蔽率)により次の2つに区分されます。

立地1:都市型の立地(区域建蔽率が 20%超)

立地2:郊外型の立地(区域建蔽率が 20%以下)

- (2) 「日射遮蔽手法」は、立地条件と外部遮蔽装置のクラスを選択した上で、①と②のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。立地条件は各方位の隣戸等までの水平距離により次の3つに区分されます。

立地1:北・南－6m以内、東・西－3m以内

立地2:北・南－6m超 10m以内、東・西－3m超 6m以内

立地3:全方位－10m超

外部遮蔽装置のクラスは各方位の庇等の設置状況(窓庇間距離 Y1、窓高さ Y2、庇の出Z、花ブロック)により次の3つに区分されます(窓庇間距離はクラス1の北のみ Y1=0、他は Y1≤400 となります)。

クラス1:北－Y2≤900・Z≥200、東－Y2≤1300・Z≥600、南－Y2≤2000・Z≥1000、西－Y2≤1300・Z≥1000

クラス2:北－Y2≤900・Z≥600、東－Y2≤1300・Z≥1000、南－Y2≤2000・Z≥1500、西－Y2≤1300・Z≥1500

クラス3:北－Y2≤900・Z≥600、東－Y2≤1300・Z≥1000、南－Y2≤2000・Z≥1500、西－Y2≤1300・Z≥1500・花ブロック

(3)「冷房設備計画」は、①と②のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。

3. 換気関係

「換気設備計画」は、換気方式(ダクト式、壁付け式)を選択した上で、採用する手法によりレベルを確定して下さい。

4. 給湯関係

(1)「太陽熱給湯」は、①から③のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。

(2)「給湯設備計画」は、②と③のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。

5. 照明関係

(1)「昼光利用」は、立地条件を選択した上で、室の採光条件によりレベルを確定して下さい。採光条件の“LD”はリビング・ダイニング、“老”は老人室・子供室等、“非居室”は台所・廊下・玄関・洗面所・浴室・便所を表します。立地条件は次の3つに区分されます。

立地1:太陽光の利用が困難な過密・高層型の立地

立地2:太陽光の利用に工夫が必要な過密型の立地

立地3:太陽光の利用が容易な郊外型の立地

(2)「照明設備計画」は、①から③のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。

6. 家電関係

「高効率家電機器の導入」は、最重点家電(冷蔵庫、テレビ)および重点家電(温水暖房便座、電気ポット、洗濯機)の製造年または年間削減消費電力量(2000年頃に保有されていた製品を基準とする)によりレベルを確定して下さい。

7. その他(調理)関係

対象としている調理エネルギーの消費量は、機器による有意差がみられませんので、標準値の4.4GJの値を適用して下さい。

8. 電力関係

「太陽光発電」を採用した場合は、地域および太陽電池の容量により推定される1次エネルギー消費の削減量(発電量)を選択して下さい。早見表は那覇における削減量を示しています(他の地域の削減量については、3.3を参照して下さい)。

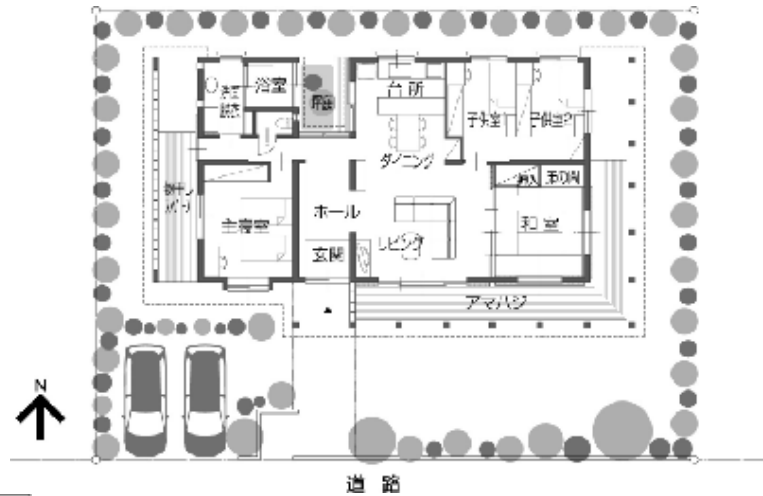
9. 算定表の記載

(1)算定式欄には、早見表で確定した各要素技術のエネルギー消費率等を記載し、用途別にエネルギー消費量の設計値と削減率を求めます。

(2)合計欄には、冷房からその他(調理)までのエネルギー消費量の設計値の合計を記載して下さい。総計欄には、太陽光発電による電力の削減量を差し引いて求めた設計値の総計を記載します。

[VI地域・設計計算事例その1]

◆建物の概要



■設計諸元	
構造	鉄筋コンクリート造
階数	平屋建て
敷地面積	432.0㎡ (130.7坪)
建築面積	185.5㎡ (56.1坪)
延床面積	145.3㎡ (44.0坪)
家族構成 夫婦＋子供2人	

◆設計プロセスの概要

設計手順Ⅰ
与条件・要求条件の把握

那覇市郊外に立地する敷地で、周辺の建物密集度は低く、自然エネルギー利用の可能性は高い。
住まい手の意識は、「自然へのこだわり度」は高く、「安定した室内への環境へのこだわり度」は低い。伝統的自然生活指向～自然生活指向のライフスタイルを希求している。

設計手順Ⅱ
設計目標・方針の設定

建築的手法（自然エネルギー活用技術、建物外皮の熱遮断技術）への取り組みを最大限行う。
設備的手法（省エネルギー設備技術）の一部（給湯、家電）について効率の高い機器の導入をはかる。
以上により30%程度のエネルギー削減率を目指す。

設計手順Ⅲ
設計モデル化

（主要要素技術の適用）

鉄筋コンクリート造の平屋建て、南面の開口方向に3室配置した構成で、室相互はできるだけ開放的に連続させる。
外部ベリーメーターには、南面と東面に深い庇、西面に庇および花ブロックを配置する。

●自然風の利用／制御レベル3
条件 立地2：郊外型の立地（区域遮蔽率20%以下）、夏期の外部風速は2m/s以上
適用手法 外部開口部は掃き出し窓と腰窓の組み合わせとし、手法1a（開口面積小の組み合わせ）を採用。また、開口部の一面を卓越風向に向けて配置し、手法2を採用。
●日射遮蔽手法／レベル4
条件 立地3：隣戸等までの水平距離は10m超
適用手法 外部遮蔽装置クラス3：南面と東面に1500mm以上の出寸法の庇を設置、西面に花ブロックを設置。躯体の日射遮蔽対策：屋根表面に日射反射率0.7以上の仕上げ材を塗装（平屋建てで屋根面メンテナンスが比較的容易なため）。(M値：0.096)
●昼光利用／レベル3
条件 立地3：太陽光利用が容易な立地
適用手法 リビング・ダイニングと老人室（和室を想定）・子供室に2面採光、非居室に1面の採光を確保（採光条件3を達成）。

