

## 「スマートウエルネスの地平」

芝浦工業大学 工学部 建築工学科・教授  
秋元 孝之

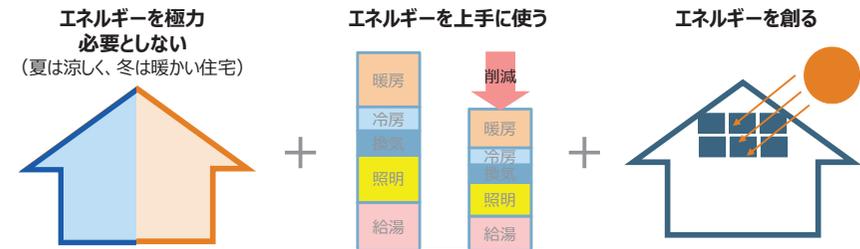


1

### ZEH (ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス) とは

- ZEHは、快適な室内環境を保ちながら、住宅の高断熱化と高効率設備によりできる限りの省エネルギーに努め、太陽光発電等によりエネルギーを創ることで、1年間で消費する住宅のエネルギー量が正味(ネット)で概ねゼロ以下となる住宅

年間で消費する住宅のエネルギー量が正味で概ねゼロ以下



(平成27年12月 経済産業省資料)

2

### ZEHの実現目標とZEHロードマップ検討委員会の設置

- 住宅でのエネルギー消費を極力抑え、災害時でもエネルギー的に自立した住宅として、ZEH(ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス)が注目されている
- 我が国の「エネルギー基本計画(2014年4月閣議決定)」において、ZEHの実現・普及目標が設定されている
  - 2020年までに、標準的な新築住宅でZEHを実現
  - 2030年までに、新築住宅の平均でZEHを実現
- 上記の目標を達成するために、(1) ZEHの定義・評価方法、(2) ZEHの普及方策を検討することを目的として、大学教授やハウスメーカー・工務店の担当者等で構成されるZEHロードマップ検討委員会を設置

(平成27年12月 経済産業省資料)

3

### ZEHの定義・評価方法(課題)

- 明確なZEHの定義、目標設定がないことから、ハウスメーカー・工務店等にとってはZEHをアピールできず、消費者側にとってはZEHの理解が進まないのが現状
- ZEHをどのように評価するのか
  - 設計段階、運用段階のどちらで評価されるのか
  - どのような住宅が対象となるのか
  - 壁や屋根等の断熱はどこまで必要か
  - どの設備が対象になるのか(暖冷房、照明、給湯...)
  - 太陽光発電をたくさん載せてもよいのか、余剰電力はどのように評価されるのか
- どうすれば目標を達成したことになるのか
  - 「2020年までに、標準的な新築住宅でZEHを実現する」の「標準的な新築住宅」とは何か
  - ハウスメーカーや工務店等はどの程度努力すればよいのか

(平成27年12月 経済産業省資料)

4

## ZEHの定義・評価方法（エネルギーを極力必要としない住宅）

- 今後数十年～半世紀にわたり住宅分野における省エネを確保し、**優良な住宅ストックを形成**するためには、竣工後に抜本的改善が困難な躯体の高性能化が重要
- そこで、省エネ基準を強化した**高断熱基準をZEH基準として設定**

※ηA値、気密・防露性能については、省エネ基準に準拠

地域区分	1地域 (旭川等)	2地域 (札幌等)	3地域 (盛岡等)	4地域 (仙台等)	5地域 (つくば等)	6地域 (東京等)	7地域 (鹿児島等)	8地域 (那覇等)
ZEH基準	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	-
省エネ基準	0.46	0.46	0.56	0.75	0.87	0.87	0.87	-

表：外皮平均熱貫流率（UA値）の基準

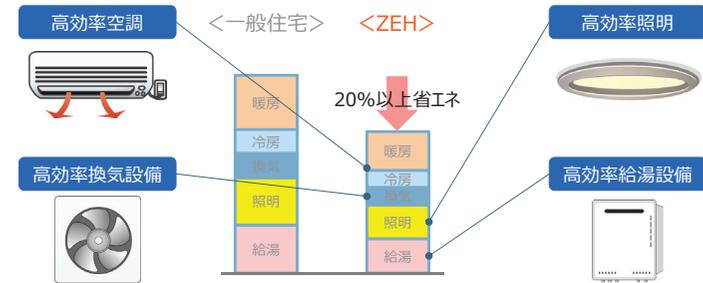


(平成27年12月 経済産業省資料)

5

## ZEHの定義・評価方法（エネルギーを上手に使う住宅）

- ZEHの「高断熱基準」を満たした上で、快適な室内空間を保ちながら、エネルギーを上手に使うためには、**空調設備、換気設備、照明設備、給湯設備等の高効率化**が重要
- **躯体の高断熱化と設備の高効率化**により、省エネ基準よりも**20%以上の省エネをZEH基準として設定**



※計算方法は省エネ基準に従うが、20%省エネの対象は、空調・給湯・換気・照明設備とする。また、再生可能エネルギーによる削減量は考慮しないが、燃料電池等の効果（消費量）が別途カウントされているものについては、当該燃料電池による削減量を考慮する。

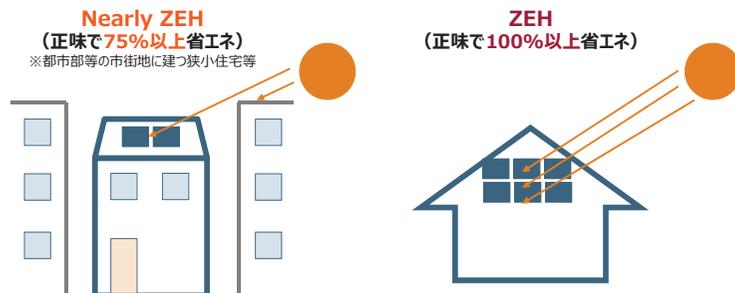
(平成27年12月 経済産業省資料)

6

## ZEHの定義・評価方法（エネルギーを創る住宅）

- ZEHの「高断熱基準」「設備の効率化」で20%以上省エネを満たした上で、**太陽光発電等によりエネルギーを創ることで、正味でゼロ・エネルギーを目指す**
- ただし、屋根が小さい・日射が当たりくい住宅では、エネルギーを創ることに限界があるため、評価に考慮することが必要
- 正味で**75%省エネ**を達成したものを**Nearly ZEH**  
正味で**100%省エネ**を達成したものを**ZEH**

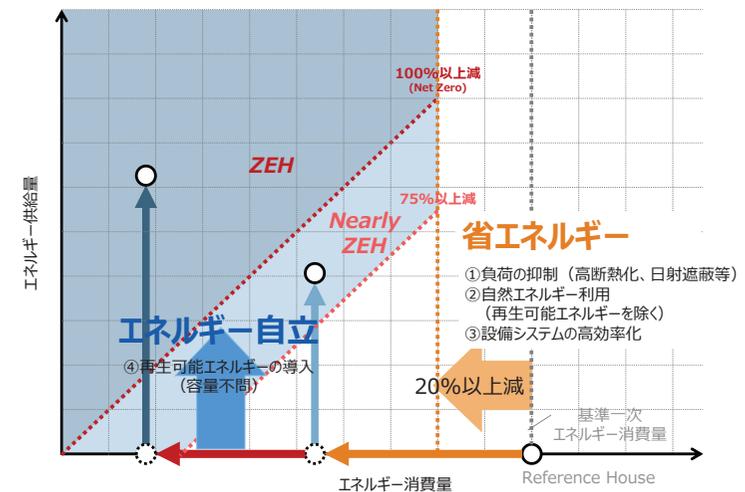
※100%省エネ、75%省エネの判定方法は省エネ基準に従うが、その対象は、空調・給湯・換気・照明設備とする。また、省エネ基準では自家消費分のみを考慮するが、ここでは売電分も考慮する。（ただし、余剰買取における余剰売電分に限り、全量売電については考慮しない。）



(平成27年12月 経済産業省資料)

7

## ZEHの定義・評価方法（ZEHの定義イメージ）



(平成27年12月 経済産業省資料)

8

## ZEHの定義・評価方法（ZEHの目標）

- 2020年までに、「標準的な新築住宅でZEH」となるためには、ハウスメーカー、工務店等が作る新築住宅の過半数がZEHとなっていることが必要。
- この場合において、対象となる住宅は「新築戸建住宅」
  - 住宅の設計段階で評価する
  - 集合住宅（マンション等）の省エネルギー化も重要であるが、エネルギー消費と比して屋根面積が限定される等により、ZEHの達成が困難（ただし、集合住宅はZEHを目指さないという意味ではない）

<ZEHの目標の対象>



(平成27年12月 経済産業省資料)

9

## ZEHの普及方策（課題）

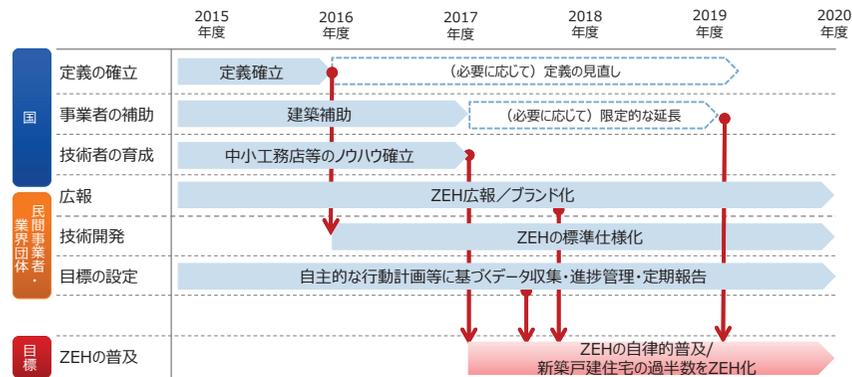
- ZEHは一般消費者に認知されているか
  - ZEHに住むことのメリットは何か  
(光熱費削減、エネルギー自立による防災性能の向上、快適性・健康性の向上等)
  - 類似する住宅指標との違いは何か  
(認定低炭素住宅、スマートウェルネス住宅、ライフサイクルカーボンマイナス住宅等)
- ZEHを作る／買う費用を抑えられているか
  - 現状では、ZEHは一般住宅と比べて割高
  - そのため、ハウスメーカー、工務店等がZEH普及の自社目標を設定し、大量生産化・低コスト化に向けて産業界全体で努力することが重要
  - また、それを後押しする役割として、国の期間限定の補助も重要

(平成27年12月 経済産業省資料)

10

## ZEHの普及方策（ZEHロードマップ案）

- 検討委員会での議論を踏まえ、ZEHの課題に対する対応の方向性を整理した



(平成27年12月 経済産業省資料)

