

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

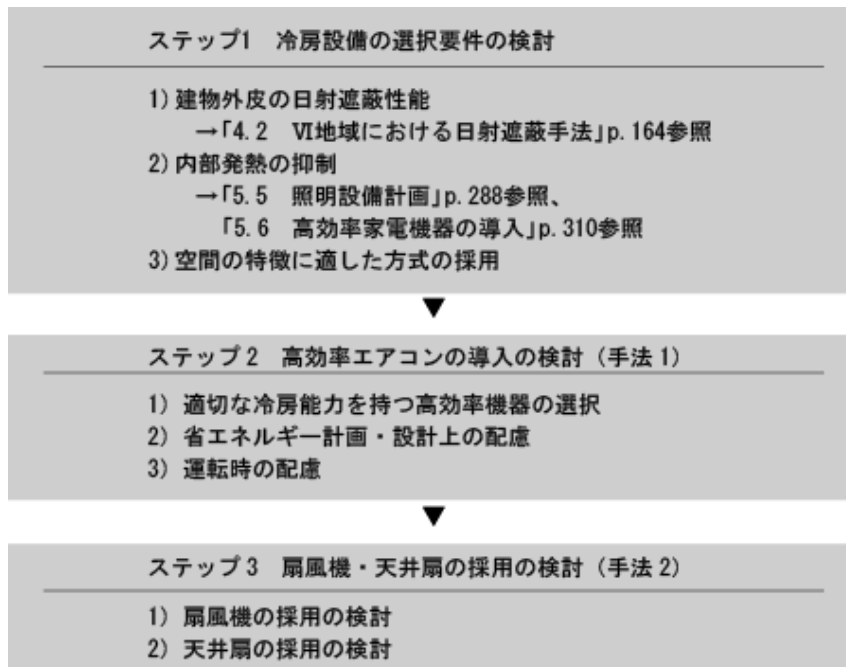
目標レベル	省エネルギー効果 (冷房エネルギー削減率)	手法の適用	
		手法1	手法2
レベル0	0	COP3 程度	採用しない
レベル1	10%程度	COP4 程度	採用しない
レベル2	20%程度	COP3 程度	採用する
		COP5 程度	採用しない
レベル3	25%程度	COP4 程度	採用する
レベル4	35%程度	COP5 程度	採用する

※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。

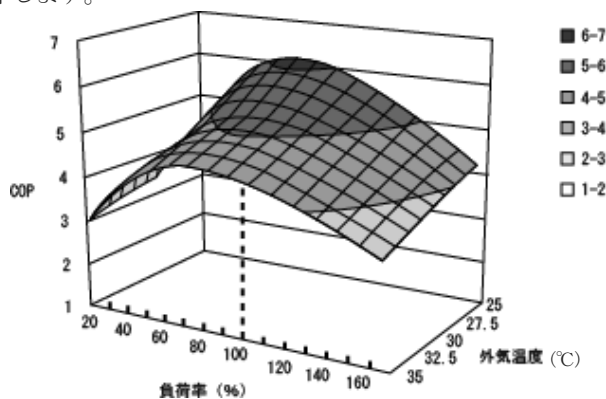


図1 外気温、負荷率とCOPの関係

・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。室内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。

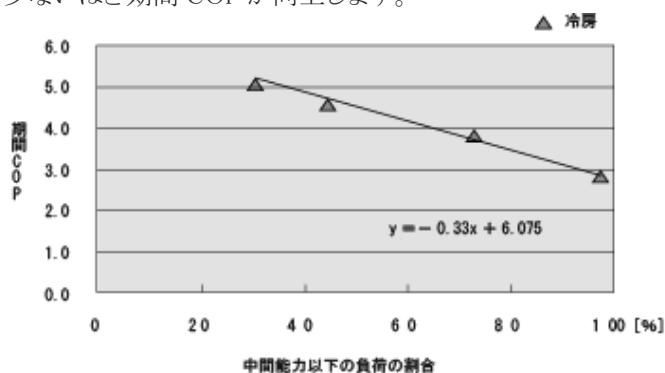


図2低負荷運転の割合が期間COPに与える影響

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)。

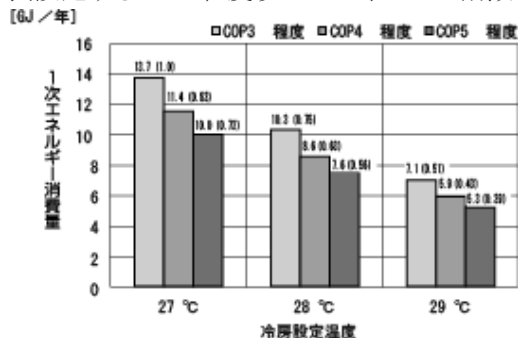
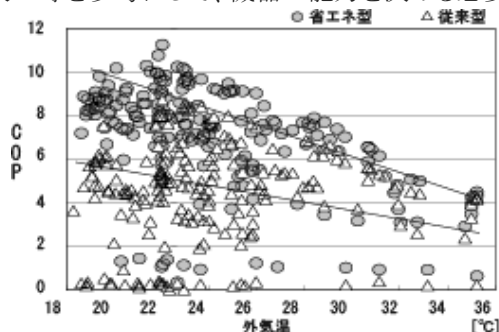


図3 エアコンの性能と設定温度の違いによる冷房エネルギー消費

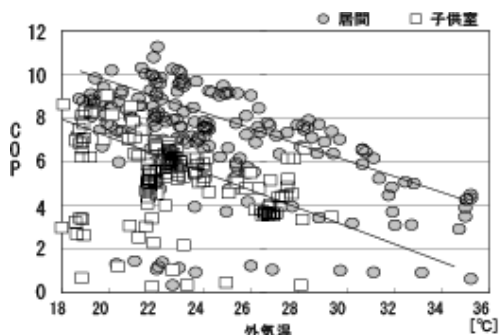
- ・通風を利用すると、気流感によって涼感が得られるとともに、室内の熱を外に排出することで、室温上昇の抑制をもたらし、冷房時間を抑えることができます。
- ・フィルターの目詰まりはエアコンの風量低下の原因となり、最終的にはエアコン COP の低下につながります。従って、効率のよい運転をするためには、フィルターの掃除をこまめに行うことが重要となります。最近ではフィルターの自動掃除機能を搭載した機種も市販されています。

ポイント 負荷に見合ったエアコン選定の重要性

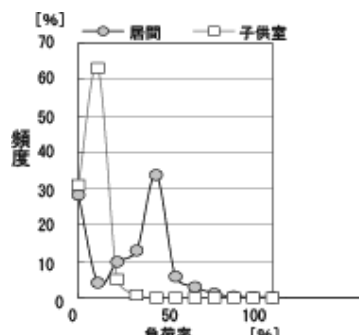
- ・図 a「従来型機器と省エネ型機器の効率の比較」は、居間に設けられた従来型のエアコン(COP≒3)と省エネ型のエアコン(COP≒6)の実測された COP と外気温(外気温によって冷房負荷が変わります)との関係を、夏期について示しています。これらの図から、効率の高い省エネ型機器の省エネルギー効果を確認することができます。
- ・図 b「居間と子供室の効率の比較」は、ほぼ同じ COP をもった機器を居間と子供室に設置した場合の効率を、夏期について示しています。機器の COP がほぼ同じであるにもかかわらず、子供室のエアコンの効率は明らかに劣っています。これは、子供室が住戸の北に位置し、比較的涼しい(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高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20cm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。

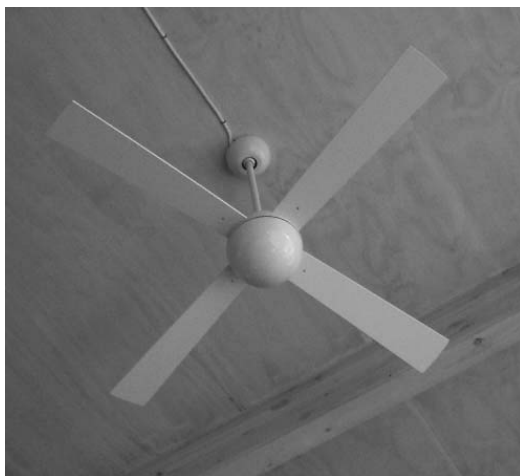


図4 天井扇(シーリングファン)の例

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すると全体の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採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関わらず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関わらず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によって、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

$$= \text{LDK の省エネルギー効果} + \text{その他の居室の省エネルギー効果}$$

- ・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ことができます。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一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 -4	65%程度 増加	—	手法を非採用
レベル -3	40%程度 増加	手法を非採用	すべての手法を採用
レベル -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 -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。

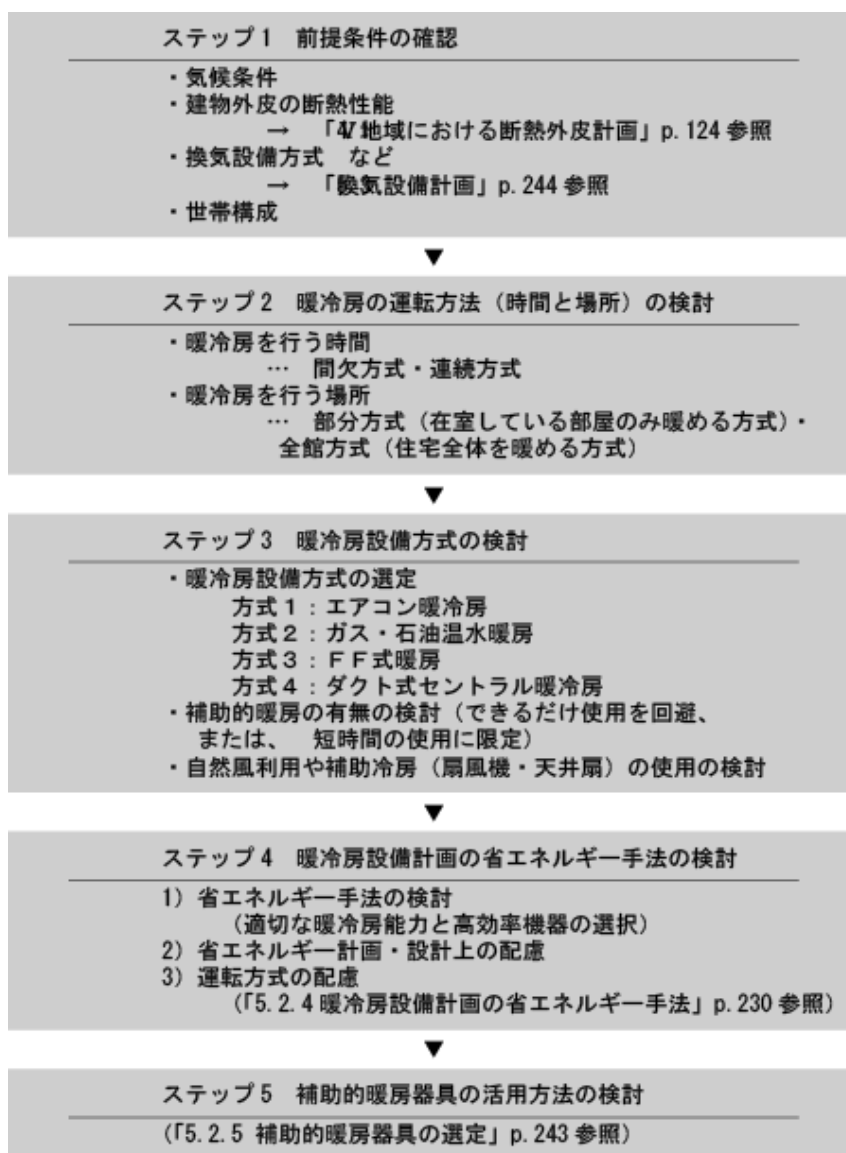
表9 方式4 ダクト式セントラル冷房の目標レベルと達成方法

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えて暖冷房設備方式を検討する必要があります。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ります。

- 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。

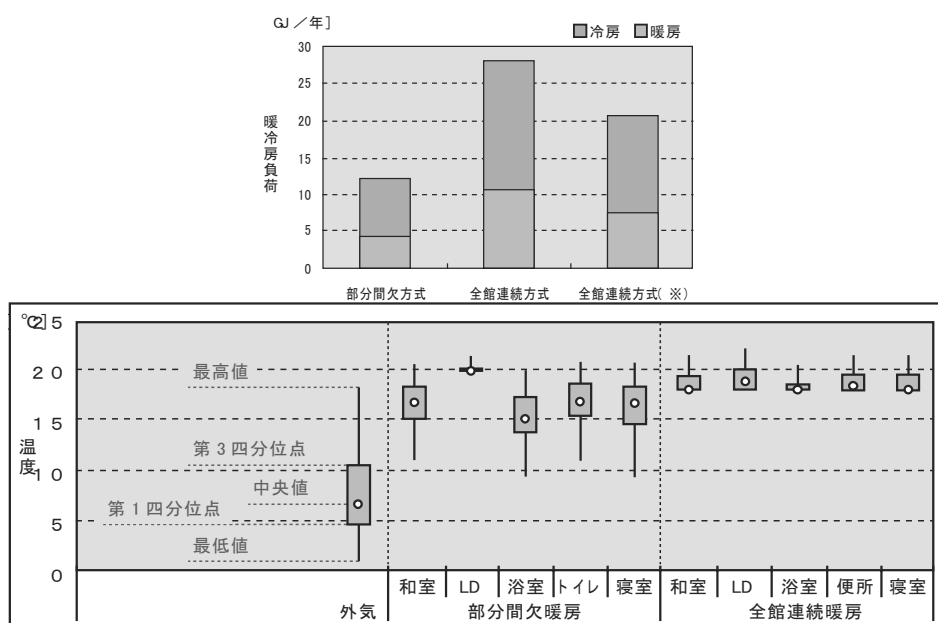


図1 部分間欠運転と全館連続運転のエネルギー消費量と室内の温度差

※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。

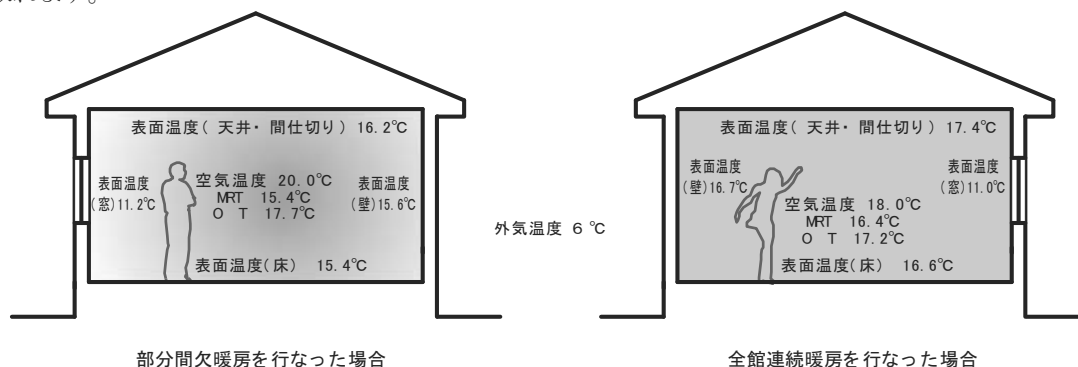


図 LDKの空気温度と壁の表面温度

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ですべて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事がなく、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、一般的にはもつとも低廉といえます。