設計手順Ⅳ
設計モデル分析・効果検証

省エネルギー性：約32%
コスト：回収年数約9.4年（冷房、換気、給湯、照明）

◆省エネルギー性の検証

■別表 1-1 要素技術のエネルギー消費率の早見表（VI地域用）・事例その 1

用途	エネルギー 標準値	要素技術※	評価指標・手法	エネルギー消費率（標準値を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	10.36J	自然風の利用・制御 (3.1)	手法 ①通風経路上の開ロ a 小, b 大 ②卓越風向に応じた開口 ③高窓 a 小, b 大	1.0	0.96	0.91	0.88	
			立地1 風速 1m/s以上	□手法を非採用	□①a、③a	□①b、③b	—	
			立地2 風速 1m/s以下	□手法を非採用	□①a+②、③a+② □①a、③a	□①b+② □③b+②	—	
			風速 1〜2m/s以下	□手法を非採用	—	□①a、③a □①a+②、③a+②	□①b、③b □①b+②、③b+②	
			風速 2m/s以上	□手法を非採用	—	□①a、③a	□①a+②、③a+② □①b、③b □①b+②、③b+②	
		日射遮蔽手法 (4.2)	手法 ①外部遮蔽装置 ②躯体 a 通気, b 断熱, c 反射	1.0	0.9	0.8	0.75	0.7
			立地1 ① クラス0	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱	□②c 反射
			① クラス1	□対策なし	□②a 通気	—	—	□②b 断熱 □②c 反射
			① クラス2	—	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱 □②c 反射
			① クラス3	—	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱 □②c 反射
			立地2 ① クラス0	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱 □②c 反射	—
			① クラス1	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱	□②c 反射
			① クラス2	—	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱 □②c 反射
			① クラス3	—	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱 □②c 反射
			立地3 ① クラス0	□対策なし	□②a 通気	□②b 断熱 □②c 反射	—	—
			① クラス1	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱 □②c 反射	—
			① クラス2	□対策なし	□②a 通気	—	—	□②b 断熱 □②c 反射
			① クラス3	□対策なし	□②a 通気	□②a 通気	—	□②b 断熱 □②c 反射
		冷房設備計画 (5.1)	手法 ①高効率エアコン(COP) ②扇風機・天井扇利用	1.0 □COP3	0.9 □COP4	0.8 □COP3+② □COP5	0.75 □COP4+②	0.65 □COP5+②
換気	3.16J	換気設備計画 (5.3)	ダクト式 ①ダクト圧力損失低減 換気 ②高効率機器	1.0	0.7	0.5		
	2.86J		壁付け ①ファンと屋外端末の 式換気 組み合せの適正化	1.0 □手法を非採用	0.8 □①	□①+②		
給湯	13.86J	太陽熱給湯 (3.5)	手法 ①集熱面積 a 小, b 中, c 大 ②補助熱源との接続 a なし, b 三方 弁, c ソーラー換熱ユニット ③省エネ型循環ポンプ	1.0	0.9	0.7	0.5	0.3
		給湯設備計画 (5.4)	手法 ②-1 潜熱回収給湯機 ②-2 CO ₂ HP給湯機 ③配管工法・節湯具	1.0 □従来型 ガス給湯機	0.9 □②-1 □③	0.8 □①a+②a □①a+②c □①b+②b	— □①b+②c □①b+②c+③	0.6 □②-2(省エネモード) □②-2(省エネモード) +③
照明	13.66J	昼光利用 (3.2)	採光 条件 ①LD2面採光 ②LD・老2面採光 ③LD・老2面+ 非居室1面採光	1.0 □基準法相当の 採光条件	0.97-0.98 立地1 □③ 立地2 □② 立地3 □①	0.95 — □③ □②	0.9 — □③	
		照明設備計画 (5.5)	手法 ①機器による手法 ②運転・制御手法 ③設計による手法	1.0 □従来型	0.85 □①	0.8 □①+②	0.7 □①+②+③	
家電	21.46J	高効率家電 機器の導入 (5.6)	製造年の目安	1.0 □2000年標準 (0kWh)	0.8 □省エネ製品 (▲500kWh)	0.6 □省エネ製品 (▲1000kWh) +待機電力低減		
その他 (調理)	4.46J			1.0 □調理機器				
合計	66.66J 66.36J							
電力		太陽光発電 (3.3)	(節電) 太陽電池の容量	削減なし □採用しない	33.76J削減 □3kW程度	45.06J削減 □4kW程度		

※各要素技術の()内の表記は第3章～第5章での解説箇所を示します。

■別表 1-2 エネルギー消費量の算定表（VI地域用）・事例その 1

用途	算定式	設計値	標準値	削減率
冷房	10.3 × (0.88 × 0.70 × 0.75)	4.76GJ	10.3GJ	53.8%
換気	3.1 × 0.70	2.17GJ	3.1GJ	30.0%
給湯	13.8 × 0.80 (太陽熱給湯または給湯設備)	11.04GJ	13.8GJ	20.0%
照明	13.6 × (0.90 × 0.80)	9.79GJ	13.6GJ	28.0%
家電	21.4 × 0.60	12.84GJ	21.4GJ	40.0%
その他(調理)	4.4 × 1.0	4.4GJ	4.4GJ	0.0%
合計		45.0GJ	66.6GJ	32.4%
電力(削減量)	太陽電池による発電量 (□0.0GJ □33.7GJ □45.0GJ)	▲ 0.0GJ		
総計		45.0GJ	66.6GJ	32.4%

・省エネルギー性(年間の 1 次エネルギー消費削減率)は、約 32.4%となります。

◆コストの検証

- ・採用した各要素技術・手法について、主として設備機器等のインシヤルコストおよび年間エネルギーコストの推定を行います。なお、自然風の利用、日射遮蔽手法、昼光利用および家電については、インシヤルコストの増分の評価が難しいため、この検証には含めていません。
- ・下表は、表 11、表 12 に示したコスト評価の結果を基に、2000 年頃の標準的な住宅を基準として、各エネルギー用途におけるインシヤルコストの増額、年間エネルギーコストの減額を示しています。この場合、インシヤルコスト増額分のエネルギーコスト削減による回収年数(単純償却年数)は、約9.4年となります。
- ・インシヤルコスト 増加額 約348千円
- ・年間エネルギーコスト 削減額 約37千円／年
- ・回収年数(単純償却年数)

$$= \text{インシヤルコスト増加額[円]} \div \text{年間エネルギーコスト削減額[円／年]}$$

$$= 348\text{千円} \div 37\text{千円／年}$$

$$= 9.4\text{年}$$

インシヤルコスト、エネルギーコストの増減額(事例その 1)

用途		インシヤルコスト 増額	年間エネルギーコスト 減額
冷房	レベル3	+56千円	-7千円／年
換気	レベル1	+1千円	-3千円／年
給湯	レベル2	+118千円	-20千円／年
照明	レベル2	+173千円	-7千円／年
計		+348千円	-37千円／年

[VI地域 設計計算事例その2]

◆建物の概要



■設計諸元	
構造	鉄筋コンクリート造
階数	2階建て
敷地面積	215.6㎡
建築面積	102.3㎡
延床面積	147.8㎡
家族構成 夫婦+子供2人	

◆設計プロセスの概要

設計手順Ⅰ 与条件・要求条件の把握	郡類市内に立地する敷地で、周辺の建物密集度は比較的高く、自然エネルギー利用に際しては工夫を要する。 住まい手の意識は、「自然へのこだわり度」はやや高く、「安定した室内への環境へのこだわり度」は中程度で、自然生活指向～設備生活指向のライフスタイルを希求している。
設計手順Ⅱ 設計目標・方針の設定	建築的手法（自然エネルギー活用技術、建物外皮の熱遮断技術）への取り組みは可能な範囲で行い、日射遮蔽については周辺建物等による遮蔽効果を考慮してできるかぎり譲じる。 設備的手法（省エネルギー設備技術）としては極力効率の高い機器の導入をはかる。 以上により 40%程度のエネルギー削減率を目指す。
設計手順Ⅲ 設計モデル化 (主要要素技術の適用)	鉄筋コンクリート造2階建てとし、敷地の形状により、南面の間口が狭く奥行きが深い建物平面形状とする。 中央部に吹き抜けを設けて1、2階の連続性を高める。吹き抜け上部に高窓を設けて、密集住宅地における通風、昼光利用の促進をはかる。 ●自然風の利用／制御／レベル1 条件 立地1：都市型の立地（区域遮蔽率20%超）、夏期の外部風速は1m/s以上 適用手法 外部開口部は掃き出し窓と腰窓の組み合わせとし、手法1a（開口面積小の組み合わせ）を採用（付加的に、高窓（頂側窓）を吹き抜け上部に設置し、手法3aを採用）。 ●日射遮蔽手法／レベル2 条件 立地1：隣戸等までの水平距離は6mまたは3m以内 適用手法 外部遮蔽装置クラス1：南面と東面に1000mm以上の出寸法の庇を設置。躯体の日射遮蔽対策：屋根上に数ブロックを設置し屋根通気層を確保。（M値：0.095） ●昼光利用／レベル2 条件 立地2：太陽光利用に工夫が必要な立地 適用手法 リビング・ダイニングと老人室（和室を想定）・子供室に2面採光、非居室に1面の採光を確保（採光条件3を達成）。
設計手順Ⅳ 設計モデル分析・効果検証	省エネルギー性：約38% コスト：回収年数約10.6年（冷房、換気、給湯、照明）

