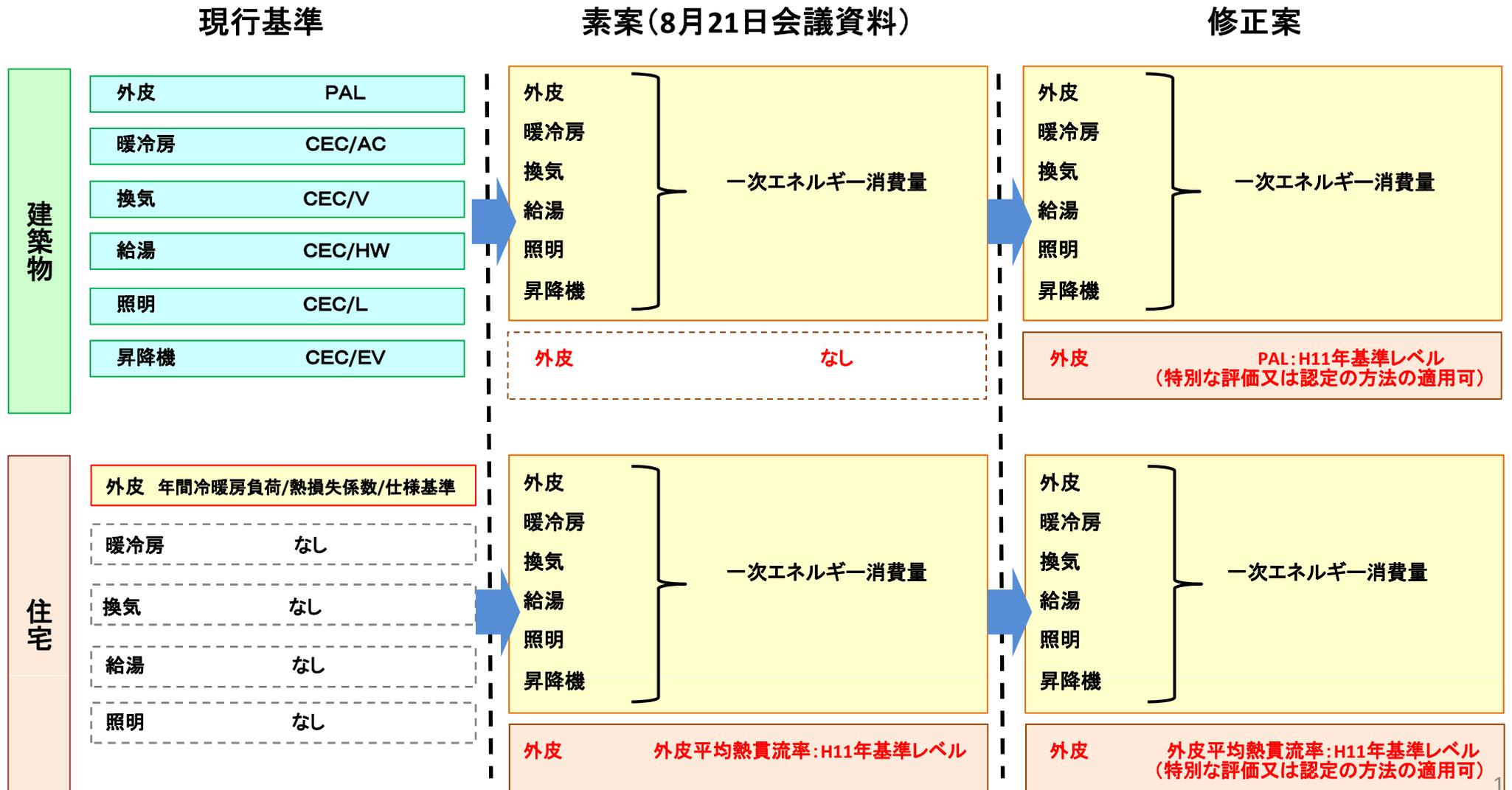


省エネ基準の見直しにおける外皮基準の設定について

省エネ基準の見直しにおける外皮基準の設定について

- ヒートショックや結露防止の観点から、住宅のみについて外皮の基準を設けることとした素案を21日の合同会議に提出。
- 非住宅建築物について外皮の基準(PAL)をなくすことについて、温熱環境の確保や外皮性能の重要性の観点から、残すべきとの意見が多かったことから、PALを残すこととする(特別な評価又は認定の方法を適用可能とする)。



1次エネルギー消費量の計算に加え建築物の外皮の基準を設けることについて（課題）

- 一次エネルギー消費量に加え外皮の基準としてPAL計算をする場合、設計者の作業負荷が増大。
- 一次エネルギー消費量とPAL計算において、地域区分や室用途など各種項目で不整合が発生。

PAL計算実施による作業負荷の増加

単位：時間

	延床面積 (㎡)	一次エネルギー消費量計算の作業時間 (PAL含まず)	PAL計算の作業時間	合計作業時間	作業時間増加倍率
①事務所	1,200	11.9	5.0	16.9	1.4
②ホテル	1,200	20.0	10.0	30.0	1.5
③病院	1,300	23.3	10.0	33.3	1.4
④量販店	1,100	10.2	5.0	15.2	1.5
⑤事務所	10,000	33.3	16.0	49.3	1.5
⑥病院	30,000	199.7	50.0	249.7	1.3