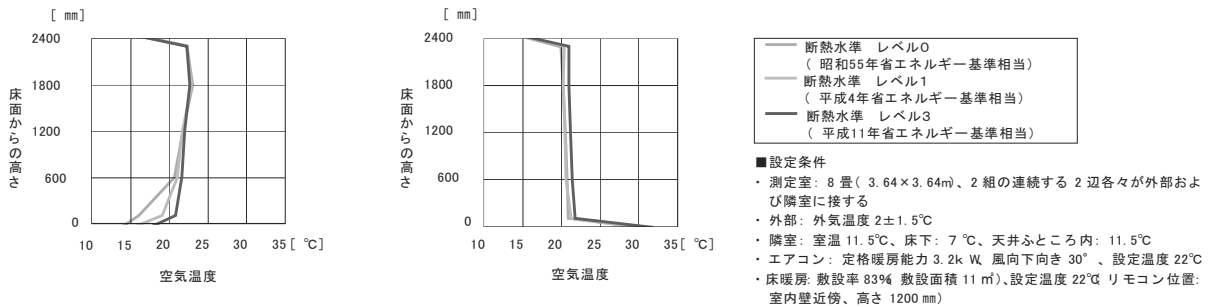
- ・全館連続方式の方が快適性は高く、部分間欠方式の方が省エネルギー性は高いといえます。
- ・省エネルギー性の高い暖冷房設備に対しては、補助金制度などを活用できる場合があるため、設計者は施主の立場に立ってよく把握しておく必要があります。

3) 空間の特徴に適した方式の採用

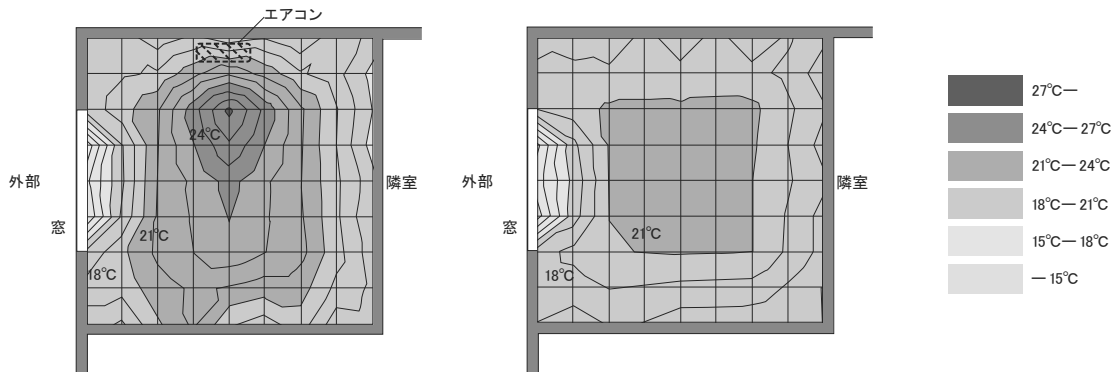
- ・天井が高い場合や吹き抜けがある場合には、室内の上下で温度差が大きくなる傾向がありますので、足元を暖める床暖房が適しています。また、天井扇など空気を攪拌する機器を用いて室内の上下温度差を解消させるのもよい方法といえます。
- ・間仕切りの少ない大空間(オープンプラン)で構成される住宅では、ダクト式セントラル暖冷房など住宅全体を暖める方式を採用することが適しているといえます。

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1200mm)(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。

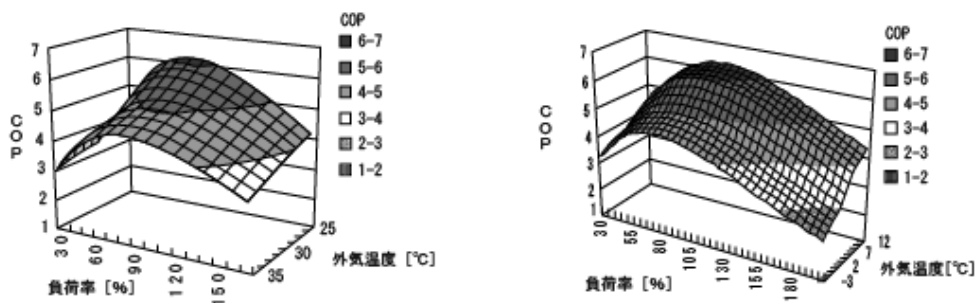


図 a 外気温度、負荷率と COP の関係(左:冷房、右:暖房)

- ・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。

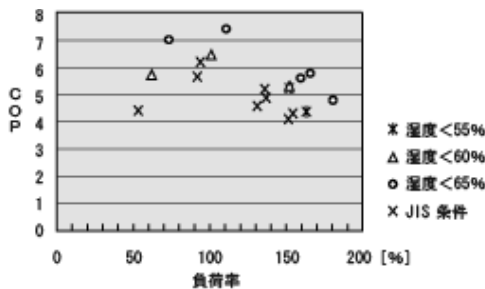


図 b 室内相対湿度が COP に与える影響

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。

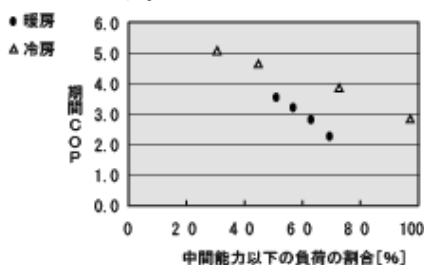


図 2 低負荷運転の割合が COP に与える影響

- 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 年省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 を参考にすることで、機器の能力を適切に決める必要があります。

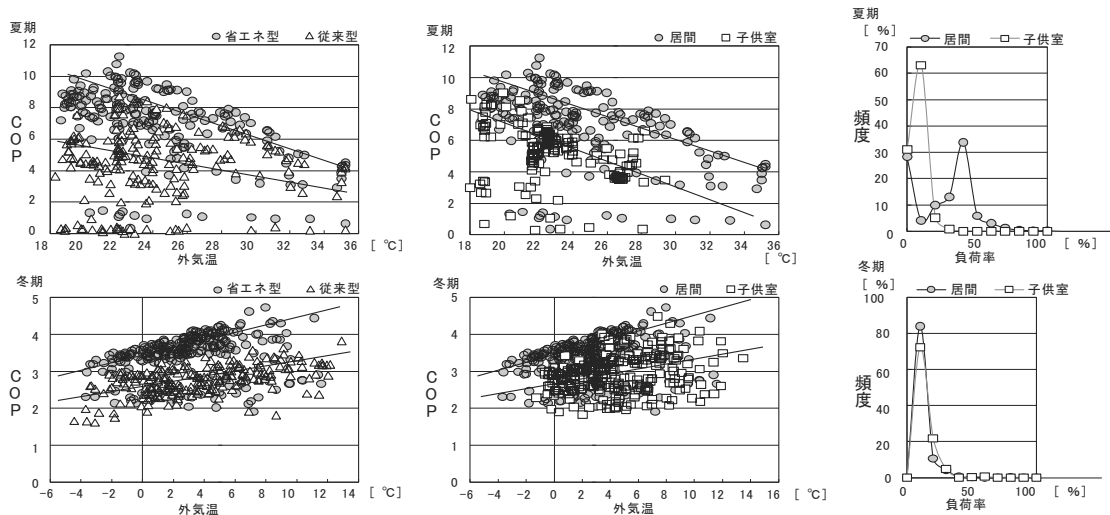


図 a 従来型エアコンと省エネ型エアコンの効率の比較 図 b 居間と子供室の効率の比較 図 c 負荷率の頻度分布

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だけで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。

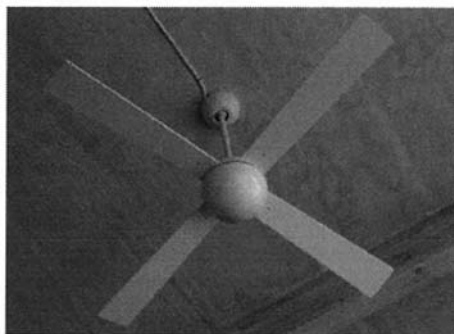


図 3 天井扇(シーリングファン)の例

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れると同時に、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、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ケースが多く、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、この値が大きいくほど、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。

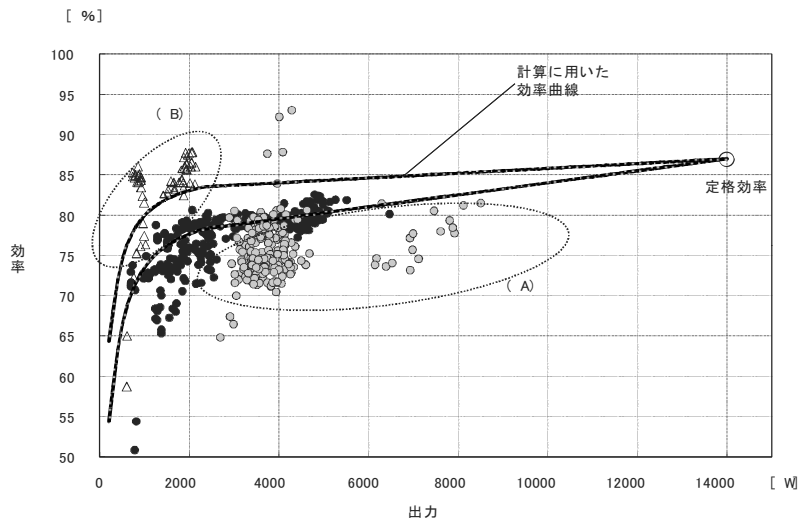


図 温水暖房の出力に対する効率

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 0.15W/m・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 m²K/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℃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

- 熱源機の種類、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。

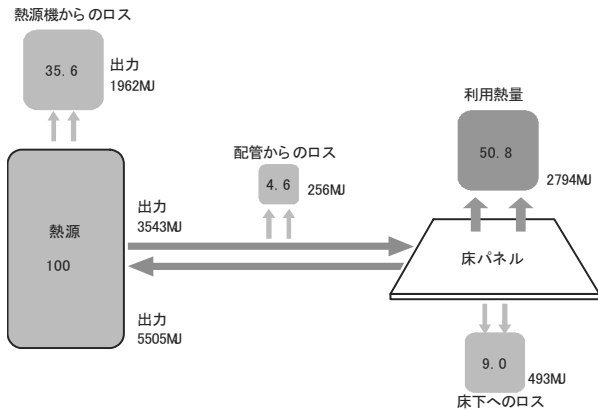


図 a 従来型熱源機 + 床下低断熱・配管断熱なし
(ケース 1)

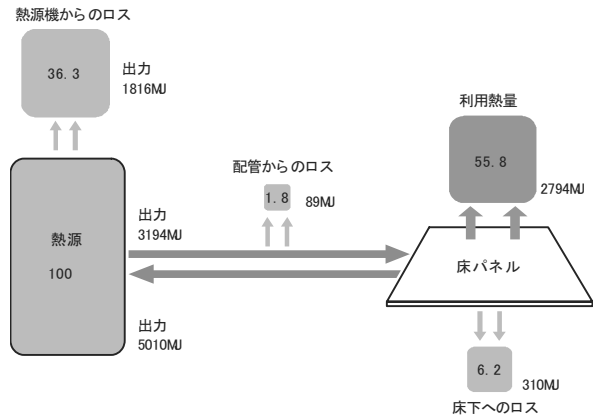


図 b 従来型熱源機 + 床下高断熱・配管断熱あり
(ケース 2)

- ・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。

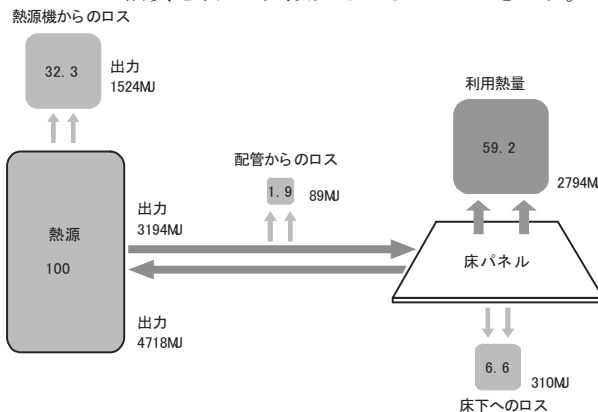


図 c 高効率型熱源機 + 床下高断熱・配管断熱あり
(ケース 3)

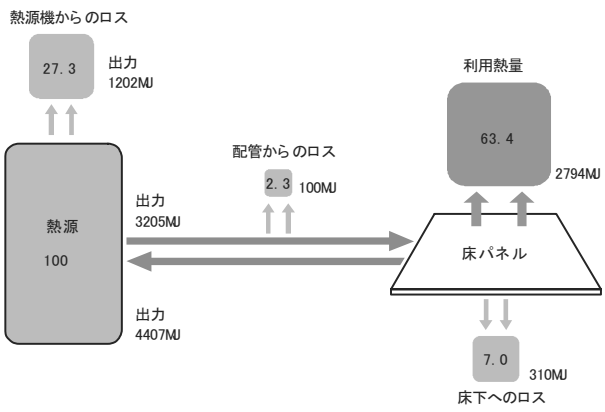


図 d 高効率型熱源機(低送水温度) + 床下高断熱・配管断熱あり(ケース 4)

■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 0.21W/mK)、②配管断熱あり(熱損失係数 0.15W/mK) ※①は配管長を標準、②は配管長半分
- ・行き水温: 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ことで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を参考にすることで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った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		<ul style="list-style-type: none"> 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) 	<ul style="list-style-type: none"> 各室へダクト配管が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 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		<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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、外観がよくない 各室へダクト配管が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 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		<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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 各室へダクト配管が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 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		<ul style="list-style-type: none"> 費用が安価 施工が簡単 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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		<ul style="list-style-type: none"> 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) 	<ul style="list-style-type: none"> 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、インテリア性がよくない 外壁穴が多数存在する為、外観がよくない 給気によるコールドドラフトへの配慮が必要(V地域) 	<ul style="list-style-type: none"> 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		<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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) 	<ul style="list-style-type: none"> 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)		<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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)

