

第15章 自立循環型住宅を普及推進するために望まれる基準（D3）

15.1 断熱基準に関する検討

15.1.1 基本方針

今後、良質な住宅ストックを形成していくには、新築のみならず改修により既存住宅の性能を向上させていくことが急務といえる。しかし、これまでの改修は、専ら家族構成の変化に伴う間取りの変更、設備・内外装の老朽化など修繕・更新を主体とした部分改修にとどまっているケースが多く、省エネルギー性、室内温熱環境の向上など、住宅の基本性能の改善も含めた本格的な改修が行われている例は少ない。背景としては、限られた費用負担の中ではどうしても、基本性能の改善より生活利便性や安全性を優先させてしまうこと、現状では低廉で導入効果の高い改修技術が少ないことなどが関係していると考えられる。

今後、住宅ストック化に向けた改修を進めていくには、低廉で実行性の高い改修技術の開発が必要であり、そのためには、目標とすべき性能水準が明らかになっている必要がある。しかし、例えば省エネ基準に定められている性能水準や仕様規定は、新築を主体に策定されたものであり、新築のように各部位をバランス良く断熱化することは困難で、特定部位の断熱化により改修効果を発揮させなくてはならない場合が多いなど、改修特有の事情も考慮した目標水準の検討・設定が必要である。

以上の観点から、本委員会では、部分改修、特定部位改修も含めた断熱改修の目標性能水準の検討を行った。検討対象とした改修パターンを図 15.1.1 に示す。戸建住宅、集合住宅とも、住宅内の全ての空間の熱的改善を目的に改修を行う「全体改修」と一部の空間の熱的改善を目的とした「部分改修」を検討対象としている。

また、改修方法については、全ての部位を断熱改修する場合と、例えば屋根と開口部のみというように特定の部位を断熱改修の対象部位にする場合を考えている。

通常は改修対象とする部位・部分は限られており、全体改修よりは部分改修、全部位改修よりは特定部位改修のケースが多く、それらが改修用の断熱基準検討が必要な所以でもある。

（鈴木 大隆）

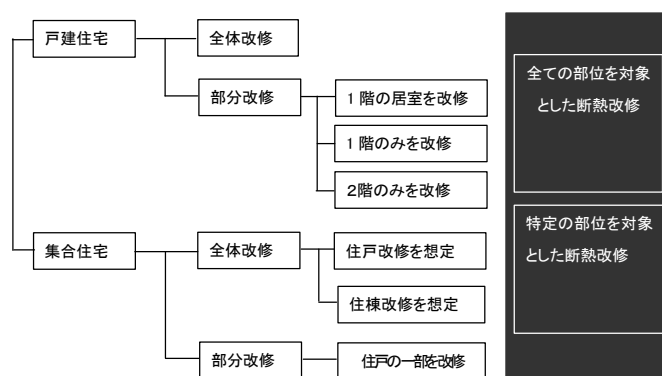


図 15.1.1 本章で検討対象とした改修パターン

15.1.2 戸建住宅の断熱基準に関する検討

1) 前提条件

(1) 対象範囲

断熱改修の普及という観点から、家全体・全部改修だけでなく、家の一部・特定の部位の断熱改修についても検討をおこなった。

(2) 目標レベル

全体・部分に関わらず、改修後の空間性能が平成4年基準(新省エネルギー基準:以下新省エネ基準)並みになることを目標レベルとした。

2) 検討方法 (Ⅳ地域で検討)

(1) モデル住宅において、全体を新省エネ基準並みの断熱施工した場合と同等以上のQ値になるかどうかを判断の目安とした。

(2) 家の一部・特定部位のみの改修の場合は、上記の家の中で対象空間のQ値(対象空間の熱損失÷対象空間の床面積:以下修正Q値)を求め、改修後の対象空間の修正Q値と比較した。

(3) 問題点とその対応

① 階段などの吹き抜け空間における熱損失の取り扱い・・・連続空間として扱う場合と階床部に仮想床がある場合を比較した場合、Q値の絶対値は変わっても改修前後でのQ値の相対値は変わらないので、計算は取り扱いの簡便な仮想床がある場合でおこなった。

② 改修対象部屋と隣室などとの間の温度差係数・・・対象部位と隣室の温度差係数は、過去の実測例などより0.5とした。

3) 検討結果

壁の断熱材が無い場合、壁をそのままにして新省エネ基準を満たす改修メニューはないので、壁の断熱レベルを3水準(断熱材の熱抵抗を1.0、1.5、2.0 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$)とし、残りの天

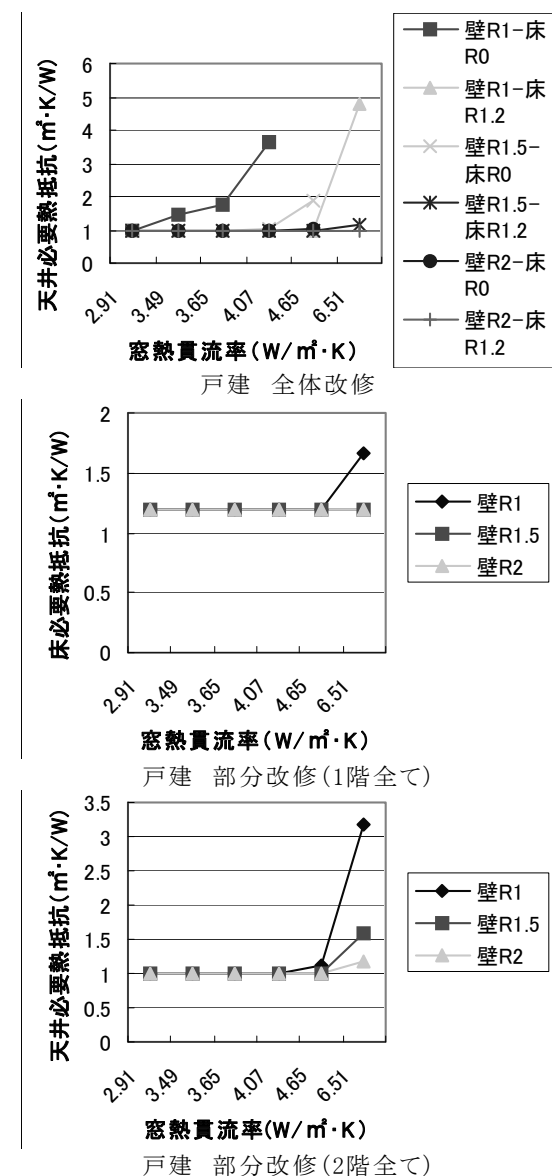


図 15.1.2 新基準Q値を満たす各部位の必要な熱抵抗・開口部の熱貫流率

井・床・開口部の必要熱抵抗(熱貫流率)を求めた。

結果として、窓を高性能化すれば他断熱部位での断熱改修で上記判断基準を満たす実

現可能な天井・床の熱抵抗値が求められた。これは家全体だけでなく、部分改修でも同様である。また窓を高性能化しなくても天井・床を次世代省エネ基準並みの断熱材で改修すれば上記判断基準を満たす場合もあった。

但し窓を高性能化すれば床断熱無しでも目標のQ値・修正Q値を満たす解も存在するため、各部位の最低熱抵抗値を設定した。具体的には壁を旧省エネ基準値、天井・床は新省エネ基準値が提案された。

4) まとめ

部分改修の場合の修正Q値(6~9W/m²・℃)は家全体の基準Q値(IV地域で4.2W/m²・℃)と比べかなり悪い数値となるため、部分改修での空間の性能を確認する必要がある。

また基準案のフレームはできたが、非改修室での冬期の結露、改修前の建物診断、実現可能な改修手法などについてのさらなる検討が必要である。

(布井 洋二)

15.1.3 RC改修の検討

1) 目的と検討対象プラン

京都議定書の発効に伴い既存住宅の断熱改修が急務となっていることからRC集合住宅の断熱改修の可能性について検討を行った。対象住宅プランはH11基準(次世代省エネ基

準)策定時に用いられた70m²住戸の各部位面積を元に具体的平面プランを作成した(図15.1.3)。今回の検討では躯体構造は壁式とし壁・床・天井コンクリート厚は150mmとした。

2) RC集合住宅の特殊性

RC集合住宅には共有部分と専有部分が存在する点が木造戸建て住宅と異なる点である。壁の断熱改修を行う場合でも内断熱工法であれば専有部分での工事となるため個人の判断で可能であるが、外断熱改修の場合は共有部分の工事となるため自治会・管理組合等の同意が必要となる。又、開口建具の交換はすべて共有部分の変更となるため管理組合の同意を要する。

工事中の状態を考えると、戸建て住宅では対象外の部屋へ家族が避難した状態での工

事が可能で有ることから短工期であることが望まれる。一方集合住宅では、全体改修の場合、外断熱改修を選択することにより居住したままの改修が可能と思われる。又、居住区画の一部分の改修の場合、居住しながらの工事は非常に困難と考えられ、住民が退去後(賃貸住宅では前居住者が解約し、次居住者が入居する前)に内装を全撤去しての工事が考えられる。そのためそれぞれの場合に適した断熱工法により検討することが適当である。

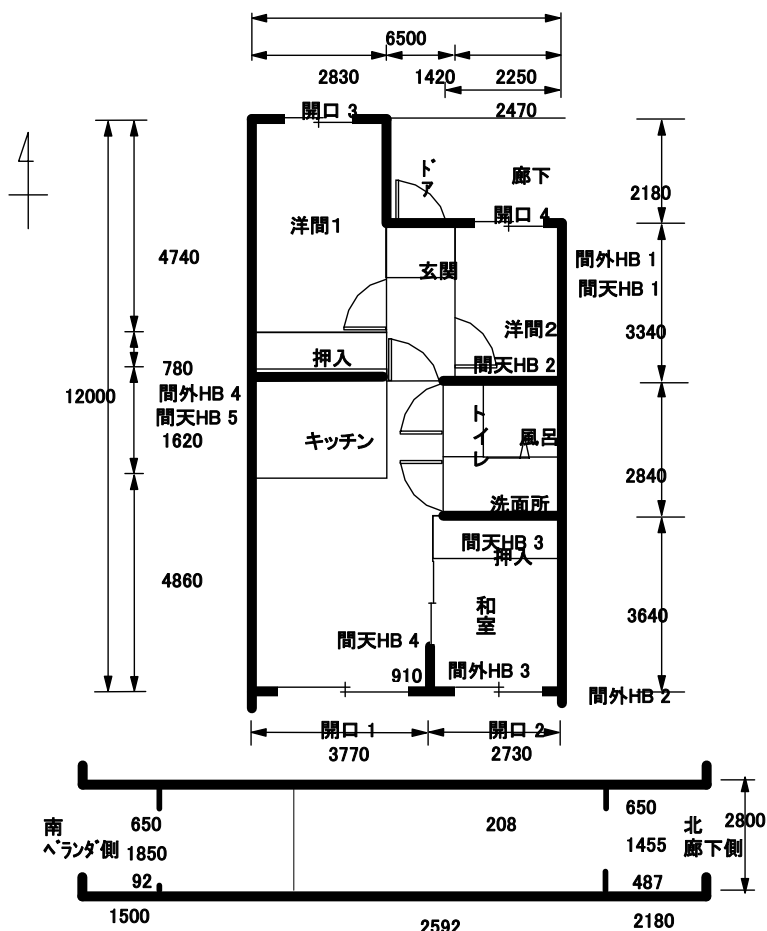


図 15.1.3 検討に用いた平面プラン

3) 検討方法

無断熱あるいは旧省エネ基準住宅を改修により新省エネレベルの断熱性能に変更することを目標に検討した。手法は各部位の熱貫流値を変更した時の改修対象部位のQ値を求め目標値と比較した。住戸全体を対象部位とする場合は、新省エネ基準Q値を、部分改修の場合は新省エネ住戸の対象部位のQ値を求め(修正Q値)基準とした。その際、住戸内間仕切り壁の熱貫流値は対象構造の熱抵抗値に対し温度差係数0.5として算出した。又、熱橋部分の断熱補強は行わないこととした。これは、居住状態で実施する外断熱改修の場合、室内側での断熱補強工事が困難と考えられる事。内断熱による部分改修工事においても対象部位以外の部屋での断熱補強工事が困難であることによる。

改修対象部位は

- 1) 全面改修(延べ床面積全体:外断熱改修)
 - 2) 南側改修(LDK、和室、トイレ、洗面、風呂を含む空間 床面積比 60.17%:内断熱改修)
 - 3) 北側改修(洋間 1,2、玄関を含む空間 床面積比 39.83%:内断熱改修)
 - 4) 北1室改修(洋間1のみの改修 床面積比 2.3%:内断熱改修)
- の4パターンとした。

壁・床の断熱性能は次世代省エネ基準仕様まで変更可能とした。窓の断熱性能は先に述べたように共有部分の変更となるサッシ交換は行わず、既存アルミサッシの内側に樹脂サッシ(単板・複層)を設置する2重窓化で検討を行った。玄関ドアは共有部分であると共に交換に当たっては大工事となるため交換しないこととした。

4) 結果

(1) 全面改修の場合

全面改修を行った場合の結果を表 15.1.1 に示す。無断熱住宅を新省エネ基準に適合させる(ケース1)ためには、単独部位改修では困難で複数部位の同時改修が必要である。許容される改修方法は1)屋上断熱強化+二重窓、2)南面をのぞく壁・屋上の断熱改修となる。1)の場合、壁面での結露発生が懸念されることから実施は困難と思われる。一方、2)では窓面での結露が多発することになるが、サッシの清掃や再調整により結露水を屋外に排出することは可能と思われる。

旧省エネ住宅を新省エネレベルに変更する場合(ケース2)、1)天井断熱の強化、2)東西壁面のみ強化、3)樹脂サッシ(複層)による窓の強化などの単独部位の改修のみで可能であることが判る。又、室内表面温度を検証したところ結露の発生の可能性は少ないことが確認された。

(2) 部分改修の場合

部分改修の検討結果を表 15.1.2、表 15.1.3、表 15.1.4 に示す。無断熱住宅からの改修(ケース1)では、南面改修(床面積比 60%程度)、北面改修(床面積比 40%程度)、北1室改修(床面積比 22%程度)共通して許容される改修部位の組み合わせは天井面+壁面改修となった。

旧省エネ住宅からの改修(ケース2)では、全面改修では可能であった単独部位の改修では目標値を達成することが出来ない。これは床面積に対する壁面積が大きいことため熱損失が増大するためである。

(3) 全面改修時のリミットデザイン

全面改修で屋上・天井面の断熱性能と窓断熱性能の組み合わせによる壁の限界を表 15.1.5 にまとめた。今回検討条件とした樹脂サッシによる2重窓化では、単板ガラス(H-4)、複層ガラス(H-5)に相当するため屋根(天井)断熱を次世代省エネ基準相当の性能があると壁は防露程度の性能があれば目標を達成できる可能性が示唆された。

5) 今後の予定

今回の検討では全面改修は外断熱のみ部分改修は内断熱のみとしたが、実際の改修工事を考えると屋上(天井)の断熱工事は外断熱とする事が有利と思われる。

マンションでは定期的な修繕計画として屋上防水補修工事があり、その際に断熱材を施工することにより目的が達成できることから、余分

な費用負担を最小限に抑えた施工が可能と考えられるためである。

今後、屋上断熱防水を中心に他地域での可能性を検討する予定である。

(小浦 孝次)

表 15.1.1 集合住宅の断熱改修効果試算（熱損失係数）1

対象部位：全面 改修（床面積の100%）

目標性能

モデル	無断熱	旧省エネ	新省エネ
開口部 窓：ALサッシ+単板ガラス（k=6.51） ドア：両面フラッシュ構造（k=4.65）	Q=7.11	Q=3.96	Q*=3.29
換気回数 0.5回/h			

ケース1 無断熱住宅から新省エネ基準への改修

step1 単独部位の改修だけを行った場合（Q値目標：3.29以下）

改修部位仕様	a) 天井 次世代 仕様規定	b1) 窓二重化 （フラッシュ単板） k=2.91	b2) 窓二重化 （フラッシュ複層） k=2.33	c) 東西面 次世代 仕様規定	d1) 北面 次世代 仕様規定	d2) 南北面 次世代 仕様規定
改修後のQ値	5.28	6.49	6.40	5.59	6.90	6.58

step2 複数部位の同時改修（Q値目標：3.29以下）

		1-1 -1	1-1 -2	1-1 -3	1-1 -4	1-1 -5	1-1 -6	1-1 -7	1-1 -8	1-1 -9	1-1 -10	1-1 -11	1-1 -12	1-1 -13	1-1 -14
改修部位	天井	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	壁									○	○		○	○	○
	南									○	○		○	○	○
	北							○	○	○	○	○	○	○	○
	東西			○	○	○	○					○	○	○	○
開口	プラ単板	○		○		○		○		○				○	
	プラ複層		○		○		○		○		○				○
改修後Q値		4.67	4.57	4.98	4.88	3.15	3.05	4.46	4.36	4.13	4.03	3.55	3.23	2.61	2.51

ケース2 旧省エネ住宅から新省エネ住宅への改修

step1 単独部位の改修だけを行った場合（Q値目標：3.29以下）

改修部位仕様	a) 天井 次世代 仕様規定	b1) 窓二重化 （フラッシュ単板） k=2.91	b2) 窓二重化 （フラッシュ複層） k=2.33	c) 東西面 次世代 仕様規定	d1) 北面 次世代 仕様規定	d2) 南北面 次世代 仕様規定
改修後のQ値	3.21	3.66	3.56	3.49	3.95	3.88

step2 複数部位の同時改修（Q値目標：3.29以下）

		1-2 -1	1-2 -2	1-2 -3	1-2 -4	1-2 -5	1-2 -6	1-2 -7	1-2 -8	1-2 -9	1-2 -10	1-2 -11	1-2 -12	1-2 -13	1-2 -14
改修部位	天井	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	壁									○	○		○	○	○
	南									○	○		○	○	○
	北							○	○	○	○	○	○	○	○
	東西			○	○	○	○					○	○	○	○
開口	プラ単板	○		○		○		○		○				○	
	プラ複層		○		○		○		○		○				○
改修後Q値		2.91	2.81	3.19	3.09	2.44	2.34	2.90	2.80	2.83	2.73	2.73	2.66	2.36	2.36

表 15.1.2 集合住宅の断熱改修効果試算（熱損失係数）2

対象部位：南 LDK を含む半面 改修(床面積の 60.17%)

目標性能

モデル	無断熱	旧省エネ	新省エネ
開口部 窓：ALサッシ+単板ガラス (k=6.51)			
ドア：両面フラッシュ構造 (k=4.65)	Q=8.31	Q=4.91	Q*=4.14
換気回数 0.5回/h			

ケース1 無断熱住宅から新省エネ基準への改修

step1 単独部位の改修だけを行った場合(Q値目標:4.14以下)

改修部位仕様	a) 天井 次世代 仕様規定	b1) 窓二重化 (フラッシュ単板) k=2.91	b2) 窓二重化 (フラッシュ複層) k=2.33	c) 東西面 次世代 仕様規定	d2) 南面 次世代 仕様規定
改修後のQ値	6.45	7.57	7.45	6.89	7.28

step2 複数部位の同時改修(Q値目標:4.14以下)

		2-1-1	2-1-2	2-1-3	2-1-4	2-1-5	2-1-6	2-1-7	2-1-8	2-1-9	2-1-10	2-1-11	2-1-12
改修部位	天井	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○
	壁	南						○	○		○	○	○
		北											
		東西			○	○	○	○		○	○	○	○
	開口	プラ単板	○		○		○					○	
		プラ複層		○		○		○					○
改修後Q値		5.70	5.59	6.15	6.03	4.29	4.17	4.67	4.55	5.03	3.99	3.25	3.13

ケース2 旧省エネ住宅から新省エネ住宅への改修

step1 単独部位の改修だけを行った場合(Q値目標:4.14以下)

改修部位仕様	a) 天井 次世代 仕様規定	b1) 窓二重化 (フラッシュ単板) k=2.91	b2) 窓二重化 (フラッシュ複層) k=2.33	c) 東西面 次世代 仕様規定	d2) 南面 次世代 仕様規定
改修後のQ値	4.24	4.55	4.43	4.54	4.64

step2 複数部位の同時改修(Q値目標:4.14以下)

		2-2-1	2-2-2	2-2-3	2-2-4	2-2-5	2-2-6	2-2-7	2-2-8	2-2-9	2-2-10	2-2-11	2-2-12
改修部位	天井	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○
	壁	南						○	○		○	○	○
		北											
		東西			○	○	○	○		○	○	○	○
	開口	プラ単板	○		○		○					○	
		プラ複層		○		○		○					○
改修後Q値		3.88	3.76	4.19	4.07	3.52	3.40	3.61	3.49	3.87	3.61	3.25	3.13

表 15.1.3 集合住宅の断熱改修効果試算（熱損失係数）3

対象部位：北側半面 改修（床面積の 39.83%）

目標性能

モデル	無断熱	旧省エネ	新省エネ
開口部 窓：ALサッシ+単板ガラス（k=6.51） ドア：両面フラッシュ構造（k=4.65）	Q=9.21	Q=5.56	Q*=4.71
換気回数 0.5回/h			

ケース1 無断熱住宅から新省エネ基準への改修

step1 単独部位の改修だけを行った場合（Q値目標：4.71以下）

改修部位仕様	a) 天井 次世代 仕様規定	b1) 窓二重化 （フラッシュ単板） k=2.91	b2) 窓二重化 （フラッシュ複層） k=2.33	c) 東西面 次世代 仕様規定	d2) 北面 次世代 仕様規定
改修後のQ値	7.35	8.78	8.71	7.31	8.10

step2 複数部位の同時改修（Q値目標：4.71以下）

			3-1-1	3-1-2	3-1-3	3-1-4	3-1-5	3-1-6	3-1-7	3-1-8	3-1-9	3-1-10	3-1-11
改修部位	天井		○	○			○	○	○	○	○	○	○
	壁	南											
		北							○	○	○	○	○
		東西			○	○	○	○			○	○	○
	開口	ブラ単板	○		○		○		○			○	
		ブラ複層		○		○		○		○			○
改修後Q値			6.92	6.85	6.88	6.81	5.02	5.95	5.82	5.75	4.34	3.91	3.84

ケース2 旧省エネ住宅から新省エネ住宅への改修

step1 単独部位の改修だけを行った場合（Q値目標：4.71以下）

改修部位仕様	a) 天井 次世代 仕様規定	b1) 窓二重化 （フラッシュ単板） k=2.91	b2) 窓二重化 （フラッシュ複層） k=2.33	c) 東西面 次世代 仕様規定	d2) 北面 次世代 仕様規定
改修後のQ値	4.89	5.35	5.28	5.07	5.27

step2 複数部位の同時改修（Q値目標：4.71以下）

			2-2-1	2-2-2	2-2-3	2-2-4	2-2-5	2-2-6	2-2-7	2-2-8	2-2-9	2-2-11	2-2-12
改修部位	天井		○	○			○	○	○	○	○	○	○
	壁	南											
		北							○	○	○	○	○
		東西			○	○	○	○			○	○	○
	開口	プラ単板	○		○		○		○			○	
		プラ複層		○		○		○		○			○
改修後Q値			4.68	4.61	4.86	4.80	4.19	4.13	4.40	4.33	4.12	3.91	3.84

表 15.1.4 集合住宅の断熱改修効果試算（熱損失係数） 4

対象部位：北側1室 改修(床面積の22.3%)

目標性能

モデル	無断熱	旧省エネ	新省エネ
開口部 窓：ALサッシ+単板ガラス (k=6.51)	Q=11.44	Q=6.76	Q*=5.70
ドア：両面フラッシュ構造 (k=4.65)			
換気回数 0.5回/h			

ケース1 無断熱住宅から新省エネ基準への改修

step1 単独部位の改修だけを行った場合(Q値目標:5.70以下)

改修部位仕様	a) 天井 次世代 仕様規定	b1) 窓二重化 (フラッシュ単板) k=2.91	b2) 窓二重化 (フラッシュ複層) k=2.33	c) 東西面 次世代 仕様規定	d1) 北面 次世代 仕様規定
改修後のQ値	9.58	10.99	10.92	8.01	10.51

step2 複数部位の同時改修(Q値目標:5.70以下)

		4-1-1	4-1-2	4-1-3	4-1-4	4-1-5	4-1-6	4-1-7	4-1-8	4-1-9	4-1-10	4-1-11
改修部位	天井	○	○			○	○	○	○	○		
	壁	南										
		北					○	○	○	○	○	○
		東西		○	○	○	○			○	○	○
	開口	プラ単板	○	○		○		○			○	
		プラ複層		○	○		○		○			○
改修後Q値		9.13	9.05	7.56	7.14	5.70	5.63	8.19	8.12	5.21	4.76	4.69

ケース2 旧省エネ住宅から新省エネ住宅への改修

step1 単独部位の改修だけを行った場合(Q値目標:5.70以下)

改修部位仕様	a) 天井 次世代 仕様規定	b1) 窓二重化 (フラッシュ単板) k=2.91	b2) 窓二重化 (フラッシュ複層) k=2.33	c) 東西面 次世代 仕様規定	d1) 北面 次世代 仕様規定
改修後のQ値	6.09	6.55	6.48	5.89	6.53

step2 複数部位の同時改修(Q値目標:5.70以下)

		4-2-1	4-2-2	4-2-3	4-2-4	4-2-5	4-2-6	4-2-7	4-2-8	4-2-9	4-2-10	4-2-11
改修部位	天井	○	○			○	○	○	○	○		
	壁	南										
		北					○	○	○	○	○	○
		東西		○	○	○	○			○	○	○
	開口	プラ単板	○	○		○		○			○	
		プラ複層		○	○		○		○			○
改修後Q値		5.88	5.81	5.67	5.60	5.00	4.93	5.64	5.57	4.98	4.76	4.69

表 15.1.5 全面改修時に必要な壁断熱性能

	次世代省エネ以上	≤0.75
	新省エネ以上	≤1.11
	旧省エネ以上	≤1.53

屋上（外断熱）改修時の壁（外断熱）平均熱貫流値

		開口部熱貫流ランク					
		6.51	H-1 4.65	H-2 4.07	H-3 3.49	H-4 2.91	H-5 2.33
屋上熱貫流ランク	無断熱 2.23	-0.87 施工不可	-0.48 施工不可	-0.36 施工不可	-0.24 施工不可	-0.12 施工不可	0.00 施工不可
	旧省エネ 1.04	0.57 施工困難	0.96	1.08	1.20	1.32	1.44
	新省エネ 0.67	1.02	1.40	1.52	1.64	1.76	1.88
	次世代省エネ 0.43	1.31	1.69	1.81	1.93	2.05	2.17
	施工限界 0.17	1.62	2.00	2.12	2.24	2.36	2.48

屋上（外断熱）改修時の壁（内断熱）平均熱貫流値

		開口部熱貫流ランク					
		6.51	H-1 4.65	H-2 4.07	H-3 3.49	H-4 2.91	H-5 2.33
屋上熱貫流ランク	無断熱 2.23	-1.25 施工不可	-0.82 施工不可	-0.68 施工不可	-0.55 施工不可	-0.41 施工不可	-0.28 施工不可
	旧省エネ 1.04	0.37 施工困難	0.80	0.94	1.07	1.21	1.34
	新省エネ 0.67	0.87	1.31	1.44	1.58	1.71	1.85
	次世代省エネ 0.43	1.20	1.63	1.77	1.90	2.04	2.17
	施工限界 0.17	1.55	1.98	2.12	2.25	2.39	2.52 結露

天井（内断熱）改修時の壁（内断熱）平均熱貫流値

		開口部熱貫流ランク					
		6.51	H-1 4.65	H-2 4.07	H-3 3.49	H-4 2.91	H-5 2.33
天井熱貫流ランク	無断熱 2.23	-0.96 施工不可	-0.53 施工不可	-0.39 施工不可	-0.26 施工不可	-0.12 施工不可	0.01 施工不可
	旧省エネ 1.04	0.61 施工困難	1.05	1.18	1.32	1.45	1.59
	新省エネ 0.67	1.10	1.54	1.67	1.81	1.94	2.08
	次世代省エネ 0.37	1.50	1.93	2.07	2.20	2.34	2.47
	施工限界 0.25	1.66	2.09	2.23	2.36	2.50	2.63 結露

15.1.4 改修効果に関する数値シミュレーション

1) 目的

断熱改修基準案の検討は、改修後の熱的な性能(暖冷房負荷、室温等)がH4年住宅の省エネルギー基準(通称新省エネ基準:以下、新省エネ基準)で新築したときに得られる性能と同等となることを目標とし、具体的な仕様検討は、断熱改修空間を新省エネ基準仕様で改修したときの修正熱損失係数(Q*)を満たす

ことを目安に行っている。

本シミュレーションは、その修正熱損失係数(Q*)を用いた仕様検討方法の妥当性確認を目的とし、そのために修正熱損失係数(Q*)に適合する断熱改修仕様で設計された住宅(戸建、集合)の熱的な性能(暖冷房負荷、室温)を算出した。

2) 木造戸建住宅における断熱改修後の熱的な性能

(1) 計算概要

一部の空間(部屋)のみ断熱改修する部分断熱改修における各室の期間暖冷房負荷、室温(暖房期:1月の平均室温)を算出した。計算には、SMASH、及びAE-CAD、AE-Convert&VisualEditorを用い、主な計算条件は表 15.1.6 の通りである。

表 15.1.6 計算条件

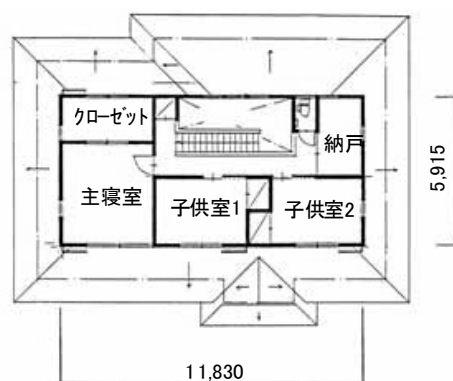
計算プログラム	SMASH、AE-CAD、AE-Converter & Visual Editor
計算モデル	図 15.1.41 階平面図 図 15.1.4 参照
気象データ	八王子/拡張アメダス気象データ
暖冷房条件	部分間欠暖冷房(暖冷房室:LDK、老人室、寝室、子供室1・2)/運転スケジュールは、建築学会住宅用標準問題の条件を計算モデル住宅の想定家族構成に応じて修正を加えた。
内部発熱条件	建築学会住宅用標準問題の条件を計算モデル住宅の想定家族構成に応じて修正を加えた。

また、各住宅の熱損失係数(Q)、改修対象部の修正熱損失係数についても同表 15.1.7 に示す。なお、修正熱損失係数は下記の3通り算出した。

(2) 計算バリエーション、及び修正熱損失係数

暖冷房負荷、室温の計算は、部分断熱改修住宅(改修対象空間 3 タイプ)と目標性能である新省エネ基準仕様の住宅、及び比較として改修前の仕様である旧省エネ基準仕様の住宅について行った。部分断

熱改修住宅は、表 15.1.7 に示すバリエーションを設定し、このうち a,b,c,d,e,f については、自然換気量を別途換気回路網で算出した値を用いての計算も実施した。



2階平面図



1階平面図

図 15.1.4 計算モデル住宅プラン

Q*:改修対象空間を新省エネ基準仕様とした
ときの修正熱損失係数

Qa:改修対象空間を 15.1.2 で検討した改修メ
ニュー案仕様としたときの修正熱損失係数

Qb:改修対象空間が改修前仕様(旧省エネ基
準)のときの修正熱損失係数

(3) 計算結果

改修対象空間 3 タイプ(1 階全体改修、LDK
改修、2 階全体改修)ごとに期間暖冷房負荷と
室温(1 月平均)を棒グラフにて示す。a~c 参

照

改修対象室の暖房負荷、室温は共に、概ね
b 新基準同等以上、非改修対象室も概ね a 旧
基準(改修前)同等以上の性能となっているが、
非暖房室の室温が目標より若干低いケース、
非改修室の暖房負荷が増加しているケースも
見られる。換気回路網計算の結果を反映させ
た計算結果も同様の傾向を示している。

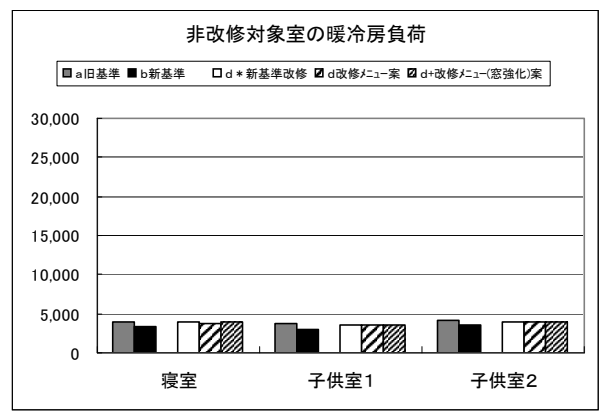
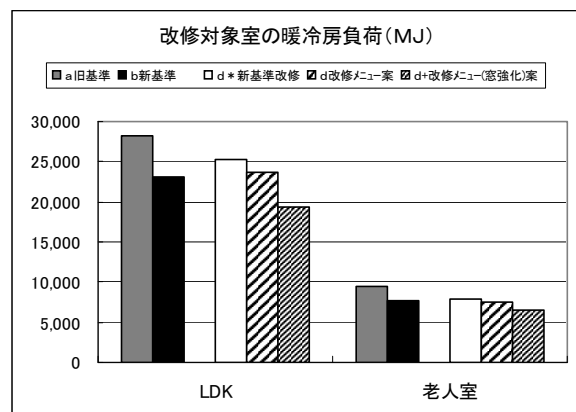
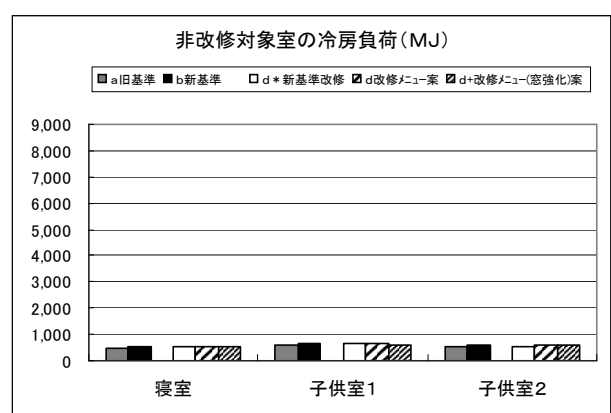
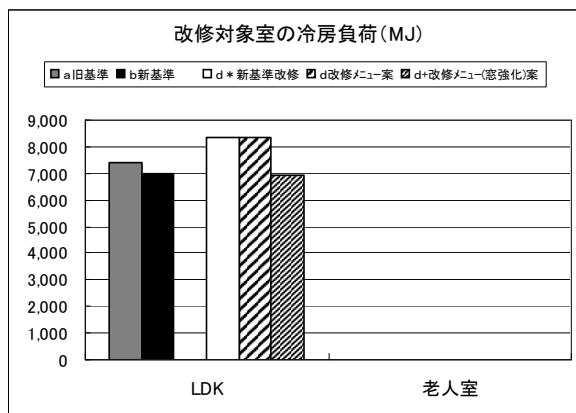
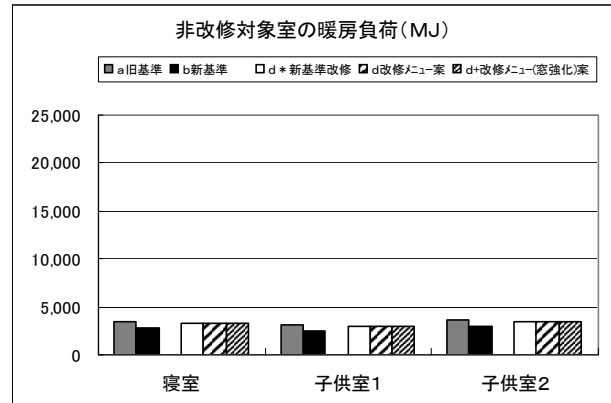
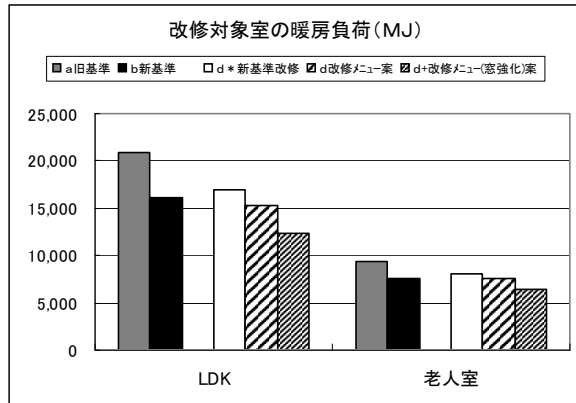
今後、より詳細な分析評価と間仕切り部の
断熱改修も含めたより多くのケーススタディによ
る検証が必要と考える。

