

# 評価WG報告

## 住宅エネルギー性能評価手法の最新情報

岩前 篤 (近畿大学建築学部)

Special thanks to

Part 1: 梅野徹也 (積水ハウス)

Part 2: 砂川建築環境研究所

Part 3: 山中克仁 (近畿大学)

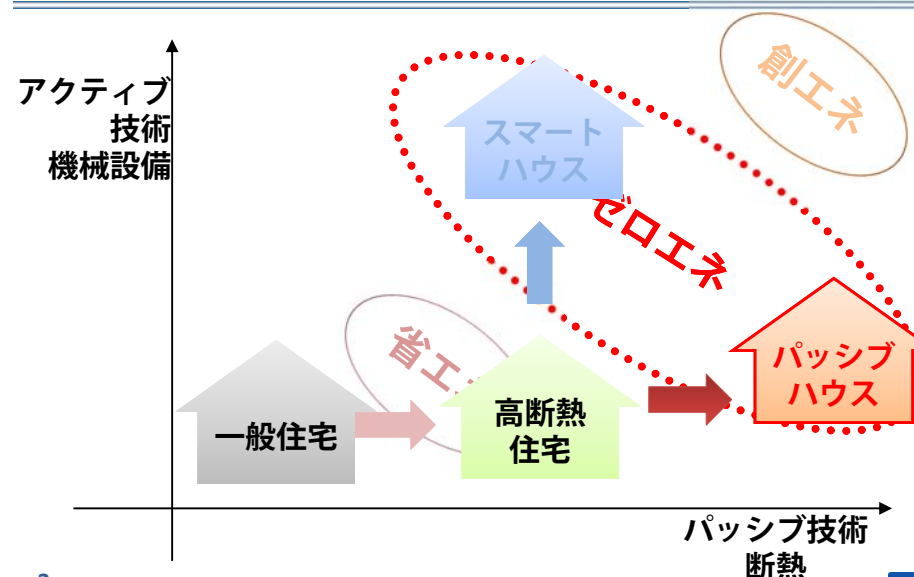
### ① 背景

- 1 接地部位熱損失評価式の拡張
- 2 防露設計法における透湿抵抗比モデルの拡張
- 3 部分断熱改修の効果算定モデルの構築
- 4 断熱塗料：理論に基づく効果予測

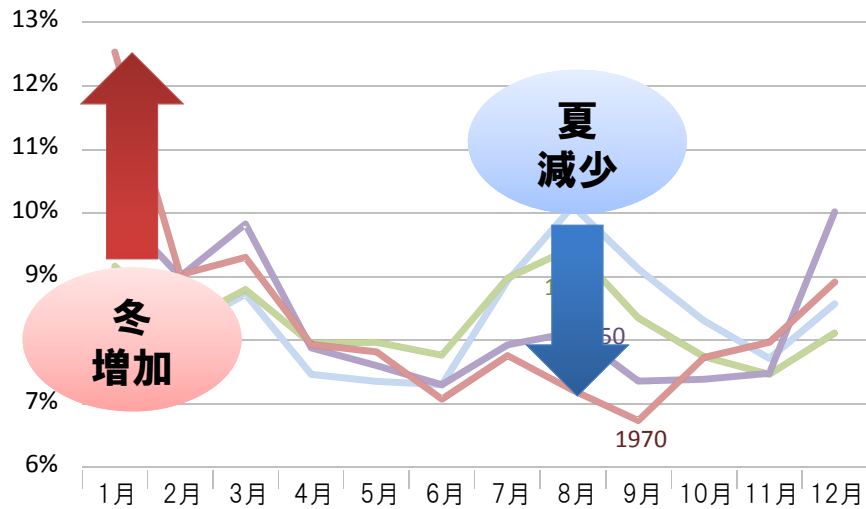
### 「省エネ住宅」の3つの基本方策

	暖冷房	給湯調理	照明・家電
① 躯体の断熱強化	高断熱化 (パッシブ技術)		
② 設備機器の高効率化	機械化 (アクティブ技術)		
③ 再生可能エネルギーの導入			
④ 生活行動での対応 我慢!			

