

## 4. 戸建住宅（改修）

### 4-1 年代別既存戸建住宅の断熱材等仕様と外皮性能

県内の既存住宅の実例から建設年代別の標準的な断熱材等仕様を想定し、3-1の標準モデルで外皮性能を計算した結果を整理したものが表4-1-1です。

住宅の省エネ改修を計画する際に、建設年代から外皮の概ねの性能を推定することができます。

（注：表の部位の熱貫流率は、建築年代の古い住宅の場合、天井、壁の下地の面材は、熱的境界を覆って間隙なく張られる例は少ないことから、通気層を設け気密設計をしている2000年代を除き、面材の熱抵抗は入れずに計算し(\*)、外皮性能を過大に評価しないようにしています）

建設年代別既存住宅（6地域）の標準的な断熱材仕様と外皮性能

表4-1-1

(U 部位の熱貫流率 (W/ (m<sup>2</sup>・K) )

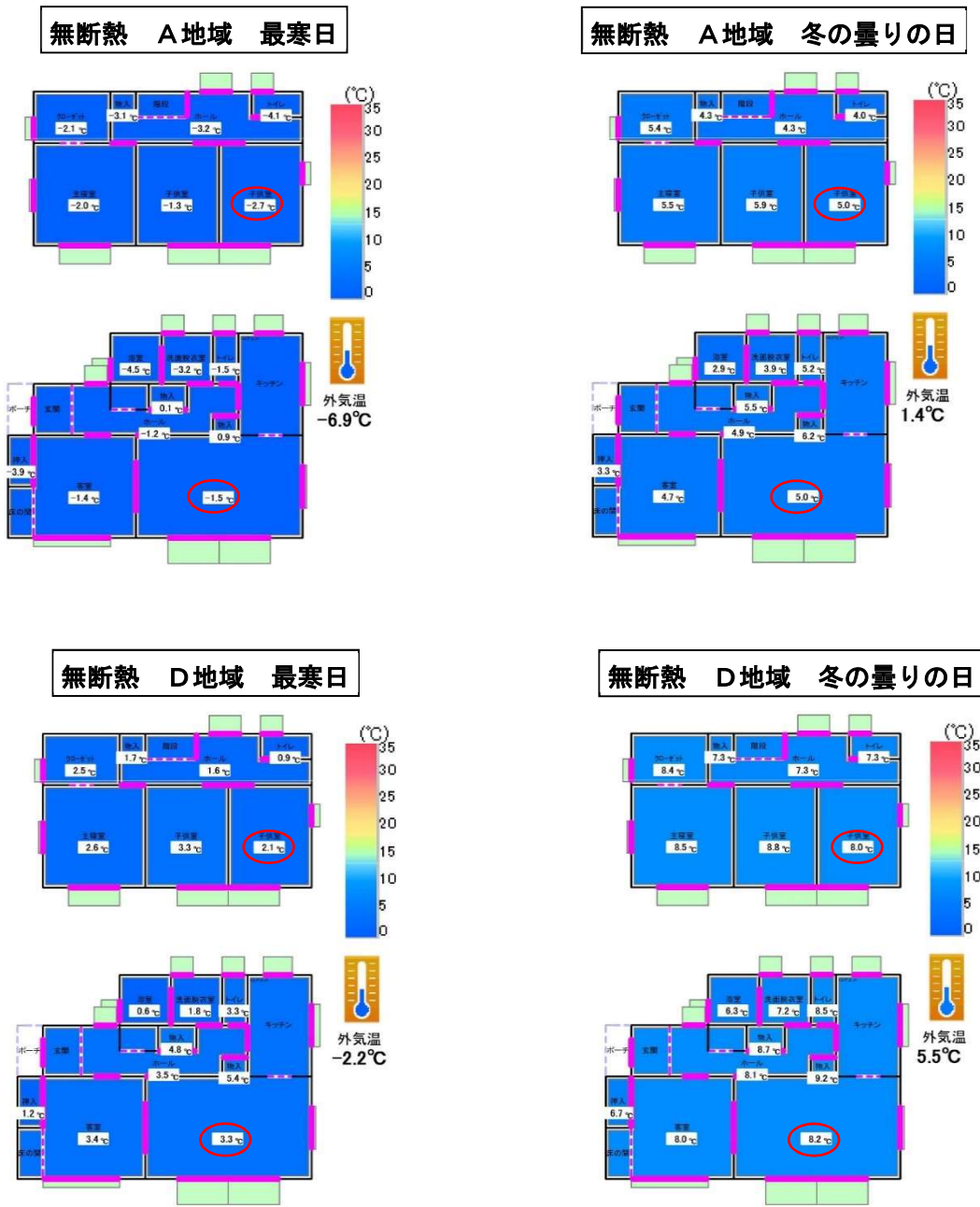
モデル名 部位	1. 無断熱		2. 天井のみ断熱		3. 1980年代		4. 1990年代		5. 2000年代		義務基準
	仕様	U	仕様	U	仕様	U	仕様	U	仕様	U	
屋根又は天井	なし	5.56*	GW50 (10K)	0.85*	GW45 (10K)	0.93*	GW45 (10K)	0.93*	GW100 (10K)	0.45	-
外壁	なし	4.55*	←	←	GW30 (10K)	1.37*	GW45 (10K)	1.03*	GW75 (10K)	0.62	-
床	なし	2.54	←	←	GW25 (10K) GW0 (畳下)	1.39 1.04	GW30 (10K) GW5 (畳下)	1.12 0.94	ホリスチレンフォーム1種40	0.85	-
	束立大引		←	←	束立大引 (根太間断熱)		←	←	←	←	-
窓 (和室紙障子)	アルミ枠・単板ガラス	和 4.76 6.51	←	←	←	←	←	←	アルミ枠・複層ガラス (A6) 非居室は単板ガラス	和 3.60 4.65 6.51	-
玄関ドア	木製建具	6.51	アルミ製ドア (非断熱)	6.51	←	←	←	←	←	←	-
基礎 外気側	なし	4.44	←	←	←	←	←	←	←	←	-
基礎 床下側	なし	3.39	←	←	←	←	←	←	←	←	-
U <sub>A</sub> 値	4.33		3.31		1.73		1.55		1.09		0.87
η <sub>AC</sub>	9.7		6.2		4.2		4.0		3.1		2.8
η <sub>AH</sub>	10.3		6.8		4.2		3.9		3.0		-

以下では、建設年代別の標準的な断熱材等の仕様の外皮性能の効果を《A地域：湯布院》、《D地域：大分》の2地点で検証します。モデルプランで各年代の外皮仕様を入力し、外気温は、【冬の最寒日】と【冬の曇りの日】で、夜間の室温低下の比較を行います。

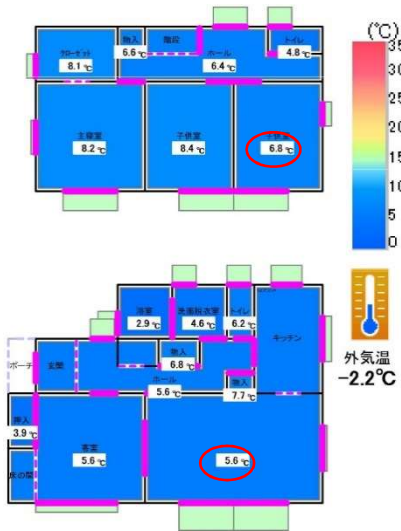
詳しい設定条件に関しては3-1をご参照ください。

無断熱～1990年代は漏気あり、24時間換気なし、2000年代以降から24時間換気ありで設定しています。

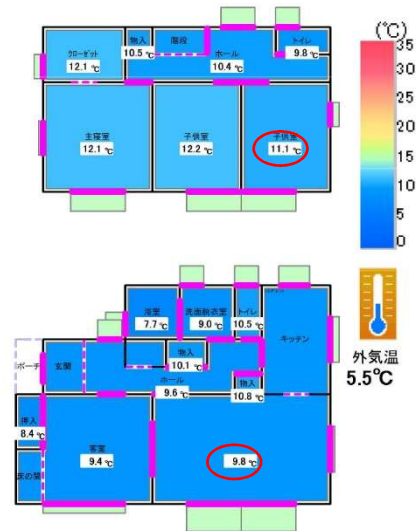
### ① 冬の検証



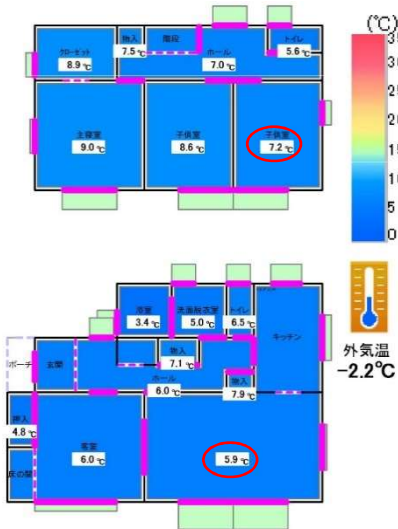
1980年代 D地域 最寒日



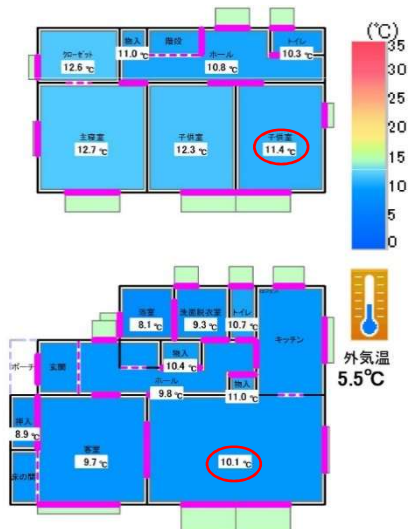
1980年代 D地域 冬の曇りの日



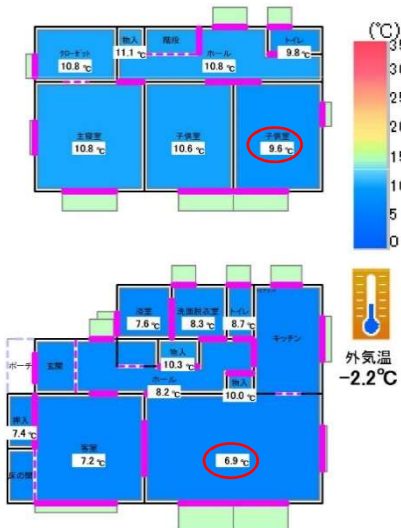
1990年代 D地域 最寒日



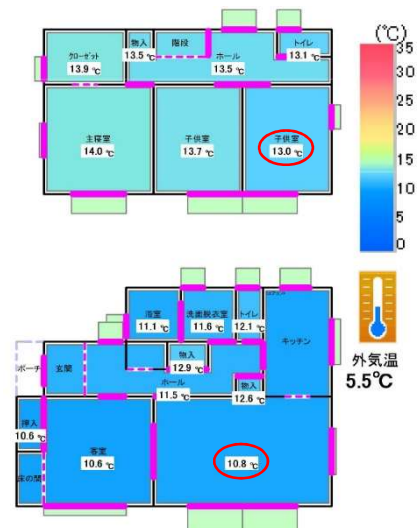
1990年代 D地域 冬の曇りの日



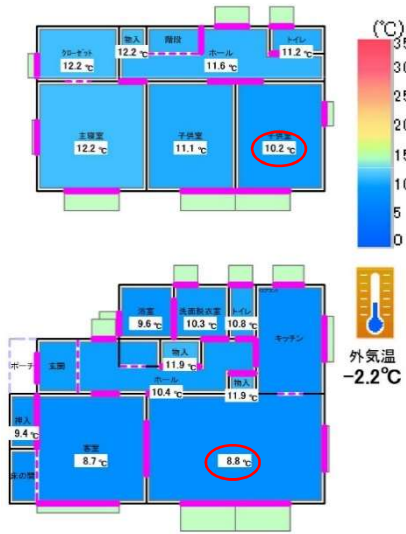
2000年代 D地域 最寒日



2000年代 D地域 冬の曇りの日



等級4 D地域 最寒日



等級4 D地域 冬の曇りの日

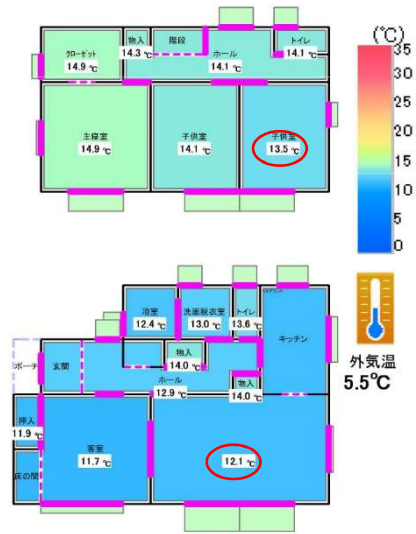


図 4-1-1

表 4-1-2 A、D 地域 最寒日 各年代別室温

	無断熱A	無断熱D	1980年代	1990年代	2000年代	等級4
UA値	4.33	4.33	1.73	1.55	1.09	0.87
外気温	-6.9	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
1Fホール	-1.2	3.5	5.6	6.0	8.2	10.4
居間	-1.5	3.3	5.6	5.9	6.9	8.8
主寝室	-2.0	2.6	8.2	9.0	10.8	12.2
子供室	-2.7	2.1	6.8	7.2	9.6	10.2
2Fホール	-3.2	1.6	6.4	7.0	10.8	11.6

