

平成30年度建築基準整備促進事業

E7 住宅における地域性を活かした 省エネ技術の評価のための 簡易熱負荷計算法の検討

佐藤エネルギーリサーチ株式会社
共同研究：国立研究開発法人 建築研究所

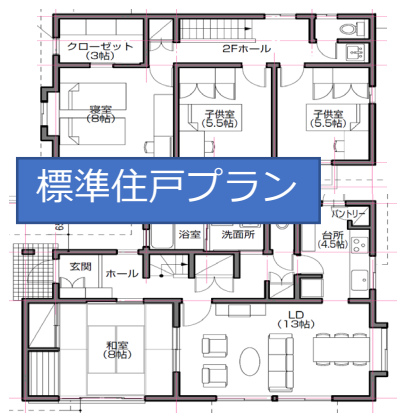
3年事業の最終年度

1. 事業目的と概要

背景

- ◆ H25省エネ基準から断熱性能と1次エネルギーで評価
- ◆ 地域性を活かした建築的省エネ技術は多岐にわたるが、評価しているのは一部
 - 断熱性能、日射取得性能、蓄熱性能（有無評価）、通風性能（有無評価）

現状の省エネ基準WEBにおける熱負荷計算法



熱負荷DB (8,760時間)
冷房：384ケース
暖房：1380ケース

①地域

②運転スケジュール

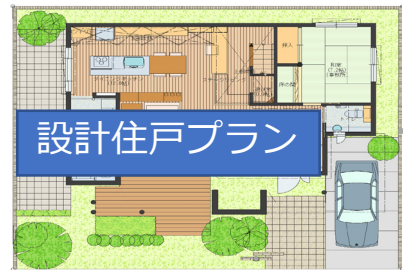
③断熱水準・熱交換
換気有無

④日射遮へい

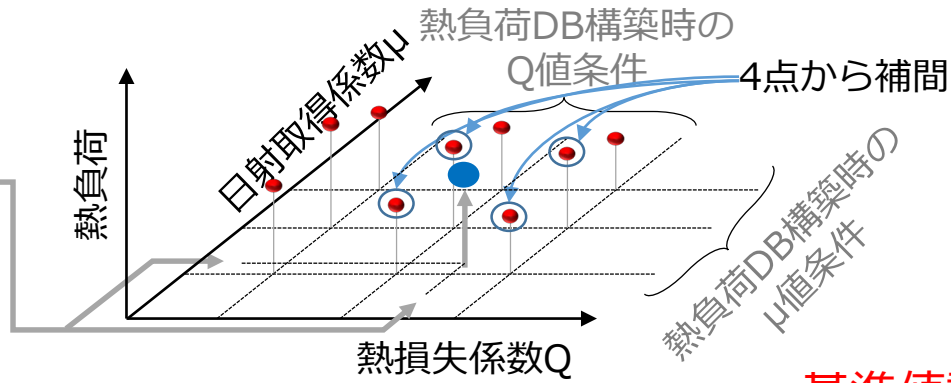
⑤通風

⑥熱容量付加

下線の条件で2次元マップを作成



設計住戸のQ値、 μ 値



標準住戸と設計住戸の床面積補正

基準値計算用の
熱負荷についても同様

新たな熱負荷計算法の機能

$$L_{H,d,t,i} = L'_{H,d,t,i} \times f_{R,Evp,i} \times f_{R,Eqp,i} \times f_{TD,i} \quad (1)$$

ここで、

- $L_{H,d,t,i}$: 日付 d の時刻 t における暖冷房区画 i の暖房負荷 (MJ/h)
- $L'_{H,d,t,i}$: 日付 d の時刻 t における暖冷房区画 i の負荷補正前の暖房負荷 (MJ/h)
- $f_{R,Evp,i}$: 暖冷房区画 i における外皮等の表面温度による放射温度を考慮した負荷補正係数
- $f_{R,Eqp,i}$: 暖冷房区画 i における暖房設備の方式による放射温度を考慮した負荷補正係数
- $f_{TD,i}$: 暖冷房区画 i における上下温度分布を考慮した負荷補正係数

である。

現状の省エネ基準WEBにおける熱負荷計算法の課題

- ◆ 新しい建築的省エネ技術を評価するたびにデータベースの再構築が必要でメンテナンスが煩雑
- ◆ 年間8,760時間×4条件×暖冷房2条件 = 70,080個のデータを読み込んで計算する処理に時間がかかっている
- ◆ 負荷補正係数は本来時々刻々変化するが代表値固定としている

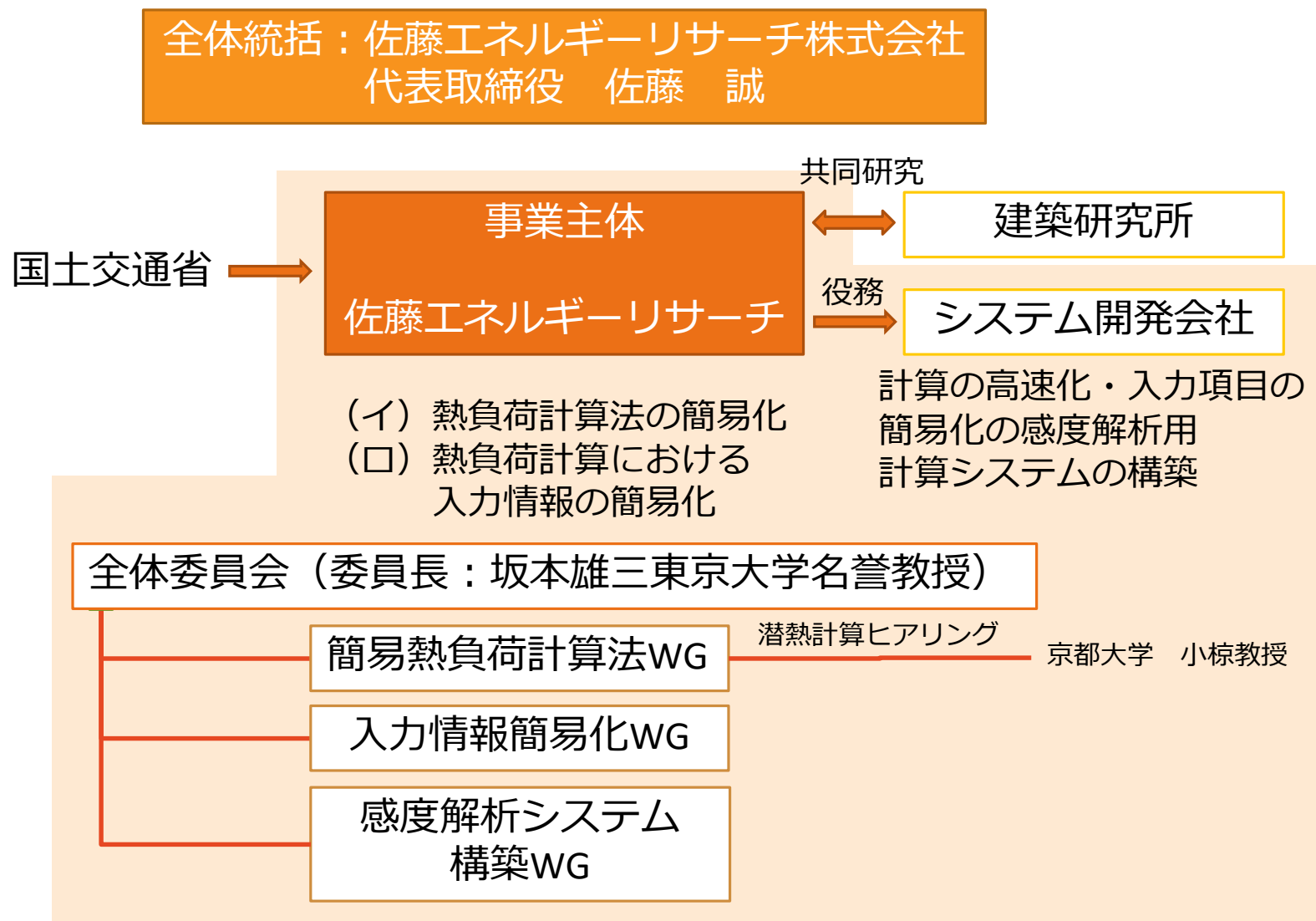
目的

- ◆ 新たな**建築的省エネ技術が評価できるように、熱負荷計算法を開発**し、1次エネルギー計算への組み込みを検討する
- ◆ 熱負荷計算を実施するにあたって、入力項目が著しく増加しないように工夫する

熱負荷計算法に求められる事項

- ◆ 各種省エネ技術の効果を把握できる程度の計算精度を保ちつつ、**計算速度の高速化と計算方法の簡易化**を狙う
- ◆ 放射を考慮した**室内温熱環境**が出力可能
- ◆ **地域性を活かした省エネ技術**の評価が可能なこと