一次エネルギー消費量とPAL計算の計算条件の主な違い

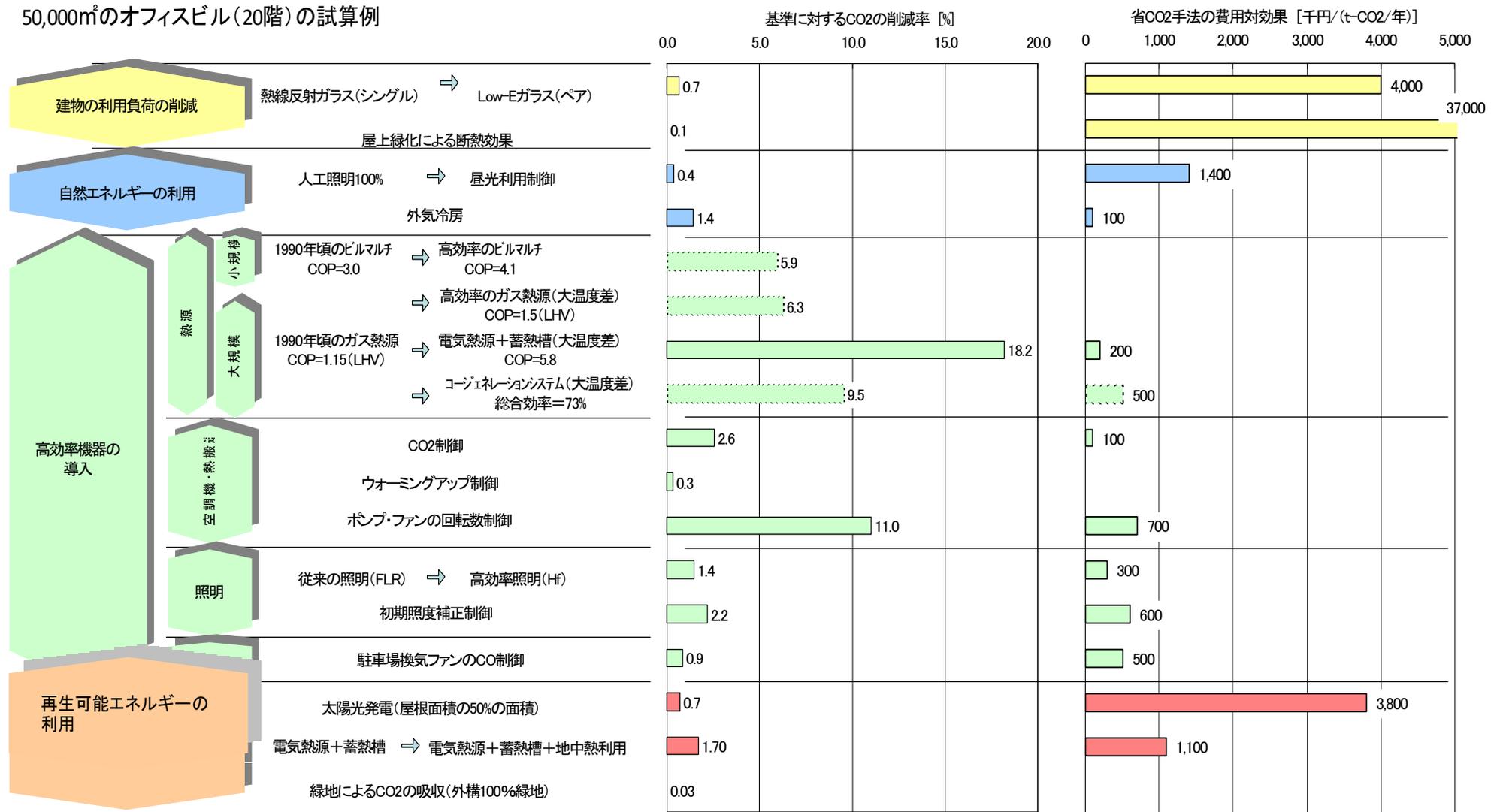
	一次エネルギー消費量	PAL
地域区分	・8区分	・12区分
室用途	・203用途	・13用途
建材の物性値	・住宅と統一	・住宅と異なる