◆省エネルギー性の検証

■別表 1-1 要素技術のエネルギー消費率の早見表（VI地域用）・事例その2

用途	エネルギー標準値	要素技術※	評価指標・手法	エネルギー消費率(標準値を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	10.36J	自然風の利用・制御 (3.1)	手法 ①通風経路上の開ロ a 小, b 大 ②卓越風向に応じた開ロ ③高さ a 小, b 大	1.0	0.96	0.91	0.88	
			立地1 風速 1m/s以上	□手法を非採用	☑①a, ③a	□①b, ③b	—	
			立地2 風速 1m/s以下	□手法を非採用 □①a, ③a	□①a+②, ③a+② □①b, ③b	□①b+② □③b+②	—	
			風速 1~2m/s以下	□手法を非採用	—	□①a, ③a □①a+②, ③a+②	□①b, ③b □①b+②, ③b+②	
			風速 2m/s以上	□手法を非採用	—	□①a, ③a	□①a+②, ③a+② □①b, ③b □①b+②, ③b+②	
		日射遮蔽手法 (4.2)	手法 ①外部遮蔽装置 ②躯体 a 通気, b 断熱, c 反射	1.0	0.9	0.8	0.75	0.7
			立地1 ① クラス0	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱	□②c 反射
			① クラス1	□対策なし	□②a 通気	—	—	□②b 断熱 □②c 反射
			① クラス2	—	□対策なし	☑②a 通気	—	□②b 断熱 □②c 反射
			① クラス3	—	□対策なし	☑②a 通気	—	□②b 断熱 □②c 反射
			立地2 ① クラス0	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱 □②c 反射	—
			① クラス1	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱	□②c 反射
			① クラス2	—	□対策なし	□②a 通気	—	□②b 断熱 □②c 反射
			① クラス3	□対策なし	□②a 通気	□②b 断熱 □②c 反射	—	—
			立地3 ① クラス0	□対策なし	□②a 通気	□②b 断熱 □②c 反射	—	—
換気	3.16J	換気設備計画 (5.3)	ダクト式 ①ダクト圧力損失低減 ②高効率機器	1.0	0.7	0.5		
	2.86J		壁付け 式換気 ①ファンと屋外端の 組み合せの適正化	1.0	0.8	—		
給湯	13.86J	太陽熱給湯 (3.5)	手法 ①集熱面積 a 小, b 中, c 大 ②補助熱源との接続 a なし, b 三方 弁, c ソーラー接続ユニット ③省エネ型断熱ポンプ	1.0	0.9	0.7	0.5	0.3
			①従来型 ガス給湯機	□①a+②a	□①a+②c □①b+②b	□①b+②c+③	□①c+②c □①c+②c+③	—
	給湯設備計画 (5.4)	②-1 潜熱回収給湯機 ②-2 CO ₂ HP給湯機 ③配管工法・節湯具	1.0	0.9	0.8	—	0.6	—
			□従来型 ガス給湯機	□②-1 □③	□②-1+③ □②-2(通上中モード)	—	□②-2(省エネモード) □②-2(省エネモード) +③	—
照明	13.66J	昼光利用 (3.2)	採光 条件 ①LD2面採光 ②LD・老2面採光 ③LD・老2面+ 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1 □③ 立地2 □② 立地3 □①	— ☑③ □②	— □③	—	
	照明設備計画 (5.5)	手法 ①機器による手法 ②運転・制御手法 ③設計による手法	1.0	0.85	0.8	0.7		
			□従来型	□①	□①+②	☑①+②+③	—	
家電	21.46J	高効率家電 機器の導入 (5.6)	製造年の目安	1.0	0.8	0.6		
				□2000年標準 (0kWh)	□省エネ製品 (▲500kWh)	☑省エネ製品 (▲1000kWh) +待機電力低減		
その他 (調理)	4.46J	—	—	1.0	—	—	—	—
合計	66.66J 66.36J	—	—	調理機器	—	—	—	—
電力	—	太陽光発電 (3.3)	(部額) 太陽電池の容量	削減なし ☑採用しない	33.76J削減 □3kWh程度	45.06J削減 □4kWh程度	—	—

※各要素技術の()内の表記は第3章～第5章での解説箇所を示します。

■別表 1-2 エネルギー消費量の算定表（VI地域用）・事例その 2

用途	算定式	設計値	標準値	削減率
冷房	10.3 × (0.96 × 0.8 × 0.65)	5.14GJ	10.3GJ	50.1%
換気	3.1 × 0.5	1.55GJ	3.1GJ	50.0%
給湯	13.8 × 0.6 (太陽熱給湯または給湯設備)	8.28GJ	13.8GJ	40.0%
照明	13.6 × (0.95 × 0.7)	9.04GJ	13.6GJ	33.5%
家電	21.4 × 0.6	12.84GJ	21.4GJ	40.0%
その他(調理)	4.4 × 1.0	4.4GJ	4.4GJ	0.0%
合計		41.3GJ	66.6GJ	40.1%
電力(削減量)	太陽電池による発電量 (□0.0GJ □33.7GJ □45.0GJ)	▲ 0.0GJ		
総計		41.3GJ	66.6GJ	38.0%

・省エネルギー性(年間の 1 次エネルギー消費削減率)は、約 38.0%となります。

◆コストの検証

・採用した各要素技術・手法について、主として設備機器等のインシヤルコストおよび年間エネルギーコストの推定を行います。なお、自然風の利用、日射遮蔽手法、昼光利用および家電については、インシヤルコストの増分の評価が難しいため、この検証には含めていません。

・下表は、表 11、表 12 に示したコスト評価の結果を基に、2000 年頃の標準的な住宅を基準として、各エネルギー用途におけるインシヤルコストの増額、年間エネルギーコストの減額を示しています。この場合、インシヤルコスト増額分のエネルギーコスト削減による回収年数(単純償却年数)は、約10.6年となります。

・インシヤルコスト 増加額 約1050千円

・年間エネルギーコスト 削減額 約99千円/年

・回収年数(単純償却年数)

= インシヤルコスト増加額[円] ÷ 年間エネルギーコスト削減額[円/年]

= 1050千円 ÷ 99千円/年

= 10.6年

インシヤルコスト、エネルギーコストの増減額(事例その 2)

用途		インシヤルコスト 増額	年間エネルギーコスト 減額
冷房	レベル4	+203千円	-9千円/年
換気	レベル2	+89千円	-4千円/年
給湯	レベル4	+490千円	-76千円/年
照明	レベル3	+268千円(多灯分散簡易タイプ)	-10千円/年
計		+1050千円	-99千円/年