1.2 実施体制



2. 熱負荷計算法の簡易化

室温・熱負荷の基本的な計算ロジック

室空気の熱収支式

室空気の蓄熱

→

$RM \cdot \frac{dTr_n}{dt} =$

部位からの熱取得

→

$\sum_{k=1}^{Ns} hc_{n,k} \cdot A_k \cdot (Ts_{n,k} - Tr_n)$

外気流入による熱取得

→

$+ca \cdot \rho a \cdot V \cdot (To_n - Tr_n)$

隣室からの
空気流入による熱取得

→

$+ca \cdot \rho a \cdot \sum_{j=1}^{Nroom} Vnxt_{j,n} \cdot (Tr_{j,n-1} - Tr_n)$

通風による熱取得

→

$+ca \cdot \rho a \cdot NV \cdot (To_n - Tr_n)$

内部発熱

→

$+H_n$

室供給熱量

→

$+(Lc_n + \beta \cdot Lr_n)$

線熱橋からの熱取得

→

$+ \sum_{l=1}^{Nhb} L_l \cdot \psi_l \cdot (Teo_{n,l} - Tr_n)$

家具からの熱取得

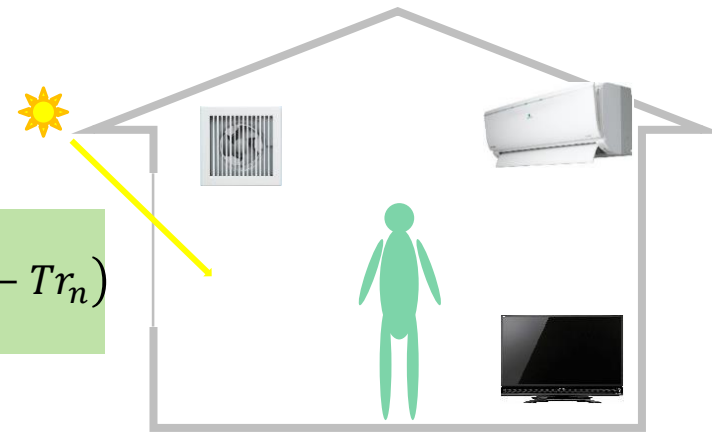
→

$+C_{fun} \cdot (T_{fun,n} - Tr_n)$

流入空気からの熱取得

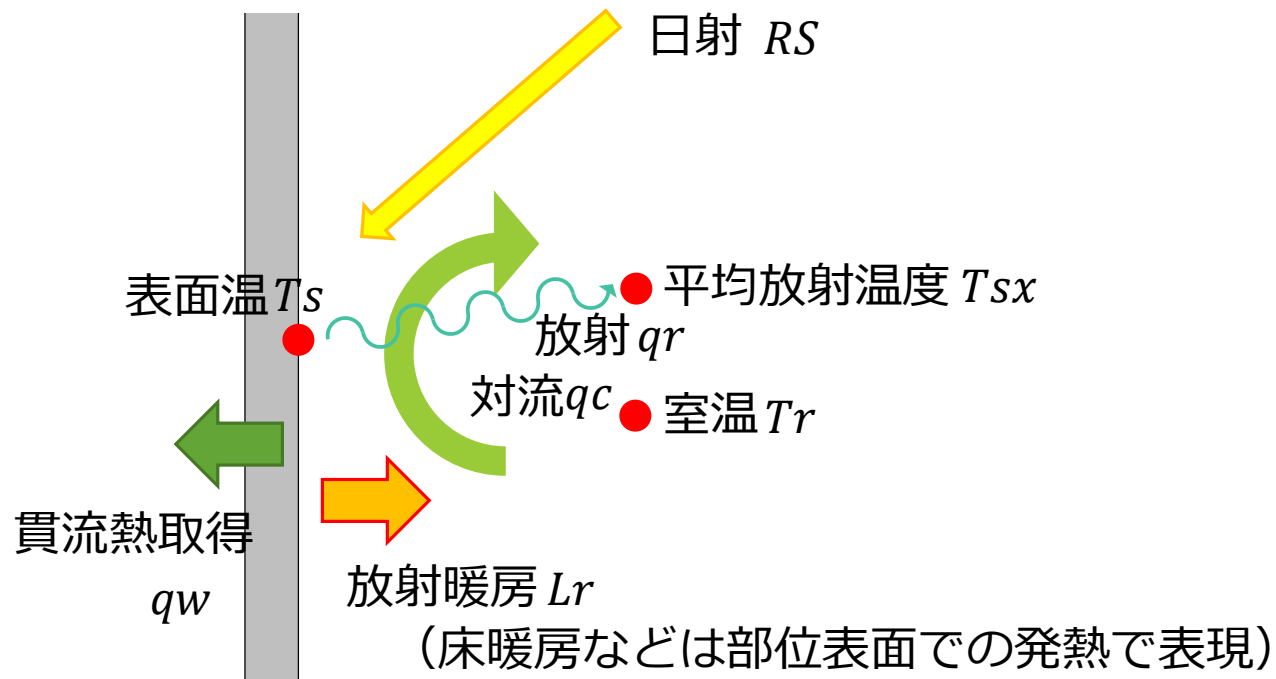
→

$+ca \cdot \rho a \cdot \sum_{m=1}^{Nin} Vin_{m,n} \cdot (Tin_{m,n} - Tr_n)$



表面の熱収支

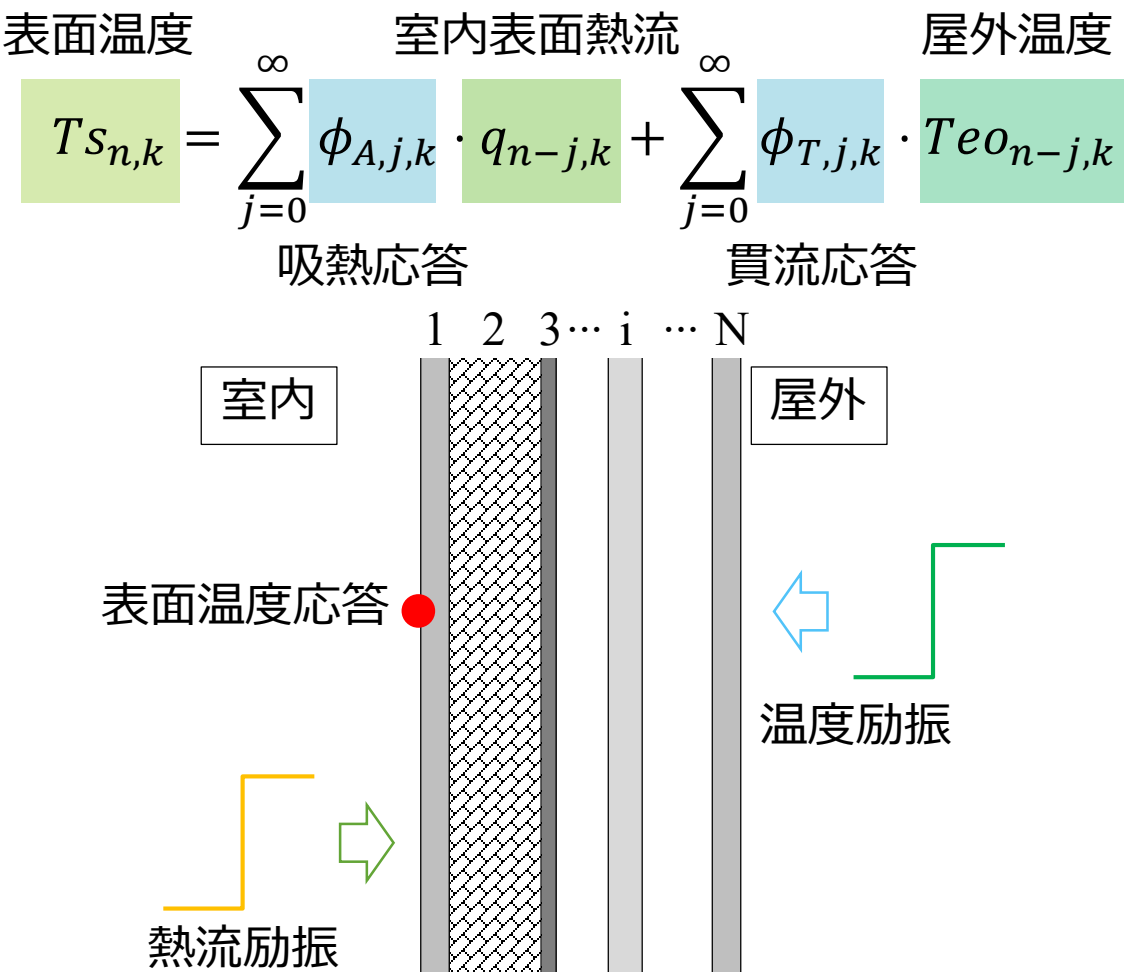
表面での対流と放射を分離した計算を行っているので
表面温度の精度が高い



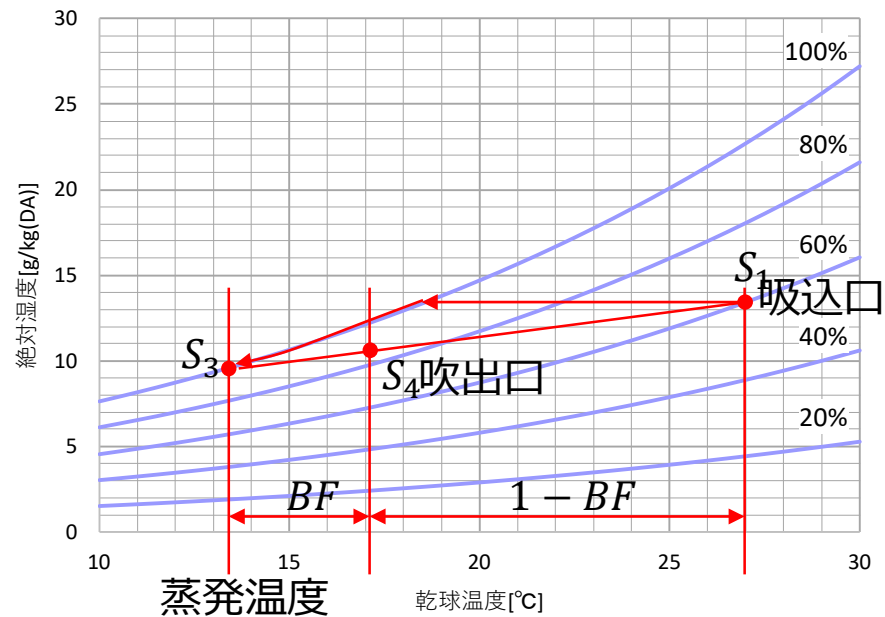
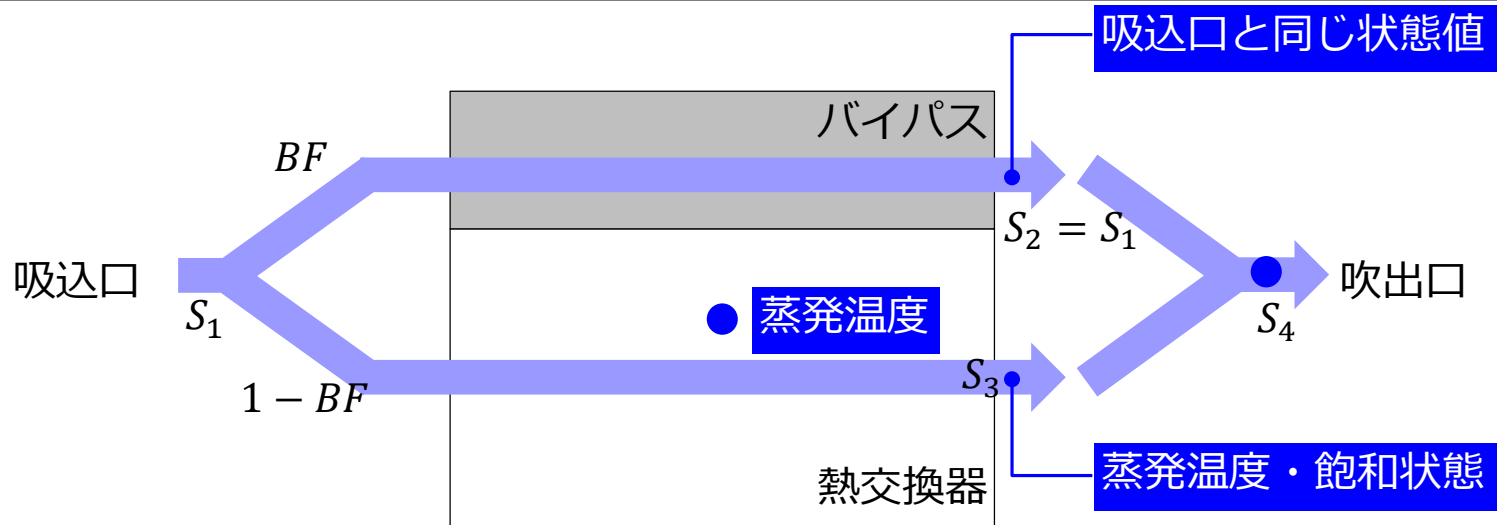
$$\begin{aligned} q_w &= q_c + q_r - RS - L_r \\ &= h_c \cdot (T_s - T_r) + h_r \cdot (T_s - T_{sx}) - RS - L_r \end{aligned}$$

壁体非定常熱伝導の計算法

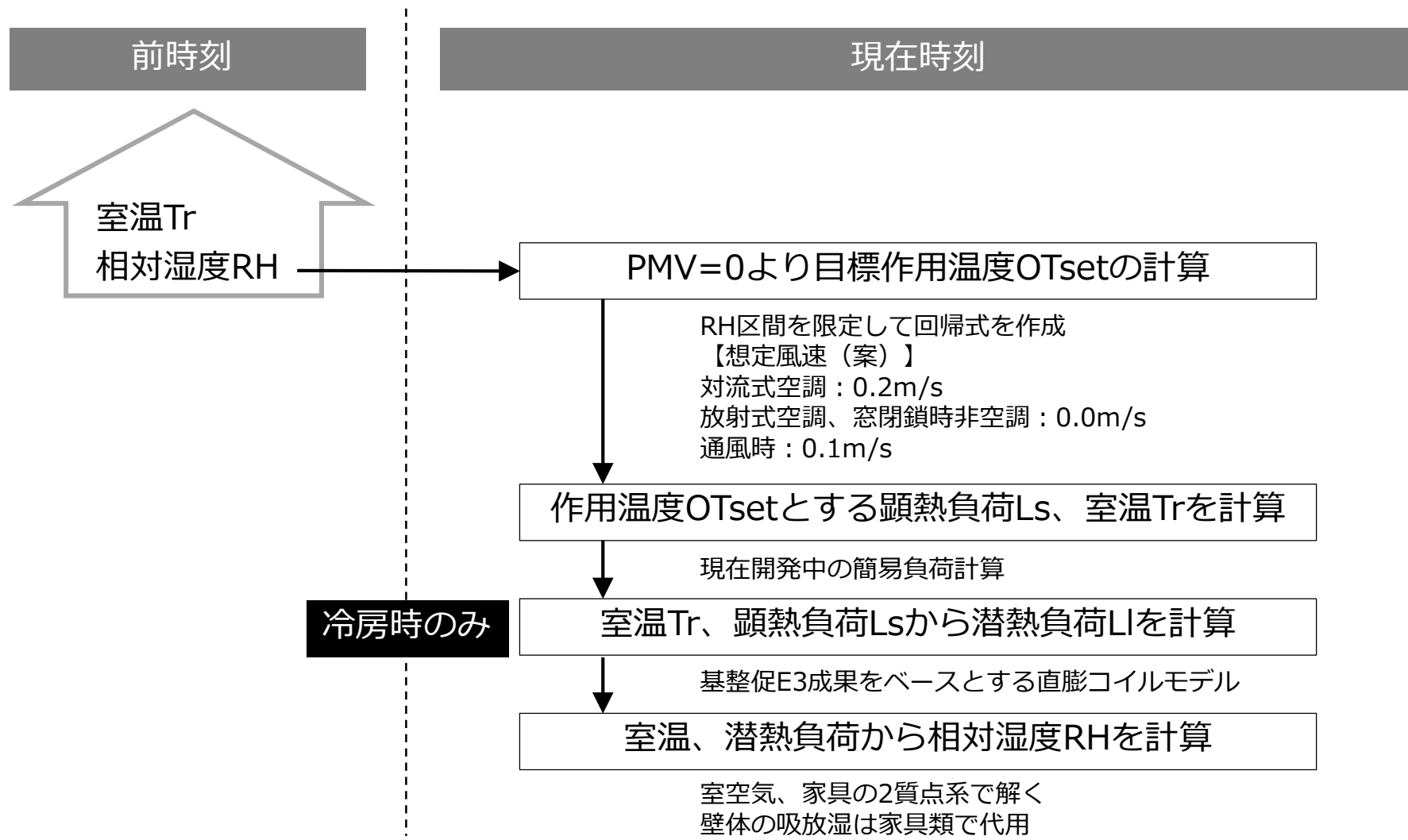
応答係数さえ求まれば四則演算で表面温度が求まる



潜熱の計算法



簡易熱負荷計算の概念



室温・熱負荷を計算する上で必要な 諸条件設定

室温・熱負荷を計算する上で必要な諸条件設定

- ◆ 熱負荷計算に必要な各種設定条件の検討
- ◆ 固定公比法による応答係数計算法の検討
- ◆ 固定公比法を用いた壁体の集約
- ◆ 定常状態から計算を開始する方法
- ◆ 設置家具の計算法
- ◆ 地面反射率、外表面の日射吸収率・長波放射率の設定
- ◆ 土壌への熱損失の計算法
- ◆ 土間コンクリート下の土壌境界条件と深さの検討
- ◆ 透過日射の室内部位への吸収比率
- ◆ のモデル化
- ◆ 部位表面間の長波放射計算法
- ◆ 部位の人体に対する放射割合
- ◆ 窓の開閉、空調の発停の決定
- ◆ 機器特性を考慮した潜熱計算モデルの検討
- ◆ 備品等の湿気容量と室空気間の湿気コンダクタンス
- ◆ 空調の設定温度