出典：大手設計事務所による作業実績調査（H24）

【参考】各種CO₂削減の取組に係る費用対効果の分析例

- 高効率機器の導入は、費用対効果が大きくでる。

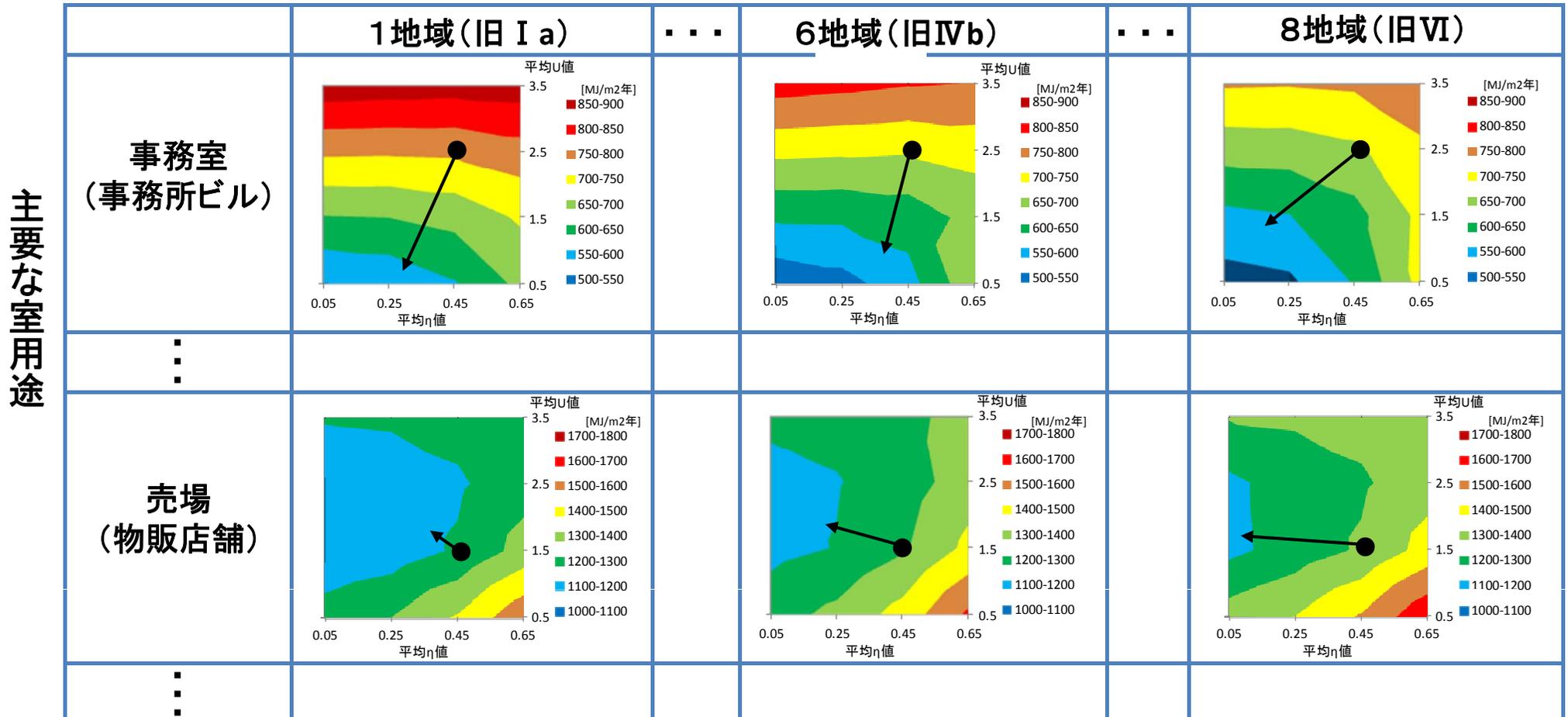
50,000㎡のオフィスビル(20階)の試算例



出典: 省CO₂型地域・都市づくりに向けた自治体実行モデルの構築に関する調査(都市計画学会H20.3)

【参考】求められる外皮性能の組合せ（図）

- 室用途・地域区分によって、求められる外皮性能は様々である。
- U値(熱貫流率)・η値(日射熱取得率)の組合せ方により負荷が変化するため、「U値 \leq 〇〇」「η値 \leq △△」という基準の設定は困難。
- 下のようなU値、η値と空調負荷の関係図を参考に設計水準を判断することが可能。



- 外皮の平均U値、平均η値(一次エネルギー消費量の計算過程で算出)を設定し、上図を参照することにより、空調負荷の概算値が分かり、どの方向で改善したらよいか簡易に把握することが可能。

【参考】求められる外皮性能の組合せ（表）

- 室用途・地域区分によって、求められる外皮性能は様々である。
- U値(熱貫流率)・η値(日射熱取得率)の組合せ方により負荷が変化するため、「U値 ≤ ○○」「η値 ≤ △△」という基準の設定は困難。
- 下のようなU値、η値と空調負荷の関係表を参考に設計水準を判断することが可能。

事務所等-事務室 数値は暖房負荷と冷房負荷の和(MJ/m2年)。現行PAL基準値を満足する場合に着色。

■北見												■岡山												■那覇											
U	η											U	η											U	η										
	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50	0.60	0.70		0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50	0.60	0.70		0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50	0.60	0.70
0.25	289	272	255	238	221	210	234	257	303	350	396	0.25	287	306	342	382	421	461	500	540	619	697	776	0.25	381	426	472	517	562	607	652	697	787	877	968
0.50	326	309	292	275	258	241	224	246	293	339	386	0.50	292	311	330	367	407	446	486	525	604	683	762	0.50	368	413	459	504	549	594	639	684	774	864	955
0.75	364	346	329	312	295	278	261	244	282	329	375	0.75	297	316	335	354	392	432	471	511	589	668	747	0.75	355	400	446	491	536	581	626	671	761	851	942
1.00	401	384	367	349	332	315	298	281	271	318	364	1.00	302	321	340	359	378	417	456	496	575	654	733	1.00	342	387	433	478	523	568	613	658	748	838	929
1.25	438	421	404	387	370	352	335	318	284	307	354	1.25	308	327	346	365	384	403	442	481	560	639	718	1.25	330	374	419	465	510	555	600	645	735	825	916
1.50	475	458	441	424	407	390	372	355	321	297	343	1.50	313	332	351	370	389	408	427	467	546	625	704	1.50	318	362	406	452	497	542	587	632	722	812	903
1.75	512	495	478	461	444	427	410	393	358	324	333	1.75	318	337	356	375	394	413	432	452	531	610	689	1.75	307	351	395	439	484	529	574	619	709	799	890
2.00	549	532	515	498	481	464	447	430	396	361	327	2.00	324	343	362	381	400	419	438	457	517	596	675	2.00	295	339	383	427	471	516	561	606	696	786	877
2.50	624	606	589	572	555	538	521	504	470	436	401	2.50	334	353	372	391	410	429	448	467	505	567	645	2.50	272	316	360	404	448	492	536	580	670	760	850
3.00	719	680	663	646	629	612	595	578	544	510	476	3.00	345	364	383	402	421	440	459	478	516	554	616	3.00	249	293	337	381	425	469	513	557	645	734	824
3.50	815	774	737	720	703	686	669	652	618	584	550	3.50	355	374	393	412	431	450	469	488	526	564	602	3.50	226	270	314	358	402	446	490	534	622	710	798
4.00	910	870	829	794	777	760	743	726	692	658	624	4.00	366	385	404	423	442	461	480	499	537	575	613	4.00	202	246	290	335	379	423	467	511	599	687	775
4.50	1005	965	925	884	851	834	817	800	766	732	698	4.50	376	395	414	433	452	471	490	509	547	585	623	4.50	179	223	267	311	355	399	444	488	576	664	752
5.00	1101	1060	1020	980	940	908	891	874	840	806	772	5.00	400	406	425	444	463	482	501	520	558	596	634	5.00	156	200	244	288	332	376	420	464	553	641	729
6.00	1291	1251	1211	1170	1130	1090	1050	1022	988	954	920	6.00	479	459	446	465	484	503	522	541	579	617	655	6.00	110	154	198	242	286	330	374	418	506	594	682