表 4-1-3 A、D 地域 冬の曇りの日 各年代別室温

	無断熱A	無断熱D	1980年代	1990年代	2000年代	等級4
UA値	4.33	4.33	1.73	1.55	1.09	0.87
外気温	1.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
1Fホール	4.9	8.1	9.6	9.8	11.5	12.9
居間	5.0	8.2	9.8	10.1	10.8	12.1
主寝室	5.5	8.5	12.1	12.7	14.0	14.9
子供室	5.0	8.0	11.1	11.4	13.0	13.5
2Fホール	4.3	7.3	10.4	10.8	13.5	14.1

※無断熱のみA地域検討

【冬の最寒日】にエアコンを就寝時に切り、朝6時に起きるとどの年代も居間に関しては10℃を切りませんが、2階に関しては2000年代以降10℃を上回ってきます。1980年代と等級4では全室3℃以上室温が上昇しています。《A地域》の無断熱においては就寝時にエアコンを切ると全ての部屋が0℃以下となってしまいます。(表4-1-2)

【冬の曇りの日】については2000年代以降全室10℃を上回っています。無断熱の場合は全室10℃を下回ります。《A地域》においては冬の曇りの日においても5℃を下回ります。(表4-1-3)

② 夏の検証

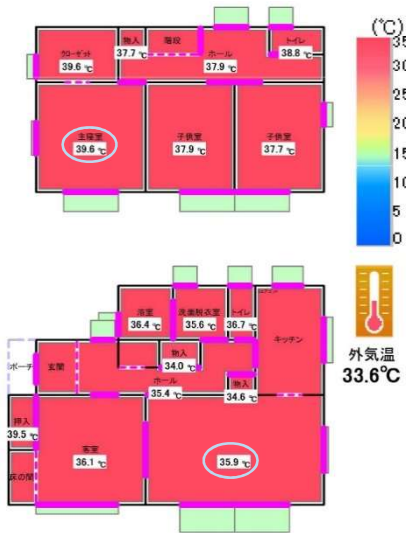
《D地域：大分》の夏の一番暑い日、朝から出かけて16時に帰ってきた時の室温の検証をしました。

1階の居間は暖房期より室温の差が少なくなりますが、無断熱と等級4では主寝室において4℃以上の差が出ています。(表4-1-4)

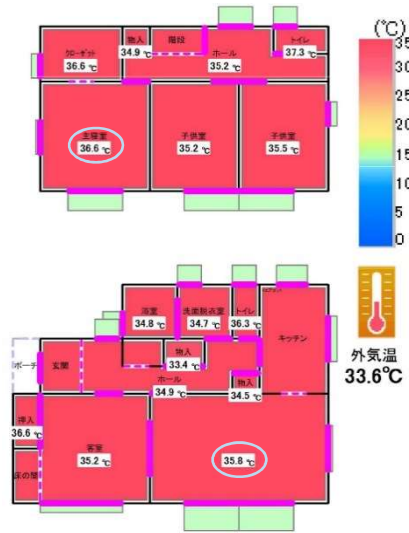
表 4-1-4 D地域 夏の最暑日 各年代別室温

	無断熱	1980年代	1990年代	2000年代	等級4
UA値	4.33	1.73	1.55	1.09	0.87
外気温	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6
1Fホール	35.4	34.9	34.9	35.0	34.4
居間	35.9	35.8	35.7	35.6	35.5
主寝室	39.6	36.6	36.3	35.0	35.2
子供室	37.7	35.5	35.4	34.5	34.8
2Fホール	37.9	35.2	35.0	34.1	34.3

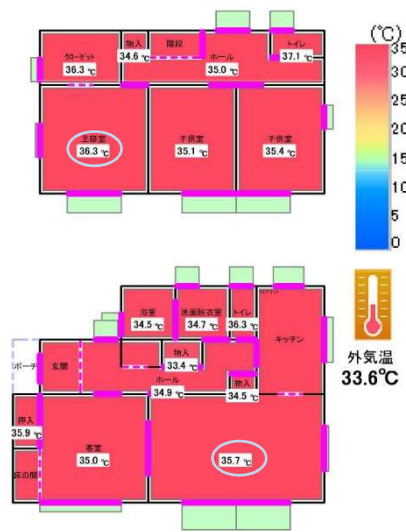
**無断熱 D地域 最暑日**



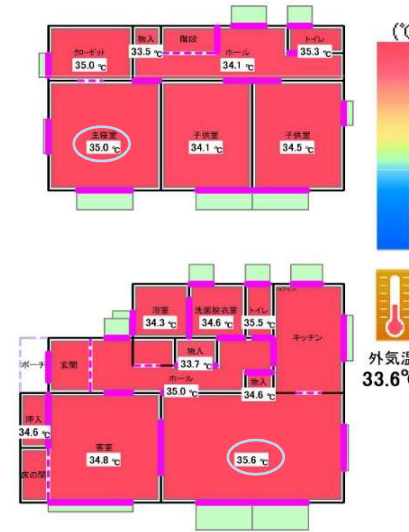
**1980年代 D地域 最暑日**



**1990年代 D地域 最暑日**



**2000年代 D地域 最暑日**



**等級4 D地域 最暑日**

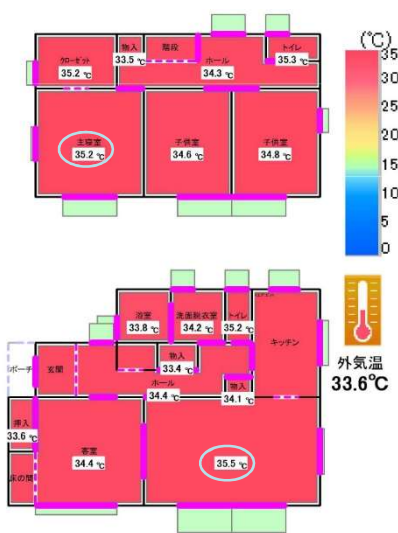


図 4-1-2  
4-P5



## 4-2 基本基準と推奨基準

前項でも示したように多く存在する既存住宅の省エネ性能のボトムアップが住宅全体の省エネ化、脱炭素社会の実現に向けて重要となってきます。改修においても断熱性能の基本基準、推奨基準を設けます。

### ① 断熱性能（ $U_A$ 値）

本ガイドラインにおいては1-3に示す様に県内の市町村をA～D地域に区分し、それぞれに対して基本基準、推奨基準の外皮性能を表4-2-1の数値以下になるように設定します。

表 4-2-1 断熱性能 大分県基準

	A地域	B地域	C地域	D地域
基本基準	0.87	0.87	0.87	0.87
推奨基準	0.50	0.53	0.57	0.60

基本基準に関しては現存している既存住宅に多いであろう1990年～2000年前半に多い仕様 床:GW t 30、壁:GW t 45、天井:GW t 45 (GWは10K)、サッシ:単板ガラス、 $U_A$ 値 1.55において、天井の断熱強化、窓改修等、住みながら改修を行うことが可能な仕様ということで、現在の断熱等級4（2025年からの新築住宅における義務基準）を満たす条件としています。

推奨基準については、耐震補強や大幅なプラン変更を兼ねて改修を行う場合、中古住宅を購入し、改修して住もうとする場合など大掛かりに手を加えて改修する場合について示しています。新築の基本基準と同じです。既存建物を長く使うために耐震改修はきわめて重要です。耐震改修等行う場合は、断熱改修も合わせて検討しましょう。

それぞれの基準を満たす外皮によって得られる室温の状況は、4-6でおおいた区分毎にモデルプランで具体的に検証しているのでご参照ください。

## 4-3 改修方法

### ① 既存の住宅の暮らし方の状況を知る

既存住宅の改修を検討する前に、現在の状況を知ってもらうのがいいでしょう。

2 つツールを紹介します。

・CASBEEすまいの健康リスト [https://www.jsbc.or.jp/CASBEE/health\\_check/index.html](https://www.jsbc.or.jp/CASBEE/health_check/index.html)

CASBEEすまいの健康リストは住まいの環境が健康に大きな影響を与えることから、健康に悪影響が及ばない移住環境を実現するために開発されたものです。健康チェックリストにより「移住環境の健康性の異常の有無に気づき、改善のきっかけ」を得ることが出来ます。

・うちエコ診断 <https://webapp.uchieco-shindan.jp/>

うちエコ診断では、平均的な家庭と比べながら、あなたの省エネのいいところ、これから光熱費を減らせることを明らかにするものです。

WEB上でも可能ですが、大分でもアースデイ大分がイベント等でブースを設け実施されています。うちエコ診断士による説明を受けながら実施することが出来ます。



図 4-3-1 CASBEEすまいの健康リスト



図 4-3-2 うちエコ診断

### ② 既存住宅の状況を知る

次に既存の住宅の状態を正確に把握する必要があります。既存住宅の場合、図面が残っていない場合が多いので、調査により把握する必要があります。図面が残っている場合においても現在の状況と違っていている場合が多いので図面通りなのかどうか確認する必要があります。表 4-4-1、-2 に「既存住宅の断熱材を判別する基準」を記載していますので、参照してください。

下表 4-3-1 は既存建物の建物調査時において調査が必要な部位の一覧となりますのでご参照下さい。

表 4-3-1 実況見分が必要な部位の一覧

分類	部位	確認箇所
床	床	隙間の有無(和室は畳を剥がし、取合い及び荒床を確認)
	床下	断熱材及び防湿層の有無 床下換気口の有無 木材の劣化・腐朽状況
	地盤	基礎形状(ベタ基礎か布基礎) 地盤防湿等
壁	外壁	断熱材・防湿層の有無(床下及び階間空間より確認) 気流止めの有無(床下及び小屋裏空間より確認) 外装のクラック、漏水の形跡
	間仕切壁	気流止めの有無(床下及び小屋裏空間より確認)
天井	階間	下屋取合いの断熱材・防湿層の有無(階間空間より確認)
	小屋裏	断熱材・防湿層の有無 木材の劣化・腐朽状況 小屋裏換気口の有無
開口部	窓、玄関、勝手口	サッシ・ガラスの種類、パッキン・戸車の劣化状況、サッシ・ドアの立て付け、雨戸の有無

出典：独立行政法人 建築研究所 既存住宅の省エネ改修技術資料

大掛かりな住宅の改修を行う際は断熱性能向上のみでなく、劣化対策、耐震性、断熱性、省エネルギー性、バリアフリー性、火災時の安全性等住宅の全体的なバランスを考えることが大切です。より詳しく調査方法、診断方法を学ぶためには、住宅医協会のサイト等ご参照ください  
<https://sapj.or.jp/>