### ゼロエネ住宅へのいくつかの道



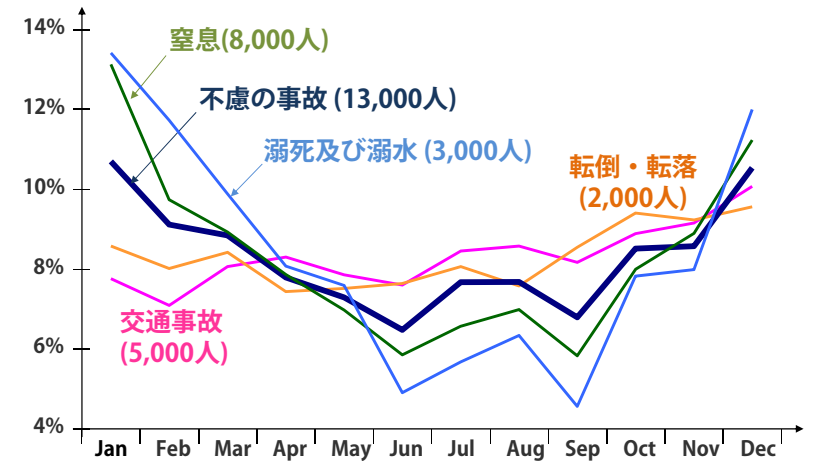
## 月別死亡率の変遷



出典：厚生労働省人口動態統計

Faculty of Architecture KINKI University

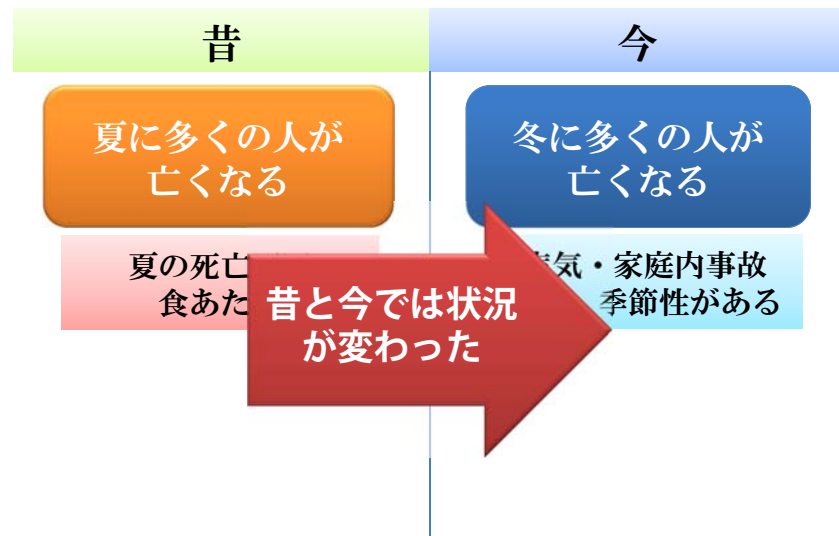
## 月別死亡数：事故による死亡



5 出典：厚生労働省人口動態統計

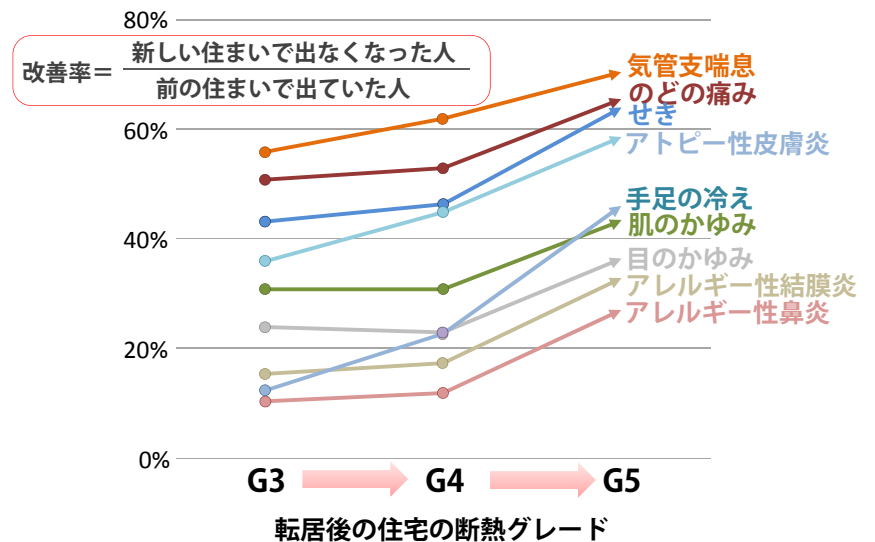
Faculty of Architecture KINKI University

## 昔と今



Faculty of Architecture KINKI University

## 高断熱の健康改善効果 全国2万人調査より



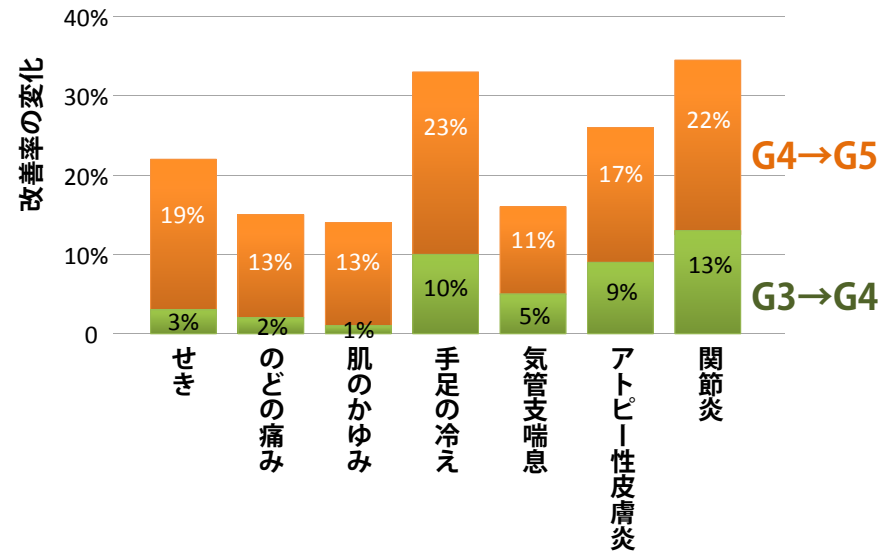
7 出典：岩前「断熱性能と健康」日本建築学会環境工学委員会熱環境運営委員会第40回熱シンポジウム、2010年10月