6.3.3 V地域のエネルギー消費量推定方法、設計計算事例

■別表 2-1 要素技術のエネルギー消費率の早見表（V地域用・部分間欠暖冷房の場合）

用途	エネルギー標準値	要素技術※	評価指標・手法	エネルギー消費率(標準値を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	5.76J	自然風の利用・制御 (3.1)	手法 ①通風経路上の開口 a 小, b 大 ②卓越風向に応じた開口 ③高窓 a 小, b 大	1.0	0.95	0.88	0.82					
			立地1 風速 1m/s以上	□手法を非採用	□①a、③a	□①b、③b	—					
			立地2 風速 1m/s以下	□手法を非採用	□①a+②、③a+② □①a、③a	□①b+② □③b+②	—					
			風速 1~2m/s以下	□手法を非採用	—	□①a、③a □①a+②、③a+②	□①b、③b □①b+②、③b+②					
			風速 2m/s以上	□手法を非採用	—	□①a、③a	□①a+②、③a+② □①b、③b □①b+②、③b+②					
			日射遮蔽手法 (4.3)	主開口面の方 位	南 1.0 南東または南西 1.3 東または西 1.1	0.85 0.8 0.8	0.7 0.75 0.75	0.55 0.65 0.65				
				開口部の 日射侵入率	真北±30° 上記以外	□0.79程度 □0.79程度	□0.79以下 □0.60以下	□0.55以下 □0.45以下	□0.55以下 □0.30以下			
		暖冷房設備 計画(冷房) (5.2)		エアコン ①高効率エアコン (定格効率) ②機器容量の適正化 ③扇風機・天井扇利用	1.0	0.95	0.85	0.75	0.65			
			その他の クラス0	LDK クラス0 □①<(3.5) □①<(3.0)+③	LDK クラス1 □①(≧3.5) □①(≧3.0)+③	LDK クラス3 □①(≧5.6) □①(≧3.7)+② □①(≧4.9)+③ □①(≧3.2)+②+③	LDK クラス5 □①(≧5.3)+② □①(≧4.9)+②+③					
			その他の クラス1	□①(≧3.8) □①(≧3.7)+② □①(≧3.3)+③ □①(≧3.2)+②+③	—	LDK クラス2 □①<(3.5) □①<(3.7)+② □①<(3.7)+③ □①<(3.2)+②+③	LDK クラス4 □①(≧4.4)+② □①(≧3.9)+②+③					
			その他の クラス2	□①(≧5.1) □①(≧4.9)+② □①(≧5.0)+③ □①(≧4.8)+②+③	—	LDK クラス1 □①(≧3.5) □①(≧3.0)+③	LDK クラス3 □①(≧5.6) □①(≧3.7)+② □①(≧4.9)+③ □①(≧3.2)+②+③	LDK クラス5 □①(≧5.3)+② □①(≧4.9)+②+③				
		暖房	5.06J	断熱外皮計画 (4.1)	省エネルギー基準	1.0	0.7	0.5	0.45	0.35		
				日射熱の利用 (3.4)	手法 ①開口部断熱向上 ②暑熱回復増加 ③蓄熱	1.0	0.95	0.9	0.8	0.6		
ほ地域	立地2 方位0~15° 方位15~30°			□手法を非採用	— □①+②	□①+② □①+②+③	□①+②+③					
	立地3 方位0~15° 方位15~30°			□手法を非採用	—	□①、②	□①+③	□①+② □①+②+③				
	に地域・ は地域・			立地2 方位0~15° 方位15~30°	□手法を非採用	— □①+② □①+②+③	□①、①+③ □①+② □①+②+③	□①+③ □①+② □①+②+③	□①+③ □①+②+③			
				立地3 方位0~15° 方位15~30°	□手法を非採用	□② —	□①、①+③ □①、①+③	□①+③ □①+② □①+②+③	□①+③ □①+②+③			
暖冷房設備 計画(暖房) (5.2)	エアコン (LDK) ①高効率エアコン (定格効率) ②機器容量の適正化			1.0 □①<(4.9)	0.95 □①(≧4.9) □①<(4.0)+②	0.85 □①(≧4.0)+②	0.75 □①(≧5.3)+②	0.7 □①(≧6.2)+②				
換気	3.16J 1.06J			換気設備計画 (5.3)	ダクト式 換気 ①ダクト圧力損失低減 ②高効率機器	1.0 □手法を非採用	0.6 □①	0.5 □①+②				
				壁付け 式換気 ①ファンと屋外端末の 組み合せの適正化	1.0 □手法を非採用	0.8 □①						
給湯	19.26J			太陽熱給湯 (3.5)	手法 ①集熱面積 a 小, b 中, c 大 ②補助熱源との接続 a なし, b 三方 弁, c ソーラー循環ユニット ③省エネ型循環ポンプ	1.0 □従来型 ガス給湯機	0.9 □①a+②a □①b+②b	0.7 □①a+②c □①b+②b	0.5 □①b+②c □①b+②c+③	0.3 □①c+②c □①c+②c+③		
				給湯設備計画 (5.4)	手法 ①LD2面採光 ②LD・老2面採光 ③LD・老2面+ 非居室1面採光	1.0 □従来型 ガス給湯機	0.9 □②-1 □②-2(湯上中モード) □③	0.8 □②-1+③	0.7 □②-2(省エネモード)	0.6 □②-2(省エネモード) +③		
				照明	11.36J	昼光利用 (3.2)	採光 条件 ①LD2面採光 ②LD・老2面採光 ③LD・老2面+ 非居室1面採光	1.0 □基準法相当の 採光条件	0.97-0.98 立地1 □③ 立地2 □② 立地3 □①	0.95 — □③	0.9 — □③	
						照明設備計画 (5.5)	手法 ①機器による手法 ②運転・制御手法 ③設計による手法	1.0 □従来型	0.7 □①	0.6 □①+②	0.5 □①+②+③	
家電	19.96J	高効率家電 機器の導入 (5.6)	製造年の目安	1.0 □2000年標準 (4kWh)	0.8 □省エネ製品 (▲500kWh)	0.6 □省エネ製品 (▲1000kWh) + 待機電力低減						
その他 (調理)	4.46J	—	—	1.0 □調理機器								
合計	68.66J 66.56J	—	—	—	—	—	—	—				
電力		太陽光発電 (3.3)	(鹿児島) 太陽電池の容量	削減なし □採用しない	32.76J削減 □3kWh程度	43.66J削減 □4kWh程度						

※ 各要素技術の()内の表記は第3章～第5章での解説箇所を示します。

■別表 2-2 エネルギー消費量の算定表（V地域用・部分間欠暖冷房の場合）

用途	算定式	設計値	基準値	削減率
冷房	$5.7 \times (\quad \times \quad \times \quad)$	GJ	5.7GJ	
暖房	$5.0 \times (\quad \times \quad \times \quad)$	GJ	5.0GJ	
換気	$3.1 \times \quad$ (1.0)	GJ	3.1GJ (1.0GJ)	
給湯	$19.2 \times \quad$ (太陽熱給湯または給湯設備)	GJ	19.2GJ	
照明	$11.3 \times (\quad \times \quad)$	GJ	11.3GJ	
家電	$19.9 \times \quad$	GJ	19.9GJ	
その他(調理)	$4.4 \times \quad$	GJ	4.4GJ	
合計		GJ	68.6GJ (66.5GJ)	
電力(削減量)	太陽電池による発電量 (□0.0GJ □32.7GJ □43.6GJ)	▲ GJ		
総計		GJ	68.6GJ (66.5GJ)	

【注意事項】

1. 共通

- (1) エネルギー標準値は、V地域に立地する4人家族向けの木造 2 階建て住宅の年間エネルギー消費量の概算値(部分間欠暖冷房方式の場合)を示します。
- (2) エネルギー消費率は、エネルギー標準値を 1.0 としたときの各レベルのエネルギー消費量を表します。
- (3) 斜線部分は、レベルの設定がないかまたは該当する手法等がないことを示します。
- (4) 要素技術ごとに、該当する手法等のチェックボックスに「 」マークを入れ、エネルギー消費率の値を○で囲んで下さい。
- (5) 要素技術のうち節水等に有効な「5.7 水と生ゴミの処理と効率的利用」については、本推定法の適用対象外としています。

