

# 第 2 編

導入を検討する技術



【1】概要

●外皮とは

外皮とは、建物の外部と内部を隔てる境界を指し、窓・壁・屋根・床等をいう。外皮の断熱性能を向上することは、室温が外気温に影響を受けにくくなることに繋がり、建築物の省エネルギー化を進める上で重要な要素となる。

また、一般的にある空間における体感温度は周囲の窓・壁・床等の表面温度(平均放射温度)と室温の平均とされており、断熱化によって外皮の表面温度を室温に近づけ、体感温度と室温との温度差を小さくすることで、施設利用者にとって快適と感じる室内環境にすることができる。

断熱性能の向上は、室内の上下温度差等の内部環境の平準化や結露の抑制等、快適な室内環境の維持に寄与する。

※建築物のエネルギー消費性能の合理化に関する法律（以下、建築物省エネ法という）抜粋

◎第6条（建築主等の努力）

建築主は、その建築等(建築物の新築、増築若しくは改築(以下「建築」という。)、建築物の修繕若しくは模様替又は建築物への空気調和設備等の設置若しくは建築物に設けた空気調和設備等の改修をいう。)をしようとする建築物について、建築物の所有者、管理者又は占有者は、その所有し、管理し、又は占有する建築物について、エネルギー消費性能の向上を図るよう努めなければならない。…略

◎第10条（建築材料に係る指導及び助言）

経済産業大臣は、建築物エネルギー消費性能基準に適合する建築物の建築が行われることを確保するため特に必要があると認めるときは、建築物の直接外気に接する屋根、壁又は床(これらに設ける窓その他の開口部を含む。)を通しての熱の損失の防止の用に供される建築材料の製造、加工又は輸入を行う事業者に対し、建築物エネルギー消費性能基準を勘案して、当該建築材料の断熱性に係る品質の向上及び当該品質の表示について必要な指導及び助言をすることができる。

●外皮(外壁)の構成

- ・外部仕上（石、タイル、吹付材、モルタル、ALC・・・）  
建物内部への風雨等の侵入を防ぐと共に、建物の印象を決める。
- ・内部仕上（クロス、塗装、タイル・・・）  
建物利用者にとって、印象や快適性等の影響を与える。
- ・構造躯体（RC、鉄骨、木・・・）  
建物の自重や積載荷重等を支え、建物利用者の人命を守る。
- ・建具、ガラス  
自然光・風の取込みや、景観を良くする。
- ・断熱材  
外気温を室内へ伝えにくくする。

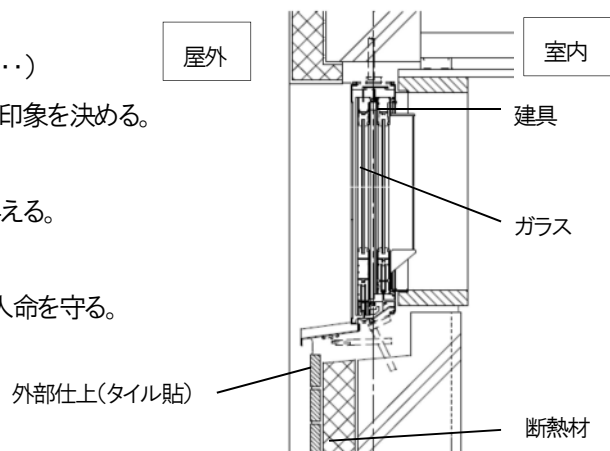


図2-1-1 外壁の例(鉄筋コンクリート造)

### ● 壁体内の熱の移動

外皮を隔てた建物の外部と内部では、温度差がある場合、熱の移動が生じる。

「熱伝達」(対流や放射によって壁の表面で行き来する熱)と、「熱伝導」(壁の表面に伝わった熱が、壁体の厚み方向に移動する熱)、これら一連の熱の移動を「熱貫流」といい、壁体の熱的性能を表す。

この「熱貫流」を小さくする(断熱性能を高める)ことが、空調設備等の負荷を抑制し、省エネルギー化に繋がる。

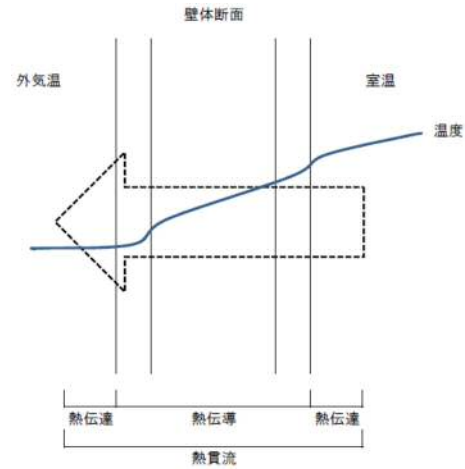


図 2-1-2 壁体内の熱移動イメージ

### ● ペリメーターゾーン

外壁の中心線から 3~5m 程度の屋内部分をいう。日射等の外部影響を受けやすいため、空調負荷等が大きくなる。

一般的に、外皮からの熱の侵入に対して使用される空調負荷は年間で 10~15%、夏期のピーク時には 30% 近くになるといわれている。

外皮性能の向上によるペリメーターゾーンの熱負荷低減が、省エネルギー化への効果が大きく、居住者の作業生産性の向上にも繋がる。

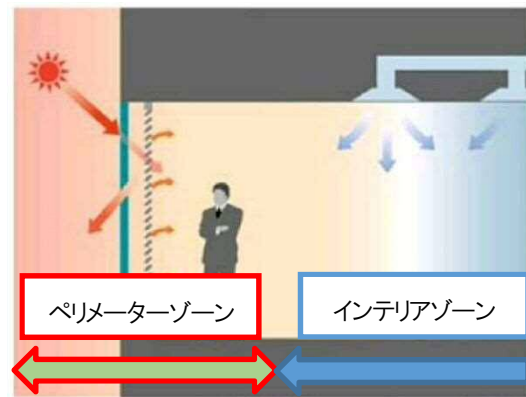


図 2-1-3 ペリメーターゾーン イメージ図

出所: YKKAP(株) HP

### ● 外皮の熱の出入り

右記の図 2-1-4 は、建築物の外皮からの熱の流出入の比率の一例を示している。

中でも、開口部は他の外皮に比べて熱伝導率の高い材料が使用されているため、比率が高くなっていることがわかる。

外壁に使用する断熱材の断熱仕様を向上させることはもちろんだが、開口部に使用する建具及びガラスの断熱性能の向上も、省エネルギー化に向けた重要な要素である。



図 2-1-4 住宅における冬期の熱流出入比率(参考)