ホテル等-客室

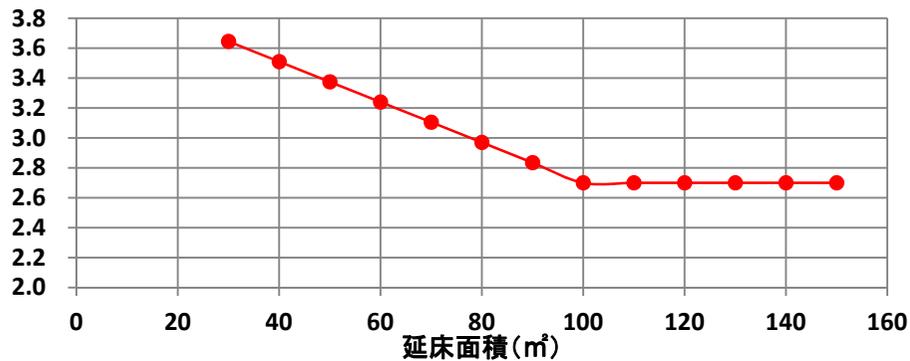
■北見												■宇都宮												■那覇											
U	η											U	η											U	η										
	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50	0.60	0.70		0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50	0.60	0.70		0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50	0.60	0.70
0.25	399	359	318	277	236	196	155	116	140	164	187	0.25	222	198	174	164	187	210	232	255	301	346	391	0.25	296	341	387	432	477	522	567	612	702	792	883
0.50	475	435	394	353	312	271	231	190	134	158	182	0.50	264	240	215	191	177	200	223	245	291	336	382	0.50	283	328	373	418	464	509	554	599	689	779	869
0.75	551	510	470	429	388	347	307	266	184	153	177	0.75	305	281	257	232	208	190	213	236	281	327	372	0.75	270	315	360	405	450	495	541	586	676	766	856
1.00	627	586	546	505	464	423	382	342	260	178	171	1.00	347	322	298	274	249	225	203	226	271	317	362	1.00	262	302	347	392	437	482	527	572	663	753	843
1.25	703	662	621	581	540	499	458	417	336	254	173	1.25	388	364	340	315	291	266	242	218	262	307	352	1.25	255	295	335	379	424	469	514	559	649	740	830
1.50	779	738	697	657	616	575	534	493	412	330	249	1.50	430	405	381	357	332	308	283	259	252	297	343	1.50	248	288	328	368	411	456	501	546	636	726	817
1.75	855	814	773	732	692	651	610	569	488	406	325	1.75	471	447	422	398	374	349	325	301	252	288	333	1.75	241	281	321	361	401	443	488	533	623	713	803
2.00	936	890	849	808	767	727	686	645	564	482	400	2.00	513	488	464	439	415	391	366	342	293	278	323	2.00	234	274	314	354	394	434	475	520	610	700	790
2.50	1098	1046	1001	960	919	878	838	797	715	634	552	2.50	596	571	547	522	498	474	449	425	376	327	304	2.50	220	260	300	340	381	421	461	501	583	674	764
3.00	1261	1208	1156	1112	1071	1030	989	949	867	785	704	3.00	689	654	630	605	581	557	532	508	459	410	361	3.00	207	247	287	327	367	407	447	487	567	647	737
3.50	1424	1371	1318	1266	1223	1182	1141	1100	1019	937	856	3.50	791	744	713	688	664	639	615	591	542	493	444	3.50	193	233	273	313	353	393	433	473	553	633	713
4.00	1586	1534	1481	1428	1375	1334	1293	1252	1171	1089	1007	4.00	894	847	800	771	747	722	698	674	625	576	527	4.00	179	219	259	299	339	379	419	459	539	619	700
4.50	1749	1696	1643	1591	1538	1485	1445	1404	1322	1241	1159	4.50	996	949	902	855	830	805	781	756	708	659	610	4.50	165	205	245	285	325	365	405	445	526	606	686
5.00	1911	1859	1806	1753	1701	1648	1596	1556	1474	1392	1311	5.00	1099	1051	1004	957	913	888	864	839	791	742	693	5.00	151	191	231	271	312	352	392	432	512	592	672
6.00	2237	2184	2131	2079	2026	1973	1921	1868	1778	1696	1614	6.00	1303	1256	1209	1162	1115	1068	1030	1005	956	908	859	6.00	131	164	204	244	284	324	364	404	484	564	644