2. 冷房関係(1)「自然風の利用・制御」は、立地条件と外部風速を選択した上で、①から③のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。立地条件は区域建蔽率(計画建物の周囲直径 50mの区域の建蔽率)により次の2つに区分されます。

立地1:都市型の立地(区域建蔽率が 20%超)

立地2:郊外型の立地(区域建蔽率が 20%以下)

- (2)「日射遮蔽手法」は、主開口面の方位を選択した上で、真北±30°およびそれ以外の方位に面する開口部の日射侵入率によりレベルを確定して下さい。複数の開口部がある場合には、最も低い日射侵入率により確定します。

- (3)「暖冷房設備計画」(冷房)は、①から③のうち採用する手法(クラス)によりレベルを確定して下さい。その場合、まずその他(LDK以外)の居室のクラスを、次いでLDKのクラスを選択して下さい。なお、別表は次のレベルの表記を省略しています。

レベル2⁻(0.9):その他クラス0+LDKクラス2、その他クラス1+LDKクラス1、その他クラス2+LDKクラス0

レベル3⁻(0.8):その他クラス0+LDKクラス4、その他クラス1+LDKクラス3、その他クラス2+LDKクラス2

レベル4⁻(0.7):その他クラス1+LDKクラス5、その他クラス2+LDKクラス4

3. 暖房関係

- (1)「断熱外皮計画」は、既存の省エネルギー基準を指標として該当する断熱水準のレベルを選択して下さい。
- (2)「日射熱の利用」は、断熱外皮のレベルが3以上であることが前提となります。PSP地域区分、立地条件、集熱開口部の方位(真南を基準0°とする)を選択した上で、①から③のうち採用する手法によりレベルを

確定して下さい。立地条件は日照障害の程度により次の2つに区分されます。＊に地域、は地域では、暖房負荷が大きくなると推定されます(3.4 参照)。

立地2:日照障害が 25%、立地3:日照障害が 0%、

(3)「暖冷房設備計画」(暖房)は、LDKのみが対象となります。①と②のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。

4. 換気関係

「換気設備計画」は、換気方式(ダクト式、壁付け式)を選択した上で、採用する手法によりレベルを確定して下さい。

5. 給湯関係

(1)「太陽熱給湯」は、①から③のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。

(2)「給湯設備計画」は、②と③のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。

6. 照明関係

(1)「昼光利用」は、立地条件を選択した上で、室の採光条件によりレベルを確定して下さい。採光条件の“LD”はリビング・ダイニング、“老”は老人室・子供室等、“非居室”は台所・廊下・玄関・洗面所・浴室・便所を表します。立地条件は次の3つに区分されます。

立地1:太陽光の利用が困難な過密・高層型の立地

立地2:太陽光の利用に工夫が必要な過密型の立地

立地3:太陽光の利用が容易な郊外型の立地

(2)「照明設備計画」は、①から③のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。

7. 家電関係

「高効率家電機器の導入」は、最重点家電(冷蔵庫、テレビ)および重点家電(温水暖房便座、電気ポット、洗濯機)の製造年または年間削減消費電力量(2000 年頃に保有されていた製品を基準とする)によりレベルを確定して下さい。

8. その他(調理)関係

対象としている調理エネルギーの消費量は、機器による有意差がみられないので、標準値の 4.4GJの値を適用して下さい。

9. 電力関係

「太陽光発電」を採用した場合は、地域および太陽電池の容量により推定される1次エネルギー消費の削減量(発電量)を選択して下さい。早見表は鹿児島における削減量を示しています(他の地域の削減量については、3.3 を参照して下さい)。

10. 算定表の記載

(1) 算定式欄には、早見表で確定した各要素技術のエネルギー消費率等を記載し、用途別にエネルギー消費量の設計値と削減率を求めます。

(2) 合計欄には、冷房からその他(調理)までのエネルギー消費量の設計値の合計を記載して下さい。総計欄には、太陽光発電による電力の削減量を差し引いて求めた設計値の総計を記載します。

■別表 3-1 要素技術のエネルギー消費率の早見表（V地域用・全館連続暖冷房の場合）

用途	エネルギー標準値	要素技術※	評価指標・手法	エネルギー消費率（標準値を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	27.16J	日射遮蔽手法 (4.3)	主開口 面の方位	南	1.0	0.85	0.7	0.55
				南東または南西	1.3	0.8	0.75	0.65
				東または西	1.1	0.8	0.75	0.65
			開口部の 日射侵入率	真北±30° 上記以外	□0.79程度 □0.79程度	□0.79以下 □0.60以下	□0.55以下 □0.45以下	□0.55以下 □0.30以下
		暖冷房設備 計画（冷房） (5.2)	手法 センtral冷房 ①高効率機器 ②温度調節機能付加	1.0 □手法を非採用	0.75 □①	0.6 □①+②		
暖房	13.46J	断熱外皮計画 (4.1)	省エネルギー基準		1.0 □昭和55基準	0.6 □平成4基準	0.5 □平成4・11中間	0.4 □平成11基準
							0.3 □平成11基準超	
		日射熱の利用 (3.4)	手法	①開口部断熱向上 ②集熱面積増加 ③蓄熱	1.0	0.95	0.85	0.75
							0.65	
			地域	立地2 方位0～15° 方位15～30°	□手法を非採用	— □①+②	□①+② □①+②+③	
				立地3 方位0～15° 方位15～30°	□手法を非採用	— □①、②	□①+③ □①+②+③	□①+② □①+②+③
			に地域* は地域*	立地2 方位0～15° 方位15～30°	□手法を非採用	— □①+② □①+②+③	□①+③ □①+②	□①+②+③ □①+②+③
				立地3 方位0～15° 方位15～30°	□手法を非採用	□② —	□①、①+③ □①+② □①+②+③	□①+②+③
		暖冷房設備 計画（暖房） (5.2)	手法 センtral暖房 ①高効率機器 ②温度調節機能付加	1.0 □手法を非採用	0.8 □①	0.55 □①+②		
換気	4.76J	換気設備計画 (5.3)	ダクト式 換気	①ダクト圧力損失低減 ②高効率機器	1.0 □手法を非採用	0.6 □①	0.5 □①+②	
給湯	19.26J	太陽熱給湯 (3.5)	手法	①集熱面積 a 小、b 中、c 大 ②補助熱源との接続 a なし、b 三方弁、 c ソーラー循環ユニット ③省エネ型循環ポンプ	1.0 □従来型 ガス給湯機	0.9 □①a+②a □①a+②c □①b+②b	0.7 □①b+②c □①b+②c+③	0.5 □①c+②c □①c+②c+③
		給湯設備計画 (5.4)	手法	②-1 潜熱回収給湯機 ②-2 002HP給湯機 ③配管工法・節湯具	1.0 □従来型 ガス給湯機	0.9 □②-1 □②-2（湯上中モード） □③	0.8 □②-1+③ □②-2（省エネモード）	0.7 □②-2（省エネモード） +③
照明	11.36J	星光利用 (3.2)	採光 条件	①LD2面採光 ②LD・老2面採光 ③LD・老2面+ 非居室1面採光	1.0 □基準法相当の 採光条件	0.97～0.98 立地1 □③ 立地2 □② 立地3 □①	0.95 — □③	0.9 — □③
家電	20.46J	高効率家電 機器の導入 (5.6)	製造年の目安		1.0 □2000年標準 (0kWh)	0.8 □省エネ製品 (▲500kWh)	0.6 □省エネ製品 (▲1000kWh) + 待機電力低減	
その他 (調理)	4.46J				1.0 □調理機器			
合計	100.56J							
電力		太陽光発電 (3.3)	(鹿児島) 太陽電池の容量	削減なし	32.76J削減	43.66J削減		
				□採用しない	□3kW程度	□4kW程度		