図 4-3-3 は携帯に取り付けて撮影可能なサーモカメラで撮影した室内表面温度の画像です。1 月半ばの屋間に撮影した画像ですが、左の画像では単板ガラスの窓の表面温度が 9℃になっています。また中の画像では無断熱の外壁の表面温度は、11.1℃と低い温度になっているのが分かります。サーモカメラでは、外皮の断熱性能の弱点が一目瞭然に分析できるので活用してみましょう。



図 4-3-3




### ③ 改修方法

改修方法については詳しい改修内容が国総研資料第 593 号「既存住宅の省エネ改修技術資料」に記載があります。下記サイトよりご確認の上、ご参照下さい。

[ks0593.pdf \(nilim.go.jp\)](https://ks0593.pdf(nilim.go.jp))

改修方法としては 4-4 の計算方法に記載の様に全体改修、部分改修、部位改修があります。

表 4-3-2 改修規模の比較

改修規模	改修の概要	長 所	短 所
①部位改修 	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存の断熱材が壁や天井などに施工されている</li> <li>屋根・天井、外壁、床、開口部などの無断熱の部位を断熱改修する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>床や屋根であれば安価に改修できる手法がある</li> <li>内外装の工事を伴わない断熱改修を実施できる</li> <li>工期が短かく(1日～3日程度)、住まいながらの改修が可能である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存の断熱材の性能が低い場合、目標とできる性能値は中程度で、快適性の向上に期待</li> <li>無断熱の部位全てに断熱材を施工しない場合(外壁を改修しない場合など)は、建物全体の断熱区画が形成できない</li> </ul>
②全体改修 	<ul style="list-style-type: none"> <li>屋根や外装の修繕、室内の改装、設備更新など、他の改修工事と組み合わせ断熱改修を実施する</li> <li>大掛かりな改修工事となる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高性能な断熱材を全ての部位に施工することができるため、高い断熱性能の改修目標レベルを目指すことができる</li> <li>耐震改修やバリアフリー改修などの組み合わせが容易である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>断熱工事の範囲にとどまらない壁等の躯体を含む改修工事となり、費用がかかる</li> <li>関連工事が多くなり工期が長くなる(概ね 1.5 ヶ月～)</li> <li>手法によっては住まいながらの改修が困難である</li> </ul>
③部分改修 	<ul style="list-style-type: none"> <li>ライフステージの変化に合わせて中心的な生活の場を断熱改修する。</li> <li>1 階の範囲、もしくは、部屋単位での改修をおこなう。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>利用頻度の高い部屋の局所間欠暖房に効果的。</li> <li>比較的短工期で安価に実施できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>非暖房室との温度差が大きくなる(ヒートショックの問題)</li> <li>非暖房室への結露対策が必要である</li> </ul>

出典：独立行政法人 建築研究所 既存住宅の省エネ改修技術資料



表 4-3-3 改修による断熱層の形成

部 位	断熱材の位置	改修による断熱層の形成
屋 根	① 野地板の外側	野地板の外側に断熱材を設置し、通気層を確保して断熱層を形成する。一般に、透湿抵抗があり吸水率が高い断熱材を用いることが多いので防湿層は必要ない。断熱区画が屋根面になるので、その室内側となる小屋裏に断熱材がある場合は撤去し、妻壁に断熱材を設置して換気口を塞ぐ
	② 垂木間	垂木間に断熱材を設置すると湿気が侵入した場合、野地板の裏面で結露する可能性が高い。必ず垂木下端に防湿シートなどで防湿層を形成し、野地板の裏面に通気層を採る断熱層の構成とする。断熱区画を屋根面とする場合、小屋裏の断熱材は撤去し、妻壁に断熱材を設置し換気口は塞ぐ。屋根面及び天井面の二重断熱層とする構成もある
天 井	③ 小屋裏（天井裏）	防湿フィルム付きの断熱材、もしくは、防湿層を室内側（天井面）に設置して、断熱層を形成する。温暖地の場合、防湿フィルム付きの断熱材を隙間なく施工すれば小屋裏での結露発生の危険性は低い。ただし、必ず小屋裏換気の対策を講じること
外 壁	④ 軸組みの外側	軸組みの外側に断熱材を設置し透湿防水シートなどで防風層を設ける。新規の外装下地に通気層を確保し断熱層を形成する。一般に透湿抵抗の高い断熱材を用いることが多いので防湿層は必要ない。既存の断熱材は残したままでもよい
	⑤ 柱・間柱間 ⑥ 室内側	外装を撤去し外側から断熱材を充填する場合は、断熱層の再構成が可能である。室内側からの充填で外装を更新しない場合は、防湿層の設置に加え室内湿度を低く保つ等の対策が不可欠である
床	⑦ ⑧ 根太間・床上	既存床に合板と同等の防湿性と気密性を有する材料が最も室内側にあれば、防湿層の設置は必要ない。ただし、床下は開放空間とし湿気を換気し易い状態を確保すると共に、室内湿度を低く保つなどの対策が不可欠となる
基 礎	⑨ 基礎の外側	基礎の立ち上がり部分を防湿層とし、透湿抵抗が高く吸水性が低い断熱材を用いて断熱層を形成する。床下は、室内と同等扱いとなるため、基礎は湿気対策として防湿コンクリートもしくはベタ基礎である必要がある

出典：独立行政法人 建築研究 既存住宅の省エネ改修技術資料

表 4-3-3 は改修による断熱層の形成について記載された表になります。図 4-3-4 の①～⑨が上の表の箇所となります。断熱層の形成方法を含めて、夏の日射遮蔽、冬の日射熱取得等改修方法について記載しておりますのでご参照下さい。

改修による断熱層の形成と夏の日射遮蔽、冬の日射熱取得等 改修方法

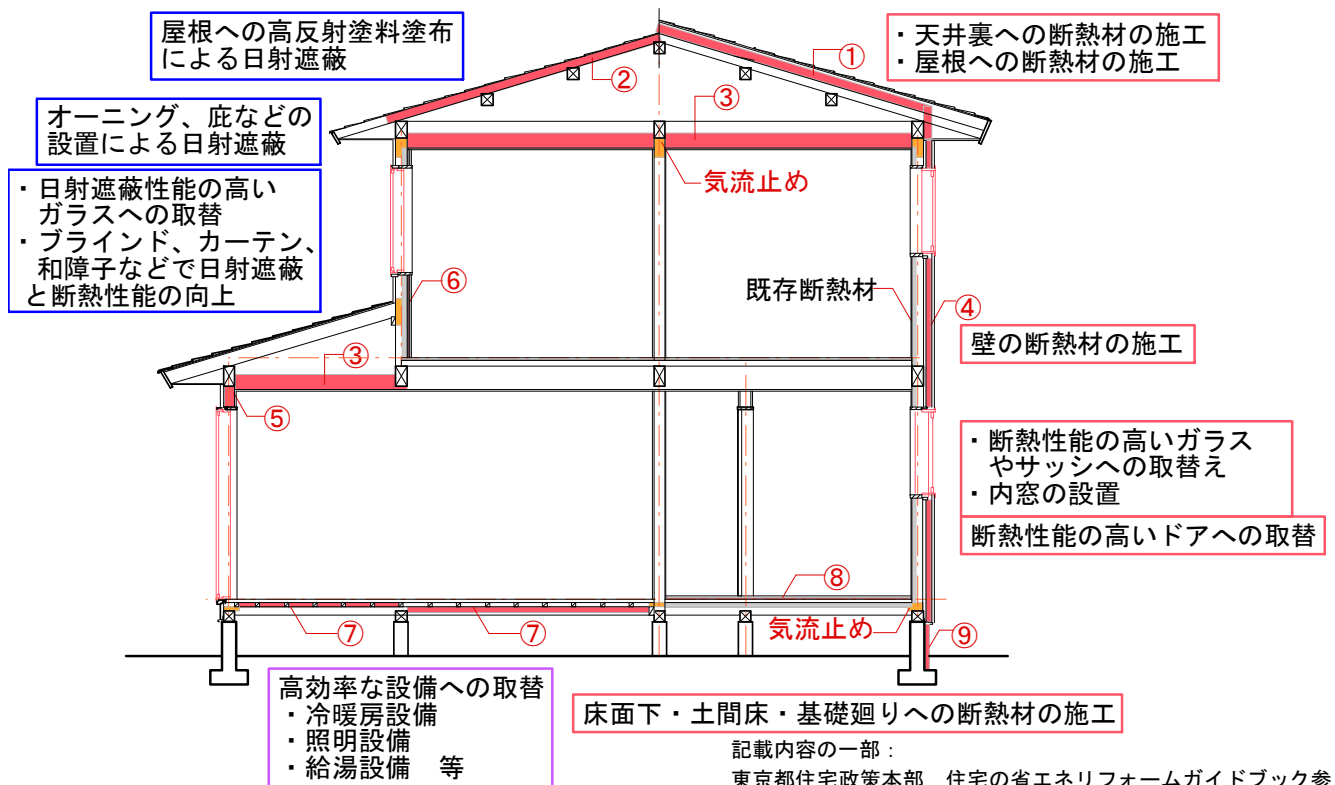
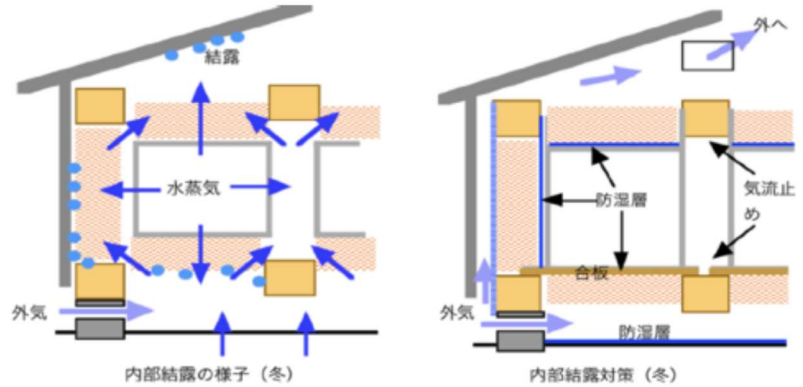


図 4-3-4  
4-P9

## 防湿層の確保と気流止め

既存住宅の改修において、内部結露防止のために防湿層の確保や気流止め工法（外壁・間仕切り壁の上下端（小屋裏、床下、階間）に隙間なく断熱材を挿入）を検討する必要があります。



出典：省エネ基準 説明の義務 南雄三が説明したら…（建築技術）

図 4-3-5

## 夏の対策

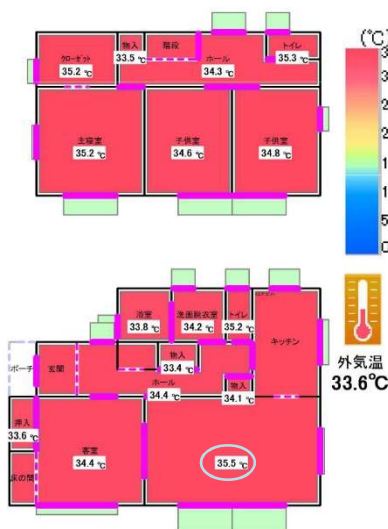
夏の対策については外皮性能を向上し、冷房負荷を軽減すると共に表 4-3-4 の様に開口部の遮蔽手法を用いるのが有効です。ちなみに図 4-3-6 は基本基準である断熱等級 4（ $U_A$  値 0.87）における【最暑日】4-1 に示した条件と同じ場合の室温です。1 階南面の窓に外ブラインドを設置することにより、居間の室温が 35.5℃から 34.1℃へ 1.4℃下がっています。