表 15.1.7 計算バリエーション、及び断熱気密仕様、修正熱損失係数

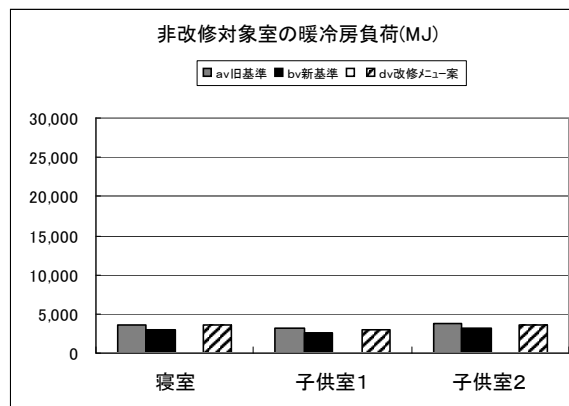
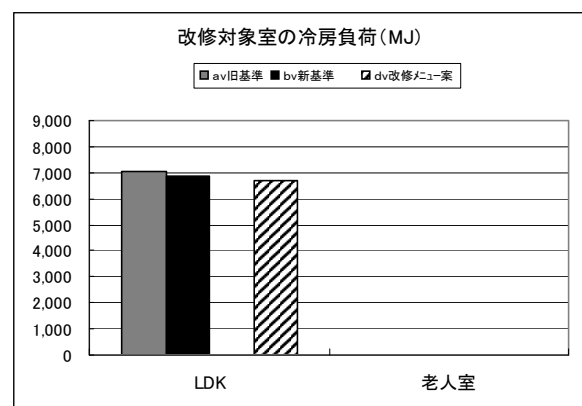
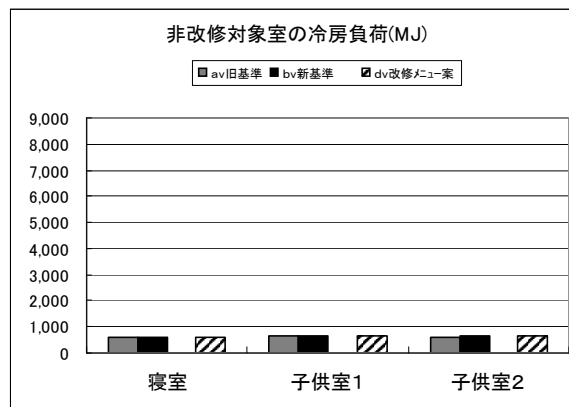
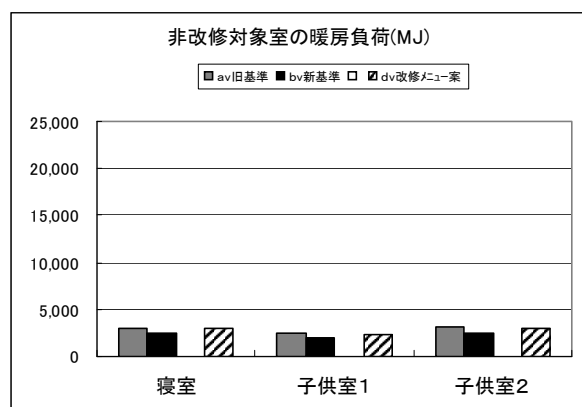
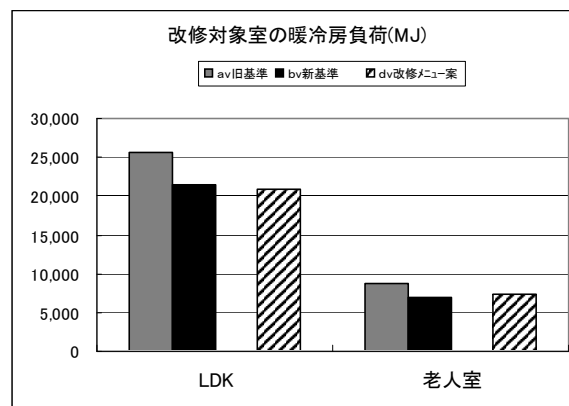
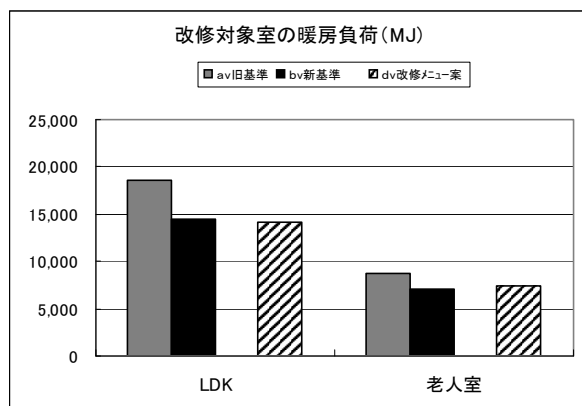
計算バリエーション			各部位の断熱仕様								気密性能 (自然換気回数)	熱損失係数			
			窓		外壁		床		天井			Q 建物全体	修正熱損失係数(改修部Q値)		
			改修部	非改修部	改修部	非改修部	改修部	非改修部	改修部	非改修部			Q* (新基準)	Qa (改修仕様)	Qb (改修前仕様)
比較仕様 (改修前)	旧省エネ基準仕様	a	K=6.51 アルミ(単)		R=0.6(大壁基準) GW10K t=30		R=0.5 GW10K t=25		R=0.8 BGW-1 t=41.6		1.5	5.20 (基準5.2)			
目標仕様	新省エネ基準仕様	b	K=6.51 アルミ(単)		R=1.2 GW10K t=60		R=0.9 GW10K t=45		R=1.8 BGW-1 t=93.6		1.0	4.02 (基準4.2)			
1階全体を改修	新省エネ基準仕様で改修	d*		K=6.51 アルミ(単)	K=6.51 アルミ(単)	R=1.2 GW10K t=60	R=0.6 (大壁) GW10K t=30	R=0.9 GW10K t=45		R=0.8 BGW-1 t=41.6	1階各室 n=1.0、 それ以外 n=1.5	4.64	5.54	5.06	6.44
	改修メニュー案 (3.2検討)	d		アルミ (3-6-3) K=4.65	K=6.51 アルミ(単)	R=1.0 GW10K t=50	R=0.6 (大壁) GW10K t=30	R=1.17 GW32K t=42.1		R=0.8 BGW-1 t=41.6	1階各室 n=1.0、 それ以外 n=1.5	4.30			
	改修メニュー案 + 窓性能強化	d+		アルミ(単) +樹脂内窓(単) K=2.91	K=6.51 アルミ(単)	R=1.0 GW10K t=50	R=0.6 (大壁) GW10K t=30	R=1.17 GW32K t=42.1		R=0.8 BGW-1 t=41.6	1階各室 n=0.75、 それ以外 n=1.5	3.85			
LDのみ改修	新省エネ基準仕様で改修	e*		K=6.51 アルミ(単)	K=6.51 アルミ(単)	R=1.2 GW10K t=60	R=0.6 (大壁) GW10K t=30	R=0.9 GW10K t=45	R=0.5 GW10K t=25	R=0.8 BGW-1 t=41.6	LDのみ n=1.0、 それ以外 n=1.5	5.04	6.77	6.27	7.91
	改修メニュー案 (3.2検討)	e		アルミ (3-6-3) K=4.65	K=6.51 アルミ(単)	R=1.0 GW10K t=50	R=0.6 (大壁) GW10K t=30	R=1.17 GW32K t=42.1	R=0.5 GW10K t=25	R=0.8 BGW-1 t=41.6	LDのみ n=1.0、 それ以外 n=1.5	4.97			
	改修メニュー案 + 窓性能強化	e+		アルミ(単) +樹脂内窓(単) K=2.91	K=6.51 アルミ(単)	R=1.0 GW10K t=50	R=0.6 (大壁) GW10K t=30	R=1.17 GW32K t=42.1	R=0.5 GW10K t=25	R=0.8 BGW-1 t=41.6	LDのみ n=0.75、 それ以外 n=1.5	4.86			
2階全体を改修	新省エネ基準仕様で改修	f*		K=6.51 アルミ(単)	K=6.51 アルミ(単)	R=1.2 GW10K t=60	R=0.6 (大壁) GW10K t=30	R=0.5 GW10K t=25	R=1.8 BGW-1 t=93.6	R=0.8 BGW-1 t=41.6 (下層)	2階各室 n=1.0、 それ以外 n=1.5	4.74	5.10	4.95	6.26
	改修メニュー案 (3.2検討)	f		アルミ (3-6-3) K=4.65	K=6.51 アルミ(単)	R=1.0 GW10K t=50	R=0.6 (大壁) GW10K t=30	R=0.5 GW10K t=25	R=1.0 BGW-1 t=52	R=0.8 BGW-1 t=41.6 (下層)	2階各室 n=1.0、 それ以外 n=1.5	4.73			

a 1階全体改修の結果

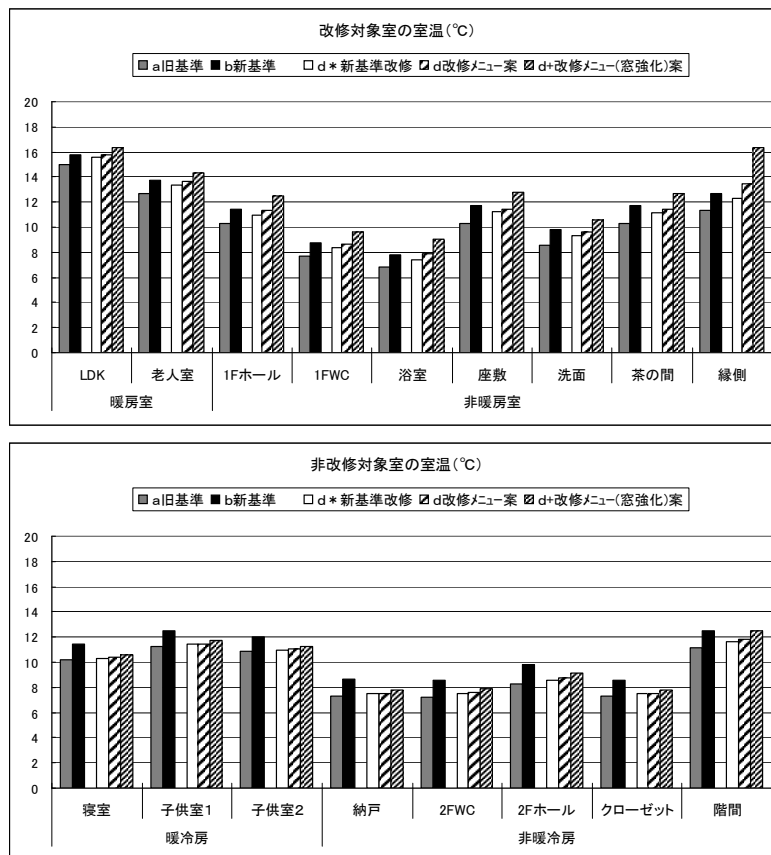
① 1階全体改修における暖冷房負荷



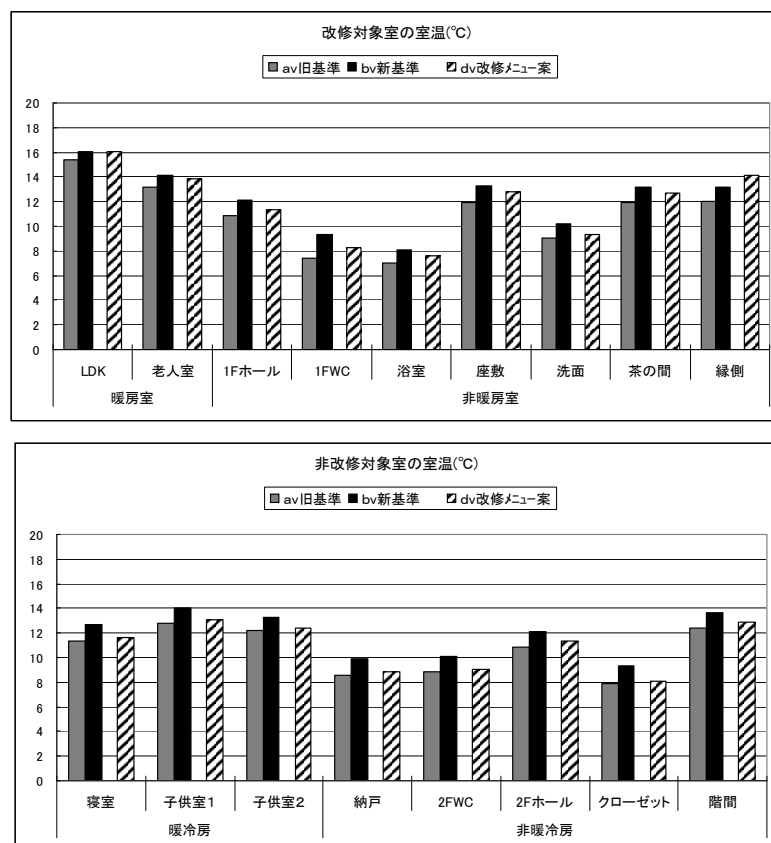
② 1階全体改修における暖冷房負荷(換気回路網計算反映)



③ 1階全体改修における1月の室温

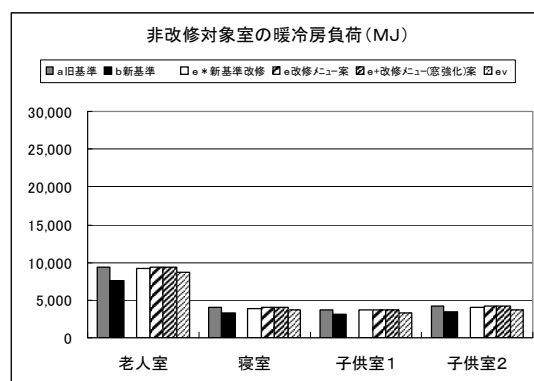
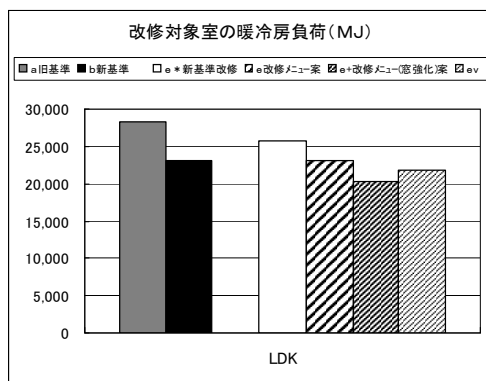
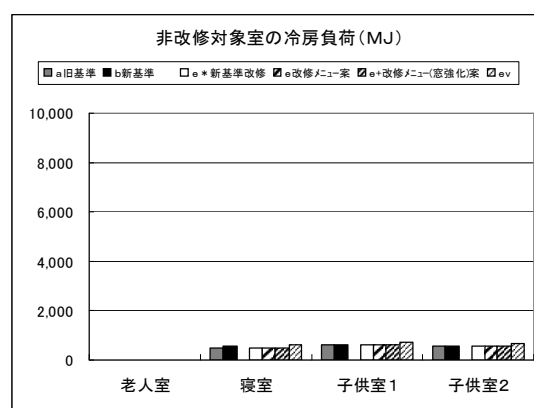
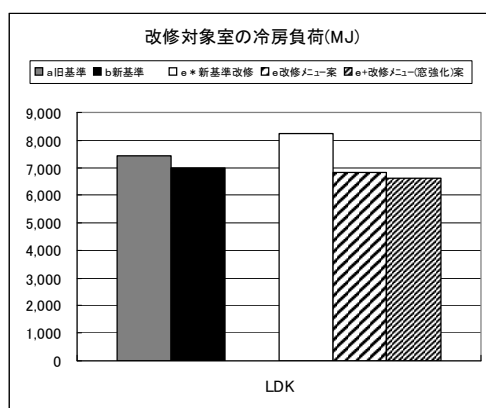
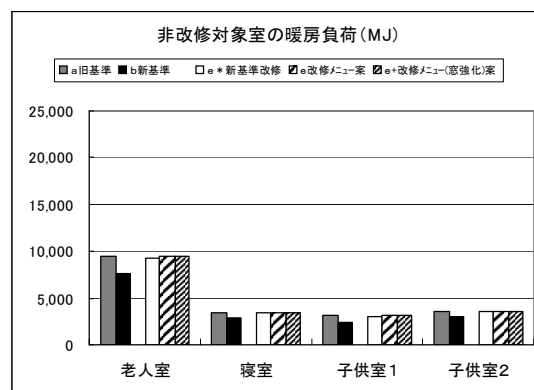
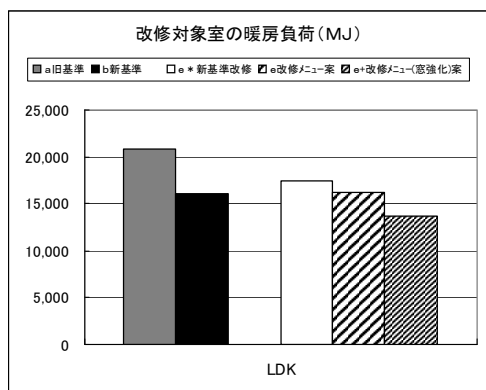


④ 1階全体改修における1月の室温(換気回路網計算反映)

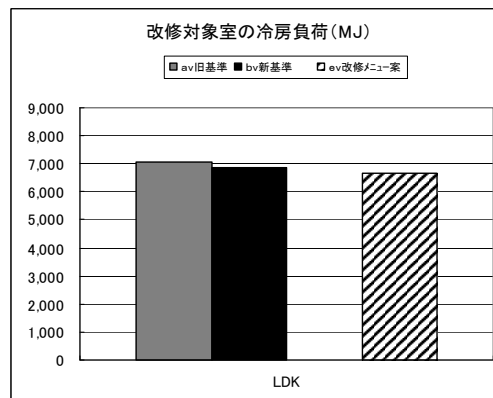
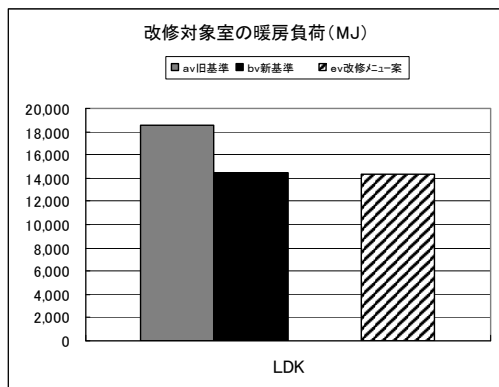


b LDK改修の結果

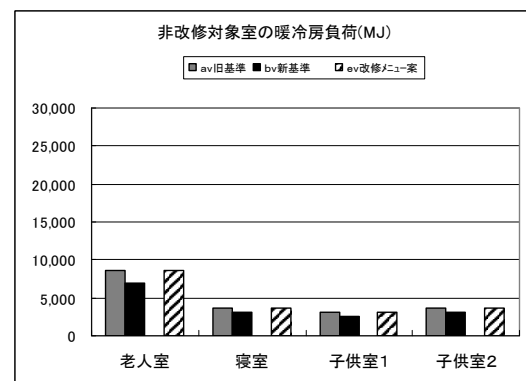
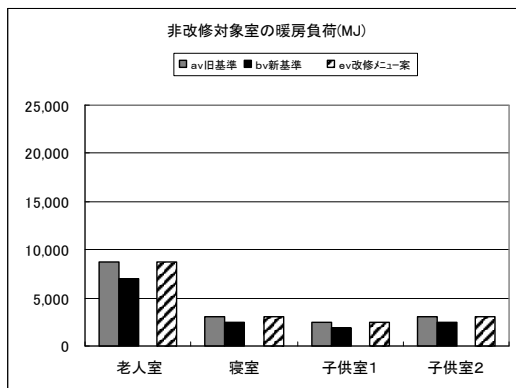
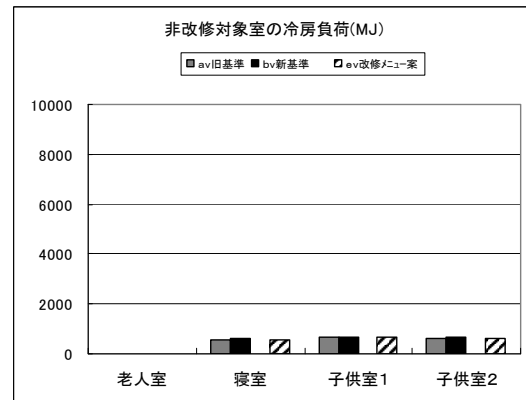
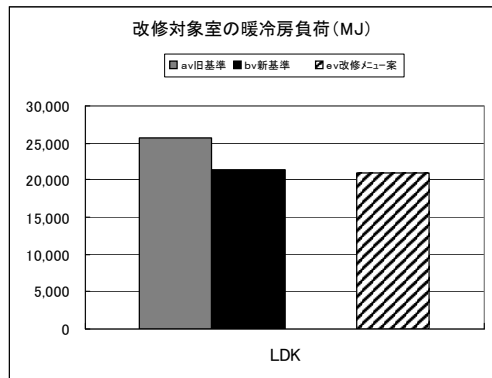
① LDK改修における暖冷房負荷



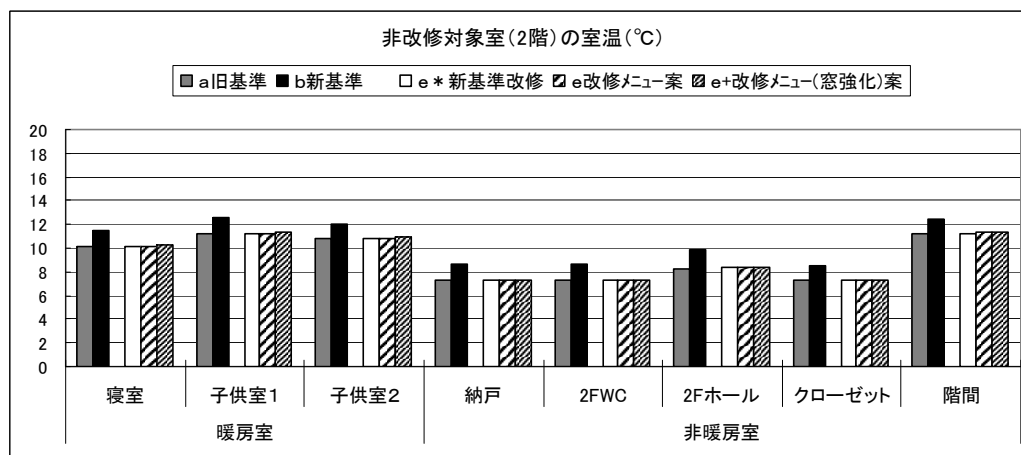
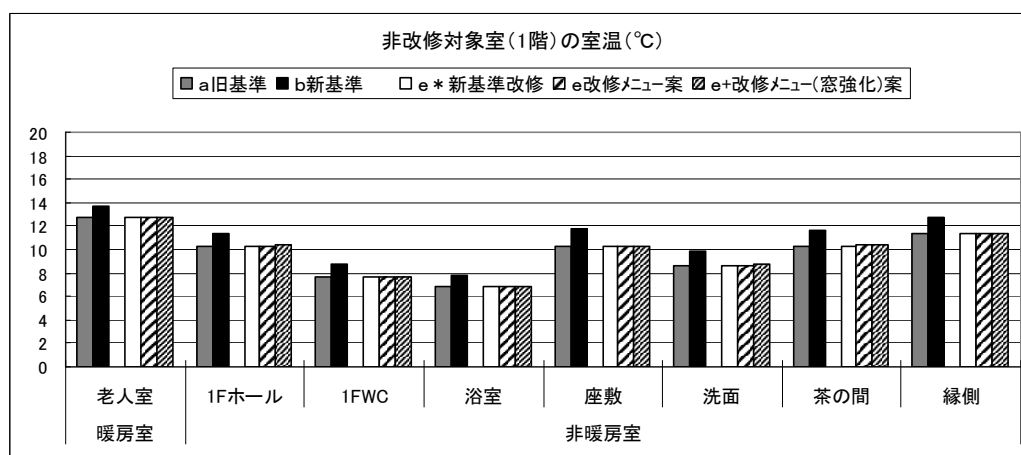
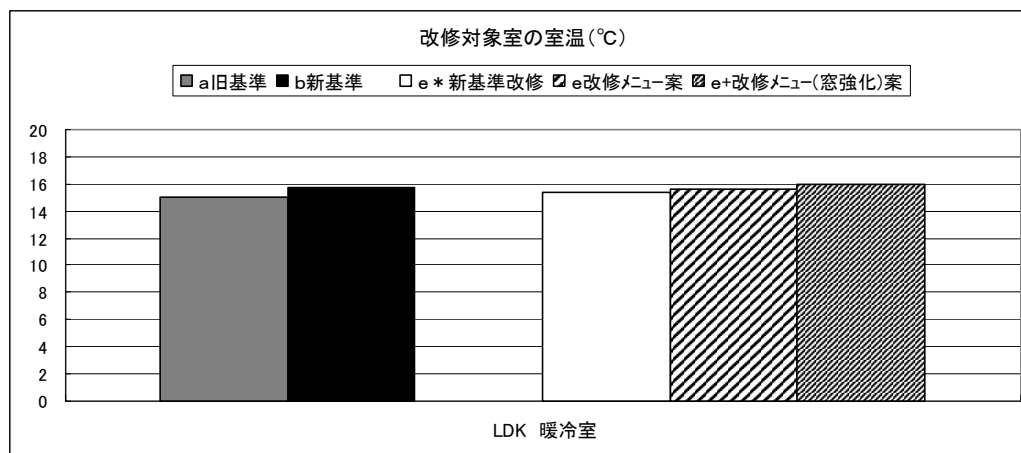
② LDK改修における暖冷房負荷(換気回路網計算反映)



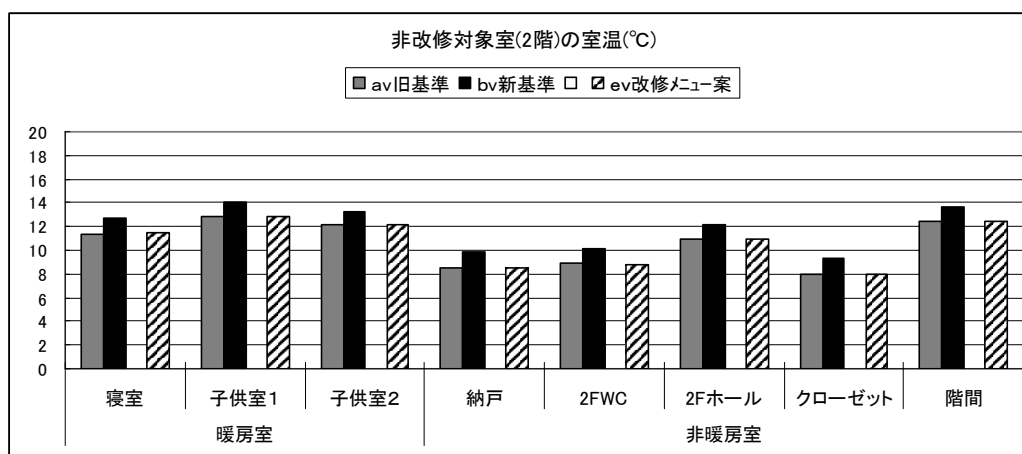
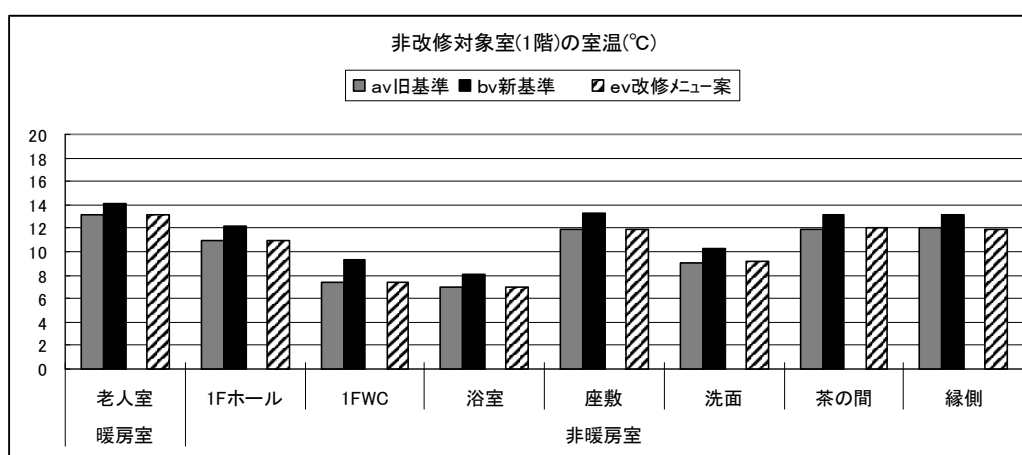
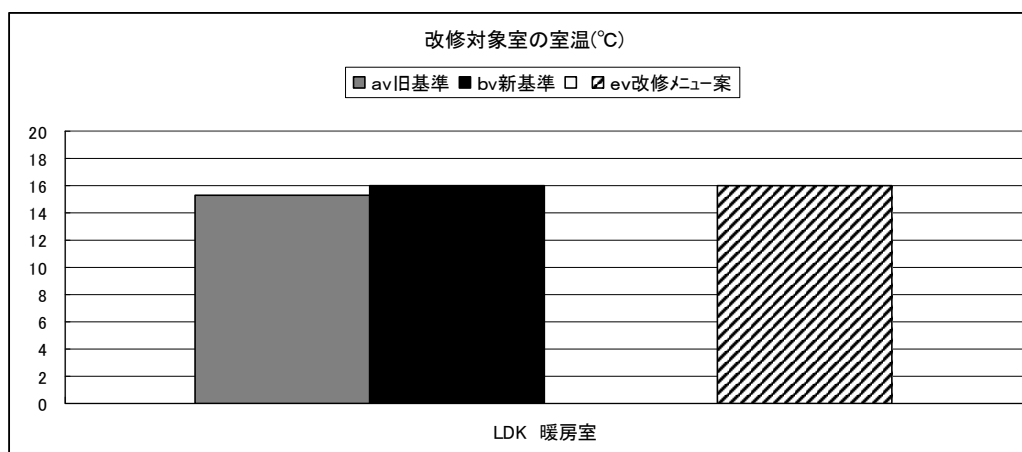
②LDK 改修における暖冷房負荷(換気回路網計算反映)(続き)



③ LDK 改修における1月の室温

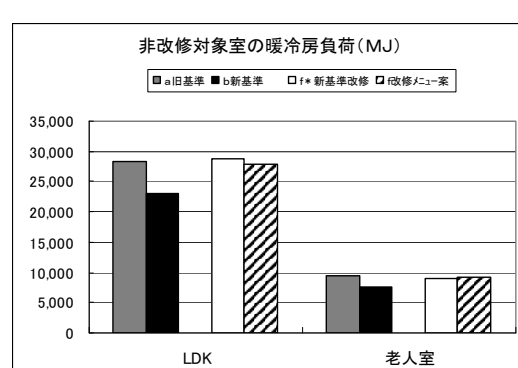
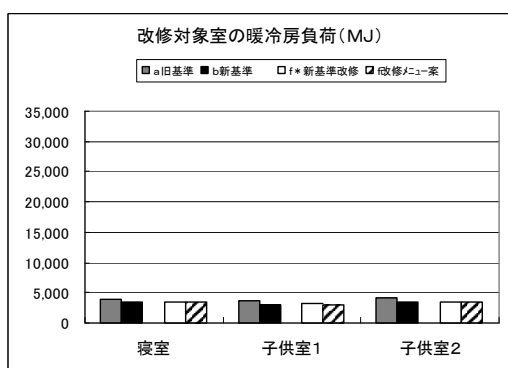
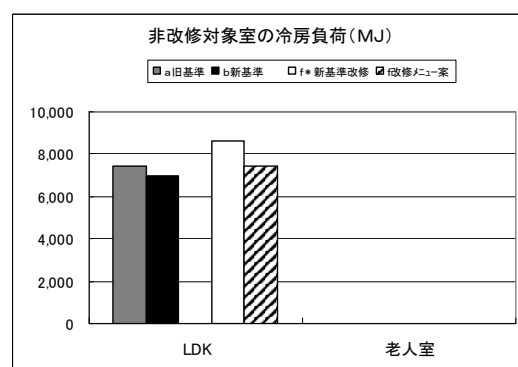
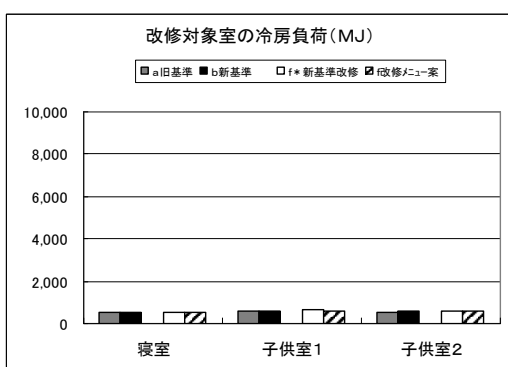
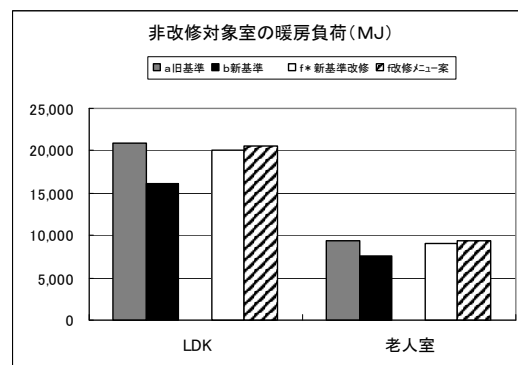
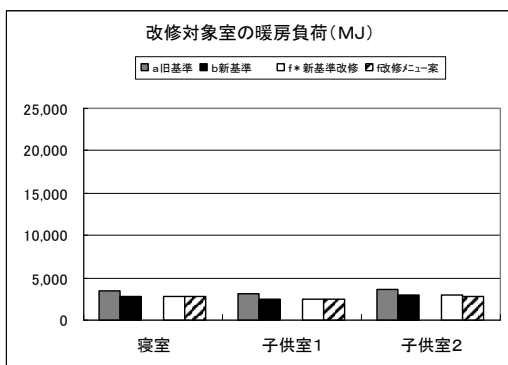


④ LDK 改修における1月の室温(換気回路網計算反映)

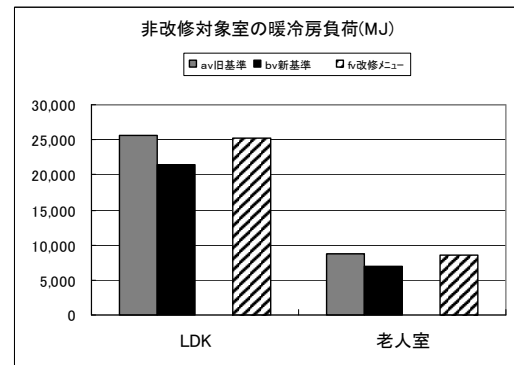
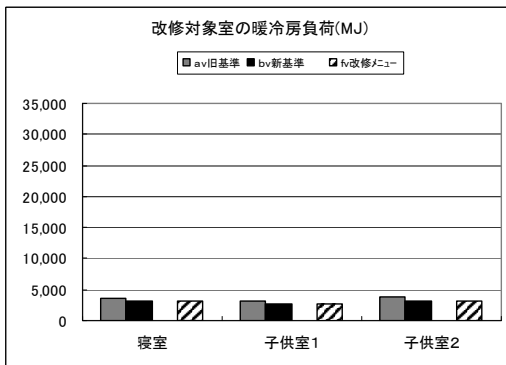
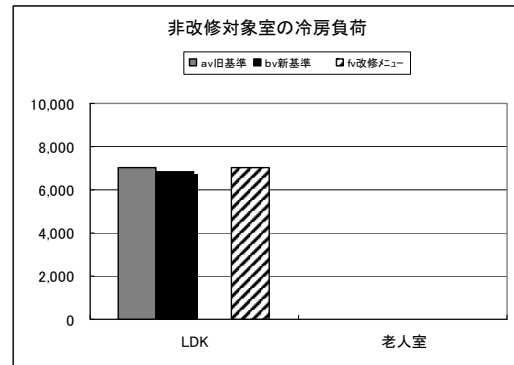
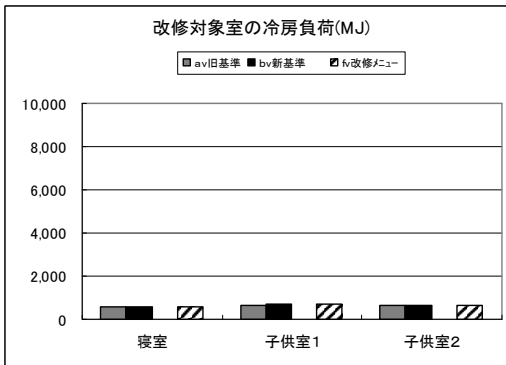
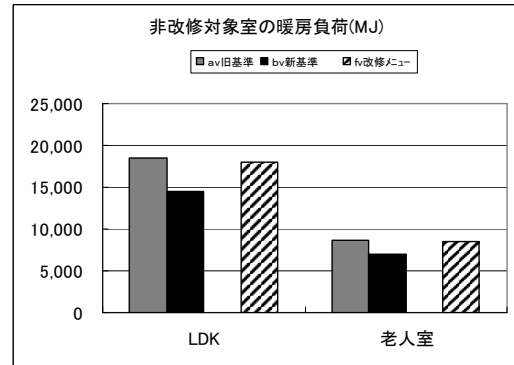
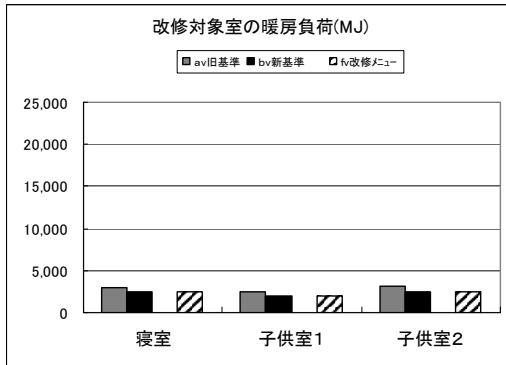


c 2階全体改修の結果

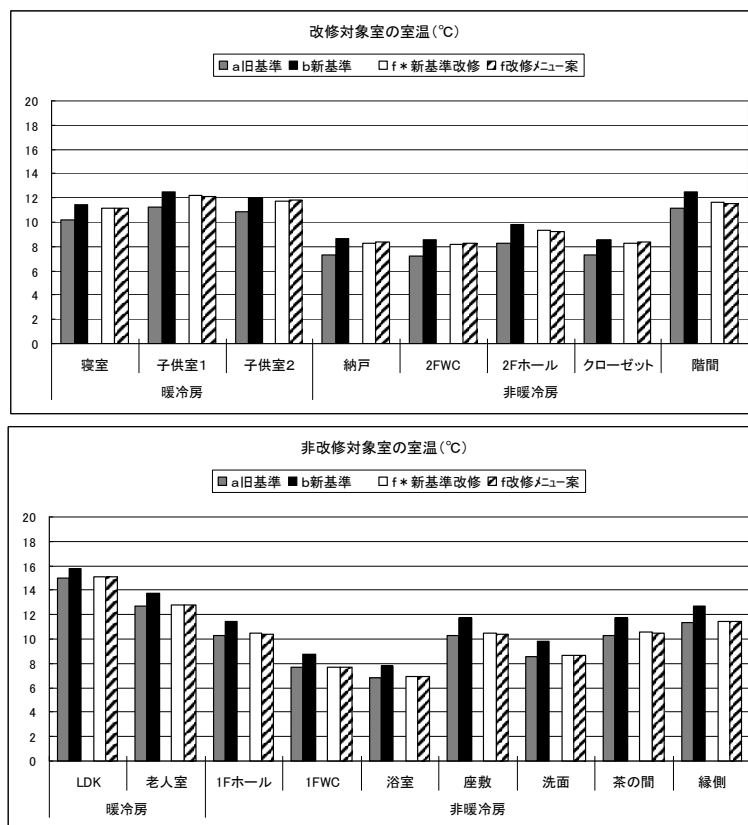
① 2階全体改修における暖冷房負荷



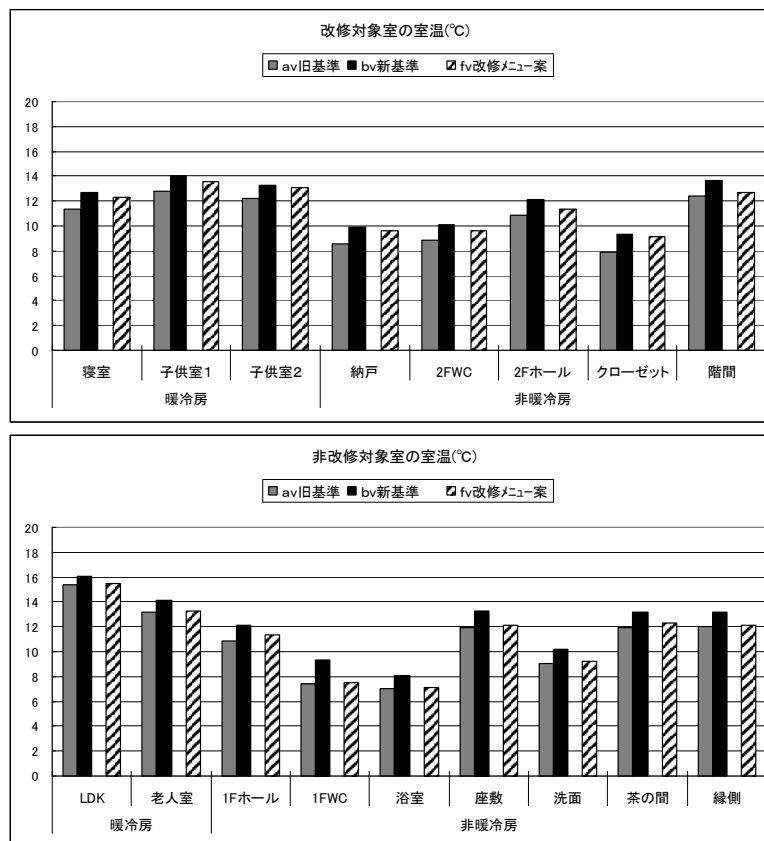
② 2階全体改修における暖冷房負荷(換気回路網計算反映)



③ 2階全体改修における1月の室温



④ 2階全体改修における1月の室温 (換気回路網計算反映)



3) RC 造集合住宅における断熱改修後の熱的性能

(1) 計算概要

15.1.4-2). 木造戸建住宅における検討と同様に、RC 造集合住宅の最上階妻側住戸における部分断熱改修後の各室の期間暖冷房負荷、室温(1月の平均室温)を算出した。主な計算条件は表 15.1.8 の通りである。

表 15.1.8 計算条件

計算プログラム	SMASH、AE-CAD、 AE-Converter&Visual Editor
計算モデル	図 15.1.5参照
気象データ	八王子/拡張アメダス気象データ
暖冷房条件	部分間欠暖冷房(暖冷房室： LD、K、洋室1)/運転スケジュール は、建築学会住宅用標準問題題 の条件を計算モデル住宅の想定 家族構成に応じて修正を加えた。
内部発熱条件	建築学会住宅用標準問題の条 件を計算モデル住宅の想定家族 構成に応じて修正を加えた。

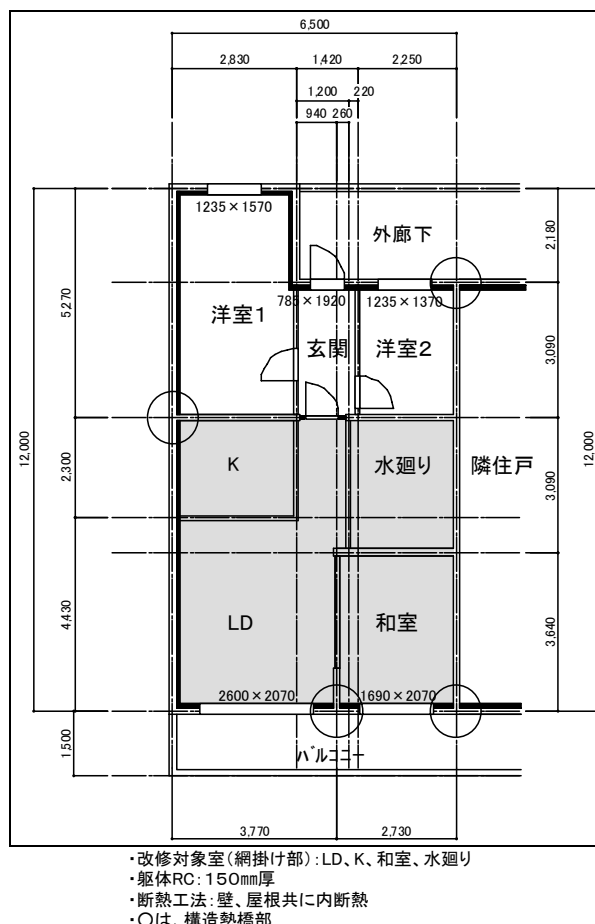


図 15.1.5 計算モデル住宅プラン

(2) 計算バリエーション、及び修正熱損失係数

RC 造集合住宅の検討においては、改修前の断熱仕様に旧省エネ基準と無断熱の2種類を想定し、各々のケースで改修仕様を設定して暖冷房負荷、室温の計算を行った。

比較対象としては、目標性能である新省エネ基準仕様と改修前の仕様である旧省エネ基準仕様、無断熱の3タイプ用意した。

各計算モデルの断熱仕様、及び熱損失係数を表 15.1.9 に示す。修正熱損失係数は下記の2つについて算出した。

Q*:改修対象空間を新省エネ基準仕様とした
ときの修正熱損失係数

Qa:改修対象空間を3.2で検討した改修メニュー
一案仕様としたときの修正熱損失係数

(3) 計算結果

期間暖冷房負荷と室温(1月平均)の計算結果を図 15.1.6、図 15.1.7 にて示す。

改修対象室の LD の暖房負荷は、概ね c 新基準同等であるが、K 及び洋室 1 は目標値（洋室 1 は改修前仕様の暖房負荷）を上回っている。室温も、南側に位置する LD、和室は、目標である c 新省エネ基準同等となっているが、その他の部屋は目標温度に達していないケースが多い。

今回のケーススタディだけでは結論を出すには不十分であり、断熱工法、住戸位置、改修範囲などのバリエーションを加えて、より詳細なケーススタディが必要である。

(砂川 雅彦)

表 15.1.9 計算バリエーション、及び断熱気密仕様、修正熱損失係数

計算バリエーション	改修部位	No.	各部位の断熱仕様						気密性能 (自然換気回数)	構造熱橋部	熱損失係数			
			窓		外壁		屋根				Q 住戸全体	修正熱損失係数 (改修部Q値)		
			改修部	非改修部	改修部	非改修部	改修部	非改修部				Q* (新基準)	Qa (改修仕様)	
比較仕様1 (改修前) 無断熱		a	K=6.51 アルミ(単)		無断熱		無断熱		0.5	構造熱橋部の 熱ロス算入せず	6.84			
比較仕様2 (改修前) 旧基準		b	K=6.51 アルミ(単)		現発ウレタン15		現発ウレタン20		0.5	断熱補強あり 低減係数0.5	3.73			
目標仕様 新基準		c	K=6.51 アルミ(単)		現発ウレタン20		現発ウレタン35		0.5	断熱補強あり 低減係数0.5	3.29 (基準4.2)			
改修仕様 (改修前:無断熱)	西壁、屋根、窓 (南壁:非改修)	d	K=2.91 アルミ(単) + 樹脂内窓 (単)	K=6.51 アルミ(単)	現発ウレタン 10.5	無断熱	現発ウレタン70 (次世代仕様)	無断熱	0.5	断熱補強無し 低減係数1.0	4.93	3.62	3.54	
改修仕様 (改修前:旧基準)	窓 (壁、屋根:非改修)	e	K=2.91 アルミ(単) + 樹脂内窓 (単)	K=6.51 アルミ(単)	現発ウレタン15		現発ウレタン20	0.5	断熱補強無し 低減係数1.0	3.54	3.48			