■別表 3-2 エネルギー消費量の算定表（V地域用・全館連続暖冷房の場合）

用途	算定式	設計値	標準値	削減率
冷房	27.1 × (× ×)	GJ	27.1GJ	
暖房	13.4 × (× ×)	GJ	13.4GJ	
換気	4.7 ×	GJ	4.7GJ	
給湯	19.2 × (太陽熱給湯または給湯設備)	GJ	19.2GJ	
照明	11.3 × (×)	GJ	11.3GJ	
家電	20.4 ×	GJ	20.4GJ	
その他(調理)	4.4 ×	GJ	4.4GJ	
合計		GJ	100.5GJ	
電力(削減量)	太陽電池による発電量 (□0.0GJ □32.7GJ □43.6GJ)	▲ GJ		
総計		GJ	100.5GJ	

【注意事項】

1. 共通

- (1) エネルギー標準値は、V地域に立地する4人家族向けの木造 2 階建て住宅の年間エネルギー消費量の概算値(全館連続暖冷房方式の場合)を示します。
- (2) エネルギー消費率は、エネルギー標準値を 1.0 としたときの各レベルのエネルギー消費量を表します。
- (3) 斜線部分は、レベルの設定がないかまたは該当する手法等がないことを示します。
- (4) 要素技術ごとに、該当する手法等のチェックボックスに「☐」マークを入れ、エネルギー消費率の値を○で囲んで下さい。
- (5) 要素技術のうち節水等に有効な「5.7 水と生ゴミの処理と効率的利用」については、本推定法の適用対象外としています。

2. 冷房関係

- (1) 「日射遮蔽手法」は、主開口面の方位を選択した上で、真北±30°およびそれ以外の方位に面する開口部の日射侵入率によりレベルを確定して下さい。複数の開口部がある場合には、最も低い日射侵入率により確定します。
- (2) 「暖冷房設備計画」(冷房)は、①と②のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。

3. 暖房関係

- (1) 「断熱外皮計画」は、既存の省エネルギー基準を指標として該当する断熱水準のレベルを選択して下さい。
- (2) 「日射熱の利用」は、断熱外皮のレベルが3以上であることが前提となります。PSP 地域区分、立地条件、集熱開口部の方位(真南を基準0°とする)を選択した上で、①から③のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。立地条件は日照障害の程度により次の2つに区分されます。*に地域、は地域では、暖房負荷が大きくなると推定されます(3.4 参照)。

立地2: 日照障害が 25%、立地3: 日照障害が 0%、
- (3) 「暖冷房設備計画」(暖房)は、①と②のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。

4. 換気関係

「換気設備計画」は、①と②のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。

5. 給湯関係

- (1) 「太陽熱給湯」は、①から③のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。
- (2) 「給湯設備計画」は、②と③のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。

6. 照明関係

(1) 「昼光利用」は、立地条件を選択した上で、室の採光条件によりレベルを確定して下さい。採光条件の“LD”はリビング・ダイニング、“老”は老人室・子供室等、“非居室”は台所・廊下・玄関・洗面所・浴室・便所を表します。立地条件は次の3つに区分されます。

立地1: 太陽光の利用が困難な過密・高層型の立地

立地2: 太陽光の利用に工夫が必要な過密型の立地

立地3: 太陽光の利用が容易な郊外型の立地

(2) 「照明設備計画」は、①から③のうち採用する手法によりレベルを確定して下さい。

7. 家電関係

「高効率家電機器の導入」は、最重点家電(冷蔵庫、テレビ)および重点家電(温水暖房便座、電気ポット、洗濯機)の製造年または年間削減消費電力量(2000年頃に保有されていた製品を基準とする)によりレベルを確定して下さい。

8. その他(調理)関係

対象としている調理エネルギーの消費量は、機器による有意差がありませんので、標準値の4.4GJの値を適用して下さい。

9. 電力関係

「太陽光発電」を採用した場合は、地域および太陽電池の容量により推定される1次エネルギー消費の削減量(発電量)を選択して下さい。早見表は鹿児島における削減量を示しています(他の地域の削減量については、3.3を参照して下さい)。

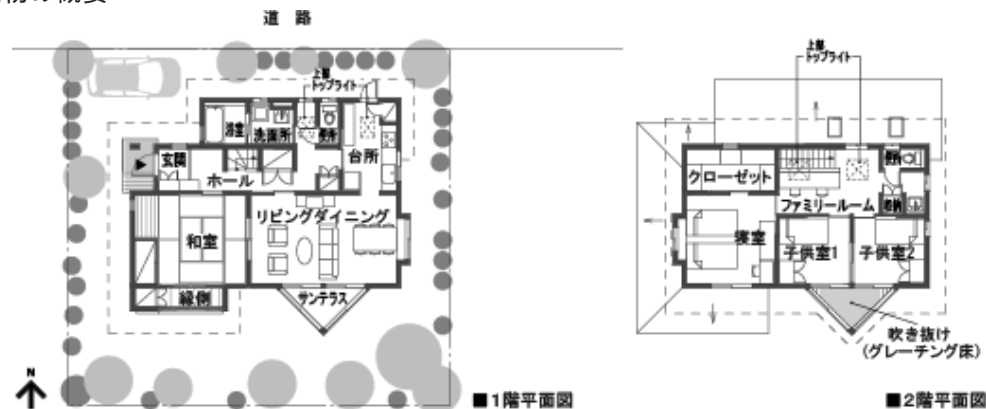
10. 算定表の記載

(1) 算定式欄には、早見表で確定した各要素技術のエネルギー消費率等を記載し、用途別にエネルギー消費量の設計値と削減率を求めます。

(2) 合計欄には、冷房からその他(調理)までのエネルギー消費量の設計値の合計を記載して下さい。総計欄には、太陽光発電による電力の削減量を差し引いて求めた設計値の総計を記載します。

[V地域 設計計算事例]

◆建物の概要



◆設計プロセスの概要

設計手順Ⅰ
与条件・要求条件の把握

鹿児島市郊外に立地する敷地で、周辺の建物密集度は低く、自然エネルギー利用の可能性は比較的高い。
住まい手の意識は、「自然へのこだわり度」はやや高く、「安定した室内への環境へのこだわり度」は中程度で、自然生活指向～設備生活指向のライフスタイルを希求している。

設計手順Ⅱ
設計目標・方針の設定

建築的手法（自然エネルギー活用技術、建物外皮の熱遮断技術）への取り組みをできるだけ廣じ、自然風利用のための空間構成、開口部配置等を工夫する。
設備的手法（省エネルギー設備技術）としては極力効率の高い機器の導入をはかる（暖冷房は部分間欠方式とする）。
以上により 40%程度のエネルギー削減率を目指す。

設計手順Ⅲ
設計モデル化

（主要要素技術の適用）

木造2階建てとし、南側に居室3室、北側に水回りと階段等を配置した平面構成とする。
1階リビング・ルームの南側に、2階と連続するサンルームを設けて、通風、日射熱利用の促進をはかる。また、室内の通風経路の確保に配慮した構成とする。