Faculty of Architecture KINKI University

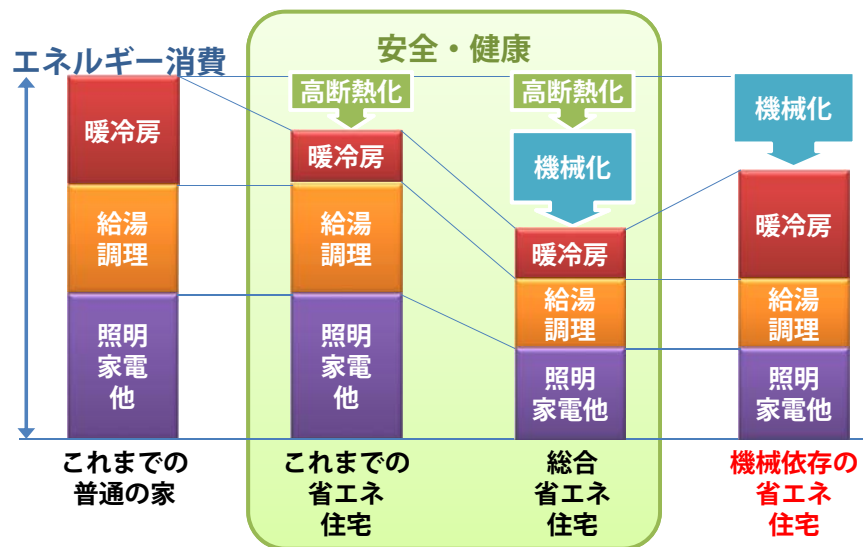
## 高断熱の健康効果



## 改善率の増加程度



## さまざまな省エネ住宅

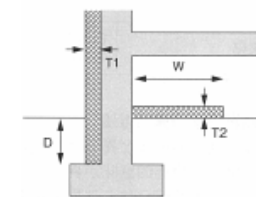


## HEAT 20 接地部位熱損失評価式の拡張

住宅外皮における接地部位（土間床・基礎断熱など）での熱損失量を評価し、熱貫流率を算出する。

従来の評価式（赤坂式/岩前式）の特徴

- 断熱材厚さなどパラメータの制約
- 土間床/基礎断熱を対象
- 断熱位置(内側/外側)で区分け



モデルA

$$UL = 1.88 + 0.5 \lambda_{soil} - 0.005D - 1.02T_1^{0.5} - 0.001W - 0.014T_2 \quad (9)$$

$$UF = 0.021 + 0.054 \lambda_{soil} \quad (10)$$

モデルB

$$UL = 1.77 + 0.5 \lambda_{soil} - 0.77T_1^{0.5} - 0.003W - 0.042T_2 \quad (11)$$

$$UF = 0.022 + 0.054 \lambda_{soil} \quad (12)$$

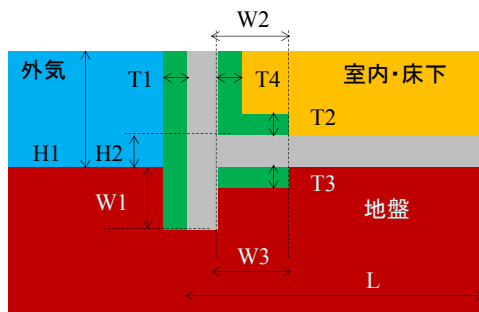
ここで、それぞれの変数の意味と適用範囲は以下である。  
 $\lambda_{soil}$  : 土の熱伝導率 [W/(m·K)] 0.58 ~ 1.74W/(m·K)  
 注：土の熱伝導率は、一般的には1.0W/(m·K)を用いることとし、明確な根拠資料がある場合には、別途定めてもよい。  
 D : 断熱材埋め込み深さ [cm] 10 ~ 40cm  
 $T_1$  : 基礎外側の断熱材の厚さ [cm] 2.5 ~ 15cm  
 W : 土間外周の断熱長さ (外周内面からの距離) [cm] 0 ~ 90cm  
 $T_2$  : 土間外周の断熱材の厚さ [cm] 0 ~ 6cm

