

『Window25 研究会モデル』
住宅暖冷房負荷計算による
窓の性能向上による省エネ効果について

(社) 日本サッシ協会
プラスチックサッシ工業会
板硝子協会

はじめに

東日本大震災以降、全国的に電力の供給不足が懸念されております。これに伴い消費者の節電意識は高まってきております。

2011 年の夏は、国を挙げての取り組みによって消費電力 15%削減に対応することが出来ましたが、依然早急に改善が見られる状況ではなく、今後も電力供給のタイトな時期が訪れることが予想されます。

一方、住宅・建築物などで消費されるエネルギーは、全消費量の約 3 割を占めており、年々増加傾向にあります。

このため住宅・建築物の省エネルギー対策は喫緊の課題となっており、特に民生部門、家庭での節電は大きなテーマとなっています。

家庭での消費エネルギーのうち、暖房・冷房の占める割合は 26%となっております。一般的な住宅の場合、この暖冷房につきやすエネルギーの半分近くが、窓を通じて逃げ

ています。そのため冬は窓から熱を逃さない、夏は外からの熱を遮断するなど、窓の高断熱化の実現は、節電効果を高めることになり、省エネルギーで快適な住まいづくりに不可欠となります。

Window 25 研究会では、住宅の窓を高断熱化することによって、どの程度 CO₂削減できるか研究を行ってきました。

この研究成果をユーザーのみなさんにもっと分かり易く知っていただくために、窓性能の向上によってどの程度節電に効果が図れるかの試算をしてみました。

なお試算はモデル住宅によるものであり、結果につきましては参考値としてご利用いただければ幸いです。

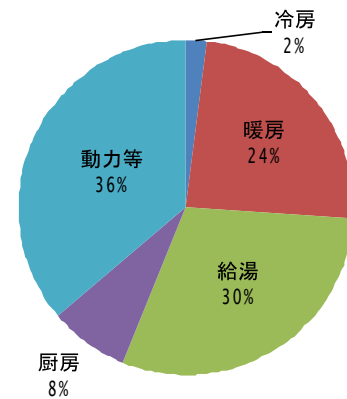


図 1.1 家庭部門の用途別エネルギー消費割合

(出典) 資源エネルギー庁・エネルギー白書 2010

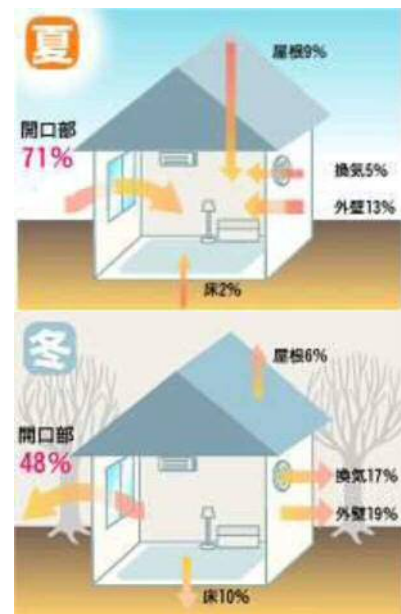


図 1.2 住宅から逃げる熱の割合

(出典) (社)日本建材・住宅設備産業協会

平成 23 年 12 月 1 日
Window 25 研究会
ワーキンググループ

窓性能の向上による暖冷房負荷計算結果

ここでは住宅の断熱仕様ごとに、それぞれ窓の断熱性能を向上させていった場合、暖冷房に必要なエネルギーにどの程度の違いが現れてくるのか、比較ができるようにしました。

○本書の構成

結果の算出は、東京（IV地域）にて、住宅内の暖冷房をすべてエアコンによる場合を想定しております。

そのため縦軸は、皆さんに馴染みやすいよう消費電力量へ換算して表しています。

計算は、2010 年度に開口部 3 団体にて行いました“Window25 研究会”での環境条件に従いました。詳しくは本書末の概要にまとめております。

○戸建住宅の場合

戸建住宅は木造住宅であることが多いため、住宅の断熱グレードによって気密性能も変化してきます。グレードの低い住宅ほど気密性能も低くなり、エネルギーのロスも大きくなります。