出所: (株)LIXIL HP

## 2-1

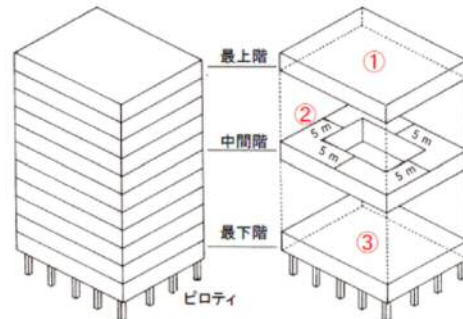
また、エネルギーの使用の合理化に関する法律(以下、省エネ法という)の規定に基づき、「エネルギーの使用の合理化に関する建築主等及び特定建築物の所有者の判定の基準一部を改正する告示(平成28年1月29日)」により、PAL\*(パルスター)による外皮性能基準が示されている。

・PAL\*(パルスター)とは  
各階の屋内周囲空間(ペリメーターゾーン)の年間熱負荷を、ペリメーターゾーンの床面積の合計で除して得た数値。

$$PAL* = \frac{\text{ペリメーターゾーンの年間熱負荷 [MJ/m}^2\text{年]}}{\text{ペリメーターゾーンの床面積 [m}^2\text{]}}$$

上記で得た数値が、建物用途別、地域毎に定められた判断基準値以下であること。

PAL\* ≤ 判断基準値



- ① 屋根及び外壁に基づくペリメーターゾーン
- ② 外壁に基づくペリメーターゾーン
- ③ 外気に接する床及び外壁に基づくペリメーターゾーン

図 2-1-5 ペリメーターゾーンのイメージ

出所: (一社)日本サステナブル建築協会

「建築物の改正省エネルギー基準モデル建物法による届出講習 補助資料」

表 2-1-1 PAL\*判定基準値(平成 28 年告示)

建築物用途	PAL*		
	3地域	4地域	5地域
事務所等	480	470	470
学校等	420	470	470

なお、非住宅建築物に係る省エネルギー適合性判定及び届出で用いる省エネルギー基準においては、外皮性能基準(PAL\*)は適用されないため、外皮性能基準に関する適合性の確認を行う必要はない。ただし、エネルギー消費性能計算プログラムにおいて一次エネルギー消費量の計算を行う上では、外皮の仕様を入力する必要があるため、設計において外皮の性能を検査しなければならない。

以下、外皮のなかでも特に省エネルギー化に向けて断熱性能を要求される断熱材、ガラス、建具の建材に着目する。構造躯体(鉄筋コンクリート、鉄骨等)は、エネルギー消費性能計算プログラムに入力する必要があり、計算結果に反映される重要なファクターではあるが、主には建物の設計条件、用途、地盤条件等に起因して決定するものである。外皮の断熱性能を向上させるためには、断熱材、ガラス及び建具の断熱性能の向上が最も重要である。



## 【2】外皮(エネルギー消費性能計算プログラムによる評価可能な技術)

## ●断熱材

建築物に使用される断熱材は、主に「繊維系」と「発泡系」に大別できる。いずれにしても、気体の断熱性能の高さを利用しており、繊維系では細かな繊維のすき間に空気を保持し、発泡系では気泡の中に気体を封じ込めることで断熱性能を発揮している。

表 2-1-2 断熱材の主な種類及び概要

繊維系	グラスウール	ガラス瓶等のリサイクルカレットや長石、ソーダ灰などのガラス原料を熔解炉で高温溶融し、遠心力によって繊維状にしたもの。不燃性や吸音性が高く、経済性に優れる。また、断熱性能の経年劣化がほとんどない。
	ロックウール	耐熱性に優れた高炉スラグなどを主原料として、キュボラや電気炉で高温溶融するか、または高炉から出たのち、同程度の高温に保温した溶融スラグを炉底から流出させ、煙視力などで吹き飛ばして繊維状にした人造鉱物繊維である。防火・耐熱・撥水性に優れる。
	セルローズファイバー	新聞古紙等を主原料とし、乾式粉碎により製造されたもの。吸音・耐火・撥水・防カビ性能を有する。
発泡系	押出法ポリスチレンフォーム	ポリスチレン又はその共重合体に発泡剤及び添加剤を溶融混合し、連続的に押出発泡成形したもの。吸水性が小さく軽量で耐圧縮性が大きい。基礎や土間床断熱に使用される。火に弱い。
	ビーズ法ポリスチレンフォーム	ポリスチレン樹脂と炭化水素系の発泡剤からなる原料ビーズを予備発泡させた後に、金型に充填、高温の水蒸気で加熱することによって約30～60倍に発泡させて成形したもの。軽量で加工性や施工性に優れ、金型成形で自由性の高い形状をつくれる。火に弱い。
	硬質ウレタンフォーム	ポリオール成分とポリイソシアネートを反応、発泡させたもの。各種面材と一体成形したボード状のものや、現場で発泡機によるスプレーまたは注入する現場発泡品がある。引火性が高い。
	フェノールフォーム	フェノール樹脂に発泡剤と硬化剤を混合し、発泡・硬化させたもの。耐薬品性や耐熱性・難燃性に優れる。燃焼しても煙や有毒ガスの発生がほとんど無い。