評価式拡張の目的

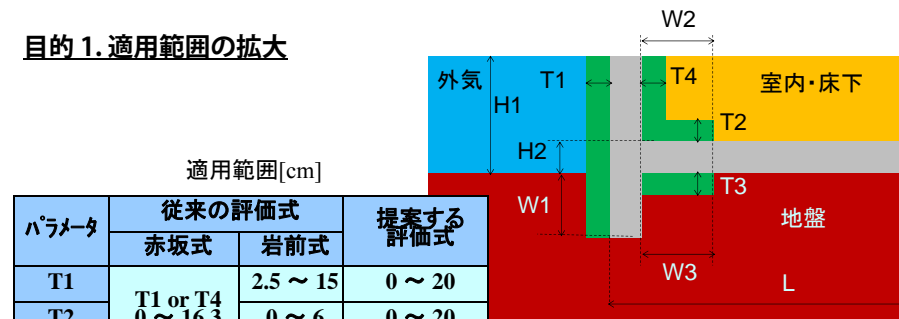
1. 適用範囲の拡大
2. 地下室への対応
3. 基礎内外併用断熱

その他変更点

1. 室内温度条件の変更
2. UL、UFの扱い
3. 単位



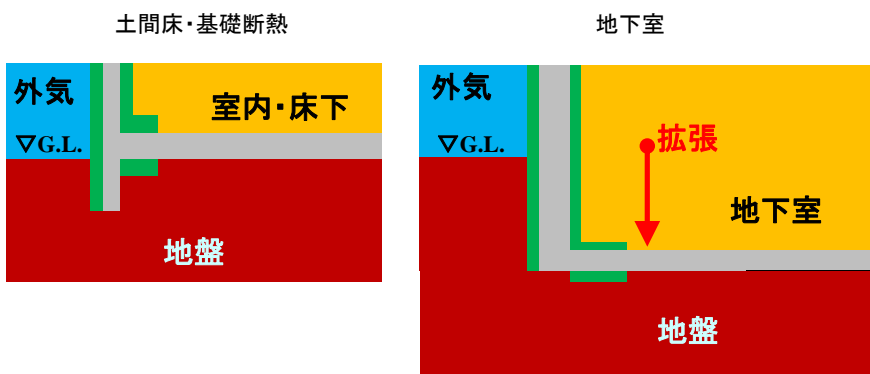
目的 1. 適用範囲の拡大



断熱材厚さ、断熱長さなどの適用範囲を拡大し、多様な断熱設計に対応する。

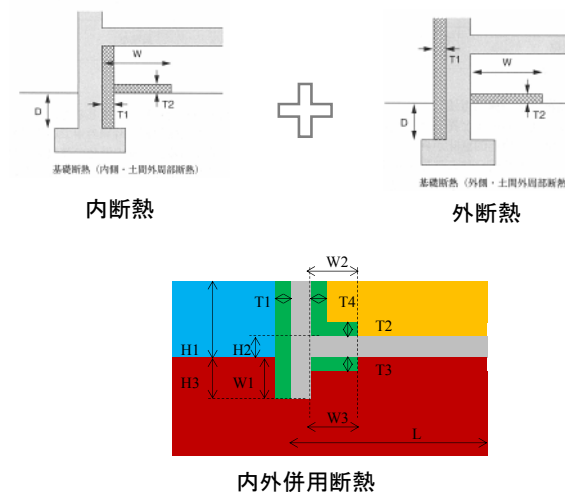
目的 2. 地下室への対応

最下階床がG.L.より低い地下室に対応。  
地下室の壁の熱貫流率算定が可能。



目的 3. 基礎内外併用断熱

基礎の内外に断熱する場合など、更なる高断熱仕様にも対応する。

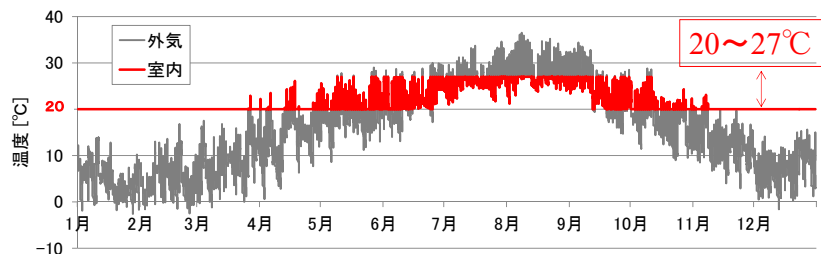


評価式の検討手順

- ・非定常2次元固体伝熱過程計算プログラムFeat2Dにより、冬期の熱損失量を求める
- ・期間熱損失量を内外温度差積算値で除して、熱貫流率UL、UFを算出。
- 従来(岩前式)通り

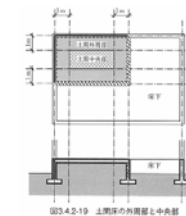
変更点1 室内温度条件

室温の年変動を考慮。  
20℃一定 → 20~27℃(外気温に応じる)

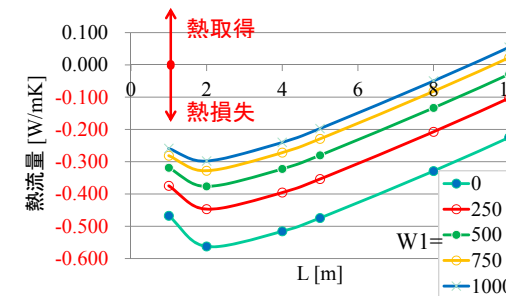
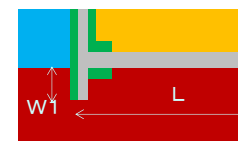


変更点2 UL,UFの扱い

従来は「土間床外周の熱貫流率UL」と  
「土間中央部の熱貫流率UF」に分けて評価



- 夏期、室内から地盤への蓄熱の影響により、Lが大きくなるほど熱流量が減少。
- ・L=1~2mにおいて、熱損失量が最大となる。
- ・外周部からの熱損失量の最大値(L=2or1)をULで評価し、UF=0とする。



評価式

基礎断熱: H2>-1m

$$UL = 1.57 - 0.75 \cdot (R1 \cdot (H1+W1) + 0.8 \cdot R4 \cdot (H1-H2))^{0.3} - 0.01 \cdot (6.14 - R1) \cdot ((R2 + 0.5 \cdot R3) \cdot W)^{0.5}$$