窓の性能を向上させることは、ある程度気密性能の改善にもつながっていきます。

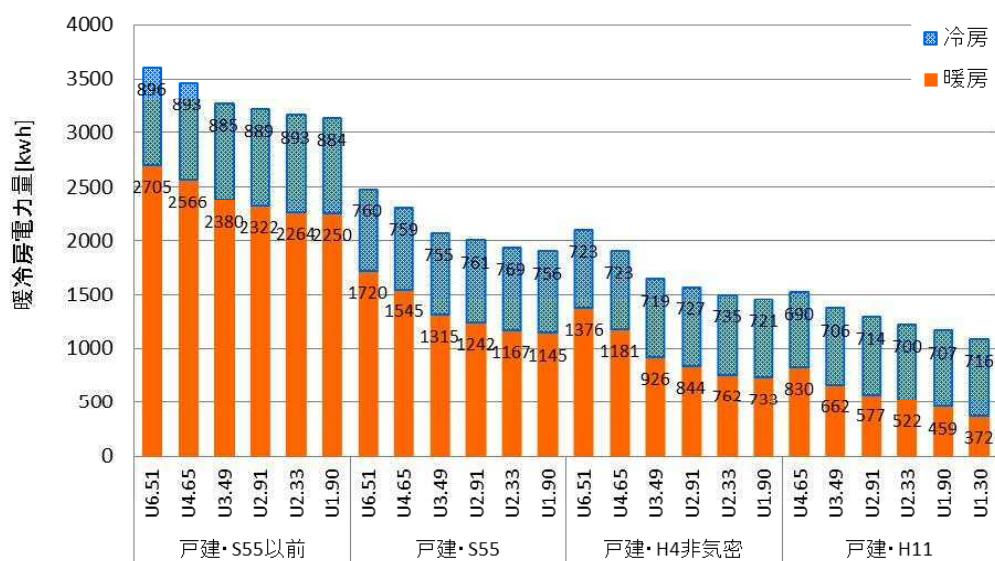


図 2.1 暖冷房電力量による戸建住宅（断熱仕様別）の窓の性能比較

暖房負荷では、躯体の仕様に係わらず、窓の性能を向上することにより省エネ効果を発揮します。これに対し冷房負荷では、若干の効果は見られますが、暖房負荷に見られるような効果とはなりません。

これは、ガラスからの日射による侵入熱量の影響によるものです。

夏の場合、窓からのエネルギーの移動は、伝熱による影響以上に、日射による侵入熱量の影響がたいへん大きくなります。このため断熱性能の向上による侵入熱量の削減が、冷房負荷低減にあまり影響を及ぼしていないと考えられます。

なお、夏の日射対策を追加で行うことで、この冷房負荷の改善が期待できます。

東京において暖房と冷房のエネルギー量を比較すると、暖房での使用量が大きくなります。そのため年間を通じた効果は、暖房負荷の低減効果と同じ傾向になっていきます。

住宅の断熱グレードごとの削減量について効果を比較すると、躯体がある程度断熱化されていると、窓の断熱化による省エネ効果をより発揮します。

例えば、H4仕様において窓を U6.51 から断熱強化すると、U3.49 で 22%の削減。U2.33 で 29%の削減をすることになり、現行の H11 省エネ基準と変わらない消費レベルになります。