表 4-3-4 開口部の遮蔽手法

出典：国総研資料 既存住宅の省エネ改修技術資料

開口部の日射遮蔽手法	概要	効果	
(1) 日射遮蔽効果のある開口部材を選択する	サッシおよびガラスに遮熱性能の高いものを選択する	中	
(2) 開口部に日射遮蔽部材を設置する	①外付け日射遮蔽部材	外付けブラインド等、開口部の室外側に付属部材を設置する場合で、全方位にわたって効果が期待できる	大
	②内付け日射遮蔽部材	カーテンやブラインド等、開口部の室内側に付属部材を設置する	小
(3) 開口部外側上部に庇やパーゴラ等を設置する	庇等を利用して開口部から侵入する日射を遮る手法で、設置位置の方位と寸法によって日射遮蔽の効果が異なる	南面で大	

等級 4 D地域 最暑日



等級 4 D地域 最暑日 外付ブラインド

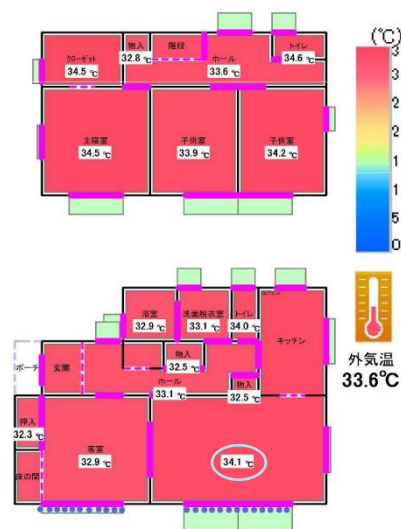


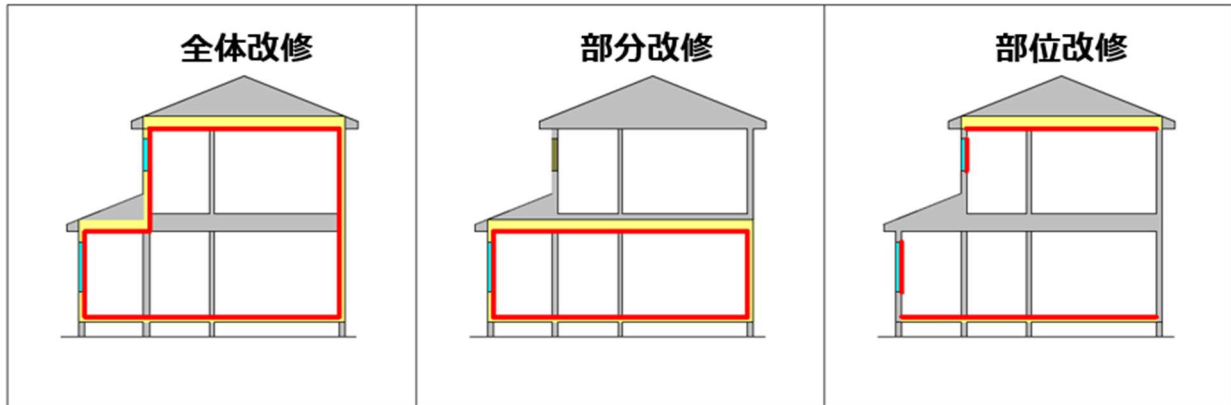
図 4-3-6

全体改修に記載の内容で部位改修時、部分改修時にも適応できそうな項目は積極的に取り入れ、既存住宅の健康性、快適性の改善に努めましょう。

## 4-4 外皮性能と一次消費エネルギー量の計算方法

### ① 計算方法及び部分区画断熱の評価方法

戸建住宅の断熱改修は、全体改修、部分（区画）改修、部位改修の3つに大別されます。全体改修、部位改修の外皮性能計算は、新築と全く同じ方法です。



部分区画断熱（住宅の一部を区画して断熱する）の場合、区画境界の扱いが問題になりますが、次に示す「長期優良住宅化リフォーム推進事業の評価基準」に、区画境界の評価方法が示されています。本稿では、部分（区画）改修と部位改修の計算例を説明します。

なお、「外皮性能計算（標準計算ルート）」は、区画境界の間仕切り等の温度差係数が入力しやすい一般社団法人住宅性能評価・表示協会の「木造戸建て住宅（標準入力型）Ver2.4」のエクセルシートを使用しました。

（申請補助ツール（各種計算書等）のページから選択）

<https://www2.hyokakyokai.or.jp/seminar/gaihi/keisansheet/>

また「部位の熱貫流率計算」は、一般社団法人日本サステナブル建築協会（JSBC）のシートを用いました。<https://www.jsbc.or.jp/research-study/program.html>

一次消費エネルギー量の計算は、新築の場合と全く同様です。

国立研究開発法人建築研究所の「建築物のエネルギー消費性能に関する技術情報」のページの「4.1 住宅に関する省エネルギー基準に準拠したプログラム」で公表されています。

[https://house.lowenergy.jp/program\\_beta](https://house.lowenergy.jp/program_beta)

### ② 部分（区画）断熱改修の区画境界の扱いについて

※3部分評価について

部分評価とは、住宅の部分について断熱区画（以下、部分評価区画という）を設定し、その区画内について基準に適合に適合することを言い、次の①～③によること。

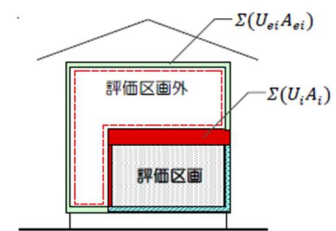
①部分区画評価は原則として、壁、床、天井等の熱的境界に囲まれた区画とすること。ただし、間仕切りドア等の内部建具ほか、アコーディオンカーテン、パーティションなど、簡易な間仕切りにより熱的境界の一部を構成してもよい。

②部分評価区画には以下を含むこと。ただし、bによる場合、一次エネルギー消費量の計算をおこなう範囲と、外皮平均熱貫流率の計算を行う範囲は、一致させること。

（一部省略）

部分評価区画と部分評価区画外の屋内空間との境界については、温度差係数を0.7とする。また、断熱性能等を考慮して計算による温度差係数を設定してもよい。

出典：「令和5年度長期優良住宅化リフォーム推進事業 住宅性能に係る評価基準 P22」



また、部分評価区画と部分評価区画外の屋内空間との境界の断熱性能と区画の方法は、次のとおりです。

① 断熱性能の考え方

断熱性能が確認できない間仕切壁及び室内建具、簡易な間仕切り\*の断熱性能は、間仕切部材の物性値を考慮せず、空気の表面熱伝達抵抗のみで評価する。

垂直方向の仕切り $U_i=4.55 \dots 1 / (0.11+0.11)$

水平方向の仕切り $U_i=5.56 \dots 1 / (0.09+0.09)$  上向き熱流（下側が評価区画）の場合

水平方向の仕切り $U_i=3.34 \dots 1 / (0.15+0.15)$  下向き熱流（上側が評価区画）の場合

\*簡易な間仕切りとは、ロールスクリーンやアコーディオンカーテンなどのことを指す。

出典：（前記資料の別紙2「評価区画外の温度差係数を求める計算式」より）

上記2つの資料は、国立研究開発法人 建築研究所の「長期優良住宅化リフォーム推進事業【総合トップページ】（<https://r05.choki-reform.com/>）の令和5年度事業に記載されています。

③ 既存住宅の断熱材を判別する基準（出典：上記リフォーム推進事業）

既存住宅の断熱性能を計算により評価する場合、先だって施工されている断熱材を図面や現地調査で確認しますが、判別できない場合が往々にしてあります。

既存の断熱材の判別ができない場合の考え方は、次のとおりです。

- ・ 断熱材種類まで判別できる場合は表①、断熱材の分類しか判別できない場合は表②を適
- ・ 断熱材の厚さが特定できる場合は、各表（い）欄の熱伝導率 $\lambda$ と特定できた厚さの数値
- ・ 断熱材の厚さが特定できない場合は、各表（い）欄の熱伝導率 $\lambda$ と各表（ろ）欄の厚さの数値を、それぞれ計算に用いるものとする。

表 4-4-1 表① 断熱材種類まで判別できる場合

断熱材の分類	断熱材種類	(い)	(ろ)
		熱伝導率 $\lambda$ (W/(m·K))	厚さ d
発泡プラスチック系	A種ビーズ法ポリスチレンフォーム保温板	0.043	10 <sup>≒</sup> <sub>γ</sub>
	A種押出法ポリスチレンフォーム保温板	0.04	20 <sup>≒</sup> <sub>γ</sub>
	A種フェノールフォーム保温板	0.026	15 <sup>≒</sup> <sub>γ</sub>
	A種高発泡ポリエチレンフォーム保温板	0.042	25 <sup>≒</sup> <sub>γ</sub>
	A種硬質ウレタンフォーム保温板（ボード品）	0.024	7 <sup>≒</sup> <sub>γ</sub>
	吹付け硬質ウレタンフォーム（現場発泡品）	0.026	10 <sup>≒</sup> <sub>γ</sub>
繊維系	グラスウール	0.05	50 <sup>≒</sup> <sub>γ</sub>
	ロックウール	0.038	50 <sup>≒</sup> <sub>γ</sub>
吹込み用繊維系	吹込み用グラスウール	0.052	100 <sup>≒</sup> <sub>γ</sub>
	吹込み用ロックウール	0.047	100 <sup>≒</sup> <sub>γ</sub>
	吹込み用セルローズファイバー	0.04	100 <sup>≒</sup> <sub>γ</sub>

表 4-4-2 表② 断熱材の分類しか判別できない場合

断熱材の分類	(い)	(ろ)
	熱伝導率 $\lambda$ (W/(m·K))	厚さ d
発泡プラスチック系	0.043	10 <sup>≒</sup> <sub>γ</sub>
繊維系	0.05	50 <sup>≒</sup> <sub>γ</sub>
吹込み用繊維系	0.052	100 <sup>≒</sup> <sub>γ</sub>

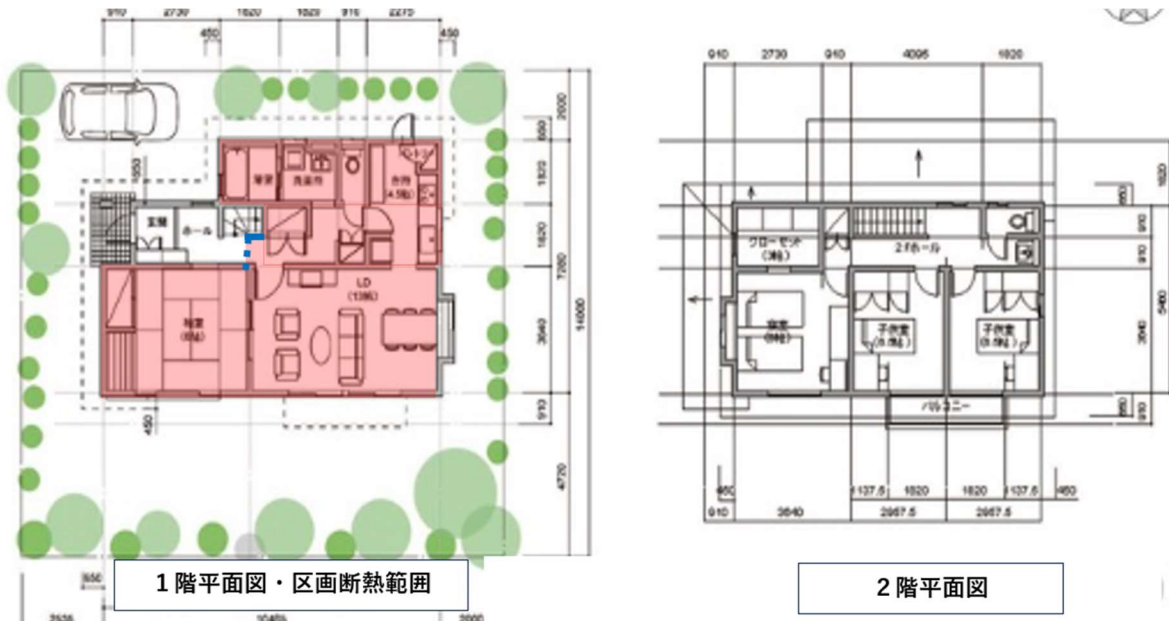


#### ④ 部分（区画）断熱改修の外皮性能計算事例

「全体改修」（住宅全体の温熱環境を目標性能にする改修）は、新築並みの性能に改善できますが、工事範囲が住宅全体に及ぶことから改修費が高額になるため、既存住宅では現実的な選択にはならないことが想定されます。