11

## 建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（建築物省エネ法）

- ✓ 2015年7月1日に国会において成立し、7月8日に公布。
- ✓ ①大規模非住宅建築物の省エネ基準適合義務等の**規制措置**と、②省エネ基準に適合している旨の表示制度及び誘導基準に適合した建築物の容積率特例の**誘導措置**を一体的に講じる。
- ✓ 適合義務、届出等の**規制措置**については2017年4月1日に施行、容積率特例、表示制度等の**誘導措置**については2016年4月1日の施行。
- ✓ **エネルギーの使用の合理化等に関する法律(省エネ法)の「建築物に係る措置」**の大部分はこの新法に移行。

12

① 規制措置（義務）

H29  
4月予定

■ 省エネ基準適合義務・適合性判定義務

新設



● 非住宅 2000㎡以上（予定）  
新築時等に建築物のエネルギー消費性能基準（省エネ基準）への適合義務・適合性判定義務

■ 届出 ● 建築物 300㎡以上（予定）

新築・増改築に係る計画の所管行政庁への届出義務



住宅 非住宅  
基準に適合せず必要と認める場合は、指示・命令等があります。

■ 住宅トップランナー制度

◎その他所要の措置（新技術の評価のための大臣認定制度創設（新設）など）

② 誘導措置（任意）

H28  
4/1

■ 性能向上計画認定・容積率特例

新設



省エネ性能向上のための設備について通常の建築物の床面積を越える部分  
|| 不算入  
(行政庁による認定)

■ 省エネに関する表示制度\*

新設



◎法第7条に基づく建築物の省エネ性能の表示（自己評価の場合）



◎基準適合認定表示（行政庁による認定）

出典：国土交通省「建築物省エネ法の概要」説明資料 13

## 建築物省エネ法に基づく省エネ性能の表示制度

### 表示制度に関する基本的な考え方

＜国土交通省による建築物のエネルギー消費性能の向上に関する基本的な方針より、一部抜粋＞

- ✓ 建築物のエネルギー消費性能の見える化を通じて、エネルギー消費性能に優れた建築物が市場で適切に評価され、消費者に選択されるような環境整備を図ることが重要である。
- ✓ 市場で適切に評価されるためには、信頼性の高い評価指標や第三者の評価による建築物のエネルギー消費性能の表示制度の充実及び普及が有効である。
- ✓ こうした表示制度の普及により、建築物等に対してインセンティブが付与され、建築物のエネルギー消費性能の向上につながることを期待される。

14

## 住宅・ビル等の省エネ性能表示

＜基準レベル以上の省エネ性能をアピール＞

- 新築時等に、特に優れた省エネ性能をアピール。  
⇒ 第三者機関による評価を受け、省エネ性能に応じて5段階で★表示



※既存建築物でも活用可能

第7条ガイドラインを踏まえたデザイン

※適合性判定（非住宅2000㎡以上）、届出（300㎡以上2000㎡未満）、又は誘導基準認定（容積率特例）等の申請書類（一次エネルギー消費量算定結果）を活用可能

＜既存建築物が基準適合していることをアピール＞

- 既存建築物の省エネ改修をして、基準適合とした場合のアピール  
⇒ 行政庁による認定を受け、基準適合認定マーク（eマーク）を表示



建築物の名称 Aビル  
建築物の位置 ○県○市○区○町○番○地○番  
認定年月日 2017年5月7日  
認定行政庁 ○県  
適用基準 ○省エネエネルギー消費量基準（新築建築物）適合

出典：国土交通省「建築物省エネ法の概要」説明資料 15

## 各国におけるエネルギー性能表示例

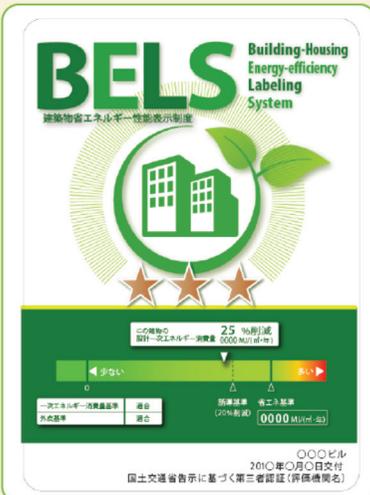
	日本	イギリス (フランスもほぼ同一)	ドイツ	アメリカ
非住宅				
住宅				
家電製品				

（住宅性能評価・表示協会、BELS（住宅版）説明会資料）

16

## BELSとは

**プレート表示(非住宅 BELS)**



- BELS (ベルス) とは Building-Housing Energy-efficiency Labeling System (建築物省エネルギー性能表示制度) の略称であり、新築・既存の建築物において、**第三者評価機関が省エネルギー性能を評価し認証する制度**です。性能に応じて5段階で★表示がされます。  
※(一社)住宅性能評価・表示協会が運用する制度
- 平成28年4月より評価対象に住宅が追加されます。
- BELSを取得するには、第三者の評価実施機関 (BELS 評価機関) による評価・認証を受ける必要があります。

**広告表示イメージ**



**評価スキーム**

```

    graph TD
      A[建築主  
建物所有者] -- 申請 --> B[WEBプログラム  
等を用いて省エネ  
性能を計算]
      B --> C[評価実施機関]
      C -- 評価の実施 --> A
      C -- 評価書交付、  
表示プレート発行 --> A
  
```

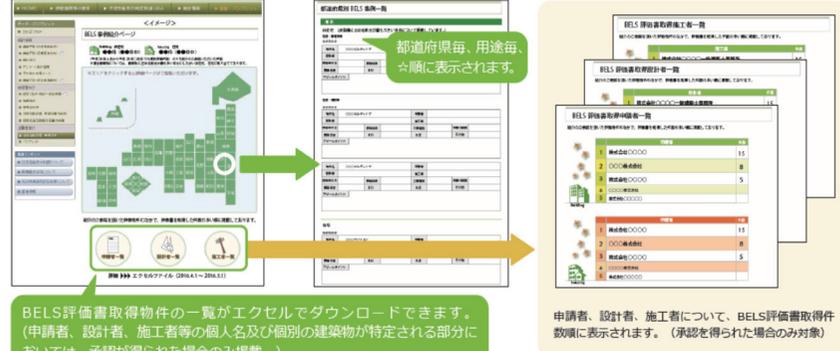
※広告物、宣伝用物品等において、表示スペースが著しく制約される場合は、表示事項を一部省略可。

出典:国土交通省「住宅・ビル等の省エネ性能の表示について」説明資料

17

## BELS取得建物のウェブサイトへの掲載

▼(一社)住宅性能評価・表示協会のHPにおける掲載イメージ



都道府県毎、用途毎、各順に表示されます。

BELS評価書取得物件の一覧がエクセルでダウンロードできます。(申請者、設計者、施工者等の個人名及び個別の建築物が特定される部分においては、承認が得られた場合のみ掲載。)

申請者、設計者、施工者について、BELS評価書取得件数順に表示されます。(承認を得られた場合のみ対象)

出典:国土交通省「住宅・ビル等の省エネ性能の表示について」説明資料

18

## 住宅版BELSの開始

ガイドラインにおける第三者認証制度の一つとしてBELSが位置づけられることとなった。これに伴ってBELS制度においても対象建築物を住宅に拡充する等の改正が行われた。



【非住宅用ラベル】

【住宅・共同住宅等用ラベル】

【非住宅・複合建築物用ラベル】

19

## BELSの5段階の星マークレベル

- ✓ 用途により星マークのレベルが異なり、非住宅の方が高い性能を求められる。
- ✓ 基準の数値はBEI。

$$BEI = \text{設計一次エネルギー消費量} \div \text{基準一次エネルギー消費量}$$

☆数	住宅用途	非住宅 用途1 (事務所等、学校等、工場等)	非住宅 用途2 (ホテル等、病院等、百貨店等、飲食店等、集会所等)
★★★★★	0.8	0.6	0.7
★★★★	0.85	0.7	0.75
★★★ 誘導基準	0.9	0.8	0.8
★★ 省エネ基準	1.0	1.0	1.0
★ 既存の省エネ基準	1.1	1.1	1.1

※設計BEIが各☆のBEI値の水準以下となる☆数。  
※エネルギー消費性能基準に適合しない場合は、表示は行わない。  
※評価方法に住宅の仕様基準を用いる場合は、星の数が☆☆の表示となる。

出典:住宅性能評価・表示協会「BELS(建築物省エネルギー性能表示制度)」説明資料

20

## 語句の説明

### ✓ BEI

「設計一次エネルギー消費量」を「基準一次エネルギー消費量」で除した値のこと。1.0以下であれば省エネ基準に適合。数値が小さいほど省エネ性能が高い。

### ✓ 設計一次エネルギー消費量

評価対象となる建築物において、設計仕様（設計した省エネ手法を加味）で算定した一次エネルギー消費量のこと。

### ✓ 基準一次エネルギー消費量

設計一次エネルギーの算出と同様の建築条件、計算条件のもと、外皮・設備に省エネ基準に基づく標準仕様を採用した場合の一次エネルギー消費量のこと。

\* 「設計一次エネルギー消費量」、「基準一次エネルギー消費量」ともに、建築研究所が提供するWEBプログラム等で産出される。

21

## ガイドラインに基づく性能の表示や情報提供

### ✓ 建築主・建物所有者

デベロッパー、建築物オーナーなど

新築時、改修時の省エネ性能表示取得や、販売・賃貸時の住宅の購入者・賃借人、テナント企業等に説明すること等が考えられる。

### ✓ 仲介者

不動産仲介会社など

住宅の購入者・賃借人、テナント企業等が省エネ性能に優れた建築物の選択を行いやすくするために、広告等において省エネ性能を表示すること等が考えられる、

### ✓ 設計・施工者

ゼネコン、設計事務所、ハウスメーカー、工務店など

建築主、建物所有者に対し、省エネ性能を分かりやすく説明すること等が考えられる。

出典：国土交通省「住宅・ビル等の省エネ性能の表示について」説明資料

22

## BELSの普及状況

Building 非住宅 344件  
Housing 住宅 12629件

※住宅に関しては平成26年4月から、住宅に関しては平成28年4月から平成29年1月までの累計評価件数となります。  
※被倉庫建築物については、建築物に占める割合が最も多い区分にいたがい非住宅、住宅に割り当てております。

※各都道府県をクリックすると詳細ページがご覧いただけます。



## ZEHビルダー登録制度

- ZEHビルダーは、**自社のZEH（Nearly ZEHを含む）が占める割合を2020年度までに50%以上**となるZEH普及目標を自社のホームページや会社概要などで公表して、**これの実現に努めることが要求される。**
- ZEHビルダーは、**ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス支援事業の申請者が新築（または既築改修）するZEHの設計や建築工事および新築建売住宅を受注する立場となる。**
- **ZEHビルダーが設計、建築または販売を行う住宅であることが申請の要件となる。**
- ZEHビルダーがZEH（Nearly ZEHを含む）の普及に向けた活動を行っていない場合や、**不適切と判断されると、ZEHビルダー登録を抹消される。**