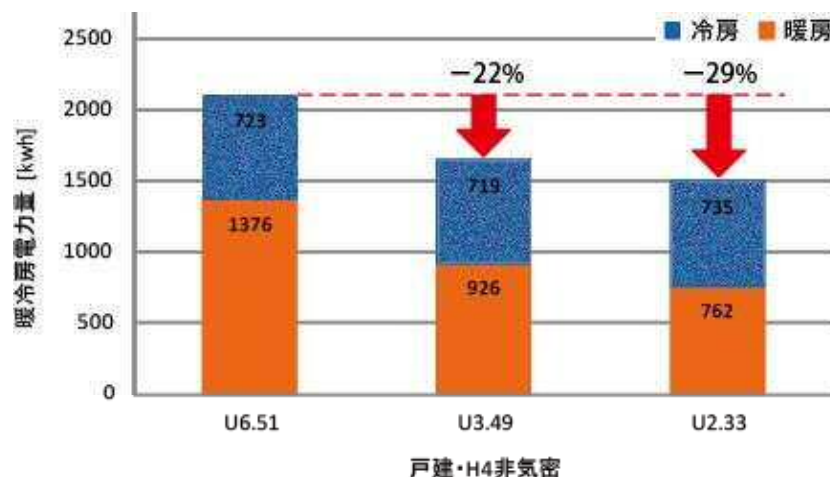


図 2.2 戸建住宅の H4 仕様住宅における窓の性能別消費電力比較

戸建住宅における削減量の詳細につきましては、下記の表をご参照ください。

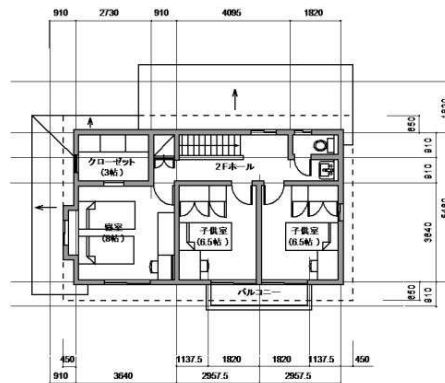
躯体	窓	自然換気 回数 [回/h]	Q値 [W/(㎡・K)]	暖冷房負荷[MJ/年]			暖冷房電力量[kwh]			削減量 (各躯体) [kwh]	削減率 (各躯体) [%]
	U値			部分間欠暖冷房			部分間欠暖冷房				
				暖房	冷房	計	暖房	冷房	計		
S55 以前	U6.51	3.0	10.25	29,210	9,679	38,889	2,705	896	3,601	-	100
	U4.65	3.0	9.82	27,712	9,650	37,362	2,566	893	3,459	141	96
	U3.49	2.75	9.34	25,707	9,559	35,266	2,380	885	3,265	335	91
	U2.91	2.75	9.21	25,082	9,603	34,685	2,322	889	3,212	389	89
	U2.33	2.75	9.07	24,447	9,646	34,092	2,264	893	3,157	444	88
	U1.90	2.75	8.97	24,302	9,543	33,846	2,250	884	3,134	467	87
S55	U6.51	1.5	5.08	18,573	8,210	26,783	1,720	760	2,480	-	100
	U4.65	1.5	4.66	16,690	8,193	24,883	1,545	759	2,304	176	93
	U3.49	1.25	4.18	14,207	8,150	22,358	1,315	755	2,070	410	83
	U2.91	1.25	4.05	13,415	8,219	21,633	1,242	761	2,003	477	81
	U2.33	1.25	3.91	12,607	8,303	20,911	1,167	769	1,936	544	78
	U1.90	1.25	3.81	12,361	8,169	20,530	1,145	756	1,901	579	77
H4 非気密	U6.51	1.0	3.90	14,861	7,807	22,668	1,376	723	2,099	-	100
	U4.65	1.0	3.47	12,756	7,811	20,567	1,181	723	1,904	194	91
	U3.49	0.75	3.00	9,996	7,766	17,762	926	719	1,645	454	78
	U2.91	0.75	2.86	9,119	7,848	16,967	844	727	1,571	528	75
	U2.33	0.75	2.73	8,229	7,935	16,164	762	735	1,497	602	71
	U1.90	0.75	2.63	7,913	7,783	15,697	733	721	1,453	645	69
H11	U4.65	0.5	2.58	8,969	7,455	16,424	830	690	1,521	-	100
	U3.49	0.5	2.31	7,147	7,623	14,769	662	706	1,368	153	90
	U2.91	0.5	2.18	6,229	7,706	13,935	577	714	1,290	230	85
	U2.33	0.5	2.04	5,640	7,565	13,205	522	700	1,223	298	80
	U1.90	0.5	1.94	4,952	7,631	12,584	459	707	1,165	356	77
	U1.30	0.5	1.80	4,020	7,737	11,757	372	716	1,089	432	72

表 2.1 戸建住宅（断熱仕様別）の窓の性能比較

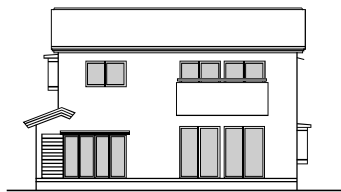
戸建住宅におけるモデルプランにつきましては、下図をご参照ください。



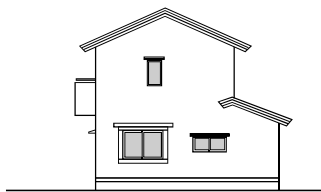
■1階平面図



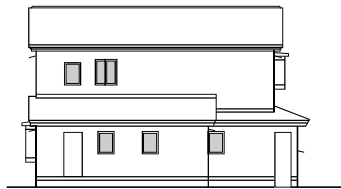
■2階平面図



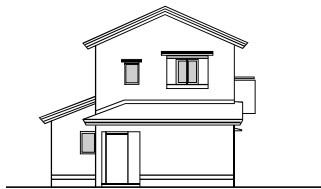
■南立面図



■東立面図



■北立面図



■西立面図

	寒冷地 (Ⅰ、Ⅱ地域)モデル	温暖地 (Ⅲ～Ⅵ地域)モデル
延べ床面積	120.07m ²	120.07m ²
階高	2.825m	2.825m
開口比率	21.0%	26.8%
開口面積	25.22m ²	32.20m ²