また、各種断熱材の断熱性能等は下表 2-1-3 のとおり。

表 2-1-3 断熱材の種類

分類	建材番号	建材名称	熱伝導率 [W/mK]	容積比熱 [J/LK]	比熱 [J/gK]	密度 [g/L]
繊維系断熱材	121	グラスウール断熱材 10K相当	0.05	8	0.84	10
	122	グラスウール断熱材 16K相当	0.045	13	0.84	16
	123	グラスウール断熱材 20K相当	0.042	17	0.84	20
	124	グラスウール断熱材 24K相当	0.038	20	0.84	24
	125	グラスウール断熱材 32K相当	0.036	27	0.84	32
	126	高性能グラスウール断熱材 16K相当	0.038	13	0.84	16
	127	高性能グラスウール断熱材 24K相当	0.036	20	0.84	24
	128	高性能グラスウール断熱材 32K相当	0.035	27	0.84	32
	129	高性能グラスウール断熱材 40K相当	0.034	34	0.84	40
	130	高性能グラスウール断熱材 48K相当	0.033	40	0.84	48
	131	吹込み用グラスウール 13K相当	0.052	11	0.84	13
	132	吹込み用グラスウール 18K相当	0.052	15	0.84	18
	133	吹込み用グラスウール 30K相当	0.04	25	0.84	30
	134	吹込み用グラスウール 35K相当	0.04	29	0.84	35
	141	吹付けロックウール	0.064	412	1.42	290
	142	ロックウール断熱材(マット)	0.038	34	0.84	40
	143	ロックウール断熱材(フェルト)	0.038	34	0.84	40
	144	ロックウール断熱材(ボード)	0.036	67	0.84	80
	145	吹込み用ロックウール 25K相当	0.047	21	0.84	25
	146	吹込み用ロックウール 65K相当	0.039	55	0.84	65
161	吹込み用セルローズファイバー 25K	0.04	47	1.88	25	
162	吹込み用セルローズファイバー 45K	0.04	85	1.88	45	
163	吹込み用セルローズファイバー 55K	0.04	103	1.88	55	
発泡系断熱材	181	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種	0.04	32.5	1.3	25
	182	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 2種	0.034	36.4	1.3	28
	183	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 3種	0.028	40.3	1.3	31
	184	A種ポリスチレンフォーム 保温板 1種2号	0.042	13	1.3	10
	185	A種ポリスチレンフォーム 保温板 2種	0.038	46	1.3	20
	186	ビーズ法ポリスチレンフォーム 保温板 特号	0.034	35.1	1.3	27
	187	ビーズ法ポリスチレンフォーム 保温板 1号	0.036	39	1.3	30
	188	ビーズ法ポリスチレンフォーム 保温板 2号	0.037	32.5	1.3	25
	189	ビーズ法ポリスチレンフォーム 保温板 3号	0.04	26	1.3	20
	190	ビーズ法ポリスチレンフォーム 保温板 4号	0.043	19.5	1.3	15
	201	硬質ウレタンフォーム 保温板 2種1号	0.023	60	1.7	35
	202	硬質ウレタンフォーム 保温板 2種2号	0.024	43	1.7	25
	203	吹付け硬質ウレタンフォームA種1	0.034	61	1.7	36
	204	吹付け硬質ウレタンフォームA種3	0.04	26	1.7	15
221	フェノールフォーム 保温板 1種1号	0.022	77	1.7	45	
222	フェノールフォーム 保温板 1種2号	0.022	43	1.7	25	

(出所:国土交通省 国土技術政策総合研究所・独立行政法人 建築研究所)

「エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版)解説 建材の種類と物性値一覧」より要約引用)

### ●壁の熱貫流率の算出方法

エネルギー消費性能計算プログラムの「建材物性値一覧」では定義されていない特殊な建材を使用する場合等については、壁の熱貫流率を下記計算式により算出し、その値を入力する必要がある。

なお、上記一覧表に記載の仕様にする場合は、計算プログラムで選択肢の中から選ばよ。

$$U=1/(R_{in}+ \sum_i L_i / \lambda_i + \sum_i R_i + R_{out})$$

U:熱貫流率 [W/m<sup>2</sup>K]

R<sub>in</sub>:室内側の表面熱伝達抵抗 0.11[(m<sup>2</sup>·K/W<sup>3</sup>)]

R<sub>out</sub>:室外側の表面熱伝達抵抗 0.04[(m<sup>2</sup>·K/W<sup>3</sup>)]

L<sub>i</sub>:建材iの厚み [m]

λ<sub>i</sub>:建材iの熱伝導率 [W/(m·K)]

R<sub>i</sub>:密閉空気層iの熱抵抗値 [(m<sup>2</sup>·K)/W]

建築物の各種構造又は断熱工法については、概ね以下のとおり整理できる。  
構造別、床・壁・天井等の部位別、下地材の別等の諸条件を勘案し、適切な種類の断熱材を選定することが求められる。

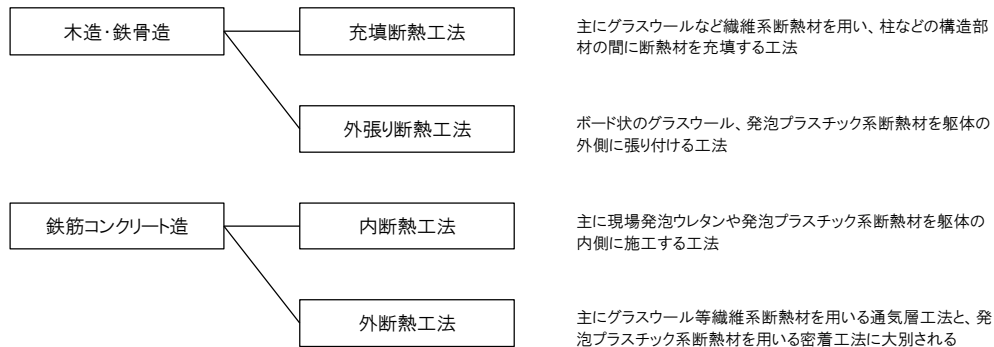


図 2-1-6 断熱工法の種類

また、各種工法の利点等は以下のとおり。（          については、硝子繊維協会 HP より要約引用）

#### 木造等

##### ・充填断熱工法

コストは比較的安価であり、建物形状の自由度も高いが、防湿気密層の施工（特に設備廻りや筋交いなど）に注意が必要である。

##### ・外張り断熱工法

コストは比較的高価であるが、熱橋部の影響が少なくすむため断熱層を薄くできる。また、建物 外側に施工するため、内部意匠の自由度が高い。

#### 鉄筋コンクリート造

##### ・内断熱工法

施工が簡単でコスト的に有利だが、床スラブ等の熱橋部の影響により表面結露の発生や、季節間等での室内温度の変動が大きくなってしまふといった欠点もある。

##### ・外断熱工法

内断熱工法と比較してコストは割高になるが、外側で断熱層が連続するため、熱橋が少なく表面結露が発生しにくい。また、躯体が保護されるため建築物の耐久性が向上する。

##### ・通気層工法

断熱層と外装材間に通気層を設けるため、躯体からの湿気放出が容易であり、内部結露を抑える。通気層及び外装材取付け下地工事が必要なため、密着工法に比べて若干割高となる。