25

## 住宅版BELS（ゼロエネ相当）の表示イメージ

- BELSにおいて、住宅のゼロエネ相当に関する表示は以下の水準を満たす場合、「ゼロエネ相当」の表示をすることができる。

- a) 対象範囲：住宅とする
- b) 表示項目と一次エネルギー消費量水準

一次エネルギー消費量水準	表示項目
再生可能エネルギー除いた数値	ゼロエネ相当
再生可能エネルギー加えた数値	基準一次エネルギー消費量から20%以上の削減
	基準一次エネルギー消費量から100%以上の削減



「ゼロエネ相当」及びUA値の表示

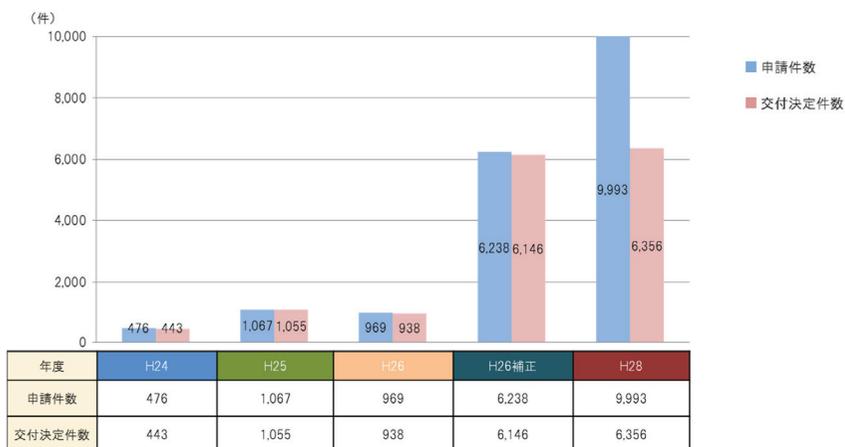
- ※設計時での評価とする。
- ※一次エネルギー消費量の対象は、「暖房、換気、給湯、照明」とする。
- ※再生可能エネルギー量の対象は敷地内（オンサイト）に限定し、自家消費分に加え、売電分も対象に含めることとする。

26

## ZEH支援事業 年度別 申請件数

5年間の推移と傾向

- 平成28年度の申請件数は9,993件（過去最多）、交付決定件数は6,356件



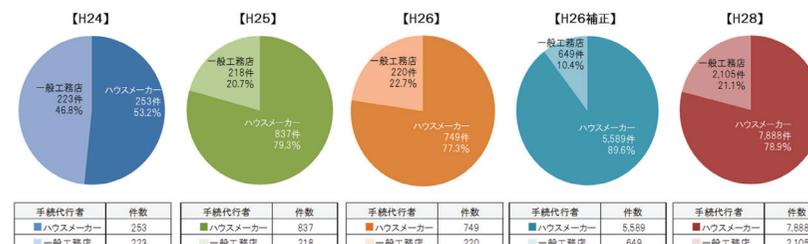
出典元：「一般社団法人 環境共創イニシアチブ ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス支援事業 調査発表会2016」

27

## ZEH支援事業 手続代行者別 申請件数内訳

5年間の推移と傾向

- 一般工務店による申請件数はH24～H26で約200件、H26補正で649件、H28では2,105件



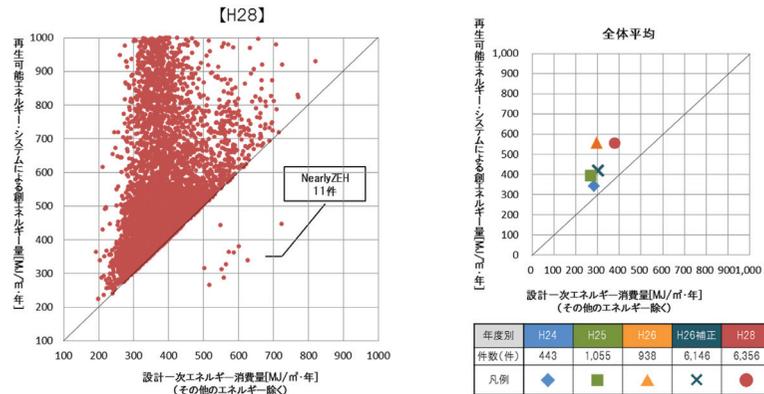
出典元：「一般社団法人 環境共創イニシアチブ ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス支援事業 調査発表会2016」

28

## ZEH支援事業 一次エネルギー消費量と再生可能エネルギー・システムによる創エネルギー量の相関 (交付決定ベース)

5年間の推移と傾向

➤設計一次エネルギー消費量(その他のエネルギーを除く)の平均は378.92MJ/m<sup>2</sup>・年



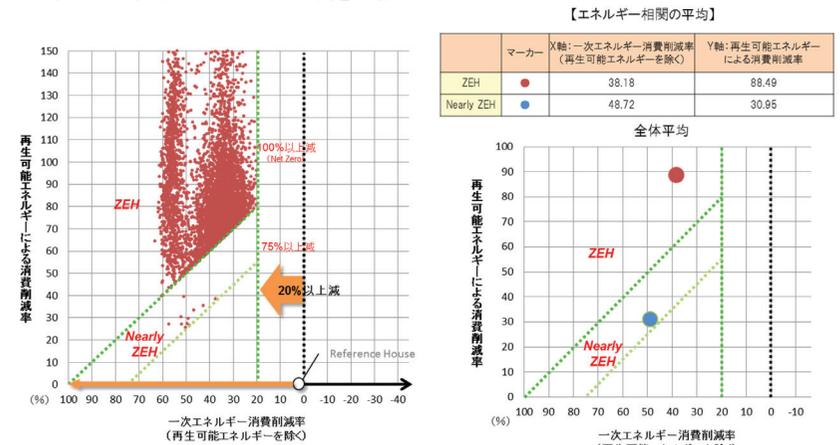
出典元: 「一般社団法人 環境共創イニシアチブ ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス支援事業 調査発表会2016」

29

## ZEH支援事業 一次エネルギー消費削減率と再生可能エネルギーによる消費削減率の相関 (交付決定ベース)

5年間の推移と傾向

➤交付決定事業を「ZEHの定義」と照合



出典元: 「一般社団法人 環境共創イニシアチブ ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス支援事業 調査発表会2016」

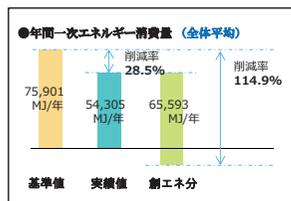
30

## ZEH支援事業 平均値を元にした「ZEHの定義」との照合

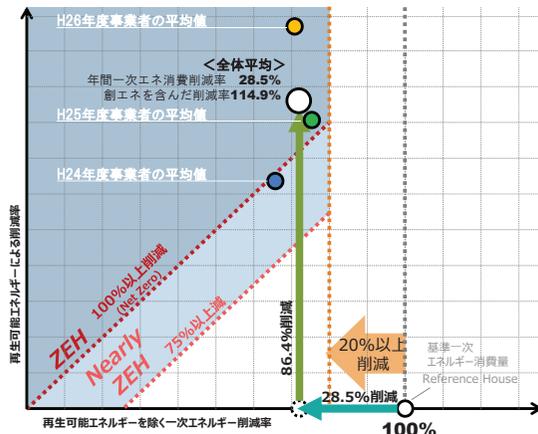
➤調査対象980件の平均値を元にした、年間一次エネルギー消費量削減率

全体把握

- 再生可能エネルギーを除いて28.5%
- 再生可能エネルギーによる創エネルギー量を含めて114.9%



- ZEHの定義
- 以下の①～④のすべてに適合した住宅
- 強化外皮基準 (1～8地域の平成25年省エネルギー基準 (ηA値、気密・防露性能の確保等の留意事項)を満たした上で、UA値1、2地域: 0.4[W/m<sup>2</sup>K]相当以下、3地域: 0.5[W/m<sup>2</sup>K]相当以下、4～7地域: 0.6[W/m<sup>2</sup>K]相当以下)
  - 再生可能エネルギーを除き、基準一次エネルギー消費量から20%以上の一次エネルギー消費量削減
  - 再生可能エネルギーを導入 (容量不問)
  - 再生可能エネルギーを加えて、基準一次エネルギー消費量から100%以上の一次エネルギー消費量削減



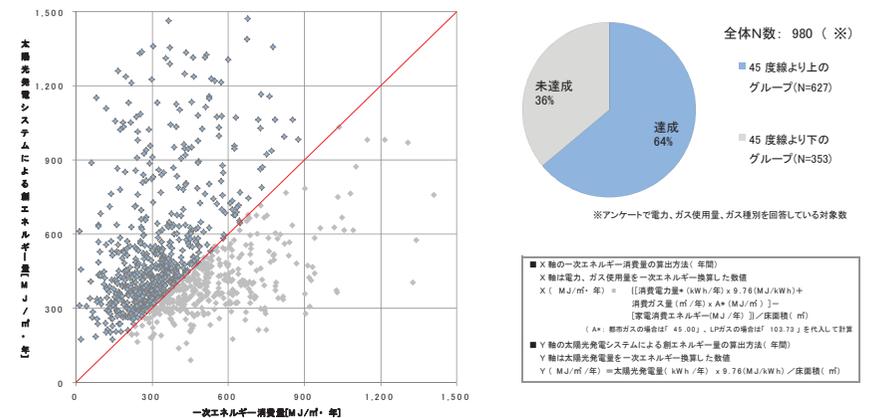
出典元: 「一般社団法人 環境共創イニシアチブ ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス支援事業 調査発表会2016」

31

## ZEH支援事業 ネット・ゼロ・エネルギー・グラフ [N=980]

全体把握

➤全体の64%が年間実績値でネット・ゼロ・エネルギーを達成

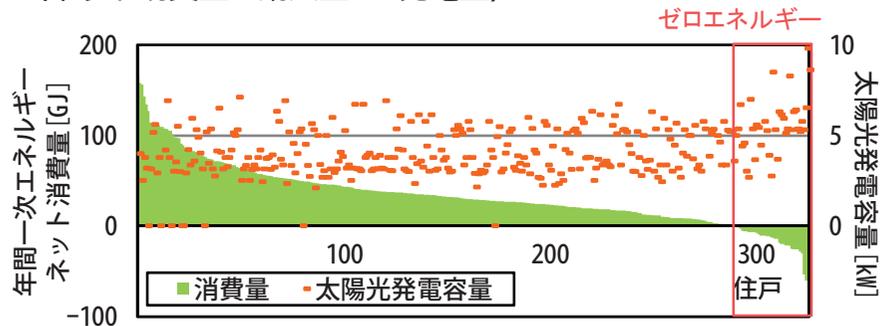


出典元: 「一般社団法人 環境共創イニシアチブ ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス支援事業 調査発表会2016」