○集合住宅の場合

集合住宅は、一般的に RC 構造であることから建物自体に隙間が出来にくいと言えます。そのため断熱の仕様による気密性能の違いはほとんど無いと言えます。

窓の性能向上による削減量は、元々住宅全体として気密性能が十分保たれていることと、戸建より床面積が狭いことから、戸建住宅の削減量より小さくなります。

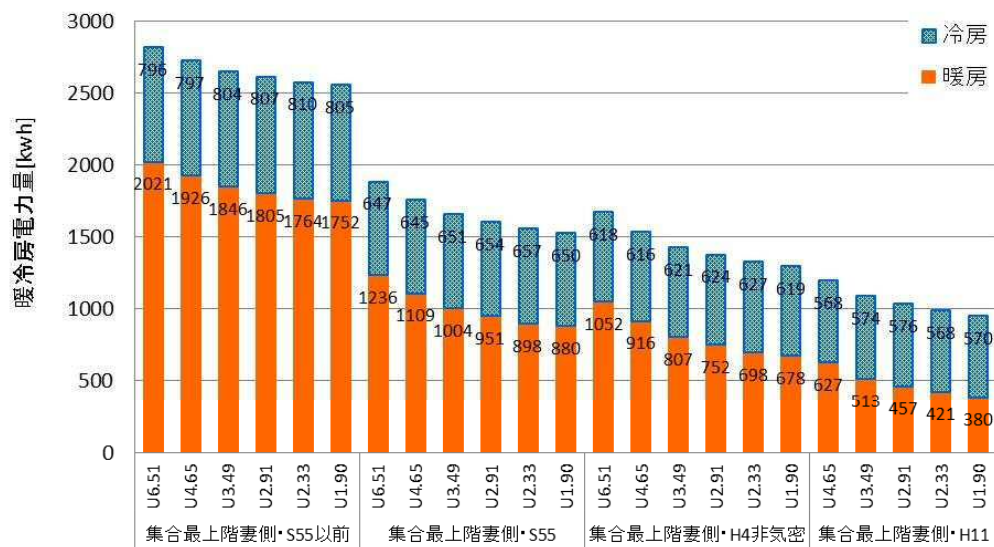


図 2.3 暖冷房電力量による集合住宅・最上階妻側（断熱仕様別）の窓の性能比較

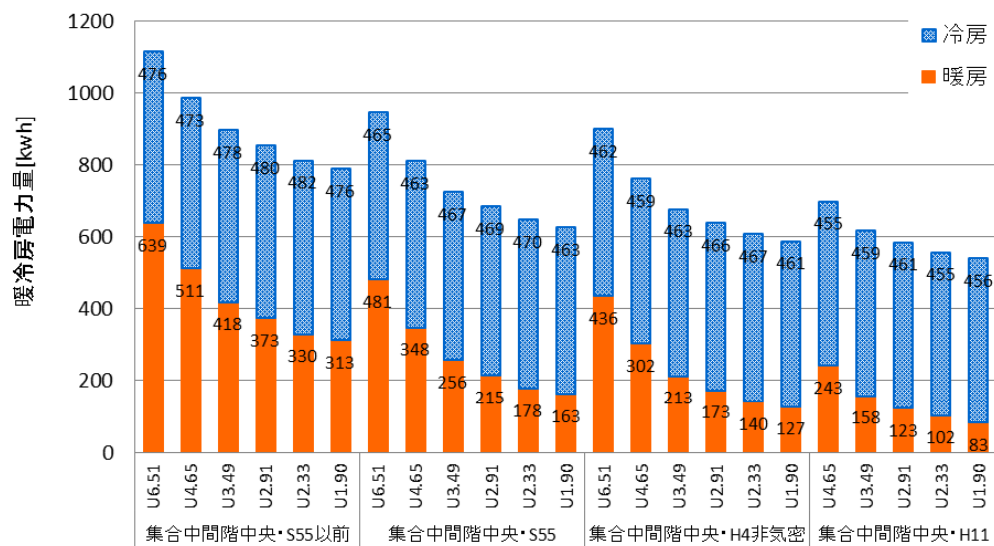


図 2.4 暖冷房電力量による集合住宅・中間階中央（断熱仕様別）の窓の性能比較

基本的には戸建住宅と同じ傾向となります。つまり暖房負荷では、はっきりとした効果が現れますが、冷房負荷ではほぼ同じ負荷となります。

削減率、削減量についても、戸建住宅と同じ傾向となっています。

共同住宅特有の傾向として、住戸位置の違いによる影響があります。

『住宅の省エネルギー基準』に従って建てられた住宅で比較します。

最上階妻側住戸は暖房負荷がどのタイプも大きいのに比べて、中間階中央住戸は冷房負荷がより大きくなっており、断熱水準が高くなる H4 仕様以上では、冷房負荷が暖房負荷よりも大きくなります。