地下室: H2 ≤ -1m

R1+0.8·R4 ≥ 6.14 のとき

$$UL = 2.87 - 1.8 \cdot (R1 + 0.8 \cdot R4)^{0.17}$$

R1+0.8·R4 < 6.14 のとき

$$UL = 2.87 - 1.6 \cdot (R1 + 0.8 \cdot R4)^{0.24}$$

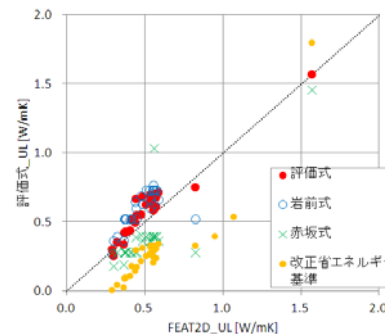
ここで、

- ・UL : 線熱貫流率[W/mK]
- ・R1, R2, R3, R4 : 断熱材の熱抵抗[mK/W]
- ・H1, H2, W1, W2, W3, W [m] ただしW = W2とW3の大きい値を用いる

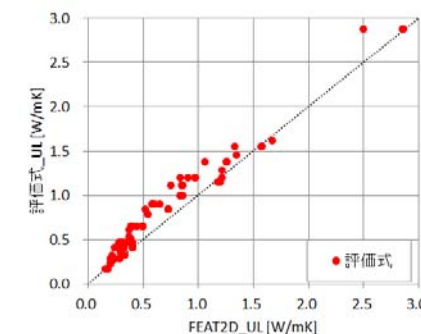
評価式の精度、従来式との比較

改正省エネルギー基準の計算式

$$U_{e,j} = 1.80 - 1.36(R_1(H_1 + W_1) + R_4(H_1 - H_2))^{0.15} - 0.01(6.14 - R_1) \cdot ((R_2 + 0.5R_3)W)^{0.5} \quad (16)$$

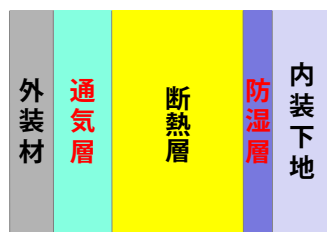


基礎断熱(H2 ≥ -1m)



地下室(H2 < -1m)

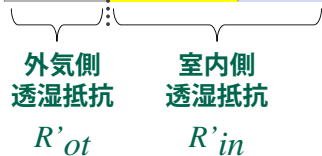
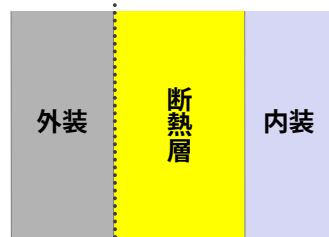
H11年省エネ基準 防露要件



- 防湿層の設置
- 通気層の設置

- ダメージリスクに基づく結露の許容範囲の設定
- 壁体デザインの自由度の拡張

透湿抵抗比モデル

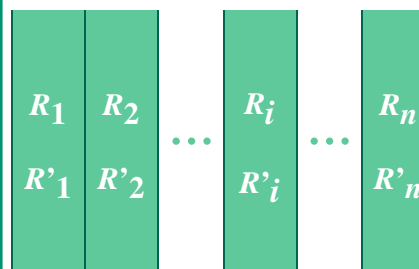


$$\frac{R'in}{R'ot} \geq r$$

目的：更なる高断熱化への対応

- 断熱層の複層化  
→ 現状は単層のみ
- 熱抵抗の増大  
→ 現状はH11年基準 +  $\alpha$  程度を想定

○拡張透湿抵抗比モデル (イメージ)

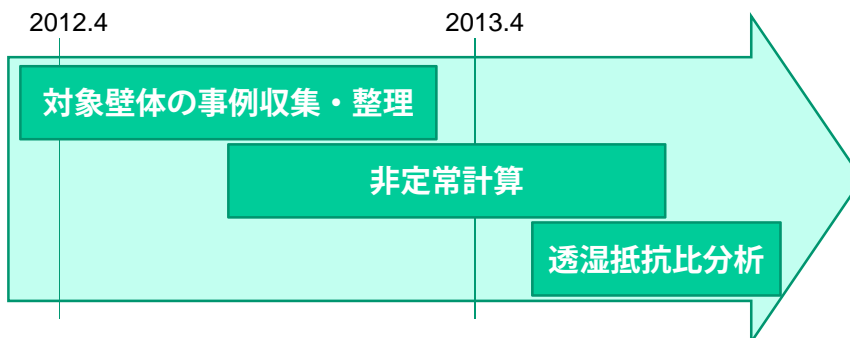


全ての*i*について、

$$\frac{R'i+1 + R'i+2 + \dots + R'n}{R'1 + R'2 + \dots + R'i-1} \geq r(R)$$

	1 外装材	2 XPS	3 合板	4 GW	5 PB	透湿抵抗比	判定
透湿抵抗	32	20	23	1	1		
1	32	20 + 23 + 1 + 1 = 45				45/32 = 1.41	○
2	32 + 20 = 52		23 + 1 + 1 = 25			25/52 = 0.48	○
3	32 + 20 + 23 = 75			1 + 1 = 2		2/75 = 0.03	×
4	32 + 20 + 23 + 1 = 76				1	1/76 = 0.01	×
	総合判定						×