計算バリエーション			各部位の断熱仕様								気密性能 (自然換気回数)	熱損失係数			
			窓		外壁		床		天井			Q 建物全体	修正熱損失係数(改修部Q値)		
			改修部	非改修部	改修部	非改修部	改修部	非改修部	改修部	非改修部			Q* (新基準)	Qa (改修仕様)	Qb (改修前仕様)
比較仕様 (改修前)	旧省エネ基準仕様	a	K=6.51 7Lミ(単)		R=0.6(大壁基準) GW10K t=30		R=0.5 GW10K t=25		R=0.8 BGW-1 t=41.6		1.5	5.20 (基準5.2)			
目標仕様	新省エネ基準仕様	b	K=6.51 7Lミ(単)		R=1.2 GW10K t=60		R=0.9 GW10K t=45		R=1.8 BGW-1 t=93.6		1.0	4.02 (基準4.2)			
1階全体を 改修	新省エネ基準仕様で改修	d*		K=6.51 アルミ(単)	R=1.2 GW10K t=60	R=0.6 (大壁) GW10K t=30	R=0.9 GW10K t=45			R=0.8 BGW-1 t=41.6	1階各室 n=1.0、 それ以外 n=1.5	4.64	5.54	5.06	6.44
	改修メニュー案 (3.2検討)	d		アルミ (3-6-3) K=4.65	R=1.0 GW10K t=50	R=0.6 (大壁) GW10K t=30	R=1.17 GW32K t=42.1			R=0.8 BGW-1 t=41.6	1階各室 n=1.0、 それ以外 n=1.5	4.30			
	改修メニュー案 + 窓性能強化	d+	アルミ(単) +樹脂内窓(単) K=2.91	K=6.51 アルミ(単)	R=1.0 GW10K t=50	R=0.6 (大壁) GW10K t=30	R=1.17 GW32K t=42.1			R=0.8 BGW-1 t=41.6	1階各室 n=0.75、 それ以外 n=1.5	3.85			
LDのみ 改修	新省エネ基準仕様で改修	e*		K=6.51 アルミ(単)	R=1.2 GW10K t=60	R=0.6 (大壁) GW10K t=30	R=0.9 GW10K t=45	R=0.5 GW10K t=25		R=0.8 BGW-1 t=41.6	LDのみ n=1.0、 それ以外 n=1.5	5.04	6.77	6.27	7.91
	改修メニュー案 (3.2検討)	e		アルミ (3-6-3) K=4.65	R=1.0 GW10K t=50	R=0.6 (大壁) GW10K t=30	R=1.17 GW32K t=42.1	R=0.5 GW10K t=25		R=0.8 BGW-1 t=41.6	LDのみ n=1.0、 それ以外 n=1.5	4.97			
	改修メニュー案 + 窓性能強化	e+	アルミ(単) +樹脂内窓(単) K=2.91	K=6.51 アルミ(単)	R=1.0 GW10K t=50	R=0.6 (大壁) GW10K t=30	R=1.17 GW32K t=42.1	R=0.5 GW10K t=25		R=0.8 BGW-1 t=41.6	LDのみ n=0.75、 それ以外 n=1.5	4.86			
2階全体を 改修	新省エネ基準仕様で改修	f*		K=6.51 アルミ(単)	R=1.2 GW10K t=60	R=0.6 (大壁) GW10K t=30		R=0.5 GW10K t=25	R=1.8 BGW-1 t=93.6	R=0.8 BGW-1 t=41.6 (下屋)	2階各室 n=1.0、 それ以外 n=1.5	4.74	5.10	4.95	6.26
	改修メニュー案 (3.2検討)	f		アルミ (3-6-3) K=4.65	R=1.0 GW10K t=50	R=0.6 (大壁) GW10K t=30		R=0.5 GW10K t=25	R=1.0 BGW-1 t=52	R=0.8 BGW-1 t=41.6 (下屋)	2階各室 n=1.0、 それ以外 n=1.5	4.73			

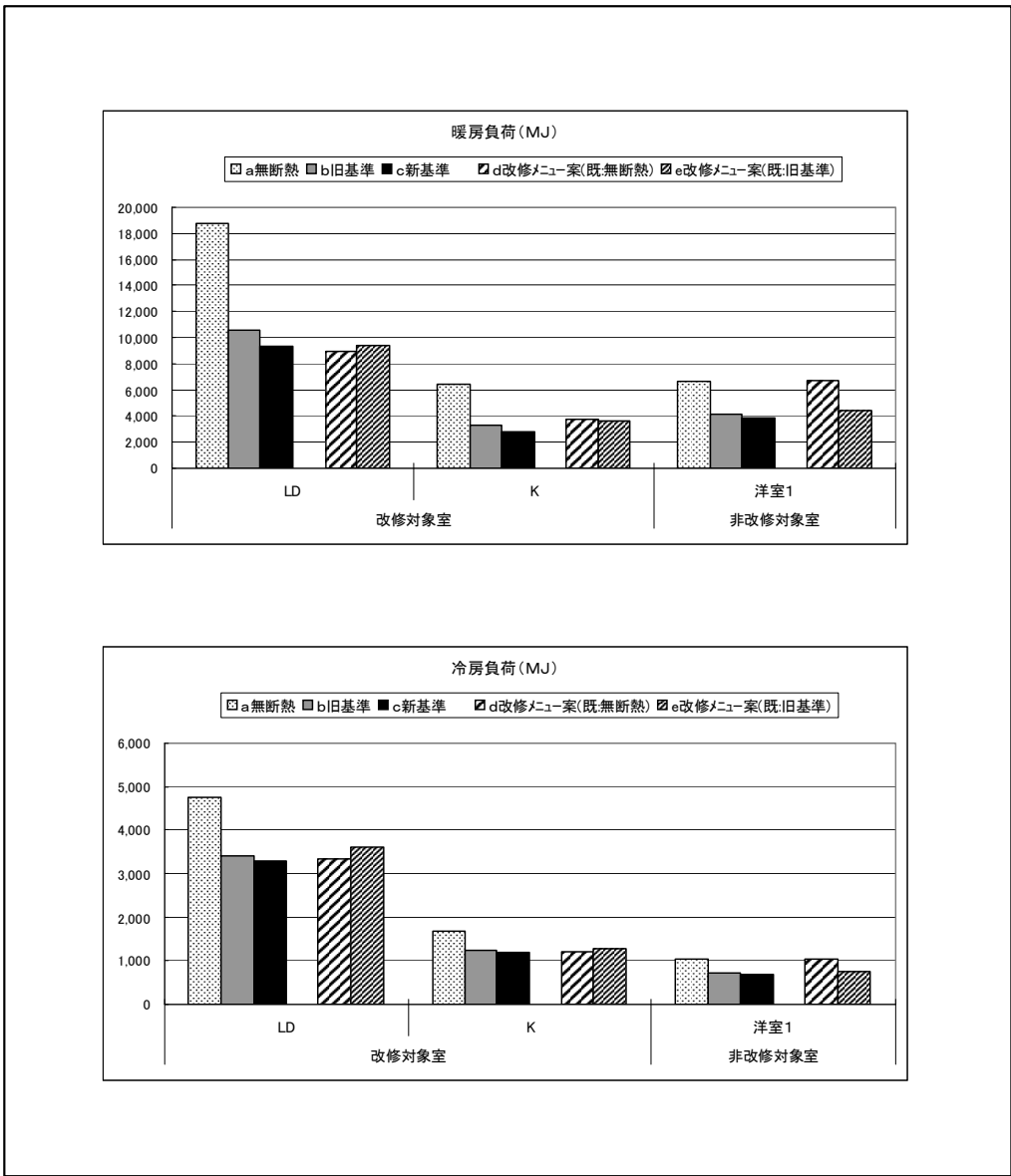


図 15.1.6 暖冷房負荷計算結果

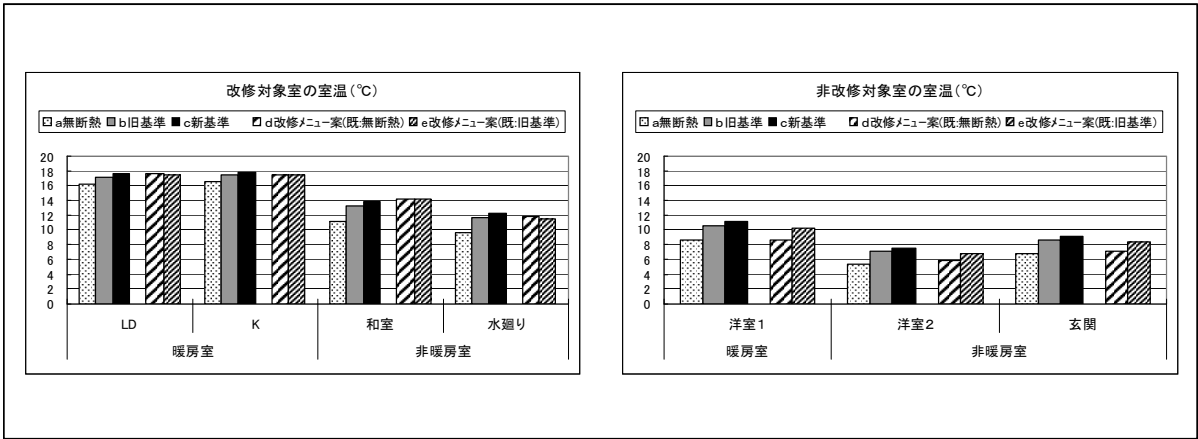


図 15.1.7 暖房期(1月平均)室温計算結果

4) 熱損失係数による断熱改修効果の予備検討

断熱改修基準の目標性能レベルや効果的な断熱改修部位などについて予備的な検討を行うために、断熱改修前後の熱損失係数を算出した。

(1) 計算概要

断熱改修前の断熱仕様を無断熱、S55 基準相当断熱、H4 基準相当断熱の3種類設定し、各住宅に断熱改修を実施したときの熱損失係数を求めた。

断熱改修の方法は、住宅全体を改修の対象とし、部位単位で改修の有無によるバリエーションを設定して検討した。対象地域はIV地域とし、住宅モデルは表 15.1.10 に示す3タイプとした。このうち、学会標準問題については、開

口部面積の違いによる効果の違いを確認するために、開口部比率のバリエーションを3タイプ設定した。

改修部位の断熱仕様(改修後)は、H11 年基準相当以上とし、対象部位の組合せと窓改修方法3タイプによる17バリエーション(表 15.1.11)の断熱改修方法を設定した。

表 15.1.10 熱損失係数計算用住宅モデル

住宅の種類		開口比率
木造戸建	学会標準問題	20%
		25%
		30%
		40%
	基準策定モデル	26.7%
RC造集合	最上階妻側モデル	20%

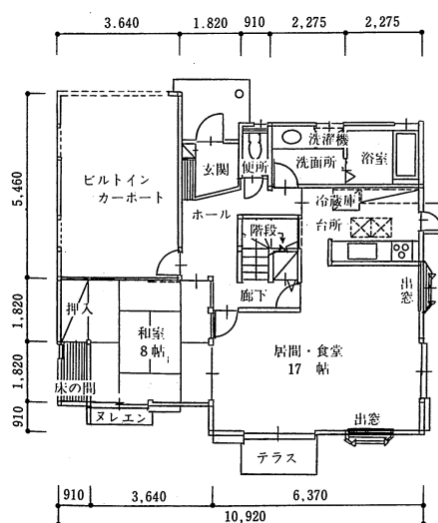
表 15.1.11 断熱改修バリエーション

改修バリエーションタイプ		天井	外壁	床	窓	記号	備考
躯体+窓	躯体3部位	○	○	○	ガラス取替	1'	全部位改修
		○	○	○	内窓追加	1	
		○	○	○	高性能内窓追加	1+	
	躯体2部位	○	/	○	ガラス取替	3'	壁以外改修
		○	/	○	内窓追加	3	
		○	/	○	高性能内窓追加	3+	
	躯体1部位	/	/	○	ガラス取替	6'	窓床改修
		/	/	○	内窓追加	6	
		/	/	○	高性能内窓追加	6+	
		○	/	/	ガラス取替	7'	窓天井改修
		○	/	/	内窓追加	7	
		○	/	/	高性能内窓追加	7+	
躯体のみ	躯体2部位	○	/	○	/	10	天井・床改修
	躯体1部位	○	/	/	/	12	天井のみ改修
窓のみ	/	/	/	/	ガラス取替	15'	窓のみ改修
		/	/	/	内窓追加	15	
		/	/	/	高性能内窓追加	15+	

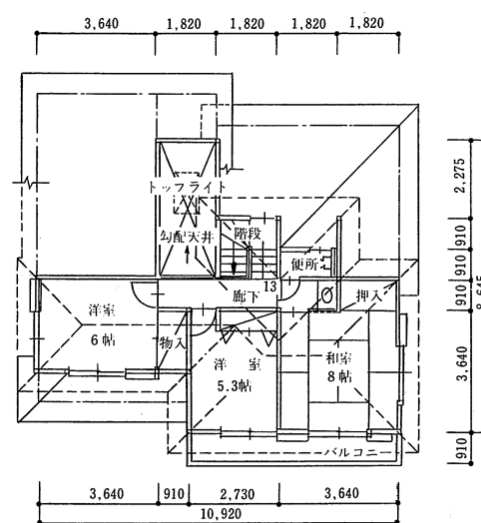


計算モデル-2 [木造戸建／基準策定モデル]

延べ床面積	125.48 m ²
各階天井高さ	2,430 mm
階間高さ	450 mm
開口比率／面積	26.7% ／ 33.50 m ²



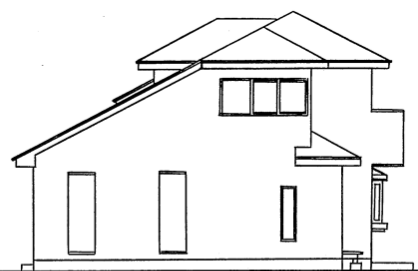
1階平面図



2階平面図



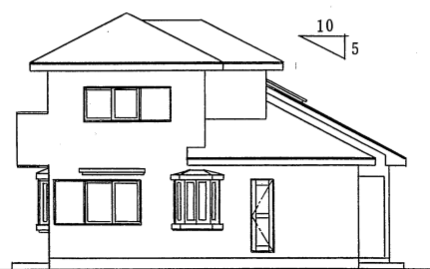
北立面図



西立面図



南立面図

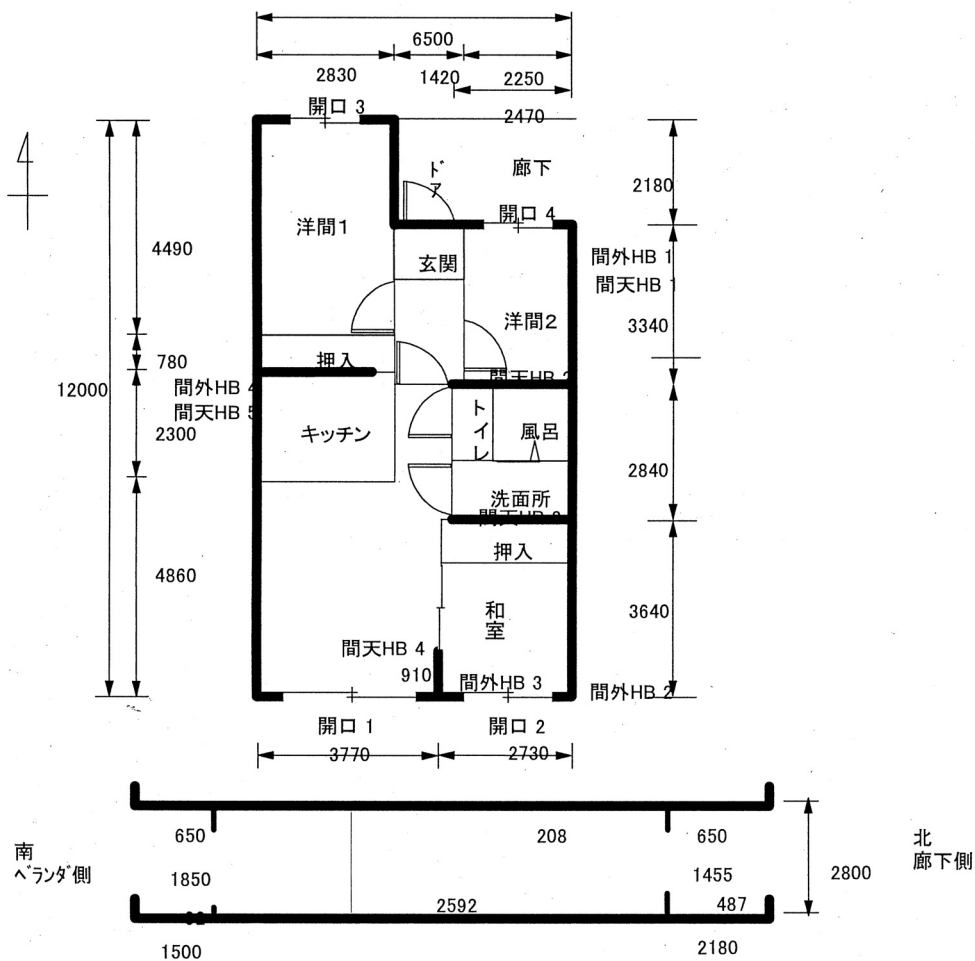


東立面図

計算モデル-3 [RC集合 / 最上階妻側モデル]

延べ床面積	70.00 m ²
階高	2,800 mm
開口比率／面積	20.0% ／ 14.00 m ²

※ 屋根、外壁ともに内断熱とする。
床スラブと外壁、戸境壁と外壁、戸境壁と屋根の取合い部が構造熱橋となる。



(2) 計算結果

熱損失係数計算結果を、2種類のグラフで示す。ひとつは、同一モデルにおける「改修前断熱仕様の違い(無断熱、S55 基準、H4 基準)」による改修後の熱損失係数比較(グラフ記号a～f)であり、もう一方は、改修前断熱仕様が同一のときの「開口部比率の違い(20%、25%、30%、40%)」による比較(グラフ記号ア、イ、ウ)を行っている。

ウ)を行っている。

表 15.1.12 断熱前断熱仕様別熱損失比較グラフ

住宅の種類		開口比率	グラフ記号
木造戸建	学会標準問題	20%	a
		25%	b
		30%	c
		40%	d
	基準策定モデル	26.7%	e
RC造共同	最上階妻側モデル	20%	f

表 15.1.13 開口部比率別熱損失係数比較グラフ

住宅の種類		改修前断熱仕様	グラフ記号
木造戸建	学会標準問題	無断熱	ア
		旧基準	イ
		新基準	ウ

計算結果より、以下のことが判った。

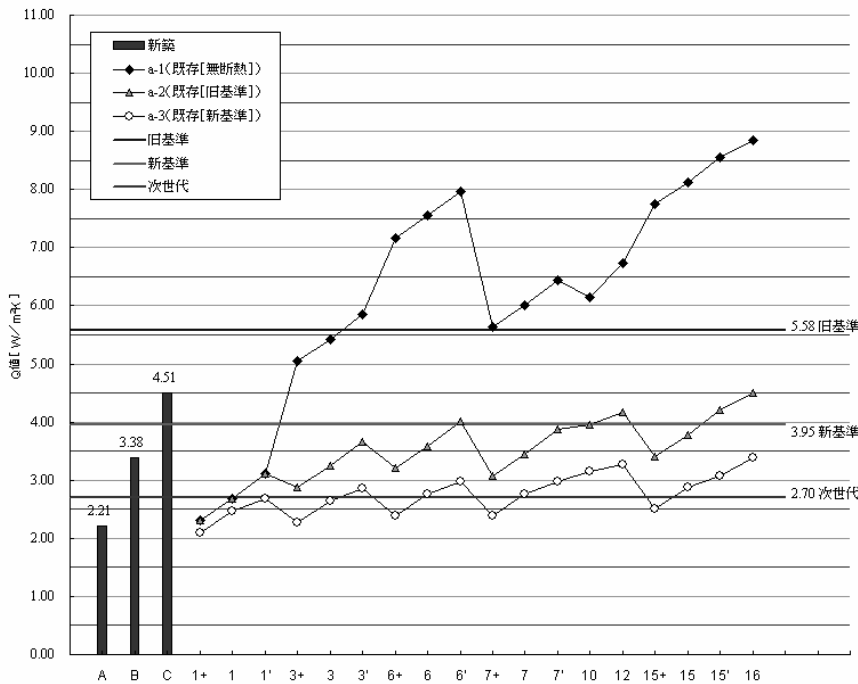
- ①改修前が無断熱の状態では、ほとんど全部位の改修をしない限り、S55 基準相当への向上も難しい。

- ②改修前が S55 基準相当の場合は、躯体断熱改修に窓を高性能化(複層ガラス入り樹脂製内窓の追加)することで、H4 基準相当まで向上させることが可能である。しかし、H1 1 基準相当まで向上させることは、難しそうである。特に、開口部比率の大きい住宅では達成は困難と見られる。

(砂川 雅彦)

a 【木造戸建 / 学会標準問題】 開口比率 20%

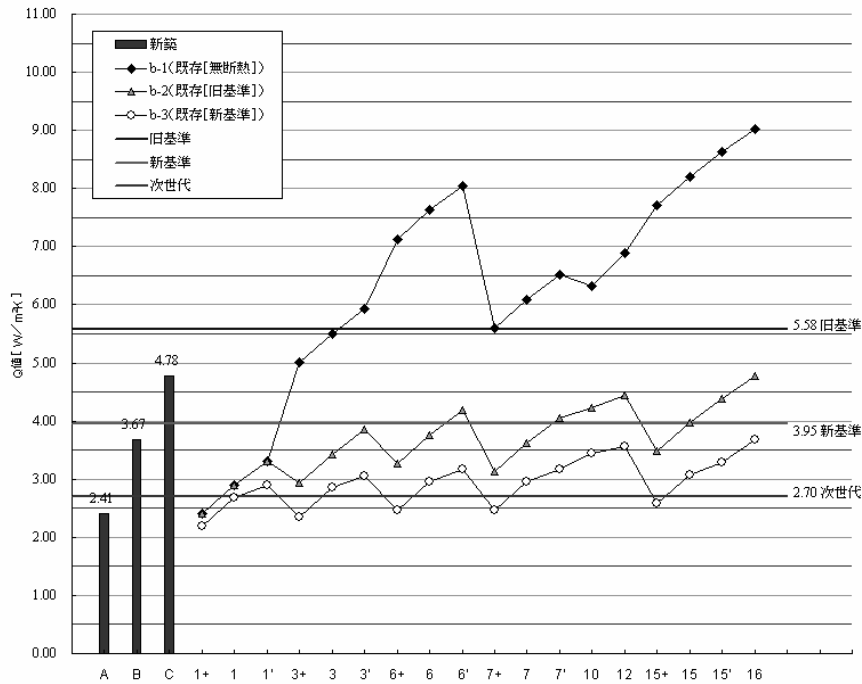
／IV地域



凡例	
A	次世代基準仕様(新築)
B	新基準仕様(新築)
C	旧基準仕様(新築)
1*	全部位改修(高性能)
1	全部位改修(気密化)
1'	全部位改修(非気密) ガラス交換
3*	壁以外改修(高性能)
3	壁以外改修(気密化)
3'	壁以外改修(非気密) ガラス交換
6*	窓・床改修(高性能)
6	窓・床改修(気密化)
6'	窓・床改修(非気密) ガラス交換
7*	窓・天井改修(高性能)
7	窓・天井改修(気密化)
7'	窓・天井改修(非気密) ガラス交換
10	天井・床改修
12	天井のみ改修
15*	窓のみ改修(高性能)
15	窓のみ改修(気密化)
15'	窓のみ改修(非気密) ガラス交換
16	既存

b [木造戸建 / 学会標準問題] 開口比率 25%

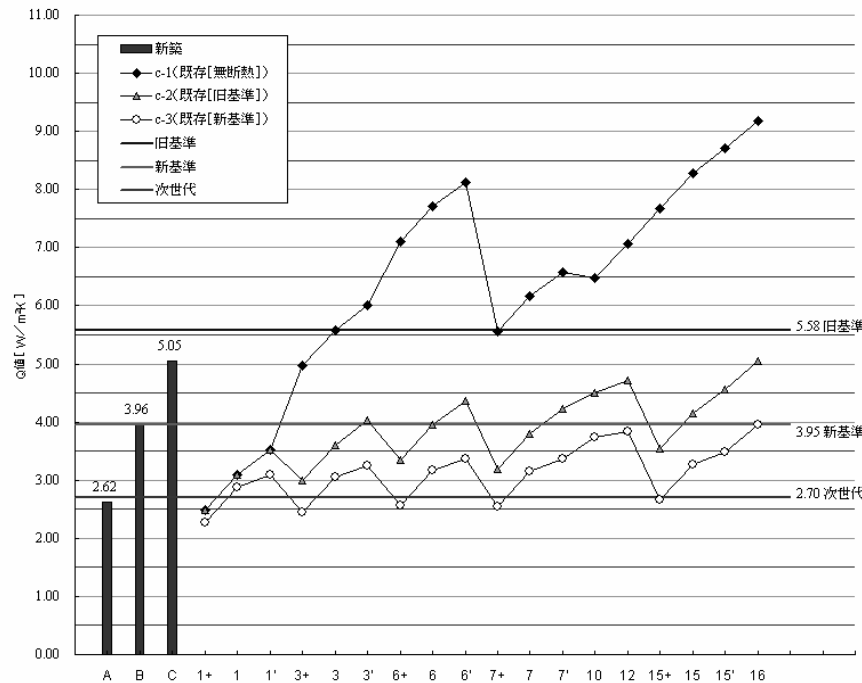
Ⅳ地域



凡例	
A	次世代基準仕様(新築)
B	新基準仕様(新築)
C	旧基準仕様(新築)
1+	全部位改修(高性能)
1	全部位改修(気密化)
1'	全部位改修(非気密) ガラス交換
3+	壁以外改修(高性能)
3	壁以外改修(気密化)
3'	壁以外改修(非気密) ガラス交換
6+	窓・床改修(高性能)
6	窓・床改修(気密化)
6'	窓・床改修(非気密) ガラス交換
7+	窓・天井改修(高性能)
7	窓・天井改修(気密化)
7'	窓・天井改修(非気密) ガラス交換
10	天井・床改修
12	天井のみ改修
15+	窓のみ改修(高性能)
15	窓のみ改修(気密化)
15'	窓のみ改修(非気密) ガラス交換
16	既存

c [木造戸建 / 学会標準問題] 開口比率 30%

Ⅳ地域

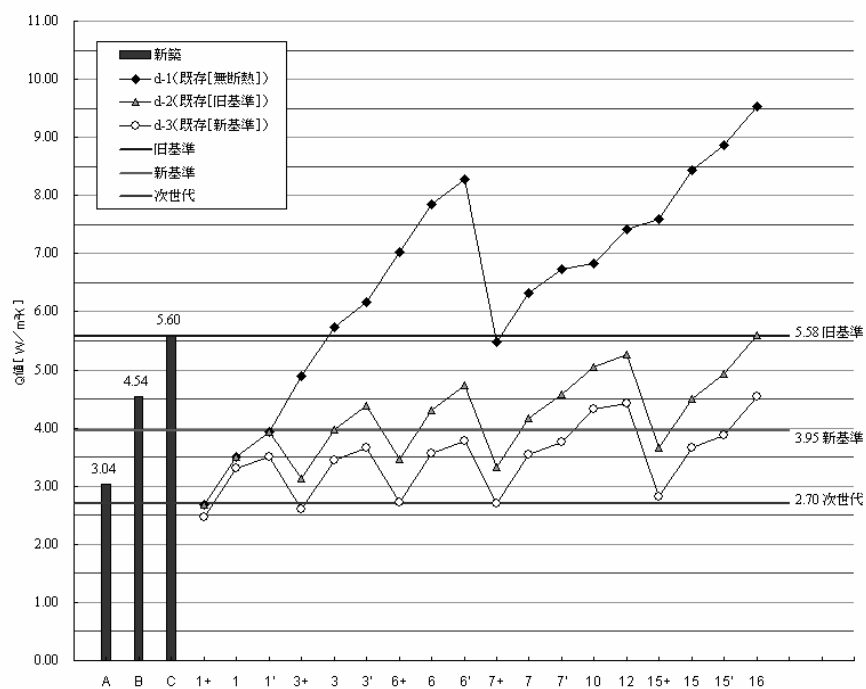


凡例	
A	次世代基準仕様(新築)
B	新基準仕様(新築)
C	旧基準仕様(新築)
1+	全部位改修(高性能)
1	全部位改修(気密化)
1'	全部位改修(非気密) ガラス交換
3+	壁以外改修(高性能)
3	壁以外改修(気密化)
3'	壁以外改修(非気密) ガラス交換
6+	窓・床改修(高性能)
6	窓・床改修(気密化)
6'	窓・床改修(非気密) ガラス交換
7+	窓・天井改修(高性能)
7	窓・天井改修(気密化)
7'	窓・天井改修(非気密) ガラス交換
10	天井・床改修
12	天井のみ改修
15+	窓のみ改修(高性能)
15	窓のみ改修(気密化)
15'	窓のみ改修(非気密) ガラス交換
16	既存

V 自立循環型住宅の普及推進 [D]

d [木造戸建 / 学会標準問題] 開口比率 40%

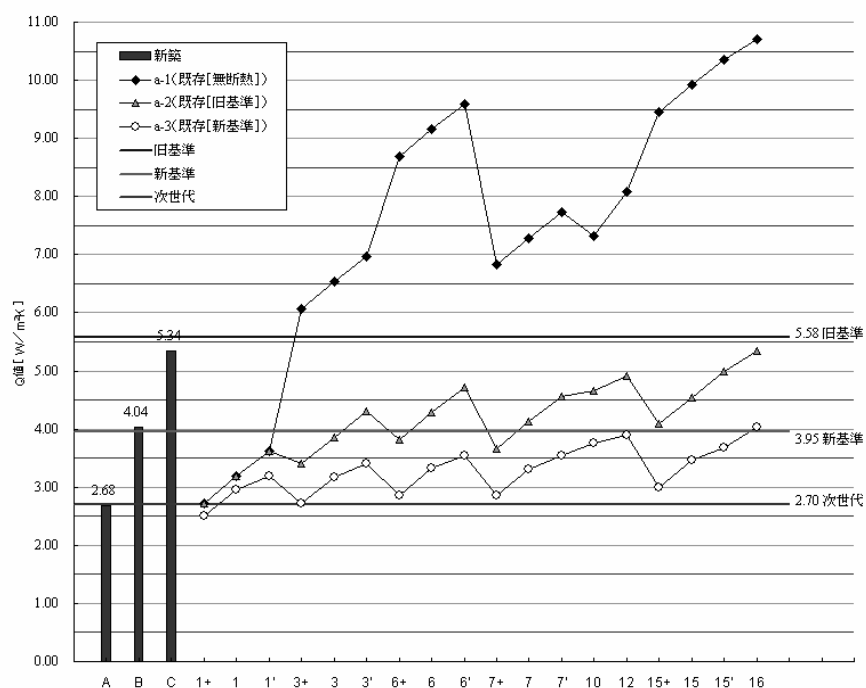
/ IV地域



凡例	
A	次世代基準仕様(新築)
B	新基準仕様(新築)
C	旧基準仕様(新築)
1+	全部位改修(高性能)
1	全部位改修(気密化)
1'	全部位改修(非気密) ガラス交換
3+	壁以外改修(高性能)
3	壁以外改修(気密化)
3'	壁以外改修(非気密) ガラス交換
6+	窓・床改修(高性能)
6	窓・床改修(気密化)
6'	窓・床改修(非気密) ガラス交換
7+	窓・天井改修(高性能)
7	窓・天井改修(気密化)
7'	窓・天井改修(非気密) ガラス交換
10	天井・床改修
12	天井のみ改修
15+	窓のみ改修(高性能)
15	窓のみ改修(気密化)
15'	窓のみ改修(非気密) ガラス交換
16	既存

e [木造戸建 / 基準策定モデル] 開口比率 26.7%

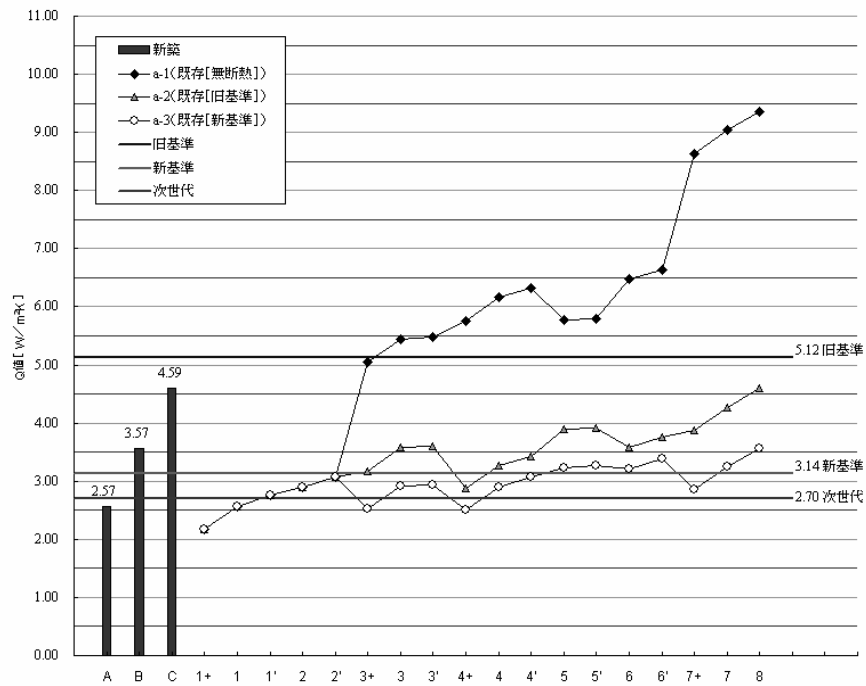
/ IV地域



凡例	
A	次世代基準仕様(新築)
B	新基準仕様(新築)
C	旧基準仕様(新築)
1+	全部位改修(高性能)
1	全部位改修(気密化)
1'	全部位改修(非気密) ガラス交換
3+	壁以外改修(高性能)
3	壁以外改修(気密化)
3'	壁以外改修(非気密) ガラス交換
6+	窓・床改修(高性能)
6	窓・床改修(気密化)
6'	窓・床改修(非気密) ガラス交換
7+	窓・天井改修(高性能)
7	窓・天井改修(気密化)
7'	窓・天井改修(非気密) ガラス交換
10	天井・床改修
12	天井のみ改修
15+	窓のみ改修(高性能)
15	窓のみ改修(気密化)
15'	窓のみ改修(非気密) ガラス交換
16	既存

f [RC集合 / 最上階妻側モデル] 開口比率 20%

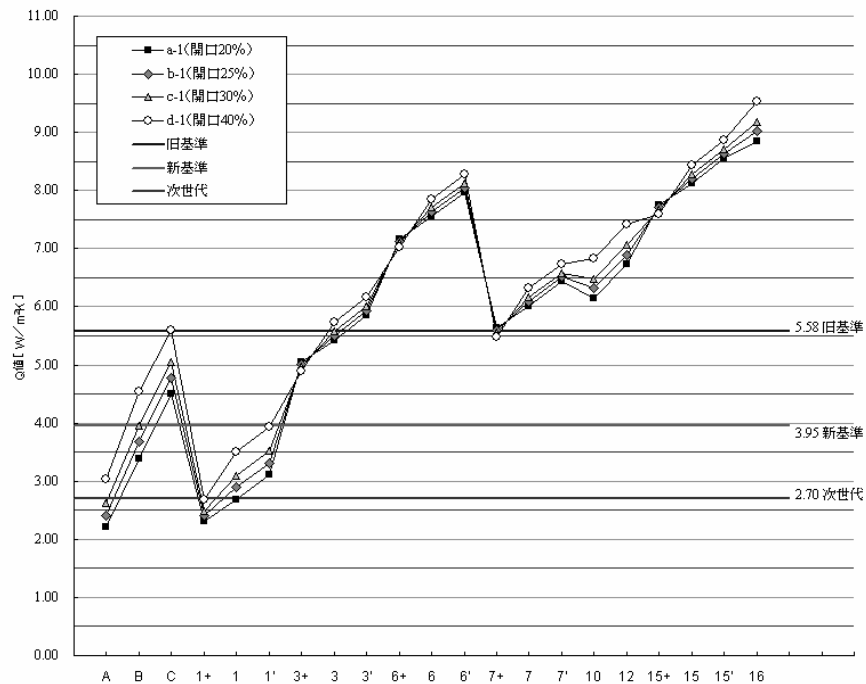
/ IV地域



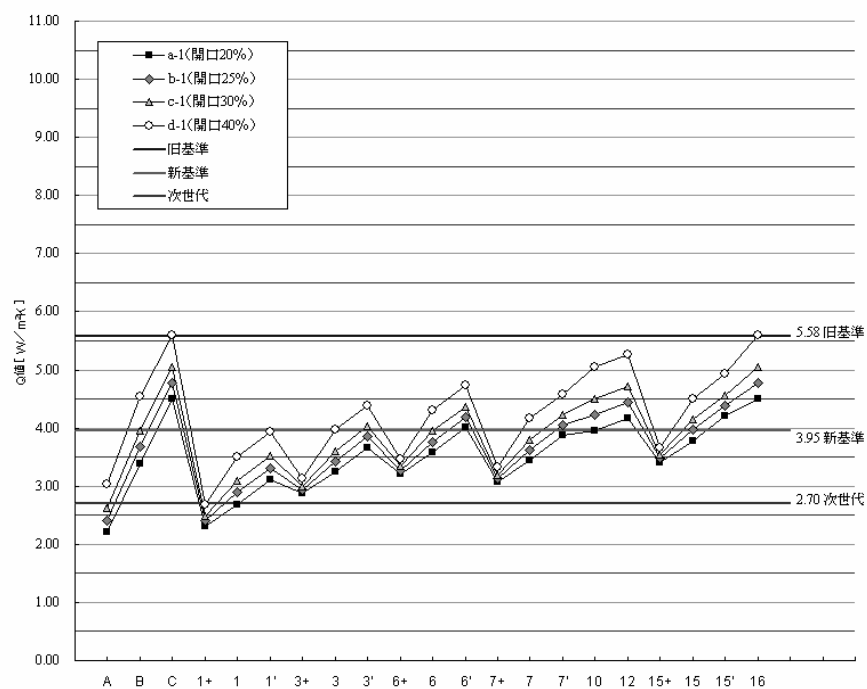
凡例
A 次世代(新築)
B 新基準(新築)
C 旧基準(新築)
1+ 全部位改修(高性能)
1 全部位改修(補強有)
1' 全部位改修(補強無)
2 屋根・壁改修(補強有)
2' 屋根・壁改修(補強無)
3+ 屋根・窓改修(高性能)
3 屋根・窓改修(補強有)
3' 屋根・窓改修(補強無)
4+ 壁・窓改修(高性能)
4 壁・窓改修(補強有)
4' 壁・窓改修(補強無)
5 屋根のみ改修(補強有)
5' 屋根のみ改修(補強無)
6 壁のみ改修(補強有)
6' 壁のみ改修(補強無)
7+ 窓のみ改修(高性能)
7 窓のみ改修(補強有)
8 全部位新基準

ア [木造戸建 / 学会標準問題] 既存 無断熱

/ IV地域

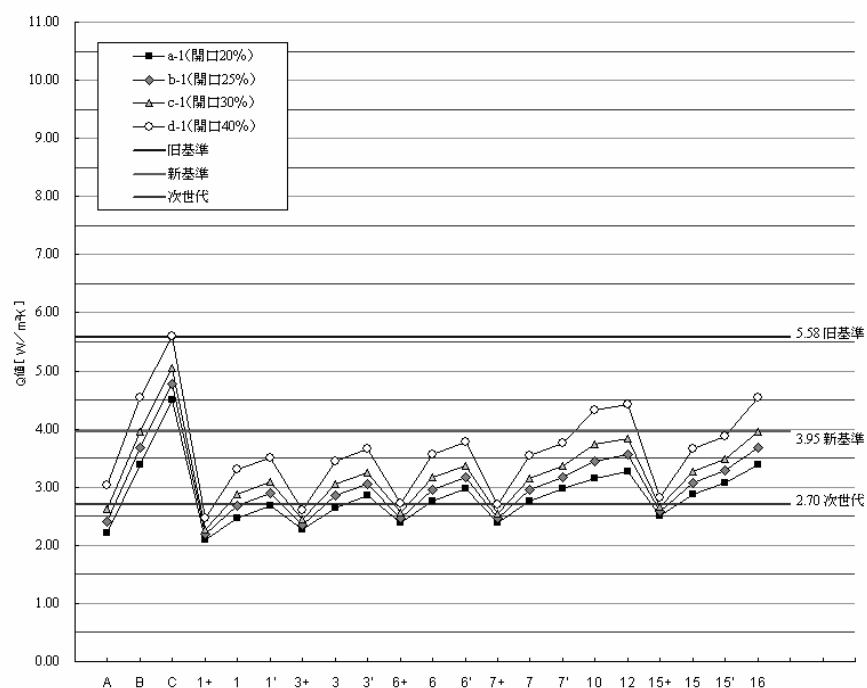


凡例
A 次世代基準仕様(新築)
B 新基準仕様(新築)
C 旧基準仕様(新築)
1+ 全部位改修(高性能)
1 全部位改修(気密化)
1' 全部位改修(非気密) ガラス交換
3+ 壁以外改修(高性能)
3 壁以外改修(気密化)
3' 壁以外改修(非気密) ガラス交換
6+ 窓・床改修(高性能)
6 窓・床改修(気密化)
6' 窓・床改修(非気密) ガラス交換
7+ 窓・天井改修(高性能)
7 窓・天井改修(気密化)
7' 窓・天井改修(非気密) ガラス交換
10 天井・床改修
12 天井のみ改修
15+ 窓のみ改修(高性能)
15 窓のみ改修(気密化)
15' 窓のみ改修(非気密) ガラス交換
16 既存



凡例

A	次世代基準仕様(新築)
B	新基準仕様(新築)
C	旧基準仕様(新築)
1*	全部位改修(高性能)
1	全部位改修(気密化)
1'	全部位改修(非気密) ガラス交換
3*	壁以外改修(高性能)
3	壁以外改修(気密化)
3'	壁以外改修(非気密) ガラス交換
6*	窓・床改修(高性能)
6	窓・床改修(気密化)
6'	窓・床改修(非気密) ガラス交換
7*	窓・天井改修(高性能)
7	窓・天井改修(気密化)
7'	窓・天井改修(非気密) ガラス交換
10	天井・床改修
12	天井のみ改修
15*	窓のみ改修(高性能)
15	窓のみ改修(気密化)
15'	窓のみ改修(非気密) ガラス交換
16	既存



凡例

A	次世代基準仕様(新築)
B	新基準仕様(新築)
C	旧基準仕様(新築)
1*	全部位改修(高性能)
1	全部位改修(気密化)
1'	全部位改修(非気密) ガラス交換
3*	壁以外改修(高性能)
3	壁以外改修(気密化)
3'	壁以外改修(非気密) ガラス交換
6*	窓・床改修(高性能)
6	窓・床改修(気密化)
6'	窓・床改修(非気密) ガラス交換
7*	窓・天井改修(高性能)
7	窓・天井改修(気密化)
7'	窓・天井改修(非気密) ガラス交換
10	天井・床改修
12	天井のみ改修
15*	窓のみ改修(高性能)
15	窓のみ改修(気密化)
15'	窓のみ改修(非気密) ガラス交換
16	既存

15.1.5 改修効果に関する実測結果

1) 事例の基礎情報

(1) 場所

IV地域:千葉県野田市

(2) 竣工年月日

1990年4月

築15年

地元工務店

(3) 住宅の概要

構造:在来木造(平屋建て)

延床面積:115 m²

(4) 各部位の仕様

屋根:和瓦葺き

外壁:ラスモルタル下地リシン吹付け

内壁:石膏ボード下地クロス貼り

床:主に畳(一部フローリング)

基礎:布基礎(土間コンクリート無し)