これは床面積に対して、直接外気に触れる外皮面積比率の違いが影響していると考えられます。つまり中間階中央住戸は周りを他の住戸に囲まれているため、外皮の面積が少なくなります。

このため外皮面積に対する窓面積比率のウェイトが高くなり、かつ H11 仕様よりも窓の断熱性能が高くなるために、逆転現象が生じていると考えられます。

最上階妻側住戸では、例えば、H4 仕様においては、窓を U6.51 から断熱強化すると、U2.33 で 21%の削減。U1.90 で 22%の削減をすることになります。

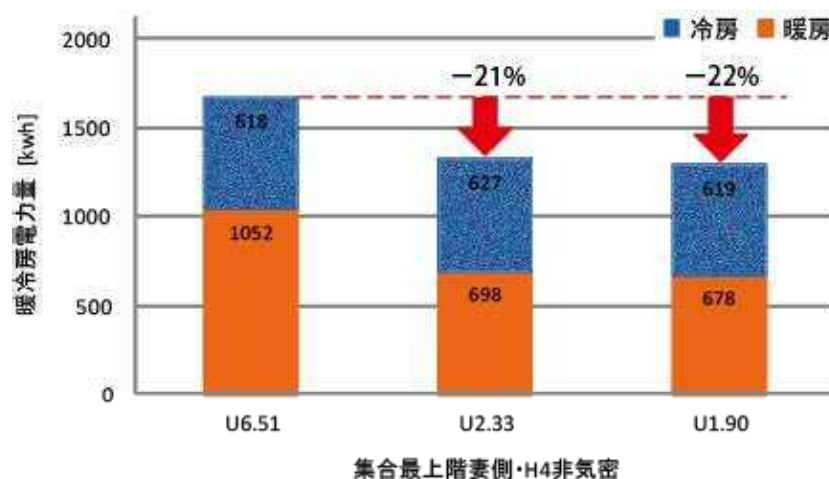


図 2.5 最上階妻側住戸の H4 仕様住宅における窓の性能別消費電力比較

中間階中央住戸では、窓を U6.51 から U2.33 にすると、躯体が S55 仕様の場合で 31%の削減。H4 仕様の場合で 32%の削減となり、暖冷房負荷を現行の H11 省エネ基準以下とすることができ