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。

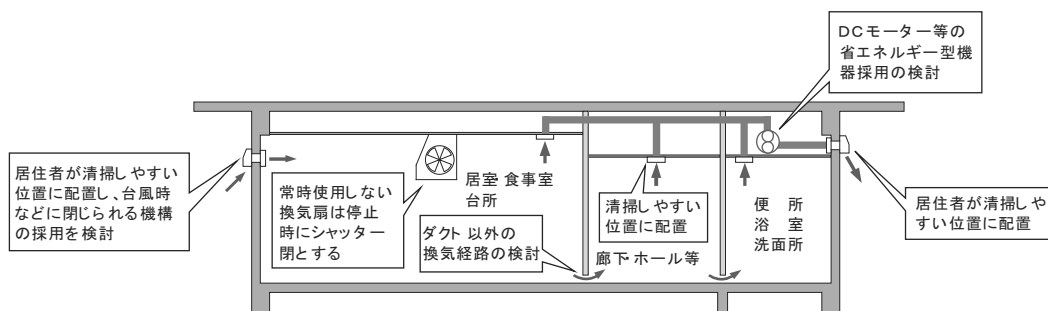


図1 換気設備計画(ダクト式第三種換気システム)の例

2) 壁付け式換気システム

- 壁付け式の換気システムは、居室や水まわり等に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。

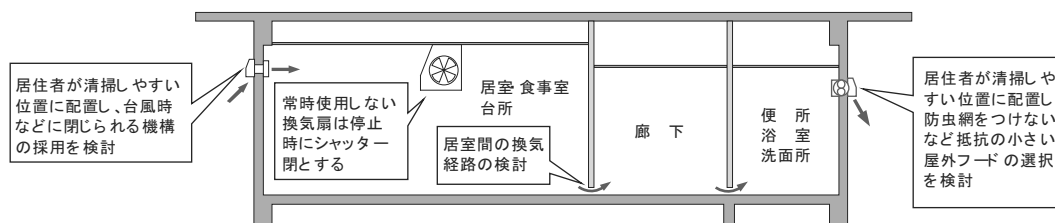
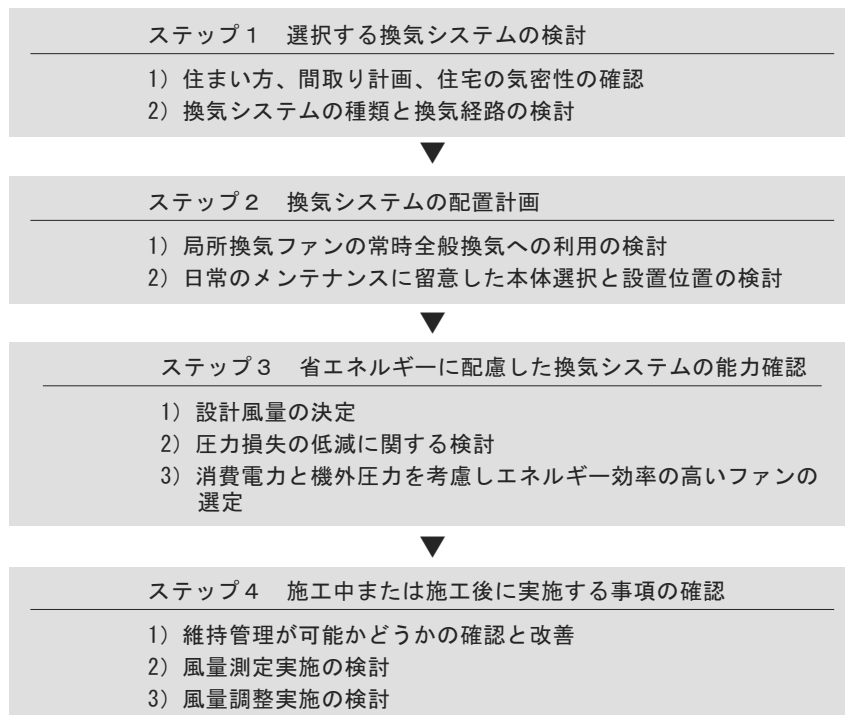


図2 換気設備計画(壁付け式第三種換気システム)の例

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れないと、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が、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 100～150mm、枝ダクトで直径 50mm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 100mm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 100mm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 75mm以上のダクトを使用して下さい。

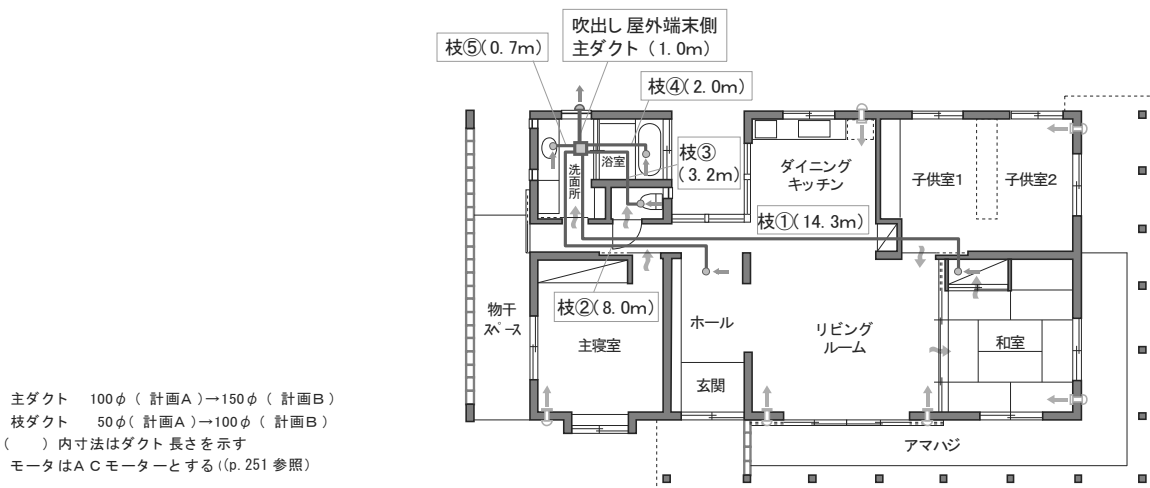
2) ダクト長さ、曲がりによる圧力損失の低減

・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 としていますが、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。



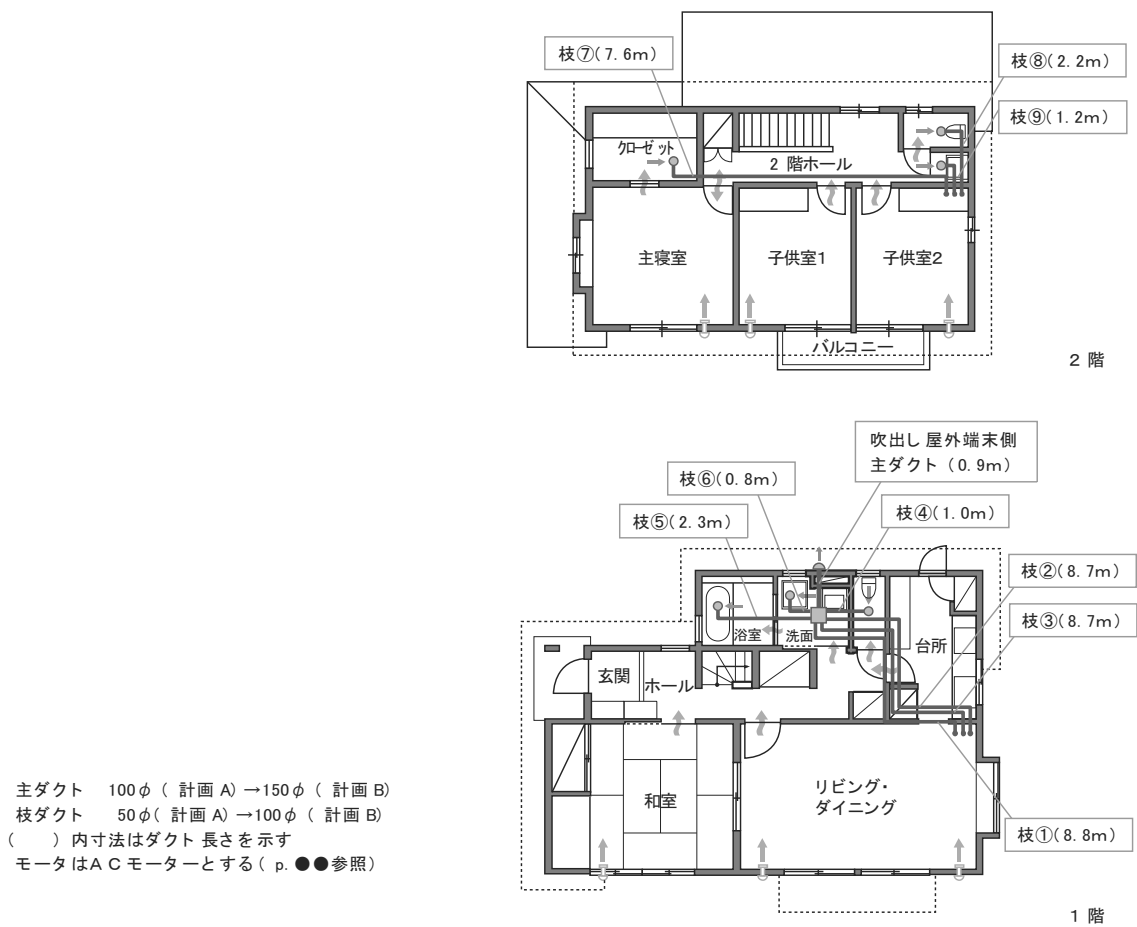
図①-1 平屋モデル（AC モーター）

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 [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)	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 としていますが、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 [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 (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)

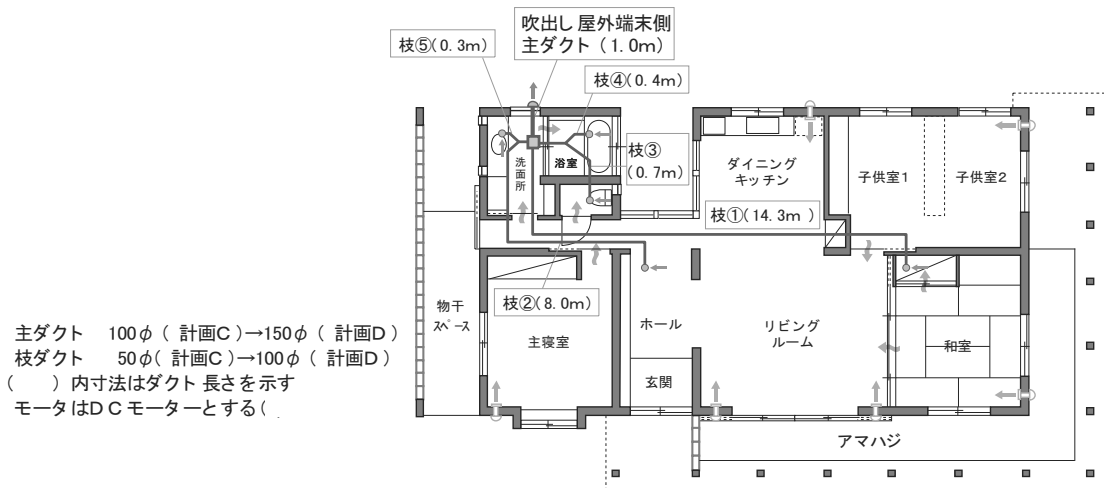
量ではないことに注意が必要です)

- ・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。



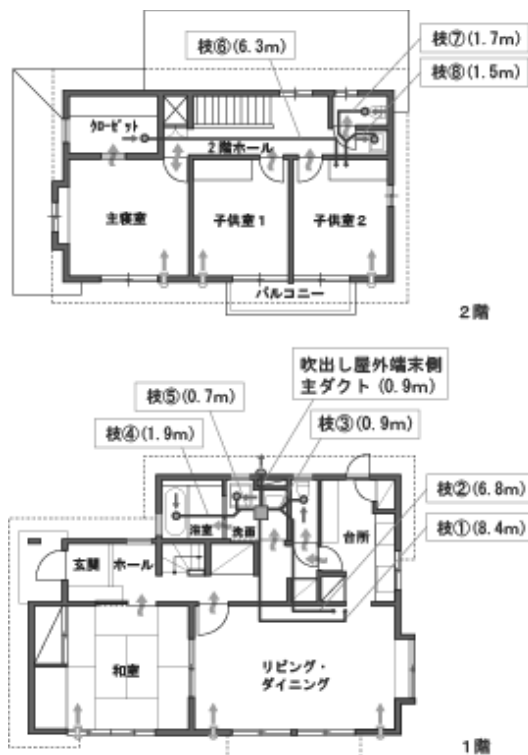
図①-2 平屋モデル(DC モーター)

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)	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 [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 (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
計画 C (V)	100 mm	50 mm	機種 c	160	162	33	92 (8%削減)	0.21
計画 D (V)	150 mm	100 mm	機種 c	160	17	17	47 (53%削減)	0.11

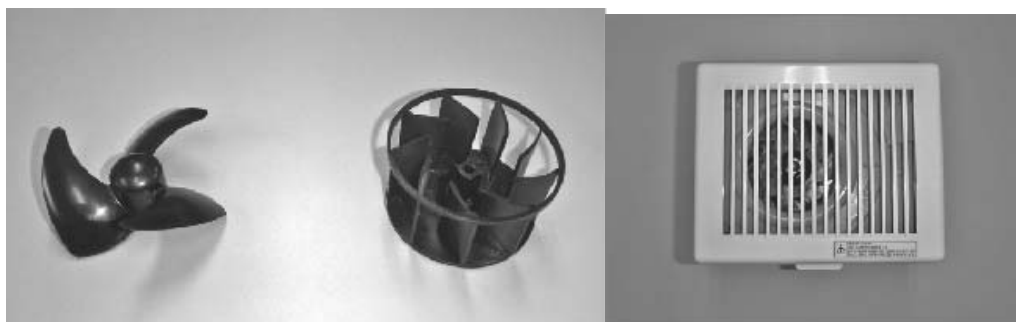
計画 A・B: AC モーターを採用、計画 C・D: DC モーターを採用

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)ー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。

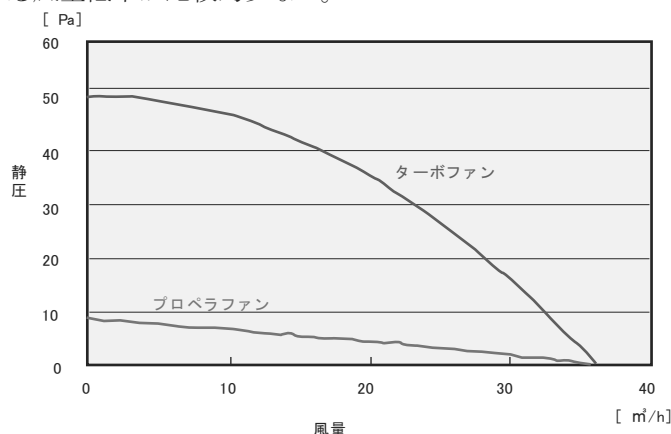





図 ターボファンとプロペラファンの静圧ー風量特性の比較(ファン単体の風量: $36 \text{ m}^3/\text{h}$)

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わ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わ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わかります。