熱負荷計算に必要な各種設定条件①

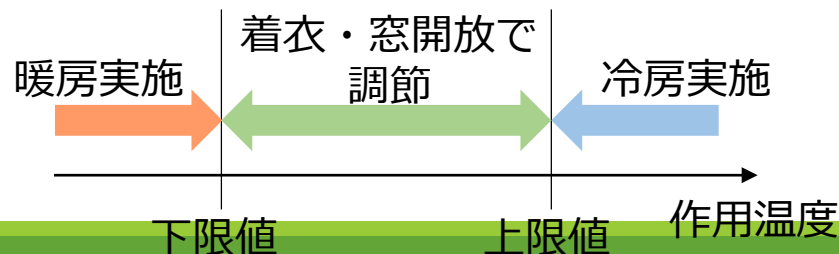
温熱環境からの暖冷房・通風のモード選択

通常^①の住宅の熱負荷計算での扱い。（以下、暖房の例）

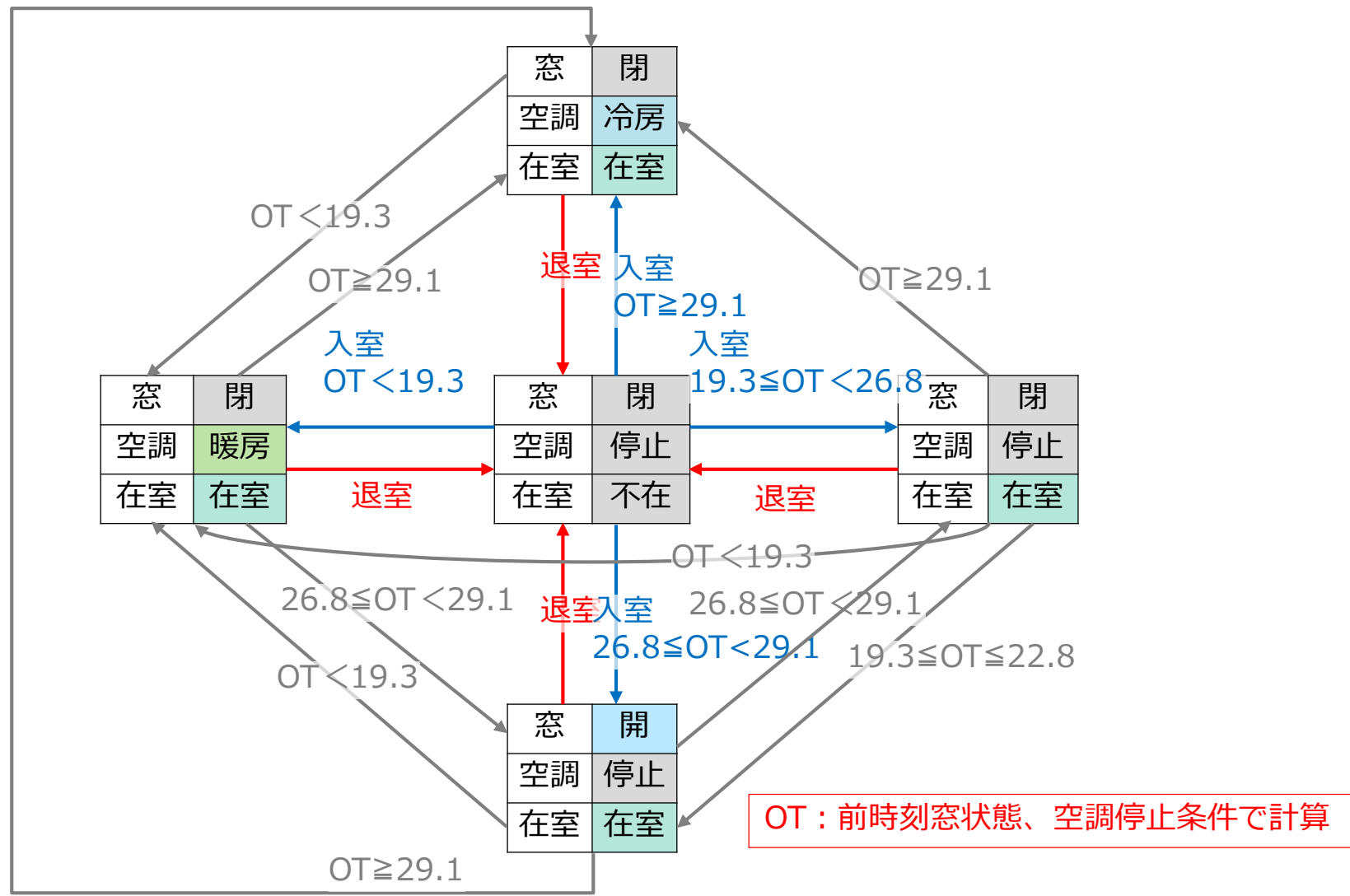
- ① 外気温度などを基に暖房期間を決定
- ② 暖房期間は暖房だけを行う
- ③ 暖房期間中に暖かい日があっても決して冷房はしない
- ④ 暖房開始温度は暖房設定温度

現実とは以下のようなかい離が指摘された

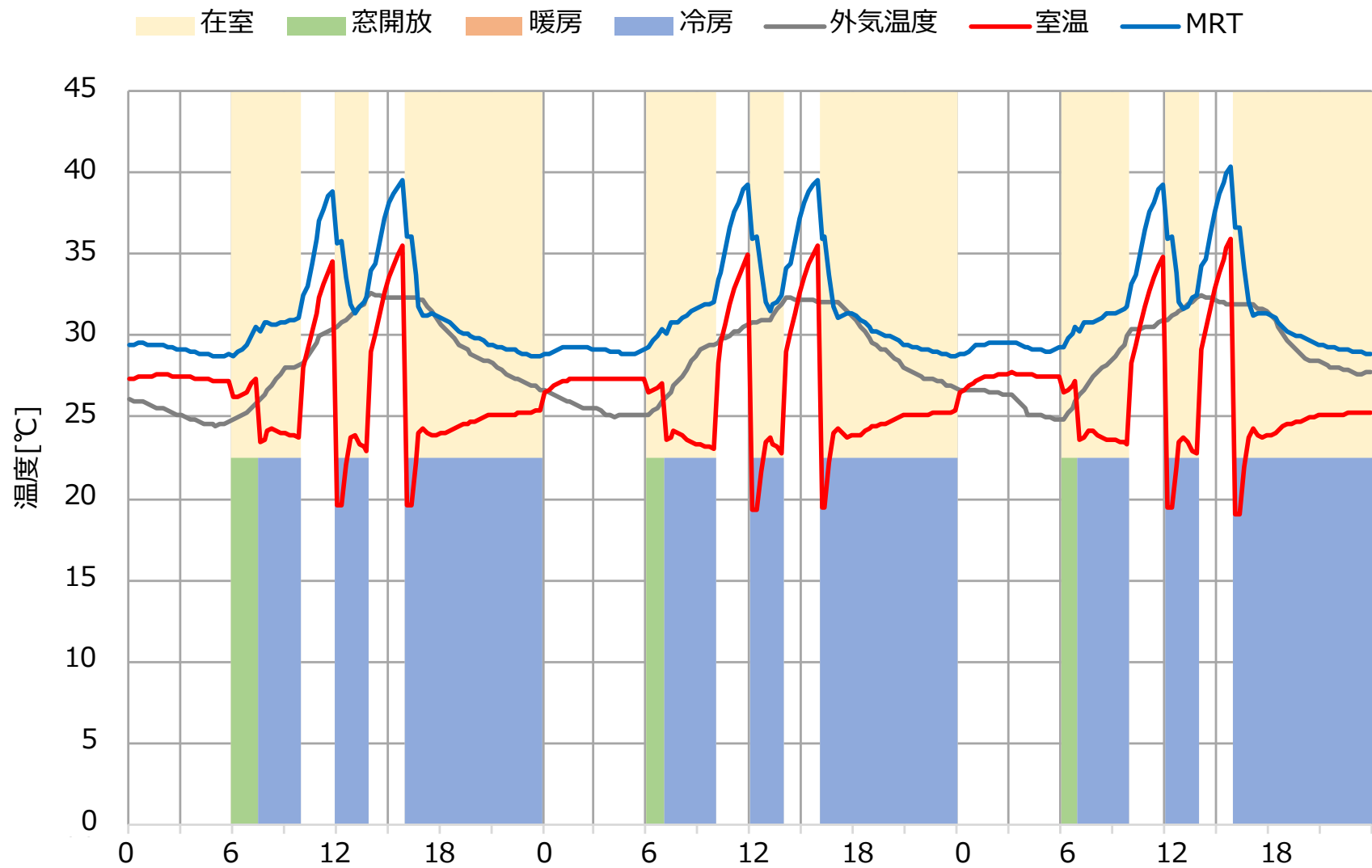
- ① 暖房期間、冷房期間というのはあらかじめ決まっているわけではない
- ② 暖房期間中でも暑ければ冷房、冷房期間中に寒ければ暖房をする