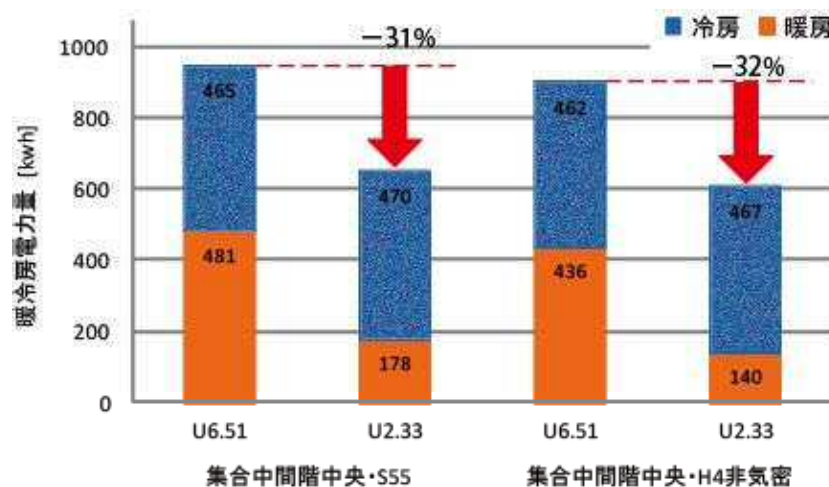


図 2.6 中間階中央住戸の S55、H4 仕様住宅における窓の性能別消費電力比較

集合住宅における削減量の詳細につきましては、下記の表をご参照ください。

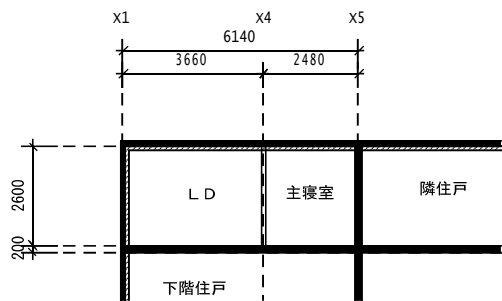
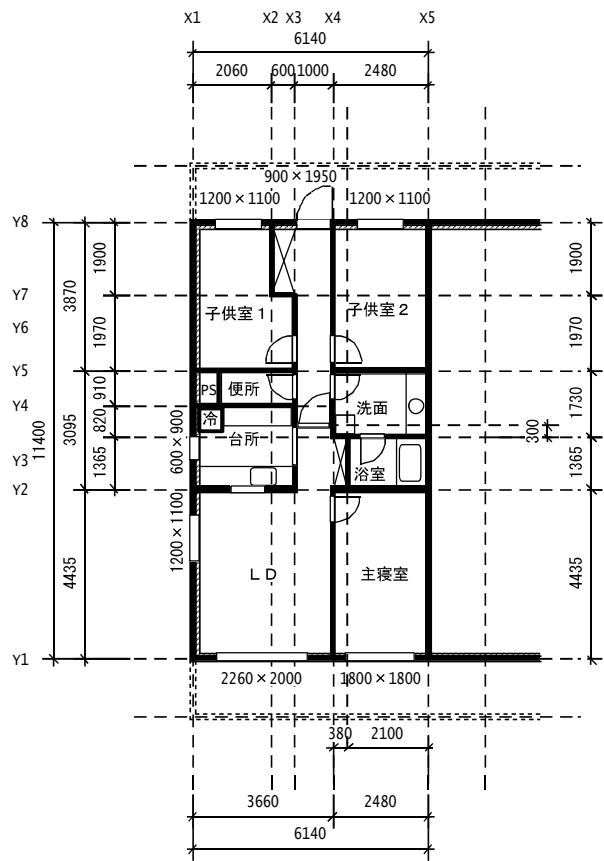
躯体	窓	自然換気 回数 [回/h]	Q値 [W/(㎡/K)]	暖冷房負荷[MJ/年]			暖冷房電力量[kwh]			削減量 (各躯体) [kwh]	削減率 (各躯体) %
	U値			部分間欠暖冷房			部分間欠暖冷房				
				暖房	冷房	計	暖房	冷房	計		
S55 以前	U6.51	0.5	6.75	21,826	8,601	30,427	2,021	796	2,817	-	100
	U4.65	0.5	6.43	20,796	8,613	29,409	1,926	797	2,723	94	97
	U3.49	0.5	6.22	19,935	8,679	28,613	1,846	804	2,649	168	94
	U2.91	0.5	6.12	19,496	8,713	28,209	1,805	807	2,612	205	93
	U2.33	0.5	6.02	19,051	8,747	27,798	1,764	810	2,574	243	91
	U1.90	0.5	5.95	18,924	8,691	27,615	1,752	805	2,557	260	91
S55	U6.51	0.5	4.08	13,345	6,989	20,334	1,236	647	1,883	-	100
	U4.65	0.5	3.76	11,972	6,971	18,943	1,109	645	1,754	129	93
	U3.49	0.5	3.55	10,845	7,034	17,878	1,004	651	1,655	227	88
	U2.91	0.5	3.45	10,272	7,067	17,339	951	654	1,605	277	85
	U2.33	0.5	3.35	9,697	7,093	16,790	898	657	1,555	328	83
	U1.90	0.5	3.27	9,501	7,016	16,517	880	650	1,529	353	81
H4 非気密	U6.51	0.5	3.59	11,359	6,673	18,032	1,052	618	1,670	-	100
	U4.65	0.5	3.26	9,898	6,654	16,552	916	616	1,533	137	92
	U3.49	0.5	3.06	8,718	6,708	15,427	807	621	1,428	241	86
	U2.91	0.5	2.96	8,126	6,739	14,865	752	624	1,376	293	82
	U2.33	0.5	2.85	7,535	6,767	14,302	698	627	1,324	345	79
	U1.90	0.5	2.78	7,320	6,685	14,005	678	619	1,297	373	78
H11	U4.65	0.5	2.57	6,770	6,139	12,909	627	568	1,195	-	100
	U3.49	0.5	2.36	5,544	6,194	11,737	513	574	1,087	109	91
	U2.91	0.5	2.26	4,940	6,221	11,161	457	576	1,033	162	86
	U2.33	0.5	2.16	4,549	6,137	10,686	421	568	989	206	83
	U1.90	0.5	2.08	4,107	6,155	10,262	380	570	950	245	79