32

## 戸建住宅のエネルギー消費概況（一次エネルギー換算）

国土交通省 住宅・建築物省CO<sub>2</sub>先導事業を活用した戸建住宅  
(ネット消費量：購入量 - 売電量)



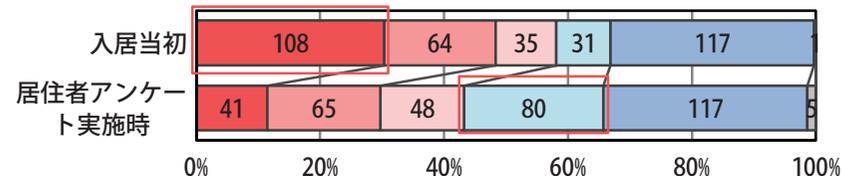
一定の省エネ性能を備えた住宅でも、**住戸**によるばらつきが非常に大きい。  
ネットエネルギー消費量がゼロ以下の住戸は**326戸中38戸**。

出典：清家剛「省CO<sub>2</sub>先導事業 採択事例（住宅）における住まい方とエネルギー消費の実態分析」, 第17回住宅・建築物の省CO<sub>2</sub>シンポジウム, 2016.2.22 33

## HEMS・見える化設備の利用状況①

省CO<sub>2</sub>先導事業を活用した戸建住宅の**居住者アンケート結果**

HEMS(見える化設備)の確認頻度 (n=356)



- 比較的良好に見る (1日1回以上)
- たまに見る (数日に1回程度)
- むれに見る (1週間に1回程度)
- ほとんど見ない (1か月に1回以下)
- ほとんど確認したことがない
- 未記入

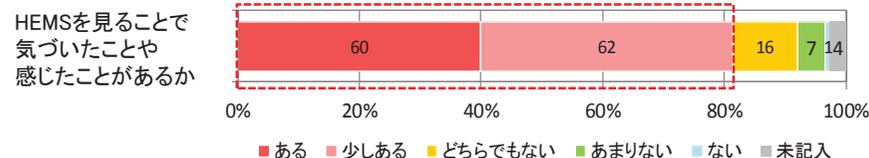
- ・入居当初に対して、アンケート実施時（概ね入居1年後）は**確認頻度が顕著に低下**。（アンケート実施時でも**30%近く**の居住者は「比較的良好に見る」「たまに見る」と回答）
- ・「ほとんど確認したことがない」との回答も**30%強**を占める。

出典：清家剛「省CO<sub>2</sub>先導事業 採択事例（住宅）における住まい方とエネルギー消費の実態分析」, 第17回住宅・建築物の省CO<sub>2</sub>シンポジウム, 2016.2.22 34

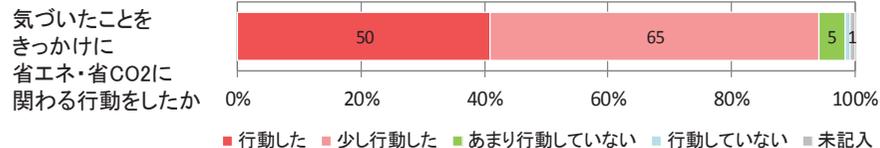
## HEMS・見える化設備の利用状況②

省CO<sub>2</sub>先導事業を活用した戸建住宅の**居住者アンケート結果**

確認頻度が「ほとんど見ない」以外の回答者 (n=150)



気づいたが「ある」「少しある」との回答者 (n=122)



**約8割**の居住者は、気づきがあると回答。  
**気づきのある居住者の大半**は行動していると回答。

出典：清家剛「省CO<sub>2</sub>先導事業 採択事例（住宅）における住まい方とエネルギー消費の実態分析」, 第17回住宅・建築物の省CO<sub>2</sub>シンポジウム, 2016.2.22 35

## HEMS・見える化設備の利用状況③

省CO<sub>2</sub>先導事業を活用した戸建住宅の**居住者アンケート結果**

HEMSを確認しない理由	確認しない※1	確認頻度低下※2
見なくても省エネに気を付けるようになったから	22%	32%
操作が面倒だから	31%	19%
表示されている内容をどう活用したらよいかわからないから	22%	6%
使い方がわからないから	22%	0%
特に見たい情報がないから	13%	6%
表示されている内容が分かりにくいから	7%	4%
表示されている内容に飽きてしまったから	5%	6%
その他	20%	40%
未記入	3%	11%

※1 「ほとんど確認したことがない」、「ほとんど見ない」との回答者の集計 (n=144)

※2 アンケート実施時に「ほとんど見ない」となった回答者の集計 (n=53)

「見なくても省エネに気を付けるようになった」との理由が一定割合を占める。  
一方、「操作が面倒」、「表示内容の活用方法がわからない」「使い方がわからない」といった回答も多い。

出典：清家剛「省CO<sub>2</sub>先導事業 採択事例（住宅）における住まい方とエネルギー消費の実態分析」, 第17回住宅・建築物の省CO<sub>2</sub>シンポジウム, 2016.2.22 36

## HEMS・見える化設備の利用状況④

省CO<sub>2</sub>先導事業を活用した戸建住宅の居住者アンケート結果

HEMS(見える化設備)の機能評価	n数	役に立つ/ 利用する	役に立たない/ 利用しない
家電機器や住宅設備などの不具合を検出してお知らせしてくれる機能	56	84%	5%
防犯機能や見守り機能などのホームセキュリティ機能	381	66%	16%
家電機器ごとの電気の使用量を表示する機能	392	64%	18%
室内外の温湿度を表示する機能	392	64%	17%
家電機器を自動で効率的に制御してくれる機能	392	63%	19%
訪問者を確認できる遠隔モニターなどのリモートコントロール機能	270	56%	26%
部屋ごとの電気の使用量を表示する機能	392	56%	27%
使い方に応じて省エネアドバイスを表示する機能	392	55%	26%
外出モードや就寝モードを選択すると、あらかじめ設定した家電をOFFにする機能	270	53%	29%
家電機器を外出先や他の部屋からON/OFFできる機能	392	49%	32%
使いすぎているときに警報を出す機能	392	42%	40%
他の世帯と電気の使用量を比較できる機能	392	37%	44%
血圧計や体重計、睡眠管理などと連動した健康管理のできる機能	270	34%	48%
エネルギー使用状況などをメールでお知らせしてくれる機能	381	33%	49%
その他	392	3%	0%

エネルギー管理以外に、機器・設備の不具合検知、防犯機能・見守り、温湿度表示などへの関心が高い。

エネルギー使用状況のお知らせ機能は関心が低く、今後の工夫が課題。

出典：清家剛「省CO<sub>2</sub>先導事業 採択事例（住宅）における住まい方とエネルギー消費の実態分析」, 第17回住宅・建築物の省CO<sub>2</sub>シンポジウム, 2016.2.22

37

## 家庭内事故、疾患等と関連する温度指標の検討

	対象	提示する温度指標の候補	
入浴時の事故	血圧上昇	急激な温度変化	冬季入浴時刻帯における居間、廊下、脱衣室・浴室の温度差
	血圧低下	熱い湯、長時間入浴 ※寒い住宅の居住者は暑い湯に長時間入浴する傾向	冬季の居間の気温
循環器系疾患	高血圧	朝の室温が10℃低いと血圧が4mmHG上昇(収縮期血圧) 足元室温1℃低下で1mmHG上昇	冬季起床時刻の寝室の室温 冬季の居間、寝室の床近傍の温度
	肺炎等	就寝中の低温空気の吸入	冬季夜間寝室の室温
活動量	温度変化、温度差による歩数減	室温変化、室温温度差10℃で1400歩/日減	生活時間帯での居間における室温変動
睡眠効率			冬季就寝中の寝室の平均室温
深部体温	体温低下による免疫力低下	高断熱住宅転居で起床時体温上昇	冬季就寝中の寝室の平均室温

SWH 住環境と健康部会資料より作成

38

## イギリスの例：冬期住宅内温度指針

【背景】

厳しい寒さによる病死の40%が循環器系疾患、33%が呼吸器系疾患の原因

- ・血圧上昇（高血圧性疾患リスク増大）→脳卒中
- ・肺の抵抗弱体化（肺感染症リスク増大）→肺炎
- ・血液の濃化（冠状動脈血栓症リスク増大）

【指針】

指針温度	備考
◎ 推奨温度	21℃ ・昼間の居間の最低推奨気温
○ 許容温度	18℃ ・夜間の寝室の最低推奨気温
△	16℃未満 ・呼吸器系疾患に影響あり
△	9~12℃ ・血圧上昇、心臓血管疾患のリスク
×	5℃ ※低体温症を起こすハイリスク

SWH 住環境と健康部会資料より作成

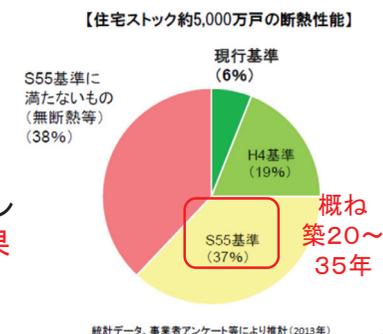
39

## スマートウェルネス化に向けた省エネ改修

- ・日本では、依然として断熱性能が低いストック住宅の割合が高い。
- ・築20~35年の住宅について、生活スタイルの変化や中古住宅流通を契機とした省エネ改修を想定し、ケーススタディを実施。

- 高齢二世帯：子どもの独立によって1階を中心に生活
- 子育て世帯：中古住宅を購入し、住宅全体をグレードアップ

- ・改修前：  
昭和55年省エネ基準相当
- ・改修後  
部別別に現行省エネ基準に適合
- ・BEST住宅版を用いたシミュレーションにて、省エネ性、健康性の改善効果进行评估



40

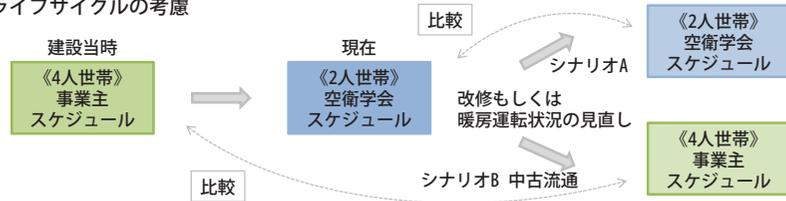
## 調査方法 想定するケーススタディ

### 想定したケース

断熱性能 (部分断熱改修は 改修範囲および部位)	昭和55年基準					
	2人世帯			4人世帯		
	断熱改修 1階全体			断熱改修 1・2階全体		
	開口部	開口部/床 開口部/床/ 外壁/下屋 天井	開口部/床/ 外壁/天井	開口部	開口部/床 開口部/床/ 外壁/天井	開口部/床/ 外壁/天井
常時換気[回/h] (基準気積)	なし	第3種換気: 0.5 (全館)		なし	第3種換気: 0.5 (全館)	
漏気[回/h] (基準気積)	1.0 (全館)	0.25 (全館) 階段扉あり注		1.0 (全館)	0.25 (全館) 階段扉なし注	
基準 (20℃設定)	○基準	○A	○A	○基準	○B	○B
就寝時暖房				○B		
起床時暖房				○B		
就寝中暖房				○B		
運転状況の見直し (二段階室温設定)	○A		○A	○B		