開口部:アルミサッシ・シングルガラス

(5) 既存断熱材の仕様

屋根/天井:無断熱

外壁:グラスウール 10K 50mm

最下階床:無断熱

された。改修費用は、概ね 50 万円かかったが、満足している。



図 15.1.8 平屋建てのH邸

3) 断熱改修の様子



図 15.1.9 小屋裏から確認できる外壁断熱材

2) 断熱改修メニュー

(1) 屋根/天井:

天井裏全体に吹込み用グラスウール 13K 200mm を充填間仕切り壁の上部に小屋裏から通気止めを設置

(2) 開口部:

西側開口部 2ヶ所をアタッチメント工法により Low-E ペアガラスに交換

※施主のコメント:冬は、非常に暖かさを感じるようになった。夏は夜間の蒸し暑さから開放



図 15.1.10 ダウンライトの養生



図 15.1.11 間仕切壁の上部に通気止めを設置



図 15.1.13 勾配天井の壁部分に断熱材を設置



図 15.1.12 BGWの吹き込みの様子

4) 温熱環境の実測

断熱改修工事は夏季(平成 16 年 8 月)に実施され、その効果は、その当日から感じられたということであった。温度環境の実測は、工事が行われた夏季にも実施されているため、今回は冬季の状況を確認することとなる。実測ポイントは、北西側の書斎を利用して実施された(図 15.1.14 参照)。測定機器は「おんどとり」を用いて実施した。

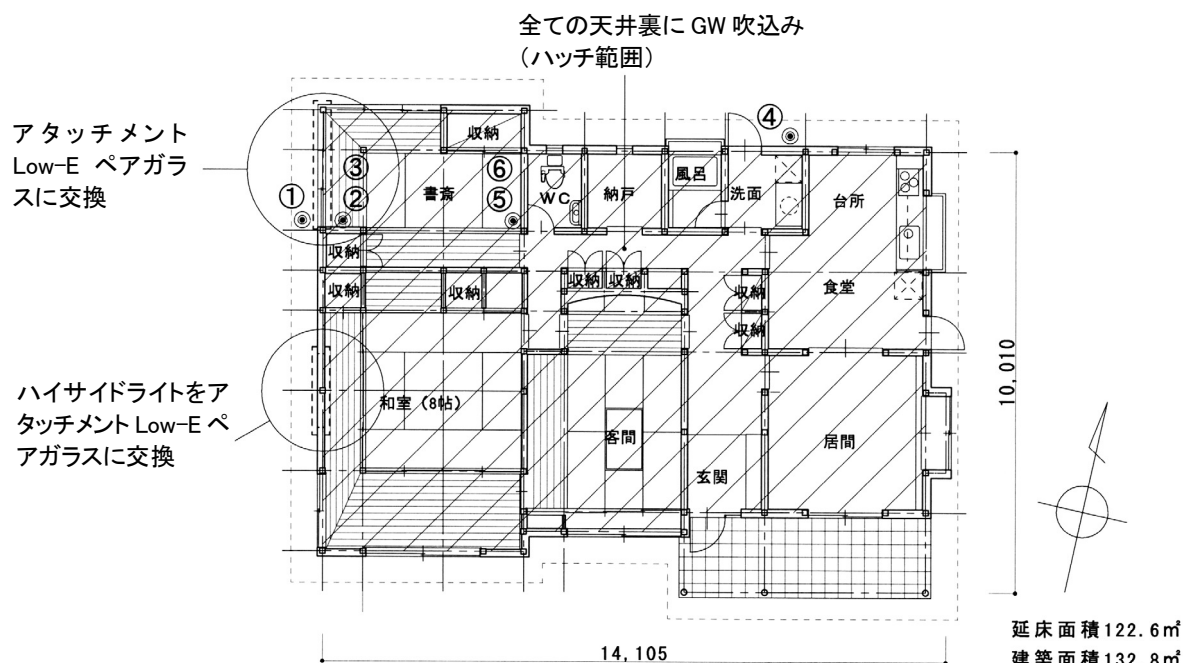


図 15.1.14 実測ポイント兼平面図

夏季測定位置

屋外: ①外壁に設置、屋内: ②天井より1mの位置に設置、③天井面に設置

冬季測定位置

屋外: ④外壁に設置、屋内: ⑤天井より1mの位置に設置、⑥天井面に設置

実測期間: 1/15~1/29(15日間)

表 15.1.14 測定期間における室内外平均温度

	平均温度(℃)		
	外気	室温	天井
1/15	3.8	10.8	10.0
1/16	4.8	9.9	9.4
1/17	5.0	10.4	10.5
1/18	6.0	12.6	12.1
1/19	5.5	12.7	11.6
1/20	4.5	10.8	10.5
1/21	4.5	11.4	10.6
1/22	3.8	10.5	10.2
1/23	2.2	10.0	8.9
1/24	3.7	※1—	9.1
1/25	6.2	—	9.9
1/26	2.8	—	9.5
1/27	3.5	—	9.6
1/28	3.7	—	15.4
1/29	5.3	—	11.5

※1:一印は、データ未測定日

表 15.1.15 外気温との温度差(℃)

	天気	室温	天井面
1/15	雨	7.1	6.2
1/16	雨	5.1	4.7
1/17	晴れ	5.4	5.5
1/18	快晴	6.6	6.1
1/19	曇/晴	7.1	6.1
1/20	晴れ	6.3	6.0
1/21	快晴	6.9	6.1
1/22	快晴	6.6	6.3
1/23	曇り	7.8	6.8
1/24	曇り	—	5.4
1/25	晴/曇	—	3.7
1/26	雪/晴	—	6.7
1/27	晴/曇	—	6.2
1/28	晴/曇	—	11.7
1/29	晴れ	—	6.2
平均温度差		6.6	6.2

外気温度と室温の平均的な温度差は、6.6℃であった。

測定室は、暖房を使用しない日が多かったため、効果が分かりにくいですが、暖房を長く使用した28日の温度差は12℃近くまで上昇している。

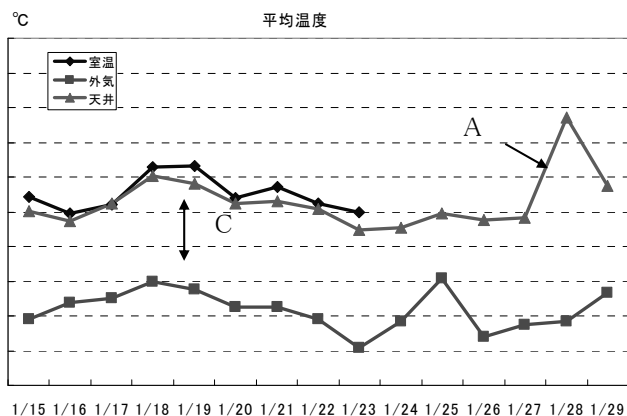


図 15.1.15 平均温度

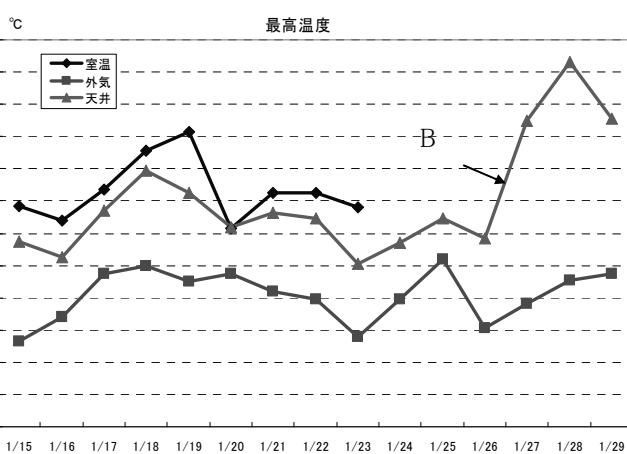


図 15.1.16 最高温度

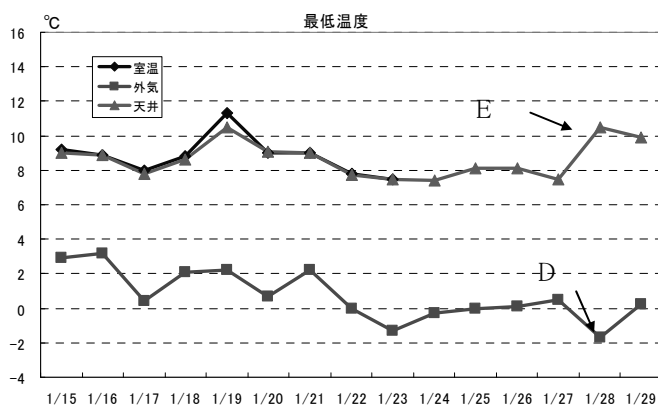


図 15.1.17 最低温度

- ・実測期間で最も冷え込んだ28日(D)。
- ・暖房時間が長く、平均温度でも温度差が大きく現れている(A)。
- ・暖房を使用し始めた27日(B)。それまでは外気温度と概ね6℃の差で推移している(C)。
- ・暖房(間欠運転)し始めた27日以降は、外気が下がっていても(D)、天井面の最低温度は前日より約2度上昇している。(E)

詳細な温度変化を確認するために、暖房を使用し始めた 1/27~1/28 を取り上げ、その温度の変化を分析した。実測を行った部屋は、寝室としても使用されているため、暖房は夜間に使用している。

暖房を停止後、14℃前後から温度の変化が緩やかになっている。

改修を行った部位以外は、断熱性能が低いため、暖房した室温を長く保つことは困難である。

暖房を運転し続ければ、外気が-2℃近くまで下がっても、十分に設定温度の約 22℃を保っている。

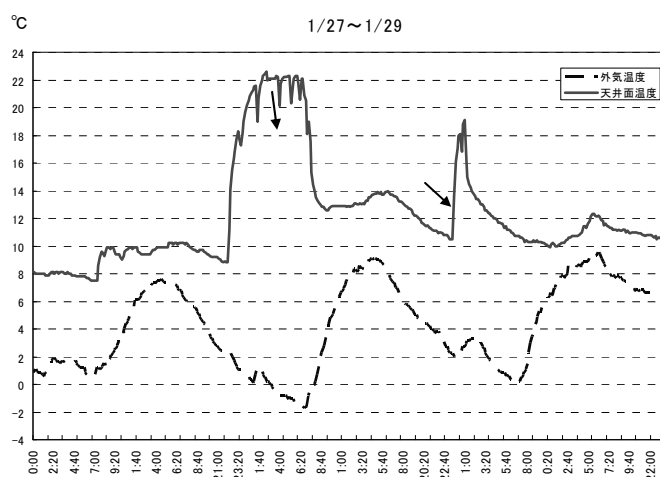


図 15.1.18 特定日における平均気温の変化

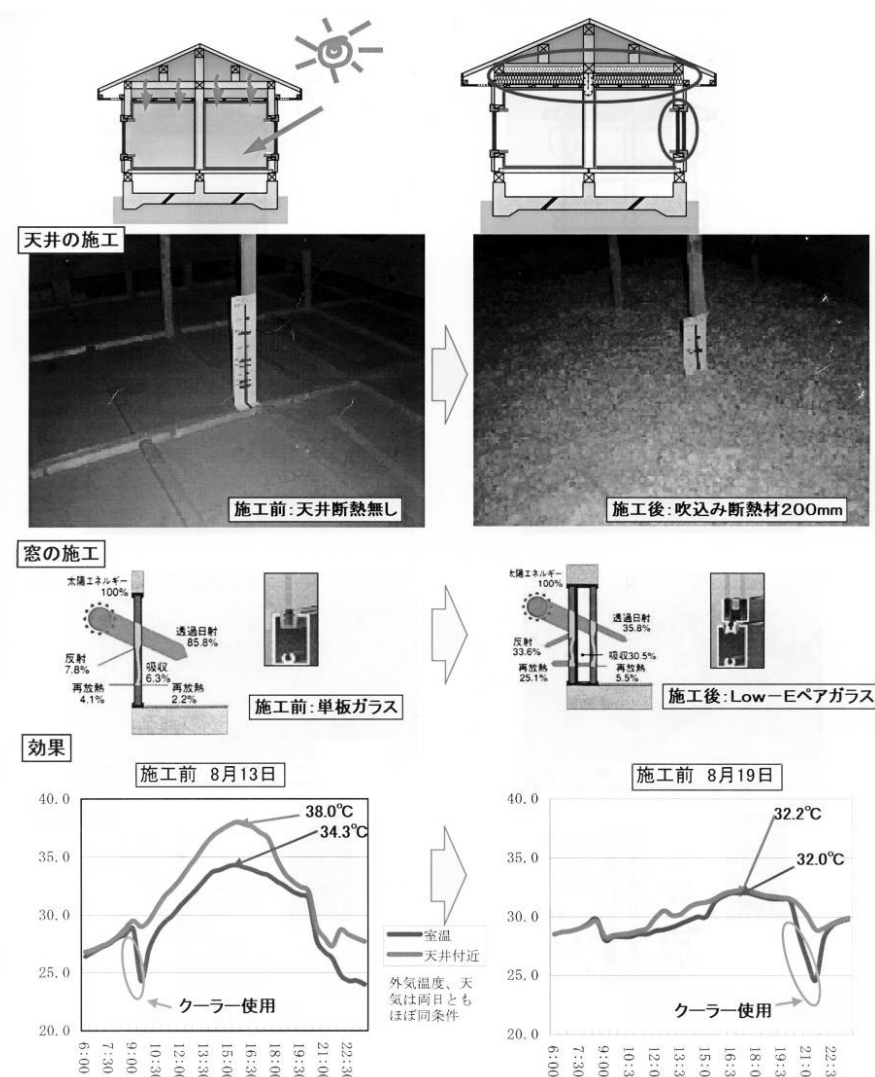


図 15.1.19 H邸夏季実測結果 出典：旭ファイバーグラス

・断熱改修の前後で天井付近の温度が5.8℃、室温2.3℃下がっている。

15.2 断熱改修手法に関する検討

15.2.1 手法の整理

1) 主な断熱改修手法

既往文献や調査研究報告書から基礎的な断熱改修に関連する手法を取り上げ、木造及びRC造の種別、建物の部位毎に整理し、その内容について検討を行った。

ここでは、施工方法の分類及び見出しとして手法を整理し、今後必要となる施工指針の骨子を作成するものとする。

(1) 木造に関する部位別断熱改修手法について

a 床

床面と基礎で断熱改修を行う2つの方法がある。

床下空間が30cm程度あれば、床下から断熱材を充填する方法が、安価で有効な手法であり、暮らしながらの改修部位として取り組みやすい。

床材を更新する必要がある場合は、既存の床材を剥がし、新築と同様の工法が適用できる。

上記の断熱改修と共に間仕切り下部の通気止めを設置する必要がある。

基礎で断熱改修する場合は、その周辺に施工可能なスペースが必要となる(室外機等の問題)。また、床下が室内と同等の扱いとなるため、土間コンクリートなどが無く裸地の場合は、床下の防湿施工が必要となる。

b 外壁

新築の場合と同様に、充填断熱と外張断熱の2つの断熱改修の方法がある。

充填断熱の場合は、外装材もしくは内装を剥がす必要があるが、軸組みの中へ充填する

ことになるため、防湿層の連続的な形成などを考慮すれば、室内側からの改修の場合に適している。

外張断熱は、外壁側からの工事となるため、暮らしながらの施工が可能である。

外装材を下地として外張断熱の改修を行う場合は、内部結露が生じていないか入念な確認が必要である。ただし、断熱材が設置されていない建物には適した工法であるため、外装の更新をかねて断熱化を施す有効な手法と考えられる。

外装材を剥がす外張断熱の場合は、同時に構造的な部分の改修も同時に行える。ただし、外装材の更新と改修規模が大きくなるため、高価な工事となる。

c 天井

最上階の天井面もしくは屋根で断熱改修を行う方法がある。

天井面で改修の場合、小屋裏空間が確保されていれば、安価で信頼性の高い施工が可能である。特に断熱材を吹込む工法は実績もある。

室内側から天井面を改修する場合もあるが、天井高さの減少を伴うこと、小屋裏の吊木の負担が大きくなることに注意が必要である。

上記の断熱改修と共に間仕切り上部の通気止めを小屋裏から設置する必要がある。

屋根の場合は、外壁と同様に充填断熱と外張断熱の2つの方法がある。

充填断熱の場合は、垂木間に断熱材を充填するため小屋裏からの改修となる。作業空間が確保できる屋根勾配があれば、有効な手

法である。

外張断熱の場合は、屋根材を剥がして野地板面に断熱材を設置するため新築と同様の工法が適用できる。ただし、屋根材の更新が必要になること、連続的な断熱層を形成するためには外壁の外張断熱との組合せが必要になる等、高価な断熱改修となる。

d 開口部

開口部の改修方法は、大きく4つの方法に分けられる。

- ①既存サッシのガラスのみを交換する(アタッチメント工法)。
- ②既存サッシの内側に高性能サッシを追加する(2重化)。
- ③既存サッシを本体ごと切取って交換する(カット工法)。
- ④既存サッシの枠を利用して新規サッシを設置する(カバー工法)。

以上の4つの方法である。

それぞれの詳細な説明については、次項で述べる。

(2) RC造に関する部位別断熱改修手法について

a 床

床下ピットと室内側から床面で断熱改修を行う2つの方法がある。

床下ピットがある場合は、ピット内での断熱改修が有効な手法であり、暮らしながらの改修部位として取り組みやすい。

床材を更新する必要がある場合は、既存の床材を剥がし、新築と同様の工法が適用できる。

b 外壁

新築の場合と同様に、躯体の室内外側から断熱材を貼り付ける2つの断熱改修の方法がある。

外張断熱は、外壁側からの工事となるため、暮らしながらの施工が可能であるが、集合住宅

などの場合、個別に改修を実施することを考えると、室内側からの方法が現実的である。

室内からの場合は、S1工法や現場発泡断熱材を利用した手法が可能であり、内装更新のニーズを組み合わせた大規模な改修となる。

c 天井

最上階の天井面もしくは屋根スラブで断熱改修を行う方法がある。

天井面で改修の場合は、室内側から行う外壁の工事と同様の工法となる。

屋根スラブの場合は、既存防水層の上から外張断熱を行う方法がある。防水層の補修工事のかねて実施しやすい工法である。

d 開口部

開口部の改修方法は、大きく4つの方法に分けられる。

- ①既存サッシのガラスのみを交換する(アタッチメント工法)。
- ②既存サッシの内側に高性能サッシを追加する(2重化)。
- ③既存サッシを本体ごと切取って交換する(カット工法)。
- ④既存サッシの枠を利用して新規サッシを設置する(カバー工法)。

以上の4つの方法である。

それぞれの詳細な説明については、15.2.5項で述べる。

以下、各構法における代表的な断熱改修手法について一覧表に整理し、将来的な改修手法に関する施工指針の骨子となる項目を取りまとめた。(15.2.5)

2) 断熱改修に関する課題

断熱改修は、部位毎に幾つかの問題点や課題あり、現場では予想していた通りには工事が進まないこともある。

ここでは、それらの課題を抽出し、断熱改修に関する技術や製品の調査からみえてくる手法と照らし合わせて有効な改修方法を検討するための整理を行った。

(1) 屋根・最上階天井に関わる工事

a 小屋裏から工事

- ・住みながらの工事が可能
- ・小屋裏に十分な作業スペースが必要。特に軒桁の廻りは断熱材を入れ難い
- ・小押入上部の天井が外せる場合は作業が容易(屋裏への点検口サイズが小さいと、断熱材の搬入が困難)
- ・天井吊木の耐荷重の問題
- ・吊木を除けながらの防湿フィルムの施工や隙間無く断熱材を敷き並べることは困難(敷込み工法)
- ・ダウンライト等の照明器具の放熱処理、電気配線のルートの確認
- ・通気止めの設置は細かな作用となるため手間がかかる、有効な作業スペースが無い場合、間仕切壁上部への設置も確実に行うことが難しい
- ・その他

b 屋根の工事

- ・住みながらの工事が可能
- ・外断熱とする場合、勾配によって外部足場が必要
- ・垂木間に断熱材を設置する場合、垂木の高さ以下が原則となるため性能確保が制限される
- ・その他

(2) 外壁に関わる工事

a 室内側からの工事

- ・壁を剥がす必要があるため、住みながらの工

事は困難

- ・模様替え等の仕上げ工事を伴う改修との組合せとなりコストがかかる
- ・真壁の場合は、断熱材の厚みによって壁厚が変わると畳や天井の改修が必要となる
- ・間仕切壁下部に床下からの通気を塞ぐ措置を施す事が重要
- ・既存壁の内側に断熱材を増張りする場合は、居住空間が狭くなる
- ・その他

b 外壁側からの工事

- ・住みながらの工事に最適な工法であるが、コストが最もかかる
- ・壁下地材の荷重に対する強度の確認が必要
- ・開口部との取り合いに関する調整が不可欠(外壁の見込みを処理する枠材が必要、雨戸などの新規設置が必要、開口部の断熱改修を同時に実施)
- ・外部足場が必要
- ・その他

(3) 最下階床に関わる工事

a 床下からの工事

- ・住みながらの工事が可能
- ・床下での作業スペースの問題(床下が土の場合は作業環境が悪化)
- ・床材を剥がさないと断熱材の搬入が困難(畳部屋からの搬入は比較的容易)
- ・断熱材を容易に設置するための補助材が必要
- ・手間のかかる配管廻りの施工等を確実に行うことは非常に困難
- ・その他

b 床上からの工事

- ・床下空間が狭い場合は、床上での処理となり仕上げ工事を伴う
- ・床材をはがす場合、家具の移動等を伴い住みながらの工事は困難

- ・仕上げ材を残したまま断熱材を施工する場合、部屋が狭くなると共に、開口部との取合い調整が不可欠となる(バリアフリーとの問題もあり現実的にはありえない)
- ・その他

(4) 基礎に関わる改修

- ・外張断熱とする場合、基礎周辺に置かれた室外機や壁に立ち上がる配管類が邪魔になる
- ・内断熱では、T 字状になる部分で断熱欠損が生じる
- ・床下換気を如何に考えるかが問題
- ・その他

(5) 開口部に関わる改修

- ・住みながらの工事で、短期ローコスト工事が可能
- ・全てを取り除いて設置する場合は、壁面との取合い部に十分な漏水対策が必要(専用の部材を利用すること)
- ・アタッチメントを利用してガラスを交換する場合、開口率が少なくなる
- ・外断熱工法を採用した場合、サッシ廻り見込み処理の問題
- ・その他

(石崎 竜一)

15.2.2 開口部の断熱強化手法

建築後比較的年月を経た住宅(昭和 55 年省エネルギー基準相当以下の住宅を想定)においては、総じて開口部の断熱性や気密性が低く、開口部が温熱環境上最大の弱点になっている場合が多い。顕在化している不快な性状としては、「窓周辺の冷え冷え感」、「結露」、「すき間風」などがあげられよう。一方、開口部は内外ともに露出していることや、部位としての独立性が高いことから、周辺部位への影響を最小限にとどめながら改修工事を行うことができる利点がある。

本稿では、断熱構造化が不十分な木造戸建住宅と RC 造共同住宅を対象に、開口部の断熱強化手法について概説することとしたい。

1) 開口部改修工法の分類と工事概要

開口部の断熱改修工事方法を大まかに分類すると図 15.2.1 のようになる。

(1) 外壁と開口部を同時に改修する場合

住宅外壁の外装(必要に応じて内装も)を剥がし、部位全体を全面改修する方法である。筋交いの設置や土台と柱との金物緊結等の耐震改修と断熱材充填を同時に行う場合などがこれに該当する。このような場合には、同時に窓やドアを断熱性の高いものに交換することが望まれる。このような工事では、窓やドアは新築と同様の製品を用いることができる。

製品の選択に際しては、平成 11 年省エネルギー基準設計及び施工の指針に規定され

ている「建具の構成及びその組み合わせ」による(表 15.2.1)ことが望ましい。新たなサッシやドアの設置工事手順は新築時と同様となる。

(2) 窓やドアだけを改修する場合

a 窓やドアを枠ごと取り替える

窓やドアの周辺外壁を壊して既設の建具を枠ごと撤去し、新たな建具を設置した後に周辺外壁を修復する方法(「くりぬき工法」と、既設の建具枠の四周内側に新たな枠で覆う方法(「かぶせ工法」など)のふたとおりがある。木造住宅では前者が、RC 造住宅では後者の採用が一般的といえる。

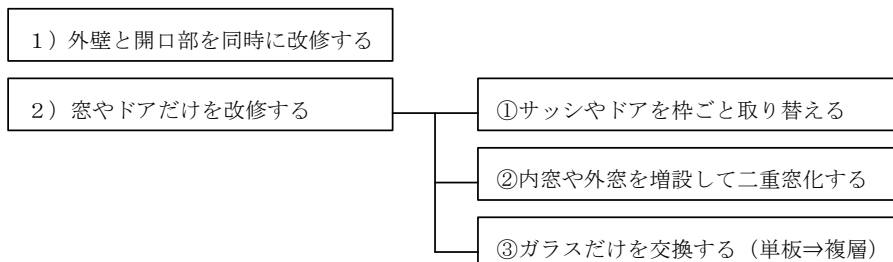


図 15.2.1 開口部の断熱改修工事の分類

表 15.2.1 平成11年省エネルギー基準に準拠する各種建具の熱貫流率の目安

建 具 の 構 成			製品の熱貫流率の範囲(※) W/m ² K [kcal/m ² ・h・℃]				
建 具 の 仕 様		ガラスの仕様	計算に用いる 熱貫流率 W/m ² K [kcal/(m ² ・h・℃)]	2.33 [2.0]	3.49 [3.0]	4.65 [4.0]	6.51 [5.6]
窓・ 引戸・ 框ドア	(一重)木製またはプラスチック製	低放射複層(A12)	2.33 [2.0]	■			
		三層複層(A12×2)	2.33 [2.0]	■			
		複層(A12)	2.91 [2.5]		■		
		複層(A6)	3.49 [3.0]			■	
	(一重)金属・プラスチック(木)複合 構造製	低放射複層(A12)	2.33 [2.0]	■			
		低放射複層(A6)	3.49 [3.0]			■	
		複層(A10～A12)	3.49 [3.0]			■	
		複層(A6)	4.07 [3.5]			■	
	(一重)金属製熱遮断構造	低放射複層(A12)	2.91 [2.5]	■			
		低放射複層(A6)	3.49 [3.0]			■	
		複層(A10～A12)	3.49 [3.0]			■	
		複層(A6)	4.07 [3.5]			■	
	(一重)金属製	低放射複層(A6)	4.07 [3.5]			■	
		複層(A6)	4.65 [4.0]			■	
		単板2枚(A12以上)	4.07 [3.5]			■	
		単板2枚(A12未満)	4.65 [4.0]			■	
		単板	6.51 [5.6]				■
	(二重)金属製+プラスチック(木)製	単板+複層(A12)	2.33 [2.0]	■			
		単板+単板	2.91 [2.5]		■		
	(二重)金属製+金属製 (枠中間部熱遮断構造)	単板+単板	3.49 [3.0]			■	
ドア	木製断熱積層構造	低放射複層(A12)	2.33 [2.0]	■			
		三層複層(A12×2)	2.33 [2.0]	■			
		複層(A12)	2.91 [2.5]		■		
	金属製高断熱構造 扉：断熱フラッシュ構造辺 縁部等熱遮断構造 枠：熱遮断構造	低放射複層(A12)	2.33 [2.0]	■			
		複層(A12)	2.91 [2.5]		■		
	木製扉：木製、枠：金属製	複層(A6)	4.65 [4.0]			■	
	金属製扉：断熱材充填フラッシュ 構造	複層(A6)	4.07 [3.5]			■	
	金属製扉：ハニカムフラッシュ構 造	複層(A6)	4.65 [4.0]			■	

b 内窓や外窓を増設して二重窓化する

既設窓の内側に内窓を増設して二重窓化する方法が最も一般的である。この方法は、戸建住宅でも RC 造共同住宅でも実施可能で、室内側だけの工事となるため、降雨や降雪にかかわらず住まいながら施工できる利点がある。

また、コストに比して断熱性能向上効果が高いことも特長といえる。

類似した方法として、既設サッシの外側に外付窓を併設して二重窓化する方法、窓シャッターや雨戸を併設する方法、サッシの内側に併設されている紙貼障子の紙を透光性のある発泡断熱材に替える方法などがある。

c ガラスを交換する

既設の窓のうちサッシ部分はそのまま利用し、装填されているガラスだけを取り替える方法である。具体例としては、単板ガラスからアタッチメント付き複層ガラスへの取り替え、普通複層ガラスから高断熱（低放射）複層ガラスや高断熱遮熱（低放射）複層ガラスに交換する方法がこれに該当する。

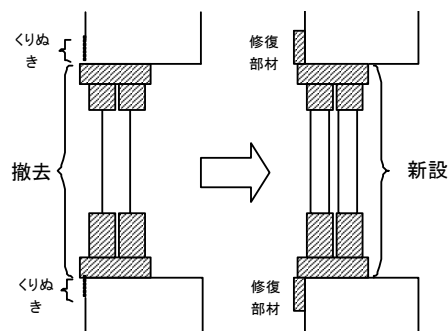
ガラスの断熱性能向上分だけ窓の性能向上を改善することができる。ガラス面の結露低減効果も期待できる。しかしながら、サッシの気密性能は従来どおりであるので、既設サッシの気密性能が低い場合には、可能な限り同時にサッシ気密材の交換を同時に行っていくことが望ましい。また、アタッチメント付複層ガラスを用いる場合には、クレセントのかかりや網戸との干渉、ガラス重量増加に伴う戸車の耐荷重、窓台の強度（薄い材では中央部のたわみが生じやすい）などに注意を要する。

2) 主な改修工法

(1) 既設の窓やドアを取り外して新しい窓に交換する方法（くりぬき工法）

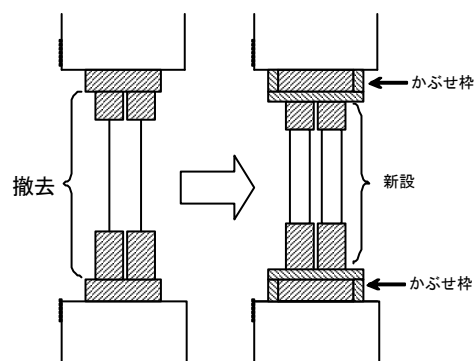
a 工事の概要

- 窓やドア周辺の外壁を切り取り、既設の窓やドアを枠ごと取り外した後に新しい窓やドアを設置し、その後に窓周辺の外壁を修復する方法である。



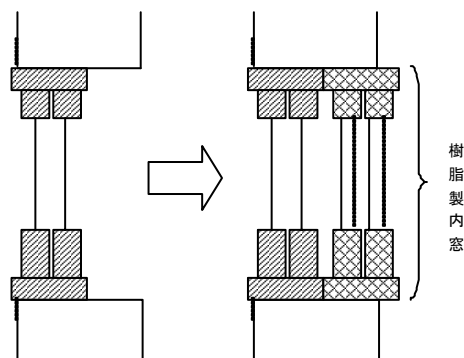
既設単板ガラス入り窓 新設複層ガラス入り断熱窓

図 15.2.2 くりぬき工法のイメージ



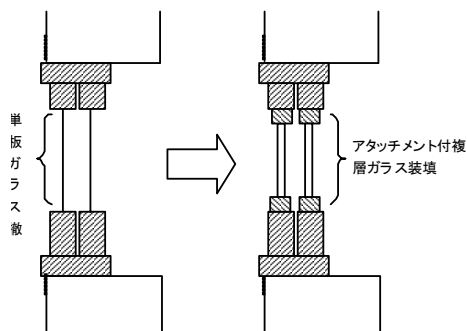
既設単板ガラス入り窓 新設複層ガラス入り断熱窓

図 15.2.3 かぶせ工法のイメージ



既設単板ガラス入り窓 室内側に樹脂製内窓を併設

図 15.2.4 内窓の増設



既設単板ガラス入り窓 アタッチメント付複層ガラスに交換

図 15.2.5 単板ガラスから複層ガラスへの取り替え

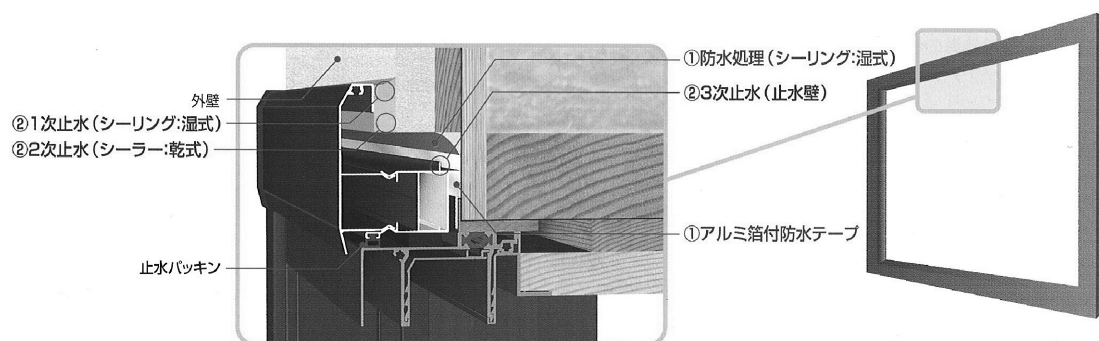


図 15.2.6 専用塞ぎ材を用いた「くりぬき工法」改修部の断面（例）

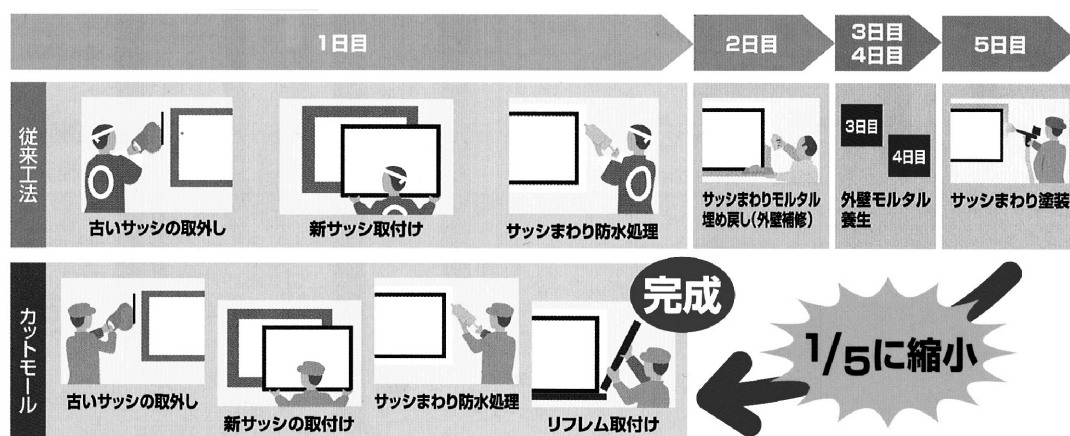


図 15.2.7 「くりぬき工法」の施工手順（例）

- ・従来は窓周辺の修復は湿式施工などによっていたが、最近では専用の塞ぎ部材が開発されたことにより、比較的容易かつ短工期で工事が行えるようになっている。
- ・専用塞ぎ材を用いた工法の断面例を図 15.2.6 に示す。施工手順を図 15.2.7 に示す。

a 適用

- ・木造住宅の窓やドアの取替工事に適する。

b メリット

- ・新築用のサッシやドアがそのまま使用でき、種類が豊富である(表 15.2.1)。
- ・窓やドア周辺の外壁を修復する専用部材を用いるので、モルタルによる修復と比べて工期が短い。

c デメリット

- ・直上に庇がある場合や入隅・出隅部に設置されている窓やドアには適用できない。
- ・工事時の粉塵や騒音が比較的大きい(他工法と比べて)。
- ・コストがやや高めである。

(2) かぶせ工法

a 工事の概要

既設の窓やドアの戸だけを撤去し、既設枠の上に専用の「かぶせ枠」を施工してから新たな戸を設置する方法である。

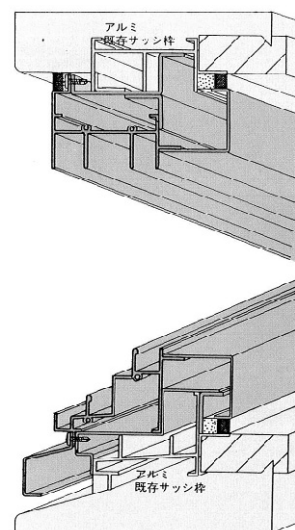


図 15.2.8 RC造建物における「かぶせ工法」の断面（例）

元来はRC造の建物に設置されている経年した鋼製サッシからアルミサッシへの取り替えを主目的に開発された改修工法であるが、交換する窓やドアを断熱性の高いものにする事で、断熱改修にも応用できる方法である。また、近年では木造住宅用の改修システムも登場している。

b 適用

- ・RC 造住宅（建築物）でのサッシやドアの取替。

- ・木造住宅でのサッシやドアの取替。

c メリット

- ・はつり施工による取替工事より工期が短い。
- ・適用上の制約が少ない。

d デメリット

- ・開口が狭くなる。

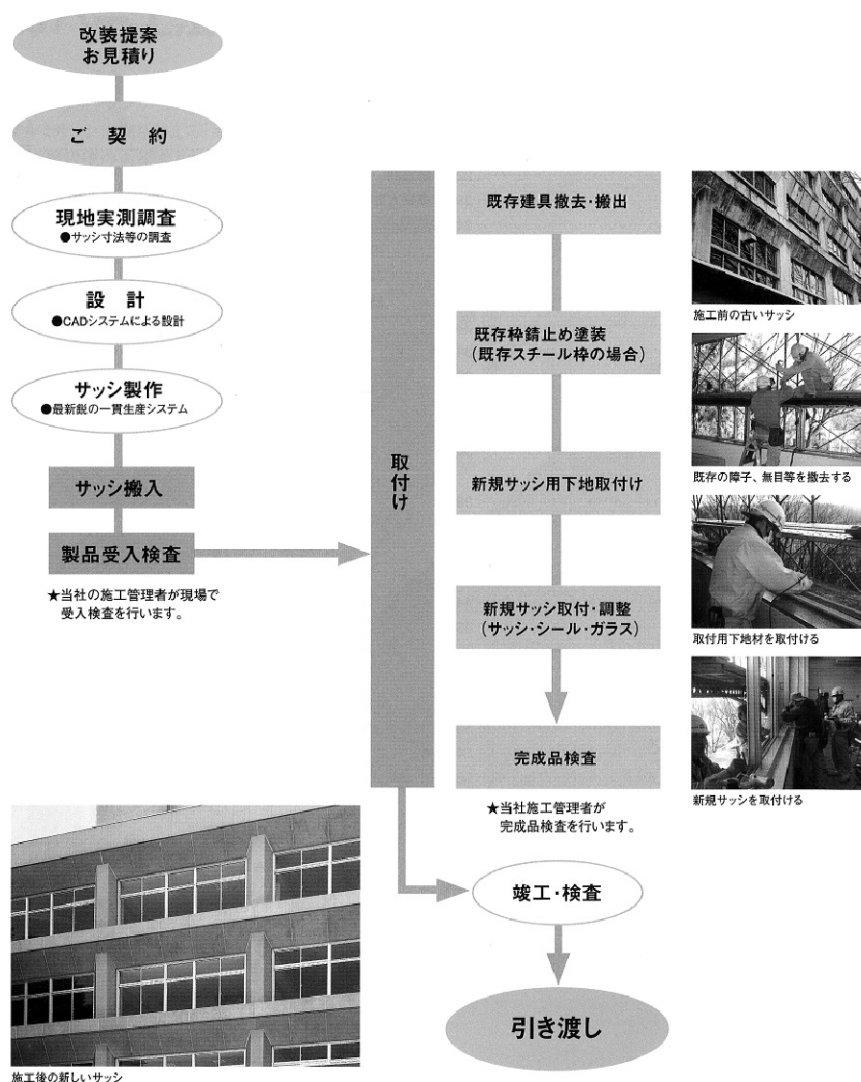


図 15.2.9 RC造建物における「かぶせ工法」の施工手順（例）

(3) 内窓の設置（二重窓化）

a 工事の概要

既設の窓をそのまま残し、窓の室内側に内窓を併設する方法である。

b 適用

- ・RC 造住宅（建築物）の窓。
※共同住宅の場合「共用部分」にならない。
- ・木造住宅の窓。

c メリット

- ・断熱性能向上効果が大きい。
- ・アルミサッシ単板（熱貫流率 ≤ 6.51
⇒＋樹脂内窓単板（熱貫流率 ≤ 2.91 ）
⇒＋樹脂内窓複層（熱貫流率 ≤ 2.33 ）
- ・比較的低コストである。
- ・気密性能が高まる。
- ・遮音性能も高められる（性能向上度合いは内窓のガラス厚さに依存）。
- ・室内側から施工（工事が容易、雨でも施工で

きる、住まいながら施工できる）。

- ・既設外窓と増設内窓の間隙にブラインドなどの日よけ部材を設置することにより、夏期の日射遮蔽対策を同時に行うことができる（室内ブラインドより日射遮蔽効果が大きい）。

d デメリット

開閉時に2枚の戸を操作する必要がある。

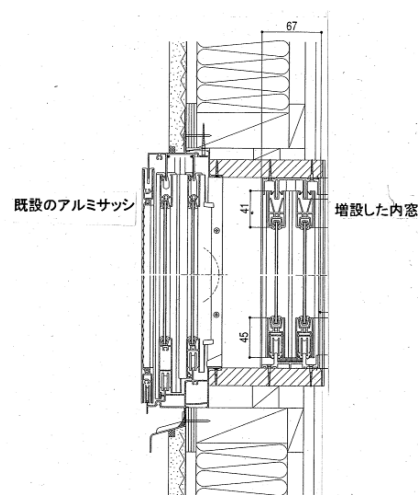


図 15.2.10 内窓の設置・断面（例）

ご注文～完成まで1週間

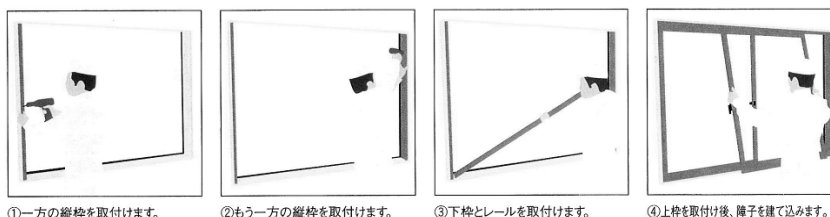
工期短縮でスピーディーな仕上がり
工事業者の出入りも少なく、約2時間で工事が終了します。



施工の手順

短時間施工

引違いの枠は直付けタイプなので狭い場所でも施工が簡単。短時間で施工できます。



お客さまにご迷惑をかけない
簡単な工事で短時間に終わります。



図 15.2.11 内窓設置工事の施工手順（例）

(4) ガラスの交換

a 工事の概要

既設の窓のガラスだけを取り外し、新しいガラスと交換する方法である。

b 適用

- ・RC 造住宅(建築物)の窓やガラスドア。
- ・木造住宅の窓やガラスドア。

c メリット

- ・工事が容易で短工期である。
- ・比較的低コストである。

- ・単板ガラス⇒(アタッチメント付)複層ガラス
- ・複層ガラス⇒高断熱複層ガラス
- ・複層ガラス⇒高断熱遮熱複層ガラス

d デメリット

- ・気密が悪いサッシやドアの場合、そのままではすきま風の改善ができない。
- ・製品選定時の注意を怠ると、網戸との干渉やクレセントの操作不良などが生じるおそれがある。
- ・ガラス重量が増加し戸車耐荷重を超えると開閉に支障をきたすおそれがある。