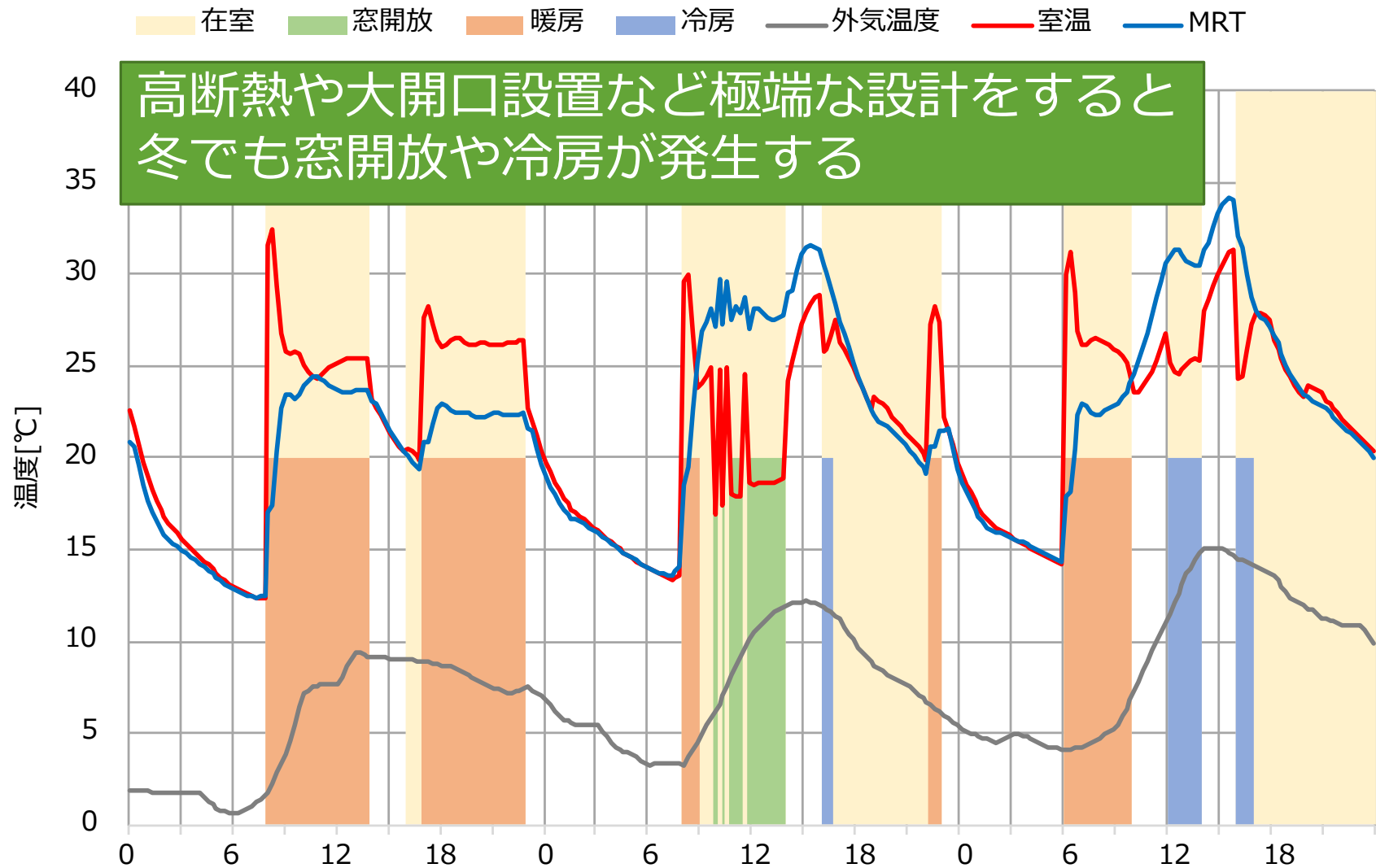
空調、窓開閉の状態遷移図（居室間歇空調の場合）



夏期計算結果の例（8月7～9日）



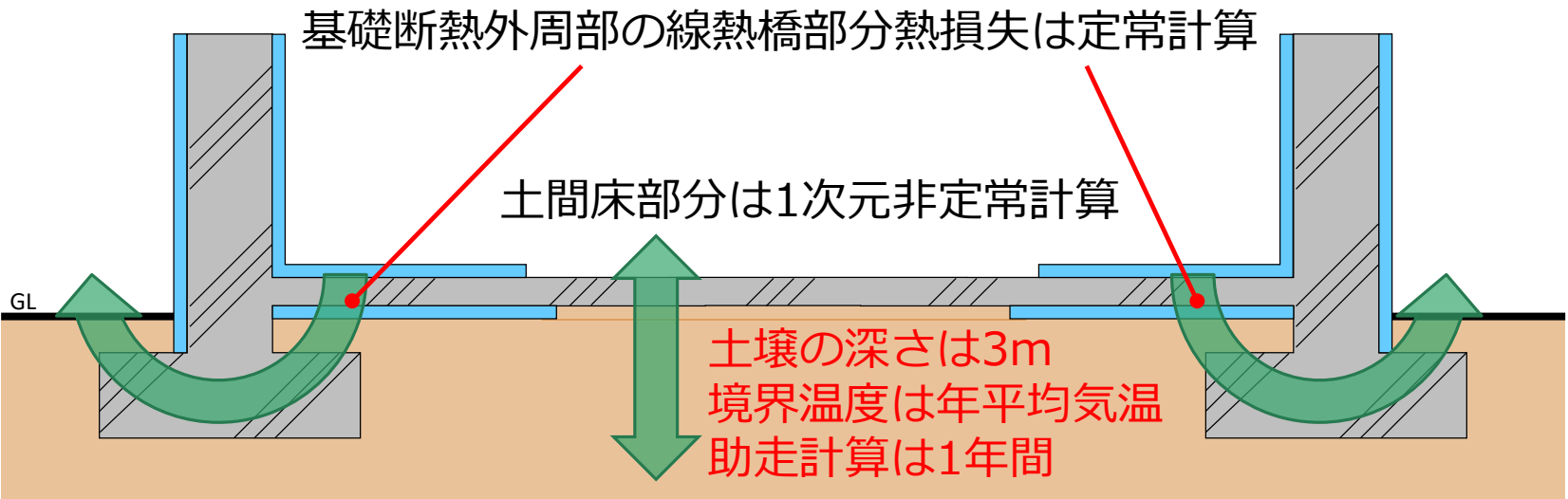
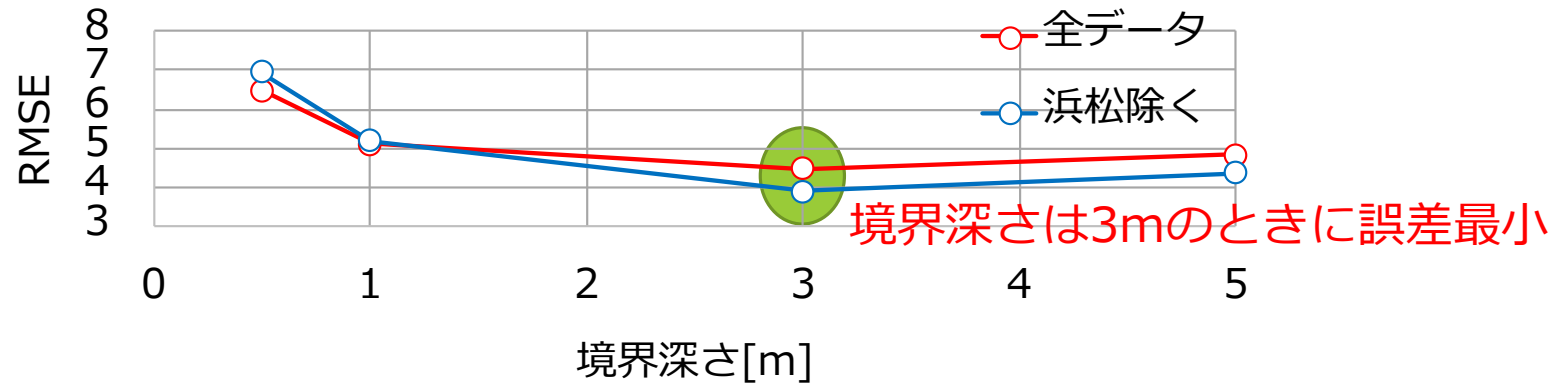
冬期計算結果の例（1月7～9日）



熱負荷計算に必要な各種設定条件②

土壌への熱損失の計算

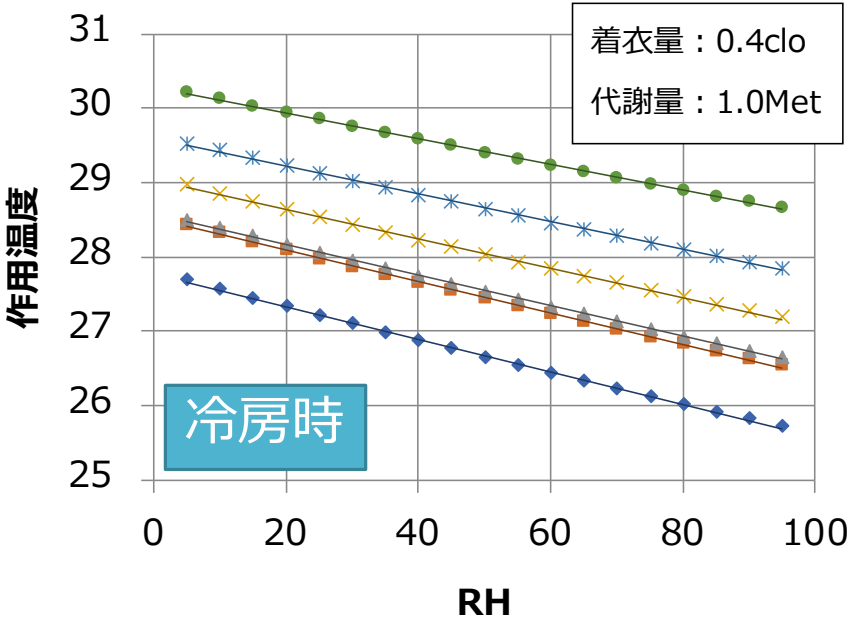
4物件における計算と実測の表面熱流の二乗平均平方根誤差



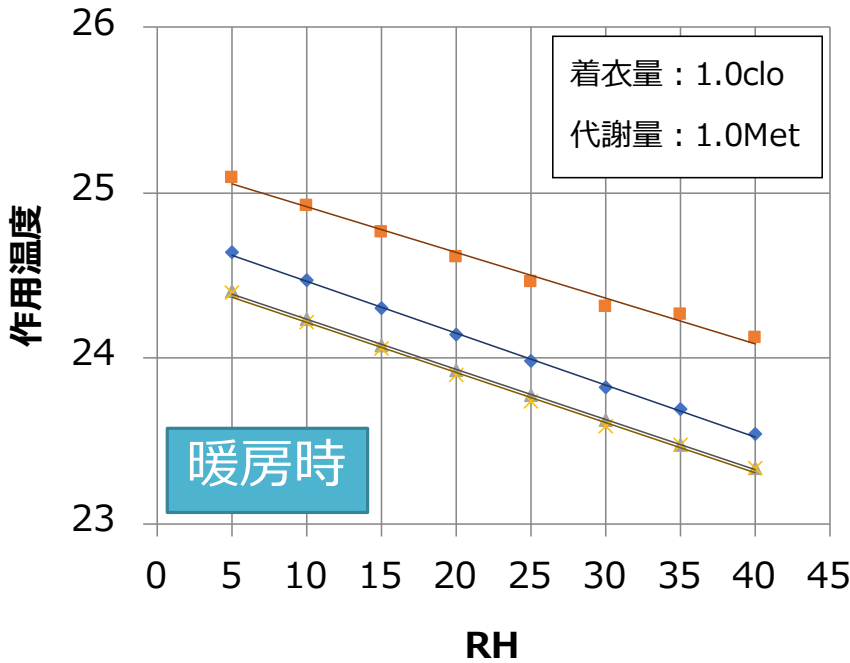
熱負荷計算に必要な各種設定条件③

PMV=0条件での湿度と作用温度の関係

- ◆ 風速=0.1m/s、MRT=Tr+2
- 風速=0.2m/s、MRT=Tr+1
- ▲ 風速=0.2m/s、MRT=Tr+2
- ✕ 風速=0.3m/s、MRT=Tr+2
- ✱ 風速=0.5m/s、MRT=Tr+2
- 風速=1m/s、MRT=Tr+2



- ◆ 風速=0.1m/s、MRT=Tr-2
- 風速=0.2m/s、MRT=Tr-2
- ▲ 風速=0m/s、MRT=Tr-1
- ✕ 風速=0m/s、MRT=Tr-2



冷房時	着衣量0.4clo、代謝量1.0Met、風速0.2m/s	$OT_{set,i,n} = -0.021 \cdot RH_{i,n-1} + 28.6$
対流暖房時	着衣量1.0clo、代謝量1.0Met、風速0.2m/s	$OT_{set,i,n} = -0.027 \cdot RH_{i,n-1} + 25.2$
放射暖房時	着衣量1.0clo、代謝量1.0Met、風速0.0m/s	$OT_{set,i,n} = -0.030 \cdot RH_{i,n-1} + 24.5$

現行省エネ基準と提案方法の比較

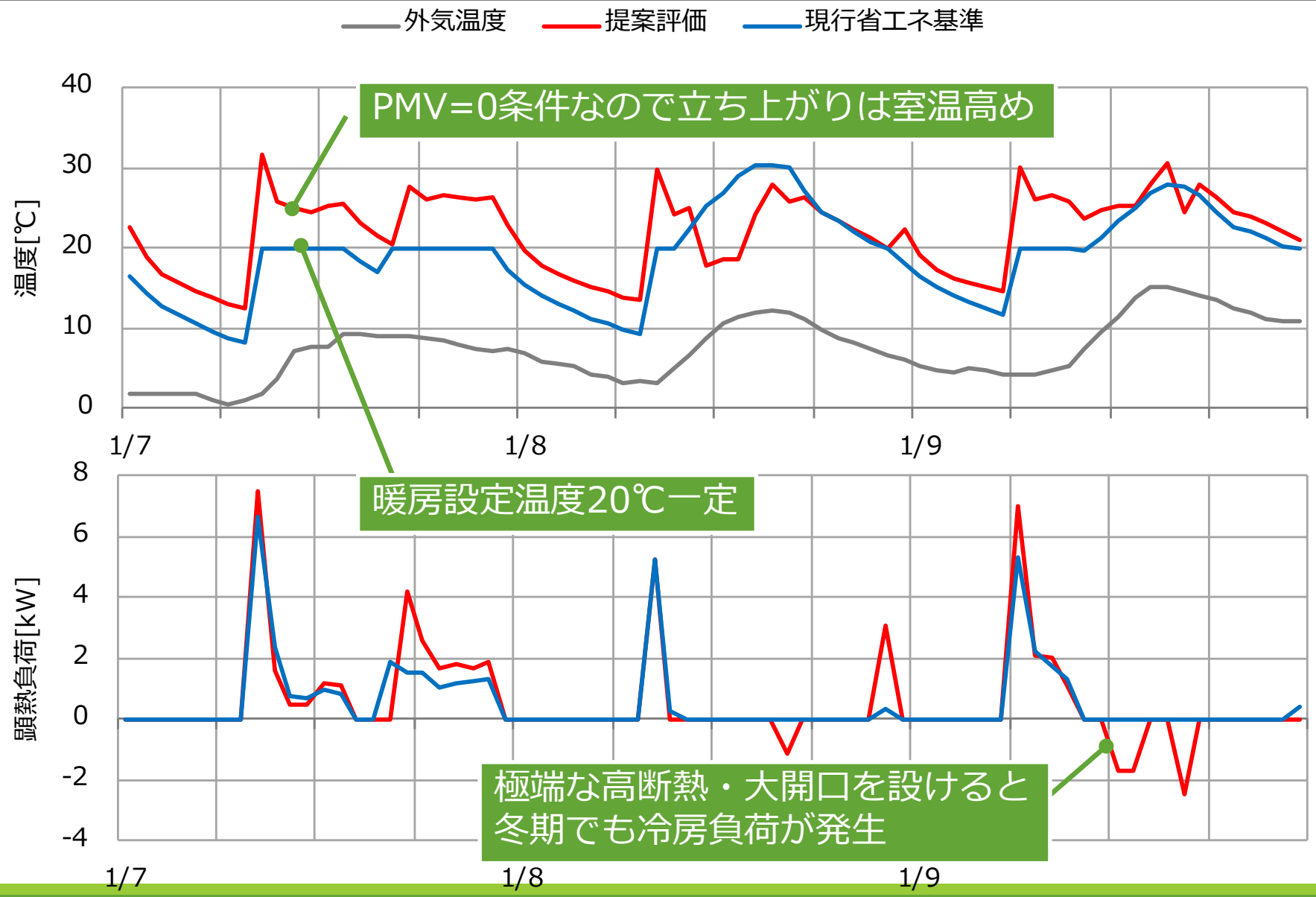
現行省エネ基準と提案評価法の比較

項目	提案評価	現行省エネ基準
計算時間間隔	15分	1時間
暖冷房期間	前時刻の窓開閉・空調発停と当該時刻の非空調作用温度から動的に決定	気象データの外気温度からあらかじめ設定
多数室の計算法	隣室温度は前時刻値として近似的に解く	隣室温度も未知数とする連立方程式を解く
室内表面での熱収支	対流と放射を分離	←
壁体非定常熱伝導計算法	表面温度応答の応答係数法	後退差分法
家具等の顕熱・潜熱の扱い	家具等に1節点を設け伝熱、湿気伝達の遅れを考慮	空気の比熱、湿気容量に加算
空調設定の目標値	PMV（前時刻の相対湿度、室温とMRTの関係を想定して計算）	空気温度設定 冷房：27℃、暖房：20℃
潜熱の計算	顕熱と風量から直膨コイルの温度を計算し、コイル出口を飽和状態と仮定して計算	相対湿度設定 冷房：60%、暖房：加湿なし
負荷補正	垂直温度分布補正	垂直温度分布補正、放射環境補正（断熱・暖房方式）