※○：ケーススタディを実施した条件 A, B：図1におけるシナリオ 注：開口部の気密化や通気止めを想定

### ライフサイクルの考慮

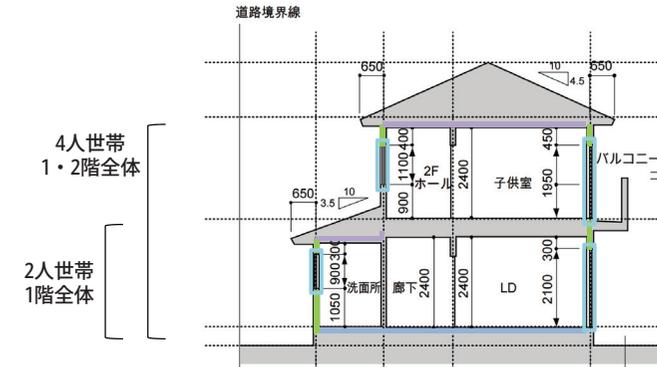


41

## 調査方法 想定するケーススタディ

### 部位の熱貫流率 (単位: [W/(m<sup>2</sup>·K)])

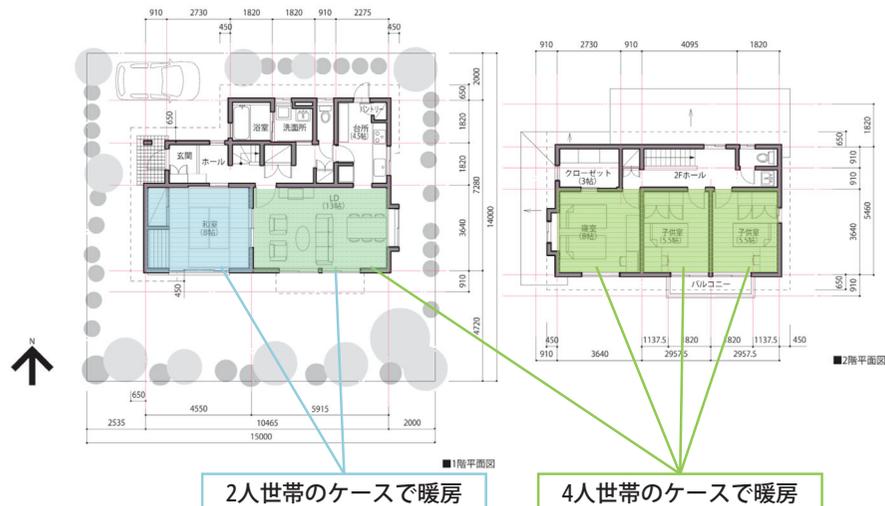
断熱性能	天井	外壁	床	開口部	
				昼	夜
改修前：昭和55年基準相当	0.93	1.03	1.17	5.09	4.67
改修後：平成25年基準相当	0.24	0.53	0.48	3.63	3.41



42

## 調査方法 シミュレーション設定条件

### 住宅事業建築主の判断基準 標準プラン

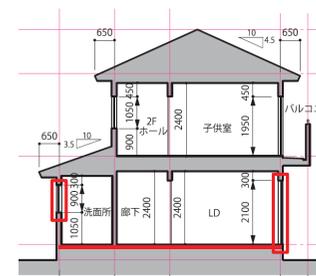


43

## 2人世帯 改修メニュー

断熱改修①  
(1階：開口部)

断熱改修②  
(1階：開口部+床)

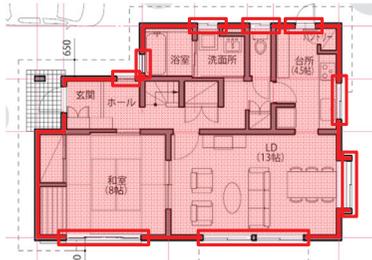
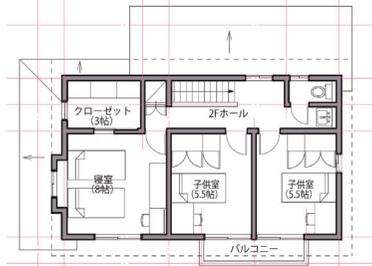
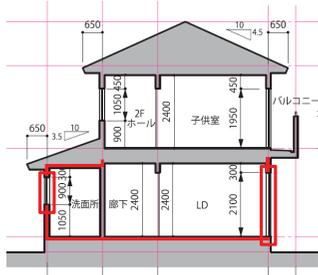


44

## 2人世帯

### 断熱改修③

(1階全体：開口部+床+外壁+屋根(下屋))



45

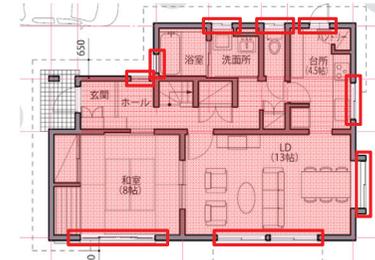
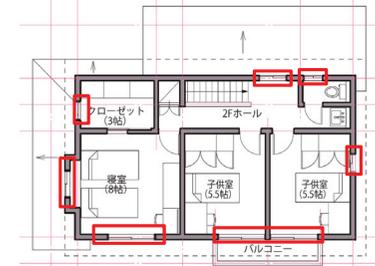
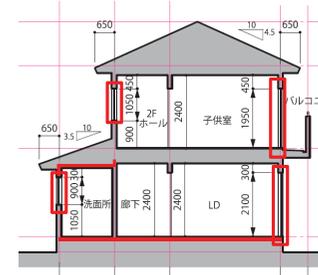
## 4人世帯 改修メニュー

### 断熱改修①

(1・2階 開口部)

### 断熱改修②

(1・2階 開口部+1階床+下屋)

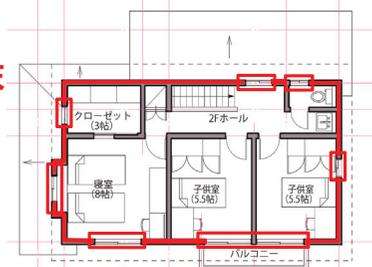
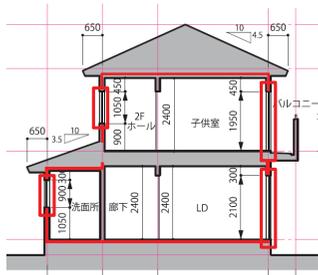


46

## 4人世帯

### 断熱改修③

(1・2階全体：開口部+床+外壁+屋根(下屋))



47

## 調査方法

### シミュレーション設定条件

#### シミュレーション設定条件

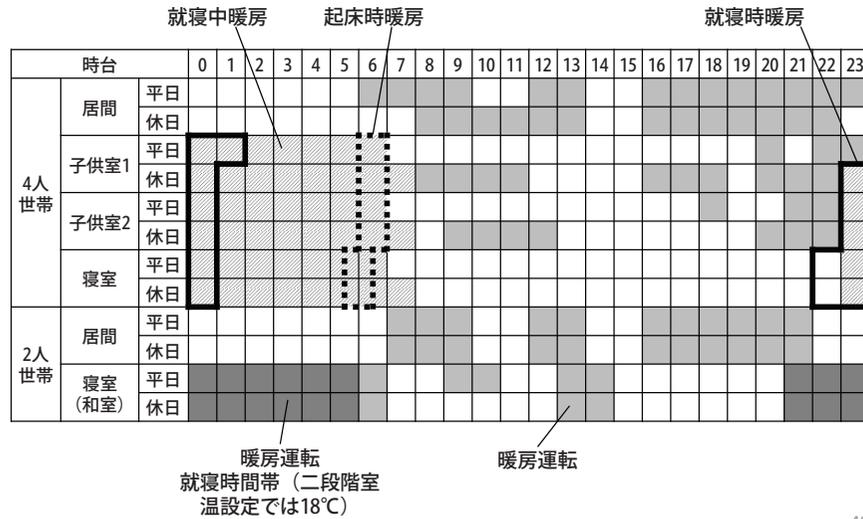
項目	設定内容	項目	設定内容
地域	東京	暖房スケジュール	4人世帯は住宅事業建築主の判断基準における居室間空調を、2人世帯はSCHEDULEの高齢者2人世帯の在室暖房のスケジュールをベースとする。4人世帯の寝室・子供室については、就寝時暖房(就寝前1時間と就寝後2時間)、起床時暖房(起床前1時間)、起床時暖房(就寝時間帯)も追加。
気象データ	拡張アメダス気象データ2000年版標準年	常時換気・局所換気	第3種換気：住宅事業建築主の判断基準に準じ居室に設置した給気口より給気、1階はトイレと浴室、2階はトイレより排気した。換気動力は0.3W/(m³/h)とした。換気動力は、内部発熱として扱わない。
プログラム	BEST住宅版(仮)		
計算時間間隔	5分	局所換気	台所、1階トイレ、浴室に住宅事業建築主の判断基準の風量、スケジュールに則り設定。換気動力は0.3W/(m³/h)とした。
暖房期間	11月4日～4月21日	隣室間換気	室間建具がないもしくは開放していると想定した空間(LDと台所間、1Fホールと2Fホール間、廊下と脱衣室間)：隣接2室合計気積の20回/小相当。室間建具で仕切られている空間：隣接2室合計気積の1回/h相当。
建物モデル	自立循環型住宅モデル(木造住宅)	家具などの熱容量	LDK：28.35kJ/m²K LDK以外の室：18.9kJ/M3k
延床面積	120m²	開口部遮へい	昼間(7～18時)はレースカーテンを閉鎖。夜間(18～7時)はレースカーテン+厚手のカーテンを閉鎖。
暖房方式	居室：LD、和室、寝室、子供室にルームエアコンを設置。 定格暖房能力、定格暖房COPはLD：8.5kW(3.63)、寝室：2.8kW(5.00)、子供室：2.2kW(4.89)	内部発熱	4人世帯は住宅事業建築主の判断基準、2人世帯はSCHEDULEの高齢者2人世帯の在室暖房のスケジュールをベースとして、人体、照明、機器発熱を与える。機器の顕熱発熱は全て対流成分、照明は対流成分を70%として入力した。潜熱発熱は人体と調理を設定。
設定温度	各室作用温度で20℃設定。 ただし、暖房運転状況の見直しを行う二段階室温設定のケースでは、就寝時間帯の暖房設定温度を18℃とする。		