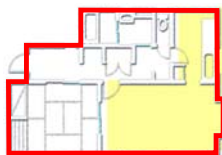
1. 対象壁体の事例収集
2. 対象壁体の整理
3. 一次元非定常熱水分同時移動過程による年間含水率変動の算出 (防露判定)
4. 透湿抵抗比との関連分析



## 3つのエコリフォーム (ER)

### ①全体ER

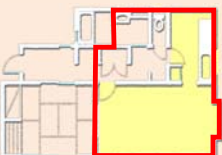
◆住戸の外皮全体を断熱・気密化する。



### ②部分ER

◆住戸のあるゾーンを断熱・気密化する。

→例) LDKと洗面所、寝室とトイレ



### ③局所高断熱化

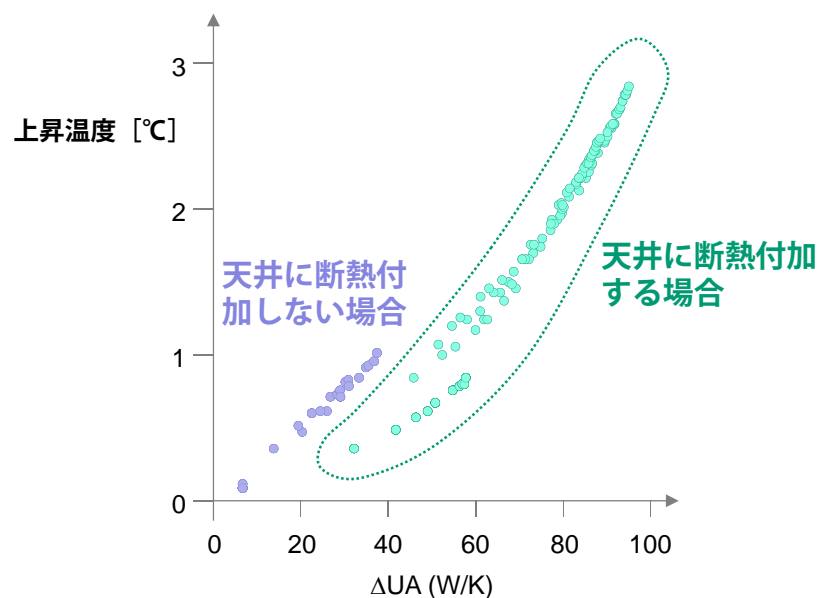
◆窓や天井など、ある部位だけ断熱化する。



## ゾーン断熱の効果

	1階 リビング	2階 寝室
省エネルギー	○	×
低温対策	×	○

## HEAT 20 精算値における天井断熱時のズレ



## HEAT 20 簡易推定モデルの改良

$$\Delta UA = \sum (U_{bi} - U_{ai}) A_i + k_a (U_{bc} - U_{ac}) A_c$$

$U_{bi}$  : 天井以外の部位の改修前の熱貫流率 (W/m<sup>2</sup>K)