住宅の外皮基準における課題：床面積と小規模補正Q値の関係

- 現行の省エネ基準では、同じ断熱仕様であっても住宅の規模が小さくなるほどQ値が大きくなるため、小規模な住宅については、基準値に補正係数をかけ、補正している。

【戸建住宅(東京)の場合(東京の基準Q値:2.7)】

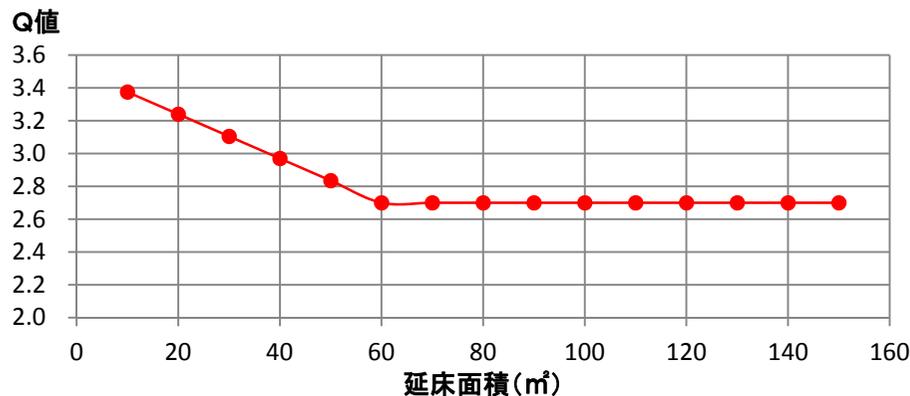
$$\text{小規模補正後Q値} = (1 + 0.005 \times (100 - \text{当該住宅の延床面積})) \times 2.7$$



延べ床面積と補正後Q値の関係

【共同住宅(東京)の場合(東京の基準Q値:2.7)】

$$\text{小規模補正後Q値} = (1 + 0.005 \times (60 - \text{当該住宅の延床面積})) \times 2.7$$



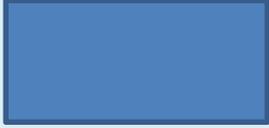
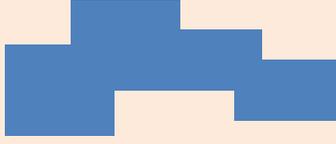
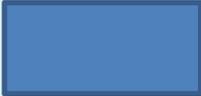
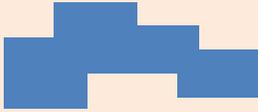
延べ床面積と補正後Q値の関係

モデル	部位	小規模補正後Q値適合の仕様	小規模補正前Q値適合の仕様
標準戸建住宅 120㎡	壁	GW16K 75mm	同左
	床	GW16K 84mm	同左
	天井	GW10K 172mm	同左
	窓	アルミサッシ・複層ガラス	同左
標準戸建住宅 50㎡	壁	GW16K 106mm	GW16K 254mm
	床	GW16K 106mm	GW16K 256mm
	天井	GW10K 210mm	GW10K 461mm
	窓	アルミサッシ・複層ガラス	同左
複雑形状住宅 120㎡	壁	GW16K 124mm	同左
	床	GW16K 124mm	同左
	天井	GW10K 241mm	同左
	窓	アルミサッシ・複層ガラス	同左
複雑形状住宅 50㎡	壁	GW16K 161mm	GW16K 616mm
	床	GW16K 163mm	GW16K 626mm
	天井	GW10K 306mm	GW10K 1076mm
	窓	アルミサッシ・複層ガラス	同左
3階建て住宅 60㎡	壁	GW16K 150mm	GW16K 340mm
	床	GW16K 151mm	GW16K 344mm
	外気床	GW16K 222mm	GW16K 494mm
	天井	GW10K 285mm	GW10K 607mm
	窓	アルミサッシ・複層ガラス	同左