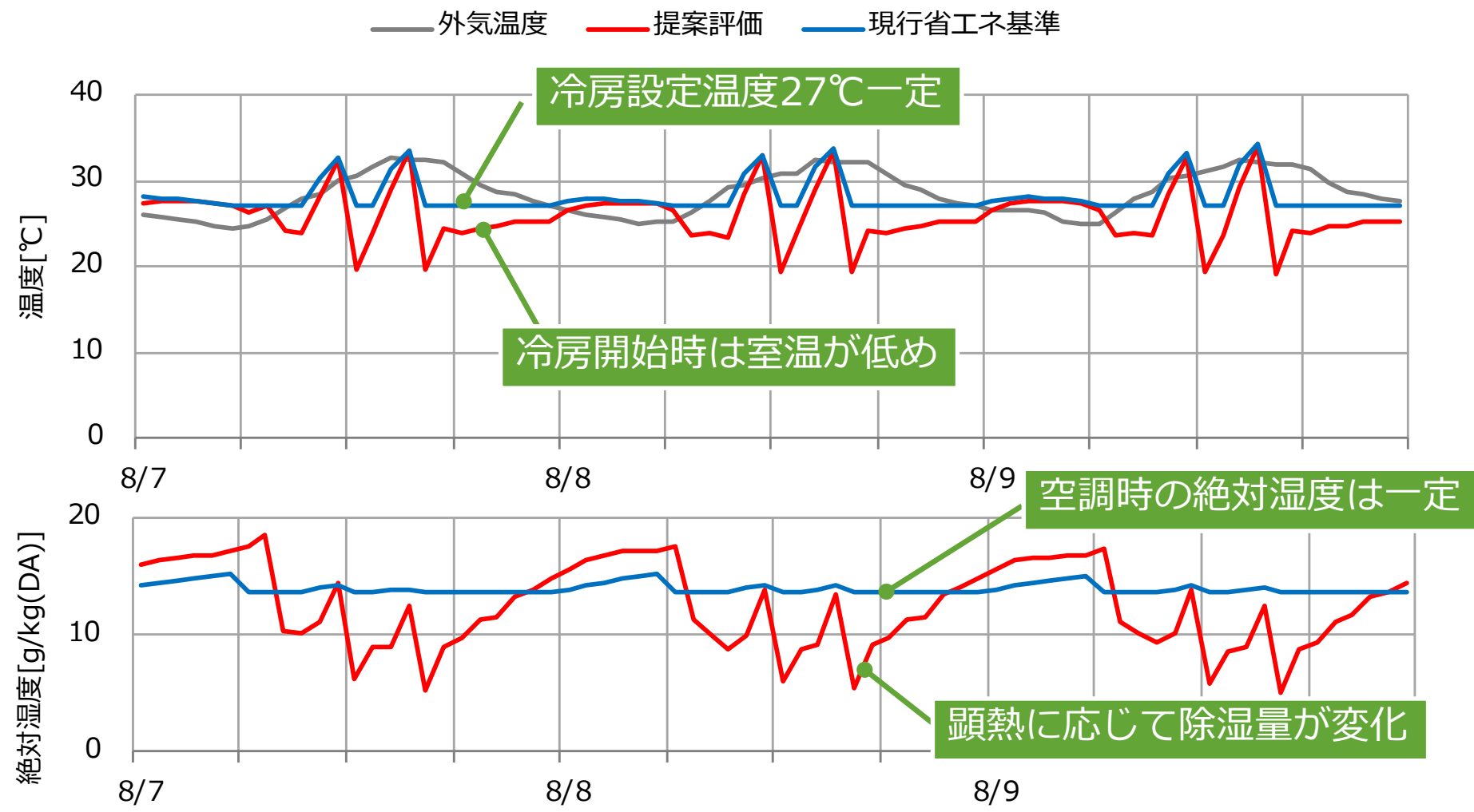
比較条件

建物モデル	省エネ基準標準プラン（LDKで比較）
地域区分	6地域
運転モード	居室間歇運転
断熱性能	平成11年省エネ基準相当
日射遮蔽	1=日射遮蔽レベル：小（参考仕様：開口部遮蔽なし）
通風	通風なし
蓄熱	なし

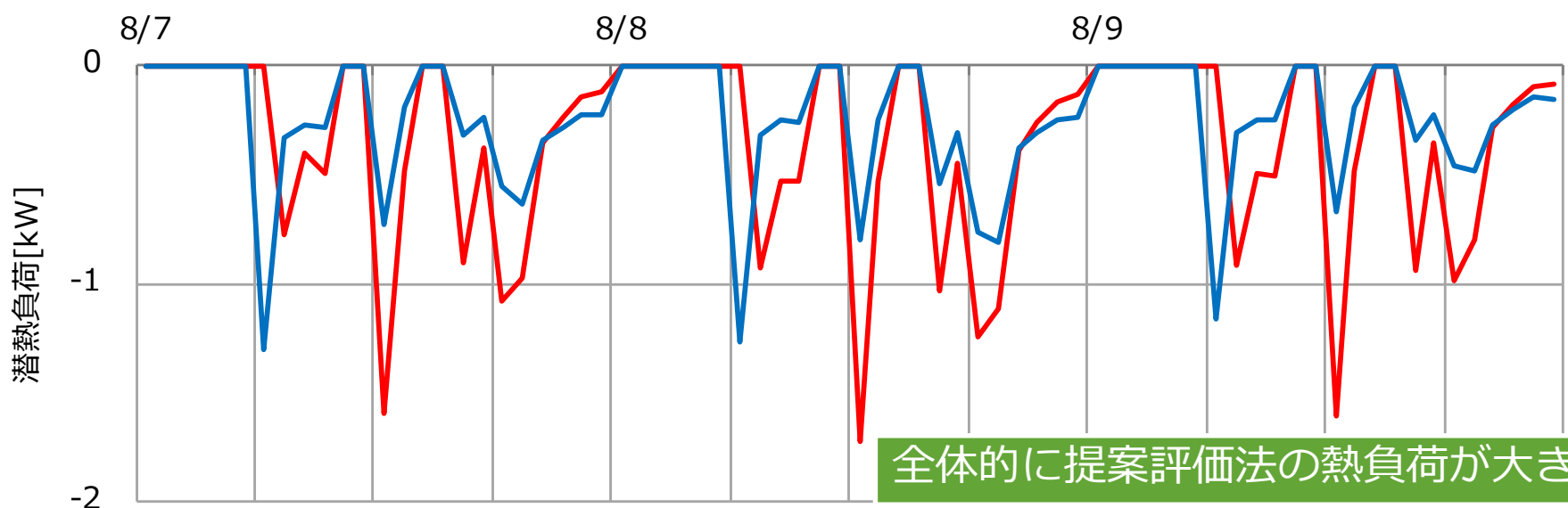
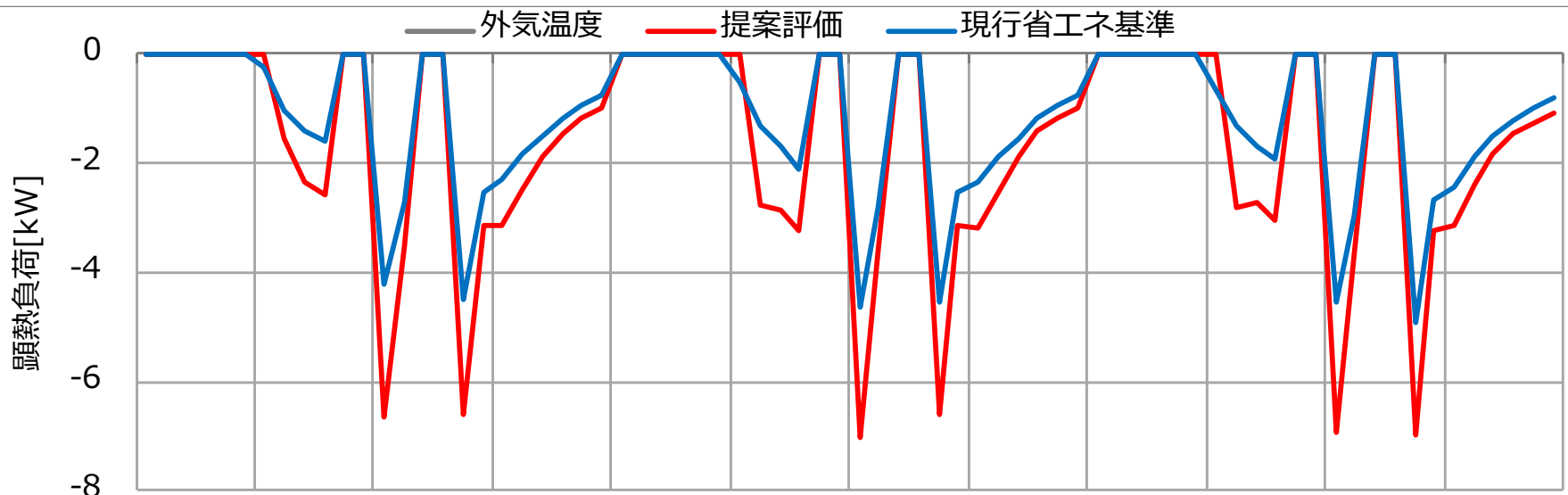
冬期の計算結果の比較



夏期の計算結果の比較



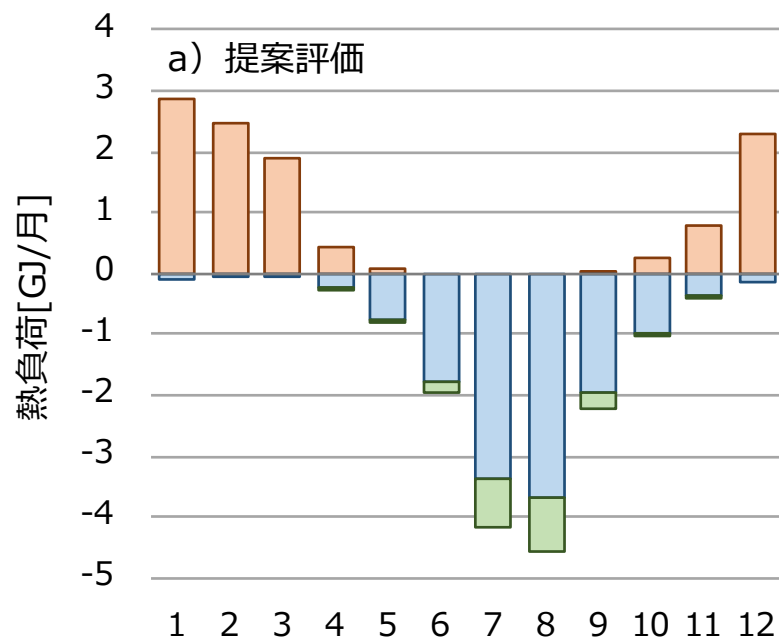
夏期の計算結果の比較



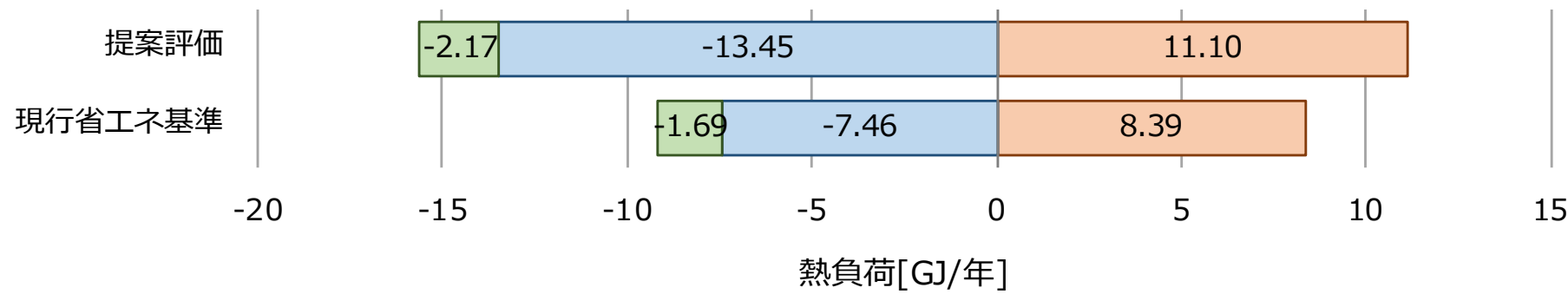
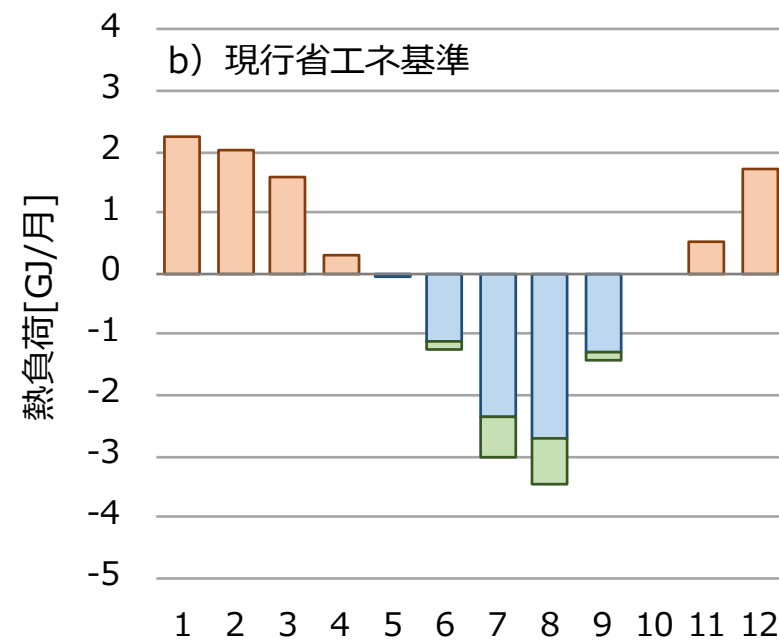
全体的に提案評価法の熱負荷が大きめ

年間熱負荷の比較

■ 顕熱負荷 加熱 ■ 顕熱負荷 冷却 ■ 潜熱負荷 除湿



■ 顕熱負荷 加熱 ■ 顕熱負荷 冷却 ■ 潜熱負荷 除湿



開発した感度解析システムで多岐にわたって結果の連続性を確認する必要がある

新しい計算法導入時に評価可能となる省エネ技術① 蓄熱性能の有効活用技術

<現行の評価法と課題>

断熱の内側の有効熱容量が床面積当り $170\text{kJ}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ を超えたら「蓄熱の利用あり」が選択できる。より多くの蓄熱容量を付加するような住宅を評価するには、「蓄熱の利用あり」、「同なし」の2段階ではなく連続的に評価できることが望ましい。

<簡易熱負荷計算法導入後の評価法>

簡易熱負荷計算では、壁体や床などの壁の構成を忠実に再現した伝熱計算を行うため、木造住宅に比べてRC造住宅の蓄熱性能が優れていることや、木造住宅であっても土壁を多用することで蓄熱性能を向上させた技術を適切に評価することができるようになる。