また、開口部など改修しやすい箇所だけの「部位改修」は、取り組みやすいのですが、改修部位が少ないと効果を実感できるほどには温熱環境は改善されません。

「部分区画断熱」は、寝室や居間など多くの時間を過ごす住まいの一部の区画内では温熱環境の向上を実感できるようにする方法で、使用室の組み替えなどの工夫で工事箇所を少なくすることにより全体改修より低い工事費にすることが可能になります。居住人数が減り不利用の居室が生じている住宅などでは、採用しやすい方法と考えられます。



モデルプランで、1階を部分区画断熱（赤塗範囲）する事例で外皮性能計算を説明します。

子育て期を終え2階の部屋は使われなくなり、主寝室を1階の客間に変えて、暮らしの大半を一階部分で過ごす想定です。1階の玄関ホール・階段部分と断熱区画部分は、新設する建具と間仕切りで区画することにします。

無断熱仕様の既存住宅を、一般的なリフォームで行われやすい水回り（浴室、台所、トイレ）の住設機器の改修と和室の洋室化等などの内装工事にあわせて断熱改修するものとし、工事費を低減するために外壁側の工事はしない場合を想定しています。したがって、通気層はないものとしています。

また、改修する部位は、断熱材、下地面材、気流止め、防湿フィルムなどは適切に施工されるとして、4-1では算入しなかった面材の熱抵抗は計算に入れていません。

#### ア 計算事例 1

##### (a) 区画内の断熱化工事の箇所と仕様（部位の熱貫流率）

- ① 窓：内窓設置（low-E 複層（A6）日射取得型）（開口部全体 $U=2.0$ ）
- ② 内壁：内装石膏ボードを撤去し、屋内側から断熱材充填 GW105 mm（HG16-38）（ $U=0.47$ ）
- ③ 下屋：天井裏に断熱材敷 GW200 mm（HG16-38）（ $U=0.182$ ）
- ④ 床下：押出法<sup>\*</sup> リスリソフォーム3種 bA 65 mm（ $U=0.45$ ）

##### (b) 区画外部分と区画境界部の数値

- ① 区画外の屋内部分（玄関ホール・廊下、2階）は、温度差係数  $0.7^{*1}$
- ② 境界の間仕切りと建具（新旧ともに無断熱） →  $U=4.55^{*2}$
- ③ 2階の床（そのまま） →  $U=5.56^{*2}$

<sup>\*</sup>1 「部分評価区画と部分評価区画外の屋内空間との境界について」による

「断熱性能等を考慮して計算による温度差係数を設定してもよい」とされていますが、計算した結

果は0.71なので0.7を採用しています。

※<sup>2</sup>前記の別紙2「評価区画外の温度差係数を求める計算式」①断熱性能の考え方

(c) 計算結果

モデル名	U <sub>A</sub> 値	η <sub>AC</sub>	η <sub>AH</sub>
無断熱のまま	4.33	9.7	10.3
区画断熱事例 1	1.57	1.7	1.7

効果：断熱等性能等級 3 (U<sub>A</sub> 値：1.54) 程度の水準に改善されています。

イ 計算事例 2

計算事例 1 の断熱化工事に追加するもの

2階の床下 (1階の天井裏) に断熱材敷き GW100 mm (HG16-38) (U<sub>i</sub>=0.35)

(a) 計算結果

モデル名	U <sub>A</sub> 値	η <sub>AC</sub>	η <sub>AH</sub>
区画断熱事例 2	0.81	1.7	1.7
義務基準の値	0.87 以下	2.8 以下	2.6 (標準モデルの値)

効果：義務基準の水準を下回っています。

表 4-3-5

⑤ 部位改修の外皮性能計算事例

外皮性能計算は、評価する既存住宅のデータを一度入力すれば、改修する部位のデータに差し替えて、改修後の U<sub>A</sub> 値などを簡単に得られるので、工事費などを勘案しながら改修内容を検討できます。次表は、無断熱住宅を順次部位改修する想定で外皮計算した例です。

目標の外皮性能を実現するために必要な改修部位・改修内容を検討できます。

表 4-4-3 無断熱住宅の部位断熱改修による断熱性能の改善推移 (部位改修を順次追加する設定で計算)

U：部位の熱貫流率 (W/(m<sup>2</sup>・K))

改修部位→	なし (無断熱)		内窓		内窓+天井断熱		内窓+天井断熱+床断熱		内窓+天井断熱+床断熱+外壁断熱	
	仕様	U	仕様	U	仕様	U	仕様	U	仕様	U
屋根又は天井	なし	5.58	←		GW200 (HG16-38)	0.18	←		←	
外壁	なし	4.55	←		←		←		GW105 (HG16-38)	0.47
床 (束立大引工法)	なし	2.54	←		←		押出法 <sup>ホ</sup> リフト インフォーム 3種 bC 60 mm	0.45	←	
窓 (和室・紙障子)	アルミ枠・ 単板ガラス	和 4.76 6.51	アルミ枠・ 単板ガラス	2.00	←		←		←	
内窓	—		Low-E 複層 (A6)	日射 取得率 0.43	←		←		←	
玄関ドア	木製建具	6.51	←		←		←		←	
基礎 外気側	なし	4.44	←		←		←		←	
基礎 床下側	なし	3.39	←		←		←		←	
U <sub>A</sub> 値	4.33		3.95		2.78		2.49		0.66	
η <sub>AC</sub>	9.7		8.9		4.9		4.9		2.3	
η <sub>AH</sub>	10.3		9.5		5.6		5.6		2.2	

表 4-4-4 無断熱住宅の部位別改修の改修部位・内容と改修効果のまとめ

	改修部位	改修内容	部位の熱貫流率	改修効果 ( $U_A$ 値の低減値)
1	窓	内窓 樹脂建具 Low-E 複層 (A6)	$U_i 2.0$	0.38
		樹脂建具 複層 (A6)	$U_i 2.6$	0.33
2	天井	GW200 (HG16-38)	$U_i 0.18$	1.17
3	床	押出法ホリスチレンフォーム3種 bC 60 mm	$U_i 0.45$	0.29
4	外壁	GW105 (HG16-38)	$U_i 0.47$	1.83

[計算諸元]外皮総面積 : 312.29 m<sup>2</sup>

(窓 28.69 m<sup>2</sup>、床 62.11 m<sup>2</sup>、天井 67.90 m<sup>2</sup> 外壁 139.51 m<sup>2</sup>)

#### ⑥ 増改築の場合の外皮性能の確認

省エネ基準への適合は、次の2つの方法で確認することになっています。

①増改築部分の外皮の各部位と増改築部分の各設備が、仕様基準又は誘導仕様基準に適合するか、または②増改築部分の外皮の各部位が仕様基準又は誘導仕様基準に適合し、一次エネルギー基準を計算し、増改築後の BEI が 1.0 を超えない。

法的な適合確認は、このとおりですが、増改築範囲の外皮性能を計算することは可能です。既存部分と間仕切りや建具で区画される場合は、「(4) 部分 (区画) 断熱改修の外皮性能計算事例」とまったく同様に計算できます。また、増改築部分と既存部分に空間的な仕切りが無い場合は、仕切りのある範囲まで既存部分を含めた外皮の性能を計算し、必要な場合は、増改築工事に既存部分の断熱改修工事を追加して、温熱環境の改善を含めた快適性が実感できるように努めましょう。

#### ⑦ 内部結露の検討

改修の場合、通気層を設けることができない場合が多いと考えられます。外壁の断熱に繊維系断熱材等を使用する場合は、内部結露を生じさせない確認が不可欠です。

#### ア 内部結露を計算で判断する方法

確認方法の一つは、内部結露の発生を計算で確認する方法です。

住宅性能表示制度の評価方法基準 (平成 13 年国土交通省告示第 1347 号) 第 5 の 5 の 5 - 1 (3) 「ハ 結露の発生を防止する対策に関する基準」においては、掲げられた対策と同等以上の結露の発生を防止に有効な措置が講じられていることが確かめられた場合には、防湿層や通気層を設けなくともよいこととしており、具体的には、部位の一般部の層構成及び内外温湿度条件に応じた一次元の定常計算により層構成内部で結露域が生じないことを確認することとしています。・・・

#### <内部結露計算条件 (一次元・定常) > 【変更後】

	温度	相対湿度
室内	15℃	60%
外気	建設地の最寒月の平均気温 [℃]	70%

「断熱等性能等級における結露の発生を防止する対策に係る内部結露計算等の取扱いについて」(抄)

(出典 : 国土交通省住宅局住宅生産課発事務連絡 令和 4 年 7 月 22 日 登録住宅性能評価機関 宛)

具体的には、EXCEL の『内部結露計算シート (ver2.0)』を使って計算します。住宅性能評価機関等が、提供していますので、「内部結露計算シート」で検索し、ダウンロードできます。

シートの計算例に、通気層のない外壁も記載されています。

計算結果 1 は、GW105 mm (HG16-38) (防湿フィルム A 種) を充填した外壁を大分市の気象条件で計算したもので、結露は生じていません (右端の結露判定欄)

建設地の最寒月の平均気温を 4.9℃とした場合の結果（計算結果 2）では、合板の外気側表面で結露が生じる結果になっています。

（計算結果 1）

内部結露計算シート Copy right ©2022 hyoukakyokai.All right reserved. ver2.0

物件名 **大分設計指針 大分市(防湿シート0.082)** 対象部位 **外壁(外気)** ⇒ 計算対象部位を選択

1) 室内外条件表

室内外	温度 (°C)	湿度 (%)	表面熱伝達抵抗 (m <sup>2</sup> K/W)
室内	ti = 15	60	Rsi = 0.11
外気	to = 6.6	70	Rse = 0.04

※外気湿度は建設地の最寒月の平均気温を入力

2) 層構成物性値一覧表

材料名注1	厚さ		熱伝導率λ (W/mK)	熱抵抗R 注2 (m <sup>2</sup> K/W)	透湿比抵抗ξ (mPa/mg)	透湿抵抗R' 注3 (m <sup>2</sup> Pa/mg)
	(mm)	d (m)				
室内						
1 石膏ボード	9.5	0.0095	0.220	0.0432	0.02520	0.00024
2 防湿フィルム	1000	1.0000	10000.000	0.0001	0.08200	0.08200
3 グラスウール	105	0.1050	0.038	2.7632	0.00059	0.00006
4 合板	12	0.0120	0.160	0.0750	0.01081	0.00013
5 アスファルトフェルト	1000	1.0000	10000.000	0.0001	0.14400	0.14400
6 モルタル	30	0.0300	1.500	0.0200	0.61700	0.01851
7						

3) 表面・境界面の温度・水蒸気圧一覧表

	温度 (°C)	飽和水蒸気圧 (Pa)	実在水蒸気圧 (Pa)	結露判定 fs-fA	判定
	ti= 15.00	室内 fs= 1704.38	室内 fA= 1022.63	681.75	
室内表面	θi	fsi	fAi		
	14.70	1671.43	1022.63	648.80	
1~2 境界面	θ1	fs1	fA1		
	14.58	1658.64	1022.29	636.35	
2~3 境界面	θ2	fs2	fA2		
	14.58	1658.61	908.23	750.38	
3~4 境界面	θ3	fs3	fA3		
	6.97	999.39	908.15	91.25	
4~5 境界面	θ4	fs4	fA4		
	6.77	985.32	907.97	77.35	
5~6 境界面	θ5	fs5	fA5		
	6.77	985.30	707.66	277.64	
6~7 境界面	θ6	fs6	fA6		
	6.71	981.58	681.92	299.66	
7~8 境界面	θ7	fs7	fA7		