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

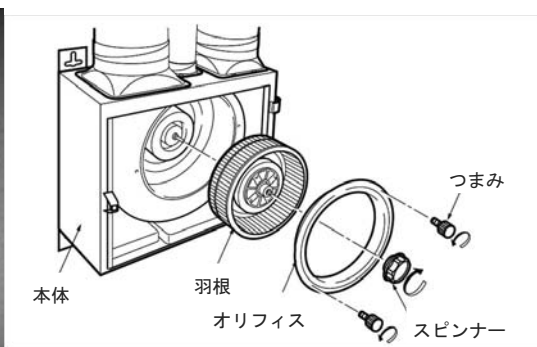


図5 フィルターや羽根の点検

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ない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割以上の方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。

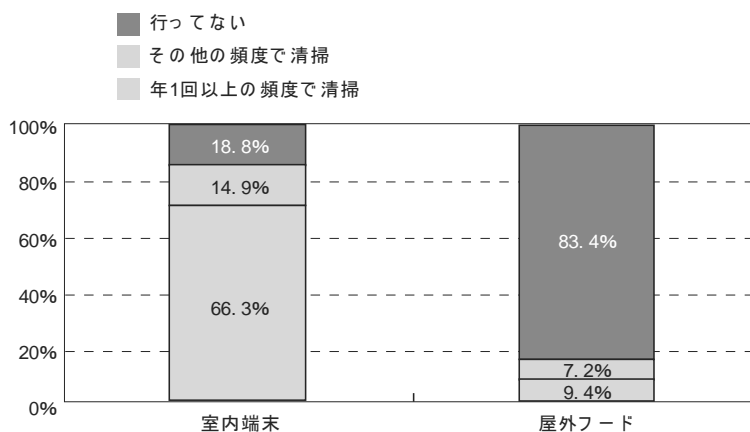


図 調査による換気システムの清掃頻度

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。

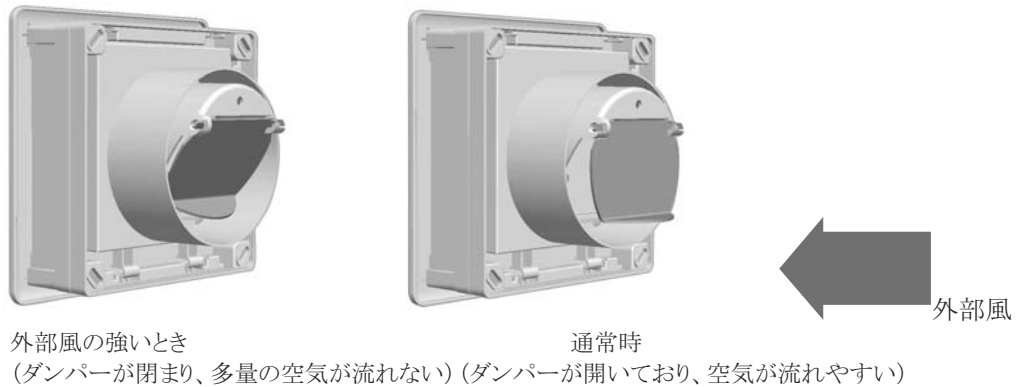


図7 外部風の影響を防ぐダンパー付きの換気口の例

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)。

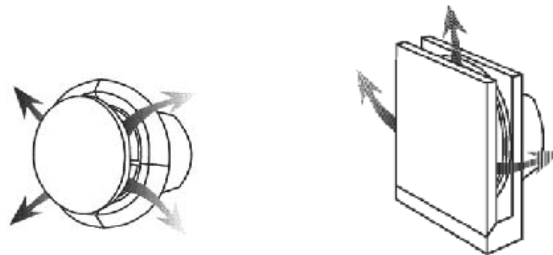


図8 輻流型の給気口の例

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。

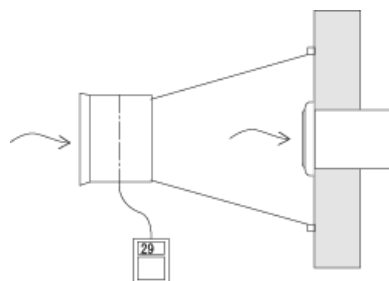


図9 風量測定器の構成の例



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。

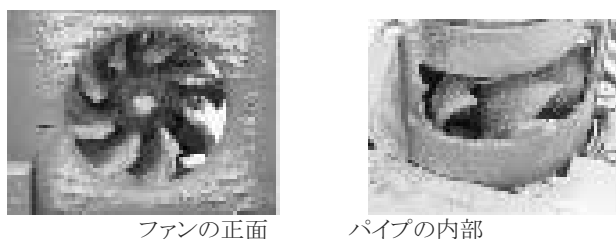


図11 壁付け式換気扇の汚れ付着状態の例(2年間にわたり便所で使用、フィルターなしの機種)

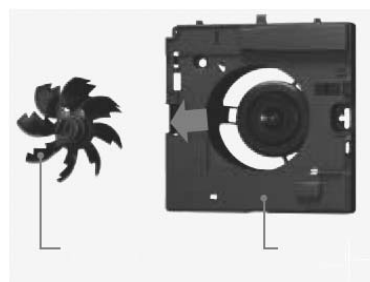
2) メンテナンスの容易性への配慮

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。

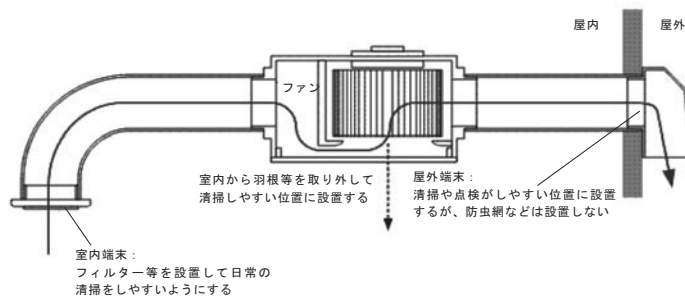


図 14 ダクト式第三種換気システムの構成と各部の清掃対策

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。

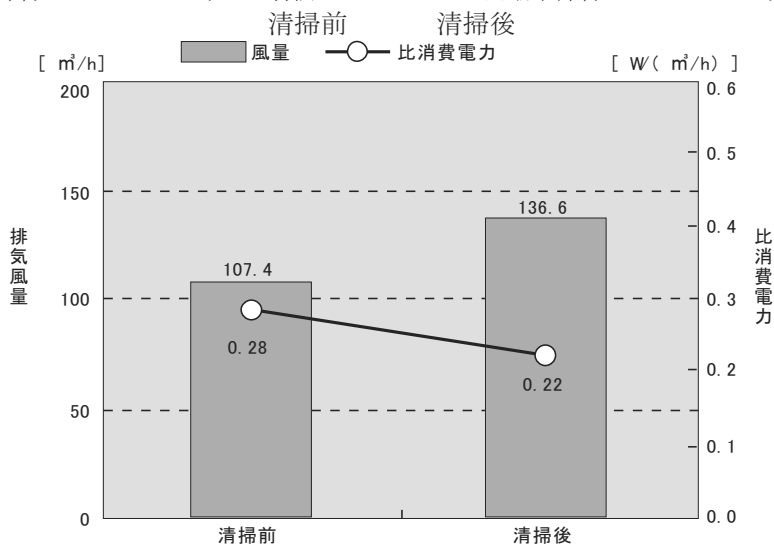
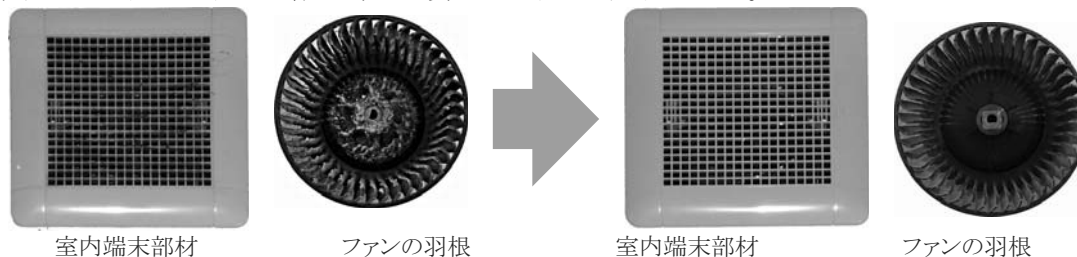


図 清掃前後の風量の変化と比消費電力の変化

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。

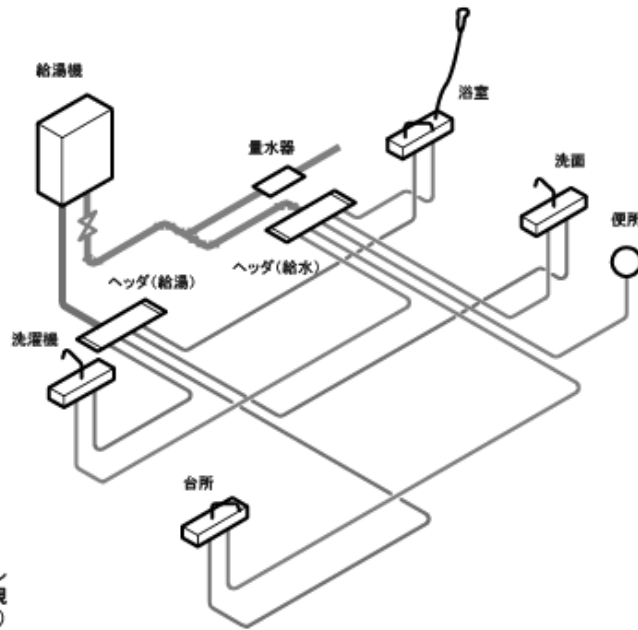


図1 住戸セントラル方式の概観 (サヤ管ヘッダー方式の例)

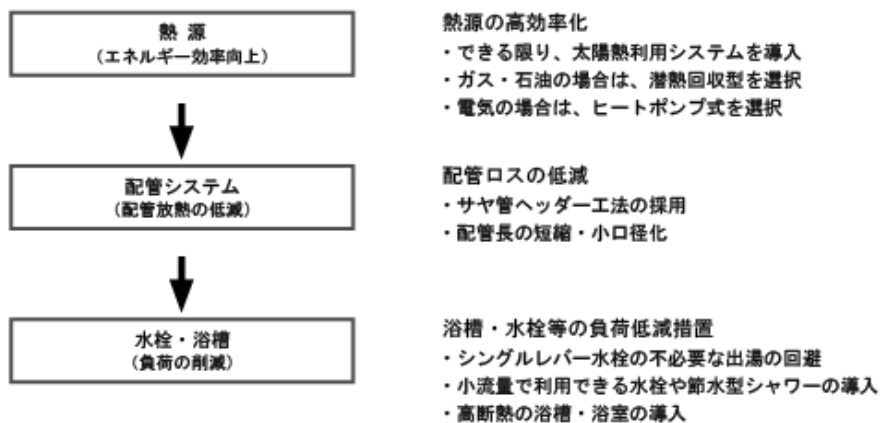


図2 住戸セントラル方式の構成と省エネ措置

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	15%程度
	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	35%程度(V地域) 40%程度(VI地域)
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

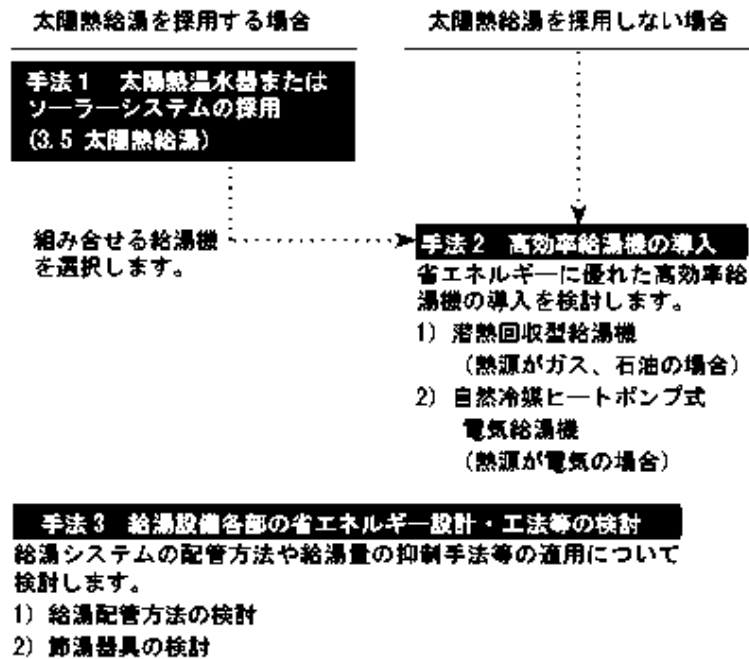
ステップ1 給湯設備方式の選択要件の確認・検討

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。

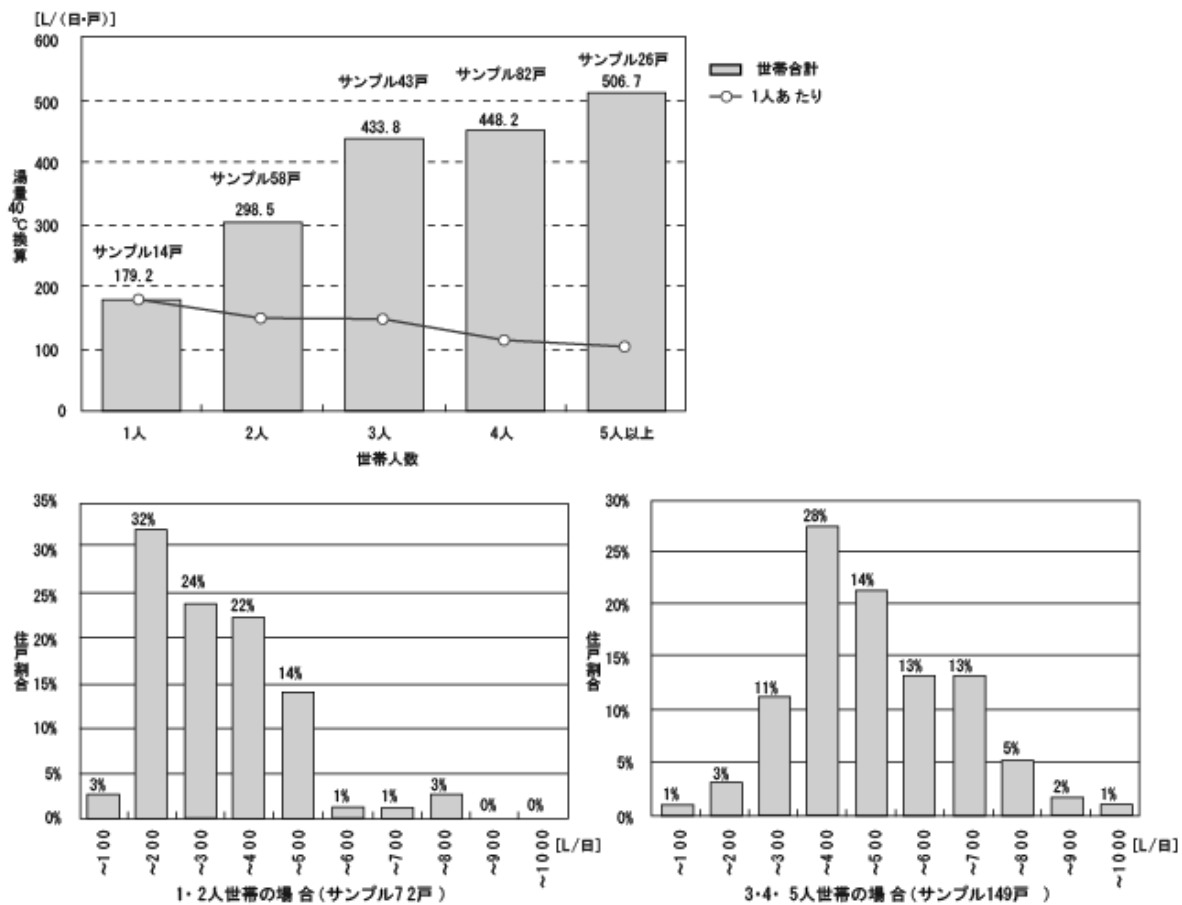


図4 湯消費量の分布※

※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せん。

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	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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。