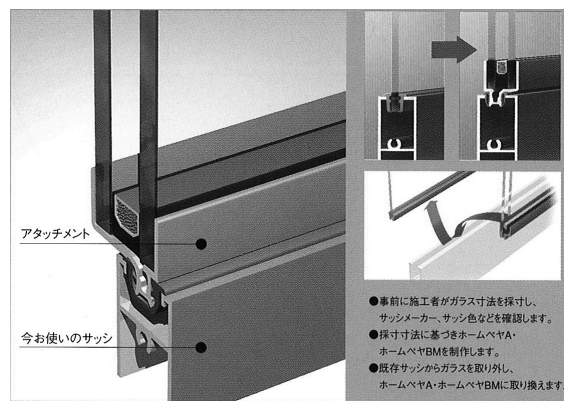


図 15.2.12 アタッチメント付複層ガラスの断面構成 (例)

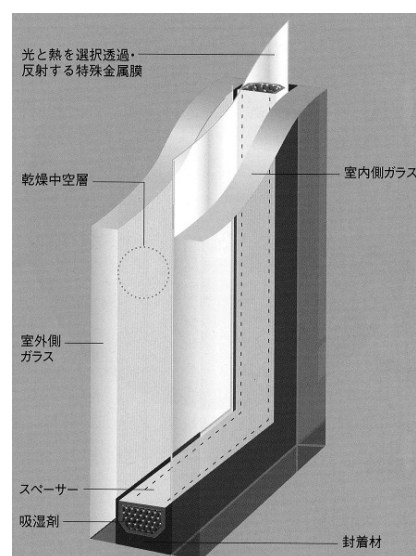


図 15.2.13 高断熱(低放射)複層ガラスの断面構成 (例)

3) 内窓増設による室内側温度改善効果の検証 (試験室試験)

前述のように、既設の窓やドアを生かして室内側に内窓を増設する方法はメリットが大きい。そこで、既設の単板ガラス入りアルミサッシに内窓を併設した場合を想定して、改修工事前後の室内温熱環境向上効果を検証するための試験を行った。

(1) 試験方法

JIS A 4710(熱箱による建具の断熱性能試験方法)に準拠したBL断熱型サッシ試験法により、下記 3 体の比較試験を行った。室内側(高温側)の設定温度は 20℃、屋外側(低温側)の設定温度は 0℃である。測定及び映像記録項目は次のとおりとした。

- ・熱貫流率(測定)
- ・建具室内側各部の温度(測定)
- ・サーモレーサによる室内側の熱画像(記録)

(2) 試験体の仕様

表 15.2.2 試験体の仕様概要

試験体仕様	改修前 想定	改修後 想定	[参考]改修後 想定
外 窓	アルミサッシ 単板ガラス(FL3)		アルミサッシ 複層ガラス (3-A6-3)
内 窓	—	プラスチック製内窓 単板ガラス (FL3)	プラスチック製内窓 複層ガラス (3+A6+3)
サイズ	(w) 17×(h) 13		

単板ガラス入りアルミサッシの室内側にプラスチック製内窓を増設する二重窓化断熱工事を想定し、下表のとおりとした。

(3) 試験結果

試験結果の概要を表 15.2.2 に示す。内窓の設置により改修前の状態と比べて、熱貫流

率が2分の1以下に減少するほか、建具室内側各部測定結果及び熱画像からみて窓室内側の温熱環境が顕著に改善することがわかる。また、室内側の温度から判断すると、室内を余程高湿な状態にしない限り窓面の結露が生じにくくなるものと推定される。

4) サッシ各部の温度（試験室試験結果より）

既往のサッシ断熱試験時に室内側各部の温度を測定した結果を表、グラフと熱画像で示したものを表 15.2.4～表 15.2.9 に示す。いずれも現在市場に広く普及している各種構造の断熱サッシで、試験結果も妥当性と一般性を有するものである。

複層ガラス入り金属製（アルミ）サッシに関しては、枠や框材が断熱構造化されていないことと複層ガラスの中空層が6ミリであることに起因して、最も弱点となる下部の温度が5度以下、ガラス中央部付近を除く他の部分は10度以下となっている。

一方、金属製（アルミ）熱遮断構造製、金属（アルミ）・プラスチック複合断熱構造製、プラスチック製、金属製（アルミ）＋プラスチック製二重窓のような断熱構造窓においては、最も弱点となる下部の温度も8度以上確保され、他の部位においてはおおむね12度以上の温度分

布となっている。

単板ガラス入りアルミサッシからこれらの本格的な断熱構造サッシに取替えた場合には、断熱性能（省エネルギー性）の向上だけでなく、室内温熱環境の顕著な改善効果や窓面結露の抑制が期待できる。

なお、これらの本格的断熱構造サッシを採用する場合には、外壁など躯体各部の断熱構造とのバランスを検討しておくことが肝要である。躯体の断熱構造化が不十分（無断熱のRC造など）なまま窓の断熱改修だけを行うと、開口部の弱点が軽減される一方で、外壁室内側表面や押入内部などの結露が生じるおそれがある（弱点部位の逆転）。外壁や床など周辺部位の断熱構造を事前に点検し、不十分な場合には躯体の断熱改修を同時に行うことが望ましい。

（木寺 康・藤井 文雄）

表 15.2.3 樹脂製内窓を用いた開口部断熱改修効果確認試験結果のまとめ

試験体	熱貫流率 [W/(m ² ・K)]	室内側主要部の温度分布	室内側熱画像																		
[before]単板ガラス入りアルミサッシ	6.58 [W/(m ² ・K)]	<table><tr><th>測定位置</th><th>表面温度(°C)</th></tr><tr><td>外障子</td><td>4.7</td></tr><tr><td>縦框下部</td><td>3.6</td></tr><tr><td>ガラス中央</td><td>6.1</td></tr><tr><td>縦框上部</td><td>4.0</td></tr><tr><td>縦框下部</td><td>2.9</td></tr><tr><td>ガラス中央</td><td>6.4</td></tr><tr><td>中央部</td><td>10.1</td></tr><tr><td>框下(枠)</td><td>5.1</td></tr></table>	測定位置	表面温度(°C)	外障子	4.7	縦框下部	3.6	ガラス中央	6.1	縦框上部	4.0	縦框下部	2.9	ガラス中央	6.4	中央部	10.1	框下(枠)	5.1	
測定位置	表面温度(°C)																				
外障子	4.7																				
縦框下部	3.6																				
ガラス中央	6.1																				
縦框上部	4.0																				
縦框下部	2.9																				
ガラス中央	6.4																				
中央部	10.1																				
框下(枠)	5.1																				
[after①]単板ガラス入りアルミサッシ +樹脂製内窓(単板ガラス入り)	2.84 [W/(m ² ・K)]	<table><tr><th>測定位置</th><th>表面温度(°C)</th></tr><tr><td>外障子</td><td>13.2</td></tr><tr><td>縦框下部</td><td>10.5</td></tr><tr><td>ガラス中央</td><td>12.8</td></tr><tr><td>縦框上部</td><td>16.2</td></tr><tr><td>縦框下部</td><td>11.1</td></tr><tr><td>ガラス中央</td><td>12.8</td></tr><tr><td>中央部</td><td>15.6</td></tr><tr><td>框下(枠)</td><td>10.4</td></tr></table>	測定位置	表面温度(°C)	外障子	13.2	縦框下部	10.5	ガラス中央	12.8	縦框上部	16.2	縦框下部	11.1	ガラス中央	12.8	中央部	15.6	框下(枠)	10.4	
測定位置	表面温度(°C)																				
外障子	13.2																				
縦框下部	10.5																				
ガラス中央	12.8																				
縦框上部	16.2																				
縦框下部	11.1																				
ガラス中央	12.8																				
中央部	15.6																				
框下(枠)	10.4																				
[after②]複層ガラス入りアルミサッシ +樹脂製内窓(複層ガラス入り) [参考]	1.92 [W/(m ² ・K)]	<table><tr><th>測定位置</th><th>表面温度(°C)</th></tr><tr><td>外障子</td><td>13.4</td></tr><tr><td>縦框下部</td><td>11.6</td></tr><tr><td>ガラス中央</td><td>15.7</td></tr><tr><td>縦框上部</td><td>15.4</td></tr><tr><td>縦框下部</td><td>12.8</td></tr><tr><td>ガラス中央</td><td>15.6</td></tr><tr><td>中央部</td><td>16.5</td></tr><tr><td>框下(枠)</td><td>12.9</td></tr></table>	測定位置	表面温度(°C)	外障子	13.4	縦框下部	11.6	ガラス中央	15.7	縦框上部	15.4	縦框下部	12.8	ガラス中央	15.6	中央部	16.5	框下(枠)	12.9	
測定位置	表面温度(°C)																				
外障子	13.4																				
縦框下部	11.6																				
ガラス中央	15.7																				
縦框上部	15.4																				
縦框下部	12.8																				
ガラス中央	15.6																				
中央部	16.5																				
框下(枠)	12.9																				
備考	・試験方法:JIS A 4710に準拠したBL断熱型サッシ試験法による ・温度条件:室内側:20°C 屋外側:0°C ・試験体サイズ:(w)17×(h)13																				

表 15.2.4 開口部断熱試験室内側温度一覧1

1. (一重)金属製 複層(A6)

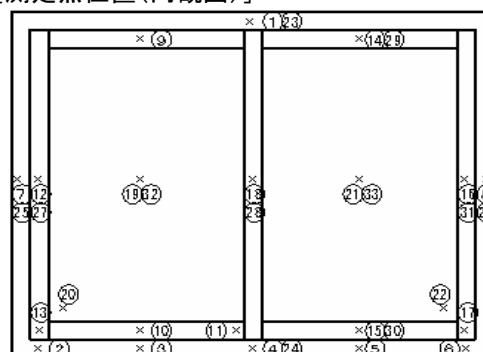
U値:4.65(W/m²・K)

□引違い

[測定温度一覧表]

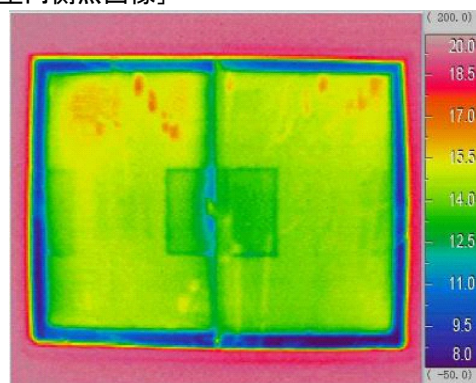
測定点	部位名	測定温度(°C)
8	右縦枠 中央	2.8
6	下枠 右端	3.3
5	下枠 内障子側 中央	3.7
11	外障子 下框 召合せ側	3.8
17	内障子 戸先框 下端	4.0
13	外障子 戸先框 下端	4.5
10	外障子 下框 中央	4.6
15	内障子 下框 中央	4.7
1	上枠 中央	4.9
16	内障子 戸先框 中央	5.2
12	外障子 戸先框 中央	5.5
4	下枠 中央	5.6
7	左縦枠 中央	5.6
9	外障子 上框 中央	6.2
10	下枠 外障子側 中央	6.3
14	内障子 上框 中央	6.4
15	下枠 左端	6.8
22	内障子ガラス 下部 右端	7.4
20	外障子ガラス 下部 左端	7.7
21	内障子ガラス 中部 中央	11.6
18	内障子 召合せ框 中央	11.7
19	外障子ガラス 中部 中央	11.9

[測定点位置(内観図)]



室内側表面温度測定点: 1 ~ 22

[室内側熱画像]



[測定温度グラフ]

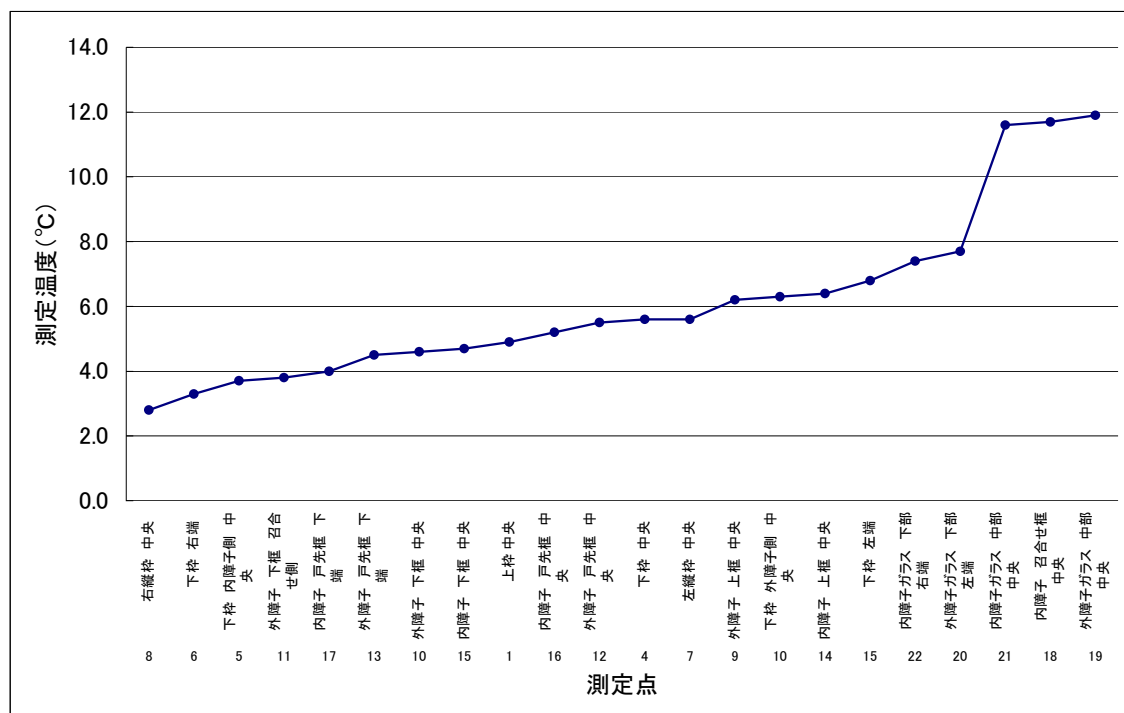


表 15.2.5 開口部断熱試験室内側温度一覧2

2. (一重)金属製熱遮断構造 複層(A12)

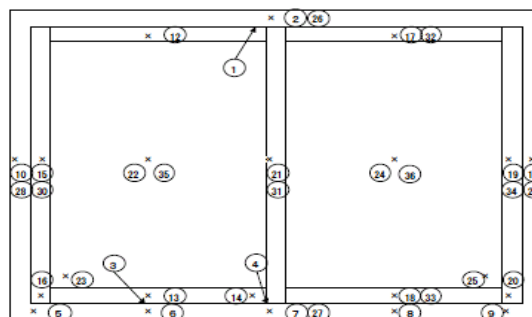
U値:3.49(W/m²・K)

□引違い

[測定温度一覧表]

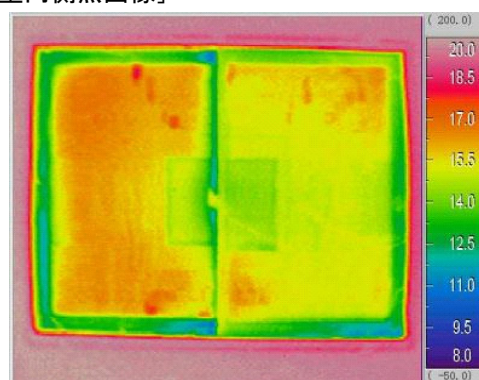
測定点	部位名	測定温度(°C)
9	下枠 右端	6.2
14	外障子 下框 召合せ側	6.5
8	下枠 内障子側 中央	7.0
11	右縦枠 中央	7.7
7	下枠 中央	8.1
13	外障子 下框 中央	8.1
16	外障子 戸先框 下端	8.1
20	内障子 戸先框 下端	8.9
4	下枠 中央 内障子レール	9.3
23	外障子ガラス 下部 左端	9.6
15	外障子 戸先框 中央	9.7
18	内障子 下框 中央	10.0
25	内障子ガラス 下部 右端	10.0
3	下枠 外障子側 中央 内障子側	10.3
5	下枠 左端	10.4
6	下枠 外障子側 中央	10.5
12	外障子 上框 中央	10.6
1	上枠 中央 内障子レール	10.7
17	内障子 上框 中央	11.0
2	上枠 中央	11.1
19	内障子 戸先框 中央	11.3
10	左縦枠 中央	11.4
24	内障子ガラス 中部 中央	13.0
21	内障子 召合せ框 中央	13.2
22	外障子ガラス 中部 中央	13.3

[測定点位置(内観図)]



室内側表面温度測定点: 1 ~ 25

[室内側熱画像]



[測定温度グラフ]

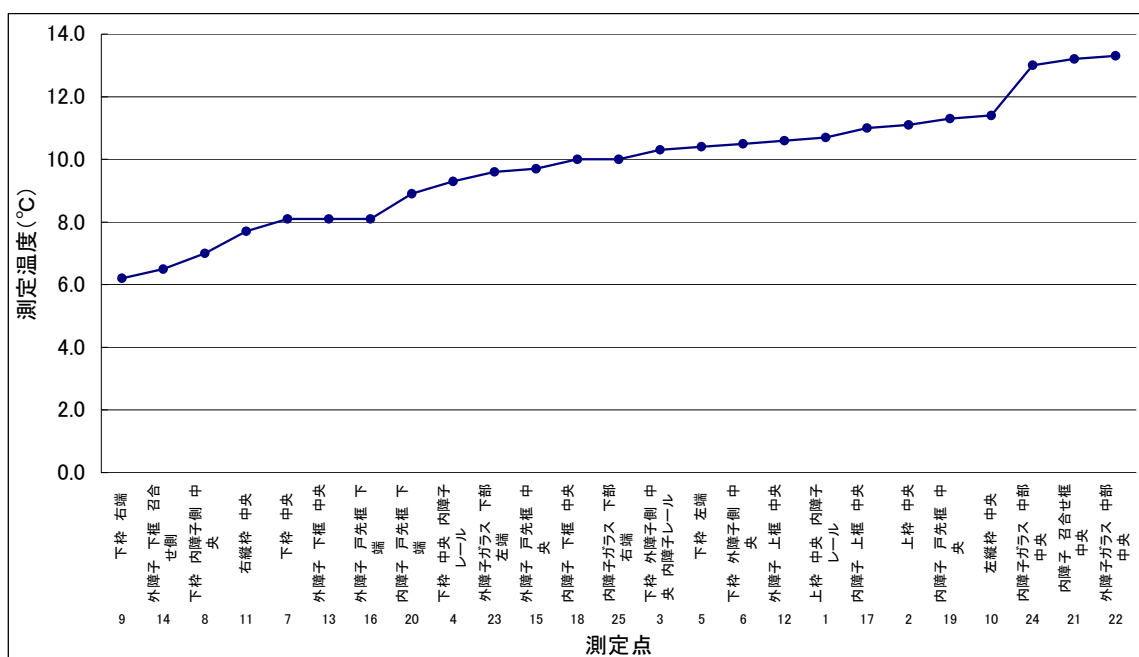


表 15.2.6 開口部断熱試験室内側温度一覧3

3. (一重)アルミ・プラスチック複合構造製 複層(A12)

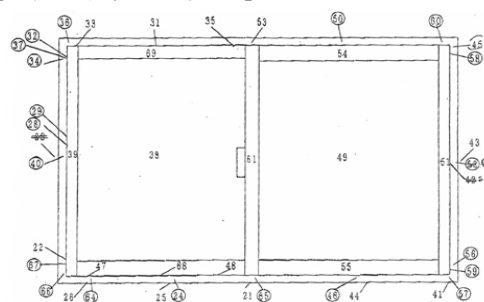
U値:3.49(W/m²・K)

□引違い

[測定温度一覧表]

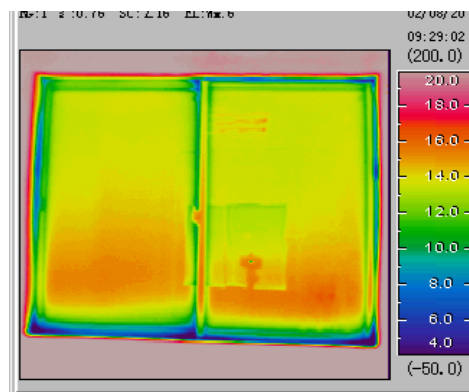
測定点	部位名	測定温度(°C)
57	内障子 戸先框 下部	6.0
64	下枠 左端	7.8
22	外障子 戸先框 下部	8.0
35	外障子 上框 召合せ側	8.1
56	右縦枠 下部	8.7
65	下枠 中央	8.8
51	内障子 戸先框 中央	9.1
55	内障子 下框 中央	9.2
33	外障子 上框 戸先側	10.0
69	外障子 上框 中央	10.1
32	外障子 戸先框 上部	10.5
46	下枠 内障子側 中央	11.0
24	下枠 外障子側 中央	11.1
54	内障子 上框 中央	11.5
66	左縦枠 下部	11.9
29	外障子 戸先框 中央	12.1
53	上枠 中央	12.3
60	上枠 右端	12.7
38	外障子ガラス 中部 中央	12.8
49	内障子ガラス 中部 中央	12.9
42	右縦枠 中央	13.7
40	左縦枠 中央	13.9
34	左縦枠 上部	14.0
36	上枠 左端	14.1
50	上枠 内障子側 中央	14.1
61	内障子 召合せ側 中央	14.2
45	右縦枠 上部	14.9
31	上枠 外障子側 中央	15.5

[測定点位置(内観図)]



室内側表面温度測定点: 22 ~ 69

[室内側熱画像]



[測定温度グラフ]

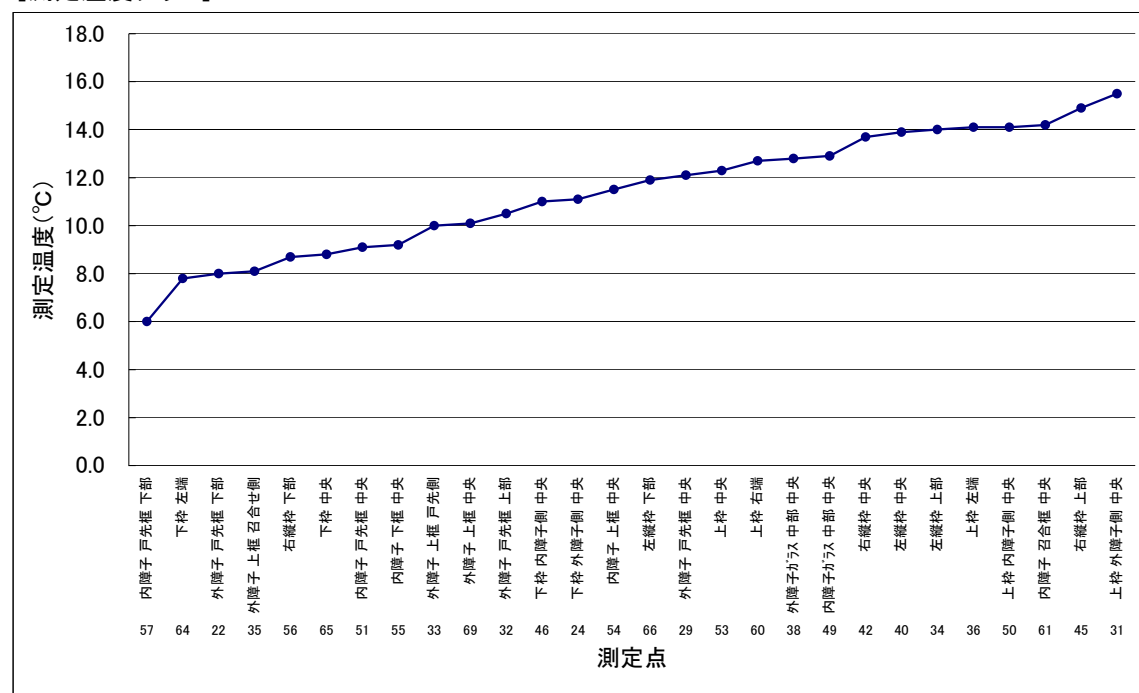


表 15.2.7 開口部断熱試験室内側温度一覧4

4. (一重)プラスチック製 複層(A12)

U値:2.91[2.33 ※](W/m²・K)

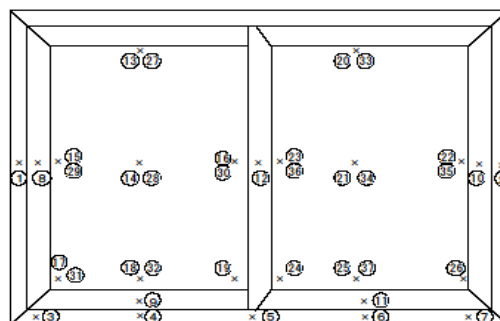
□引違い

※ガラスが低放射複層の場合

[測定温度一覧表]

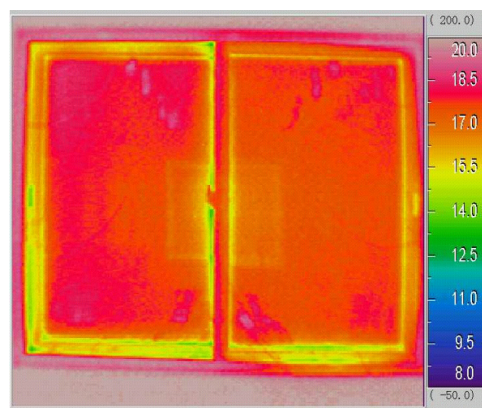
[測定点位置(内観図)]

測定点	部位名	測定温度(℃)
19	外障子ガラス 下部 右端	8.2
17	外障子ガラス 下部 左端	11.5
26	内障子ガラス 下部 右端	11.6
9	外障子 下框 中央	11.9
16	外障子ガラス 中部 右端	11.9
24	内障子ガラス 下部 左端	12.1
18	外障子ガラス 下部 中央	12.3
25	内障子ガラス 下部 中央	12.4
8	外障子 戸先框 中央	12.8
11	内障子 下框 中央	13.3
15	外障子ガラス 中部 左端	13.9
22	内障子ガラス 中部 右端	14.0
23	内障子ガラス 中部 左端	14.8
7	下枠 右端	14.9
10	内障子 戸先框 中央	15.2
13	外障子ガラス 上部 中央	16.0
6	下枠 内障子側 中央	16.1
5	下枠 中央	16.2
12	内障子 召合せ框 中央	16.4
20	内障子ガラス 上部 中央	16.5
21	内障子ガラス 中部 中央	16.7
14	外障子ガラス 中部 中央	16.8
3	下枠 左端	17.3
2	右縦枠 中央	17.5
4	下枠 外障子側 中央	17.9
1	左縦枠 中央	18.1



室内側表面温度測定点: 1 ~ 26

[室内側熱画像]



[測定温度グラフ]

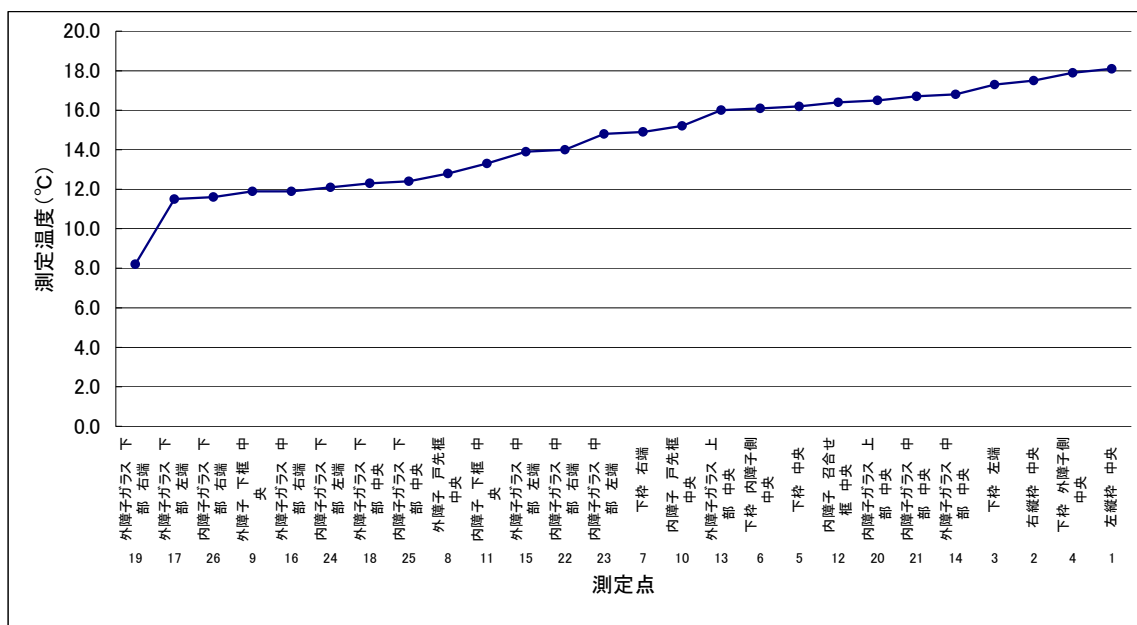


表 15.2.8 開口部断熱試験室内側温度一覧5

5. (二重)金属製(単板3mm)+プラスチック製(単板3mm)

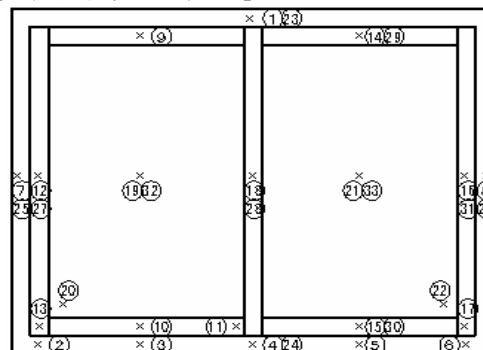
U値: 2.91 (W/m²・K)

□引違い

[測定温度一覧表]

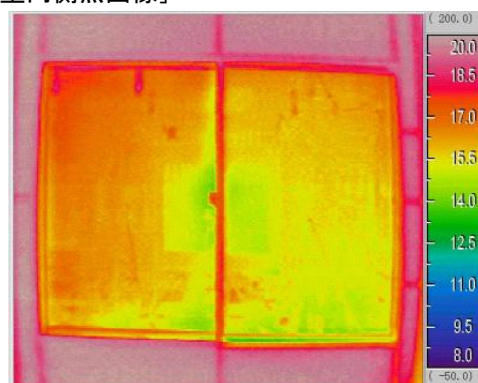
測定点	部位名	測定温度(°C)
11	外障子 下框 召合せ側	9.6
20	外障子ガラス 下部 左端	9.9
10	外障子 下框 中央	10.1
22	内障子ガラス 下部 右端	10.5
15	内障子 下框 中央	11.1
13	外障子 戸先框 下端	11.8
17	内障子 戸先框 下端	11.8
6	下枠 右端	12.5
5	下枠 内障子側 中央	13.1
19	外障子ガラス 中部 中央	13.4
21	内障子ガラス 中部 中央	13.4
4	下枠 中央	14.2
12	外障子 戸先框 中央	15.0
13	下枠 左端	15.8
8	右縦枠 中央	16.1
16	内障子 戸先框 中央	16.1
9	外障子 上框 中央	16.4
10	下枠 外障子側 中央	16.5
18	内障子 召合せ框 中央	16.9
7	左縦枠 中央	17.6
14	内障子 上框 中央	17.9
1	上枠 中央	18.5

[測定点位置(内観図)]



室内側表面温度測定点: 1 ~ 22

[室内側熱画像]



[測定温度グラフ]

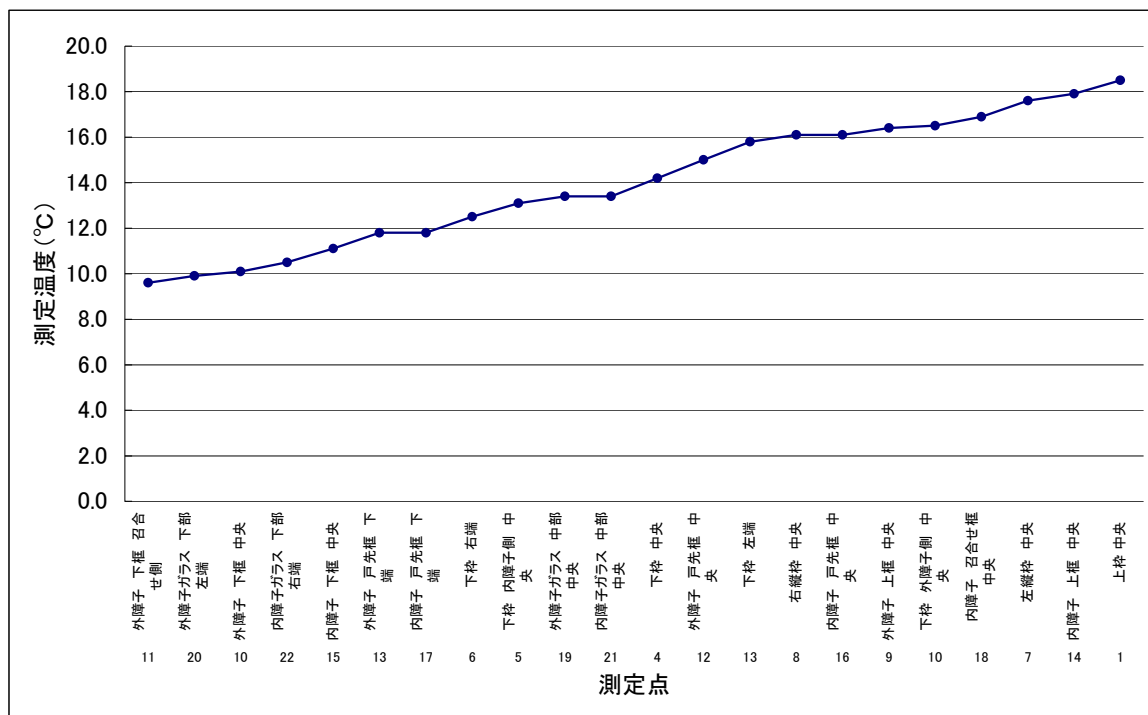


表 15.2.9 開口部断熱試験室内側温度一覧6

6. (二重)金属製(単板3mm)+プラスチック製(複層A12)

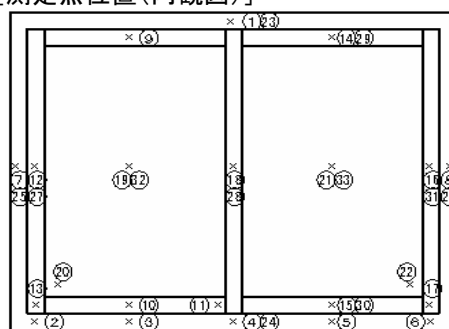
U値:2.33(W/m²・K)

□引違い

[測定温度一覧表]

測定点	部位名	測定温度(°C)
11	外障子 下框 召合せ側	9.7
13	外障子 戸先框 下端	10.5
10	外障子 下框 中央	10.6
15	内障子 下框 中央	11.5
5	下枠 内障子側 中央	12.5
20	外障子ガラス 下部 左端	12.6
6	下枠 右端	13.0
22	内障子ガラス 下部 右端	13.5
17	内障子 戸先框 下端	13.6
12	外障子 戸先框 中央	14.2
16	内障子 戸先框 中央	15.0
9	外障子 上框 中央	15.2
19	外障子ガラス 中部 中央	15.4
21	内障子ガラス 中部 中央	15.4
4	下枠 中央	15.7
5	下枠 左端	16.7
18	内障子 召合せ框 中央	16.7
8	右縦枠 中央	17.0
9	下枠 外障子側 中央	17.5
14	内障子 上框 中央	18.0
7	左縦枠 中央	18.3
1	上枠 中央	19.1

[測定点位置(内観図)]



15.2.3 現場発泡ウレタンの防露性

現場発泡ウレタンは、複雑な形状の部位においても比較的簡単に施工ができることから、集合住宅の断熱材として普及が進んでいるが、戸建住宅の充填断熱としても拡大が見込まれている。断熱改修を考えた場合にもその施工性・作業性の良さから適用が進むものと考えられる。一方でウレタン断熱材にはフロン系発泡剤が使われてきたが、オゾン層破壊や温暖化影響など環境負荷が大きいことからノンフロン化が進みつつある。現場発泡ウレタンのノンフロン化手段としては発泡剤に炭酸ガスを用いるのが一般的であるが、気泡が部分的に連続化した構造をもつものがあるため、壁体内での防露性を考慮すると検証が必要である。この章では、単純な壁体モデルを設定し、非定常モデルによる湿気シミュレーションを行った。

1) 壁体モデルと材料物性

戸建住宅と集合住宅の壁体モデルとして図 15.2.14, 表 15.2.10 に示すモデルを設定した。表 15.2.11, 表 15.2.12 に各材料の物性値を記す。シミュレーションには「INSYS 非定常・熱

湿気計算システム H&M (株)山内設計室」を用いた。なお、壁体は日射が少なく結露が発生し易い北側外壁を想定した。

表 15.2.10 壁体モデル詳細 単位: mm

省エネ基準	外気 (北側)	透湿率 $[\text{ng}/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})]$	断熱材(厚さ)	コンクリート、合板(厚さ)	外装材、内装材(厚さ)
次世代基準	旭川(I)	$\delta=4.5$	集合住宅用(65)	コンクリート(135)	石膏ボード(9.5)
		$\delta=6.0, 9.0$	集合住宅用(80)	コンクリート(135)	石膏ボード(9.5)
		$\delta=15.0$	戸建住宅(115)	合板(15)	アスファルトフェルト(0.5)
	宇都宮(IV)	$\delta=4.5$	集合住宅用(35)	コンクリート(135)	石膏ボード(9.5)
		$\delta=6.0, 9.0$	集合住宅用(40)	コンクリート(135)	石膏ボード(9.5)
		$\delta=15.0$	戸建住宅(75)	合板(15)	アスファルトフェルト(0.5)
	東京(IV)	$\delta=4.5$	集合住宅用(35)	コンクリート(135)	石膏ボード(9.5)
		$\delta=6.0, 9.0$	集合住宅用(40)	コンクリート(135)	石膏ボード(9.5)
		$\delta=15.0$	戸建住宅(75)	合板(15)	アスファルトフェルト(0.5)

表 15.2.11 断熱材の物性

		集合住宅用断熱材(フロン)					集合住宅用断熱材(ノンフロン)					戸建住宅用断熱材(ノンフロン)			
絶乾密度	$[\text{kg}/\text{m}^3]$	30				測定	30				測定	22			
比熱	$[\text{J}/\text{kg} \cdot \text{K}]$	920				測定	920				測定	920			
	$[\text{kcal}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}]$	0.22				測定	0.22				測定	0.22			
熱伝導率	$[\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}]$	0.025				測定	0.034				測定	0.034			
	$[\text{kcal}/\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}]$	0.022				測定	0.0292				測定	0.0292			
湿気伝導率	$[\text{kg}/\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}]$	4.5×10^{-12}				設定	$(6.0, 9.0) \times 10^{-12}$				設定	15.0×10^{-12}			
	$[\text{g}/\text{m} \cdot \text{mmHg}]$	0.00216				設定	0.00288, 0.00432				設定	0.0072			
平衡含水率	係数	a	b	c	d	注1	a	b	c	d	注1	a	b	c	d
	(吸湿過程)	0.0025	0.44	-0.68	6.11	注1	0.0025	0.44	-0.68	6.11	注1	0.0025	0.44	-0.68	6.11

表 15.2.12 壁体構成材の物性値

		コンクリート					合板					石膏ボード					アスファルトフェルト			
絶乾密度	$[\text{kg}/\text{m}^3]$	2200				文1	500				文1	700				文1	810			
比熱	$[\text{J}/\text{kg} \cdot \text{K}]$	940				文1	1886				文1	1884				文1	1047			
	$[\text{kcal}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}]$	0.22				文1	0.45				文1	0.45				文1	0.25			
熱伝導率	$[\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}]$	1.6				文2	0.111				文1	0.22				文1	0.725			
	$[\text{kcal}/\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}]$	1.38				文2	0.0957				文1	0.19				文1	0.625			
湿気伝導率	$[\text{kg}/\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}]$	4.6×10^{-12}				文1,3	2.0×10^{-12}				文1	50×10^{-12}				文1	0.2×10^{-12}			
	$[\text{g}/\text{m} \cdot \text{mmHg}]$	0.0022				文1,3	0.0036				文1	0.024				文1	0.0001			
平衡含水率	係数	a	b	c	d	文1	a	b	c	d	文1	a	b	c	d	文1	a	b	c	d
	(吸湿過程)	0.060	0.74	-0.86	4.96	文1	0.35	0.80	-0.60	19.20	文1	0.04	1.11	-1.39	10.5	文1	0.0001	1.00	0.00	0.00

文1: 日本建築学会編、建築材料の熱・空気・湿気物性値、2001年、丸善株式会社

文2: 住宅の省エネルギー基準の解説、2002年、IBEC

文3: 岩前、シンポジウム「湿気物性学術基準-測定法と測定値について」の「物性値の測定例とその典型値-事務への応用を睨んで(p5、測定値

測定値の詳細は「付表-1最新データによる湿気伝導率」(p45を参照)」、2003年7月、日本建築学会環境工学委員会環境小委員会

湿気WG(湿気物性777' ミクスラダート SWG)

注1: 文1のXPSの値から引用

注2: http://amamori.tajima-roof.co.jp/new/shin_sita.html

注3: (株)山内設計室よりヒヤリング

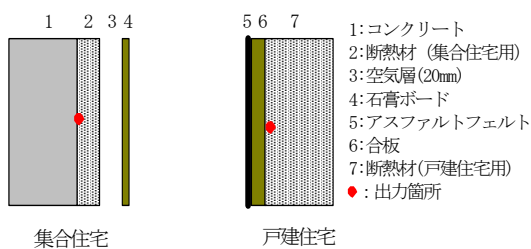


図 15.2.14 壁体モデル

2) 対象地域と断熱仕様

評価対象地域として、旭川(I地域)、宇都宮(IV地域)、東京(同)を選定した。各都市の外気条件は拡張アメダス気象データを用い、断熱仕様は次世代省エネルギー基準に準拠した。(表 15.2.11 参照)

3) 室内温湿度設定

室内温度はいずれも下記式(1)に従い年周期変動(冬 18℃、夏 27℃の間)とした。

$$4.5 \cos \left[\frac{2\pi(\text{day}-212)}{365} + 22.5 \right]$$

$\text{day}=1/1$ を起点とした延べ日数日(1)