##### ・密着工法

施工が容易でコストも有利だが、断熱材の経年劣化によりパネルの反り・浮上がり・割れ等が発生することがある。

## 2-1

### ● ガラス

ガラスは、建具に組み込むことで、採光、換気、景観を良くする等、外壁面に設けなければならない建材であるが、一方で、熱伝導率が高く、空調負荷等に影響を及ぼす。そのため、特殊金属膜をガラスの片面にコーティングして放射熱の移動を抑制する「Low-E ガラス」や空気層を設けた「複層ガラス」等の開発により、断熱性能の向上したガラスの普及が進んでいる。

既存建築物の省エネルギー化にあたっては、既存の建具巾により、単板ガラスから複層ガラスに改修できるものや、既存建具枠の上に新たな建具枠を被せるカバー工法等があり、比較的容易に外皮の断熱性能を向上することが可能である。

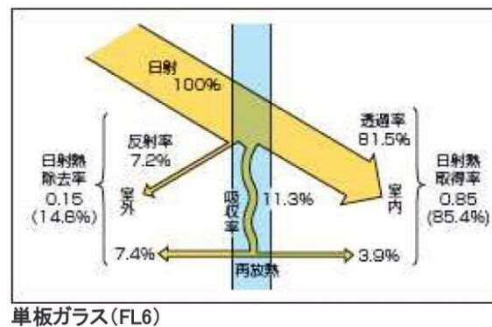


図 2-1-7 開口部からの日射熱取得イメージ

出所: 旭硝子(株)HP

表 2-1-4 複層ガラスの種類

単板ガラス	1枚のガラスで構成されたもの。
二層複層ガラス	スペーサーと呼ばれる金属部材で2枚のガラスの間に中空層を持たせたもの。中空層には、乾燥空気または断熱ガスを封入し、断熱性能を高めたもの。
三層複層ガラス	ガラス3枚の間に中空層を2層設けた、二層複層ガラスよりさらに断熱性能を高めたもの。非住宅用は、現状ではまだまだ普及には至っておらず、今後の価格面での改善や技術力の向上による。(旭硝子 技術資料より要約引用)

大別すると、上表のとおり単板ガラス、二層複層ガラス及び三層複層ガラスが流通している。また、ガラスには、フロート板ガラス、熱線吸収板ガラス、網入ガラス、強化ガラス、Low-E ガラス等の様々な種類がある。複層ガラスについても、これらのガラスの組合せや、中空層に乾燥空気を封入したもの、より断熱性能の高いアルゴンガスを封入したものなど、選択肢は多岐にわたる。

省エネルギー化を進めるにあたって、断熱性能の高い複層ガラスを選択することが有利になるのは当然のこと、例えば建具を設置する方位によって、日射取得型もしくは日射遮蔽型を選択するなど、考慮しながら選択することが重要である。



2-1

下記に示す図は、地域別のガラスの日射取得型又は日射遮蔽型を選択する上で参考となるものである。当県は「日射量が少なく寒い地域」あるいは「日射量が少なめで比較的暖かい地域」に該当していることがわかる。これらの地域では、北面など日差しの影響を受けない方位では断熱性能の高いガラスを選択することや、南面等の日差しを取り込みたい方位であれば、日射取得型を選択するなど、計画的にガラス仕様を選択することが重要である。