（計算結果 2）

内部結露計算シート Copy right ©2022 hyoukakyokai.All right reserved. ver2.0

物件名 **大分設計指針 気温4.9(防湿シート0.082)** 対象部位 **外壁(外気)** ⇒ 計算対象部位を選択

1) 室内外条件表

室内外	温度 (°C)	湿度 (%)	表面熱伝達抵抗 (m <sup>2</sup> K/W)
室内	ti = 15	60	Rsi = 0.11
外気	to = 4.9	70	Rse = 0.04

※外気湿度は建設地の最寒月の平均気温を入力

2) 層構成物性値一覧表

材料名注1	厚さ		熱伝導率λ (W/mK)	熱抵抗R 注2 (m <sup>2</sup> K/W)	透湿比抵抗ξ (mPa/mg)	透湿抵抗R' 注3 (m <sup>2</sup> Pa/mg)
	(mm)	d (m)				
室内						
1 石膏ボード	9.5	0.0095	0.220	0.0432	0.02520	0.00024
2 防湿フィルム	1000	1.0000	10000.000	0.0001	0.08200	0.08200
3 グラスウール	105	0.1050	0.038	2.7632	0.00059	0.00006
4 合板	12	0.0120	0.160	0.0750	0.01081	0.00013
5 アスファルトフェルト	1000	1.0000	10000.000	0.0001	0.14400	0.14400
6 モルタル	30	0.0300	1.500	0.0200	0.61700	0.01851
7						

3) 表面・境界面の温度・水蒸気圧一覧表

	温度 (°C)	飽和水蒸気圧 (Pa)	実在水蒸気圧 (Pa)	結露判定 fs-fA	判定
	ti= 15.00	室内 fs= 1704.38	室内 fA= 1022.63	681.75	
室内表面	θi	fsi	fAi		
	14.64	1664.83	1022.63	642.20	
1~2 境界面	θ1	fs1	fA1		
	14.49	1649.52	1022.22	627.30	
2~3 境界面	θ2	fs2	fA2		
	14.49	1649.48	882.78	766.71	
3~4 境界面	θ3	fs3	fA3		
	5.35	893.26	882.67	10.59	
4~5 境界面	θ4	fs4	fA4		
	5.10	877.96	882.45	-4.50	結露
5~6 境界面	θ5	fs5	fA5		
	5.10	877.94	637.58	240.36	
6~7 境界面	θ6	fs6	fA6		
	5.03	873.89	606.10	267.79	
7~8 境界面	θ7	fs7	fA7		

計算シートには、大分県内の気象データが記載されています。(表-4-3-5)

気温の低い湯布院から犬飼の地点では、「防湿フィルムA種、通気層なし」は、内部結露が生じます。

表 4-4-5

地点名	最寒月の平均気温[°C]	地点名	最寒月の平均気温[°C]
湯布院	1.9	豊後高田	5.1
玖珠	2.6	杵築	5.1
院内	3.9	中津	5.3
宇目	4.0	国見	5.8
日田	4.1	大分	6.6
竹田	4.3	佐伯	6.9
犬飼	4.5	蒲江	7.5



また、同じ壁の構成で、防湿フィルムのみ透湿抵抗が最大の B 種とした場合、最寒月平均気温 3.6℃までは結露が生じない結果になりました。

表 4-4-6

材料名	透湿抵抗 [ $\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}/\text{ng}$ ]
防湿フィルム材質 15 $\mu\text{m}$ 以上のもの	0.0290
住宅用プラスチック系 (50 $\mu\text{m}$ 以上) 防湿フィルム A 種	0.0820
住宅用プラスチック系 (100 $\mu\text{m}$ 以上) 防湿フィルム B 種	0.1440

イ 評価方法基準（住宅の品質確保の促進等に関する法）で判断する方法  
 通気層のない場合の評価基準は、次のように規定されています。

5 温熱環境・エネルギー消費量に関すること

5-1 断熱等性能等級

(略)

ハ 結露の発生を防止する対策に関する基準

6 屋根又は外壁を断熱構造とする場合にあっては、断熱層の外気側への通気層（断熱層の外側に設ける空気の層で、両端が外気に開放されたものをいう。以下同じ。）の設置（断熱層に繊維系断熱材等を使用する場合にあっては、当該断熱層と通気層との間に防風層（通気層を通る外気の断熱層への侵入を防止するため、防風性が高く、透湿性を有する材で構成される層をいう。以下同じ。）を併せて設置するものとする。）その他の換気上有効な措置を講じること。ただし、次のいずれかに該当する場合は、この限りでない。

出典：評価方法基準（平成 13 年国土交通省告示第 1347 号）

ただし書きの一項目に、次の内容が規定されています。

『ii) 地域の区分が 1、2 及び 3 地域以外の地域であって、防湿層が  $0.000 \text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}/\text{ng}$  以上の透湿抵抗を有する場合』

断熱等級ごとに、ただし書きが適用できる防湿層の透湿抵抗  $0.000$  が書き分けられ、整理したものが、次表です。

断熱性能等級	防湿層の透湿抵抗の値
7	0.144
6	0.144
5	0.082
4	0.082
3	防湿層を設ける
2	防湿層を設ける

出典：評価方法基準（平成 13 年国土交通省告示第 1347 号）

したがって、内部結露計算を行わずに断熱層の外気側への通気層を設けないとする場合、防湿層の透湿抵抗に適合する防湿フィルムを使用すれば良いことになります。

なお、防湿フィルム B 種は、ポリエチレンフィルムの袋入りグラスウールではなく、別張フィルムになります。

内部結露は木材を腐朽させ劣化を加速させるため、慎重に対応すべきです。上記の仕様規定に加え内部結露計算で、結露が発生しないことを確認した上で、通気層を設けずに改修することをお勧めします。

また、防湿層は、湿気を壁体内に侵入させないために、確実に連続させることが大切です。

通気層を設けない場合の施工管理は、特に重要です。

#### 4-5 基本基準、推奨基準を満たす断熱材等の仕様例

3-1 のモデルプランを元に算出した仕様の既存住宅を  $U_A$  値 0.87 に改善した参考例を挙げています。  
 同じ仕様においてもプランにより  $U_A$  値は変動しますので各自計算によりご確認下さい。  
 基本基準の仕様例は、次の部分改修の例を3つ示します。

- ① 部分改修ア（天井断熱強化、床断熱強化、内窓設置）
- ② 部分改修イ（天井断熱強化、カバー工法窓設置）
- ③ 1階のみ部分改修（天井断熱強化※下屋・1階階間、内窓設置）

※表中の赤字が改修部分

既存（1990年代を想定）  $U_A$  値：1.55 (W/( $m^2 \cdot K$ ))

断熱材				
部位	断熱仕様	熱伝導率 $\lambda$ (W/mK)	厚さ d (mm)	熱抵抗値 $R$ ( $m^2 \cdot K/W$ )
天井	グラスウール断熱材 通常品10-50	0.05	45	0.9
外壁	グラスウール断熱材 通常品10-50	0.05	45	0.9
床	グラスウール断熱材 通常品10-50	0.05	30	0.6
開口部				
部位	建具仕様	ガラス仕様		熱貫流率 $U$ (W/ $m^2K$ )
ドア	枠：指定しない 戸：ハニカムフラッシュ構造の戸	ガラスのないもの		6.51
窓	金属製建具	単板ガラス		6.51



- ① 部分改修ア（天井断熱強化、床断熱強化、内窓設置） **改修後  $U_A$  値：0.87 (W/( $m^2 \cdot K$ ))**

断熱材				
部位	断熱仕様	熱伝導率 $\lambda$ (W/mK)	厚さ d (mm)	熱抵抗値 $R$ ( $m^2 \cdot K/W$ )
天井	グラスウール断熱材 <b>高性能品HG24-36</b>	<b>0.036</b>	<b>105</b>	<b>2.9</b>
外壁	グラスウール断熱材 通常品10-50	0.05	45	0.9
床	<b>押出法ポリスチレンフォーム3種bA</b>	<b>0.028</b>	<b>50</b>	<b>1.7</b>
開口部				
部位	建具仕様	ガラス仕様		熱貫流率 $U$ (W/ $m^2K$ )
ドア	<b>枠：金属製 戸：金属製フラッシュ構造 ポストなし</b>	<b>ガラスなし</b>		<b>2.05</b> ※試験値を使用
窓	<b>外窓：金属製建具 内窓：樹脂製建具</b>	<b>外窓：単板ガラス 内窓 複層ガラス</b>		<b>2.33</b>

② 部分改修イ（天井断熱強化、カバー工法窓設置）改修後 $U_A$ 値：0.87 (W/( $m^2 \cdot K$ ))

断熱材				
部位	断熱仕様	熱伝導率 $\lambda$ (W/mK)	厚さ d (mm)	熱抵抗値 R ( $m^2 \cdot K/W$ )
天井	グラスウール断熱材 高性能品HG16-38	0.038	210	5.5
外壁	グラスウール断熱材 通常品10-50	0.05	45	0.9
床	グラスウール断熱材 通常品10-50	0.05	30	0.6
開口部				
部位	建具仕様	ガラス仕様		熱貫流率 U (W/ $m^2K$ )
ドア	枠：形状断熱枠 戸：高断熱フラッシュ構造 ポストなし	ガラスなし		1.22 ※試験値を使用
窓	樹脂製建具 ※カバー工法	Low-E複層ガラス アルゴンガス封入されている (4+14+4) 付属品なし、南：日射取得 他：日射遮熱		1.57~1.8 ※試験値を使用
勝手口 ドア	樹脂製建具 ※カバー工法	Low-E三層複層ガラス アルゴンガス封入されている (4+11+3+11+4) 付属品なし、南：日射取得		1.05 ※試験値を使用

③ 1階のみ部分改修（天井断熱強化※下屋・1階階間、内窓設置）

改修後 1階のみ $U_A$ 値：0.86 (W/( $m^2 \cdot K$ )) 全体 $U_A$ 値：0.98 (W/( $m^2 \cdot K$ ))

断熱材				
部位	断熱仕様	熱伝導率 $\lambda$ (W/mK)	厚さ d (mm)	熱抵抗値 R ( $m^2 \cdot K/W$ )
天井	グラスウール断熱材 高性能品HG24-36	0.036	105	2.9
外壁	グラスウール断熱材 通常品10-50	0.05	45	0.9
床	グラスウール断熱材 通常品10-50	0.05	30	0.6
開口部				
部位	建具仕様	ガラス仕様		熱貫流率 U (W/ $m^2K$ )
ドア	枠：金属製熱遮断構造 戸：金属製断熱フラッシュ構造 ポストなし	ガラスなし		1.79 ※試験値を使用
窓	外窓：金属製建具 内窓：樹脂製建具	外窓：単板ガラス 内窓 複層ガラス		2.33

※試験値：メーカーが規格等に適合していることを「自己宣言」している試験値

改修の場合の推奨基準の基準値は新築の基本基準と同じです。

推奨基準を満たすには、住宅全体に及ぶ改修が必要になることから、断熱材等の仕様例は、「3-5 基本基準、推奨基準を満たす断熱材等の仕様例」の新築の基本基準の項を参照してください。

## 4-6 おおいた区分毎の各基準の検証

3-1 で提示したモデルプランとその条件を元におおいた区分毎の基本基準、推奨基準におけるおおいた区分作成の条件とした【最寒日】と【冬の曇りの日】の朝6時（エアコンを付ける前）の室温を検証します。

基本基準は、1990年～2000年前半に多い断熱仕様 床：GWt30、壁：GWt45、天井：GWt45（GWは10K）、サッシ：単板ガラス、 $U_A$ 値1.55の既存住宅をベースに、そこから天井の断熱強化、窓改修等、住みながら改修を行う仕様で検証します。計算はモデルプランで行っています。