註1)住宅型式性能認定申請要領(HR住-604-01)、平成14年(財)日本建築センター

室内湿度は、①相対湿度 40% ②相対湿度 60% の2水準の設定とし、いずれも年間を通して一定とした。

4) 初期条件と評価期間

初期条件として躯体内の温度は 20℃、相対湿度は 75%とした。計算期間は初年度の7月1日から3年目の6月30日までの3年間とした。そのうち初年度の1年間は助走期間とみなし、2年目の7月1日から3年目の6月30日までの2年間を検討対象期間とした。

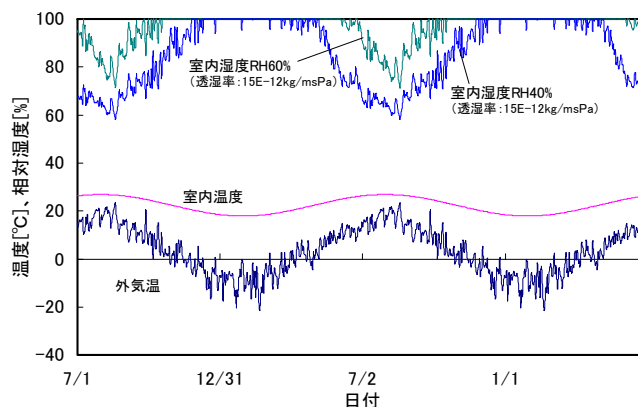


図 15.2.15 戸建住宅(旭川)の場合

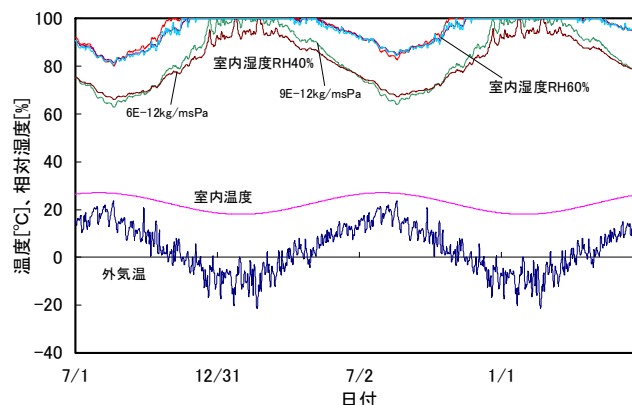


図 15.2.16 集合住宅(旭川)の場合

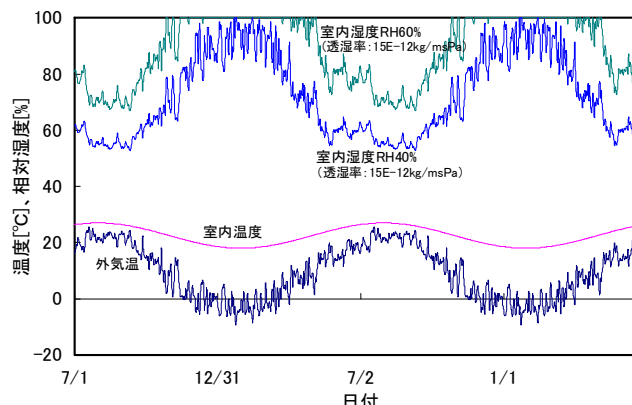


図 15.2.17 戸建住宅(宇都宮)の場合

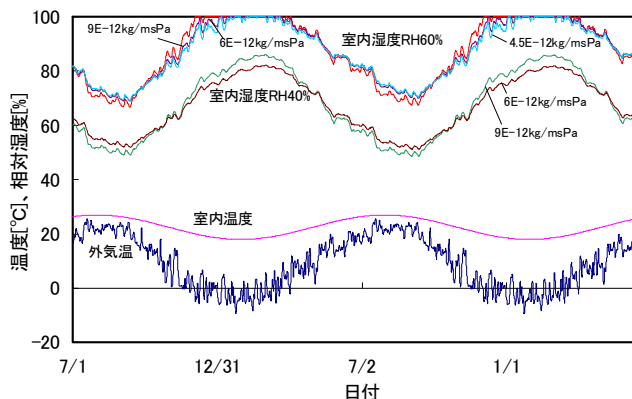


図 15.2.18 集合住宅(宇都宮)の場合

5) 結果および考察

戸建住宅では、旭川においていずれの室内相対湿度においても、冬期に壁体内の相対湿度が100%に達する期間が継続している。宇都宮においても室内相対湿度が60%の場合に同様の傾向があった。木材腐朽の要因になる可能性があるため、防湿層の施工が推奨されることになる。

集合住宅では室内相対湿度がおおよそ40%以下であれば、旭川のような寒冷地であっても壁体内結露の可能性はほとんどないことがわかった。

(水田 和彦)

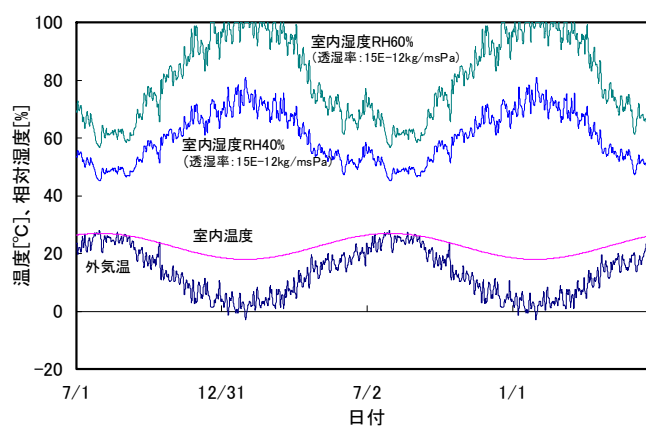


図 15.2.19 戸建住宅（東京）の場合

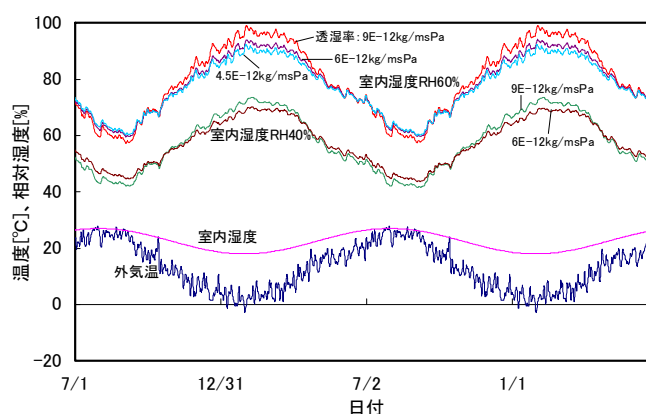


図 15.2.20 集合住宅（東京）の場合

15.2.4 間仕切りの通気止め効果

1) 目的

断熱改修においては、天井・床部は天井裏・床下へ進入し断熱施工できる場合があるが、壁部は外装材か内装材をはがさない限り施工は難しい。その場合、壁と天井・床の取り

合い部に断熱材を詰める方法があるが、その断熱効果は定量的な評価がされていないため実験した。

2) 実験概要

(1) 試験体仕様

2 室式恒温恒湿層の界壁部分に外壁のイメージの壁体を作成した。455mm巾の試験体が4つ並びその仕様は

・壁体

No.1: 通気止めなし

No.2: 通気止めあり(上下とも裸 GW)

No.3: 通気止めあり(上: PE 付きGW、
下: 裸GW)

No.4: 通気止めあり(上下とも PE 付きGW)
である。

通気止めは、グラスウール密度 10kg/m^3 -75 mm のものを二つ折りして施工した。

(2) 測定項目・測定位置・測定条件

壁内空気温湿度：

上、中、下の3点

熱流量：

内装材表面で熱流計により合計9点

壁表面温度：

熱流計の位置で壁体内面

測定条件：

自然通気、強制通気

(1,3,5,7,10 リットル/min、ただし、壁体No.1のみ 20,30, 50 リットル/min を追加)

室内側温湿度・・・20℃、40%RH

外気側温湿度・・・5℃、数%RH

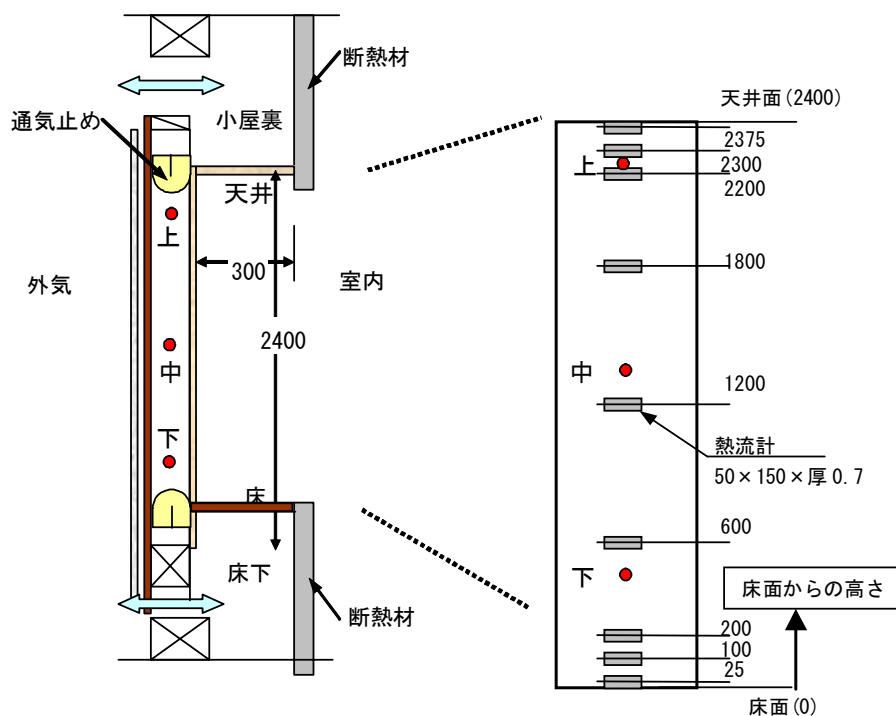


図 15.2.21 壁体断面図

熱流計・温湿度度取付位置図

3) 実験結果

(1) 温度

自然通気状態では、通気止めの有る中空層は通気止めのない中空層と比べ4～7℃高くなっており、通気止めの断熱効果が見られた。壁体 No.1では強制通気時のほうが中空層温度が高くなっているが、これは換気設備能力が低く(Max で 55l/min)自然通気時のほうが通気量が大きいことによるものと思われる。壁体 No.2～4 では自然通気時・強制換気時(Max10l/min)ともほとんど差は見られない。上下については壁体上側ほど、通気止め有無の温度差は大きくなっている。

断熱材加熱側温度は壁体 No.1 より No.2～

4のほうが約3℃高くなっており、室内の壁表面温度も通気止めの施工で3℃程度上昇しているものと思われる。

(2) 湿度

壁体 No.1の絶対湿度が No.2～4 より小さくなっているが、通気量の小さいケースほど中空層内の絶対湿度は高くなっており通気による排湿量差と思われる。室内仕上げは石膏ボードであり室内からの湿気移動分のほうが排湿量を上回っているものと思われる。

(3) 熱流量

壁体中央部において No.1の熱貫流率は2.

3W/m²・K、No.2～4が1.3～1.4W/m²・Kであり、上下の通気止め効果は熱貫流抵抗で0.3 m²・K/W程度であった。上下については若干上側

ほど熱貫流率は小さくなっている。また上下端部近くの熱貫流率が小さいのは、グラスウール充填部であることによる。

4) まとめ

実験を通して、通気止め有無の場合の断熱効果が確認できた。壁体中央部において熱貫流抵抗換算で0.3 m²・K/W程度のプラス効果であり壁表面温度が約3℃上昇し、壁の断熱改修がなされない場合の改修手法として有効であると思われる。一方絶対湿度は室内からの移動による高湿化が見られたが、室内表面仕

上げなど壁構成による影響が大きいので、継続的な検討が必要と考える。グラスウールの防湿層の有無については、温湿度とも差は小さく施工上の隙間などの影響のほうが大きいものとする予想される。

(小南 和也・布井 洋二)

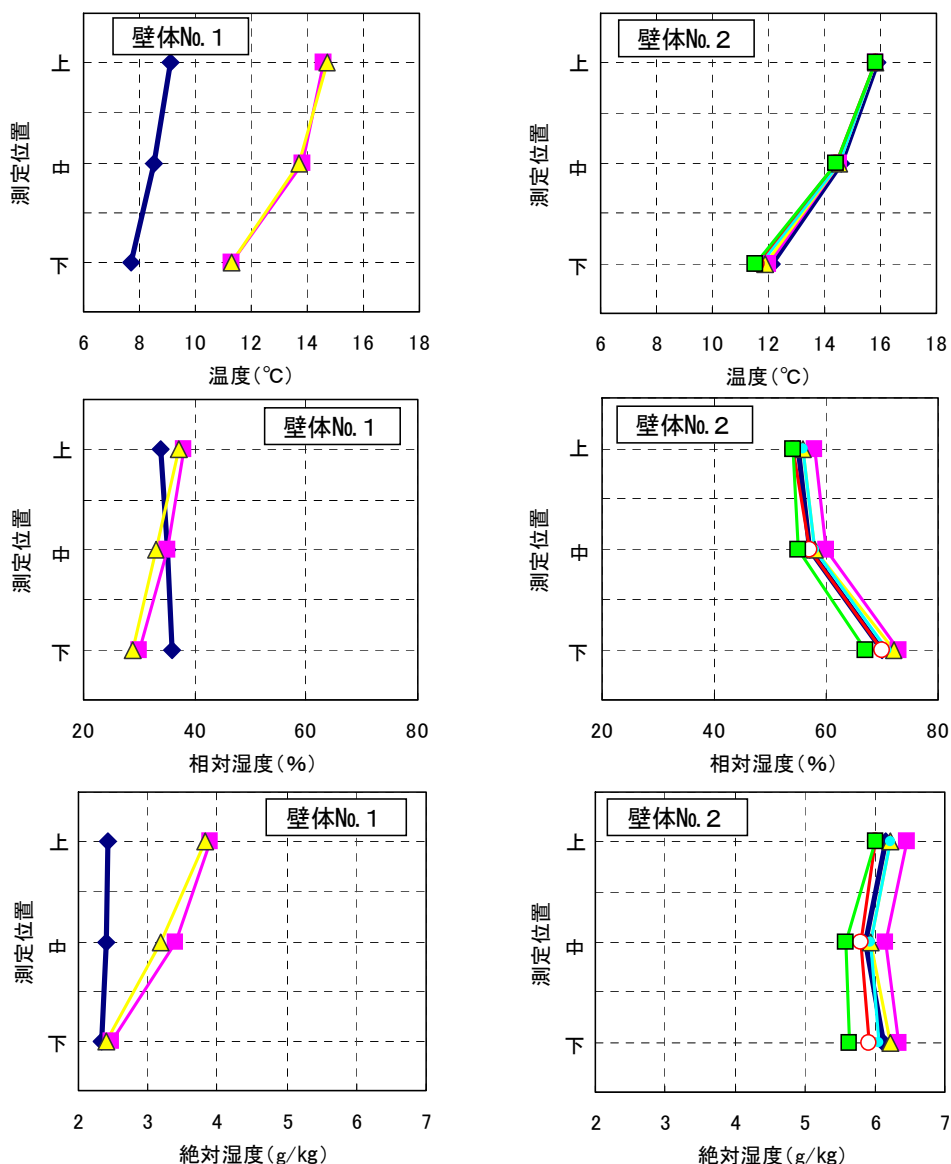


図 15.2.22 実験結果—温度・湿度（壁体No.1・No.2）

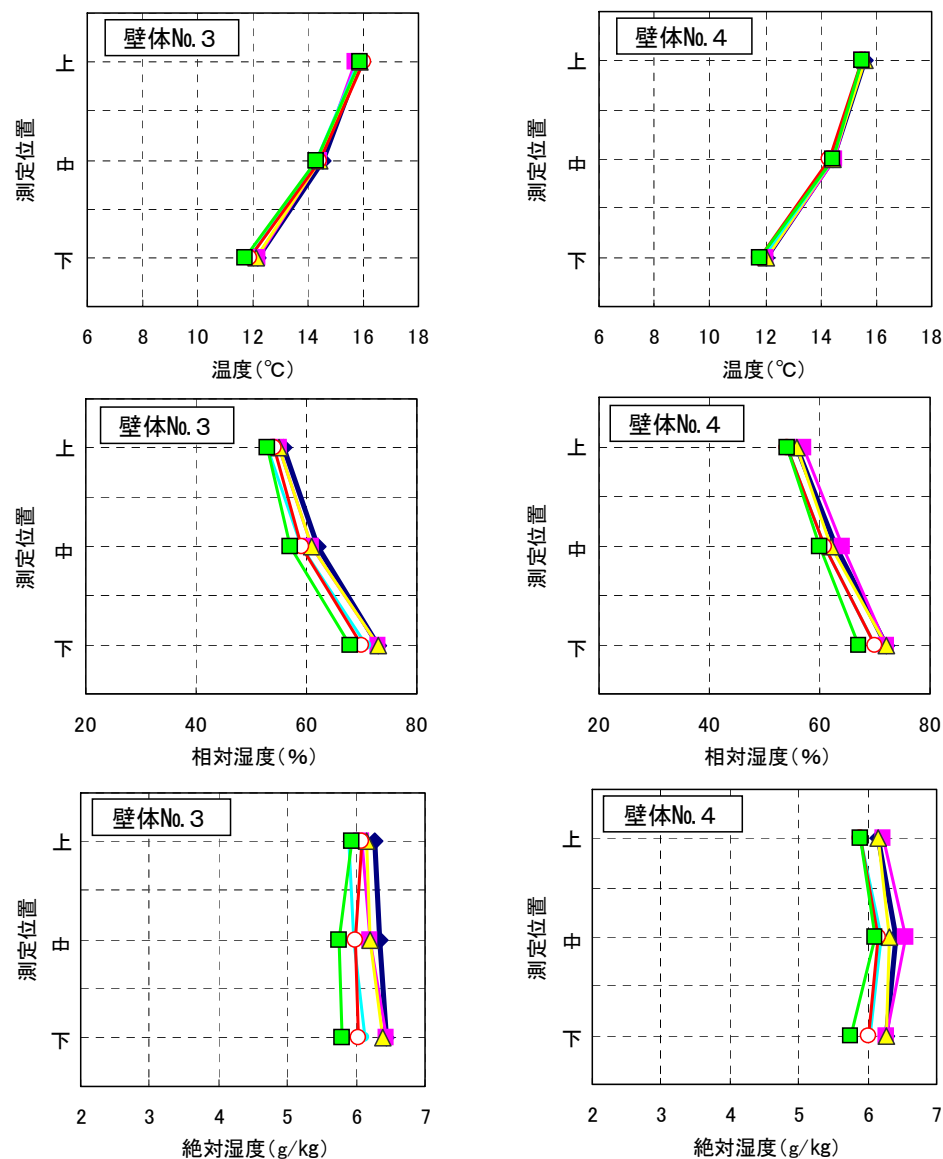


図 15.2.23 実験結果—温度・湿度 (No. 3・No. 4)

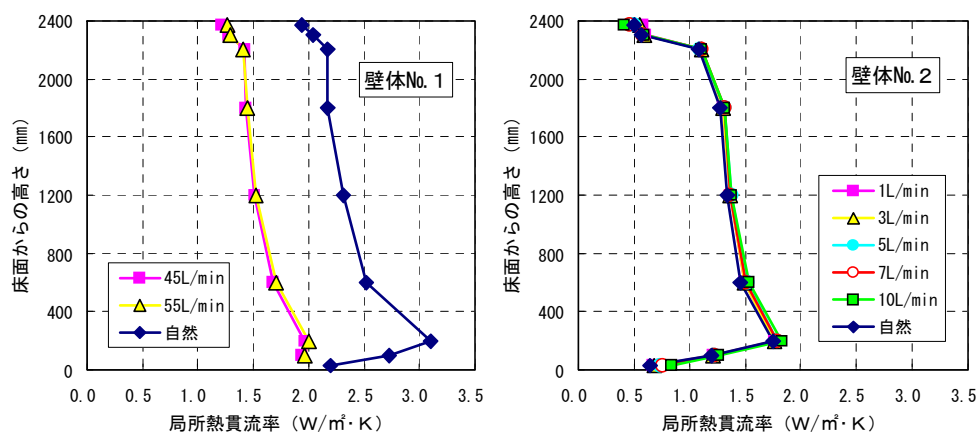


図 15.2.24 実験結果—熱流量 (1)

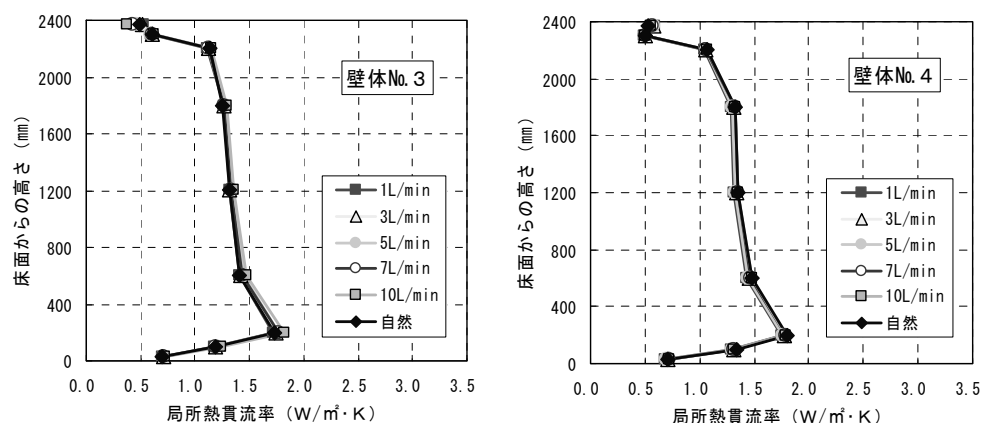


図 15.2.24 実験結果－熱流量 (1) (続き)

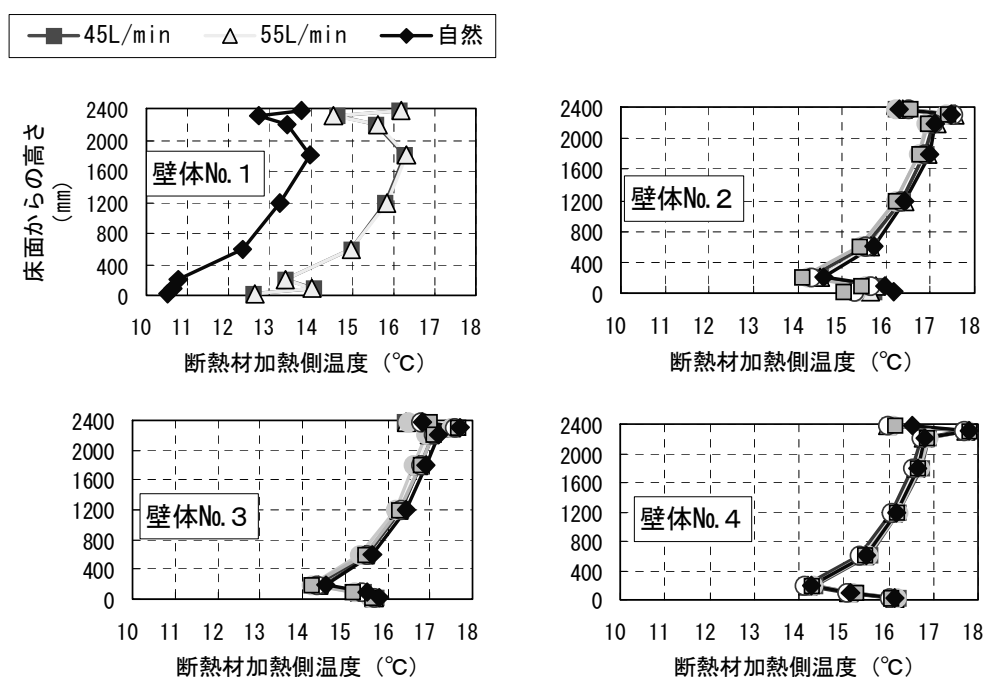


図 15.2.25 実験結果－熱流量 (2)

15.2.5 その他断熱改修市場における部品・手法の事例と性能要件の整理

1) 断熱改修手法事例紹介

次ページ以下に、本委員会で取りまとめた断熱材改修関連製品・工法一覧を、

- ・木造用
- ・RC用
- ・開口部変更
- ・気密部材設置

のそれぞれの用途別に整理して一覧表に示す。

(石崎 竜一)

改修 部位	改修する断熱材 の位置	施工方法	工法名	断熱材	対応する商品・システム名	製造元	仕 様	断熱性能 熱伝導率(W/m・K)	設計価格(円/m ²)	
									材料	材工
床	根太間もしくは大引間	床はそのままで、床下から 断熱改修を行う	充填断熱工法	繊維系断熱材(ボード状)	マットエースUボード	旭ファイバーグラス	グラスウール 32K 42mm	0.036	760円/m ²	
					床トップ	マダ	グラスウール 32K 42mm	0.038	760円/m ²	
					アキレスエアロン FR-NF	アキレス	吹付硬質ウレタンフォーム(CO2発泡)吹付 厚15mm	0.033		2,300円/m ²
					エバーライトNFNR	ブリジストン	吹付硬質ウレタンフォーム吹付厚25mm	0.034		
					クララフォームR SGL工法	倉敷紡績	吹付硬質ウレタンフォーム(CO2発泡)吹付 厚10mm	0.026		3,200円/m ²
					マットエースUボード	旭ファイバーグラス	グラスウール 32K 42mm	0.036	760円/m ²	
					床トップ	マダ	グラスウール 32K 42mm	0.038	760円/m ²	
					マットエースUロール	旭ファイバーグラス	グラスウール 10K 100mm	0.050	740円/m ²	
					マグマット床	マダ	グラスウール 10K 100mm	0.050	740円/m ²	
					ミラフォーム	JSP	押出法ホリシテフォーム(3B) 厚30mm 幅910×長さ1820	0.028	1,520円/m ²	
間仕切り下部	間仕切り下部	床下から通気止めによる断 熱改修を行う	通気止め	繊維系断熱材(フェルト状)	スタイロフォーム EK	タウ化工	押出法ホリシテフォーム(3B) 20mm 幅 910×長さ1820	0.028	1,020円/m ²	
					アキレスボードV-1	アキレス	硬質ウレタンフォーム 厚15mm 幅288× 長さ1820	0.021	1,020円/m ²	
					AFボード	旭ファイバーグラス	ウレタン変性イソシアレートフォーム 30mm 幅 910×長さ1820	0.020	1,790円/m ²	
					グラスロン間仕切りエース	旭ファイバーグラス	グラスウール 10K 75mm	0.050	260円/枚	
					通気止め	城東テクノ				
					キノダン	旭ファイバー	グラスウール 48K 60mm、遮水層付	0.035	3,560円/m ²	
					ミラフォーム	JSP	押出法ホリシテフォーム(3B) 厚30mm 幅910×長さ1820	0.028	1,520円/m ²	
基礎	基礎外側又は内側	基礎の外側又は内側で断 熱改修を行う	張付断熱工法	発泡プラスチック系断熱材	スタイロフォーム EK	タウ化工	押出法ホリシテフォーム(3B) 20mm 幅 910×長さ1820	0.028	1,020円/m ²	
					アキレスボード外張り基礎	アキレス	硬質ウレタンフォーム 厚30mm 高さ 450mm長さ1000mm	0.024		

改修部位	改修する断熱材の位置	施工方法	工法名	断熱材	対応する商品・システム名	製造元	仕様	断熱性能 熱伝導率(W/m・K)	設計価格(円/㎡)	
									材料	材工
外壁	軸組みの中(柱、間柱の間)	外装材を撤去した後、外側から柱、間柱間で断熱改修を行う	充填断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	マトエース	旭ファイバーグラス	グラスウール 10K 100mm	0.050	760円/㎡	
					マグスーバーポリカット	マグ	グラスウール 10K 100mm	0.050	760円/㎡	
					ミラフォーム	JSP	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 厚30mm 幅910×長さ1820	0.028	1,520円/㎡	
					スタイロフォーム EK	ダウ化工	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 20mm 幅910×長さ1820	0.028	1,020円/㎡	
					アキレスボードAGノンフロン	アキレス	硬質ウレタンフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.024	1,810円/㎡	
					ハンディーフフォーム(気密シール補修用)	バルカ技研	硬質ウレタンフォーム 32.5kg/㎡	0.015		
					アキレスエアロン FR-NF	アキレス	吹付硬質ウレタンフォーム 吹付厚15mm	0.033		2,200円/㎡
					エバーライトNFR	ブリジストン	吹付厚25mm	0.034		
					クララフォームR SGL工法	倉敷紡績	吹付硬質ウレタンフォーム(CO2発泡)吹付厚10mm	0.026		3,200円/㎡
					FASJフォーム	福地産業	エアライト現場発泡硬質ウレタンフォーム	0.021	会員価格につき未公表	
					アキレスSRI工法	アキレス	注入用硬質ウレタンフォーム 壁面断熱材 100mm	0.034(15kg/㎡)		12,000円/㎡
					Mat-GWOS工法	旭ファイバーグラス	高性能グラスウール 32K 45mm	0.035		3,000円/㎡
					マジオス工法	マグ	グラスウール 32K 45mm	0.038	1,840円/㎡	
軸組みの外側	外装材を撤去した後、軸組みの外側から断熱改修を行う 又は、外装材を下地として、その上から断熱改修を行う	外張断熱工法	繊維系断熱材(ボード状)	発泡プラスチック系断熱材	ミラフォーム	JSP	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 厚30mm 幅910×長さ1820	0.028	1,520円/㎡	
					スタイロフォーム EK	ダウ化工	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 20mm 幅910×長さ1820	0.028	1,020円/㎡	
					アキレスボード外張り	アキレス	硬質ウレタンフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.024		
					PUF外断熱工法	バーマストン日本	ポリスチレンフォーム50～100mm	0.043～0.034		31,370円/㎡
					dribit工法	東邦レオ	ドライビットボード50mmを含む	0.043		18,500円/㎡
					RC8外断熱工法	東邦レオ	35mm		5,940円/㎡	
					DM外断熱工法	マーベックス	ポリスチレンフォーム40mm+タイラビガー	0.037		3,500円/㎡
					AFボード	旭ファイバーグラス	ウレタン変性イジスレートフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.028～0.039		
								0.020	1,790円/㎡	

改修部位	改修する断熱材の位置	施工方法	工法名	断熱材	対応する商品・システム名	製造元	仕 様	断熱性能 熱伝導率(W/m・K)	設計価格(円/㎡)	
									材料	材工
外 壁	軸組みの外側	外装材を撤去した後、軸組みの外側から断熱改修を行う 又は、外装材を下地として、その上から断熱改修を行う	外装断熱工法	発泡プラスチック系断熱材一体型外装材 ※主に断熱が目的、断熱性能は期待できない。	Danサイディング アルカベール&アイアンペール アキレスアークリー(壁物語) アキレスColors「真彩J」 メタルサイディング アイジ断熱サイディング	トステム YKK AP アキレス アキレス ニチハ アイジー工業	Yレクシオン(スチール15mm) カルミア鋼板+硬質プラスチックフォーム15mm(7/17アパール) 横張りタイプ18mm カルミア鋼板+ウレタン発性/ポリイソレートフォーム18mm カルミア鋼板+硬質ポリウレタン17.3mm 15mm	0.034 0.035 2.500~4.000 円/㎡	4,200円/㎡ 2,200~4,300 円/㎡ 3,340~3,880 円/㎡ 4,930円/㎡ 3,800円/㎡	材工
	軸組みの中(柱、間柱の間)	内装材を撤去した後、壁内側から柱、間柱間で断熱改修を行う	充填断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	マトエース マグスーパードリカコト	旭ファイバーグラス マグ	グラスウール 10K 100mm グラスウール 10K 100mm	0.050 0.050	760円/㎡ 760円/㎡	
			吹込み工法	繊維系断熱材(ばら状)	キュービックブローエース-K DBI工法	旭ファイバーグラス マグ	高性能グラスウール 30K 100mm グラスウール 35K 100mm	0.040 0.034		4,350円/㎡
			吹付け工法	現場発泡系断熱材	アキレスエアロン FR-NF エバーライトNFNR クララフォーム-R SGL工法 フォームライトSL工法	アキレス プリジストン 倉敷紡績 BASF INOAC ポリウレタン	吹付硬質ウレタンフォーム 吹付け厚15mm 吹付け厚25mm 吹付硬質ウレタンフォーム(CO2発泡)吹付け厚10mm 吹付け厚70mm	0.033 0.034 0.026 0.038	2,200円/㎡ 3,200円/㎡ 3,500円/㎡	
		内装材を下地として、その上から断熱改修を行う	張付断熱工法	発泡プラスチック系断熱材	ミラフォーム スタイロフォーム EK アキレスボードAGノンフロン	JSP ダウ化工 アキレス	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 厚30mm 幅910×長さ1820 押出法ポリスチレンフォーム(3B) 20mm 幅910×長さ1820 硬質ウレタンフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.028 0.028 0.024	1,520円/㎡ 1,020円/㎡ 1,810円/㎡	

改修部位	改修する断熱材の位置	施工方法	工法名	断熱材	対応する商品・システム名	製造元	仕 様	断熱性能 熱伝導率(W/m・K)	設計価格(円/㎡)	
									材料	材工
外 壁	軸組みの中(柱、間柱の間)	内装材を下地として、その上から断熱改修を行う	張付断熱工法	下地材一体型断熱材	ミラフォームハネル後貼り工法	JSP	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 25mm+PB9.5mm	0.028	2,300円/㎡	
					スタイロパネル P	ダウ化工	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 20mm+PB9.5mm	0.028	2269円/㎡	
					アキレスNDハネルS	アキレス	硬質ウレタンフォーム 10mm+PB9.5mm	0.021	1,750円/㎡	
					アキレスハイノン合板	アキレス	硬質ウレタンフォーム10mm+合板	0.021	2,325円/㎡	
					複合くん	ニチハ	木毛セメント板+グラスウール12mm	0.34(m²・K/W)		
					ガラスロン間仕切りエース	旭ファイバーグラス	グラスウール 10K 75mm	0.050	260円/枚	
					通気止め	城東テクノ				
天 井	天井板の小屋裏側	小屋裏側から断熱改修を行う	天井敷込工法	繊維系断熱材(フェルト状)	マットエース Tロール	旭ファイバーグラス	グラスウール 10K 100mm	0.050	750円/㎡	
					マグマット天井	マグ	グラスウール 10K 100mm	0.050	730円/㎡	
					キュービックプロエース	旭ファイバー	高性能グラスウール 13K 100mm 厚さ200mm	0.052	4,300円/㎡	
					マグブロー	マグ	グラスウール 13K 100mm 厚さ210mm	0.045	3,000円/㎡	
					ダンバック天井吹込み	王子製紙	吹込み厚100mm	0.039	2,000円/㎡	
					天井吹き込み工法	市川産業	吹込み厚100mm	0.039	2,000円/㎡	
					セルダンD工法	吉永商事	吹込み厚100mm	0.04	6,500円/㎡	
					エコファイバー-SEN工法	エコピア飯田	吹込み厚200mm	0.032	3,300円/㎡	
天井板の室内側	天井を下地として、室内側から断熱改修を行う	張上げ工法	張上げ工法	発泡プラスチック系断熱材	ミラフォーム	JSP	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 厚30mm 幅910×長さ1820	0.028	1,520円/㎡	
					スタイロフォーム EK	ダウ化工	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 20mm 幅910×長さ1820	0.028	1,020円/㎡	
					アキレスボードAGノンフロン	アキレス	硬質ウレタンフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.024	1,810円/㎡	
					ミラフォームハネル後貼り工法	JSP	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 25mm+PB9.5mm	0.028		0.28
					スタイロパネル P	ダウ化工	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 25mm+PB9.5mm	0.028		
					アキレスNDハネルS	アキレス	硬質ウレタンフォーム 25mm+PB9.5mm	0.021		

V 自立循環型住宅の普及促進[D]

改修部位	改修する断熱材の位置	施工方法	工法名	断熱材	対応する商品・システム名	製造元	仕様	断熱性能 熱伝導率(W/m・K)	設計価格(円/㎡)	
									材料	材工
天井	間仕切り壁の上部	小屋裏から間仕切り壁上部に通気止めによる断熱改修を行う	通気止め	繊維系断熱材(フェルト状)	グラスロン間仕切りエース	旭ファイバーグラス	グラスウール 10K 75mm	0.050	280円/枚	
	野根(たる木)の外側	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	発泡プラスチック系断熱材	ミラフォーム	JSP	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 厚30mm 幅910×長さ1820	0.028	1,520円/㎡	
屋根	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	スタイロフォーム EK	タウ化工	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 20mm 幅910×長さ1820	0.028	1,020円/㎡	
	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	アキレスボードAGノンフロン	アキレス	硬質ウレタンフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.024	1,810円/㎡	
壁	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	AFボード	旭ファイバーグラス	ウレタン変性イソシアネートフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.020	1,790円/㎡	
	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	マットエース木掛け	旭ファイバーグラス	グラスウール 32K 50mm	0.036	1,060円/㎡	
壁	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	マットエース	旭ファイバーグラス	グラスウール 10K 100mm	0.050	760円/㎡	
	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	マグスーパードリカント	マグ	グラスウール 10K 100mm	0.050	760円/㎡	
壁	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	ミラフォーム	JSP	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 厚30mm 幅910×長さ1820	0.028	1,520円/㎡	
	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	スタイロフォーム EK	タウ化工	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 20mm 幅910×長さ1820	0.028	1,020円/㎡	
壁	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	アキレスボードAGノンフロン	アキレス	硬質ウレタンフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.024	1,810円/㎡	
	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	AFボード	旭ファイバーグラス	ウレタン変性イソシアネートフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.020	1,790円/㎡	
壁	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	アキレスエアロン FR-NF	アキレス	吹付け硬質ウレタンフォーム(CO2発泡)吹付け厚15mm	0.033		2,300円/㎡
	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	エバーライトNFNR	ブリジストン	吹付け硬質ウレタンフォーム吹付け厚25mm	0.034		3,200円/㎡
壁	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	クララフォームR SGL工法	倉敷紡績	吹付け硬質ウレタンフォーム(CO2発泡)吹付け厚10mm	0.026		
	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	エコファイバー-SENSスプレーオン工法	エコピア飯田	吹付け厚15mm	0.037		1,800円/㎡
壁	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	ダンバック 吹付け工法	王子製紙	吹付け厚 15mm	0.034		2,300円/㎡
	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	ジェットファイバー-スプレーオン	十条木材	吹付け厚15mm	0.036		1,800円/㎡
壁	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	アーテリールーフ	アキレス	カルバナム鋼板(平均厚み25mm)	0.021	4,700円??	9,500~12,500円/㎡
	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	アキレスイイヤネ	アキレス	耐摩擦GL断熱材平均厚み30mm)		5,670円??	
壁	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	ヒートカットルーフ	三久産業	ガルバリウム鋼板+通断熱断熱塗料			8,000円/㎡
	野根	屋根材を撤去した後に、野地板の上から断熱改修を行う	外断熱工法	繊維系断熱材(フェルト状)	ライトルーフ	YKK AP	ガルバリウム鋼板+エスレンピーズ7~30mm		2,150円/㎡	

[illegible]

改修 部位	改修する断熱材の位置	施工方法	工法名	断熱材	対応する商品・システム名	製造元	仕 様	断熱性能 熱伝導率(W/m・K)	設計価格(円/㎡)	
									材料	材工
床	床スラブの下側(床下ピット側)	床はそのまま、床下ピット側から断熱改修を行う	吹付け工法	現場発泡断熱材	アキレスエアロン FR-NF	アキレス	吹付硬質ウレタンフォーム(OO2発泡)吹付厚15mm	0.033		2,300円/㎡
					エバーライトNFNR	プリジストン	吹付硬質ウレタンフォーム吹付厚25mm	0.034		
					クララフォーム-R SGL工法	倉敷紡績	吹付硬質ウレタンフォーム(OO2発泡)吹付厚10mm	0.026		3,200円/㎡
					ミラフォーム	JSP	押出法ポリスチレンフォーム(3E)厚30mm 幅910×長さ1820	0.028	1,520円/㎡	
					スタイロフォーム EK	ダウ化工	押出法ポリスチレンフォーム(3E) 20mm 幅910×長さ1820	0.028	1,020円/㎡	
					アキレスボードAGノンフロン	アキレス	硬質ウレタンフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.024	1,810円/㎡	
					AFボード	旭ファイバーグラス	ウレタン変性インジスレートフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.020	1,790円/㎡	
					アキレスエアロン FR-NF	アキレス	吹付硬質ウレタンフォーム(OO2発泡)吹付厚15mm	0.033		2,300円/㎡
					エバーライトNFNR	プリジストン	吹付硬質ウレタンフォーム吹付厚25mm	0.034		
					クララフォーム-R SGL工法	倉敷紡績	吹付硬質ウレタンフォーム(OO2発泡)吹付厚10mm	0.026		3,200円/㎡
					ネダフォーム LDK	JSP	ホリスチレンフォーム	0.037	4,700円/㎡	
					スタイロフォーム EK	ダウ化工	押出法ポリスチレンフォーム(3E) 20mm 幅910×長さ1820	0.028	1,020円/㎡	
					アキレスボードV-1	アキレス	硬質ウレタンフォーム 厚15mm 幅268×長さ1820	0.021	1,020円/㎡	
					AFボード	旭ファイバーグラス	ウレタン変性インジスレートフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.020	1,790円/㎡	
基礎	基礎の上側	床材を剥がし、室内側から断熱改修を行う	吹付け工法	現場発泡断熱材	アキレスエアロン FR-NF	アキレス	吹付硬質ウレタンフォーム(OO2発泡)吹付厚15mm	0.033		2,300円/㎡
					エバーライトNFNR	プリジストン	吹付硬質ウレタンフォーム吹付厚25mm	0.034		
					クララフォーム-R SGL工法	倉敷紡績	吹付硬質ウレタンフォーム(OO2発泡)吹付厚10mm	0.026		3,200円/㎡
					ネダフォーム LDK	JSP	ホリスチレンフォーム	0.037	4,700円/㎡	
					スタイロフォーム EK	ダウ化工	押出法ポリスチレンフォーム(3E) 20mm 幅910×長さ1820	0.028	1,020円/㎡	
					アキレスボードV-1	アキレス	硬質ウレタンフォーム 厚15mm 幅268×長さ1820	0.021	1,020円/㎡	
					AFボード	旭ファイバーグラス	ウレタン変性インジスレートフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.020	1,790円/㎡	
					マットエースUボード	旭ファイバーグラス	グラスウール 32K 42mm	0.036	760円/㎡	
					床トップ	マダ	グラスウール 32K 42mm	0.038	760円/㎡	
					マットエースUロール	旭ファイバーグラス	グラスウール 10K 100mm	0.050	740円/㎡	
					マクマット床	マダ	グラスウール 10K 100mm	0.050	740円/㎡	
					アキレスエアロン FR-NF	アキレス	吹付硬質ウレタンフォーム(OO2発泡)吹付厚15mm	0.033		2,300円/㎡
基礎	基礎の下側	基礎の下側から断熱改修を行う	吹付け工法	現場発泡断熱材	エバーライトNFNR	プリジストン	吹付硬質ウレタンフォーム吹付厚25mm	0.034		
					クララフォーム-R SGL工法	倉敷紡績	吹付硬質ウレタンフォーム(OO2発泡)吹付厚10mm	0.026		3,200円/㎡
					ミラフォーム	JSP	押出法ポリスチレンフォーム(3E)厚30mm 幅910×長さ1820	0.028	1,520円/㎡	
					スタイロフォーム EK	ダウ化工	押出法ポリスチレンフォーム(3E) 20mm 幅910×長さ1820	0.028	1,020円/㎡	
					アキレスボードAGノンフロン	アキレス	硬質ウレタンフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.024	1,810円/㎡	
					AFボード	旭ファイバーグラス	ウレタン変性インジスレートフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.020	1,790円/㎡	
					マットエースUボード	旭ファイバーグラス	グラスウール 32K 42mm	0.036	760円/㎡	
					床トップ	マダ	グラスウール 32K 42mm	0.038	760円/㎡	
					マットエースUロール	旭ファイバーグラス	グラスウール 10K 100mm	0.050	740円/㎡	
					マクマット床	マダ	グラスウール 10K 100mm	0.050	740円/㎡	
					アキレスエアロン FR-NF	アキレス	吹付硬質ウレタンフォーム(OO2発泡)吹付厚15mm	0.033		2,300円/㎡