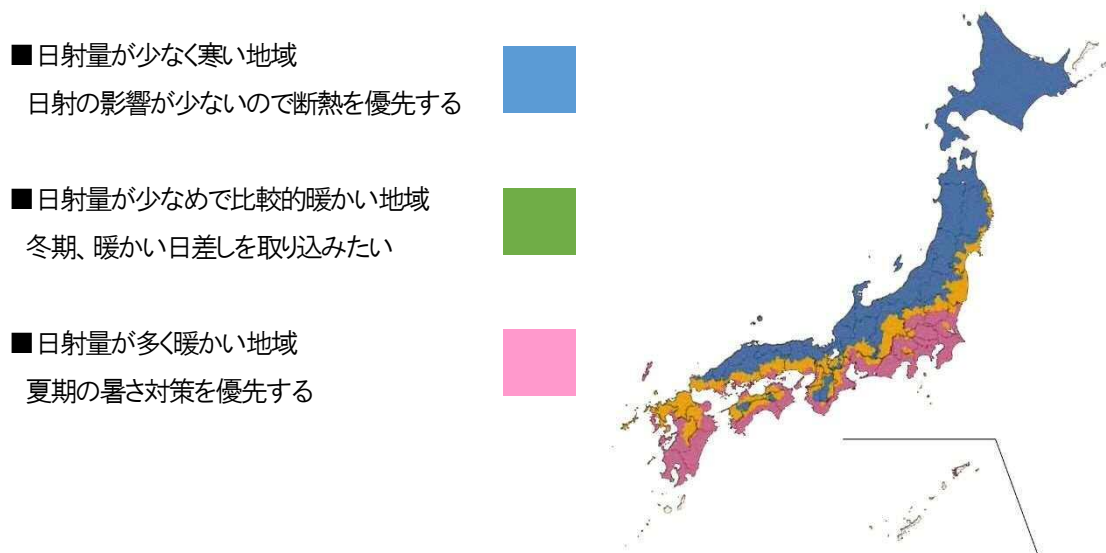


図 2-1-8 出所: 株式会社LIXIL HP

表 2-1-5 ガラスの種類

選択肢	定義	(参考)ガラス単体の性能	
		熱貫流率	日射熱取得率
3WsG06	三層複層ガラス(Low-E2枚、断熱ガス、日射遮蔽型、中空層幅6mm)	1.4	0.33
3WsG12	三層複層ガラス(Low-E2枚、断熱ガス、日射遮蔽型、中空層幅12mm)	0.9	0.33
3FA06	三層複層ガラス(Low-Eなし、中空層幅6mm)	2.3	0.72
3FA12	三層複層ガラス(Low-Eなし、中空層幅12mm)	1.9	0.72
2LgG06	二層複層ガラス(Low-E1枚、断熱ガス、日射取得型、中空層幅6mm)	2.2	0.64
2LgG12	二層複層ガラス(Low-E1枚、断熱ガス、日射取得型、中空層幅12mm)	1.6	0.64
2LsG06	二層複層ガラス(Low-E1枚、断熱ガス、日射遮蔽型、中空層幅6mm)	2.2	0.40
2LsG12	二層複層ガラス(Low-E1枚、断熱ガス、日射遮蔽型、中空層幅12mm)	1.6	0.40
2LgA06	二層複層ガラス(Low-E1枚、乾燥空気、日射取得型、中空層幅6mm)	2.6	0.64
2LgA12	二層複層ガラス(Low-E1枚、乾燥空気、日射取得型、中空層幅12mm)	1.8	0.64
2LsA06	二層複層ガラス(Low-E1枚、乾燥空気、日射遮蔽型、中空層幅6mm)	2.6	0.40
2LsA12	二層複層ガラス(Low-E1枚、乾燥空気、日射遮蔽型、中空層幅12mm)	1.8	0.40
2FA06	二層複層ガラス(Low-Eなし、中空層幅6mm)	3.3	0.79
2FA12	二層複層ガラス(Low-Eなし、中空層幅12mm)	2.9	0.79
T	単板ガラス	6.0	0.88

(出所: 国土交通省 国土技術政策総合研究所・独立行政法人 建築研究所)

「エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版)解説 ガラスの種類と物性値一覧」より要約引用)

## 2-1

### ●ダブルスキン及び窓システム

ダブルスキン及び窓システムとは、カーテンウォールの中空層等に、日射遮蔽部材の設置や通気措置を講ずることによって断熱、遮熱、遮音性の向上を目指す仕様の呼称である。換気方式により、下図のとおり分類することができる。

これらのシステムを採用する場合は、国立研究開発法人建築研究所「ダブルスキン及び窓システムの熱貫流率及び日射熱取得率の算出方法」を参照の上、熱貫流率及び日射熱取得率を算出し、エネルギー消費性能計算プログラムの「窓仕様入力シート」に値を直接入力する必要がある。

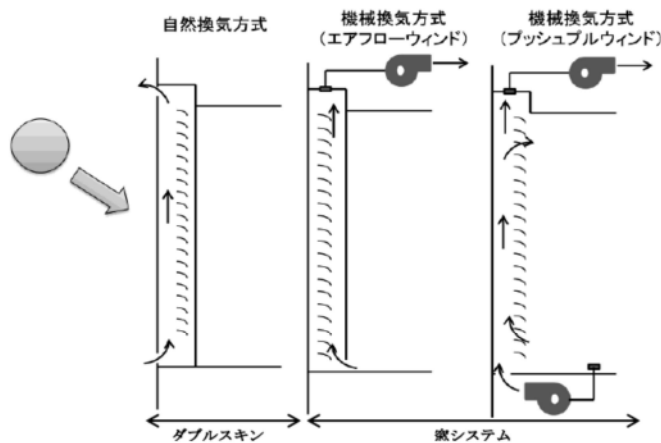


図 2-1-9 換気方式によるダブルスキン及び窓システムの分類

出所: 建築研究所「ダブルスキン及び窓システムの熱貫流率及び日射熱取得率の算出方法」

### ●建具

建具には、建築物の内部への通風や採光等の機能性や、外部の眺望等が得られるといった心理的な効果がある。しかし、建築物における単位面積当たりの熱移動は、建具を通しての移動が大きな割合を占めている。省エネルギー効果を高める上で、建具の断熱性能の向上は重要な要素となっている。

表 2-1-6 建具の種類

アルミ	耐候性や防火性に優れ、軽量のため操作しやすい。しかし、熱伝導率が高いため断熱性に劣る。
樹脂	塩化ビニル樹脂が主材料で、熱伝導率が低く断熱性が高いため、結露が生じにくく、カビやダニの発生を抑える特徴がある。しかし、防火性がないため、防火設備として使用できない。
アルミ樹脂複合	アルミと樹脂のそれぞれの特徴を活かしたもの。防火設備として使用できる。

・アルミサッシ・・・金属製サッシ及び上記以外のサッシ(スチール製、ステンレス製等)

・樹脂サッシ・・・樹脂製サッシ、木製サッシ

・アルミ樹脂複合サッシ・・・アルミ・樹脂複合製サッシ

## 2-1

下図は、サッシ種別とガラスの組合せによる、JISの断熱等級の大まかな相関図である。建具の断熱性能は、サッシだけでなくガラスとの組合せにより決定される。それぞれ適切な仕様を選定し、地域毎に必要な断熱性能を確保する必要がある。

JIS 等級		H-1 H-2 H-3 H-4 H-5 H-6										
熱貫流率	SI 単位系 W/(㎡・K)	6.51	5.81	5.23	4.65	4.07	3.49	2.91	2.33	1.90	1.74	1.16
	旧単位系 kcal/(㎡・h・℃)	5.6	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.63	1.5	1.0
断熱性能		低い → 高い										
サッシの構造		低い → サッシとガラスによる断熱性能のイメージ → 高い										
アルミサッシ		単板ガラス		サッシとガラスによる断熱性能のイメージ						低放射複層ガラス		
アルミ熱遮断構造サッシ		複層ガラス				サッシとガラスによる断熱性能のイメージ				低放射複層ガラス		
アルミ樹脂複合サッシ		複層ガラス				サッシとガラスによる断熱性能のイメージ				低放射複層ガラス		
プラスチック製サッシ 木製サッシ		複層ガラス				サッシとガラスによる断熱性能のイメージ				低放射三層複層ガラス		
概略図												
		アルミサッシ		アルミ熱遮断構造サッシ		アルミ樹脂複合サッシ		プラスチック製サッシ 木製サッシ				