- ・浴槽システムの配管は、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、今日では省略する機会が増えています。
- ・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		<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> 基本的な挙動は保温と同じだが、湯はりから時間がたつ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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> 主に床暖房用に、温水を加熱・循環させる機能
	高温 (80℃程度)	<ul style="list-style-type: none"> 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	-10%(増加)
		「深夜のみ最大モード」	
		「深夜のみ中モード」	0%
		「沸上中モード」	10%(V地域) 20%(VI地域)
	「省エネモード」	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っており、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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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(IBECL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きました。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せん。

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	470	L	合計	380	L	合計	650	L	合計	550	L	合計	380	L	合計	240	L
行為数	38	回	行為数	38	回	行為数	32	回	行為数	32	回	行為数	18	回	行為数	17	回

■ 台所 ■ 浴室 (湯はり) ■ 浴室 (シャワー) ■ 洗面

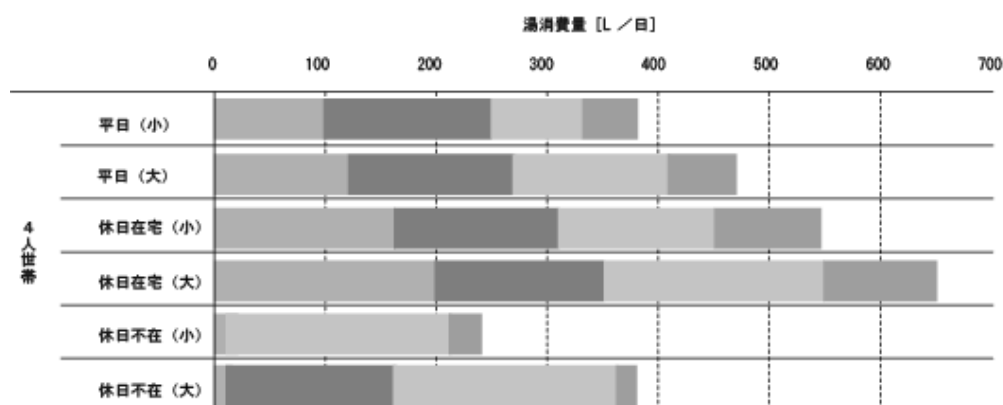
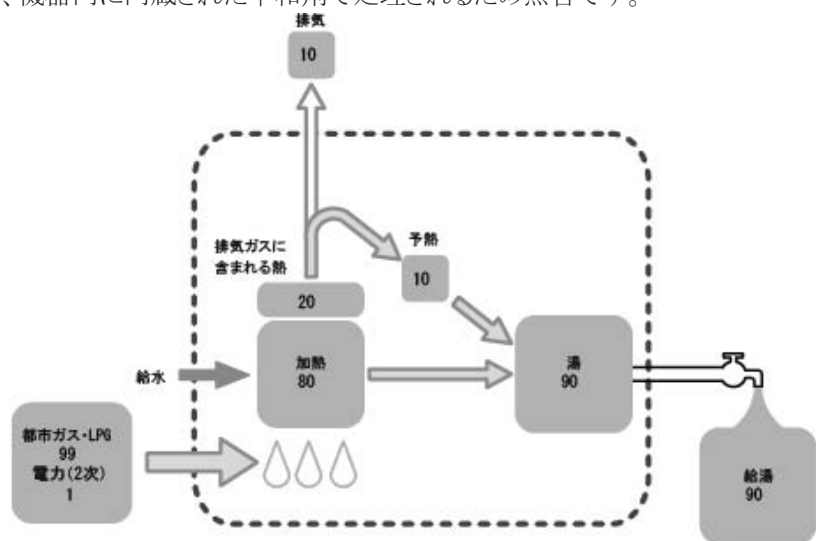


図 「修正 M1 モード」を構成する代表 6 日の湯消費量

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。

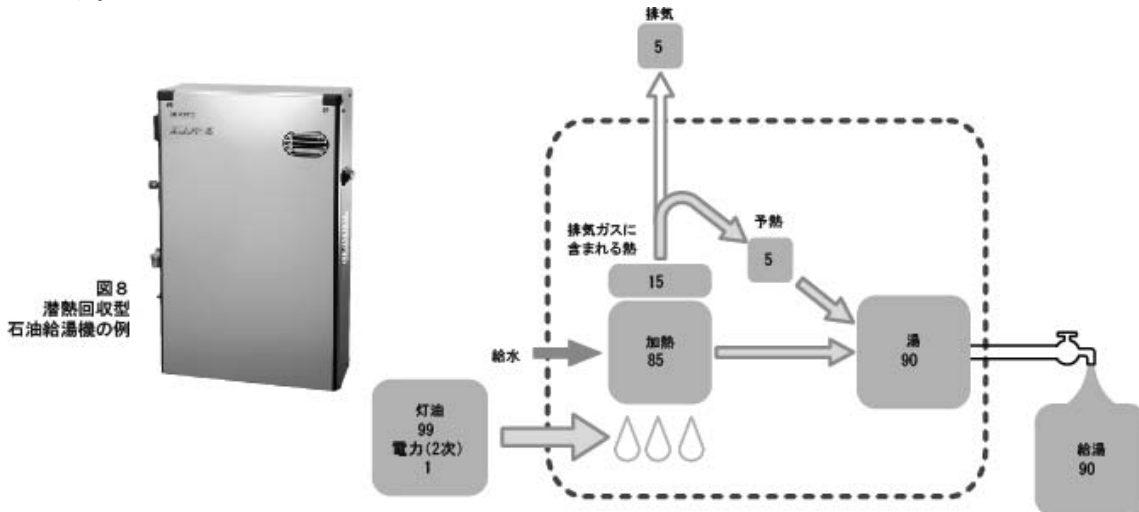


図7 潜熱回収型石油給湯機の2次エネルギーフロー（鹿児島における年平均の推定値）

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。

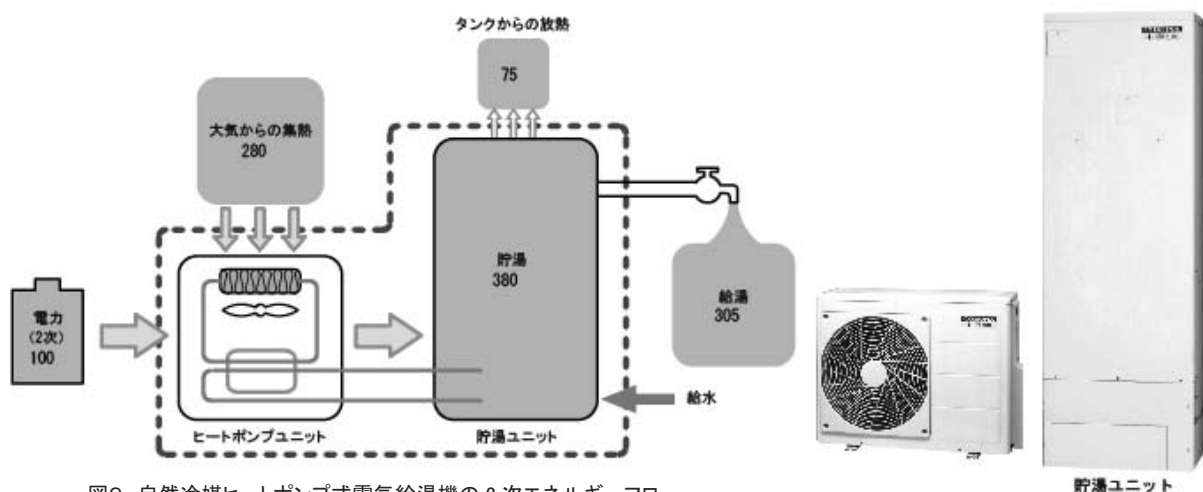


図9 自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機の2次エネルギーフロー
(鹿児島、A社05年モデル「省エネモード」における年平均の推定値)

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となります。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。

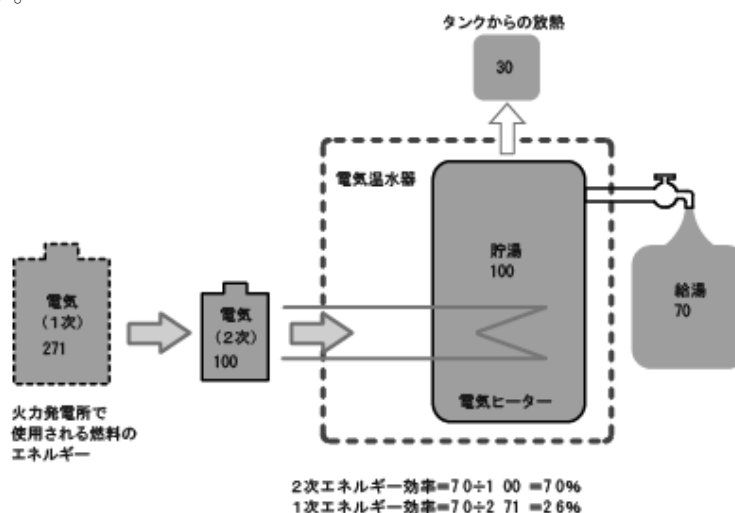


図 電気温水器の効率

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。

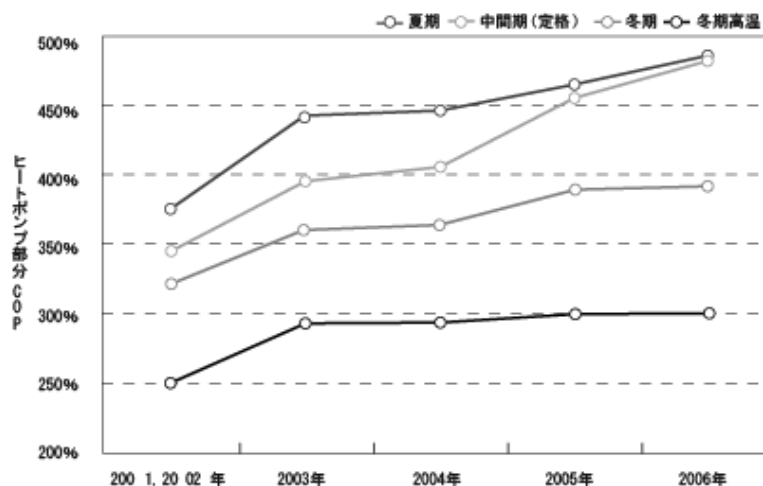
表 JRAIAのヒートポンプユニット試験条件 単位[°C]

	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」こととなります。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)。

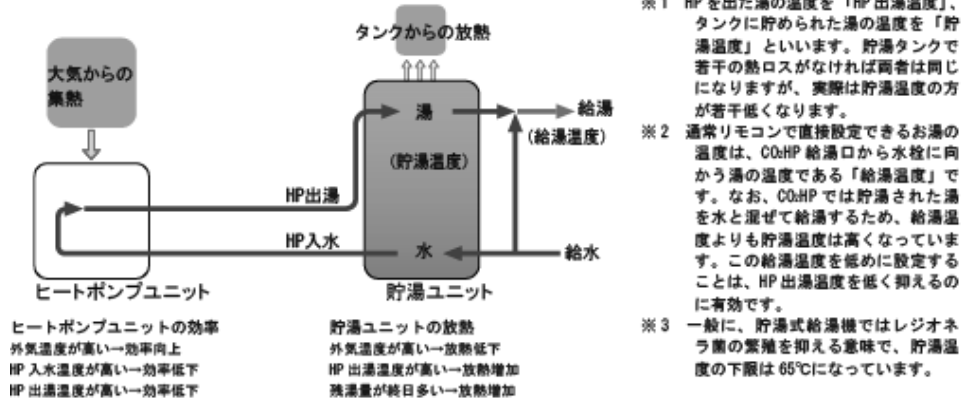


図 a CO₂HP のポテンシャルを発揮させるポイントと注意事項



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となります。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多くあります。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。

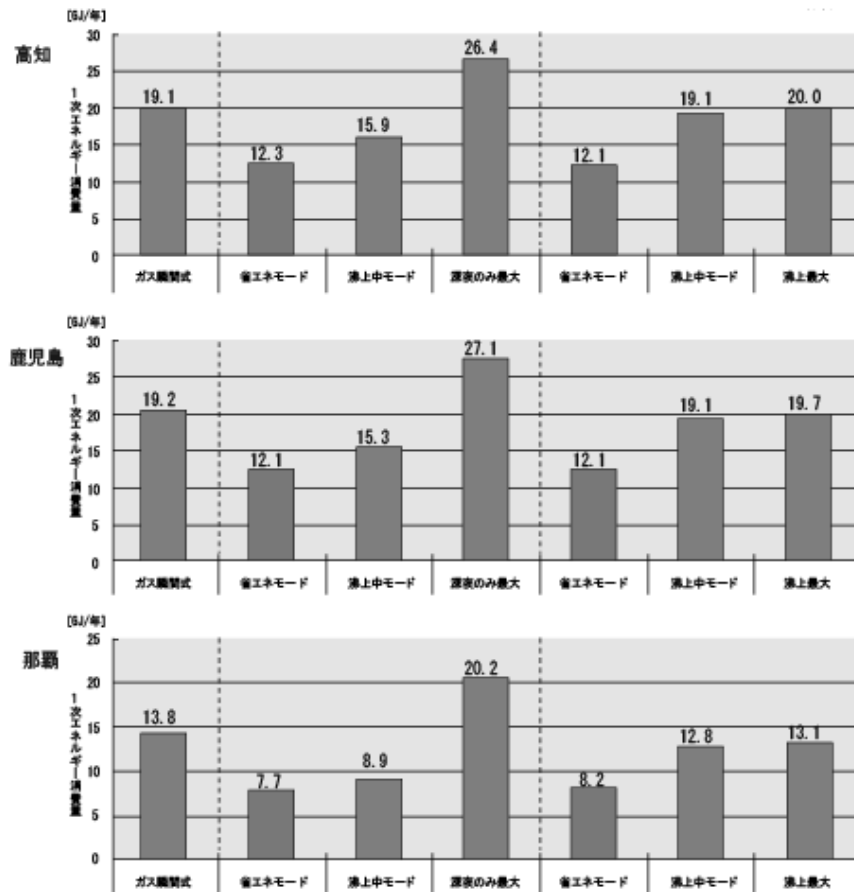
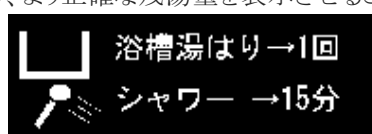