●自然風の利用・制御／レベル2
条件 立地2：郊外型の立地（区域遮蔽率20%以下）、夏期における外部風速は1～2m/s以下
適用手法 外部開口部は掃き出し窓と腰窓の組み合わせとし、手法1a（開口面積小の組み合わせ）を採用。また、開口部の一面を卓越風向に向けて配置し、手法2を採用。
●日射遮蔽手法／レベル3
条件 主開口面の方位：南向き
適用手法 開口部の日射侵入率が、真北±30°の範囲で0.55以下、それ以外の方位で0.3以下となるよう、ガラスの仕様を選択し、日射遮蔽部材、底等を設置。
●日射熱の利用／レベル2
条件 地域、立地3：日照障害の影響がない、集熱開口部の方位：真南±15°、断熱外皮計画レベル3以上
適用手法 開口部の断熱性を高め、手法1を採用。

設計手順Ⅳ
設計モデル分析・効果検証

省エネルギー性：約39%
コスト：回収年数約28.2年（冷房・暖房、換気、給湯、照明）

◆省エネルギー性の検証

■別表 2-1 要素技術のエネルギー消費率の早見表（V地域用・部分間欠暖冷房の場合）・事例

用途	エネルギー標準値	要素技術※	評価指標・手法	エネルギー消費率(標準値を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	5.76J	自然風の利用・制御 (3.1)	手法	①通風経路上の開口 a 小, b 大 ②卓越風向に応じた開口 ③高窓 a 小, b 大	1.0	0.95	0.88	0.82
			立地1	風速 1m/s以上	□手法を非採用	□①a、③a	□①b、③b	—
			立地2	風速 1m/s以下	□手法を非採用	□①a+②、③a+②	□①b+②	—
				風速 1~2m/s以下	□手法を非採用	□①a、③a	□①b、③b	—
				風速 2m/s以上	□手法を非採用	□①a+②、③a+②	□①b+②、③b+②	—
		日射遮蔽手法 (4.3)	主開口面の方	南	1.0	0.85	0.7	0.55
			方位	南東または南西	1.3	0.8	0.75	0.65
				東または西	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
		暖冷房設備計画 (冷房) (5.2)	エアコン	①高効率エアコン (定格効率) ②機器容量の適正化 ③扇風機・天井扇利用	1.0	0.95	0.85	0.75
			その他の居室 クラス0	□①(<3.8) □①(<3.7)+② □①(<3.3)+③ □①(<3.2)+②+③	LDK クラス0 □①(<3.5) □①(<3.0)+③	LDK クラス3 □①(>5.6) □①(>3.7)+② □①(>4.9)+③ □①(>3.2)+②+③	LDK クラス5 □①(>5.3)+② □①(>4.9)+②+③	—
			その他の居室 クラス1	□①(>3.8) □①(>3.7)+② □①(>3.3)+③ □①(>3.2)+②+③	—	LDK クラス2 □①(>4.3) □①(>3.7)+② □①(>3.2)+②+③	LDK クラス4 □①(>4.4)+② □①(>3.9)+②+③	—
			その他の居室 クラス2	□①(>5.1) □①(>4.9)+② □①(>5.0)+③ □①(>4.8)+②+③	—	LDK クラス1 □①(>3.5) □①(>3.0)+③	LDK クラス3 □①(>5.6) □①(>3.7)+② □①(>4.9)+③ □①(>3.2)+②+③	LDK クラス5 □①(>5.3)+② □①(>4.9)+②+③
暖房	5.06J	断熱外皮計画 (4.1)	省エネルギー基準	—	1.0	0.7	0.5	0.45
			日射熱の利用 (3.4)	手法	□昭和55基準	□平成4基準	□平成4・11中間	□平成11基準超
			立地1	①開口部断熱向上 ②集熱面積増加 ③蓄熱	1.0	0.95	0.85	0.75
			立地2 方位0~15° 方位15~30°	□手法を非採用	—	□①+②	□①+②+③	—
			立地3 方位0~15° 方位15~30°	□手法を非採用	—	□①、②	□①+③	□①+②
		暖冷房設備計画 (暖房) (5.2)	に地球・は地球・	立地2 方位0~15° 方位15~30°	□手法を非採用	—	□①、①+③	□①+②
				立地3 方位0~15° 方位15~30°	□手法を非採用	□①+② □①+②+③	□①+②+③	□①+②+③
			エアコン	①高効率エアコン (定格効率) ②機器容量の適正化	1.0	0.95	0.85	0.75
				□①(<4.9)	□①(>4.9) □①(<4.0)+②	□①(>4.0)+②	□①(>5.3)+②	□①(>6.2)+②
			ダクト式換気	①ダクト圧力損失低減 ②高効率機器	1.0	0.6	0.5	—
換気	3.16J 1.06J	換気設備計画 (5.3)	壁付け式換気	①ファンと屋外端の組み合せの適正化	1.0	0.8	—	—
			給湯	①集熱面積 a 小, b 中, c 大 ②補助熱源との接続 a なし, b 三方弁, c ソーラー循環ユニット ③省エネ型循環ポンプ	1.0	0.9	0.7	0.5
			給湯設備計画 (5.4)	手法	□従来型 ガス給湯機	□①a+②a	□①b+②c □①b+②c+③	□①c+②c □①c+②c+③
				②-1 潜熱回収給湯機 ②-2 CO2HP給湯機 ③配管工法・節湯具	1.0	0.9	0.8	0.7
				□従来型 □②-1 □②-2 (湯上中モード) □③	—	□②-1+③	□②-2 (省エネモード) □②-2 (省エネモード)+③	0.6
		照明設備計画 (5.5)	採光条件	①LD2面採光 ②LD・若2面採光 ③LD・若2面・非居室1面採光	1.0	0.97-0.98	0.95	0.9
			手法	①機器による手法 ②運転・制御手法 ③設計による手法	1.0	0.7	0.6	0.5
				□従来型	□①	□①+②	□①+②+③	—
			家電	製造年の目安	1.0	0.8	0.6	—
				□2000年標準 (0kWh) □省エネ製品 (▲500kWh) □省エネ製品 (▲1000kWh) + 待機電力低減	—	—	—	—
その他 (調理)	4.46J	—	—	1.0	—	—	—	—
				□調理機器	—	—	—	—
合計	68.6 6J 66.5 6J	—	—	—	—	—	—	—
電力	—	太陽光発電 (3.3)	(鹿児島) 太陽電池の容量	削減なし 採用しない	32.76J削減 □3kWh程度	43.66J削減 □4kWh程度	—	—

※ 各要素技術の()内の表記は第3章～第5章での解説箇所を示します。

■別表 2-2 エネルギー消費量の算定表（V地域用・部分間欠暖冷房の場合）・事例

用途	算定式	設計値	基準値	削減率
冷房	$5.7 \times (0.88 \times 0.55 \times 0.75)$	2.07GJ	5.7GJ	63.7%
暖房	$5.0 \times (0.45 \times 0.85 \times 0.7)$	1.34GJ	5.0GJ	73.2%
換気	3.1×0.5	1.55GJ	3.1GJ	50.0%
給湯	19.2×0.8	15.36GJ	19.2GJ	20.0%
照明	$11.3 \times (0.9 \times 0.5)$	5.09GJ	11.3GJ	55.0%
家電	19.9×0.6	11.94GJ	19.9GJ	40.0%
その他(調理)	4.4×1.0	4.4GJ	4.4GJ	0.0%
合計		41.8GJ	68.6GJ	39.1%
電力(削減量)	太陽電池による発電量 (□0.0GJ □32.7GJ □43.6GJ)		▲ 0.0GJ	
総計		41.8GJ	68.6GJ	39.1%

・省エネルギー性(年間の1次エネルギー消費削減率)は、約39.1%となります。

◆コストの検証

・採用した各要素技術・手法について、主として設備機器と断熱のイニシャルコストおよび年間エネルギーコストの推定を行います。なお、自然風の利用、日射遮蔽手法、日射熱の利用、昼光利用および家電については、イニシャルコストの増分の評価が難しいため、この検証には含めていません。