既存は漏気あり、24時間換気なし、改修後は24時間換気ありで検討しています。

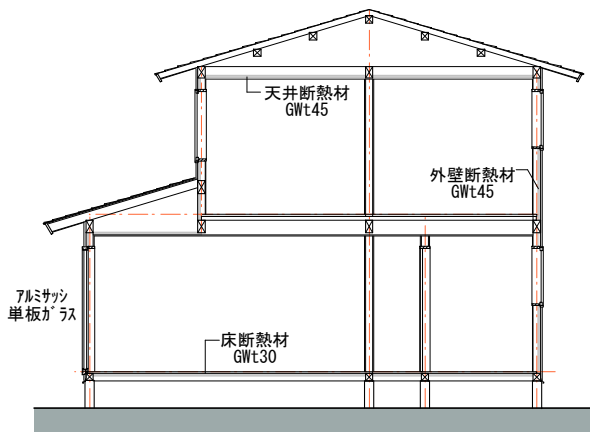


図 4-6-1 既存(1990年代)

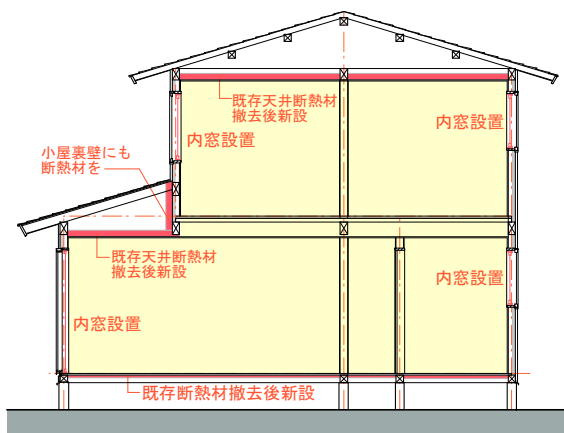


図 4-6-2 全体的部分改修ア

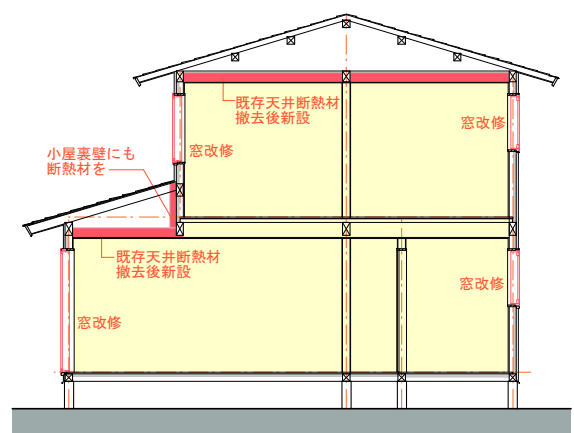


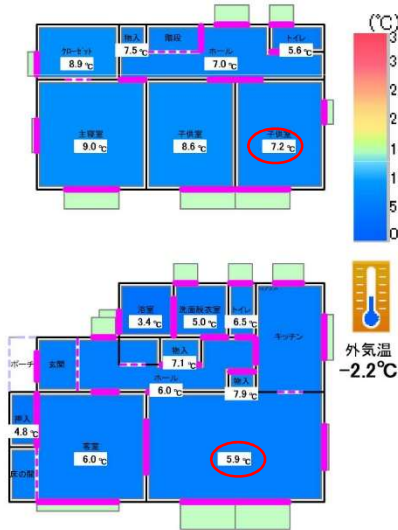
図 4-6-3 全体的部分改修イ

図 4-6-1 断面図改修対象の既存住宅のです。全体部分改修ア及びイは、2階を含む住宅全体を断熱区画内に想定し、改修後の $U_A$ 値は0.87を確保しています。図 4-6-2 のア（以降ア改修）、図 4-6-3 イ（以降イ改修）の断熱材等の仕様は、「4-5 基本基準、推奨基準を満たす断熱材等の仕様例」の部分改修ア、イを参照してください。各部位の部材の撤去、新設の困難さを想定し、改修方法を選定しています。いずれも外壁の改修は、工期、工事費ともに負担が大きくなることから採用していません。

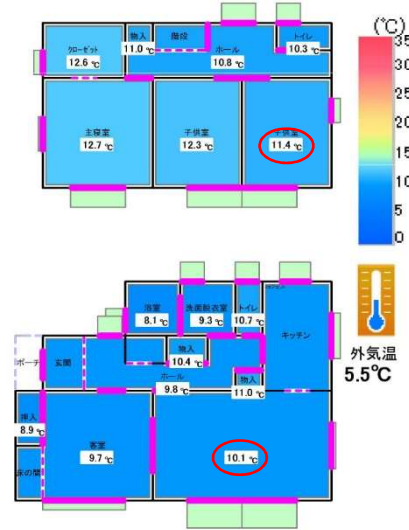
2つの改修方法の効果を、《D地域（大分）》、またイ改修の効果を《A地域（湯布院）》で検証しました。新築の検証と同様、就寝時にエアコンを切り、朝6時の室温をシミュレーションし評価します。



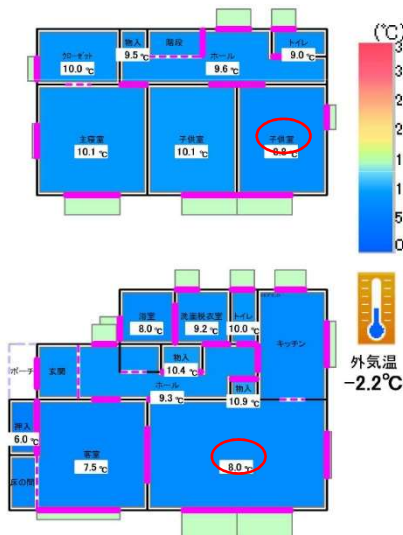
既存 D地域 (U<sub>A</sub>値 1.55) 最寒日



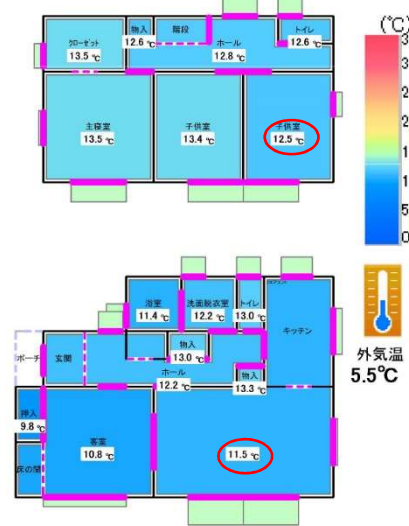
既存 D地域 (U<sub>A</sub>値 1.55) 冬の曇りの日



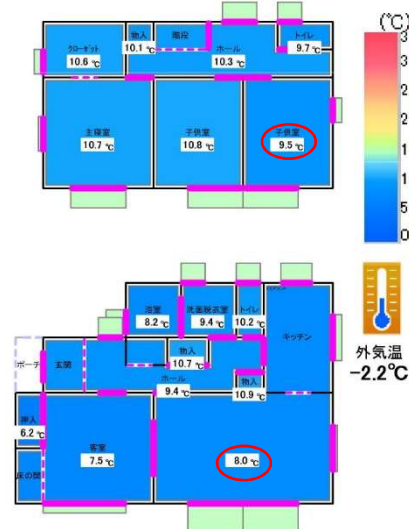
ア改修後 D地域 (U<sub>A</sub>値 0.87) 最寒日



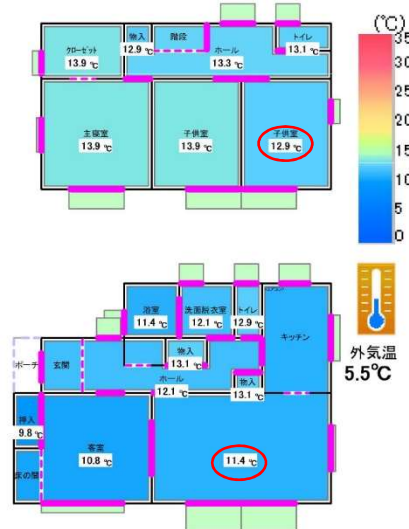
ア改修後 D地域 (U<sub>A</sub>値 0.87) 冬の曇りの日



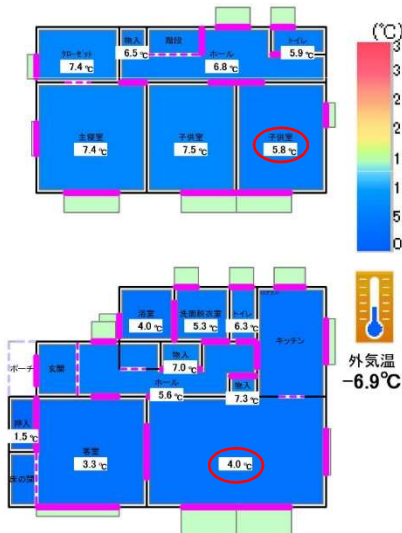
イ改修後 D地域 (U<sub>A</sub>値 0.87) 最寒日



イ改修後 D地域 (U<sub>A</sub>値 0.87) 冬の曇りの日



イ改修後 A地域 (U<sub>A</sub>値 0.87) 最寒日



イ改修後 A地域 (U<sub>A</sub>値 0.87) 冬の曇りの日

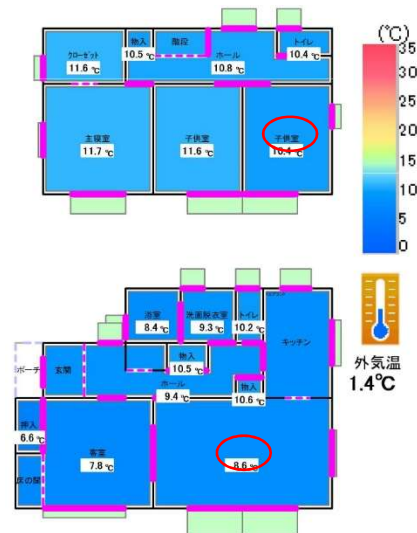


図 4-6-4

表 4-6-1 A、D地域 最寒日 改修前後室温比較

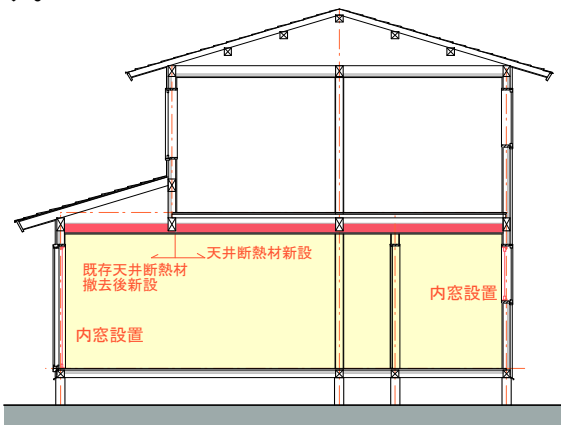
	既存	ア改修	イ改修	イ改修
UA 値	1.55	0.87	0.87	0.87
外気温	-2.2	-2.2	-2.2	-6.9
1F ホール	6.0	9.3	9.4	5.6
居間	5.9	8.0	8.0	4.0
主寝室	9.0	10.1	10.7	7.4
子供室	7.2	8.8	9.5	5.8
2F ホール	7.0	9.6	10.3	6.8

表 4-6-2 A、D地域 冬の曇りの日 改修前後室温比較

	既存	ア改修	イ改修	イ改修
UA 値	1.55	0.87	0.87	0.87
外気温	5.5	5.5	5.5	1.4
1F ホール	9.8	12.2	12.1	9.4
居間	10.1	11.5	11.4	8.6
主寝室	12.7	13.5	13.9	11.7
子供室	11.4	12.5	12.9	10.4
2F ホール	10.8	12.8	13.3	10.8