開口部を集熱器、躯体を蓄熱体とするパッシブソーラーハウスの評価も適切に行うことができるようになる。

<代表的な評価可能となる技術>

RC造の住宅（戸建・集合）
土壁の家
パッシブソーラーハウス

新しい計算法導入時に評価可能となる省エネ技術②

床下空間の有効活用技術

<現行の評価法>

基礎断熱住宅は、同等の断熱性能を有する床断熱に置き換えて計算している。この方法だと、床下空間を積極的に有効活用するような個々の技術（例えば「床下空間を経由して外気を導入する換気方式」など）に対し、熱負荷を補正する方法を整備しなければならない。

<簡易熱負荷計算法導入後の評価法>

簡易熱負荷計算では、基礎断熱床下空間の温熱環境を正確に計算するため、近年増加傾向にある床下空間を用いた有効活用技術を適切に評価することができるようになる。

床下をチャンバーとして使用する床下エアコン方式や、基礎コンクリートを蓄熱体として使用する空気集熱暖房方式、全館暖房としての基礎暖房などが評価可能となる。

<代表的な評価可能となる技術>

床下エアコン空調
空気集熱式暖房（床下コンクリートへの蓄熱）
基礎温水暖房

新しい計算法導入時に評価可能となる省エネ技術③ 除湿

＜現行の評価法＞

冷房時の室温27℃（就寝中は28℃）で相対湿度は60%で計算している。冷房時のエアコンは、吸い込んだ部屋の空気を冷やす過程で同時に空気中の水蒸気を凝縮させて室外に排出し除湿を行っているため、室温と湿度を独立して設定値にすることはできない

＜簡易熱負荷計算法導入後の評価法＞

簡易熱負荷計算では、エアコンの機構を模擬し、冷房した時の除湿能力を時々刻々の状態値によって変化するモデルで計算する。このため、実際の冷房時の湿度環境を再現することができるようになる。また、効率が低下すると言われているエアコンのドライモードを多用している世帯もあり、適切な評価が可能な環境が整うこととなる。現行は全熱交換器の顕熱回収分だけ評価可能であるが、簡易負荷計算を導入すると潜熱の回収効果も評価可能となる。

＜代表的な評価可能となる技術＞

全熱交換器の潜熱回収効果

＜代表的な評価可能となる技術＞

同時給排気型レンジフード

照明の省エネルギーによる冷房負荷削減効果（連成計算の恩恵）→暖房負荷は増大するので断熱が重要

評価対象現行／提案比較（赤字：評価可能技術）

No	分類	項目	評価対象		簡易熱負荷計算での扱い	評価法確立の課題
			現行	提案		
1	太陽熱利用	ダイレクトゲインなどにおける蓄熱技術（顕熱蓄熱）	△	○	入力された壁体構成通りに応答係数を求めて計算	
2		ダイレクトゲインなどにおける蓄熱技術（潜熱蓄熱）	×	○	室内設置のPCM内蔵家具の扱いで計算	建材をPCM内蔵家具に置換する方法
3		太陽熱温水暖房	×	○	放熱器は床暖房、放射パネル、ファンコイルで計算	水式太陽熱集熱器、蓄熱槽、放射パネル、ファンコイルの計算法
4		空気集熱式暖房システム	○	○	床下空間を1室とし、空気集熱で得られた温風を床下に供給することで評価	
5		壁体内空気循環式住宅システム	×	×	評価対象外	
6	開口部	ダブルスキン・縁側等の緩衝空間	×	○	非居室として入力	
7		AFW	○	○	熱貫流率、日射熱取得率を補正して計算	AFWの定式化

評価対象現行／提案比較（赤字：評価可能技術）

N o	分類	項目	評価対象		簡易熱負荷計算での扱い	評価法確立の課題
			現行	提案		
8	防暑	通風・自然換気	△	○	窓開閉は自然室温によって決定。風量は通風レベル、外気温度に応じて換気回数で与える。 換気回数は動的に変更することも可能なため、将来的な評価法の精緻化も可能	
9	遮熱	遮熱塗料、遮熱フィルム、遮熱シート	×	○	屋外側の日射吸収率を変更して計算	
10		屋根通気層	×	○	屋外側の日射吸収率、熱貫流率を補正することで対応可能	日射吸収率のモデル化
11		花ブロックの遮熱効果	×	○	開口部の日射遮へい性能を減じることとで評価する	花ブロックの遮へい性能の定式化
12		屋上緑化・壁面緑化	×	○	NewHASPに採用されている相当外気温度、熱貫流率の補正で対応可能	定式化
13		外部日除け	△	○	時々刻々の影面積を計算し、日射熱取得を補正することで計算	水平ひさし以外の影の計算法の定式化
14	床下活用	床下エアコン	×	○	床下空間を暖房することで計算可能	床下空間の設定温度
15		基礎土間床暖房	×	○	床暖房と同様に床下空間の土間表面での発熱として計算	

評価対象現行／提案比較（赤字：評価可能技術）

N o	分類	項目	評価対象		簡易熱負荷計算での扱い	評価法確立の課題
			現行	提案		
16	放射空調	床暖房	△	○	室内表面での発熱として扱う	両面が室内に面している内壁の定式化
17		放射パネル	△	○	両面が室内に面している内壁として計算	
18	全館空調	ダクト式セントラル空調	△	○	主たる居室、その他居室を空調し、非居室でレタンを取ることとして計算。送風量を主たる居室・その他居室と非居室間の室間換気としてその他居室の温熱環境を計算	放射パネルの定式化
19		温水式セントラル空調		○	主たる居室、その他居室、非居室を空調空間として計算。放熱器は放射パネル、ファンコイル、床暖房で計算	
20	換気	全熱交換器	△	○	全熱交換器をモデル化することで熱負荷計算時の換気風量を補正して計算	全熱交換器計算モデルの定式化
21		同時給排気レンジフード	×	○	吸気風量の内、負荷とならずにバイパスする比率を乗じて計算	バイパス比率の設定法
22		デシカント外調機	×	○	室に供給される外気温度、外気絶対湿度を補正して計算	デシカント外調機の定式化

評価対象現行／提案比較（赤字：評価可能技術）

No	分類	項目	評価対象		簡易熱負荷計算での扱い	評価法確立の課題
			現行	提案		
23	エアコン	除湿モード	×	△	エアコンの除湿量の計算部分を改良、再熱除湿、弱冷房除湿など技術ごとに評価することが可能	エアコンの除湿量の定式化
24	地熱利用	アースチューブ		×	室供給換気の温度をアースチューブの温度とすることで計算する	アースチューブの出口温度の計算法
25		クール＆ヒートトレンチ	×	○	ピットを1室として計算	地下室の伝熱計算法の定式化
26		地下水利用放射空調	×	○	地下水温度をモデル化して放射空調と組み合わせることで計算	地下水温度の計算法
27	床下活用	床下エアコン	×	○	床下空間を暖房することで計算可能	床下空間の設定温度
28		基礎土間床暖房	×	○	床暖房と同様に床下空間の土間表面での発熱として計算	

熱負荷計算法の簡易化まとめ

- ◆ 放射環境を加味した総合的な温熱環境を目標値とする熱負荷計算法を作成した。
- ◆ 本調査で得られた成果をもとに、熱負荷計算を行うための仕様書を作成した。
- ◆ 計算法の特徴は以下の通り
 - 比較的容易に評価対象技術の拡張が可能
 - 15分間隔で計算でき空調開始時の負荷の精度が向上
 - 放射環境を加味した計算が可能のため「外皮等の表面温度による放射温度を考慮した負荷補正」が不要となる
 - 放射暖房は、部位室内側表面での発熱するため「暖房設備の方式による放射温度を考慮した負荷補正」が不要となる
 - 現行省エネ基準より蓄熱評価が精緻に行える
 - 床下空間を活用するような空調方式の評価が可能となる。
 - 夏期の除湿量の計算精度が向上したため、潜熱に関連する省エネ技術（例えば全熱交換器やデシカント空調など）の評価が可能となる

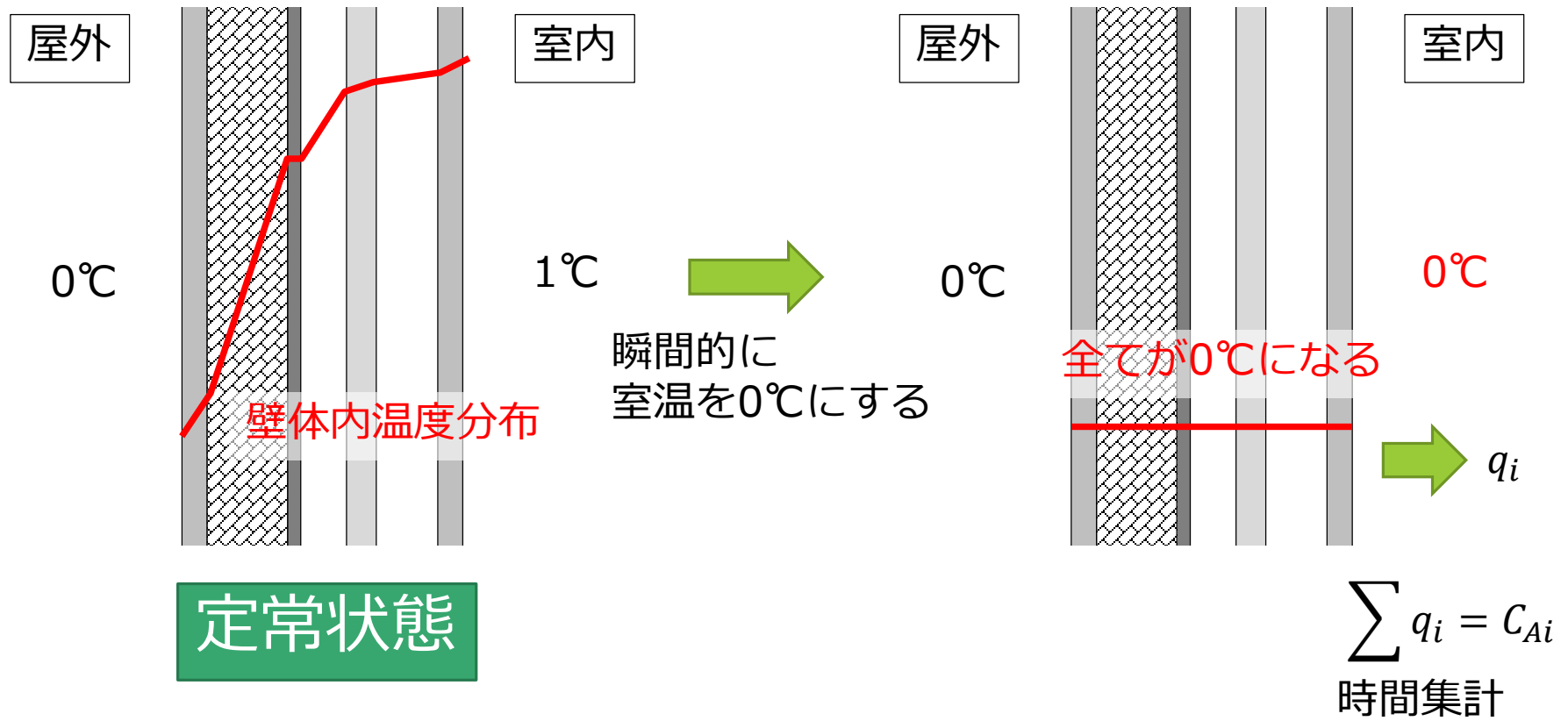
今後の課題

- ◆ 室使用条件の検討
- ◆ 計算結果の連続性の確認
- ◆ 各種除湿技術の評価法

蓄熱評価値の検討

- ◆ 現行省エネ基準の住宅の外皮性能
 - 断熱性能（外皮平均熱貫流率： U_A 値）
 - 日射取得性能（平均日射熱取得率： η_A 値）
 - 夏期と冬期で別々に設定される
- ◆ 現行省エネ基準における蓄熱性能は「あり」と「なし」に2水準
 - 断熱の内側の有効熱容量（建材ごとに最大厚さが決められている）が床面積当たり $170\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ を超えたら「蓄熱の利用あり」が選択できる。
- ◆ より多くの熱容量を有する住宅（例えばRC造など）の評価が行えない
- ◆ 断熱性能、日射取得性能に加え、蓄熱性能を評価する指標が期待されている