48

## 調査方法

### シミュレーション設定条件

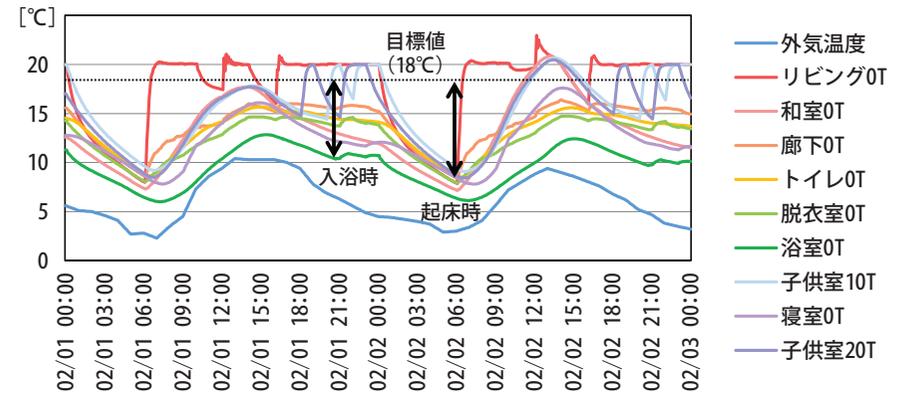
#### 暖房スケジュール



49

## 健康性の評価法

### 温熱環境評価指標案 (a・b・d・f・g) のイメージ



暫定的に、実現作用温度と目標値 (18°C) の差を積算したものを温熱環境評価指標案として使用。評価法の整備は今後の課題。 50

## 健康性の評価法

### 温熱環境評価指標案

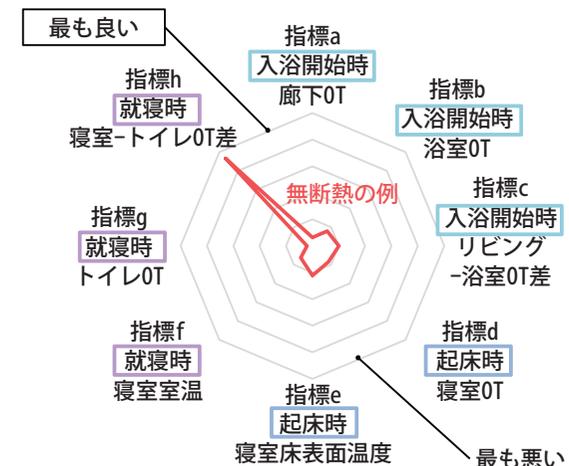
指標	場面	関連し得る事故、疾患等	集計方法				チャートの軸		
			期間	時刻/時間帯	室/室間	集計対象	集計方法	最も悪い	最も良い
a	入浴開始時	血圧上昇	暖房期間	平日20:45 休日17:00	廊下	OT	基準温度 (18°C) からの差の積算*	400	0
b					浴室			1200	0
c					リビング-浴室			10	0
d	起床時	高血圧	暖房期間	6:30	寝室 (二世帯では和室、以下同様)	OT	基準温度 (18°C) からの差の積算*	2000	0
e					床表面温度			絶対値	5
f	就寝中	呼吸器系疾患	暖房期間	0:00 ~ 6:30	寝室	室温	基準温度 (18°C) からの差の積算*	10000	0
g					トイレ			OT	10000
h	就寝中	血圧上昇	暖房期間	0:00 ~ 6:30	寝室-トイレ	温度差	10	0	

\*基準温度を下回る場合について積算

51

## 健康性の評価法

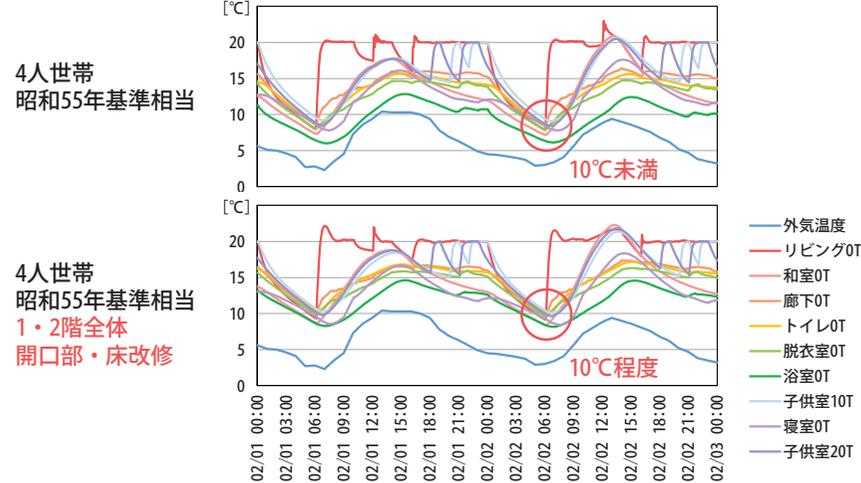
### 温熱環境評価指標案



52

計算結果  
代表日の計算結果

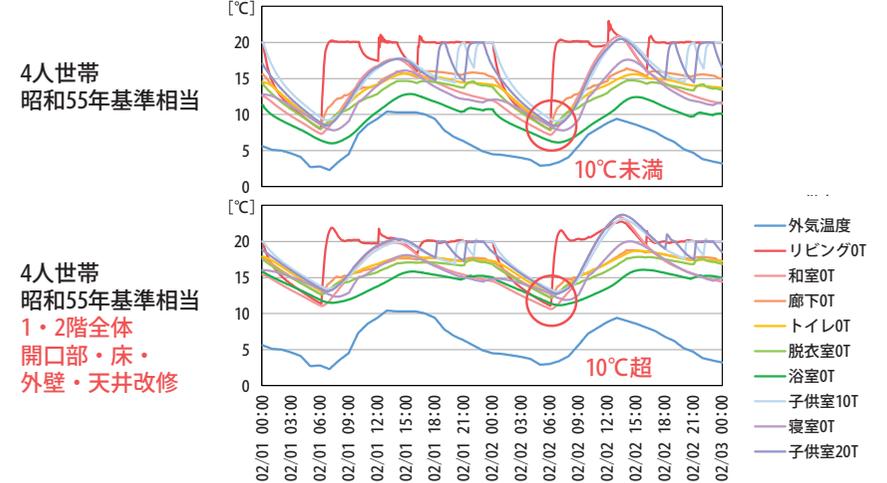
代表日作用温度の例 (2月1日、2日)



改修前の住宅が昭和55年基準相当では、  
部位の改修による温熱環境改善効果が見られた。

計算結果  
代表日の計算結果

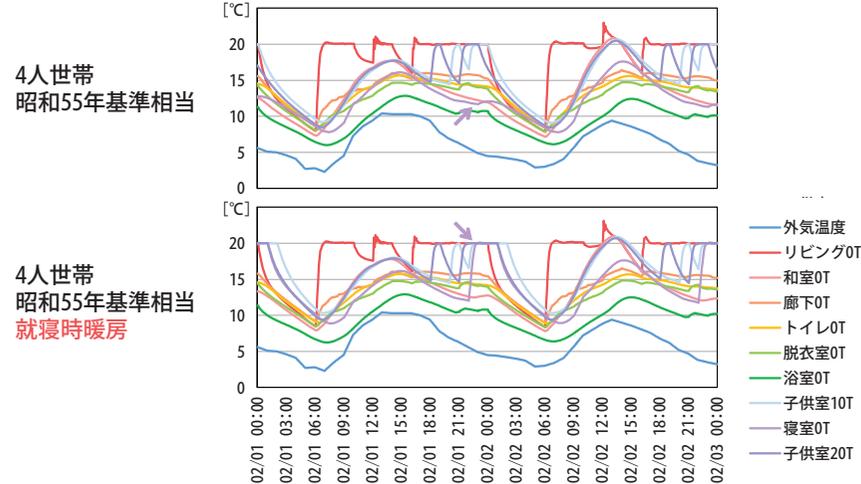
代表日作用温度の例 (2月1日、2日)



1・2階全体の改修による  
温熱環境改善効果が見られた。

計算結果  
代表日の計算結果

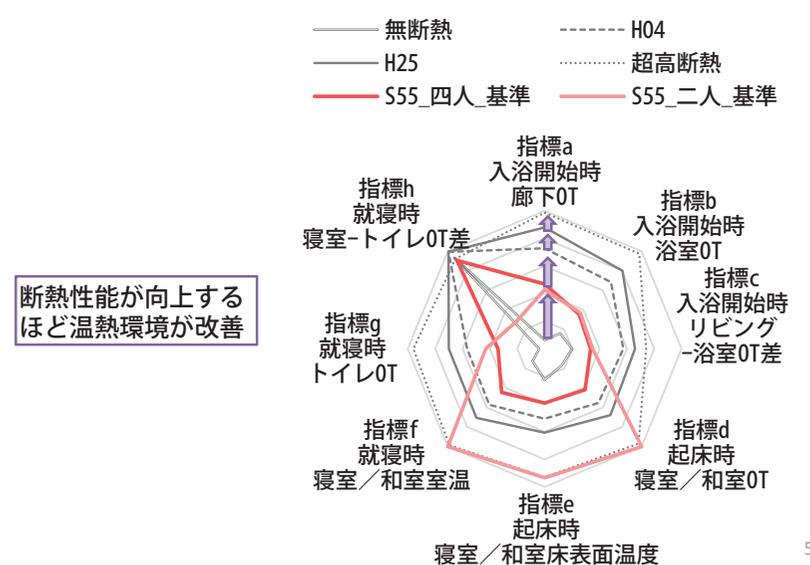
代表日作用温度の例 (2月1日、2日)



就寝時暖房による夜間の寝室・子供室温度の上昇が見られる。

計算結果  
温熱環境評価指標案

温熱環境評価指標案

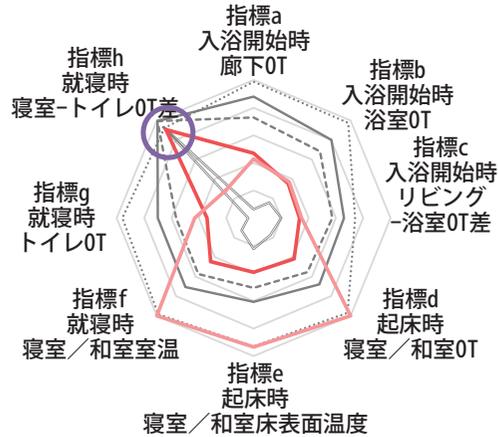


計算結果  
温熱環境評価指標案

温熱環境評価指標案

- 無断熱
- H25
- S55\_四人\_基準
- H04
- ..... 超高断熱
- S55\_二人\_基準

温度差の表現方法は  
今後の検討課題



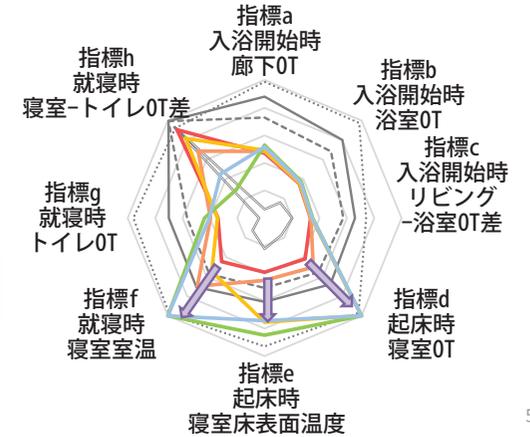
57

計算結果  
温熱環境評価指標案

温熱環境評価指標案

- S55\_四人\_基準
- S55\_四人\_就寝時暖房
- S55\_四人\_起床時暖房
- S55\_四人\_就寝中暖房
- S55\_四人\_就寝中暖房\_二段階室温設定