改修 部位	改修する断熱材の位置	施工方法	工法名	断熱材	対応する商品・システム名	製造元	仕 様	断熱性能 熱伝導率(W/m・K)	設計価格(円/㎡)	
									材料	材工
基礎	外壁躯体の外側	外壁材を撤去、またはそのままで、躯体の外側から断熱改修を行う	外張断熱工法	繊維系断熱材(ボード状)	ライザー工法	旭ファイバーグラス	高性能グラスウール 32K、厚50mm	0.034		4,000円/㎡
						日東紡績	断熱材50mm	0.031		20,000円/㎡
						日東紡績	断熱材38mm	0.023	13,000円/㎡	
						岡本産業	壁面断熱材50mm	0.035		16,000円/㎡
						JSP	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 厚30mm 幅910×長さ1820	0.028	1,520円/㎡	
						ダウ化工	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 20mm 幅910×長さ1820	0.028	1,020円/㎡	
						アキレス	硬質ウレタンフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.024	1,810円/㎡	
						旭ファイバーグラス	ウレタン変性ポリスチレンフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.020	1,790円/㎡	
						東邦レオ	トラビックボード 50mmを含む	0.043		18,500円/㎡
外壁	外壁躯体の内側	内壁材を撤去し、室内側から断熱改修を行う	吹付け工法	現場発泡系断熱材	アキレスエアロン FR-NF	アキレス	吹付硬質ウレタンフォーム 吹付け厚15mm	0.033		2,200円/㎡
						ブリジストン	吹付け厚25mm	0.034		
						倉敷紡績	吹付硬質ウレタンフォーム(GO2発泡) 吹付け厚10mm	0.026		3,200円/㎡
						エコトピア飯田	吹付け厚15mm	0.037		1,800円/㎡
						王子製紙	ダンパック S-15 25K 吹付け厚15mm	0.034		2,300円/㎡
						十条木材	吹付け厚15mm	0.036		1,800円/㎡
						JSP	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 厚30mm 幅910×長さ1820	0.028	1,520円/㎡	
						ダウ化工	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 20mm 幅910×長さ1820	0.028	1,020円/㎡	
			貼付け工法	発泡プラスチック系断熱材	アキレスボードAGノンフロン	アキレス	硬質ウレタンフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.024	1,810円/㎡	
						旭ファイバーグラス	ウレタン変性ポリスチレンフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.020	1,790円/㎡	
						JSP	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 厚25mm+PB9.5mm	0.028	2,300円/㎡	
						ダウ化工	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 20mm+PB9.5mm	0.028	2,265円/㎡	
						アキレス	硬質ウレタンフォーム 10mm+PB9.5mm	0.021	1,750円/㎡	
						アキレス	硬質ウレタンフォーム10mm+合板	0.021	2,325円/㎡	
						ニチハ	木モメント板+ボックウール12mm	0.34 (㎡・K/W)		

改修 部位	改修する断熱材の位置	施工方法	工法名	断熱材	対応する商品・システム名	製造元	仕 様	断熱性能 熱伝導率(W/m・K)	設計価格(円/m ²)	
									材料	材工
天井	天井スラブ面	天井材を剥がし、室内側から断熱改修を行う	吹付断熱工法	現場発泡系断熱材	アキレスエアロン FR-NF	アキレス	吹付硬質ウレタンフォーム(GO2発泡)			2,300円/m ²
					エバーライトNFNR	ブリジストン	吹付厚15mm	0.033		
							吹付硬質ウレタンフォーム吹付厚25mm	0.034		
					クララフォーム-R SGL工法	倉敷紡績	吹付硬質ウレタンフォーム(GO2発泡)	0.026		3,200円/m ²
					エコファイバースプレーオン工法	エコトピア飯田	吹付厚10mm	0.037	1,800~3,000円/m ²	
					ダンパック 吹付け工法	王子製紙	吹付厚15~30mm	0.039		
							ダンパック S-15 28K			
					ミラフォーム	JSP	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 厚30mm 幅910×長さ1820	0.028	1,520円/m ²	
					スタイロフォーム EK	ダウ化工	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 20mm 幅910×長さ1820	0.028	1,020円/m ²	
屋根	屋根スラブ面	既存防水層の上から断熱改修を行う	外張断熱工法	発泡プラスチック系断熱材	アキレスボードAGノンフロン	アキレス	硬質ウレタンフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.024	1,810円/m ²	
					AFボード	旭ファイバーグラス	ウレタン変性ポリスチレンフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.020	1,790円/m ²	
					ミラフォームハネル後貼り工法	JSP	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 25mm+PB9.5mm	0.028	2,300円/m ²	
					スタイロハネル P	ダウ化工	押出法ポリスチレンフォーム(3B) 20mm+PB9.5mm	0.028	2,265円/m ²	
					アキレスNDハネルス	アキレス	硬質ウレタンフォーム 10mm+PB9.5mm	0.021	1,750円/m ²	
					屋根外張断熱工法	JSP	ミラフォームM2R30mm	0.027	1,450円/m ²	2,800円/m ²
					屋根外張断熱工法	ダウ化工	スタイロフォームRB-GKⅡ 25mm 幅910×長さ910	0.028	1,640円/枚	
					アキレスボードGFT	アキレス	硬質ウレタンフォーム 20mm 幅910×長さ910	0.021	2,415円/m ²	
					AFボード	旭ファイバーグラス	ウレタン変性ポリスチレンフォーム 30mm 幅910×長さ1820	0.020	1,790円/m ²	
					SMD工法	東邦レオ	硬質ウレタン40mm+モルタル40mm	0.018		6,800円/m ²
					ケミロンHT	精水化学	25mm厚	0.037		6,000円/枚
					アキレスサーモガード工法	アキレス	金属下地等0.65kg/m ²	0.021		4,200円/m ²
					塗料型断熱材C100	エンヴァイロテロール社	厚さ0.35~0.4mm	0.016	60,000円/缶	
					シスターコート	日通産業	必要塗布厚0.6~0.8mm	0.030	48,000円/缶	
					ケーデーエコクール	大日本塗料			1,420円/m ²	4,000円/m ²
					ミラクール	長島特殊塗料	標準塗布量0.6kg/m ²		3,870円/m ²	
					スーパースペルセル	日本RCG			5,800円/m ²	
					断熱くん	アクアシステム	塗布厚5mm	0.030	4,650円/缶	
					IRガラスシート	アクアシステム				10,000~12,000円/m ²
					クールサーム	大高商会		0.019		2,500~3,500円/m ²

工法名	施工方法	対応する商品・システム名	製造元	仕 様	断熱性能 熱貫流率(W/m ² ・K)	建築構造	設計価格(円/式)	
							材料	材工
2重化工法(内側サッシ追加)	既存サッシを残し、室内側の木材を利用し、新規のサッシを併設する	インプラス	トステム	既存サッシ・単板・樹脂製内窓・引き違い・単板 W1700×H2000	2.91	〇	61,500円(ガラス別途)	
		アラウイン II	トステム	既存サッシ・単板・樹脂製内窓・引き違い・複層(A12) W1700×H2000	2.33	〇	40,000円(ガラス別途)	
		ブラマードU	YKK AP	既存サッシ・単板・樹脂製内窓・引き違い・複層(A12) W1700×H2100	2.50	〇	84,100円(ガラス別途)	
		ブラストサッシ	大信工業	既存サッシ・単板・樹脂製内窓・引き違い・単板	2.80	〇	物件ごと	
		インナーウインドマド2	旭ガラス	既存サッシ・単板・樹脂製内窓・引き違い・複層(low-e3-6-3) W1700×H2100	2.60	〇	96,700円(ガラス別途)	
		インナーウインド	旭ガラス	既存サッシ・単板・樹脂製内窓・引き違い・単板 W1740×H1900	2.90	〇	123,000円(ガラス別途)	
		トワイシー	YKK AP	既存サッシ・単板・アクリル外窓・引き違い・単板 W1714×H1845	2.60	〇	77,300円(ガラス別途)	
		リフォームブラマード	YKK AP	樹脂製サッシ・引き違い・複層(A12) W1700×H2000	3.49	〇	214,700円(ガラス別途)	
		リフォームウインドウ II	YKK AP	樹脂製サッシ・引き違い・複層(A12) W1700×H2000	3.49	〇	149,000円(ガラス別途)	
2重化工法(外側サッシ追加)	既存サッシを残し、外側側に新規のサッシを併設する	断熱リフォームドア	YKK AP	ドア本体+子扉・複層(3+A12+low-E3) DH=2.2m	3.49	〇	334,000円(ガラス別途)	
		断熱リフォームドア・リネスタ	トステム	ドア本体・複層 DW890×H2250	3.49	〇	330,000円(ガラス別途)	
		断熱リフォームドア II	立山アルミ	ドア本体・複層(4+A12+4) DW725×H1900	2.32	〇	123,000～137,000円(ガラス別途)	
		SRカーバー工法	三協アルミ	ドア本体+子扉・複層(3+A12+3) DH=2.2m	4.64	〇	物件ごと	
		シンフォニー・ウッド	トステム	アルミ樹脂複合サッシ引き違い W1690×H1830	3.49	〇	75,000円(ガラス別途)	
		リフレーム	トステム	枠材のみ・W1.7×H2.0		〇	36,700円	
		エピソードウッド	YKK AP	半外付け引き違い・複層(3+A12+3) W1690×H2000	3.49	〇	202,600円(ガラス別途)	
		アルジュR70	三協アルミ	Low-E複層サッシ(A12) W1690×H1830	3.49	〇	84,000円(ガラス別途)	
		SRカット工法	三協アルミ	普通ペアガラスサッシ+トリプル W1.65×H1.75+外壁枠材	4.64	〇	物件ごと	
アタッチメント工法(ガラス交換)	既存サッシからガラスを撤去し、(アタッチメントを介して)高性能ガラスをはめ込む	ベアマルチホーム(複層ガラス)	日本板硝子	3+A6+3		〇	16,000円/m ²	
		ホームベアアレックスS(複層ガラス)	セントラルガラス	3+A6+3	2.90	〇	21,500円/m ²	
		ホームベアA(複層ガラス)	旭ガラス	3+A6+3	3.40	〇	22,000円/m ²	
		ブラインドベア(複層ガラス)	旭ガラス	3+A29(フライント)+3	2.00	〇	96,000円/m ²	
		スベージア(真空ガラス)	日本板硝子	3+真空02+Low-E3	1.50	〇	30,000円/m ²	
		ベアハート シルキー(フライント内蔵複層ガラス)	YKK AP	3+A29(フライント)+3 W1690×H970(パネル7 II 用)	2.60	〇	102,000円	

改修 部位	工 法 名	施 工 方 法	対応する商品・システム名	製 造 元	仕 様	断熱性能 熱貫流率(W/m ² ・K)	建 築 構 造		設計価格(円/式)	
							木造	RC造	材 料	材 工
断熱フィルム貼付	断熱フィルム貼付	サッシのガラス面に特殊コーティング等を施した断熱遮熱フィルムを貼りつける	シーグ	日本ヤマ	3mmガラス貼りの場合	4.15	○	○		14,000円/㎡
			レフトル	リンデック+常人	3mmガラス貼りの場合	4.17	○	○	13,650～ 15,750円	
			西日課長	アキレス	3mmガラス貼りの場合	4.20	○	○	6,700円/㎡	
			エコシールドT75	キモト	3mmガラス貼りの場合	5.78	○	○	5,000円/㎡	
			ヒートカットIR-50HD	ヤマヒラ	3mmガラス貼りの場合	6.00	○	○		14,000円/㎡
							○	○		14,000～ 16,000円/㎡
断熱フィルム貼付	断熱フィルム貼付	既存雨戸を断熱材を挟みこんだ雨戸に取り替える	ダントツ28TD型	三和シャッター	W1800×H1800		○	○	30,000円	
			断熱雨戸50A	YKK AP	幅900mm×高さ1800mm		○	○	14,600円/枚	
			Danバネル雨戸	トステム	断熱材厚20mm W1800×H1800	3.13	○	○	29,200円	
断熱フィルム貼付	断熱フィルム貼付	断熱シャッターを取付ける	アルラックス	オイスエコ	発泡ウレタン入り、スラット厚8.7～14mm		○	○	物件ごと	
断熱フィルム貼付	断熱フィルム貼付	日よけを取付ける	オーニング・ブラーロ 1900	日本住環境株式会社	幅1,900mm×出幅800mm		○	○	89,000円	
			可動式日よけ「彩鳥」	トステム	W1800×D1250 手動		○	○	17,000円	
			サンブレロⅡ	YKK AP	W2700×D2000 手動		○	○	13,200円	
断熱フィルム貼付	断熱フィルム貼付	外付けルーバーを取付ける	エコアマド	不二サッシ	テラス窓用、90cm×180cm		○	○	45,000円/枚 ～	
断熱フィルム貼付	断熱フィルム貼付	ロールブラインドを取付ける	ヘアシェード	サンシェード			○	○	物件ごとに見 積り	

改修 部位	工法名	施工方法	対応する商品・システム名	製造元	仕 様	断熱性能 熱貫流率(W/m ² ・K)	建築構造		設計価格(円/式)	
							木造	RC造	材料	材工
気密部材・ドア・窓気密補足部材	気密部材・ドア・窓気密補足部材		リーチ窓用 気密パッキン、W-20窓用 VEEストリップ D2ストリップ	日本住環境株式会社 三菱樹脂 キムラ キムラ	EPDM製 ウレタン系樹脂製 内装ドア気密・防音材、規格7×9×長さ6.0m 窓・開口部の隙間充填、規格21×21×長さ50m		○	○	242円/m	
							○	○	900円/本	
							○	○	1,800円/本	
							○	○	26,000円/ロール	
防湿気密フィルム	防湿気密フィルム		ダンジーツ インバリア ハイゼックスシート	日本住環境株式会社 三菱樹脂 キムラ	防湿気密シート / アルミ蒸着タイプ インバリアEG0.1mm厚ポリエチレン樹脂製 幅1900mm×長さ50m 厚み0.1mm		○		18,900～ 34,200円/本	
							○		11,000円/本	
							○		13,000円/本	
気密コンセント	気密コンセント		バリアボックス コンセント気密ボックス コンセント気密ボックス	日本住環境株式会社 三菱樹脂 キムラ	気密コンセントカバー：Wタイプ 型ポリプロピレン樹脂製 ポリプロピレン：Wタイプ		○	○	250円/個	
							○	○	210円/個	
							○	○	250円/個	

2) 性能要件

既存住宅の断熱改修を行った場合、改修部位と未改修部位あるいは改修された部屋と未改修の部屋の間には改修前に比べ大きな温度差と湿度差が発生する事が容易に想像される。例えば RC 集合住宅の場合、断熱改修を検討する住宅は築 20 年以上の物件となると予想されるが、それら住戸の多くは無断熱住宅であると考えられるため、開口部の断熱強化を行うと従来窓で発生した結露が無くなる一方、壁面特に押し入れ等の隠れた部位での結露を誘発する事が考えられる。更に建築当時の暖房・給湯システムは開放型暖房機、壁掛け式瞬間湯沸器のような半密閉型給湯器、浴室給湯はバランス釜と考えられるため注意を要する。特に室内空気質維持のために安易に第3種換気装置を取り付けた場合、半密閉型給湯器やバランス釜が有ると改修以前には外部に放出されていた燃焼ガスが室内に逆流してしまう可能性がある。

断熱改修を検討する場合、改修前後で担保されなければならない性能として以下が上げられる。

(1) 構造安定性を損なわない事

断熱改修を行うとき、構造用面材を使用するケースが多いが、部分改修のように住宅の一部の壁強度が増大する場合、偏心率による検討を行い、地震時に応力集中が発生しないように配慮する必要がある。

(2) 表面結露、内部結露を誘発しない事

開口部を優先して断熱強化するとき、他の部位がサッシよりも低温になってしまうと表面結露の発生やカビの発生等のトラブルにつながる。又、表面結露防止のため断熱材を施工する場合も、防湿層が不十分であると内部結露を誘発し躯体寿命を縮める場合

が考えられる。従って、事前に対象部位の確認と改修後の表面温度の予測が必要であり、工事中は防湿層の施工や壁内湿度が排出できる構造を選択する等の配慮が重要となる。

(3) 室内空気質環境を悪化させない事

断熱改修部位の気密性能は改修前後で大きく向上するため、機械換気装置の設置を検討する事が重要である。機械換気装置はシックハウスの原因となる揮発性有機化合物の排出に効果があるばかりでなく、室内の湿気を外部に排出できる事から表面結露や壁内結露の防止に有効である。しかし、改修部位に浴室やトイレなど高温多湿な空間や臭気のある空間を含む場合、空気の流れを考慮した設計が必要となる。又、前述したようにRC住宅で住戸内に開放型や半密閉型の燃焼機器が有る場合や木造住宅で改修部位内に当該機器が含まれる場合には、害のない機器に更新する等の配慮が必要となる。

以上のように既存住宅の断熱改修を行う場合、住宅の安全性や健康と引き替えに断熱改修が行われる事は許されない。そのようなトラブルが発生しないためには

- ・住宅の事前診断を実施し、対象部位を決定する
 - ・住宅全体と対象部位のバランスの検討を行う
- 事が必要であると共に、専門技術者の養成と認証による、責任の明確化が必要に思われる。

(小浦 孝次)

15.3 換気改修手法に関する検討（案）

本節では、断熱改修を行った場合に全般換気の導入が必要となるかどうかについて冬期の条件で換気回路網計算により、住宅全体の換気量と各室への導入外気の分配について試算した結果を示す。

15.3.1 検討概要

この検討では、断熱改修前の住宅が旧省エネ基準レベルと仮定し、断熱改修の目標仕様は新省エネ基準レベルで、さらに断熱性能を強化した次世代省エネ基準レベルの改修を設定した。これら改修を行った場合に仮定した気密性を表 15.3.1 に示すが、現実的には改修前と改修後に気密測定を行い換気量に関する検討が必要とな

る。また検討の対象とした住宅の平面図を図 15.3.1 に示す。検討は冬期を対象とした。

表 15.3.1 計算に用いた気密性の仮定

仕様	断熱仕様	気密性C値
基準仕様	旧省エネ	C=15
目標仕様	新省エネ	C=10
次世代仕様	次世代省エネ	C=5

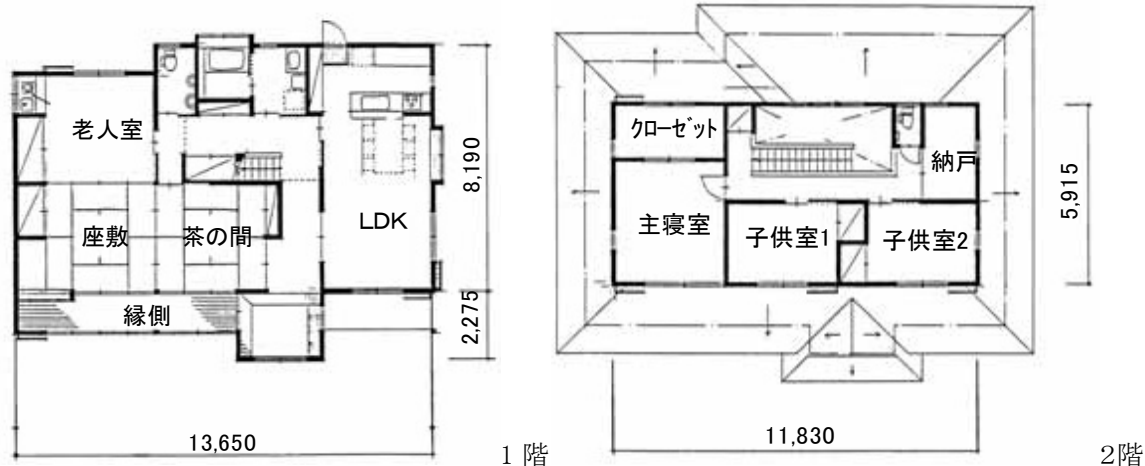


図 15.3.1 検討対象住宅平面図

15.3.2 検討ケースおよび評価方法

検討を行った具体的な計算ケースを表 15.3.2 に示す。検討の対象とした改修は部分改修と全体改修を含み換気設備の導入は現実的な改修を想定し、サンタリー部分（洗面所、浴室、トイレ）の排気ファンを常時稼働させることを想定した。室温は八王子の気象データを用いて SMASH で計算した 1 月の平均温度、外気温度は1月の平均温度である 2.9℃とし外部風速は 2m/s とし、風

圧係数は住宅密集地に対象住宅が建設されていると想定した。

計算結果の評価は、住宅全体を対象とした換気回数と各室への実質的な外気導入量を OSRF 値によって比較した。OSRF 値は式 1 で計算される各室の SRF 値の相乗平均(式 2)で求められる。

SRF 値は各室に設定した必要新鮮空気量がどの程度満たされているかを表す指標で、0～1 の値を示し、数字が大きいほど当該室に必要と設定されている新鮮空気量が得られている事を示し、1 を示した場合は設定した必要新鮮空気量が完全に得られていることを示す。ここでは、各室の必要新鮮空気量を 0.3、0.4、0.5 回／時と設定した。(建築基準法では換気対象容積に対して 0.5 回／時が要求されている。)

$$SRF_i = \frac{S_i}{P_i} = \frac{\sum_{j=0}^N \max(0, \alpha_j \cdot Q_{ij}) - \max\left(0, \alpha_i \cdot \sum_{j=0}^N Q_{ji}\right)}{P_i - \sum_{j=1}^N \min(0, \alpha_j \cdot Q_{ij})} \quad (1)$$

$$OSRF \equiv (SRF_1 \times SRF_2 \times \dots \times SRF_M)^{1/M} \quad (2)$$

P_i : i室の必要新鮮空気量 m^3/h
 Q_{ij} : j室からi室へ流れる空気量 m^3/h
 N : 室数
 α_i : i室の余剰新鮮空気量率
 M : 必要新鮮空気量を設定した室数

表 15.3.2 計算ケース

計算ケース	仕 様	備 考	相当隙間面積 cm^2/m^2
a	基準仕様	旧省エネ基準 (C=15)	15.0
b	目標仕様	新省エネ基準 (C=10)	10.0
d	部分 目標仕様改修	1階全体改修 (1階 C=10)	12.0
e		LDK改修 (LDK C=10)	14.0
f		2階全体改修 (2階 C=10)	12.9
B	次世代仕様	住宅全体をC=5	5.0
D	部分 次世代仕様改修	1階全体をC=5	9.2
E		LDKのみC=5	13.1
F		2階全体をC=5	10.8
b+V	目標仕様改修＋ サニタリー排気 0.5回／時	住宅全体をC=10 ＋排気ファン	10.0
d+V		1階全体改修 (1階 C=10) ＋排気ファン	12.0
e+V		LDK改修 (LDK C=10) ＋排気ファン	14.0
f+V		2階全体改修 (2階 C=10) ＋排気ファン	12.9
B+V	次世代仕様改修＋ サニタリー排気 0.5回／時	住宅全体をC=5 ＋排気ファン	5.0
D+V		1階全体改修 (1階 C=5) ＋排気ファン	9.2
E+V		LDK改修 (LDK C=5) ＋排気ファン	13.1
F+V		2階全体改修 (2階 C=5) ＋排気ファン	10.8
B+V+O	居室に換気口追加	居室に $\alpha A=15cm^2$ の開口を設置	11.0
B+V+O	居室に換気口追加	居室に $\alpha A=15cm^2$ の開口を設置	6.0

15.3.3 検討結果

計算結果を図 15.3.2～図 15.3.5 に示す。換気回数は断熱改修を行うことにより減少し基準仕様(a)で 0.6 回／時であった換気回数が目標仕様(b)では 0.45 回／時と減少する。次世代仕様(B)まで改修が行われると 0.25 回／時まで減少する。一方、サニタリーの排気ファンを常時

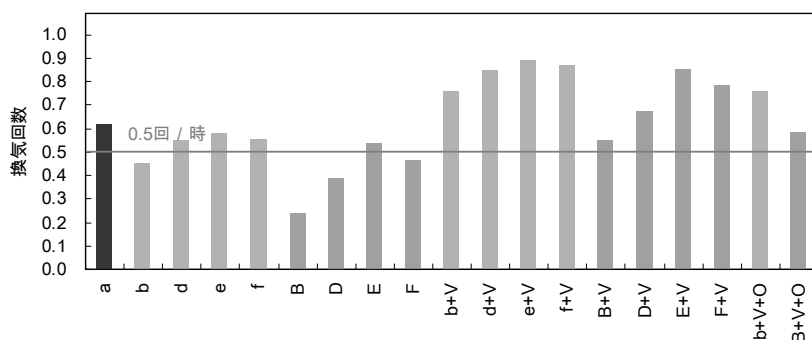


図 15.3.2 住宅全体換気量の比較

稼働させたケースでは、新省エネレベルの改修を行った場合でも換気量が増す結果となった。また住宅全体を次世代省エネレベルまで改修を行った場合(B+V)は換気回数としては(a)の値を若干下回りほぼ 0.5 回/時を示し、排気ファン以外を通過する空気量がほとんど無い結果となった。OSRF 値による評価では各室の必要新鮮空気量が 0.5 回/時と設定した場合(図 15.3.2)では、基準仕様(a)の換気性能と同等以上の値を示すのは、LDK のみを改修したケース(e, E)か、換気装置を稼働させたケースとなった。

この傾向は各室の必要新鮮空気量を 0.4 回/時や 0.3 回/時と設定した計算結果(図 15.3.4 および図 15.3.5)においても同様であった。またこれら図において OSRF が 0 を示しているケースは特に 2 階居室への実質的な外気導入が無かったケースで(たとえば次世代基準レベルまでの改修 B)ある。

これら結果から冬期を対象とした場合、建築基準法の適用外となる改修においても、気密性が高くなる場合(本検討では住宅の半分以上が断

熱改修される場合)には機械換気の併用が望ましい結果となった。

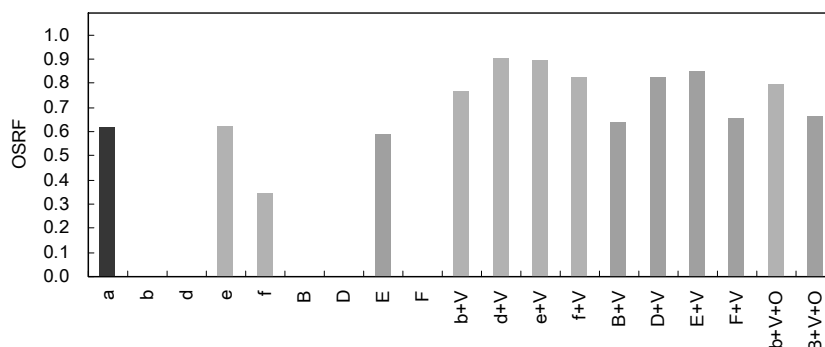


図 15.3.3 各室の必要新鮮空気量を0.5回/時とした場合のOSRF値

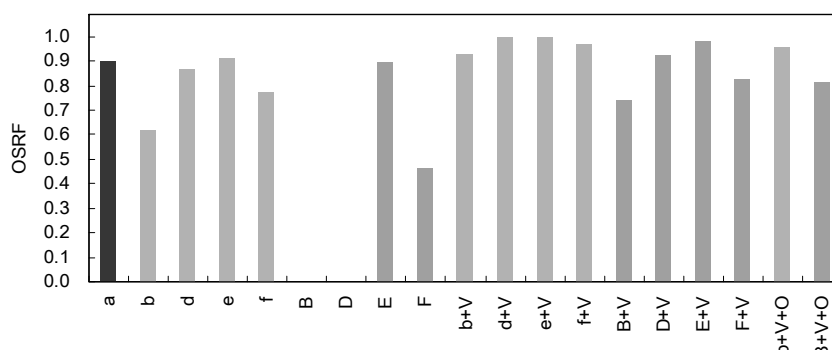


図 15.3.4 各室の必要新鮮空気量を0.4回/時とした場合のOSRF値

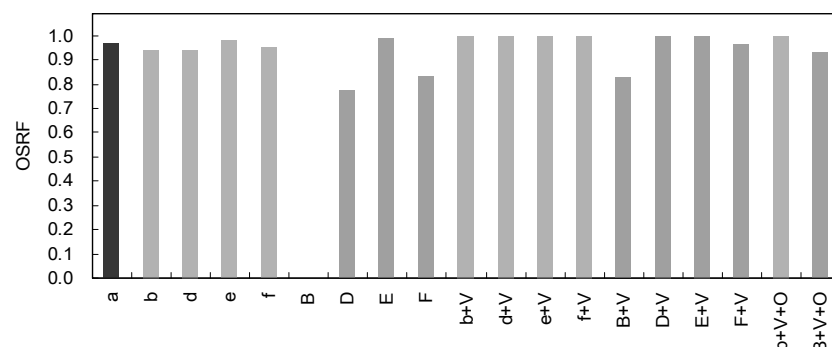


図 15.3.5 各室の必要新鮮空気量を0.3回/時とした場合のOSRF値

15.3.4 まとめ

本章の検討では気密性を表 15.3.1 のように仮定した場合の理論計算に基づいて行われたが、実際の改修現場において改修前後の気密性を測定することにより換気性能の推定を行うことが望ましいと考える。

15.4 断熱改修を行う場合のその他の留意点

15.4.1 事前診断における既存システム活用の可能性

断熱改修を行うにあたり事前に、現場の目視および施工図面をもとにした事前診断を行う必要がある。特に改修を行う場合に専門家の事前診断を受けることによって、より効果の高い改修メニューや構造強化などの他に必要な改修項目が分かる場合もある。本節では2004年12月時点において事前診断において助力が得られると考えられる以下の現行の資格制度や増改築に関する情報収集について紹介する。

表 15.4.1 本節で紹介する内容

〔資格制度〕

- 1) マンションリフォームマネジャー
- 2) 増改築相談員および増改築相談指導員
〔増改築に関する情報収集〕
- 3) リフォネット

1) マンションリフォームマネジャー

マンションリフォームマネジャーは、財団法人住宅リフォーム・紛争処理支援センターの資格制度で、マンションリフォームの企画、提案等を行う専門家で、区分所有法（マンション法）や近隣住戸との関係など、マンション特有の制約条件に配慮して企画、提案を行うものである。この制度は、平成4年度に創設され「マンション標準管理規約」（国土交通省）のコメントで、専門知識を有する者として位置づけられている。その他の特徴を以下に記述する。

- ・試験制で学科・設計製図試験がある
- ・日本全国で約 6000 人
- ・5 年毎に更新のため講習が必要
- ・ゼネコンや設計事務所などに多い
- ・支援センターでは建築士に次ぐような資格として位置づけている

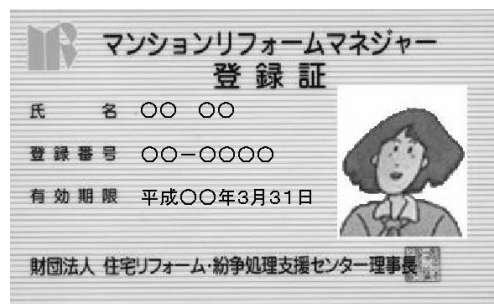


図 15.4.1 マンションリフォームマネジャー登録証



図 15.4.2 マンションリフォームマネジャーのステッカー

2) 増改築相談員および増改築相談指導員

(1) 増改築相談員

マンションリフォームマネジャーと同じく、財団法人住宅リフォーム・紛争処理支援センター

による資格であり、戸建住宅などの増改築を専門としている。また増改築相談員は、住宅建築の現場経験 10 年以上のベテラン揃いで一般

住宅のリフォームのほか、高齢化対応住宅リフォームなどの相談にも応じており、建設省(現国土交通省)の指導のもとに昭和60年度に創設され、長い間、増改築相談の実績がある。その他の特徴を以下に記述する。

- ・全国に2万人が登録されている。
- ・10年以上の実務経験者を対象
- ・9時間の講習を受けて、考査に合格した場合に登録証が得られる
- ・5年ごとに4.5時間の講習を受ける必要がある。
- ・カリキュラムは時代に合わせて更新され、次の更新は平成20年の見込みである。
- ・千葉市ではこの資格が市のリフォーム相談員としての資格となっている。

(2) 増改築相談指導員

増改築相談指導員は増改築相談員の上位

資格で、増改築相談員の指導を行う立場にあり全国で約450人登録されている。

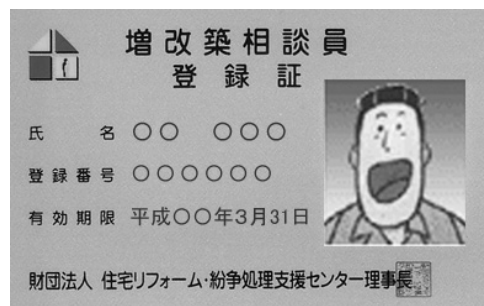


図 15.4.3 増改築相談員登録証

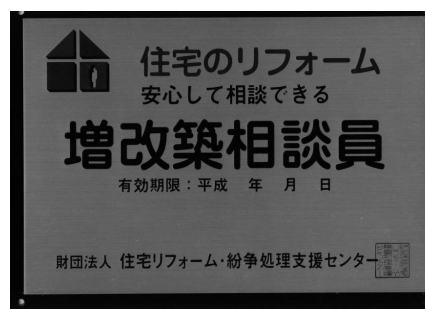


図 15.4.4 増改築相談員の看板

3) リフォーム支援ネットリフォネット <http://www.refonet.jp/>

財団法人住宅リフォーム・紛争処理支援センターが運営する公的なサイトで、消費者が安心してリフォームを行なえる環境づくりを目的として、登録者を紹介している。リフォネットに掲載されているリフォーム事業者は、「住宅リフォーム推進協議会」が定めた「住宅リフォーム事業者倫理憲章」に基づいた、適切な事業者行動をとることに同意しており、不正行為等が判明した場合には、掲載情報を削除するなど適切な情報提供に配慮されている。

また、この Web サイトでは、リフォームの基礎知識などの情報が紹介されており、たとえばリフォームに関連した資格制度についても紹介されており、上述した物を除き建築士、インテリアコーディネーター、インテリアプランナー、キッチンスペシャリストおよび福祉住環境コーディネ

ーターの説明がなされている。例えばリフォネット上で依頼する設計の項目で「設備設計」「耐震診断・補強設計」を選択し、東京都内の事業所検索を行うと357件ヒットする。(図15.4.5)



図 15.4.5 リフォネット登録事業者の検索画面

(田島 昌樹)

15.4.2 現場チェック・評価

断熱改修を行う場合に現場で調査すべき点と、その評価について以下に示す。

1) 建築物に関する調査

現場では建築物に対して以下の点から確認を実施するが、いずれも建築図面がある場合には実態との整合を確認しながら実施する。

(1) 建築計画

建築全体の基礎的調査として、平面計画、立面計画を確認する。特に、設計変更や改修により建築図面と異なっているような場合には注意を要する。

(2) 断熱

断熱状況の確認は、まず目視による。小屋裏や床下に侵入して、天井、屋根、外壁、床、基礎などの断熱状況（断熱材の種類、厚さ、施工状況など）や間仕切り壁の通気止めを確認・記録する。下屋部分の天井もしくは屋根、オーバーハング部分の床下などにも注意する。特に外壁は壁の上部や下部を小屋裏もしくは床下から確認するが、できればコンセントボックスをはずすなどして調査する。その際、可能であればファイバースコープやビデオスコープなども利用する。さらに、持ち主の許可が得られれば内外装の一部を撤去して確認することもある。有効である。

ほかに、室内と屋外の温度差がある程度大きい条件で、なおかつサーモカメラを利用でき

る場合には、表面温度分布を測定することで、断熱補強が必要な部位を明らかにする。

(3) 換気

小屋裏および床下の通気口を確認する。

換気システム（換気扇、給排気口、ダクト等）を確認し、換気経路を大まかに把握する。

また、可能であれば気密性能も測定する。

(4) 暖冷房設備

特に開放型暖房機による湿度上昇にともなう湿害を念頭に置いて、問題となりそうな暖冷房設備の有無を確認しておく。

(5) その他

床下の人通口など、改修に関して必要とされる作業空間等の有無と、現状で不十分な場合には必要とされる作業空間などを何らかの手段で用意できるかどうかを確認する。（例：布基礎に人通口を開けることが可能かどうか等。）

また、構造部材等の腐朽やカビの状況、基礎の亀裂なども断熱状況の目視の際に確認し、修繕が必要な箇所も同時に明らかにしておく。含水率計が使用可能であれば、高湿となりそうな代表的点について含水率もチェックする。

2) 周辺環境に関する調査

日当たりや通風に影響を与えていると考えられる、隣接住戸や植栽、地形などを確認する。

3) 居住者に対する調査

1階床の冷たさや2階天井の熱気、すきま風、室間の温度差など、生活上特に気になっている温熱環境に関するヒアリングを実施する。各

室の滞在時間やトイレが複数ある場合にはそれぞれの使用頻度なども調査する。

4) 調査結果の評価

公庫仕様などとの比較や、断熱性能の測定結果、断熱材等の調査結果に基づくシミュレーションなどを参考にして、まず、断熱状況が劣っている部位を明らかにする。次に、これと居住者に対する温熱環境のヒアリングで温熱環境改善の必要性が高いと考えられる部位との関連から、各部位について改修対象とすべきかどうか、更にどの程度の改修を実施すべきかを評価・判断する。

(桑沢 保夫)

15.5 断熱改修に関する事例検証

本研究において検討してきた断熱改修に関する手法や基準が、現場の実態に即しているか確認をおこなうために、実際の木造住宅の改修事例を用いて検証することとした。この事例検証は、実測データ等を調査する関係から長期的なスケジュールで展開する必要があるため、ここではその事前診断から改修方針の立案までの検討を行う。

15.5.1 改修事例の基礎情報

1) 場所

IV地域:神奈川県寒川町

2) 竣工年月日

1981年5月入居

築24年

地域工務店の施工

3) 住宅の概要

①構造:在来木造(2階建て、一部平屋)

②延床面積:118 m²

③建築面積: 80 m²

④各部位の仕様

屋根:日本瓦葺き

外壁:ラスモルタル下地スタッコ吹付け

内壁:石膏ボード下地クロス貼り

床:寄木フローリング 12mm

基礎:布基礎(土間コンクリート無し)

開口部:アルミサッシ・シングルガラス

⑤修繕の履歴

- ・10年前に玄関ポーチの柱にシロアリの食害が発見されたため、ポーチ柱の交換(鉄骨化)と床下の防蟻処理を実施した。同時に1階水廻りの床で痛んでいた部分の根太などを交換した。

- ・5年前に外壁の塗装、軒裏の補修を行い、その際に小屋裏に換気口を設置した。

- ・駐車スペースを増やすために、3年前に玄関廻りを改修し、玄関先に下屋を新設した。
- ・浴室が傷んできたので、3年前にユニットバスに交換した。その際に浴室の規模を拡大(1365×1820→1820×1820)したため、基礎と外壁を改修(北側へ455mm壁面位置を変更)した。
- ・浴室修繕の際に一部の給排水配管を交換した。



図 15.5.1 前面道路側(西側)外観



図 15.5.2 南側外観

5) 矩計図

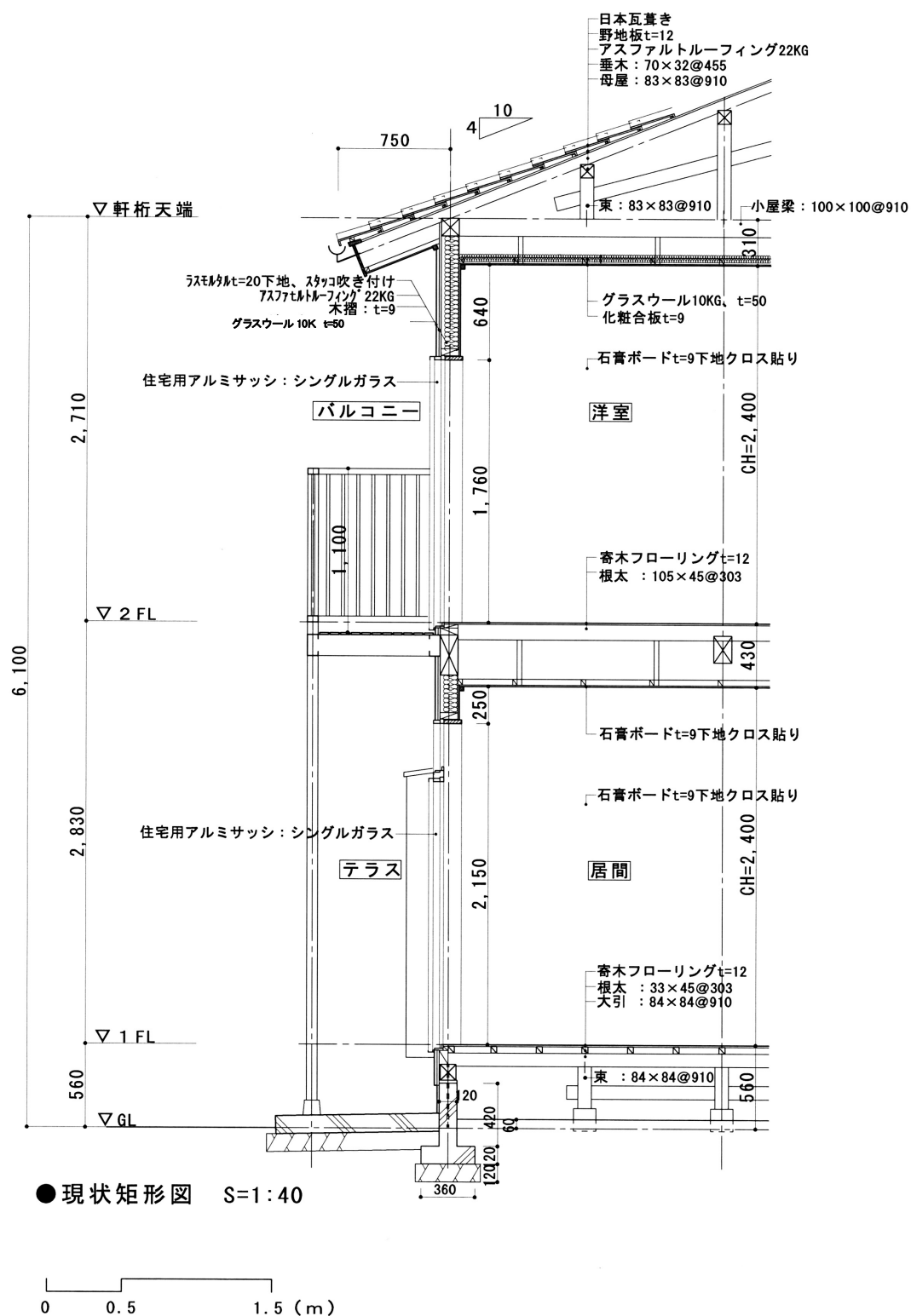


図 15.5.4 矩計図

15.5.2 事前診断

1) ヒアリング

- ・冬は、2 階から降りてくると寒く感じる。特に 1 階の居間と和室の窓周りが冷える。1 階床のフローリングも冷たくなる。
- ・夏は、留守にしていることが無ければ、地域性もあると思うが、蒸し暑く感じることは少ない。
- ・留守にして蒸し暑くなっても、換気をして冷房を入れれば問題ない。