蓄熱評価値の検討

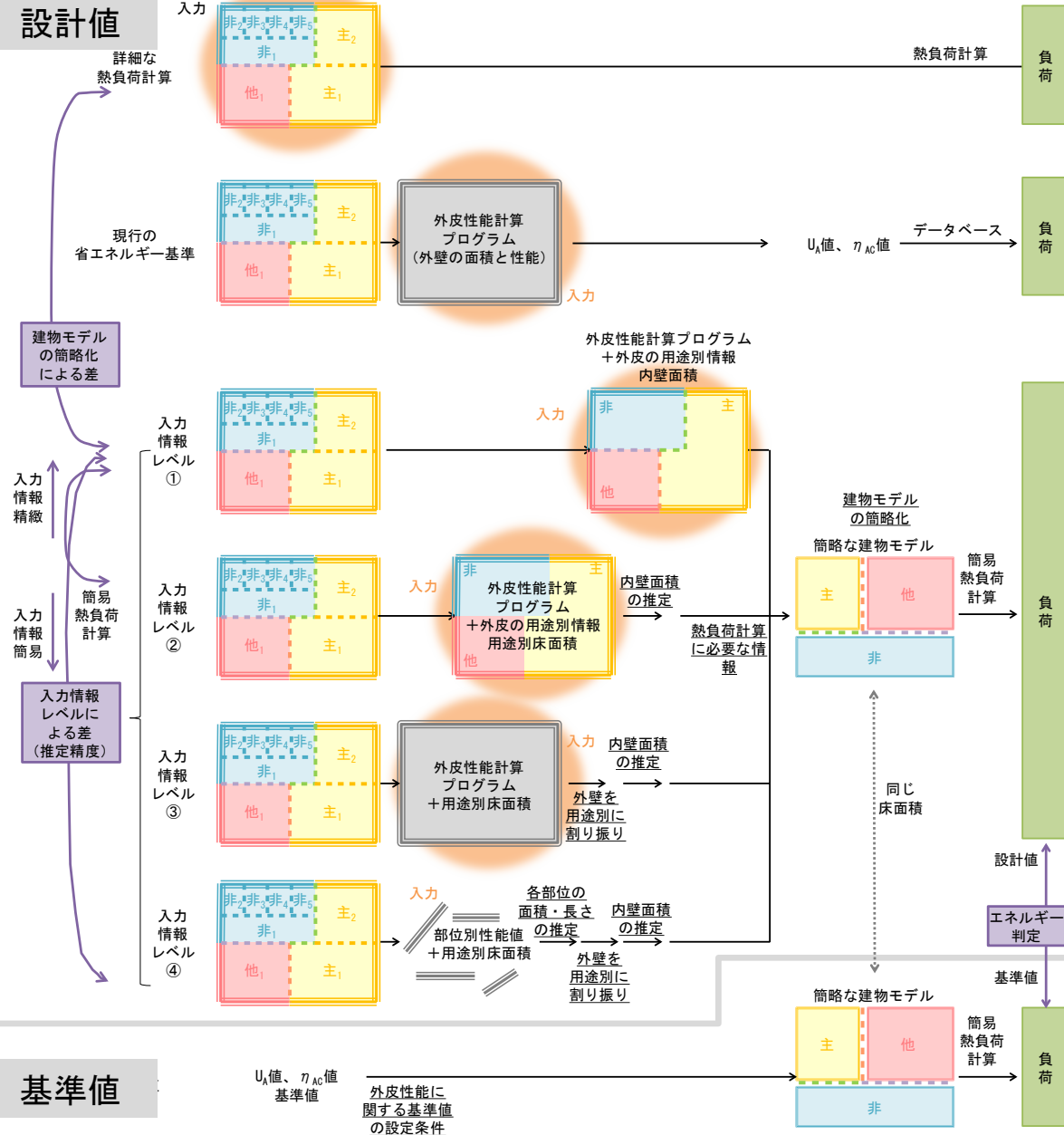


C_{Ai} : 室内側吸熱有効熱容量

3. 簡易熱負荷計算における入力情報の簡易化

3. 入力情報簡易化に関する検討

3. 1 目的



※構成は前年度とほぼ同様で検討を深めている。

3. 2 熱負荷計算に必要な情報の整理

3. 3 建物モデルの簡略化の検討

3. 5 簡易化された入力情報の推定方法の検討

- ① 負荷計算のための調整等
- ② 内壁等の面積推定
- ③ 外皮を用途別に割り振り
- ④ 面積・長さの推定

3. 4 外皮性能に関する基準値の設定条件の整理

3. 入力情報簡易化に関する検討

3. 2 熱負荷計算に必要な情報の整理

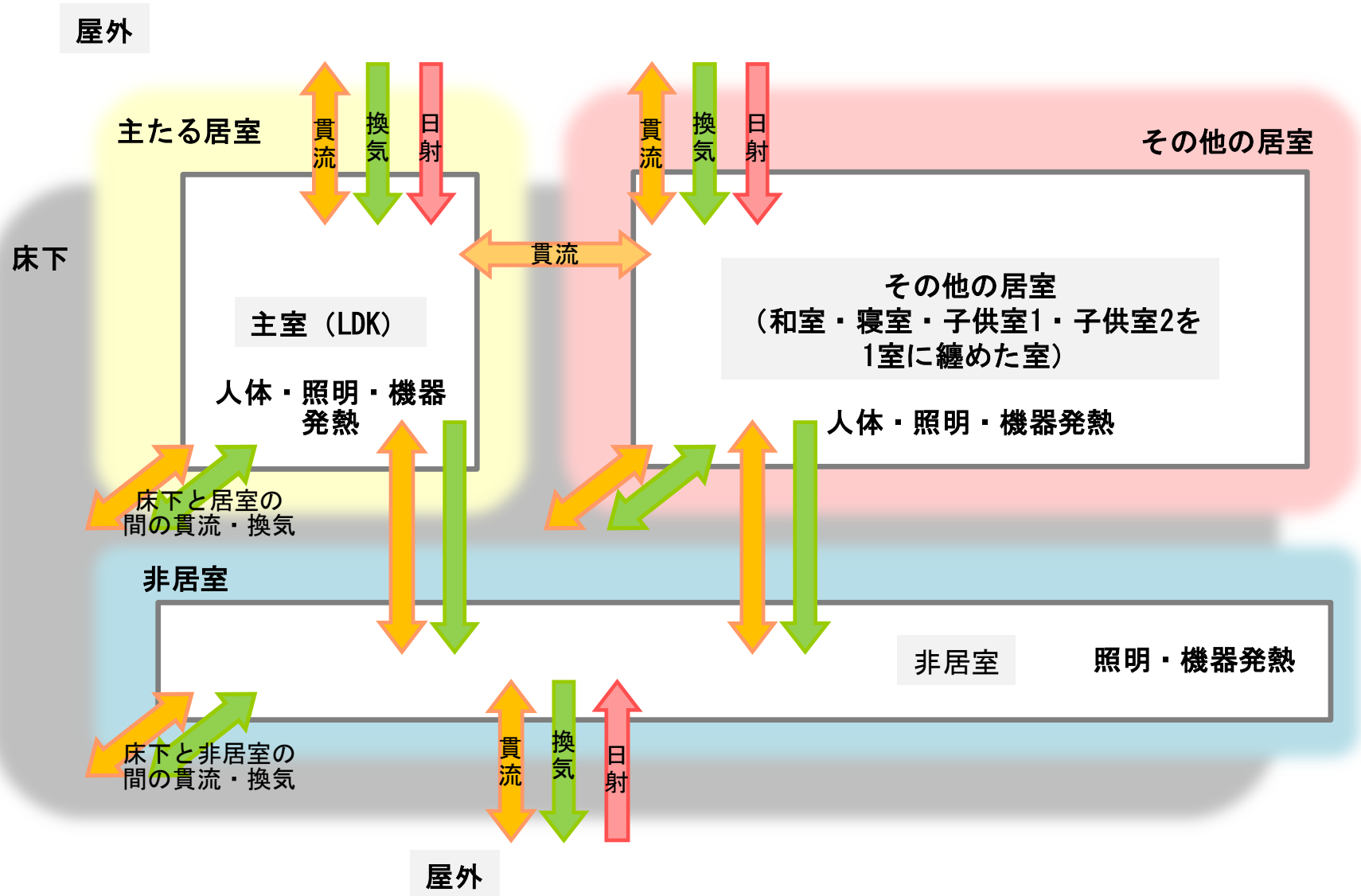
熱負荷計算に必要な情報と、各入力レベルでの情報の有無の整理を行った。

分類				階層				項目名	表示条件	値:選択要素	単位	各入力レベルでの情報の有無				熱負荷計算
				1	2	3	4					④	③	②	①	
共通				○				地域区分		1:1 地域 2:2 地域 3:3 地域 4:4 地域 5:5 地域 6:6 地域 7:7 地域 8:8 地域		○	○	○	○	○
室				○				名称				-	-	○	○	○
室	装置	冷房	主					○ 冷房方式		1:対流式		-	-	-	-	○
室	装置	冷房	主					○ 定格冷房能力	[冷房方式]=1		W	-	-	-	-	○
室	装置	冷房	主					○ 最大冷房能力	[冷房方式]=1		W	-	-	-	-	○
室	装置	冷房	主					○ 定格冷房効率	[冷房方式]=1		-	-	-	-	-	○
室	装置	暖房	主					○ 暖房方式		1:対流式 2:放射式		-	-	-	-	○
室	装置	暖房	主					○ 定格暖房能力	[暖房方式]=1		W	-	-	-	-	○
室	装置	暖房	主					○ 最大暖房能力	[暖房方式]=1		W	-	-	-	-	○
室	装置	暖房	主					○ 定格暖房効率	[暖房方式]=1		-	-	-	-	-	○
室	装置	暖房	主					○ 敷設面積	[暖房方式]=2		m ²	-	-	-	-	○
室	装置	暖房	補助					○ 暖房方式		1:対流式		-	-	-	-	○
室	装置	暖房	補助					○ 定格暖房能力	[暖房方式]=1		W	-	-	-	-	○
室	装置	暖房	補助					○ 最大暖房能力	[暖房方式]=1		W	-	-	-	-	○
室	装置	暖房	補助					○ 定格暖房効率	[暖房方式]=1		-	-	-	-	-	○
室				○				気積			m ³	-	-	-	-	○
室				○				気積当たりの家具熱容量			kJ/(m ³ ・K)	-	-	-	-	-
室				○				通風計算対象室		1:TRUE 2:FALSE	ND	-	-	-	-	-
室				○				放射暖房		1:TRUE 2:FALSE	ND	-	-	-	-	-
室				○				放射暖房対流比率	[放射暖房]=1		ND	-	-	-	-	-
室	換気				○			暖房期風量			m ³ /h	-	-	-	-	○
室	換気				○			中間期風量			m ³ /h	-	-	-	-	○
室	換気				○			冷房期風量			m ³ /h	-	-	-	-	○
室	すきま風				○			暖房期風量			m ³ /h	-	-	-	-	-
室	すきま風				○			中間期風量			m ³ /h	-	-	-	-	-
室	すきま風				○			冷房期風量			m ³ /h	-	-	-	-	-
室	隣室間換気				○			風上室名称			ND	-	-	-	-	-
室	隣室間換気				○			暖房期風量			m ³ /h	-	-	-	-	-
室	隣室間換気				○			中間期風量			m ³ /h	-	-	-	-	-
室	隣室間換気				○			冷房期風量			m ³ /h	-	-	-	-	-

3. 入力情報簡易化に関する検討

3. 3 建物モデルの簡略化

建物モデルの簡略化の案



3. 入力情報簡易化に関する検討

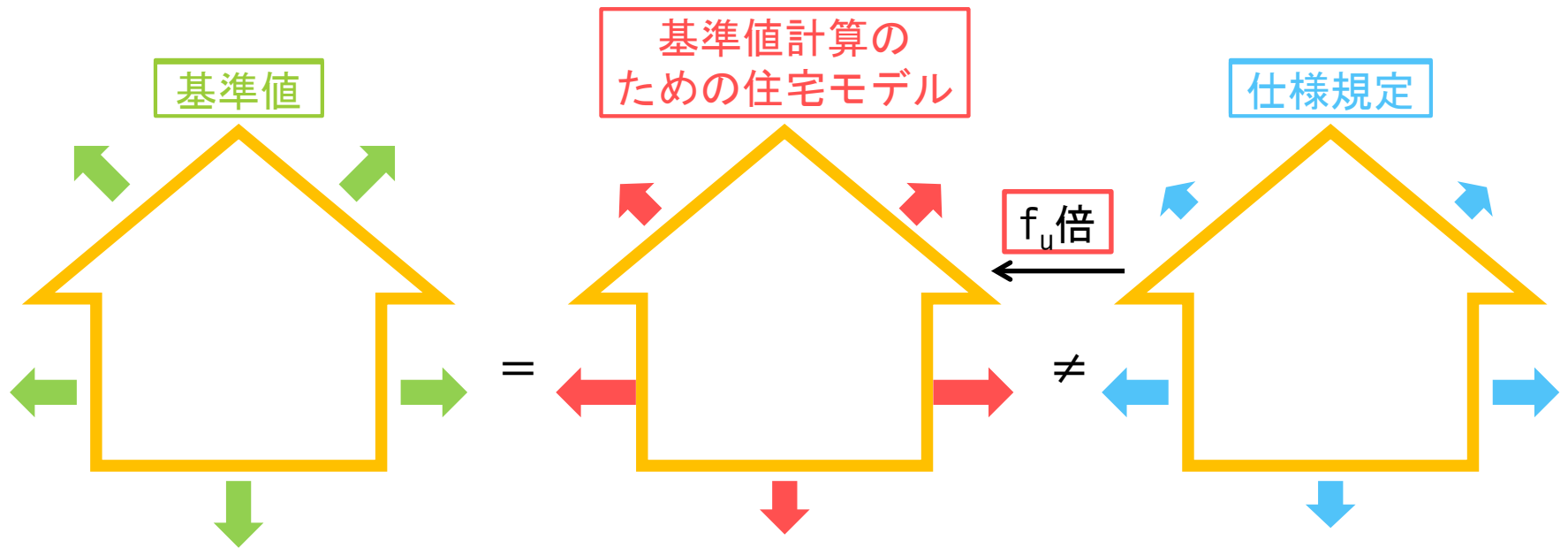
3. 4 外皮性能に関する基準値の設定

- ・ 基準値計算のための住宅モデルは、設計住戸の外皮面積とする。
- ・ 外皮について、極力、UA値、 η A値の基準値を満たすように、基準値計算用の住宅のU値（仕様規定の部位別U値に比例）と窓の η 値を決定する。

《基準値計算のためのU値、 η 値決定方法のイメージ》

- ・ U_A 値が基準値を満たすように、U値調整用係数 f_U を決定する。

$$\underbrace{U_A}_{\text{基準値}} \times \underbrace{A_{\text{外}}}_{\text{基準住戸} = \text{設計住戸}} = \underbrace{f_U}_{\text{調整}} \times \sum_{k=\text{外皮}} \left(\underbrace{U_{k,\text{基}}}_{\text{仕様規定より}} \times \sum_i \left(\underbrace{A_{k,i} \times H_i}_{\text{基準住戸}} \right) \right)$$



3. 入力情報簡易化に関する検討

3. 4 外皮性能に関する基準値の設定

- ・基準値計算のための住宅モデルは、設計住戸の外皮面積とする。
- ・外皮について、極力、UA値、 η A値の基準値を満たすように、基準値計算用の住宅のU値（仕様規定の部位別U値に比例）と窓の η 値を決定する。