暖房による  
温熱環境改善効果



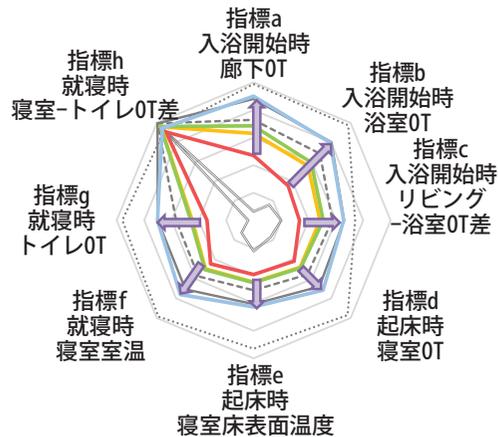
58

計算結果  
温熱環境評価指標案

温熱環境評価指標案

- S55\_四人\_基準
- S55\_四人\_窓
- S55\_四人\_窓床
- S55\_四人\_窓床外壁天井

暖房による  
温熱環境改善効果



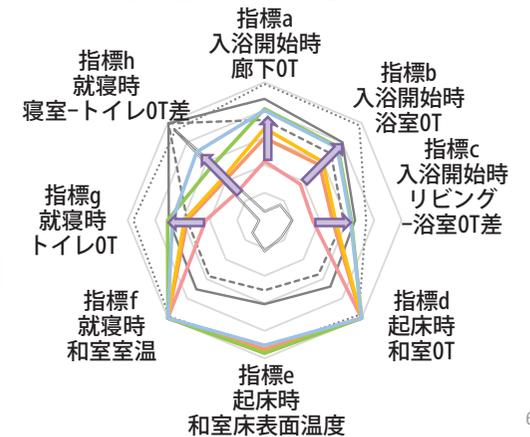
59

計算結果  
温熱環境評価指標案

温熱環境評価指標案

- S55\_二人\_基準
- S55\_二人\_窓
- S55\_二人\_窓床
- S55\_二人\_窓床外壁天井
- S55\_二人\_窓床外壁天井\_二段階室温設定

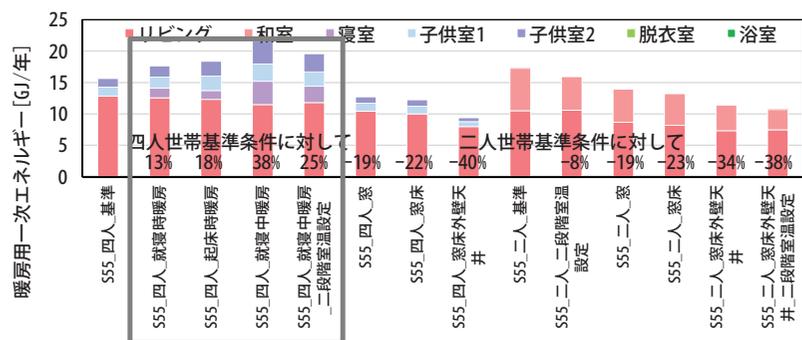
2人世帯でも同様



60

計算結果  
暖房用エネルギー消費量

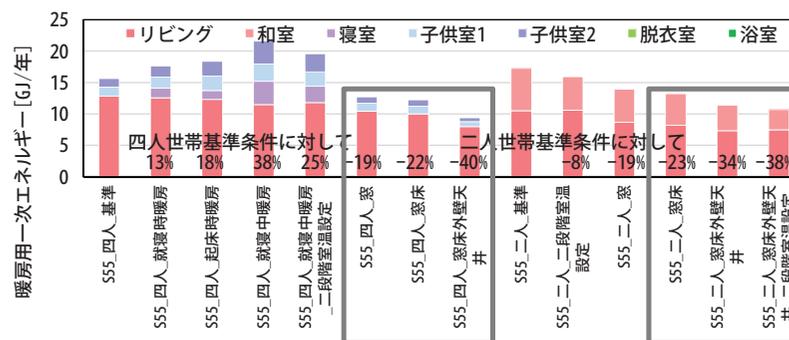
暖房用一次エネルギー



就寝時、起床時、就寝中の暖房では1~4割程度暖房用エネルギーが増加。

計算結果  
暖房用エネルギー消費量

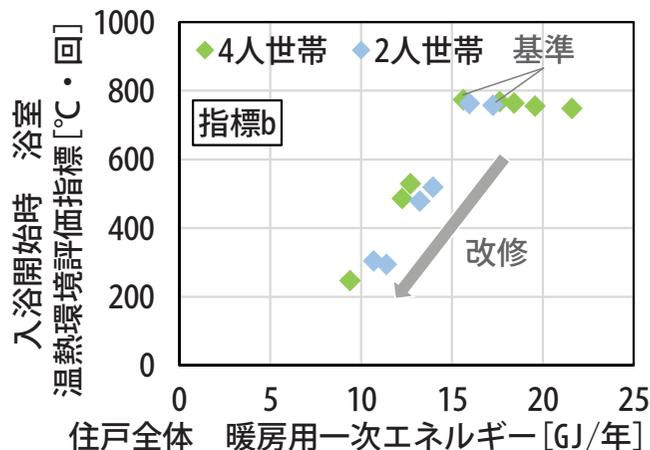
暖房用一次エネルギー



断熱改修では暖房用エネルギーが2~4割程度削減される。

計算結果  
エネルギー消費量と温熱環境評価指標案の関係

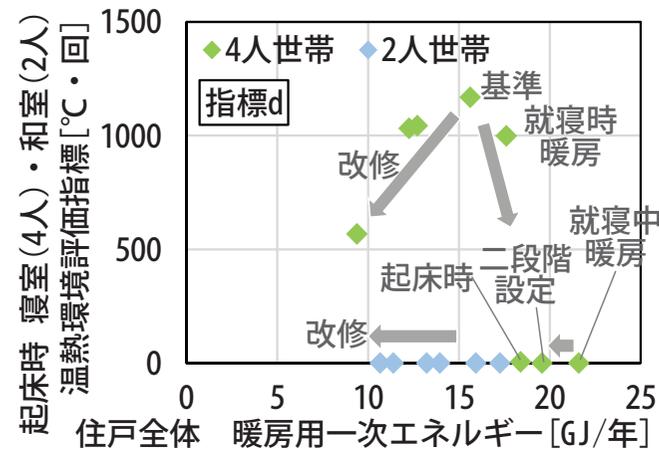
暖房用エネルギーと温熱環境評価指標案の関係



改修に伴う断熱性能の向上により、暖房用エネルギー削減、かつ、浴室の温熱環境評価指標案が改善。

計算結果  
エネルギー消費量と温熱環境評価指標案の関係

暖房用エネルギーと温熱環境評価指標案の関係



暖房使用により暖房用エネルギーは増加するが、起床時の寝室の温熱環境評価指標案は改善。

## CASBEE健康チェックリストを活用した熱負荷時刻歴・期間シミュレーション結果の健康性評価に関する提案

・BEST住宅版(仮)を用いた住宅の温熱環境の計算結果を、CASBEE健康チェックリストの暖かさに関する設問項目の得点に換算し、既往研究における冬の風邪の発症率等との関連付けを可能とする方法を提案する。



CASBEE健康チェックリスト [http://www.ibec.or.jp/CASBEE/casbee\\_health/index\\_health.htm](http://www.ibec.or.jp/CASBEE/casbee_health/index_health.htm) 65

## CASBEE健康チェックリストを活用した評価法の提案 CASBEE健康チェックリストの暖かさに関する設問

### CASBEE健康チェックリスト暖かさに関する設問項目

① I. 居間・リビング	3	冬、暖房が効かずに寒いと感じることがありますか？
②	11	冬、寒くて眠れないことがありますか？
③ II. 寝室	12	冬、起きたときに鼻や喉が乾燥していることはありますか？
④ IV. 浴室・脱衣所・洗面	20	冬、脱衣所が寒いと感じることがありますか？
⑤	21	冬、浴室が寒いと感じることがありますか？
⑥ V. トイレ	27	冬、寒いと感じることはありますか？
⑦ VII. 廊下・階段・収納	33	冬、部屋を出たときに寒いと感じることはありますか？

※3、11等の数字はCASBEE健康チェックリストにおける、①等の数字は本研究における設問番号を示す。

7項目、各項目3点の合計21点満点で評価。

## CASBEE健康チェックリストを活用した評価法の提案 暖かさに関する得点と健康性の関係

### 既往研究における断熱性能と暖かさの得点の関係

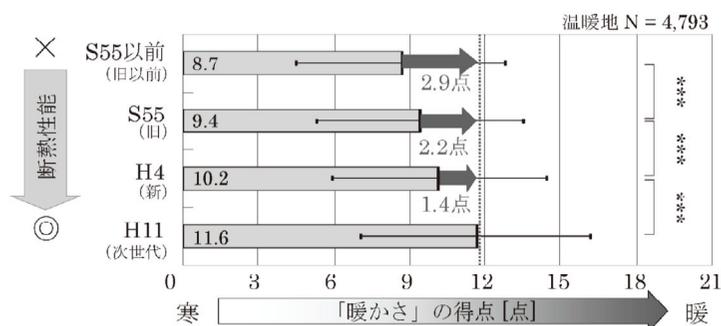


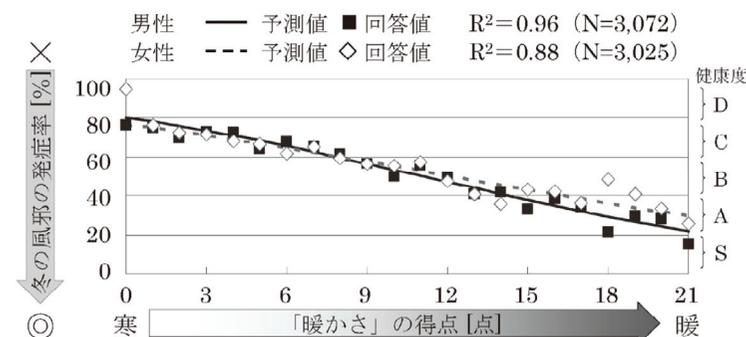
図 1 4 断熱性能と暖かさの得点の関係 (温暖地)