表 沸上モードの種類と特徴

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い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。

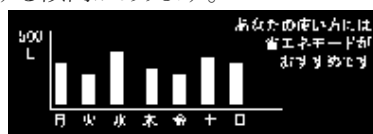


図 e 湯消費履歴の表示

- ・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。

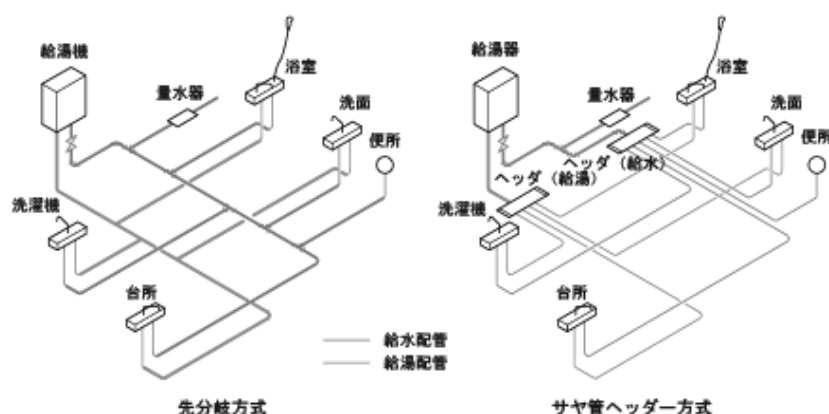


図 11 給湯配管方式の種類

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

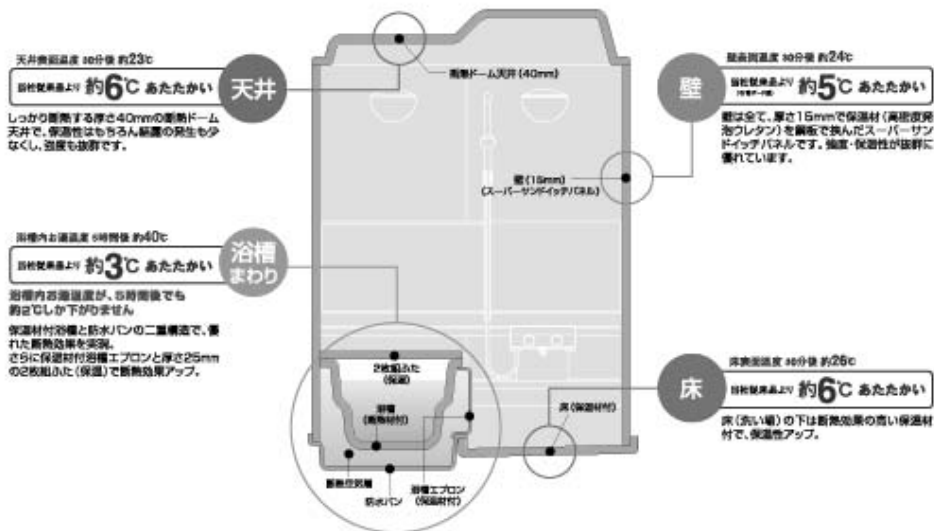


図 14 高断熱化された浴室ユニット

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せん。ただし、浴槽の断熱性が高くな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。

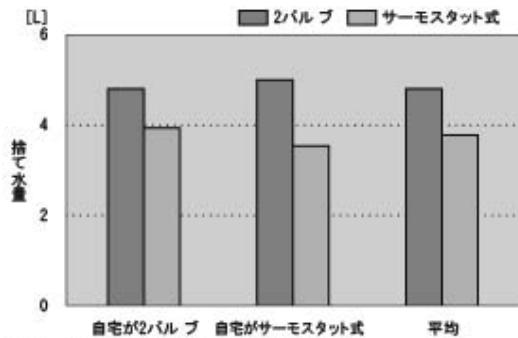


図 15 混合栓による捨て水量の比較



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。

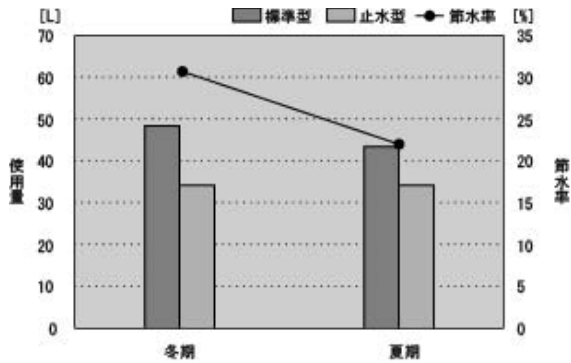


図 17 混合栓による捨て水量の比較



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。

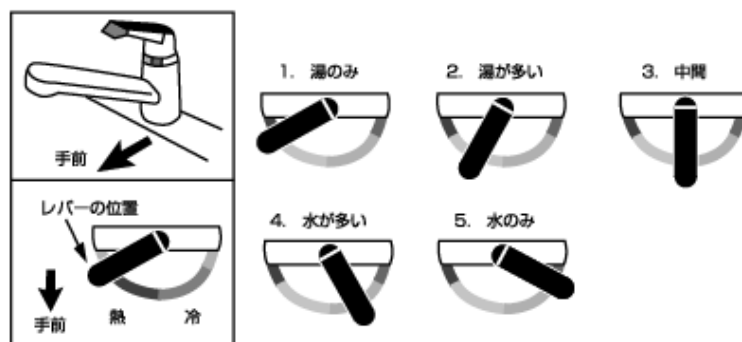


図 シングルレバー水栓のレバー操作

5.5 照明設備計画

照明設備計画は、昼間の日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、昼間の日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日光の利用技術(「3.2 日光利用」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。

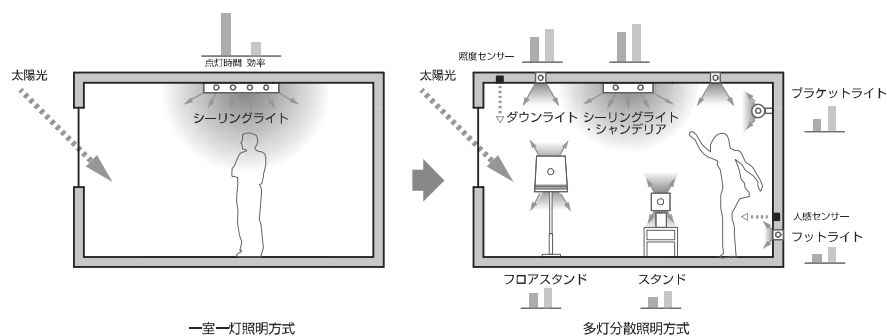


図1 照明設備計画における省エネルギー技術の全体像

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ランプ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る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。

ステップ1 各空間に要求される光環境の検討

- 1) 各空間で行われる作業・行為の検討
- 2) 各空間を利用する住まい手の視覚能力の確認



ステップ2 昼光不足箇所の検討

- 1) 太陽光の状況把握と昼光利用計画
- 2) 昼光不足箇所および程度の洗い出し



ステップ3 各空間の照明配置、光源および器具の種類の検討

- 1) 各空間の照明配置および照度の検討（手法3）
- 2) 省エネルギー効果の高い光源
および器具の種類の選択（手法1）
- 3) 器具と内装の関係の検討
- 4) 空間移動時の照度差の確認



ステップ4 各照明の制御方法、スイッチ位置の検討（手法2）

- 1) 各照明器具の制御方法の検討
- 2) スイッチの位置の検討

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(蛍光灯ランプ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ランプ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数を超えることとなりますが、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	○読書 ○化粧(10) ○電話(14)	○勉強 ○読書	○勉強 ○読書	-	-	-	-	○読書 ○化粧	○工作	-	-	-	○鏡	-	-	-
750	○読書 ○化粧(10) ○電話(14)	○勉強 ○読書	○勉強 ○読書	-	-	○食卓 ○調理台 ○流し台	○読書 ○化粧	○工作	○化粧(10) ○化粧(10) ○洗面	-	-	-	○鏡	-	○掃除 ○点検	-
500	○読書 ○化粧(10) ○電話(14)	○勉強 ○読書	○勉強 ○読書	-	-	○食卓 ○調理台 ○流し台	○読書 ○化粧	○工作	○化粧(10) ○化粧(10) ○洗面	-	-	-	○鏡	-	○掃除 ○点検	-
300	○読書 ○化粧(10) ○電話(14)	○勉強 ○読書	○勉強 ○読書	-	-	○食卓 ○調理台 ○流し台	○読書 ○化粧	○工作	○化粧(10) ○化粧(10) ○洗面	-	-	-	○鏡	-	○掃除 ○点検	-
200	○読書 ○化粧(10) ○電話(14)	○勉強 ○読書	○勉強 ○読書	-	-	○食卓 ○調理台 ○流し台	○読書 ○化粧	○工作	○化粧(10) ○化粧(10) ○洗面	-	-	-	○鏡	-	○掃除 ○点検	-
150	○読書 ○化粧(10) ○電話(14)	○勉強 ○読書	○勉強 ○読書	-	-	○食卓 ○調理台 ○流し台	○読書 ○化粧	○工作	○化粧(10) ○化粧(10) ○洗面	-	-	-	○鏡	-	○掃除 ○点検	-
100	○読書 ○化粧(10) ○電話(14)	○勉強 ○読書	○勉強 ○読書	-	-	○食卓 ○調理台 ○流し台	○読書 ○化粧	○工作	○化粧(10) ○化粧(10) ○洗面	-	-	-	○鏡	-	○掃除 ○点検	○パーティ ○食事
75	○読書 ○化粧(10) ○電話(14)	○勉強 ○読書	○勉強 ○読書	-	-	○食卓 ○調理台 ○流し台	○読書 ○化粧	○工作	○化粧(10) ○化粧(10) ○洗面	-	-	-	○鏡	-	○掃除 ○点検	○パーティ ○食事
50	○読書 ○化粧(10) ○電話(14)	○勉強 ○読書	○勉強 ○読書	-	-	○食卓 ○調理台 ○流し台	○読書 ○化粧	○工作	○化粧(10) ○化粧(10) ○洗面	-	-	-	○鏡	-	○掃除 ○点検	○パーティ ○食事
30	○読書 ○化粧(10) ○電話(14)	○勉強 ○読書	○勉強 ○読書	-	-	○食卓 ○調理台 ○流し台	○読書 ○化粧	○工作	○化粧(10) ○化粧(10) ○洗面	-	-	-	○鏡	-	○掃除 ○点検	○パーティ ○食事
20	○読書 ○化粧(10) ○電話(14)	○勉強 ○読書	○勉強 ○読書	-	-	○食卓 ○調理台 ○流し台	○読書 ○化粧	○工作	○化粧(10) ○化粧(10) ○洗面	-	-	-	○鏡	-	○掃除 ○点検	○パーティ ○食事
10	○読書 ○化粧(10) ○電話(14)	○勉強 ○読書	○勉強 ○読書	-	-	○食卓 ○調理台 ○流し台	○読書 ○化粧	○工作	○化粧(10) ○化粧(10) ○洗面	-	-	-	○鏡	-	○掃除 ○点検	○パーティ ○食事
5	○読書 ○化粧(10) ○電話(14)	○勉強 ○読書	○勉強 ○読書	-	-	○食卓 ○調理台 ○流し台	○読書 ○化粧	○工作	○化粧(10) ○化粧(10) ○洗面	-	-	-	○鏡	-	○掃除 ○点検	○パーティ ○食事
2	○読書 ○化粧(10) ○電話(14)	○勉強 ○読書	○勉強 ○読書	-	-	○食卓 ○調理台 ○流し台	○読書 ○化粧	○工作	○化粧(10) ○化粧(10) ○洗面	-	-	-	○鏡	-	○掃除 ○点検	○パーティ ○食事
1	○読書 ○化粧(10) ○電話(14)	○勉強 ○読書	○勉強 ○読書	-	-	○食卓 ○調理台 ○流し台	○読書 ○化粧	○工作	○化粧(10) ○化粧(10) ○洗面	-	-	-	○鏡	-	○掃除 ○点検	○パーティ ○食事

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→10W/畳×8畳=80W

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(器具高さと同平面照度の関係図)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同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)。

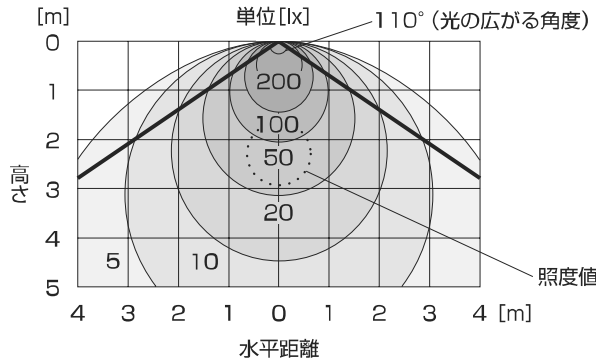


図 ダウンライトの直射水平面照度図の例

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、インシヤ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。

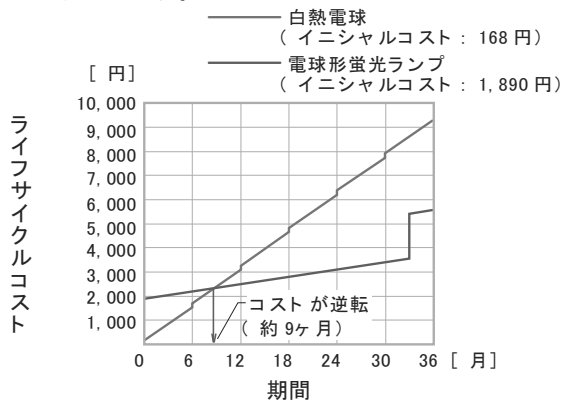


図3 白熱電球と電球形蛍光ランプのコスト試算例

(傾きの急なグラフ)
(傾きの緩やかなグラフ)