住宅の規模や形状に応じたQ値

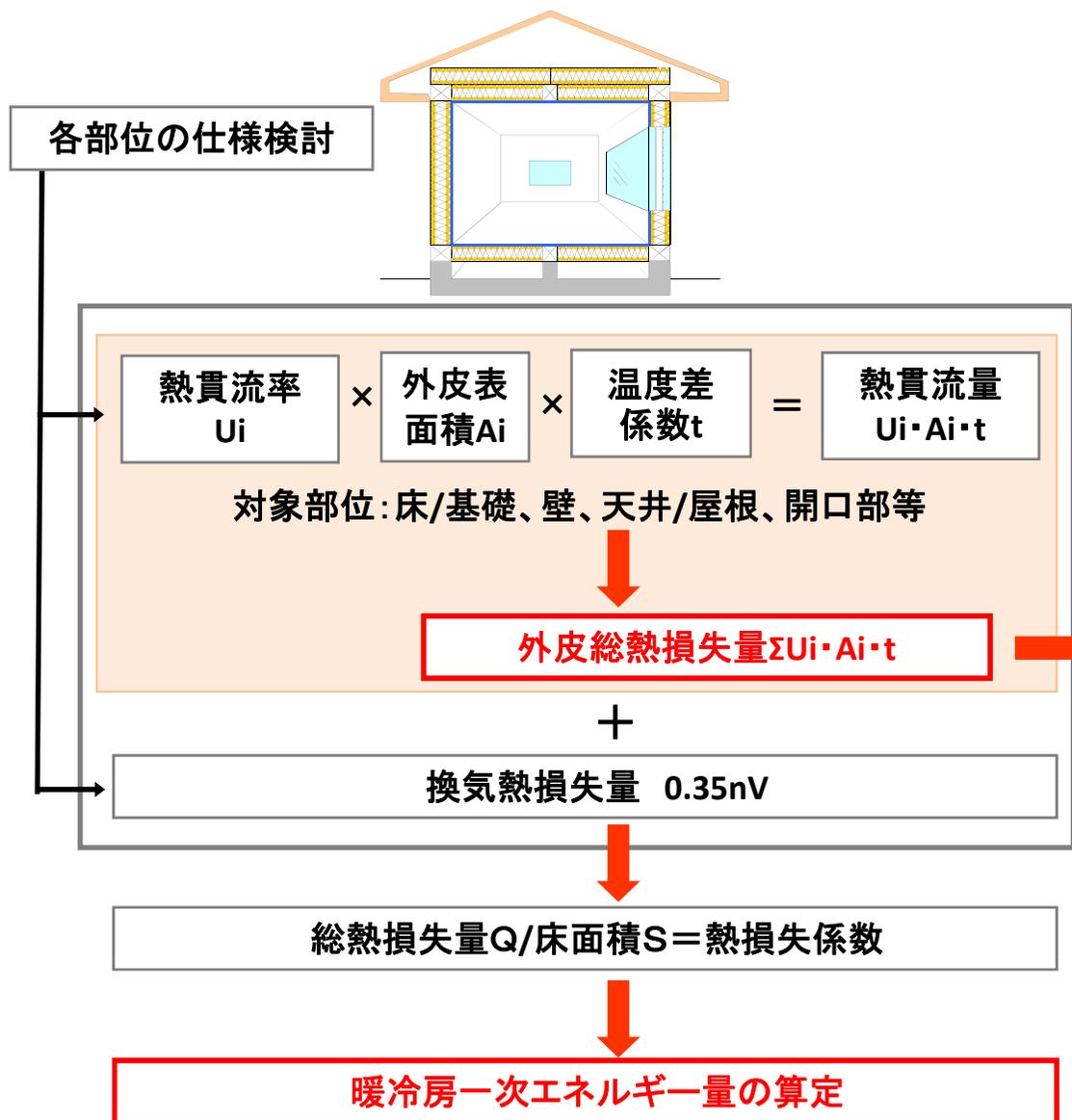
- 同じ仕様であっても、規模が小さくなるほど、住宅の形状が複雑になるほど、Q値は大きくなる傾向あり。
(性能基準としてのQ値は本来2.7以下)

＜現行の仕様基準を満たす住宅の性能値(6地域(旧IVb地域)の場合)＞

		単純	形状	複雑
大	120㎡の一般的な住宅における計算例	 Q値: 2.6		120㎡の複雑な形状の住宅における計算例  Q値: 2.9
	50㎡の小規模な住宅における計算例	 Q値: 3.4		50㎡の小規模かつ複雑な形状の住宅における計算例(例: 都心の狭小住宅など)  Q値: 3.7
規模	小			

一次エネルギー消費量の計算過程において得られるU値、η値の活用

- 暖冷房一次エネルギー消費量は、熱損失係数を用いて算定を行う。
- 外皮平均熱貫流率は、熱損失係数の算出過程で用いた外皮総熱損失量を用いて算出する。



	従来指標 (Q、μ値)	新指標 (U_e 、 η_e)
小規模住宅 への対応	過剰な対策が要求 される (規模補正が必須)	規模補正を必要と しない
複雑な形状 への対応	過剰な対策が要求 される	適切な範囲となる
大規模住宅 への対応	低水準な性能でも 達成可能	一定の断熱化が必 要

【基準値(新たな評価指標)】

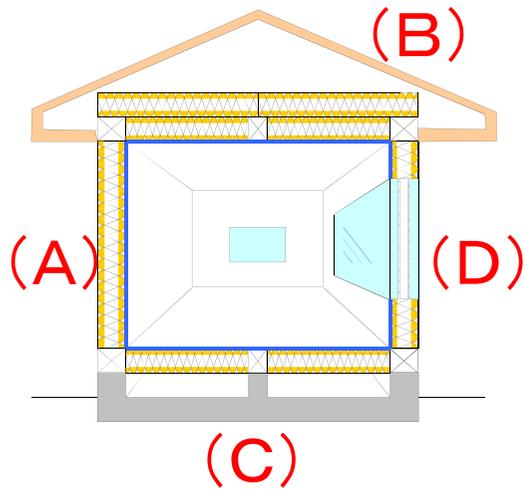
$$\frac{\text{外皮総熱損失量 } \Sigma U_i \cdot A_i \cdot t}{\text{外皮面積合計 } \Sigma A_i} = \text{外皮平均熱貫流率 } U_A$$

※外皮性能(断熱・遮熱性能)は、従来のQ値より、住宅属性(規模・構造・形状等)の影響を受けにくい新指標(外皮平均熱貫流率)による評価に変更

外皮平均熱貫流率の算定方法について

- 外皮平均熱貫流率は各部位における熱貫流率と表面積と温度差係数の積の合計を住宅全体の表面積で除した値とする。

外皮平均熱貫流率の算定方法



$$\begin{aligned}
 & \text{壁の熱貫流率} \times \text{壁の外皮表面積}^{\ast 1} \times \text{温度差係数}^{\ast 2} \dots\dots\dots (A) \\
 & + \text{天井の熱貫流率} \times \text{天井の外皮表面積}^{\ast 1} \times \text{温度差係数}^{\ast 2} \dots\dots\dots (B) \\
 & + \text{床の熱貫流率} \times \text{床の外皮表面積}^{\ast 1} \times \text{温度差係数}^{\ast 2} \dots\dots\dots (C) \\
 & + \text{開口部の熱貫流率} \times \text{開口部の外皮表面積}^{\ast 1} \dots\dots\dots (D)
 \end{aligned}$$

外皮総熱損失量



÷ 外皮表面積[※]