高柳, 伊香賀, 村上, 清家, 中野: 健康維持増進に向けた住環境評価ツールの有効性の検証, 日本建築学会環境系論文集 第76巻 第670号, pp. 1101-1108, 2011年12月

断熱性能の高い住宅ほど、暖かさの得点が高い。

## CASBEE健康チェックリストを活用した評価法の提案 暖かさに関する得点と健康性の関係

### 既往研究における冬の風邪の発症率と暖かさの得点の関係



高柳, 伊香賀, 村上, 清家, 中野: 健康維持増進に向けた住環境評価ツールの有効性の検証, 日本建築学会環境系論文集 第76巻 第670号, pp. 1101-1108, 2011年12月

暖かさの得点から、健康性 (冬の風邪の発症率) が評価できる。

# CASBEE健康チェックリストを活用した評価法の提案 暖かさに関する得点の算出方法案

## 暖かさに関する得点の算出方法

無断熱_基準		暖かさ		6.5点 / 21点		空調一次エネ		27.0 GJ/年		備考	
		$t_{a,b}$	$t_{a,s}$	$t_{a,r}$	$\Delta t$	$U_A$					
冬の代表日 2月1日夜〜2月2日朝	① 周間	合計点数 0.16点	3点 5.0°C	18°C 17°C	20:45 25°C	-	-	6:00→朝睡房を付ける直前 20:45→入浴開始			
	② 寝室1(寒さ)	合計点数 0.43点	3点 5.0°C	18°C 17°C	20:45 25°C	-	-	0:00→就寝時刻			
	③ 寝室2(乾燥)	合計点数 1.00点	3点 5.0°C	18°C 17°C	20:45 25°C	-	-	無断熱・S55: 1.0点 H4・H25: 1.5点 超高断熱: 2.0点			
	④ 脱衣所	合計点数 1.20点	3点 5.0°C	18°C 5°C	20:45 25°C	15°C	0°C				
	⑤ 浴室	合計点数 0.56点	3点 5.0°C	18°C 5°C	20:45 25°C	15°C	0°C				
	⑥ トイレ	合計点数 1.56点	3点 5.0°C	18°C 5°C	20:45 25°C	15°C	0°C				廣のイベント
	⑦ 廊下	合計点数 1.62点	3点 5.0°C	18°C 5°C	20:45 25°C	15°C	0°C				廣のイベント

例1) 浴室の寒さは、浴室の作用温度・床表面温度、リビングとの温度差が関連すると考え、冬の代表日の20:45(入浴開始時刻)の温度で評価。

作用温度、床表面温度、リビングとの温度差は、同じ重み付け(各1点)とする。

# CASBEE健康チェックリストを活用した評価法の提案 暖かさに関する得点の算出方法案

## 暖かさに関する得点の算出方法

無断熱_基準		暖かさ		6.5点 / 21点		空調一次エネ		27.0 GJ/年		備考	
		$t_{a,b}$	$t_{a,s}$	$t_{a,r}$	$\Delta t$	$U_A$					
冬の代表日 2月1日夜〜2月2日朝	① 周間	合計点数 0.16点	3点 5.0°C	18°C 17°C	20:45 25°C	-	-	6:00→朝睡房を付ける直前 20:45→入浴開始			
	② 寝室1(寒さ)	合計点数 0.43点	3点 5.0°C	18°C 17°C	20:45 25°C	-	-	0:00→就寝時刻			
	③ 寝室2(乾燥)	合計点数 1.00点	3点 5.0°C	18°C 17°C	20:45 25°C	-	-	無断熱・S55: 1.0点 H4・H25: 1.5点 超高断熱: 2.0点			
	④ 脱衣所	合計点数 1.20点	3点 5.0°C	18°C 5°C	20:45 25°C	15°C	0°C				
	⑤ 浴室	合計点数 0.56点	3点 5.0°C	18°C 5°C	20:45 25°C	15°C	0°C				
	⑥ トイレ	合計点数 1.56点	3点 5.0°C	18°C 5°C	20:45 25°C	15°C	0°C				廣のイベント
	⑦ 廊下	合計点数 1.62点	3点 5.0°C	18°C 5°C	20:45 25°C	15°C	0°C				廣のイベント

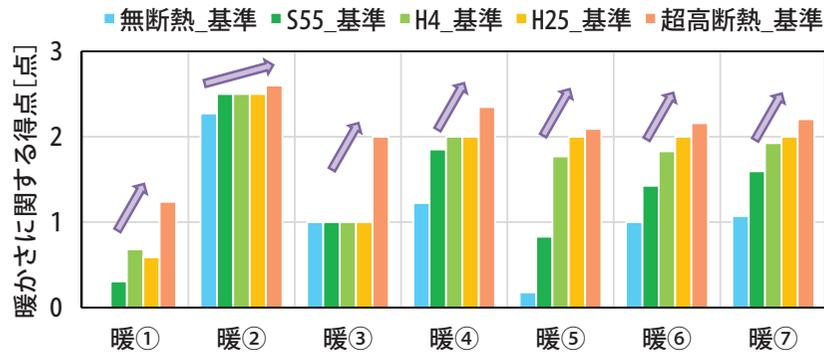
例2) 18°C: イギリスの冬期住宅内温度指針における推奨値  
5°C: 無断熱条件における冬期の代表日の朝の冷え込みを考慮間は線形となるよう得点換算

例3) 15°C: 無断熱条件における冬期の代表日の朝の冷え込み5°Cと、暖房設定温度20°C(作用温度)より

例4) 25°C: 快適感が最も高くなる温度を想定

# 評価方法案を用いたケーススタディ結果の評価

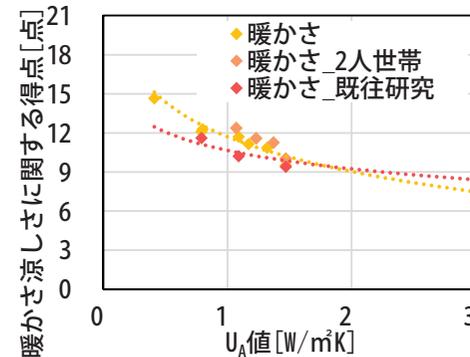
## 暖かさに関する設問別の得点



断熱性能の高い住宅ほど、各設問の得点が高くなる傾向。

# 評価方法案を用いたケーススタディ結果の評価

## 暖かさに関する得点 (7問の合計)



※既往研究における断熱性能について、S55基準以前(旧省エネ基準以下)、S55基準、H4年基準(新省エネ基準)、H11基準(次世代省エネ基準)がそれぞれ、本研究のケーススタディにおける無断熱、昭和55年基準相当、平成4年基準相当、平成25年基準相当のUA値に等しいと仮定した。

提案する評価法の点数は、無断熱の条件(UA値3.0W/m²K)で既往研究よりも低い。得点換算の方法の見直しが必要。

## 評価法案に関するまとめと課題

- CASBEE健康チェックリストを活用して、シミュレーション結果より、暖かさに関する設問の得点を算出する方法の暫定案を提案した。
- 今後の課題として、以下の項目等について、既往研究を参考に、考察を深めることが挙げられる。

- 各設問に関連する項目の重み付けの方法の見直し
- 0点から満点の得点に対応する温度範囲の見直し
- UA値等より寝室の乾燥感を評価する方法

73

## 省エネ性・健康性評価と改修コスト試算の例

### コスト試算に向けた部位別の改修工法

#### <4人世帯の例>

改修パターン	改修部位	改修方法
①1・2F 窓改修	1・2階全窓	内窓設置
	②1・2F 窓・床改修	1・2階全窓 1階床下
③1・2F 全体改修	1・2階全窓	内窓設置
	1階床下	床下充填断熱工法
	1・2階外壁	外壁内張断熱工法(XPS)(内装復旧含む)
	1階下屋部天井	小屋裏吹込み断熱工法(GW)(小屋裏気流止工事含む)
	2階天井	小屋裏吹込み断熱工法(GW)(小屋裏気流止工事含む)
	玄関ドア 台所勝手口	断熱玄関ドアに交換 カット工法によるサッシ交換

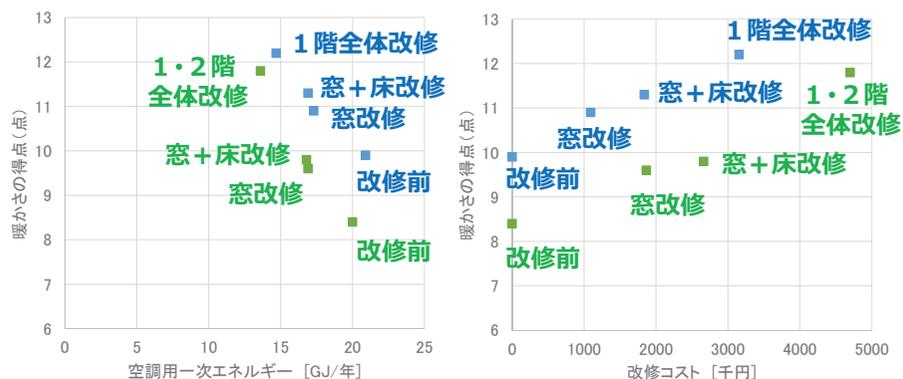
※部位の改修仕様は、部位ごとに、現行の省エネ基準を満たす仕様を想定。  
2人世帯は上表のうち、それぞれ1階部分を対象に改修。

74

## 省エネ性・健康性評価と改修コスト試算の例

### 暖かさの得点、一次エネルギー、改修コストの評価

- 2人世帯 (高齢世帯が1階を改修)
- 4人世帯 (子育て世帯が1・2階全体を改修)



注) 改修コスト: 材工・経費共税抜き、2009年度2010年度岩村アトリエ調査による。

75

## 気候変動枠組条約第21回締約国会議 (COP21)

(フランス パリ, 2015年11月30日~12月12日)

各国の削減目標			
国連気候変動枠組条約に提出された約束草案より抜粋			
国名	削減目標		
中国	2030年までに	GDP当たりのCO <sub>2</sub> 排出量を60-65%削減	2005年比
EU	2030年までに	40%削減	1990年比
インド	2030年までに	GDP当たりのCO <sub>2</sub> 排出量を33-35%削減	2005年比
日本	2030年までに	26%削減 ※2005年比では25.4%削減	2013年比
ロシア	2030年までに	70-75%に抑制	1990年比
アメリカ	2025年までに	26-28%削減	2005年比

日本は家庭部門のCO<sub>2</sub>排出量を2030年までに4割削減する目標を掲げている。

実現のためには更なる住宅の省エネ化の促進が必要となる。

戸建て住宅に加えて集合住宅の対策も求められる。

新築に加えて住宅ストックの性能向上も重要となる。

出所: 全国地球温暖化防止活動推進センター

76

ご清聴、有難う御座いました。

77