図 2-1-10 サッシの断熱性能とJIS等級

出所: 株式会社LIXIL カタログ

### ● 庇

夏季等の強い日差しが開口部から侵入することで建物の熱負荷が増大するため、庇を有効に設置することで、室内へ侵入する直射日光を抑制することができる。一方、冬季においては、積極的に太陽光を室内へ取り入れることで空調負荷の低減に繋がる。省エネルギーを考慮した有効な庇を設置するためには、季節によって太陽高度が異なることや、庇を設置する方位等を考慮して計画することが重要である。

庇等の日よけを計画する場合は、「日よけ効果係数」を算出して、値をエネルギー消費性能計算プログラムの外皮仕様入力シートに入力する。この値は、日よけ効果係数算出ツールのプログラム (<https://shadeing.app.lowenergy.jp/>) を利用して庇の形状、設置する方位等を入力することで算出される。

なお、庇等の日除けがない場合、既存部分において日除けの仕様が不明である場合は空欄とする。この場合、日除け効果係数は「1.000」として計算される。

平成28年省エネルギー基準、平成25年省エネルギー基準(非住宅建築物)  
日よけ効果係数算出ツールによる計算結果

## 1. 計算結果

(1) 日よけ効果係数(冷房期)	0.952
(2) 日よけ効果係数(暖房期)	0.993

## 2. 計算条件

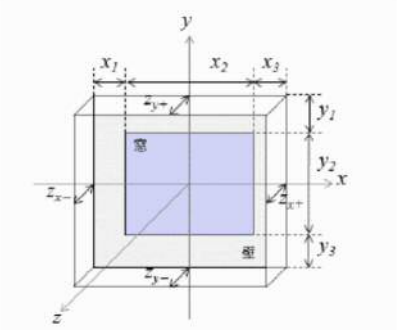
(1) 省エネ地域区分	4地域	
(2) 外壁の方位	南	
(3) 庇の形状	 <p>「ボックス型」の入力方法</p>	
x1		1.00 [m]
x2		2.00 [m]
x3		1.00 [m]
y1		1.00 [m]
y2		2.00 [m]
y3		1.00 [m]
zx+		0.00 [m]
zx-		0.00 [m]
zy+		0.50 [m]
zy-		0.50 [m]

図 2-1-11 日よけ効果係数算出ツールの例

出所: 国立研究開発法人 建築研究所 HP

上図のとおり、庇を設置する「地域区分」、「外壁の方位」、「庇の形状」を入力することで、日よけ効果係数が算出される。参考例では、4 地域における「冷房期」(夏季)の南面での日よけ効果係数が「0.952」となっており、強い日差しによる建物の熱負荷が約 5%低減されることを示している。

省エネルギー効果の高い建築物を計画するにあたって、庇を設置する方位や形状等に配慮し、計画的に設計するため、上記のプログラムを活用することが有効であるといえる。

## ●ブラインド

ブラインド及びカーテンを設置することで、日射熱取得量の調整を可能にする。エネルギー消費性能計算上、ブラインド等を設置したほうが有効となるため、建築工事で設置することが望ましい。

ただし、エネルギー消費性能計算プログラムでは、季節毎にブラインドの挙動を変えることはできないため、夏季も冬季も日射を遮蔽するものとして計算される。

また、プログラム上はブラインドの色を指定する必要はない。ブラインド「有」とした場合「明色ブラインド」が設置されたものとして計算される。

## 2-1

### ●エネルギー消費性能計算における基準設定外壁仕様

建築物の設計をするにあたって、建築物省エネ法により「設計一次エネルギー消費量」が「基準一次エネルギー消費量」を超えないことを確認することにより基準への適合確認をする必要がある。ここで、下記に基準一次エネルギー消費量の算定根拠となっている、基準設定外壁仕様及び基準設定窓仕様を示す。

表 2-1-7 基準設定外壁仕様(事務所等及び学校等)

地域	3, 4, 5地域		
外壁仕様	建材番号	建材名称	厚さ[mm]
屋根		室内側	
	70	ロックウール化粧吸音板	12
	62	せっこうボード	10
	302	非密閉中空層	
	41	コンクリート	150
	47	セメント・モルタル	15
	103	アスファルト類	5
	47	セメント・モルタル	15
	181	押出法ポリスチレンフォーム保温板1種	50
	41	コンクリート	60
		室外側	
外壁		室内側	
	62	せっこうボード	8
	302	非密閉中空層	
	181	押出法ポリスチレンフォーム保温板1種	25
	41	コンクリート	150
	47	セメント・モルタル	25
	67	タイル	10
		室外側	

(出所:独立行政法人 建築研究所「基準一次エネルギー消費量の算定根拠(H26.6.2 公開)」より要約引用)

- ※1 建材番号は、「エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版)解説 ガラスの種類と物性値一覧」による。
- ※2 基準設定外壁仕様について、「事務所等」及び「学校等」は同仕様となっている。
- ※3 福島県に該当しない、地域区分3～5地域以外は割愛する。
- ※4 地域区分3～5地域は同仕様。



表 2-1-8 基準設定窓仕様(事務所等及び学校等)

建物用途	3、4 地域			5 地域		
	ガラス種類	ガラス番号	ブライツ*	ガラス種類	ガラス番号	ブライツ*
事務所等	二層複層(空気層 6mm) 透明+透明 8mm	104	有	単層 透明 8mm	4	有
学校等	二層複層(空気層 6mm) 透明+透明 6mm	104	有	単層 透明 5mm	2	有

(出所:独立行政法人 建築研究所「基準一次エネルギー消費量の算定根拠(H26.6.2 公開)」より要約引用)