外皮平均熱貫流率

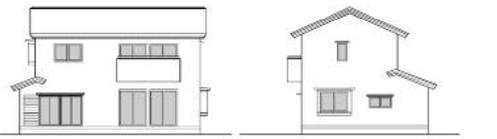
※1 面積の算定方法は、Q値計算と同様に、原則、壁芯によるものとする。
 ※2 温度差係数とは、部位が接する外気等の熱的環境の区分に応じ定める係数

外皮平均熱貫流率の計算例

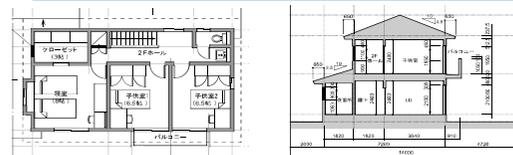
計算に用いる仕様

仕様	熱貫流率 (W/m ² ·K)	
	H11年基準	H4年基準
外壁	0.53	1.11
天井	0.24	0.67
床	0.48	1.26
開口部	4.65	6.51

※6地域（旧IVb地域）の場合



標準プランをもとに計算



<自立循環型住宅開発プロジェクト標準プラン>

延床面積：120.07㎡ 天井面表面積：67.92㎡
 外壁表面積：138.49㎡ 開口部面積：32.20㎡
 床面表面積：65.41㎡ 開口部/全表面積：10.6%

計算結果

外皮平均熱貫流率

H11年基準：0.87W/m²·K

H4年基準：1.5W/m²·K

外皮平均熱貫流率の計算例

戸建住宅の計算例（6地域（旧IVb地域））※H11仕様基準相当

部位	仕様例	①熱貫流率	②外皮表面積		③温度差係数	①×②×③
壁	GW16K 100mm	0.53W/(m ² ·K)	138.13m ²		1.0	73.21W/K
天井	GW10K 200mm	0.24W/(m ² ·K)	67.92m ²		1.0	16.30W/K
床	GW16K 100mm	0.48W/(m ² ·K)	65.41m ²		0.7	21.98W/K
基礎	XPS3種 50(外気側)	0.82W/(m·K)	3.18m	2.48	1.0	2.61W/K
	XPS3種 20(床下側)	1.00W/(m·K)	3.18m	m ²	0.7	2.23W/K
開口部	アルミサッシ+複層ガラス	4.65W/(m ² ·K)	32.22m ²		1.0	149.82W/K

$$\begin{aligned} & \Sigma (① \times ② \times ③) \div \Sigma ② \\ & = 266.14 \div 303.16 \\ & = \underline{\underline{0.87 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})}} \end{aligned}$$

共同住宅（最上階・妻側）の計算例（6地域（旧IVb地域））※H11仕様基準相当

部位	仕様例	①熱貫流率	②外皮表面積		③温度差係数	①×②×③
壁	XPS3種 30mm	0.75W/(m ² ·K)	47.54m ²		1.0	35.66W/K
屋根	XPS3種 70mm	0.37W/(m ² ·K)	70.00m ²		1.0	25.90W/K
開口部	アルミサッシ+複層ガラス	4.65W/(m ² ·K)	14.02m ²		1.0	65.19W/K
構造熱橋部	XPS3種 20mm 範囲450mm	0.50~1.00 W/(m·K)	40.28m	壁・屋根面積に含む	1.0	31.98W/K
界壁	無断熱	2.34W/(m ² ·K)	29.64m ²		0.15	32.19W/K
界床		2.08W/(m ² ·K)	70.00m ²			

$$\begin{aligned} & \Sigma (① \times ② \times ③) \div \Sigma ② \\ & = 190.92 \div 231.2 \\ & = \underline{\underline{0.83 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})}} \end{aligned}$$

共同住宅（中間階）の計算例（6地域（旧IVb地域））※H11仕様基準相当

部位	仕様例	①熱貫流率	②外皮表面積		③温度差係数	①×②×③
壁	XPS3種 30mm	0.75W/(m ² ·K)	19.76m ²		1.0	14.82W/K
開口部	アルミサッシ+複層ガラス	4.65W/(m ² ·K)	12.16m ²		1.0	56.54W/K
構造熱橋部	XPS3種 20mm 範囲450mm	0.50~1.00 W/(m·K)	22.68m	壁面積に含む	1.0	17.48W/K
界壁	無断熱	2.34W/(m ² ·K)	59.28m ²		0.15	70.37W/K
界床		2.36W/(m ² ·K)	140.00m ²			

$$\begin{aligned} & \Sigma (① \times ② \times ③) \div \Sigma ② \\ & = 159.21 \div 231.2 \\ & = \underline{\underline{0.69 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})}} \end{aligned}$$

都心の狭小住宅のQ値及び外皮平均熱貫流率について

<都心の狭小住宅プラン>



【建物概要】
 延床面積：60.54㎡
 外壁表面積：145.31㎡
 床面表面積：11.77㎡
 天井面表面積：23.60㎡
 開口部面積：22.75㎡
 開口部/全表面積：11.2%
 仕様：H11仕様基準相当

<自立循環型住宅開発プロジェクト標準プラン>



【建物概要】
 延床面積：120.07㎡
 外壁表面積：138.49㎡
 床面表面積：65.41㎡
 天井面表面積：67.92㎡
 開口部面積：32.20㎡
 開口部/全表面積：10.6%
 仕様：H11仕様基準相当