表 2.2 集合住宅・最上階妻側（断熱仕様別）の窓の性能比較

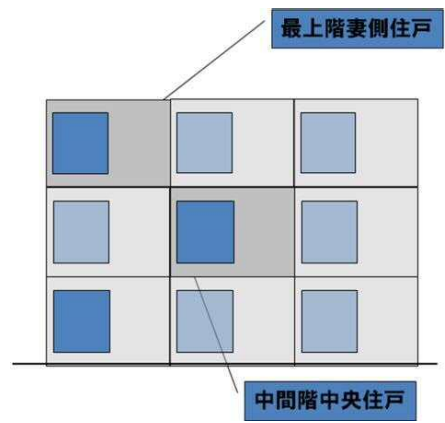
躯体	窓	自然換気 回数 [回/h]	Q値 [W/(㎡・K)]	暖冷房負荷[MJ/年]			暖冷房電力量[kwh]			削減量 (各躯体) [kwh]	削減率 (各躯体) %
	U値			部分間欠暖冷房			部分間欠暖冷房				
				暖房	冷房	計	暖房	冷房	計		
S55 以前	U6.51	0.5	2.51	6,899	5,136	12,035	639	476	1,114	-	100
	U4.65	0.5	2.23	5,520	5,113	10,633	511	473	985	130	88
	U3.49	0.5	2.06	4,519	5,159	9,678	418	478	896	218	80
	U2.91	0.5	1.97	4,031	5,183	9,214	373	480	853	261	77
	U2.33	0.5	1.89	3,559	5,205	8,764	330	482	811	303	73
	U1.90	0.5	1.82	3,385	5,137	8,522	313	476	789	325	71
S55	U6.51	0.5	2.13	5,196	5,021	10,216	481	465	946	-	100
	U4.65	0.5	1.86	3,758	4,997	8,755	348	463	811	135	86
	U3.49	0.5	1.68	2,768	5,041	7,809	256	467	723	223	76
	U2.91	0.5	1.60	2,317	5,060	7,377	215	469	683	263	72
	U2.33	0.5	1.51	1,918	5,080	6,998	178	470	648	298	69
	U1.90	0.5	1.45	1,764	5,005	6,770	163	463	627	319	66
H4 非気密	U6.51	0.5	2.03	4,711	4,989	9,700	436	462	898	-	100
	U4.65	0.5	1.76	3,267	4,959	8,226	302	459	762	137	85
	U3.49	0.5	1.58	2,298	5,005	7,303	213	463	676	222	75
	U2.91	0.5	1.50	1,872	5,029	6,901	173	466	639	259	71
	U2.33	0.5	1.41	1,510	5,048	6,557	140	467	607	291	68
	U1.90	0.5	1.35	1,370	4,974	6,345	127	461	587	311	65
H11	U4.65	0.5	1.62	2,622	4,917	7,539	243	455	698	-	100
	U3.49	0.5	1.45	1,702	4,960	6,662	158	459	617	81	88
	U2.91	0.5	1.37	1,327	4,981	6,308	123	461	584	114	84
	U2.33	0.5	1.28	1,104	4,910	6,014	102	455	557	141	80
	U1.90	0.5	1.22	901	4,925	5,826	83	456	539	159	77

表 2.3 集合住宅・中間階中央（断熱仕様別）の窓の性能比較

集合住宅におけるモデルプランにつきましては、下図をご参照ください。



床面積		69.996㎡
開口面積	妻側住戸	14.015㎡
	中央住戸	12.155㎡
開口比率	妻側住戸	20.02%
	中央住戸	17.37%



環境条件の概要

住宅暖冷房負荷計算（戸建/集合住宅一戸当たり）の各種条件を以下にまとめました。

窓の種類につきましては、便宜上すべて窓の断熱性能の値で表現しております。

参考としまして、その数値に対応する基準と主な仕様を一覧にしております。

その他の仕様につきましては、関連商品をご参照ください。

○暖冷房負荷計算の概要

住宅一戸当りの暖冷房に係るエネルギー消費を算出する方法として、「AE-Sim/Heat」によるシミュレーションを行う。

計算対象となるモデルは、東京（IV地域）に建つ戸建住宅、集合住宅の最上階妻側住戸、及び中間階中央住戸の3ケースとする。

その住宅の断熱水準は、住宅の省エネ基準のS55基準以前の水準（S55以前）、S55基準相当（S55）、H4基準相当（H4）、H11基準（H11）の4水準とする。

それら12パターンの住宅に対して、窓の断熱性能別に効果を検証した。

住宅の種類	戸建住宅				集合住宅							
					最上階妻側住戸				中間階中央住戸			
断熱水準	S55以前	S55基準	H4基準	H11基準	S55以前	S55基準	H4基準	H11基準	S55以前	S55基準	H4基準	H11基準