出典:「くらしのラポレポート」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

電球形蛍光ランプ: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

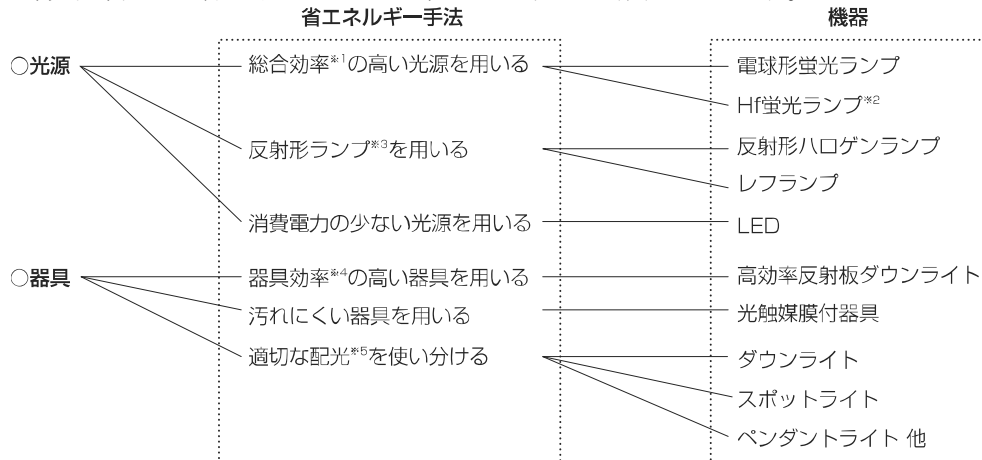
電気料金(税込):22.86円/kWh 東京電力従量電灯B第2段階料金(平成20年9月)

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 蛍光ランプ

高周波点灯専用形蛍光ランプのこと。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



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

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



環型

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



二十環型

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、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ことができます。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

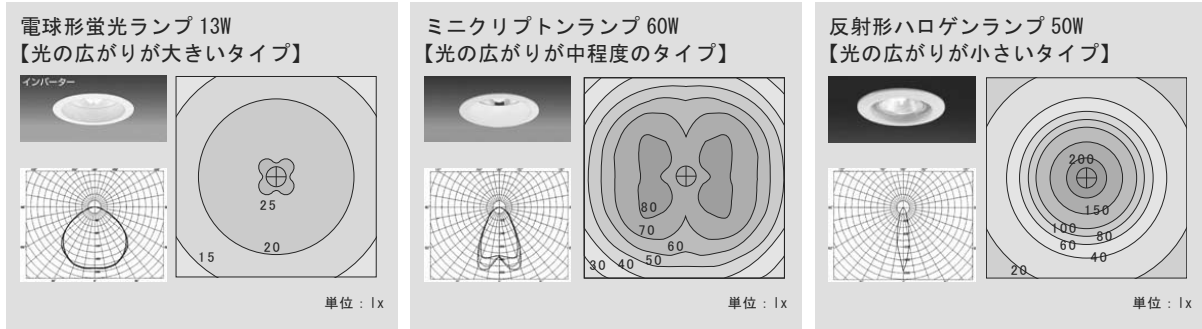
- ・上下方向配光、上方向配光、下方向配光を選択できる。

注：ランプが2灯内蔵されており、1灯は上方向主体、もう1灯は下方向主体の反射板と組み合わせ、壁スイッチで点灯ランプを変えることによって配光を変えることが可能。

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。

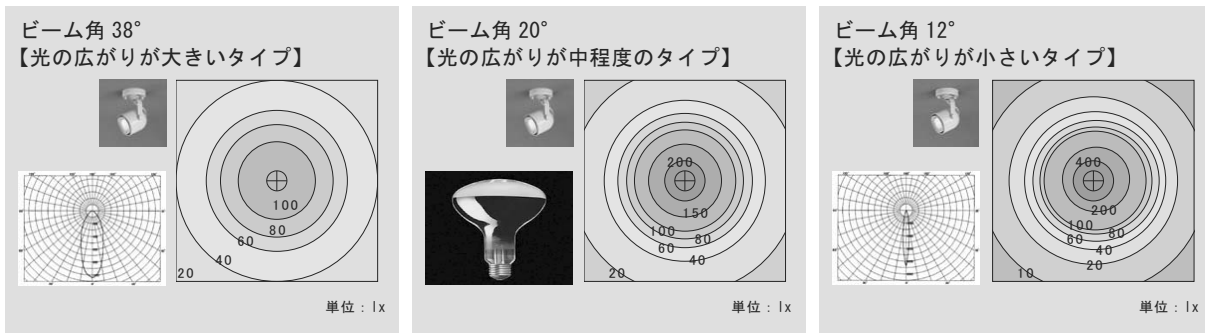
ダウンライト配光バリエーション



③ スポットライトの例（同一器具で光源を変えた場合）

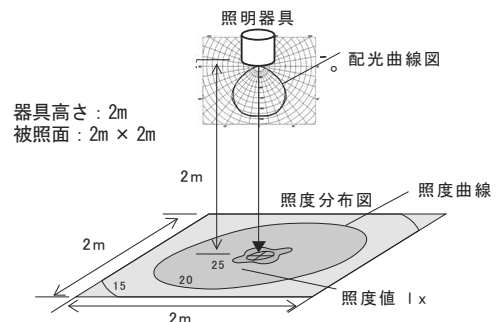
スポットライトにミラー付きの光源を用いる場合は、器具は同じでも光源を変えることによって、配光が大きく異なることがわかります。光源のビーム角が大きいと光が広がり、ビーム角が小さいと集光します。

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









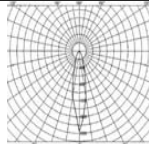





- ・配光曲線図は、器具から出る光の広がり方を示したものです。
- ・照度分布図の照度曲線上の数値は、照度値（単位：lx）を表しています。
- ・左図の【器具高さ：2m】は、器具と被照面の距離を表し、【被照面：2m×2m】は、この照度分布図の被照面の大きさが一辺 2m の正方形であることを表しています。



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) を電球形蛍光ランプ (13W) に交換する		78%
	→	
一般蛍光ランプ (40W) を Hf 蛍光ランプ (32W) に交換する		20% 明るさ 14%アップ
	→	
環形蛍光ランプを Hf 二重環形蛍光ランプに交換する		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)
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 電球形蛍光ランプ 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 電球形蛍光ランプ 平均照度 158 (lx)
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)

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。

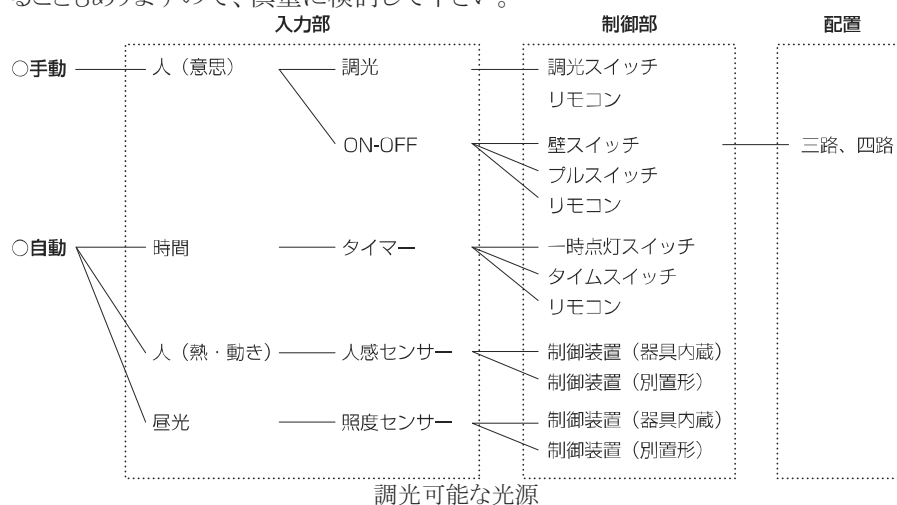


図 5 制御方法の種類

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になると不便になる 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



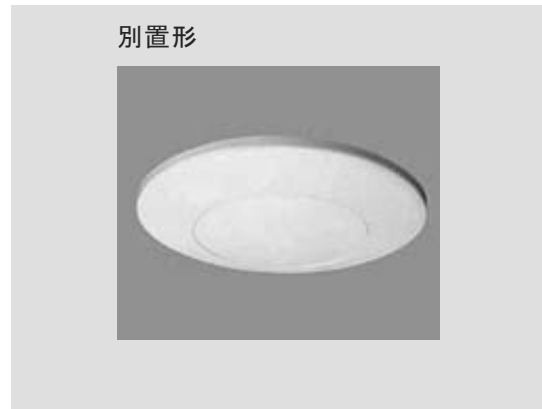
特徴

- 点灯時間や消灯時間を自由に設定できる。

人感センサー



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。

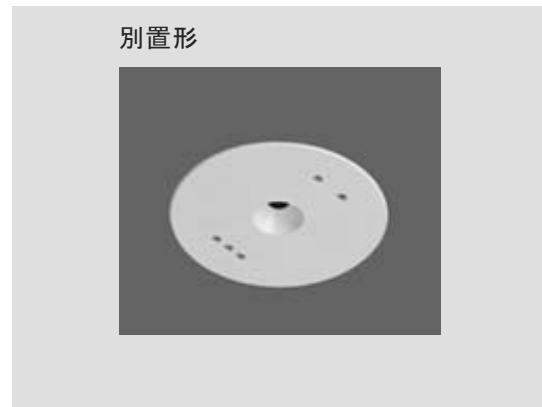


特徴
親器 1 台に対して、子器(検知器)を複数台接続することができる。

照度センサー



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



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。

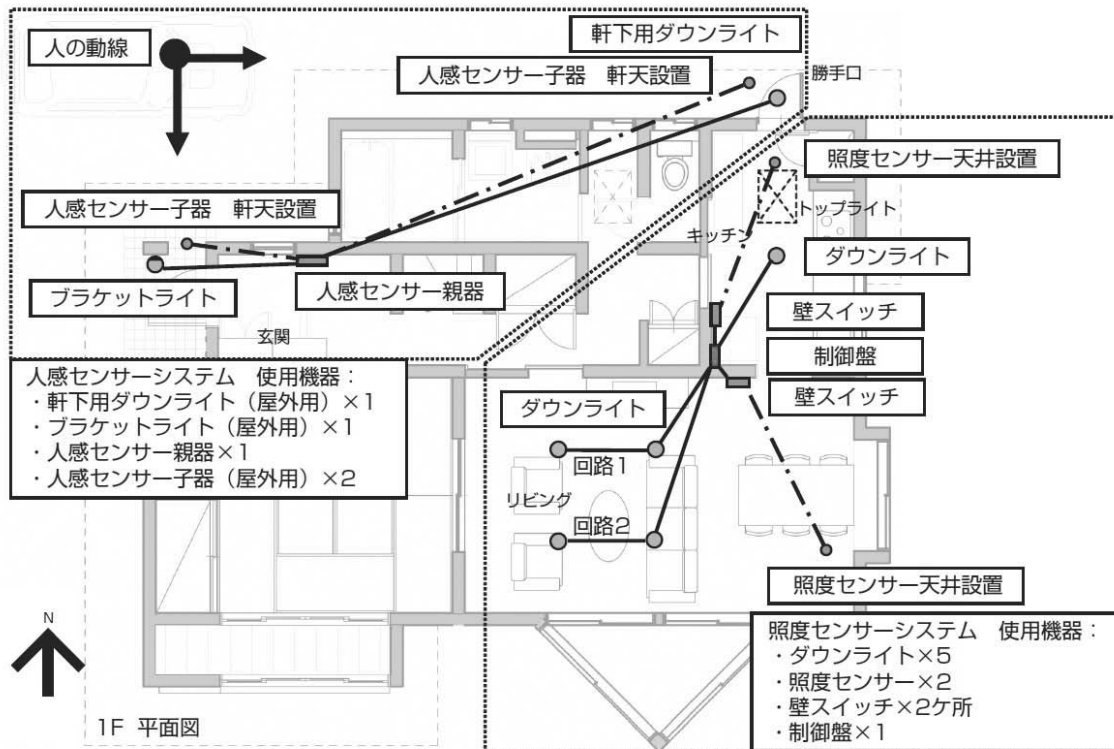


図 6 人感センサーと照度センサーを導入した省エネルギー設計例

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あります。

- 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ありますので、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、住まい手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

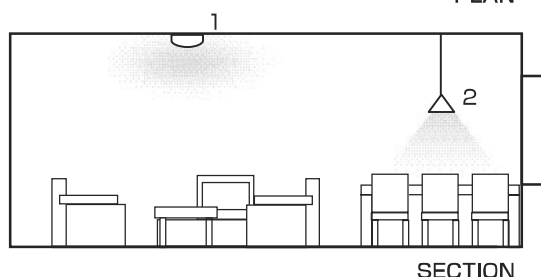
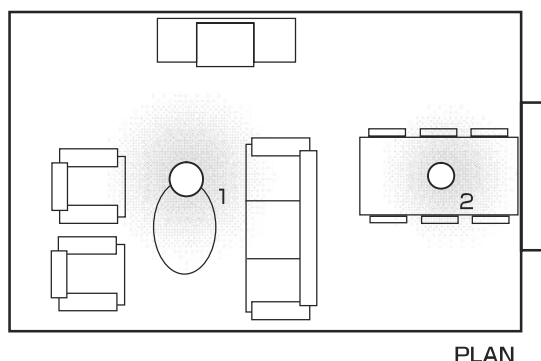
【一室一灯プラン】

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。

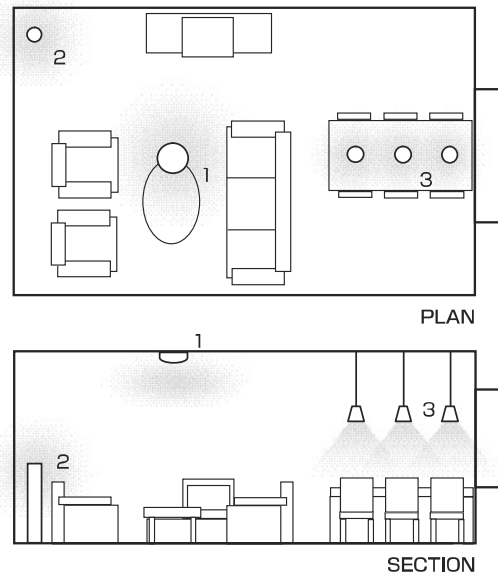
ダイニングのペンダントライトは、1 灯から複数灯になり、状況に応じて点灯パターンを変化させる手法が可能となり、これにより空間にリズム感をつくりだすことができます。また、フロアスタンドなど低位置照明は、落ち着いた空間をつくりだせます。

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

機能	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	-
	・落ち着いた	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】

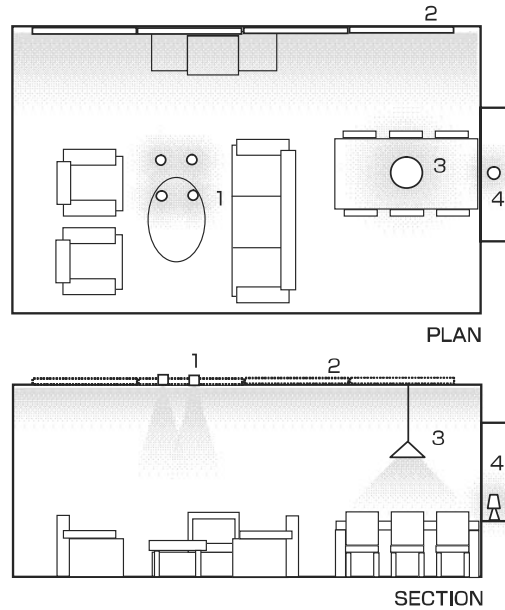
多灯分散照明方式には、天井面からの照明だけでなく、壁面や足元にも照明を分散させる方法もあります。