・下表は、表15、表16に示したコスト評価の結果を基に、2000年頃の標準的な住宅を基準として、各エネルギー用途におけるイニシャルコストの増額、年間エネルギーコストの減額を示しています。この場合、イニシャルコスト増額分のエネルギーコスト削減による回収年数(単純償却年数)は、約28.2年となります。

・イニシャルコスト 増加額 約1330千円

・年間エネルギーコスト 削減額 約47.2千円/年

・回収年数(単純償却年数)

= イニシャルコスト増加額[円] ÷ 年間エネルギーコスト削減額[円/年]

= 1330千円 ÷ 47.2千円/年

= 28.2年

イニシャルコスト、エネルギーコストの増減額(事例)

用途		イニシャルコスト 増額	年間エネルギーコスト 減額
冷房	レベル3	+60千円	-3.2千円/年
暖房	レベル4	+800千円(断熱外皮レベル3)	-3.4千円/年
換気	レベル2	+102千円	-3.6千円/年
給湯	レベル2	+118千円	-25千円/年
照明	レベル3	+250千円(多灯分散簡易タイプ)	-12千円/年
計		+1330千円	-47.2千円/年

注 断熱外皮のイニシャルコストは、図9(4.1)の値を反映させています。

参考文献

■ 共通

- 『建築気候 大学講座建築学環境編1』 齋藤平蔵 共立出版 1974年1月
『建築設計資料集成1 環境』 共著・日本建築学会編 丸善 1978年6月
『空気調和・衛生工学便覧(第12版)第1巻基礎編』空気調和・衛生工学会編 1995年
『環境工学教科書』 共著・環境工学教科書研究会編著 彰国社 1996年3月
『絵とき 自然と住まいの環境』 堀越哲美・澤地孝男編著 彰国社 1997年2月
『沖縄県環境共生住宅基本計画』 沖縄県土木建築部住宅課 1998年3月
『わかりやすい住宅の設備シリーズ(1. 暖房と冷房 2. 排水 3. 給水 4. 換気 5. 給湯)』 空気調和・衛生工学会編 オーム社 1999年
『自然エネルギー利用のためのパッシブ建築設計手法事典 新訂版』 小玉祐一郎ほか 彰国社 2000年7月
『建築設計資料集成 総合編』 共著・日本建築学会編 丸善 2001年6月
『特集 温暖地に適合した住宅の次世代省エネルギー基準対応技術の開発』 「IBEC」2001年11月号(No.127 Vol.22-4) (財)建築環境・省エネルギー機構
『地球環境建築のすすめ(シリーズ地球環境建築・入門編)』 日本建築学会編 彰国社 2002年8月
『資源・エネルギーと建築(シリーズ地球環境建築・専門編2)』 共著・日本建築学会編 彰国社 2004年11月
『エネルギー・資源の自立循環型住宅・都市基盤整備支援システムの開発(自立循環型住宅開発委員会)』 最終報告書 (財)建築環境・省エネルギー機構 2005年3月
『省エネ性能カタログ(家電製品)』 (財)省エネルギーセンター
『自立循環型住宅への設計ガイドライン』 国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所監修 (財)建築環境・省エネルギー機構 2005年6月
『特集 実践に活かす自立循環型住宅』 澤地孝男・南雄三監修 「建築技術」2007年1月号(No.684)
『木造住宅工事仕様書(解説付)平成20年改訂』 (財)住宅金融普及協会 2008年
『日本住宅性能表示基準・評価方法基準技術解説 2008』 国土交通省住宅局住宅生産課・国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所監修 日本住宅性能表示基準・評価方法基準技術解説編集委員会編 工学図書 2008年11月
『住宅事業建築主の判断の基準におけるエネルギー消費量計算法の解説』 (財)建築環境・省エネルギー機構 2009年3月
『住宅の省エネルギー基準の解説(改訂第3版)』 次世代省エネルギー基準解説書委員会編 (財)建築環境・省エネルギー機構 2009年5月
『木造住宅のための住宅性能表示 基本編・構造編・申告編』 (財)日本住宅・木造技術センター 2009年7月

■ 日射熱の利用(3.4)

- 『高知・本山町の家』 小玉祐一郎 「住宅建築」2003年4月号(No.337) 建築資料研究社
Solar Designer Ver.5.0 (パッシブデザインツール) 小玉祐一郎ほか
『外気導入モードの違いがパッシブクーリング効果に及ぼす影響』 宮岡大・小玉祐一郎・武政孝治・蓮井睦子 日本建築学会環境系論文集 No.618 2007年8月

■ 断熱外皮計画(4.1)

- 『新建築学大系10 環境物理』 松本衛ほか 彰国社 1984年
『建築家のための熱環境解析入門』 荒谷登・鈴木憲三 北海道大学図書刊行会 1993年10月
『熱貫流率計算ソフトウェア ver.1.0 マニュアル』 赤坂裕ほか (社)リビングアメニティー協会 1999年3月
『開口部の断熱補強手法に関する検討』 本間義規 「IBEC」2001年11月号(No.127 vol.22-4) (財)建築環境・省エネルギー機構
『土壁造住宅の断熱技法の開発』 鈴木大隆 「GBRC」117号 2004年(vol.29) (財)日本建築総合試験所
『特集 調湿がわからない』 鉾井修一・岩前篤・南雄三監修 「建築技術」2005年1月号(No.660)
『北方型住宅の熱環境計画 2005年』 (社)北海道住宅リフォームセンター 2005年

■ 日射遮蔽手法(4.2、4.3)

- 『太陽エネルギー利用ハンドブック』 日本太陽エネルギー学会 1985年3月
『光と熱の建築環境工学』 宿谷昌則 丸善 1993年7月
『資源・エネルギーと建築(シリーズ地球環境建築・専門編2) 7.3 熱環境計画』 共著・日本建築学会編 彰国社 2004年11月

■ 暖冷房設備計画(5.2)

- 『デザイナーのための暖冷房ガイドライン』 (財)建築環境・省エネルギー機構 2003年3月
『自立循環型住宅・要素技術の解説 暖冷房設備計画』 細井昭憲・三浦尚志 「建築技術」2007年1月号(No.684)

■ 換気設備計画(5.3)

『特集 シックハウス【換気】攻略の知恵』澤地孝男・南雄三監修 「建築技術」2003年9月号(No.644)

『室内空気対策技術ハンドブック』室内空気対策技術ハンドブック編集委員会編 (財)住宅リフォーム・紛争処理支援センター 2005年3月

『住宅づくりのためのシックハウス対策ノート 平成18年版』シックハウス対策ノート編集委員会監修 (財)住宅リフォーム・紛争処理支援センター 2006年3月

■ 給湯設備計画(5.4)

『給湯設備のABC』鎌田元康編著 TOTO 出版 1993年5月

■ 照明設備計画(5.5)

『住まいの照明マニュアル』(社)照明学会・照明普及会 1999年

■ 水と生ゴミの処理と効率的利用(5.7)

『排水再利用・雨水利用システム計画基準・同解説(平成9年版)』建設省大臣官房官庁営繕部監修 (社)公共建築協会編 1998年10月

『SHASE-S206-2000 給排水衛生設備規準・同解説』空気調和・衛生工学会編 2000年

国土技術政策総合研究所資料
TECHNICAL NOTE of N I L I M
N o . 615 August, 2010

建築研究資料
Building Research Data
N o . 120 August, 2010

編集・発行 © 国土技術政策総合研究所
© 独立行政法人建築研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは
〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地
国土技術政策総合研究所 企画部
研究評価・推進課 TEL.029-864-2675
〒305-0802 茨城県つくば市立原1番地
独立行政法人建築研究所 企画部
企画調査課 TEL.029-864-2151