2) 構造の確認

(1) 小屋裏

- ・2 階和室の押入れ天袋より小屋裏に入り小屋組みの状況を確認した。
- ・小屋梁は、羽子板ボルト及び火打梁によって互いに緊結され、小屋束はカスガイによって小屋梁に固定されていた。
- ・小屋裏換気口が、東西方向にそれぞれ 2 ヶ所設置されている。平屋部分にも設置されている。
- ・雨漏りの後や腐朽箇所は見られなかった。

(2) 床下

- ・1 階キッチンの床下収納庫を取外し、床下の状況を確認した。
- ・10 年ほど前に防蟻処理を行っている。処理は、束に施されていた。
- ・防蟻処理の際に、基礎の人通口及び部屋間の通気口がなかったため、一部布基礎がハツリ取られている。断面から鉄筋(一列)が見られた。
- ・床下に土間コンクリートは無く、裸土の状態で、表土は乾燥していた。
- ・目視できる範囲(台所、居間、廊下の一部)で土台、大引、根太に腐朽箇所は見られなかった。
- ・床下木材の含水率は 10～12%程度で乾燥状態であった。
- ・居間のピアノ置場の床は、根太補強されており、根太間隔が 150mm となっていた。通常の床につ

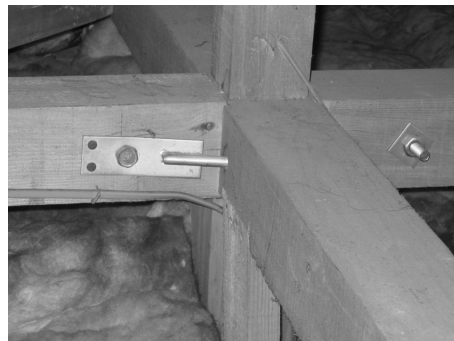


図 15.5.5 羽子板ボルトにより緊結された小屋梁

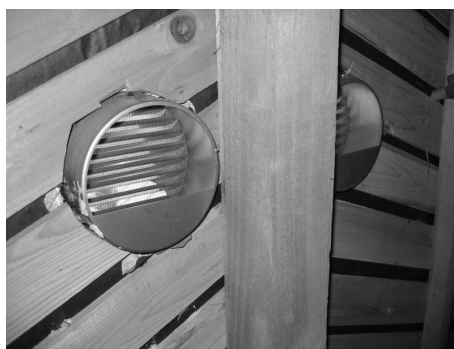


図 15.5.6 小屋裏換気口 100φ×2ヶ所
(東西合計4ヶ所)



図 15.5.7 防蟻処理が施された束、根絡み



図 15.5.8 防蟻処理の際に作られた通気口

いては@300 である。

3) 断熱材の確認

(1) 屋根・天井

- ・天井裏に天井用グラスウール 10K 50mm が丁寧に敷き込まれている。
- ・納戸の上部のみ外壁用の断熱材が使用されている。断熱材の仕様は天井用のものと同等。
- ・居室、廊下の上部には断熱材が設置されているが、トイレの上部のみ設置されていない。

(2) 外壁

- ・外壁に外壁用グラスウール 10K 50mm 断熱材が設置されている。
- ・確認できたのは、小屋裏及び床下から見える範囲のみ。

(3) 最下階床

- ・断熱材は設置されていない。ただし、一部の根太下に断熱材の受木のようなものが設置されている。

(4) 開口部

- ・サッシは全て、アルミサッシのシングルガラスであった。

4) 事前診断のまとめ

- ・建物の構造的な問題点は特に見あたらなかった。
- ・小屋裏の金物使用状況も良好であり、かつ床下の木材の腐朽なども無かった。構造的な補強などには必要が無いと言える。
- ・断熱材について、外壁は 50mm の GW が充填されているため、改修の必要は無い。
- ・天井裏も概ね充填されているが、物入れとトイレ上部に欠損があるため充填する必要がある。
- ・また、間仕切り壁に、小屋裏から通気止めが必要であると考えられる。
- ・1 階床に断熱材が設置されていないため、断熱材の充填が必須である。
- ・開口部は、シングルガラスであるため、特に負荷の大きい 1 階居間と和室のサッシは改修が必要である。その他の開口部で、居室に設置されている 1 間巾の開口部は改修することが望まれる。



図 15.5.9 小屋裏の断熱材の状況



図 15.5.10 納戸上部は外壁用の断熱材が使用されている。

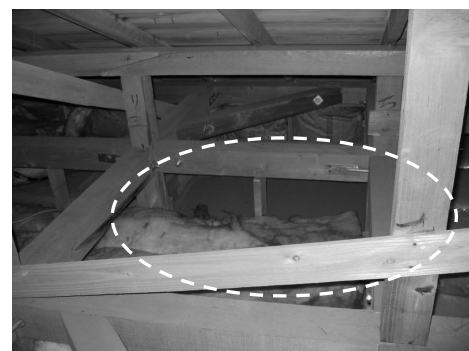


図 15.5.11 物入れとトイレ上部は断熱材が欠損している。



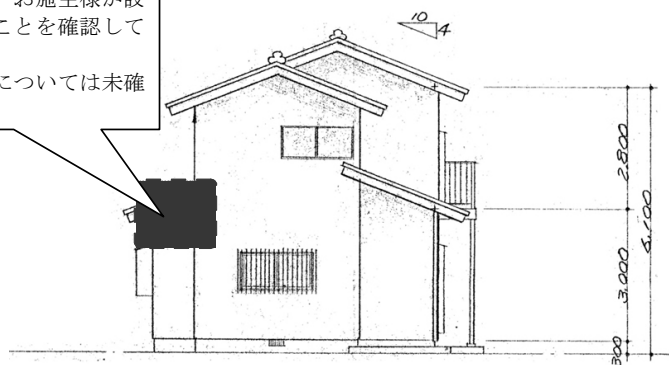
図 15.5.12 小屋裏へ出ている外壁断熱材

- ・今回の事前調査では、解体を伴う確認作業を行わなかったため、1階ダイニング、居間の平屋部分の範囲は未確認である。ただし、ヒアリングによると基本的に断熱材は設置され

ているとのことであった。

- ・下屋の下がり壁の範囲については、断熱改修の要となる部分であるため、再度、住宅の状況を確認する必要がある。

- ・北側の下屋の範囲は、浴室を改修した際に、お施主様が設置されていることを確認している。
- ・下がり壁部分については未確認。



西側立面図 縮尺 1/100

- ・平屋部分の天井断熱材は、お施主様の認識では、設置されているとのこと。
- ・下がり壁については未確認。



南側立面図 縮尺 1/100

- ・小屋裏換気口は設置されている。

図 15.5.13 立面図

15.5.3 断熱改修メニューの検討

1) 改修メニュー

事前診断の結果から、改修メニューの検討を行った。ここでは、改修費用を勘案し複数のメニューを検討した。

(石崎 竜一)

2) 改修メニューの一覧

表 15.5.1 A案（開口部を2重化する場合）

改修部位	改修方針	仕様	数量
1階床			
居間、和室8帖、食卓・キッチン	床はそのまま、床下から根太間に断熱材を充填する。	断熱材:GW32K t=42mm	46.4㎡
	間仕切壁の下部に通気止めを設置する。	通気止め:間仕切エース	10.0m
1階開口部			
居間、食卓・キッチン	既存サッシの内側に高性能サッシを追加する(2重化)。	既存アルミ・FL3(単板)+樹脂サッシ・FL3(単板)	12.2㎡
和室8帖	和室の障子を断熱障子に変更する。	透光性断熱板ルームラック4mm	4.6㎡
下屋下がり壁※1			
平屋及び北側下屋	下がり壁に範囲に断熱材を充填する。	断熱材:GW10K t=50mm	17.2㎡
2階天井			
押入、物入上部(断熱欠損範囲)	小屋裏から断熱材を充填(敷込)する。	断熱材:GW10K t=50mm	3.3㎡
全ての間仕切壁	間仕切壁の上部に通気止めを設置する。	通気止め:間仕切エース	21.4m
2階開口部			
洋室6帖	既存サッシの内側に高性能サッシを追加する(2重化)。	既存アルミ・FL3(単板)+樹脂サッシ・FL3(単板)	4.3㎡
和室8帖	和室の障子を断熱障子に変更する。	透光性断熱板ルームラック4mm	3.0㎡

※1:下がり壁となる部位の改修は、再度現場を確認した上で必要か否かを決定する。

表 15.5.2 B案（開口部をアタッチメントガラスで改修する場合）

改修部位	改修方針	仕様	数量
1階床			
居間、和室8帖、食卓・キッチン	床はそのまま、床下から根太間に断熱材を充填する。	断熱材:GW32K t=42mm	46.4㎡
	間仕切壁の下部に通気止めを設置する。	通気止め:間仕切エース	10.0m
1階開口部			
居間、食卓・キッチン 和室8帖	既存サッシのガラスを高性能ガラスに交換する	既存アルミ+ペアマルチホーム(3+A6+3)	16.8㎡
下屋下がり壁※1			
平屋及び北側下屋	下がり壁に範囲に断熱材を充填する。	断熱材:GW10K t=50mm	17.2㎡
2階天井			
押入、物入上部(断熱欠損範囲)	小屋裏から断熱材を充填(敷込)する。	断熱材:GW10K t=50mm	3.3㎡
全ての間仕切壁	間仕切壁の上部に通気止めを設置する。	通気止め:間仕切エース	21.4m
2階開口部			
洋室6帖、和室8帖	既存サッシのガラスを高性能ガラスに交換する	既存アルミ+ペアマルチホーム(3+A6+3)	7.3㎡

a 改修部位のキープラン

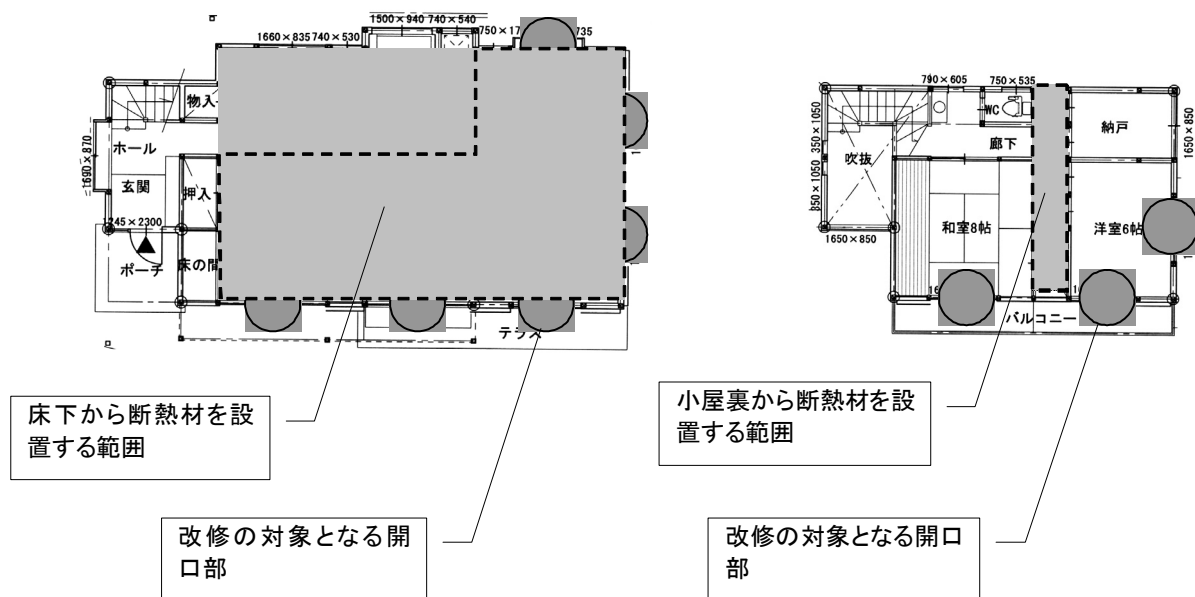


図 15.5.14 改修部位キープラン

b 矩計図（改修後）



図 15.5.15 矩計図（改修後）

15.5.4 既存住宅の断熱性能の測定

1) 目的

既存住宅の熱性能に関する調査を行なうことにより、断熱改修を行なう際の基本的な知見を得るとともに、改修前後の断熱性能を把握する。本節では、以下に示す項目の測定を行った。

- ・気密性能
- ・熱損失係数
- ・表面温度分布

2) 測定概要

(1) 測定対象

測定対象は、神奈川県寒川町に建つ築 24 年の在来工法の木造住宅である。施工は、地域の工務店が行っており、断熱材は壁と天井の全面、床の一部にグラスウールが施工されている。測定対象の概要を図 15.5.16 及び写真 15.5.1 に示す。

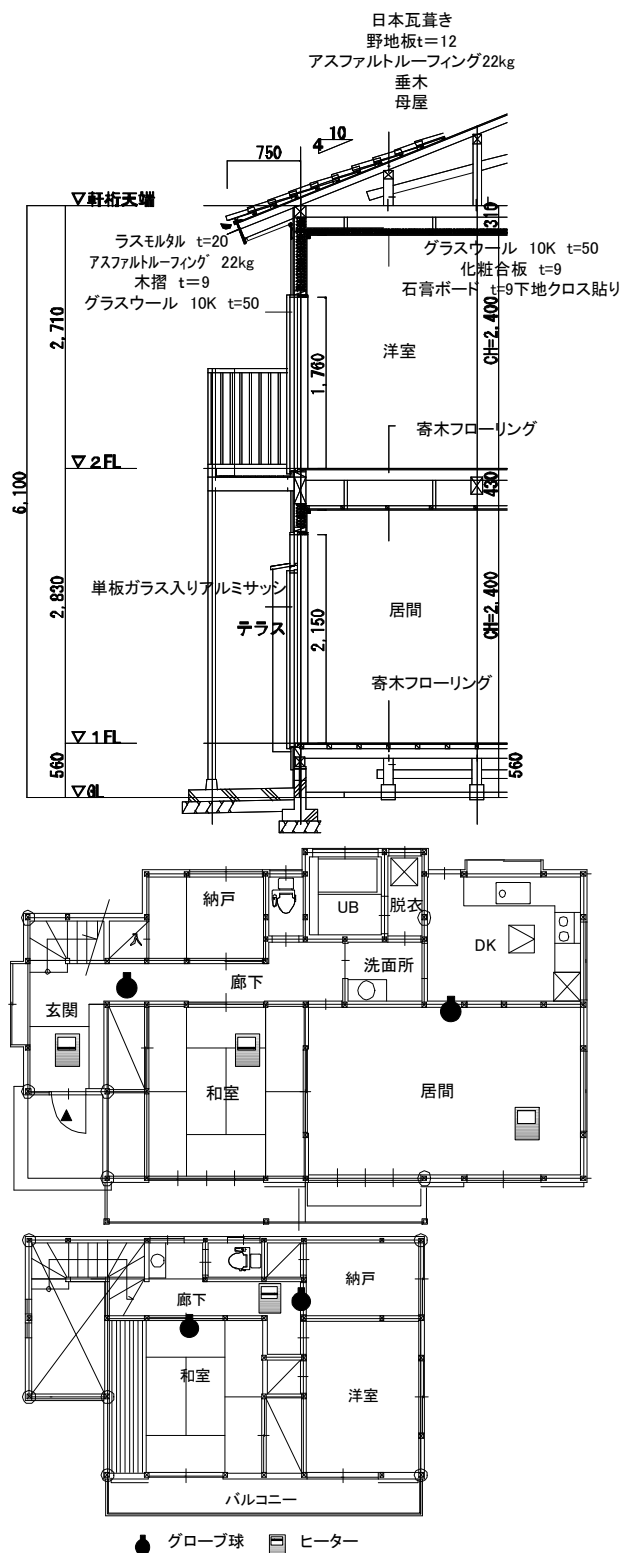
(2) 測定方法

a 気密性能

「送風機を用いた住宅気密性能の試験方法((財)建築環境・省エネルギー機構)」の減圧法による。流量及び圧量の測定は、予め校正した住宅気密測定装置「KNS-4000 型」(コーナー札幌株式会社製)を使用して行なった。

b 熱損失係数

熱損失係数は、建物内部にヒーターを設置し、一定の発熱量で加熱を行い、加熱時及び加熱終了後の室内温熱環境の温度及び発熱量を解析して求めた。測定項目は、東西南北及び水平面の SAT、外気及び床下空間の空気温度、室内のグローブ温度、ヒーター及びそ



● グローブ球 □ ヒーター
図 15.5.16 測定対象住宅の概要

の他機器類の消費電力である。測定中は、ファンにより建物内の空気を循環させ各室温が一様になるようにした。

測定データから熱損失係数を算出する方法を以下に示す¹⁾。

① 基本式

対象とする建物内部の温度が一様ならば外界及び加熱のステップ励振による室温の単位応答は(1)、(2)式で表される。

外気温による室温のステップ応答

$$\phi(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (1)$$

暖房による室温のステップ応答

$$\varphi(t) = b_0 - be^{-\lambda t} \quad (2)$$

ここで、 $r = e^{-\lambda \Delta t}$ とすると、(1)の三角波応答時系列は(3)式で表される。

$$\phi_0 = 1 - \frac{1}{\lambda \Delta t} (1 - r) \quad (3)$$

$$\phi_j = \frac{1}{\lambda \Delta t} (1 - r)^2 r^{j-1}$$

また、(2)式の矩形応答時系列は以下のよう
に示され、

$$\varphi_0 = b_0 - br \quad (4)$$

$$\varphi_j = b(1 - r)r^j$$

(3)、(4)式より室温 $\theta_{R,n}$ は次式で求められる。

$$\theta_{R,n} = \sum_{j=0}^{\infty} \theta_{o,n-j} \phi_j + \sum_{j=0}^{\infty} H_{n-j} \varphi_j \quad (5)$$

実際の建物では外壁面は方位毎に異なる放射熱環境に曝されているため、これらの放射条件に対応するよう外壁面方位 k に対する SAT 温度を解析に使用する。SAT 温度は外気温に比べ $\Delta \theta_k$ だけ高くなっているため(6)式で表され、

$$SAT_k = \theta_0 + \Delta \theta_k \quad (6)$$

記号

θ : 温度 (°C)

H : 発熱量 (W)

ϕ : 外気温による室温のステップ応答

φ : 暖房による室温のステップ応答

K : 熱損失係数 (W/m²K)

A : 延べ床面積 (m²)



写真 15.5.1 測定対象住宅

表 15.5.3 測定対象住宅の概要

場所: IV地域: 神奈川県寒川町
竣工年月日: 1981年5月入居 築24年
施工: 地域工務店
構造: 在来木造(2階建て、一部平屋)
延床面積: 118m ² 建築面積: 80m ²
家族構成2人



図 15.5.17 熱損失係数測定状況 (1階居間)

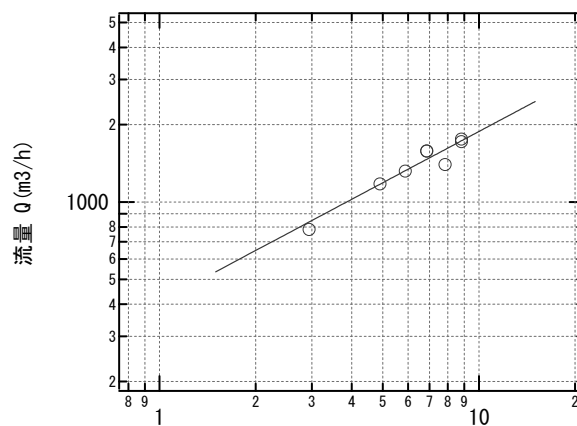


図 15.5.18 圧力差と流量の関係

表 15.5.4 住宅気密性能測定結果

通気率(m ³ /h)	a	408.7
隙間特性値	n	1.5
ΔP=9.8Paのときの通気量(m ³ /h)	Q=aΔP ⁿ (1/n)	1856.7
室内温度(℃)	θ	13.1
総相当隙間面積(cm ²)	αA=Q×b	1293.2
述べ床面積(m ²)	S	116.8
相当隙間面積(cm ² /m ²)	C=αA/S	11.1

表 15.5.5 熱損失係数の解析結果

	λ	換気回数	総括熱貫 流率KA (W/K)	熱損失 係数 (W/m ² K)
測定値	0.186	—	637	5.45
設計図書 より算出	—	0.3	648	5.55
		0.4	658	5.64
		0.5	669	5.73
		0.6	679	5.82
		0.7	690	5.91

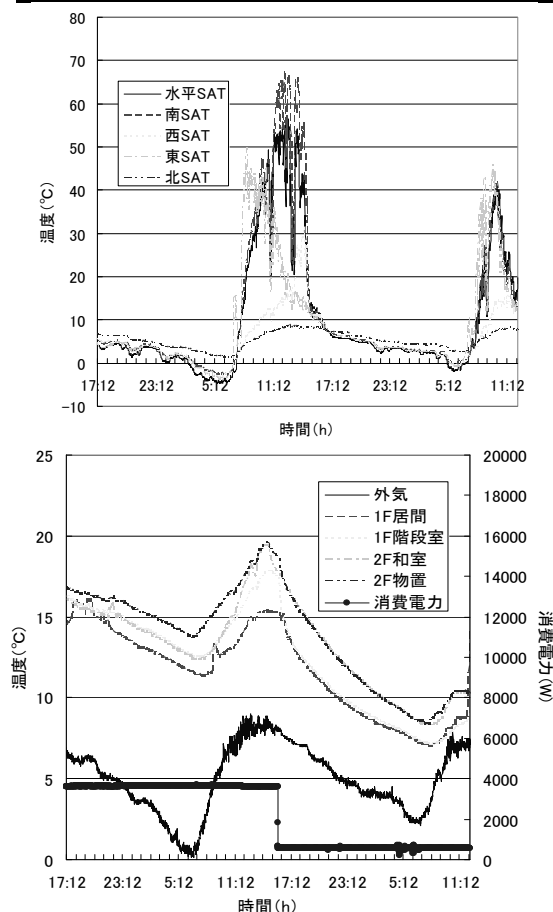


図 15.5.19 測定結果

(5)式を測定開始以前のデータを必要としな
いよう変形すると

$$\begin{aligned} \theta_{R,n} = & \theta_{R,0} r^n + \phi_0 (\theta_{0,n} - r^n \theta_{0,0}) + \phi_1 \sum_{j=1}^n \theta_{0,n-j} r^{j-1} \\ & + \sum_k a_k \left\{ \phi_0 (\Delta \theta_{k,n} - r^n \Delta \theta_{k,0}) + \phi_1 \sum_{j=1}^n \Delta \theta_{k,n-j} r^{j-1} \right\} \\ & + (b_0 - br) H_n + br(1-r) \sum_{j=1}^n H_{n-j} r^{j-1} \end{aligned} \quad (7)$$

(7)式が導かれる。またこの状態での損失熱量
は

$$KA = \frac{1}{b_0} \quad (8)$$

であり、(8)式から延べ床面積 A を除すること
によって熱損失係数が求められる。

② 数値計算法

(7)式は r のべき乗を含んでいるため非線形
となってしまいが、r を既知とすれば、残差 F は
(9)式のように記述でき、

$$F(a_1 \dots a_k, b, b_0) = \sum_{n=1}^N (\theta_{R,n}(\phi, \phi) - \theta'_{R,n})^2 \quad \dots (9)$$

測定値 $\theta'_{R,n}$ と(7)式による予測値 $\theta_{R,n}$ との
二乗和を最小とする係数が求める解となる。数
値計算では、はじめに r に適当な値を仮定し、
二分法などの収束計算により、近似度を高め
てゆく。

c 赤外線カメラによる表面温度測定

赤外線カメラによる表面温度の測定は、日
射の影響が無視できる夜間に、室内をヒータで
加熱して、内外温度差をつけた状態で行なっ
た。

3) 測定結果

測定は 2005 年 2 月 11 日～13 日において
行なわれた。

(1) 気密性能

気密測定結果を図 15.5.18 及び表 15.5.4
に示す。相当隙間面積 C 値の測定結果は 10

(cm^2/m^2)を越えており、IV地域における次世代省エネルギー基準の規定値 5.0 を大幅に上回っている。

(2) 熱損失係数

熱損失係数測定は、測定開始と同時に一定熱量で加熱を開始し、約 24 時間後にヒーターを停止し、その後約 20 時間、自然状態における温度減衰を測定した。測定中、窓面のレースカーテンは閉とした。また、夜間は 1 名在宅しているが、人体発熱は考慮していない。図 15.5.19 に各面の SAT、外気、床下温度及び室内グローブ温度の測定結果を示す。ヒーター停止後も若干の消費電力が記録されているが、これは冷蔵庫及びテレビ等の待機電力である。

図 15.5.20 に測定結果を用いて解析した、平均室温に対する残差と総括熱貫流率を、表 15.5.5 に熱損失係数の算出結果を示す。熱損失係数の測定値は $5.45(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$ であり、設計図書より算出された値と比べて若干小さくなっている。しかし、図 15.5.20 の残差は約 0.15°C で、これは推定された応答係数による室温予測の結果と測定値の差が 0.15°C であることを示しており、実際の住宅を測定した結果としてはきわめて精度が高いといえよう。熱損失係数 $5.45(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$ の値は、IV地域における次世代省エネルギー基準の 2.7 に比べればかなり大きく、新省エネルギー基準の 4.2 を満たすこともできない。

(3) 赤外線カメラによる表面温度測定

赤外線カメラによる表面温度測定位置を図 15.5.21 に、測定結果を写真 15.5.2～写真 15.5.7 に示す。

①東側概観では、小屋裏換気口付近の温度が上昇していることが示されている。②1階和室間仕切り壁下側は、床に断熱材が施工されているにもかかわらず、壁と床の取合い部の温度が低い。この部位は、低温部に手をかざすと冷気が感じられ、床下の空気が侵入しているものと思われる。一方、③の2階和室外壁下側は、外壁にもかかわらず、床と壁の取合い部温度はほぼ均一で、②のような温度低下は見られなかった。④1階洋室外壁でも、場所により 2°C 程度の温度ムラが生じている。また、天井の一部にも温度低下が見られ、天井面の断熱施工による影響が考えられる。⑤1階和室外壁上側では、温度ムラはほとんど確認されなかった。壁面に設置されたエアコンは、撮影直前までコンセントを差し込んだまま停止していたが、一部温度が高くなっており、待機電力を消費していたものと考えられる。⑥の撮影位置は、玄関吹き抜け部分の外壁と接しており、そのため天井の温度が一部低下しているものと考えられる。

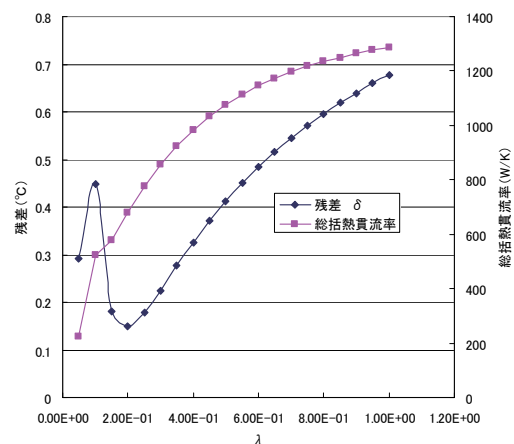


図 15.5.20 平均室温に対する残差及び総括熱貫流率の解析結果

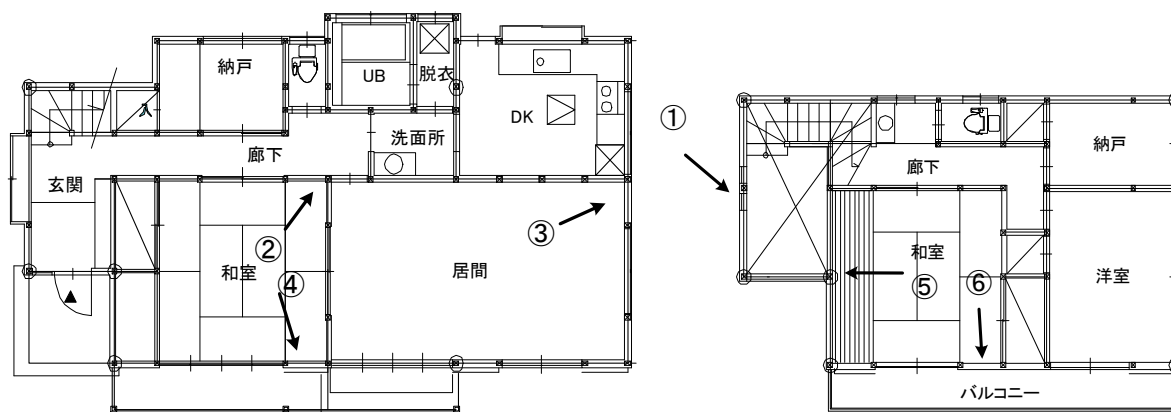


図 15.5.21 赤外線カメラによる表面温度測定位置

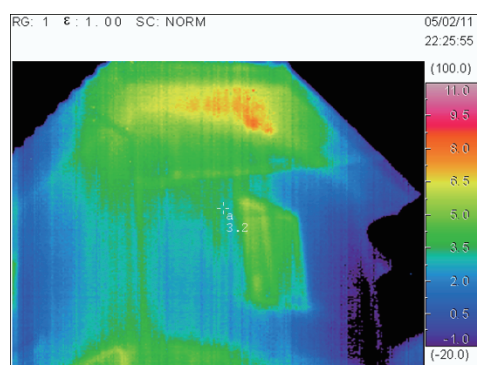


写真 15.5.2 表面温度測定結果 (①東側外観)

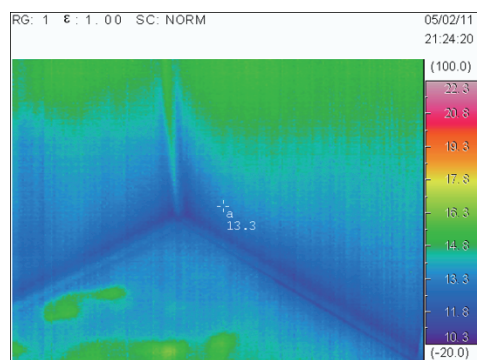


写真 15.5.3 表面温度測定結果 (②1階和室間仕切り壁下側)

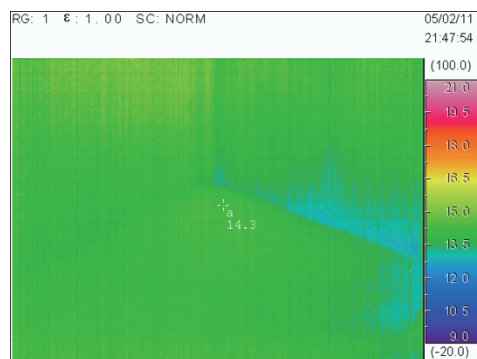


写真 15.5.4 表面温度測定結果 (③2階和室外壁下側)

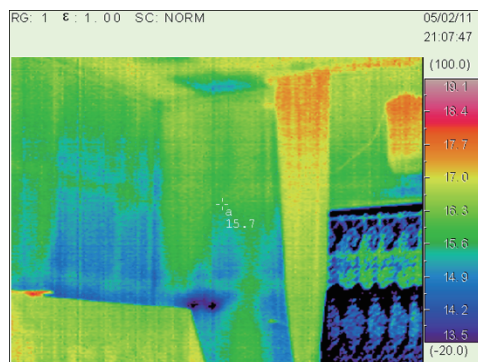
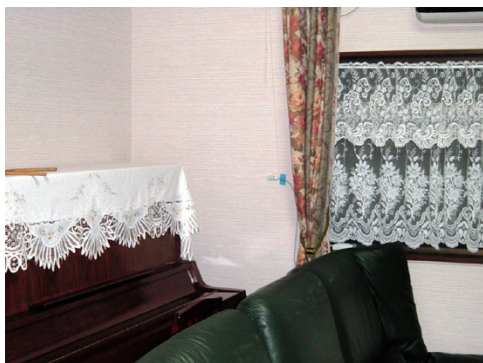


写真 15.5.5 表面温度測定結果 (④1階洋室外壁)

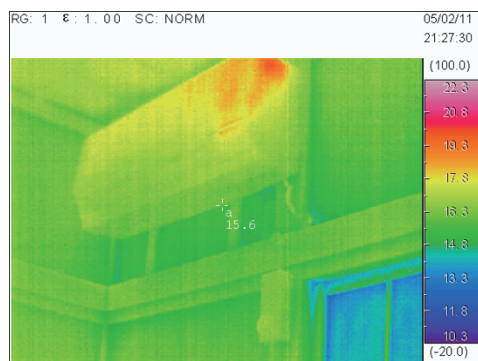


写真 15.5.6 表面温度測定結果 (⑤1階和室外壁上側)

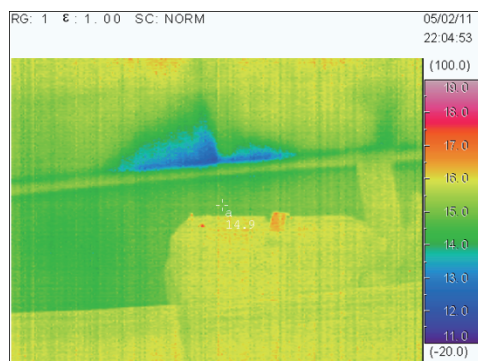


写真 15.5.7 表面温度測定結果 (⑥2階和室間仕切り壁上側)

4) まとめ

本節では、断熱改修前の既存住宅の熱性能を測定した。測定対象となった住宅は、壁・天井には断熱材が施工されているものの、気密性能は悪く、結果として熱損失係数も新省エネルギー基準を満たしていないことが判明した。特に、1 階床面の温度が低く、間仕切り壁においても壁内気流の影響と思われる温度低下が確認された。これらの結果より、1 階床面の断熱強化と、間仕切りを

含めた床壁取り合い部分の断熱・気密化が、断熱改修において重要であることがわかった。

(齋藤 宏昭)

<参考文献>

- 1) 松尾 陽:測定にもとづく室温予測及び暖房性能の評価法について、日本建築学会大会講演梗概集、昭和 51 年

15.6 まとめ－住宅省エネ改修基準策定に向けて

改修においては、工事内容を考えると、これまでの新築を主体とした従来の基準体系をそのまま適用できない部分は数多く、今後、住宅の省エネ改修を促進していくには、実効性と実用性の高い新たな改修用の基準が必要である。改修用基準の基本的な骨格を提案するため本委員会は2004年7月から設立された。活動期間はきわめて短期間であったが、主としてIV地域を対象に、平成4年基準同等の暖冷房エネルギーの低減と室内温熱環境の向上を図る性能水準と住宅改修手法構築の基本方針に関しては、おおよその検討を行うことができた。以下に、本委員会で得られた知見と今後の基準策定に向けた課題を述べる。

1) 断熱基準に関する検討 (15.1)

改修用の住宅断熱水準の基本的な骨格づくりに向けて、改修空間の室温改善効果、暖冷房負荷低減効果の面から各種検討を行い、性能規定に関しては、従来の住宅全体の熱損失係数(Q)ではなく、改修空間を対象とした修正熱損失係数(Q*)で規定することが妥当との認識を得た。修正熱損失係数(Q*)とは、あくまで改修対象空間を対象に算定するため、改修範囲が住宅全体の場合は従来の熱損失係数と同値となるが、部分改修など改修対象範囲を住宅の一部とする場合は住宅全体の熱損失係数とは異なり、一般に大きな値となる。

本委員会では時間の関係からIV地域に限定した検討のみに留まらざるを得なかったが、部分改修の場合でも、改修部分の外皮を平成4年基準設計施工指針に準拠する仕様とすることで、改修対象空間においては平成4年基準とほぼ同等の省エネルギー性、室内温度環境を確保し得ることが明らかとなった。従って平成4年基準レベルの改修用断熱基準値「修正熱損失係数(Q*)」は、改修対象空間の外皮を平成4年基準設計施工指針に準拠する仕様を適用した場合の「改修対象床面積当たりの熱損失係数」と定義することができる。

また、「修正熱損失係数(Q*)」に基づく断熱設計ルールに関しては、部分改修の場合、改修対象部(暖冷房された居室)と改修非対象部(非空調室)の冬季室間温度差は暖房室と

外気の温度差の50%程度である。よって、その境界に位置する間仕切等(間仕切壁・中間階床・間仕切壁にとりつく建具等)の貫流熱量は温度差を考慮して算出して構わない。

IV地域においては、部分改修の場合、間仕切壁等の断熱化は必ずしも必要ない。

IV地域においては、階段・廊下等が非改修の場合であっても、それらの空間が部分改修した居室の省エネルギー性能、室温保持性能に及ぼす影響は少ない。

などの知見を得た。

一方、部分改修は暖冷房された居室を中心に行うことが多いが、断熱改修を行うことで、改修部分の室温が上昇し、それに伴う室間換気の影響で非改修部分の暖房負荷が僅かながら増えてしまう傾向が見られる。温暖地ではその差は僅かであり、また非改修部分の室温は改修前後でも差が殆どないことから、平成4年基準レベルの断熱改修については、前述したような考え方でも大きな問題は無いと推測される。しかし、寒冷地では、平成4年基準で規定される断熱水準はかなり高く、部分改修の場合にIV地域と同等の改修効果があるか否か、室温や間仕切壁等、階段室・廊下等の扱いを同様にすべきか否かの判断材料は現時点ではそろっていない。今後は、本検討で得られた知見をベースに、気候条件(寒冷地)や住宅プラン要因なども含めた検討、実際のフィールドでの

性能検証なども進めながら、信頼性の高い改修効果が得られる断熱基準を検討・提案して

いく必要がある。

2) 断熱改修手法に関する検討 (15.2)

木造戸建住宅及び RC 造集合住宅を対象に、部位別に室内側もしくは外側から改修する場合を想定した改修手法を整理した。また、開口部の断熱強化を図ることで、改修前は冬季に発生していた枠・ガラスの表面結露が解消され、他の部位表面に結露が発生する恐れがある。そこで、改修仕様として有力な 9 種の開口部構成に関して表面温度分布性状に関する data を整理し、表面結露防止上の判断資料を得ることができた。

RC 造等の一般部位、木造の取合い部などの改修用断熱工法として、現場発泡ウレタン吹付け工法は有力な選択枝である。一方で、今後のフロン規制により、現場発泡ウレタンは断熱性能や透湿抵抗などが従来品と比べて低下することで従来のような適用ができなくなる恐れもある。これに関しては、一般的な壁体モデルを対象とした数値解析を行い、寒冷地では適用に注意すべき点があることなどの知見を得た。

在来木造住宅においては、外壁内、間仕切壁内では大量の壁内通気が生じており、壁内に断熱材を設置しても、通気により所定の断熱性能が発揮されない場合があることが以前より指摘されている。そこで、工法現実性があるいくつかの通気止め仕様を実験的に評価し、通気止め仕様開発の基礎資料を得ることができた。

断熱改修は、新築と異なり、断熱構造の基本的な原則(防湿－断熱－換気)を遵守することが難しい場合が多い。内外装汚損、設備更新、間取りの変更など他の要求・ニーズから行われる改修工事に連動して行うケースが多いためである。また、断熱構造の基本原則を貫くために使用可能な材料を取り除き、新築同様に施工することは、廃棄物抑制の観点からも望ましいとはいえない。これらも勘案しながら、今後は、さまざまな改修ケースに対応し得る数多くの選択枝をなるべく簡易な表現で構成された改修用設計施工指針を検討していく必要がある。

3) 換気改修手法に関する検討 (15.3)

全体改修と部分改修、改修後の気密性能などをパラメータとした数値解析を行い、断熱改修によって気密性が向上した場合、あるいは部分改修を行った場合等は全般換気(機械換気等)の導入が必要であることなどを示した。今後は、実住宅での性能検証をあわせて行い

ながら、全般換気の導入要件を明らかにしていく必要がある。また、改修時に新築のような全般換気装置を導入するのは難しく、改修対象空間に応じた簡便な改修用換気システムの技術開発が重要である。

以上、改修技術に関する各検討から導き出された知見と今後の課題を概観したが、本委員会では、適切・効果的な断熱改修を展開するために必要なサポートシステムに関しても調査・考察を加えた。

費用対効果が高く、コスト的透明性を有する断熱改修を展開していくには、対象住宅の劣化、腐朽程度などの事前調査、適切な改修手法の選択と工事監理が不可欠である。そのためには経験豊富な専門家の積極的な養成を図っていく必要がある。例えば改修に関して広範な知識を有する技術者(増改築相談員・相談指導員、マンションリフォームマネージャーなど)、断熱に関する広範な知識を有する専門家(例えば北海道の BIS 資格者など)を積極的に活用していくことが有効と考えられる。

また、改修の工事単価は、新築に比べ施工手間を要するため一般に新築単価よりも高い。実際に

は、経験則に基づき改修業者が工事費用を積算しており、同一工事であっても見積額の差が大きい場合も少なくなく、それらが発注者（居住者）側の改修への不信感を高める一因にもなっている。改修の普及・促進を図るにはコスト面での不透明さを解消することも重要であり、そのためには既存改修ベースの標準単価等の情報整備に取り組んでいく必要がある。

断熱改修は、竣工後は「見えない部分」を対象とした工事のため、改修効果が視覚的に伝わりにくく、現時点で改修ニーズとして高い順位にあるとはいえない。しかし、適切な断熱改修を行った場合は、エネルギーコストの負担を抑えつつ室温の改善、温度むらの解消が図れる、温度ストレスなく空間利用ができるなど、改修効果を最も体感的に感じさせることができる改修工事である。

良質な住宅ストック形成のため、断熱改修用基準検討・策定は急務であり、本委員会の成果を活かした今後の展開に期待する。

（鈴木大隆）