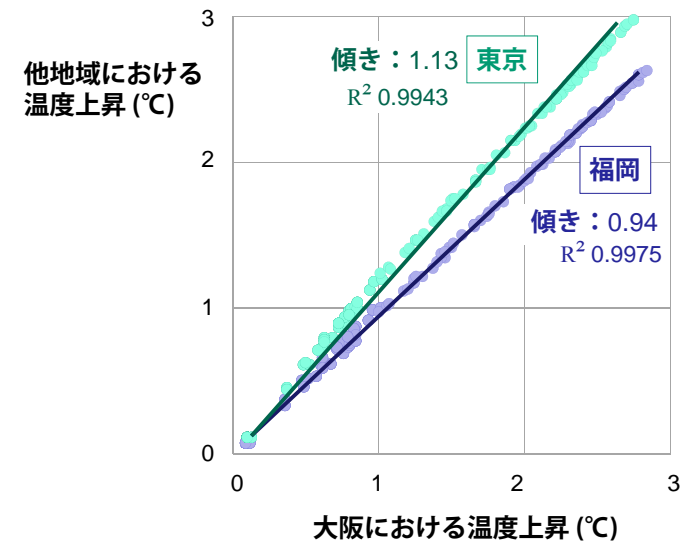
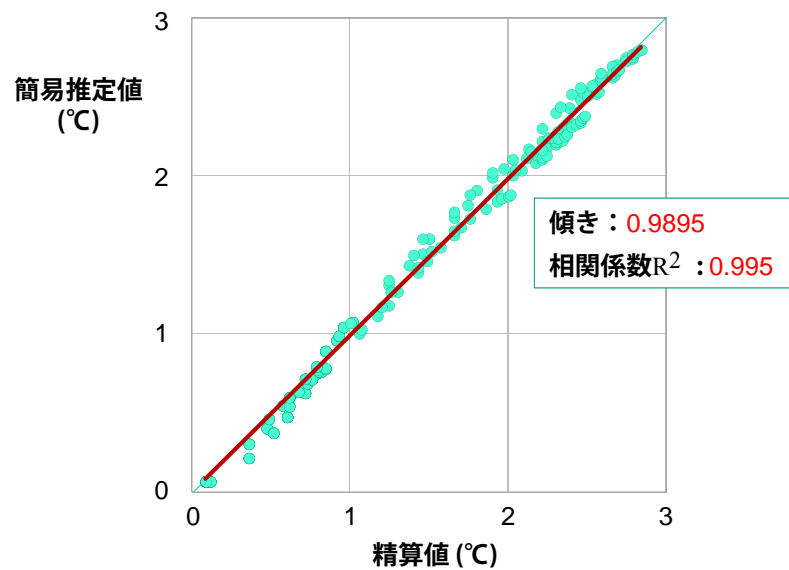
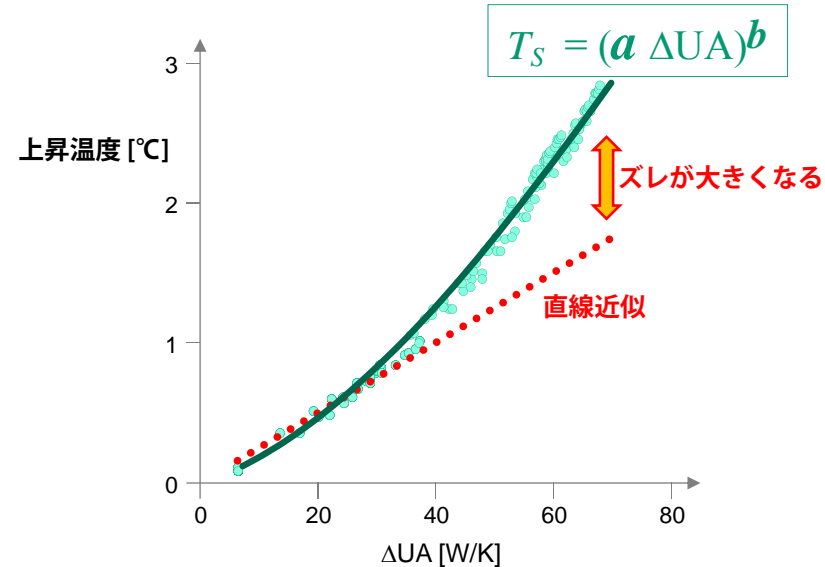
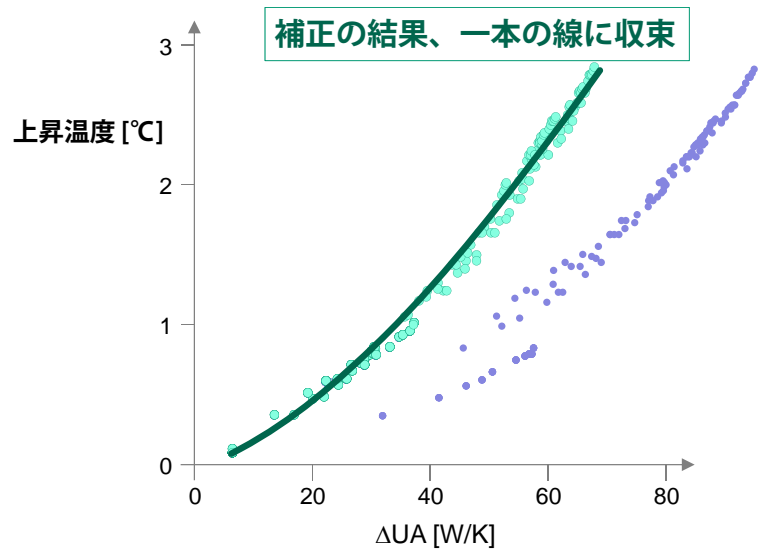
$U_{ai}$  : 天井以外の部位の改修後の熱貫流率 (W/m<sup>2</sup>K)

$A_i$  : 天井以外の部位の改修面積 (m<sup>2</sup>)

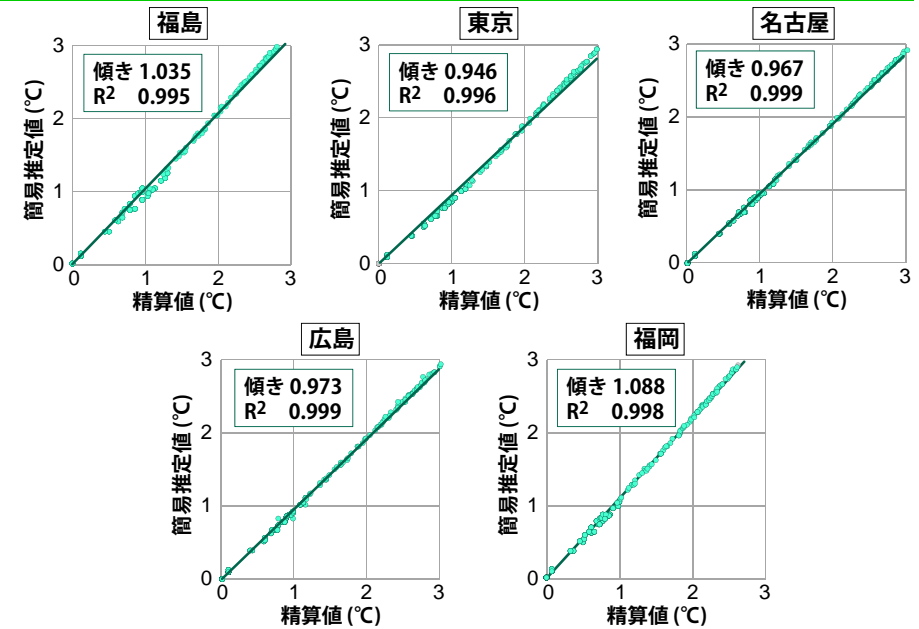
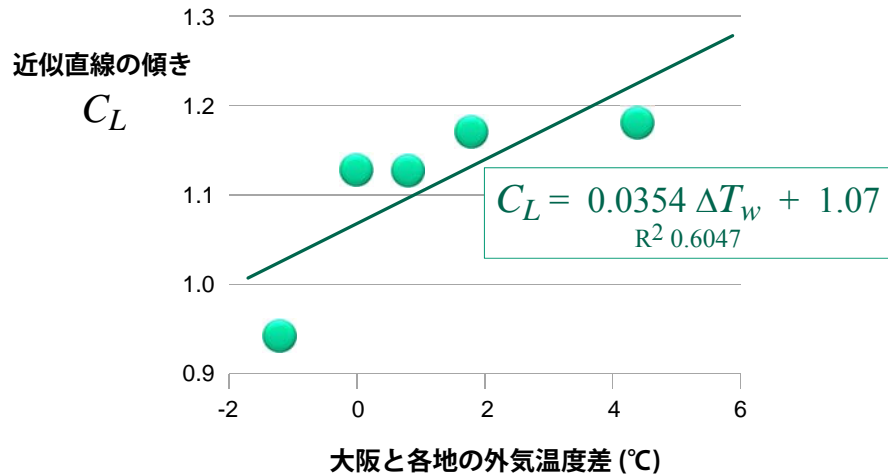
$U_{bc}$  : 天井の改修前の熱貫流率 (W/m<sup>2</sup>K)