表 4-6-1 は【最寒日】、表 4-6-2 は【冬の曇りの日】の室温比較です。右端のイ改修が、《A地域（湯布院）》のデータです。大分は、【最寒日】に既存は 10℃以上になる部屋は一つもなく、居間は 5.9℃となるのに対し、改修後は 2.1℃上昇し、8.0℃となっています。2 階も一番寒い東の子供室が 7.2℃から改修後は 8.8℃、9.5℃まで上昇しています。【冬の曇りの日】は既存の居室は 10.1℃ですが、改修後は最低温の部屋でも 11.4℃に上昇しています。また、改修アとイは U<sub>A</sub> 値 0.87 で同じですが、改修仕様が違うため室温が異なってくるのが分かります。

《A地域》では、改修しても【最寒日】の室温は、全ての部屋で 10℃を超えることがなく、《D地域》の既存に近い室温にとどまります。【冬の曇りの日】で 1 階は 10℃を下回りますが、2 階は 10℃を超えてきます。



1 階部分のみ改修

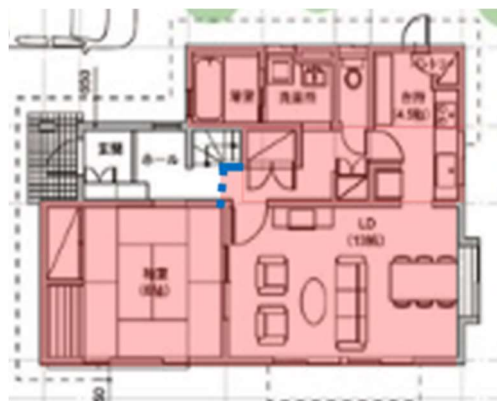


図 4-6-5

次に《D地域（大分）》における【冬の寒い日（外気温0℃）】における**推奨基準**（ $U_A$ 値 0.60）への改修、**イ改修**（ $U_A$ 値 0.87）、**既存**（ $U_A$ 値 1.55）、**1階のみ改修**（ $U_A$ 値 0.87）する場合を検証します。前ページの図 4-6-5 は、**1階のみ改修**する場合の断面図と平面図になります。

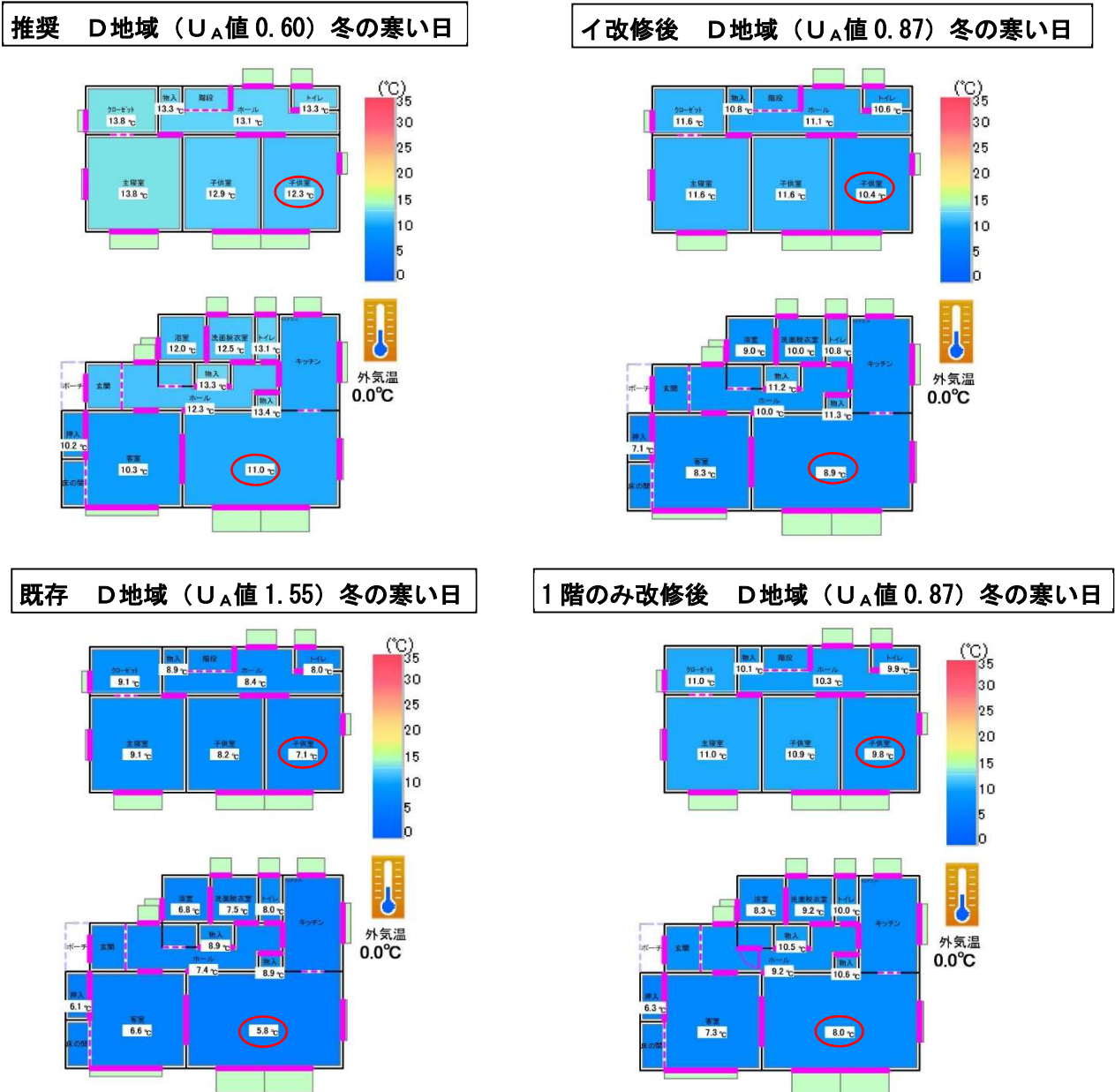


図 4-6-6

表 4-6-3 D地域 冬の寒い日 各基準室温

	推奨	イ改修	既存	1F改修
UA 値	0.60	0.87	1.55	0.87
外気温	0.0	0.0	0.0	0.0
1F ホール	12.3	10.0	7.4	9.2
居間	11.0	8.9	5.8	8.0
主寝室	13.8	11.6	9.1	11.0
子供室	12.3	10.4	7.1	9.8
2F ホール	13.1	11.1	8.4	10.3



表 4-6-3 は、シミュレーションのまとめです。**推奨基準**まで改修（前頁左上図）すると、全室概ね 11℃以上になっています。前頁右上の**イ改修**では、1階の居間は 10℃を下回るものの、それ以外は概ね 10℃を上回っています。1F **改修**は、図 4-6-5 の 1 階の区画のみ断熱する改修です。1 階の開口部に内窓を設置し、玄関ドアを取り替え、下屋の天井の断熱材を補強し、1 階の天井に 2 階と断熱区画する断熱材を追加しています。前頁右上の**イ改修**には及びないものの、1 階部分は 2℃以上の室温の上昇となります。一方、左下の**既存**については 10℃を上回ることはありません。

表 4-6-4 光熱費（円・年間）比較

	既存	部分全体改修	改修推奨基準
暖房費	24,380	18,428	15,242
光熱費全体	190,977	183,679	180,942
差額	0	-7,298	-10,035

光熱費の差額においては思いのほか少なく感じるでしょうが、既存住宅ではこの金額分のエアコン運転でも室温は前記の状況です。快適に、健康的に暮らすためには実際はエアコン運転時間を長くする、エアコンの設定温度を高くする等の対応が必要になり、この金額以上の差が生じます。（エアコンのみで推奨基準の室温とするにはかなりの暖房費がかかります）

**イ改修及び1階のみ改修**における室温・体感温度・温度差について検証します。

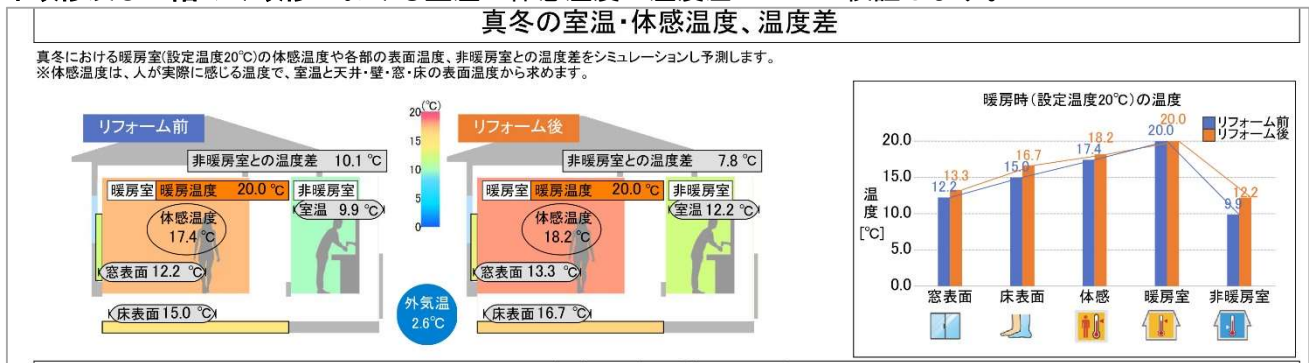


図 4-6-7 リフォーム前：既存 (U<sub>A</sub>値 1.55) リフォーム後：イ改修後

図 4-6-7 は**既存**と**イ改修** (U<sub>A</sub>値 0.87) 後を、外気温 2.6℃、暖房温度 20℃の条件で、室温・体感温度、温度差を比較したものです。非暖房室との温度差が 2℃以上改善され、暖房室における床表面温度、体感温度が上昇しているのが分かります。

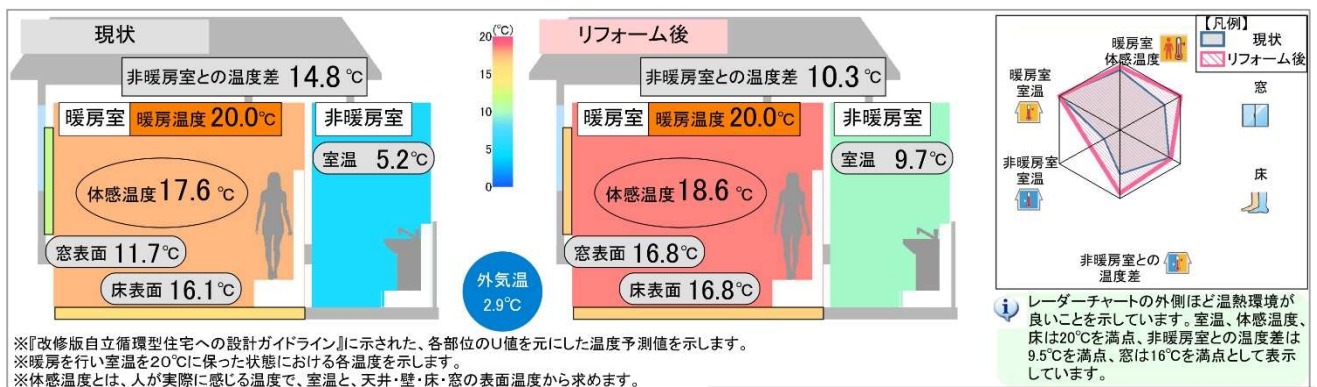


図 4-6-8 現状：既存 (U<sub>A</sub>値 1.55) リフォーム後：1階のみ部分改修

図 4-6-8 は前記と同様に、**現状**と**1階のみ部分改修** (1階部分 U<sub>A</sub>値 0.87) 後を、外気温 2.9℃、暖房温度 20℃の条件で比較したものです。断熱区画内では、窓表面温度が 5℃近く上昇するなど体感温度も暖房室における暖房温度も 1℃上昇し、非暖房室との温度差が 4℃以上改善され、室内温熱環境の快適性・健康性の改善が図られています。