※1 ガラス番号は、「一次エネルギー消費量算定用 WEB プログラムの解説 ガラスの種類と物性値一覧」による。

※2 福島県に該当しない、地域区分3~5地域以外は割愛する。

上表 2-1-7 及び 2-1-8 のとおり、基準設定外皮仕様及び同窓仕様を定め、室面積、外皮の面数及び外皮面の方位等により複数パターンで算出した一次エネルギー消費量計算結果を平均したものが、基準一次エネルギー消費量原単位となっている。

設計一次エネルギー消費量が、基準一次エネルギー消費量を超えないこと及び指針で設定している目標値を達成するため、上記の外皮仕様を参照しながら、設計仕様を選定していくとよい。

ただし、建物の構造別、用途、規模または設備仕様等により省エネルギー効果は左右されるため、あくまで参考として活用されたい。



## ①外壁構成入力シート

No.	入力項目	選択肢	適用
1	外壁名称	—	各外壁構成の名称を、任意の文字列で入力する。
2	壁の種類	外壁	建物の外郭を成す外気にさらされた壁、屋根。外気温と室温の差で貫流熱取得を計算する。
		接地壁	土に接した壁。地中温(年間平均外気温と同じと想定)と室温の差で貫流熱取得を計算する。
3	熱貫流率	—	定義した外壁の熱貫流率を数値で入力する。単位はW/m <sup>2</sup> K。下記の4、5、6にて建材の構成を指定する場合は、入力せず空欄として良い。
4	建材番号	1~302	「建材の種類と物性値一覧」より選択し、該当する建材番号を数値で入力する。
5	建材名称	1~302	上記4で選択した建材番号に対応する、建材名称を文字列で入力する。 「建材の種類と物性値一覧」に該当する建材がない場合は、4は空欄として5に任意の名称で建材名称を入力し、3に熱貫流率を入力する。
6	厚み	—	4と5で入力した建材の厚みを数値で入力する。単位はmm。 非密閉空気層については厚みの入力は不要。

## ②窓仕様入力シート

No.	入力項目	選択肢	適用
1	開口部名称	—	窓(ガラス+建具)の名称を、任意の文字列で入力する。
2	窓の熱貫流率	—	窓(ガラス+建具)の熱貫流率を数値で入力する。 「ガラスの種類と物性値一覧」にて定義されていない特殊なガラスを使用する場合等、窓の性能値を詳細に指定したい場合は、4、5、6、7は空欄とし、こちらに入力する。
3	窓の日射熱取得率	—	窓(ガラス+建具)の日射熱取得率を数値で入力する。 「ガラスの種類と物性値一覧」にて定義されていない特殊なガラスを使用する場合等、窓の性能値を詳細に指定したい場合は、4、5、6、7は空欄とし、こちらに入力する。
4	建具の種類	樹脂	樹脂製サッシ、木製サッシの場合。2、3に値を入力しない場合に選択肢より入力する。
		アルミ 樹脂複合	アルミ・樹脂複合製サッシの場合。2、3に値を入力しない場合に選択肢より入力する。
		アルミ	金属製サッシ及び上記以外のサッシの場合。2、3に値を入力しない場合に選択肢より入力する。
5	ガラスの種類	3WGg06 他	「ガラスの種類と物性値一覧」より選択し、文字列で入力する。



No.	入力項目	選択肢	適用
6	熱貫流率	—	「ガラスの種類と物性値一覧」に定義されていないガラス仕様の場合は、5は空欄とし、こちらに数値で入力する。
7	日射熱取得率	—	「ガラスの種類と物性値一覧」に定義されていないガラス仕様の場合は、5は空欄とし、こちらに数値で入力する。

## ③外皮仕様入力シート

No.	入力項目	選択肢	適用
1	階・空調ゾーン名	—	「空調ゾーン入力シート」入力したものを転記する。
2	方位	—	方位の選択肢より選択する。また、屋根は「水平」とし、ピロティや接地壁等の常に日陰になる外皮は「日陰」とする。
3	日除け効果係数 (冷房)、(暖房)	—	庇等の日除けがある場合は、日除け効果係数を算出して値を入力する。小数点以下3桁の数値を入力する。日除け等がない場合は空欄とする。
4	外壁名称	—	「外壁構成入力シート」で定義した当該方位の外壁名称を文字列で入力する。外壁がなく窓のみの場合は空欄とする。
5	外皮面積(窓含)	—	外皮面積を数値で入力する。単位は㎡。
6	開口部名称	—	「窓仕様入力シート」で定義した当該方位の「開口部名称」を文字列で入力する。
7	窓面積	—	当該外皮の窓面積を数値で入力する。単位は㎡。
8	ブラインドの有無	有無	ブラインドが有る場合は「有」を入力し、ない場合は「無」を入力する。 手動、自動は問わない。 また、カーテンレールが図面上で確認できる場合は「有」を選択する。

### 【3】外皮(エネルギー消費性能計算プログラムの評価対象外の技術)

#### ●パッシブデザインの考え方

パッシブデザインとは、建物の周辺環境や室内環境を適正に保ち、建物のエネルギー負荷を抑制するため、光や風等の自然エネルギーを積極的に活用又は制御するための設計手法である。下記に例を示す。

#### ①建築計画

季節毎の敷地の卓越風向を調査することで、卓越風を取り込みやすい建物配置を検討することや、敷地周辺に通風や採光の障害となるような大規模建築物等があるかなど、周辺環境も考慮した上で計画することが重要である。

また、建物形状のアスペクト比(平面形状の縦横比)を小さくすることで、同じ床面積の建物でも外皮面積を小さくすることができ、よって、外皮からの熱負荷を低減することができる。建物の用途に適した、適切な階高の設定も重要である。

[左図]

床面積 100 m<sup>2</sup>、階高 4m

外皮面積=(10+10)×2×4+100 m<sup>2</sup>(屋根)  
= 260 m<sup>2</sup>

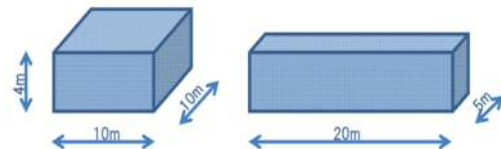


図 2-1-12 建物形状による外皮面積の違いイメージ

[右図]