$U_{ac}$  : 天井の改修後の熱貫流率 (W/m<sup>2</sup>K)

$A_c$  : 天井の改修面積 (m<sup>2</sup>)







$$\Delta T_S = C_L (0.028 \Delta U A_i + 0.015 \Delta U A_c)^{1.6}$$

$$C_L : \text{地域補正係数} = 0.0354 \Delta T_w + 1.07$$

$\Delta T_w$  日最低気温の2月の平均の大阪との差

$\Delta U A_c$  : 天井に関する  $\Delta U A$  (W/K)

$\Delta U A_i$  : 天井以外の部位に関する  $\Delta U A$  (W/K)

$\Delta U A_c$  : 天井に関する  $\Delta U A$  (W/K)

- NASAが開発した画期的な発明！
- 塗るだけで断熱完成！
- 従来の理論では、この塗料の性能は表現できない！

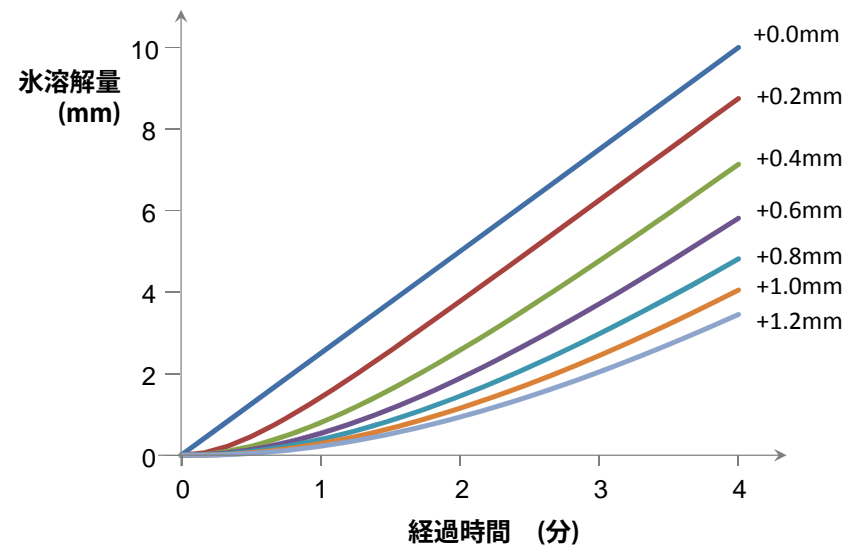
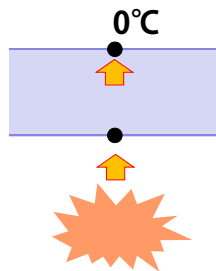
我々の持っている技術・理論で  
説明してみよう！

## ○アピール、ビデオから読み取れる内容

- 通常塗料では4分で1cm程の高さの氷がほぼ融けている。
- 断熱塗料を塗布すると、融解量が相当減っている。
  - 全く融けていないわけではない。

## ○理論的に再現を試みる

- 火力：4分で1cmの氷が融ける熱量
- 断熱塗料の熱伝導率：0.03 (kcal/mh°C) !
  - 本当にこんなにあるのか...
- 断熱塗料の膜厚は、おそらく0.4～1mm
  - かなり厚いが、14kgで35㎡分から推定すると、この程度
- 以上の設定の下で、シミュレーションをした。



- 基礎断熱評価式の拡張 → 終了
- 防露透湿抵抗比モデルの拡張 → 次年度の主作業
- 部分断熱改修の評価 → 目途はついた
  - プランバリエーションの拡大
  - 部分断熱改修のガイドラインの作成
- 断熱塗料評価 → 着手したところ
  - 実験
- 新テーマの募集 (4月から)

以上