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	
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%

設計例③の消費電力量合計 / 設計例①の消費電力量合計

※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。

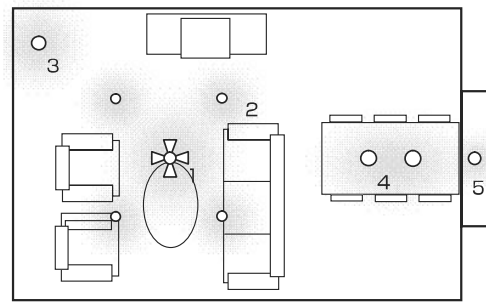
LEDランプは、きらめき感により美観性を向上させることができたり、集光性が高いためメリハリのある空間をつくりだせるなどの性質をもち、光環境の質を高めるのに有効です。ただし、現在のところ、高価であるので一般的ではありませんが、普及による低価格化が期待されています。

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

機能	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



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)

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	4	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 約 65 ~ 90%
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	2	16	24 ~ 40	
4	ペンダント 12W 電球形蛍光ランプ 2	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。

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			●
	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			●
	フロアスタンド					●			100			●
	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

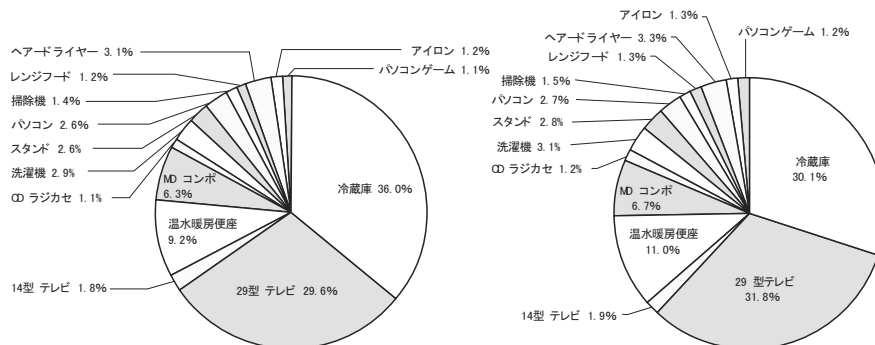
1) 家電の種類とエネルギー消費の実態

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。

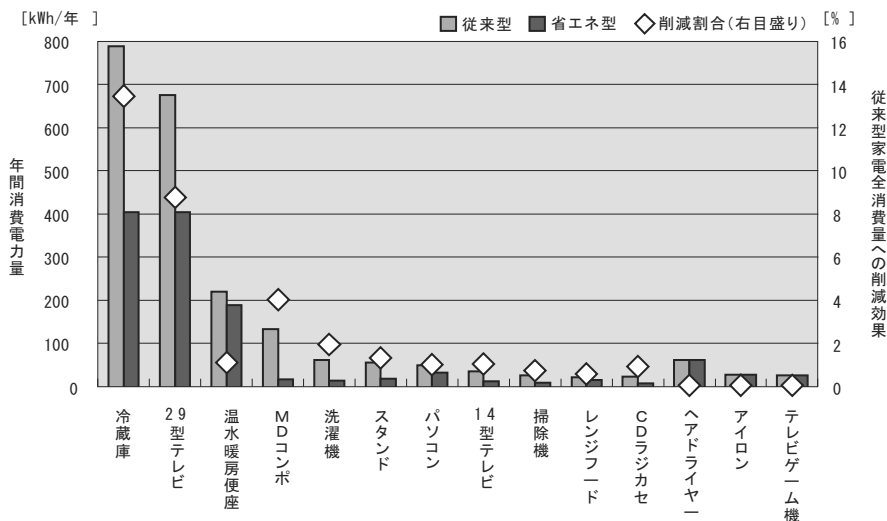


図2 従来型家電の消費電力量と省エネ型家電の採用による削減効果(那覇)

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コンポ図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コンポ、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ー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も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-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-1	1994 年以前製品	省エネ設計なし	1800kWh	-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。

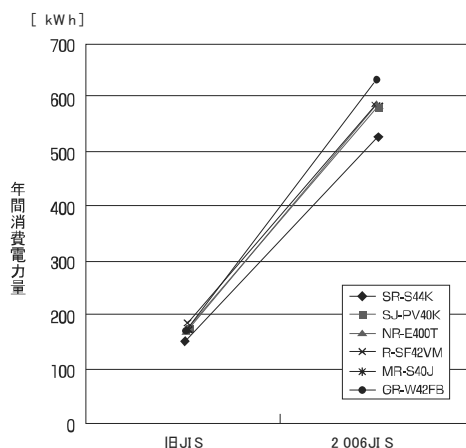


図 冷蔵庫のJIS年間消費電力量の表示値

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。

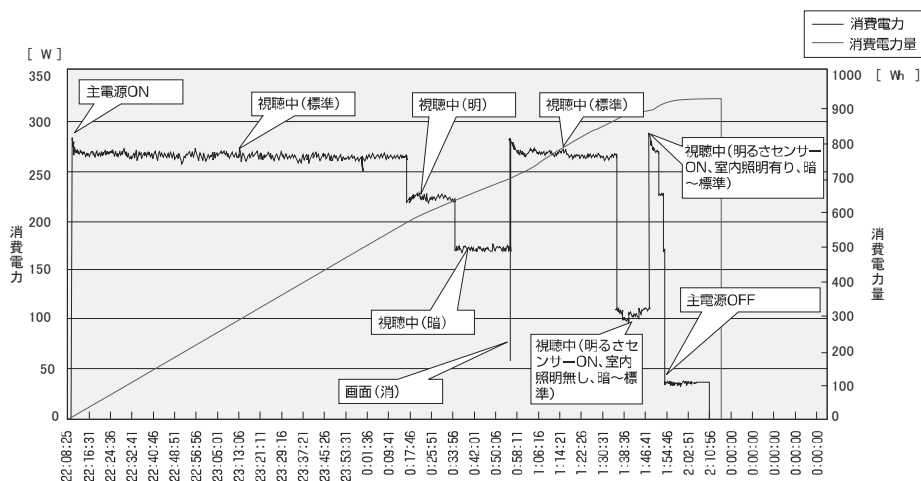


図 周囲の明るさの変化による液晶テレビ(46型)の消費電力の変化

製造年:2006年、定格消費電力:288W、リモコン待機0.1W

3) 温暧暖房便座

温暧暖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、以下のように分類されます(表6)。

表6 温暧暖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-1	貯湯タイプ	350kWh以上	-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。

・温暧暖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、以下のように分類されます(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	保温機能なし(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済みます。

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

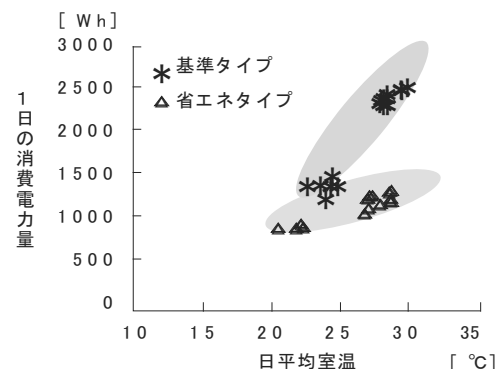


図3 冷蔵庫に対する室温の影響
(省エネタイプと基準タイプの場合)

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) 温水暖房便座

便所の室温が低いと、温水暖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

温水暖房便座と同様に、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

・冷蔵庫と温水暖房便座について、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・温水暖房便座の年間消費電力量の比較

地域	年平均気温	冷蔵庫		温水暖房便座	
		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、インシヤルコストとランニングコストの累積で考えることとなります。

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(インシヤルコスト)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 年間でインシヤ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、インシヤ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。インシヤ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。

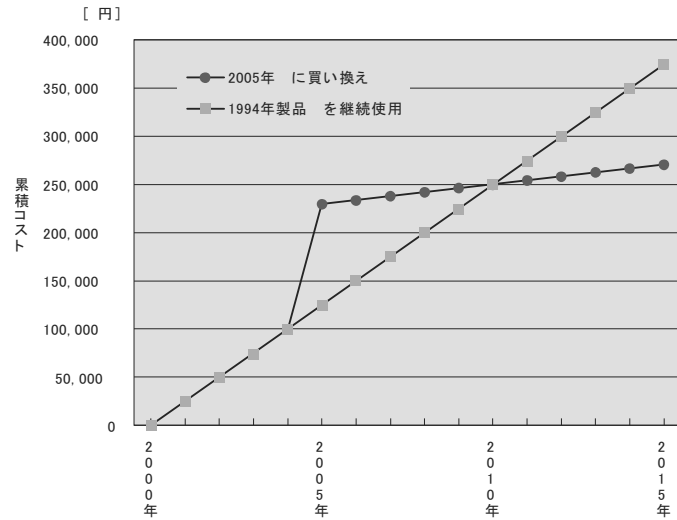


図4 冷蔵庫の買い換えによるイニシャルコストとランニングコストの試算例

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。

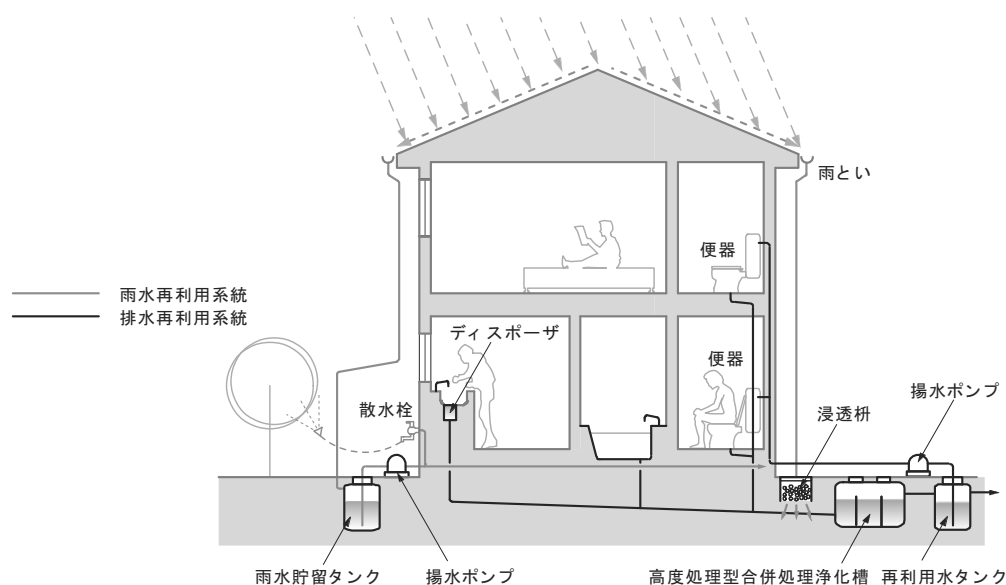


図1 水と生ゴミの処理と効率的利用の全体像

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 雨水浸透枘等の方式

方式	用途	タイプ
方式 1	雨水処理	<ul style="list-style-type: none"> ・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		<ul style="list-style-type: none"> ・屋根面雨水を雨水浸透枘で処理 ・敷地内を非透水性の材料で被覆
方式 3		<ul style="list-style-type: none"> ・屋根面雨水を雨水浸透枘で処理 ・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 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。
- ・雨水浸透枘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) 雨水浸透枍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	止水機構付きシャワーヘッド	150
レベル 2	8～6		自動水栓		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など、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、前者では給水圧(動水圧)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

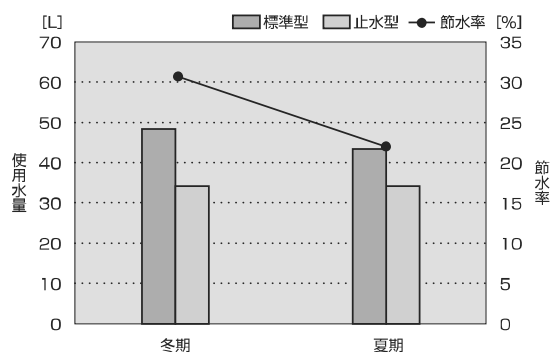


図 4 標準型、止水型(止水機構付き)のシャワーヘッドにおける使用水量実験結果の一例(1回当たりの使用水量)

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下さい。

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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・デイ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。

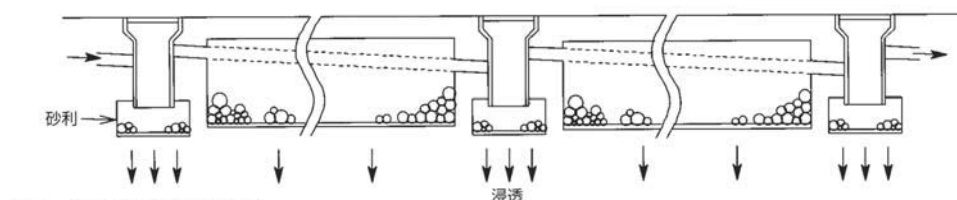


図 5 宅地内雨水浸透枡の例

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。

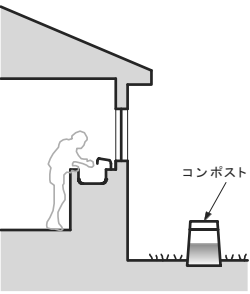

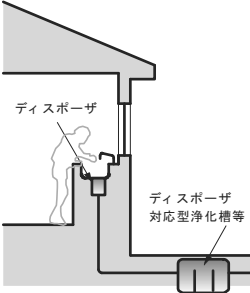
表 9 排水の高度処理技術の方式と特徴

方式	タイプ	特徴
方式 1	合併処理浄化槽	<ul style="list-style-type: none"> 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當
方式 2	窒素除去型合併処理浄化槽	<ul style="list-style-type: none"> 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當
方式 3	高度処理型合併処理浄化槽	<ul style="list-style-type: none"> 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		<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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		<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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		<ul style="list-style-type: none"> ・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 <ol style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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、次の点に配慮する必要があります。

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	76m ³ →38m ³ 38m ³ 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	89m ³ →58m ³ 31m ³ 節水 35%減	ガス 257m ³ →168m ³ 89m ³ 削減	35%減
	浴槽	定量止水機能なし [水量] 捨て水 4.5 m ³ /年 浴槽水 150L	定量止水機能付き [水量] 捨て水 0 浴槽水 150L	59m ³ →54m ³ 5m ³ 節水 8%減	ガス 170m ³ →157m ³ 13m ³ 削減	8%減
合計				224m ³ →150m ³ 74m ³ 節水 33%減	ガス 427m ³ →325m ³ 102m ³ 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。