同じ仕様

Q値：
 3.70W/㎡・K

Q値：
 2.63W/㎡・K

差が大きい

外皮平均熱貫流率：
 0.92W/㎡・K

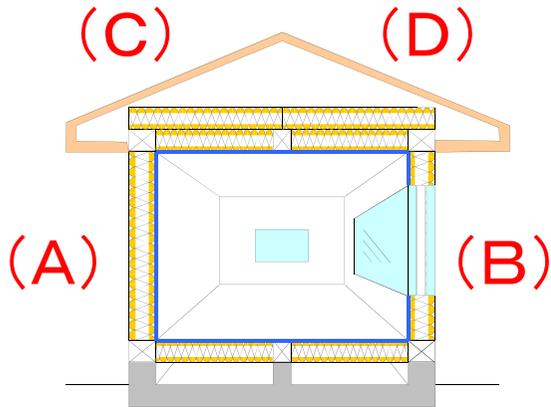
外皮平均熱貫流率：
 0.87W/㎡・K

差が小さい

平均日射熱取得率の算定方法について

- 平均日射熱取得率(日射侵入率。以下同じ。)は各部位における日射熱取得率と外皮表面積と方位係数の積の合計を当該部位の外皮表面積の合計で除した値とする。

平均日射熱取得率の算定方法



$$\begin{aligned}
 & \text{第}j\text{壁(開口部を含む)の日射熱取得率} \times \text{第}j\text{壁(開口部を含む)の外皮表面積} \times \text{方位係数} \cdots (A) \\
 & + \cdots \cdots \cdots \\
 & + \text{第}n\text{壁(開口部を含む)の日射熱取得率} \times \text{第}n\text{壁(開口部を含む)の外皮表面積} \times \text{方位係数} \cdots (B) \\
 & + \text{第}i\text{屋根の日射熱取得率} \times \text{第}i\text{屋根の水平投影面積} \cdots (C) \\
 & + \cdots \cdots \cdots \\
 & + \text{第}N\text{屋根の日射熱取得率} \times \text{第}N\text{屋根の水平投影面積} \cdots (D)
 \end{aligned}$$

↓ ÷ 外皮表面積の合計

平均日射熱取得率

※面積の算定方法は、Q値計算と同様に、原則、壁芯によるものとする。

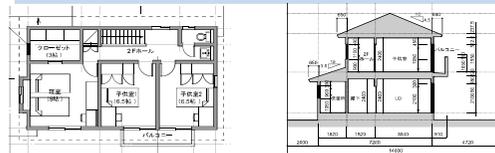
平均日射熱取得率の計算例

仕様	日射熱取得率	
	H11年基準	H4年基準
外壁	0.018	0.038
天井	0.008	0.023
開口部	0.79	0.88

※ 6地域(旧IVb地域)の場合



標準プランをもとに計算



<自立循環型住宅開発プロジェクト標準プラン>

延床面積：120.07㎡ 天井面表面積：67.92㎡
 外壁表面積：138.49㎡ 開口部面積：32.20㎡
 床面表面積：65.41㎡ 開口部/全表面積：10.6%

計算結果

平均日射熱取得率

H11年基準：0.028

H4年基準：0.037

平均日射熱取得率の計算例

戸建住宅の計算例（6地域（旧IVb地域）） ※H11仕様基準相当

部位	仕様例	①日射熱取得率	②外皮表面積	③方位係数	①×②×③
壁	GW16K 100mm	0.018	138.13㎡	南0.434、北0.341 東0.512、西0.504	1.04
天井	GW10K 200mm	0.008	67.92㎡	1.0	0.55
窓	アルミサッシ+複層ガラス	0.79	28.69㎡	南0.434、北0.341 東0.512、西0.504	6.61
ドア	アルミドア	0.158	3.24㎡	北0.341、西0.504	0.22

$$\begin{aligned} & \Sigma (① \times ② \times ③) \div \text{外皮表面積}^* \\ & = 8.42 \div 303.16 \\ & = \underline{0.028} \end{aligned}$$

共同住宅（最上階・妻側）の計算例（6地域（旧IVb地域）） ※H11仕様基準相当

部位	仕様例	①日射熱取得率	②外皮表面積	③方位係数	①×②×③
壁	XPS3種 30mm	0.026	47.54㎡	南0.434、北0.341 西0.504	0.55
屋根	XPS3種 70mm	0.013	70.00㎡	1.0	0.91
窓	アルミサッシ+複層ガラス	0.79	12.26㎡	南0.434、北0.341 西0.504	2.17
ドア	アルミドア	0.158	1.76㎡	北0.341	0.095
構造熱橋部	XPS3種 20mm 範囲450mm	0.017~0.034	壁・屋根面積に 含む	天1.0、南0.434、 北0.341、西0.504	0.585

$$\begin{aligned} & \Sigma (① \times ② \times ③) \div \text{外皮表面積}^* \\ & = 4.31 \div 231.2 \\ & = \underline{0.019} \end{aligned}$$

共同住宅（中間階）の計算例（6地域（旧IVb地域）） ※H11仕様基準相当

部位	仕様例	①日射熱取得率	②外皮表面積	③方位係数	①×②×③
壁	XPS3種 30mm	0.026	19.76㎡	南0.434、北0.341	0.19
窓	アルミサッシ+複層ガラス	0.79	10.40㎡	南0.434、北0.341	1.51
ドア	アルミドア	0.158	1.76㎡	北0.341	0.095
構造熱橋部	XPS3種 20mm 範囲450mm	0.017~0.034	壁・屋根面積に 含む	天1.0、南0.434、 北0.341	0.39

$$\begin{aligned} & \Sigma (① \times ② \times ③) \div \text{外皮表面積}^* \\ & = 2.19 \div 231.2 \\ & = \underline{0.010} \end{aligned}$$

※外皮表面積には、床、界壁・界床等を含む。