床面積 100 m<sup>2</sup>、階高 4m

外皮面積=(20+5)×2×4+100 m<sup>2</sup>(屋根)= 300 m<sup>2</sup>

#### ②外構計画 (植栽、水辺、舗装等)

植栽計画や水辺等の整備により敷地内を涼しく保つ計画や、保水性舗装や遮熱性舗装の採用などにより、敷地内で蓄熱しないような工法等を導入する。また、周辺地域のヒートアイランド現象の抑制にも寄与する。

・遮熱性舗装・・・『舗装表面に赤外線を反射させる遮熱性樹脂を塗布したり、遮熱モルタルを充填することにより、一般の密粒度アスファルト舗装に比べ夏季における屋間のアスファルト舗装の路面温度を10℃以上低減でき、夜間も舗装からの放熱量を減らすことができる。』

出所：一般社団法人日本道路建設業協会 HP

③通風

吹抜の煙突効果による通風や、季節風等を考慮して開口部を計画的に配置することで、多くの自然風を建物内に取り込み、空調等の負荷を低減する。

- ・吹抜による上昇流
- ・上部での逆転現象を回避する

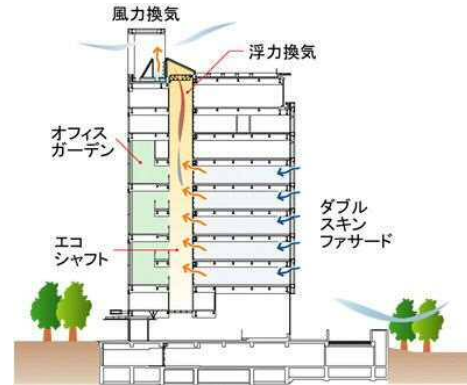


図 2-1-13 自然通風のイメージ

出所: 鹿島建設(株) HP

④採光

自然光の取込による、照明設備負荷の低減

・トップライト、ハイサイドライト・・・

空間の上方に開口部を設けることにより、多くの昼光を室内に取り入れることができる。

ただし、昼光を取り入れ過ぎると冷房負荷が増してしまうため、採光量を調整できる機構を併設するとよい。

(一般社団法人 環境共創イニシアチブ

「ZEB 設計ガイドライン 中規模事務所編」より要約引用)

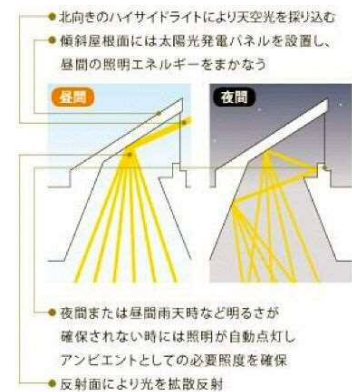


図 2-1-14 ハイサイドライトのしくみ

出所: パナソニック(株) HP

・光ダクト・・・屋外の昼光を効率よく取込み、内面を高反射率鏡面としたダクトにより、外からの昼光が届かない建物の奥等に自然光を送るシステム。

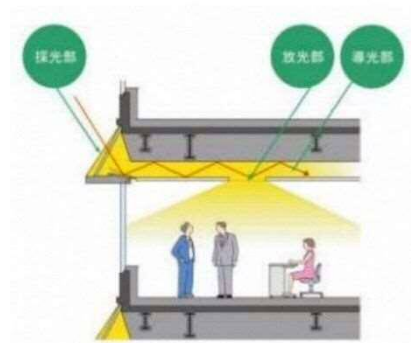


図 2-1-15 光ダクトのしくみ

出所: 日建設計 HP



## 2-1

- ・ライトシェルフ・・・夏期等の直射日光を庇により低減しつつ、高反射面とした庇上面から反射光を建物内部へ取り込むことで、空調及び照明負荷を低減する。



- ・反射光が奥側まで届き、無駄なく均一に照らすことができる。
- ・反射光が在室者に届かず快適。

図 2-1-16 ライトシェルフのしくみ

出所: ABC商会 HP

### 【その他省エネルギー効果のある技術】

- ⑤屋上緑化・・・屋上躯体温度の上昇を抑制する。また、屋上緑化による冷却効果により夏期の空調負荷低減に効果がある。特に屋上直下のフロアの効果が大きい。さらに、屋上緑化が保護層としての機能を果たし、構造躯体の劣化進行を抑えるため、ライフサイクルコストの低減にも寄与する。



図 2-1-17 屋上緑化の事例

出所: 田島ルーフィング(株) カタログ

- ⑥壁面緑化・・・建物外壁面に緑化設備を設けることで、植物による日射遮蔽効果により、外壁面に当たる直射光を低減し、室内温度の上昇を抑制するため、空調負荷の低減に効果がある。



[ワイヤー登攀タイプ]

[下垂タイプ]

[ルーバータイプ]

図 2-1-18 壁面緑化の事例

出所: パナソニック環境エンジニアリング(株) HP

## 2-1

- ⑦採光フィルム・・・フィルム表面に微細加工を施すことで、フィルムの片側からさまざまな角度で入る光を、反対側から一定の角度で出すことが可能だ。このフィルムをオフィスなどの窓ガラスの上部に設置することで、季節や時間帯に応じて変化する入射角度にかかわらず太陽光を効率的に天井方向に取り込める。これにより照明設備のエネルギー消費量を削減できる。

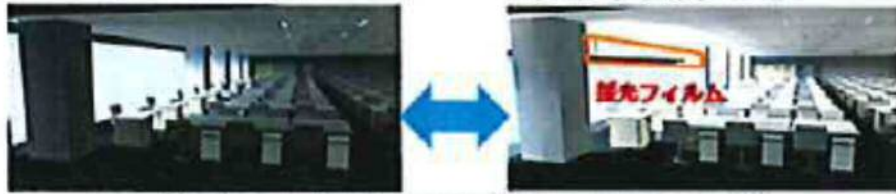


図 2-1-19 採光フィルムをオフィスに設置した効果(イメージ)

出所:シャープ(株) HP