なお暖冷房機器性能（COP）、自然換気回数については、住宅水準と窓性能より妥当と思われる値を設定した。

暖冷房機器性能(COP)	3.00
熱量換算値	3.6 [MJ/kWh]
排熱換気回数	10回/h

○暖冷房負荷計算条件

気象データは、日本建築学会の拡張アメダス気象データを用いた。

内部発熱条件（生活条件）は、住宅事業建築主の判断基準の計算条件とした。

暖冷房運転条件は、居室をある時間帯のみ暖冷房する「部分間欠暖冷房」について計算した。

なお条件の詳細につきましては、Window25 研究報告書をご参照ください。

○暖冷房負荷計算に用いた住宅モデル

住宅プラン

戸建住宅は、住宅事業建築主の判断基準にて設定されている住宅モデル。

共同住宅は、品確法性能表示（省エネルギー対策等級）の特定条件に適合するプラン。

躯体の断熱仕様

(1) 断熱工法

1) 戸建住宅：充填断熱工法とし、断熱部位は、床-壁-天井とした。

2) 共同住宅：壁、屋根共に内断熱工法とした。

(2) 断熱材仕様

戸建・共同住宅ともに、S55以前は、特に断熱を施さない仕様とした。

S55、H4、H11 は、各住宅の省エネ基準については、基準に適合する仕様とした。

戸建住宅の躯体断熱仕様

部位	S55以前	S55	H4	H11
天井	無断熱	GW10K-45mm	GW10K-100mm	BGW13K-210mm
壁	無断熱	GW10K-30mm	GW10K-60mm	GW16K-100mm
床	無断熱	GW10K-25mm	GW10K-50mm	GW16K-100mm

GW : グラスウール BGW : 吹込みグラスウール OK : 密度をあらわす

共同住宅の躯体断熱仕様

部位	S55以前	S55	H4	H11
屋根	無断熱	XPS3種-19.6mm	XPS3種-30.8mm	XPS3種-70mm
壁	無断熱	XPS3種-11.2mm	XPS3種-19.6mm	XPS3種-30.8mm

XPS : 押出法ポリスチレンフォーム

○窓と躯体の性能一覧

住宅モデル		住宅事業建築主の判断基準標準住戸（戸建・集合（検討モデル））			
断熱仕様の設定		S55年以前	S55年基準	H4年基準	H11年基準
窓の性能	I 地域	2.91	2.91	2.33	2.33
	II 地域	6.51	4.65	3.49	
	III 地域		6.51	4.65	3.49
	IV・V 地域			6.51	4.65
	VI 地域				6.51
躯体の性能		各年代の断熱水準			
冷暖房設定		部分間欠			
生活スケジュール		住宅事業建築主の判断基準に準拠			

○窓の主な仕様一覧（住宅の省エネルギー基準を元に作成）

計算に用いる 熱貫流率 $W / (m^2 \cdot K)$	建具の構成		
	建具の仕様		ガラスの仕様
2.33	一重	木製又はプラスチック製	低放射複層(A12)
		金属・プラスチック(木)複合構造製	三層複層(A12×2)
	二重	金属製＋プラスチック(木)製	低放射複層(A12)
2.91	一重	木製又はプラスチック製	単板＋複層(A12)
		金属製熱遮断構造	複層(A12)
	二重	金属製＋プラスチック(木)製	低放射複層(A12)
3.49	一重	金属・プラスチック(木)複合構造製	複層(A12)
			複層(A10～A12)
		金属製熱遮断構造	低放射複層(A6)
			複層(A10～A12)
4.65	一重	金属製	単板
6.51	一重	金属製	複層(A6)

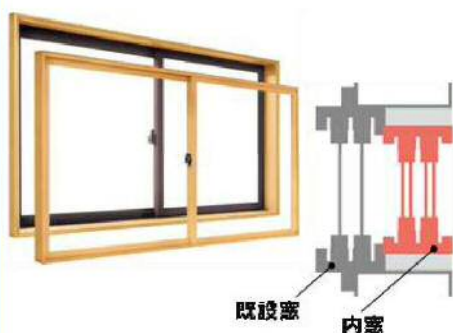
○ 窓の組合せ図例

■ フレーム(枠・障子)

材質	アルミ複層	アルミ樹脂複合	アルミ樹脂複合	樹脂
断面構造				

名称	複層ガラス	複層ガラス	Low-E複層ガラス (断熱タイプ)	Low-E複層ガラス (遮熱タイプ)
断面構造				
断熱性能	U値 4.65	3.49	2.33	2.33 高い

樹脂内窓



■ フレーム(枠・障子)

材質	樹脂(単板タイプ)	樹脂(複層タイプ)
断面構造		

■ ガラス

名称	単板ガラス	複層ガラス	Low-E複層ガラス (断熱タイプ)	Low-E複層ガラス (遮熱タイプ)
断面構造				

窓に関する商品は、各団体のウェブサイトより各企業へリンクをしております。
こちらからご覧ください。

社団法人 日本サッシ協会
プラスチックサッシ工業会
板硝子協会

<http://www.jsma.or.jp/>
<http://www.p-sash.jp/>
<http://www.itakyo.or.jp/index.html>