《基準値計算のためのU値、 η 値決定方法のイメージ》

- ・ U_A 値が基準値を満たすように、U値調整用係数 f_U を決定する。

$$\underbrace{U_A}_{\text{基準値}} \times \underbrace{A_{\text{外}}}_{\text{設計住戸}} = \underbrace{f_U}_{\text{調整}} \times \sum_{k=\text{外皮}} \left(\underbrace{U_{k,\text{基}}}_{\text{仕様規定より}} \times \sum_i \left(\underbrace{A_{k,i} \times H_i}_{\text{設計住戸}} \right) \right)$$

- ・基準値 $\eta_{C,A}$ 、 $\eta_{H,A}$ を満たすように、窓の η_C 値、 η_H 値を決定する。

$$\frac{\underbrace{\eta_{A,C}}_{\text{基準値}} \times \underbrace{A_{\text{外}}}_{\text{設計住戸}}}{100} = \underbrace{\eta_C}_{\text{調整}} \times \sum_i \left(\underbrace{A_{\text{窓},i}}_{\text{設計住戸}} \times f_{j,C} \times v_{j,C} \right) + 0.034 \times \sum_{k=\text{屋根・天井,外壁,ドア}} \left(U_k \times \sum_i \left(\underbrace{A_{k,i} \times v_{j,C}}_{\text{設計住戸}} \right) \right)$$

※実際には、窓の η 値が0以上0.88以下、U値の下限值・上限値等の条件がかかる。

3. 入力情報簡易化に関する検討

3. 5 簡易化された入力情報の推定方法

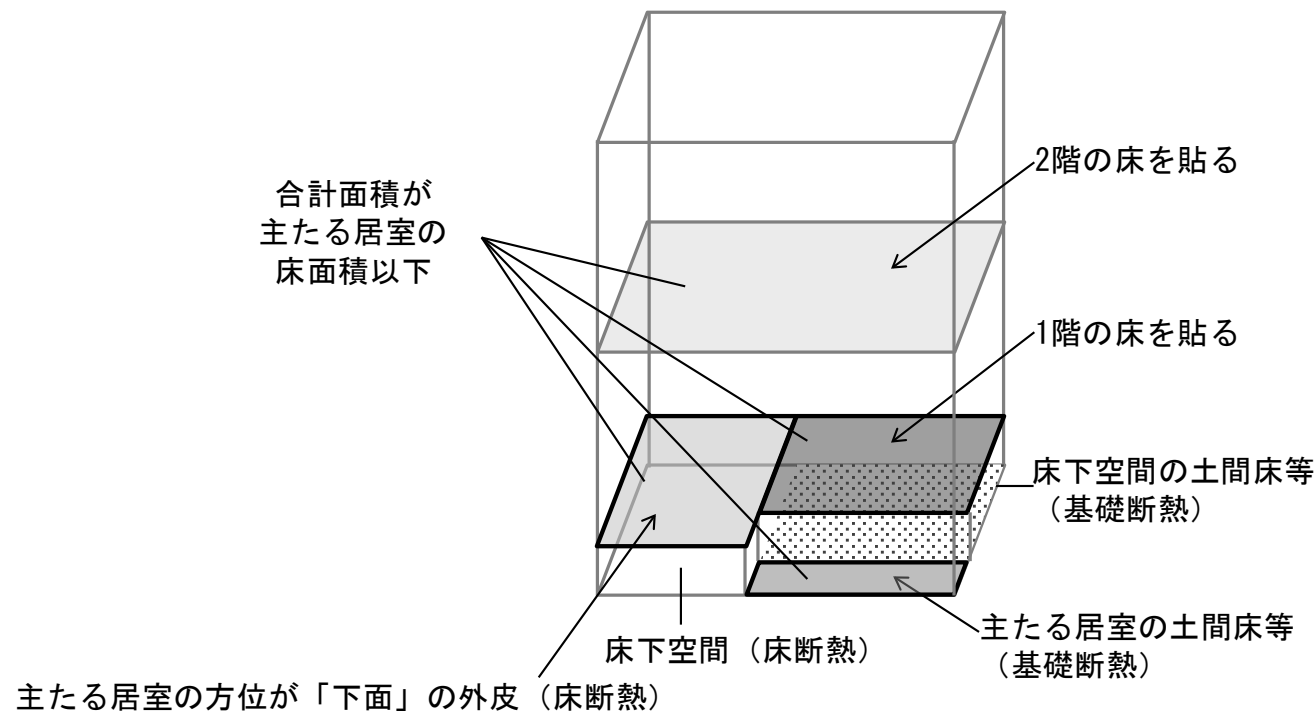
②外皮性能計算プログラム＋外皮用途別情報

内壁等の面積を推定する。

建物内部の床面積は、外皮面積と用途別床面積より推定する（図）。

建物内部の天井面積は、建物内部の床面積当より、

内壁面積は、外壁面積等より、推定を行う。

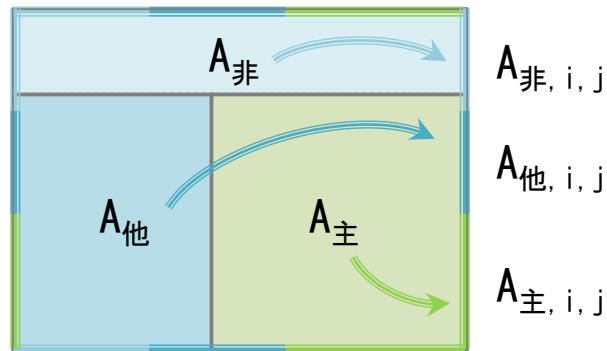


3. 入力情報簡易化に関する検討

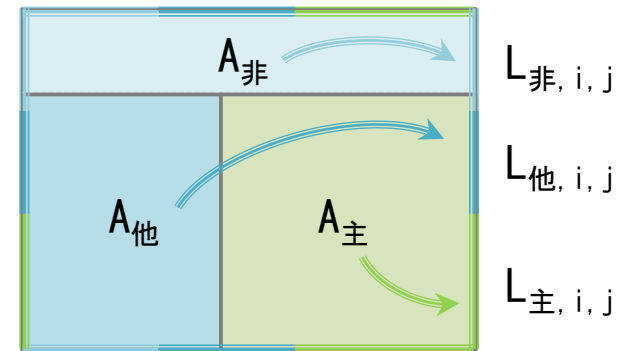
3. 5 簡易化された入力情報の推定方法

③外皮性能計算プログラム＋簡単な追加情報

用途別の外皮の面積・長さを推定する。



①各用途の方位別外壁面積の割合は、各用途の床面積の割合と等しいと仮定して、各用途の方位別外壁面積を求める。



②基礎等の外周の長さについても同様に割り振る。

3. 入力情報簡易化に関する検討

3. 5 簡易化された入力情報の推定方法

④当該住戸の外皮の部位の面積等を用いずに外皮性能を評価する方法

入力は、省エネルギー基準

「当該住戸の外皮の部位の面積等を用いずに外皮性能を評価する方法」に基づく。

設計住戸の部位の面積・長さの情報が不足するため、推定を行う必要がある。

当該住戸の外皮の部位の面積等を用いずに外皮性能を評価する方法

に基づく計算シート（ver.1）

- 適用範囲：木造戸建ての住宅 -

■基本情報の入力

住宅の名称	建築研究所 戸建て住宅			
住宅の所在地	つくば市立原 1			(地域の区分) 6 地域
住宅の規模	地上	2 階	、地下	0 階
床面積	主たる居室	その他の居室	非居室	計
	30.00 m ²	60.00 m ²	30.00 m ²	120.00 m ²
断熱構造による住戸の種類 ^(注)	床断熱住戸			
浴室の断熱構造	基礎断熱			

注：玄関等と浴室を除いた部分の外皮の断熱構造により分類される住戸の種類。

■窓以外の部位の入力

部位種別	熱貫流率
屋根・天井	0.240
外壁	0.530
床（浴室） ^(注1)	
床（その他） ^(注2)	0.480
ドア	2.330

■土間床等の外周部の入力

部位種別	線熱貫流率 ^(注)
土間床等（玄関等）	1.800
土間床等（浴室）	1.800
土間床等（その他）	

注：性能が不明な場合は、規定値（1.8）を適用することも可能です。

■窓の入力

取得日射熱 補正係数の入力	規定値を使用する	
	冷房期	暖房期
熱貫流率	3.490	
垂直面日射熱 取得率	0.510	0.510
取得日射熱 補正係数		

当該住戸の外皮の部位の面積等を用いずに外皮性能を評価する方法に基づく計算シート（国立研究開発法人建築研究所）

3. 入力情報簡易化に関する検討

3. 5 簡易化された入力情報の推定方法

④当該住戸の外皮の部位の面積等を用いずに外皮性能を評価する方法

標準住戸の面積及び長さを、全て、
設計住戸の床面積に比例させる。

$$A_{i,d} = A_{i,s} \times A_{\text{floor},d} / A_{\text{floor},s}$$

$$L_{i,d} = L_{i,s} \times L_{\text{floor},d} / L_{\text{floor},s}$$

$A_{\text{floor},s}$: 標準住戸の延床面積 [m^2]

$A_{\text{floor},d}$: 設計住戸の延床面積 [m^2]

$A_{i,s}$: 標準住戸の部位iの面積 [m^2]

$A_{i,d}$: 設計住戸の部位iの面積 [m^2]

$L_{i,s}$: 標準住戸の部位iの長さ [m]

$L_{i,d}$: 設計住戸の部位iの長さ [m]

表 3 標準住戸における部位の面積及び土間床等の外周部の長さ等

項目	記号	単位	値	
			(い) 床断熱 住戸 の場合	(ろ) 基礎断熱 住戸 の場合
外皮の部位の面積の合計	A'_{env}	m^2	266.10	275.69
床面積の合計	A'_A	m^2	90.0	
屋根又は天井の面積	A'_{roof}	m^2	50.85	
主開口方位から時計回りに 0° の方向に面した壁の面積	$A'_{wall,0}$	m^2	30.47	
主開口方位から時計回りに 90° の方向に面した壁の面積	$A'_{wall,90}$	m^2	22.37	
主開口方位から時計回りに 180° の方向に面した壁の面積	$A'_{wall,180}$	m^2	47.92	
主開口方位から時計回りに 270° の方向に面した壁の面積	$A'_{wall,270}$	m^2	22.28	
主開口方位から時計回りに 0° の方向に面したドアの面積	$A'_{door,0}$	m^2	0.0	
主開口方位から時計回りに 90° の方向に面したドアの面積	$A'_{door,90}$	m^2	1.89	
主開口方位から時計回りに 180° の方向に面したドアの面積	$A'_{door,180}$	m^2	1.62	
主開口方位から時計回りに 270° の方向に面したドアの面積	$A'_{door,270}$	m^2	0.0	
主開口方位から時計回りに 0° の方向に面した窓の面積	$A'_{window,0}$	m^2	22.69	
主開口方位から時計回りに 90° の方向に面した窓の面積	$A'_{window,90}$	m^2	2.38	
主開口方位から時計回りに 180° の方向に面した窓の面積	$A'_{window,180}$	m^2	3.63	
主開口方位から時計回りに 270° の方向に面した窓の面積	$A'_{window,270}$	m^2	4.37	
浴室の床の面積	$A'_{\text{floor},bath}$	m^2	3.31 (※1)	0.00
その他の床の面積	$A'_{\text{floor},other}$	m^2	45.05	0.00
主開口方位から時計回りに 0° の方向の外気に面した 玄関等の基礎の面積	$A'_{\text{base},etrc,0S,0}$	m^2	0.00	0.00
主開口方位から時計回りに 90° の方向の外気に面した 玄関等の基礎の面積	$A'_{\text{base},etrc,0S,90}$	m^2	0.33	0.33
主開口方位から時計回りに 180° の方向の外気に面した 玄関等の基礎の面積	$A'_{\text{base},etrc,0S,180}$	m^2	0.25	0.25
主開口方位から時計回りに 270° の方向の外気に面した 玄関等の基礎の面積	$A'_{\text{base},etrc,0S,270}$	m^2	0.00	0.00
床下に面した玄関等の基礎の面積	$A'_{\text{base},etrc,1S}$	m^2	0.57	0.00
主開口方位から時計回りに 0° の方向の外気に面した 浴室の基礎の面積	$A'_{\text{base},bath,0S,0}$	m^2	0.00 (※2)	0.00

標準住戸における部位の面積及び長さ等
(国立研究開発法人建築研究所 平成28年省エネルギー
基準に準拠したエネルギー消費性能の評価に関する
技術情報(住宅))

3. 入力情報簡易化に関する検討

3. 5 簡易化された入力情報の推定方法

部位のU値から壁体構成を決定する方法

- ・ 構成は、部位に応じて与える。
- ・ 部位の熱貫流率が、入力値である部位種別の熱貫流率と極力一致するよう、断熱材の厚さを調整する。

壁体構成

	材料	厚さ [m]	熱伝導率 [W/(m・K)]	熱抵抗 [m ² K/W]	容積比熱 [J/(L・K)]
屋根・天井・ 界床（天井）	住宅用グラスウール 断熱材16K相当	調整	0.045		13
	せっこうボード	0.0095	0.22	0.043	830
外壁・界壁	住宅用グラスウール 断熱材16K相当	調整	0.045		13
	せっこうボード	0.0095	0.22	0.043	830
床・界壁（床）	住宅用グラスウール 断熱材16K相当	調整	0.045		13
	合板	0.012	0.16	0.075	720

3. 入力情報簡易化に関する検討

3. 6 まとめと今後の検討課題

《まとめ》

- ・ 熱負荷計算に必要な情報の整理を行った。
- ・ 外皮性能に関する基準値の設定条件の整理を行った。
- ・ 簡易化された入力情報の推定方法の提案を行った。

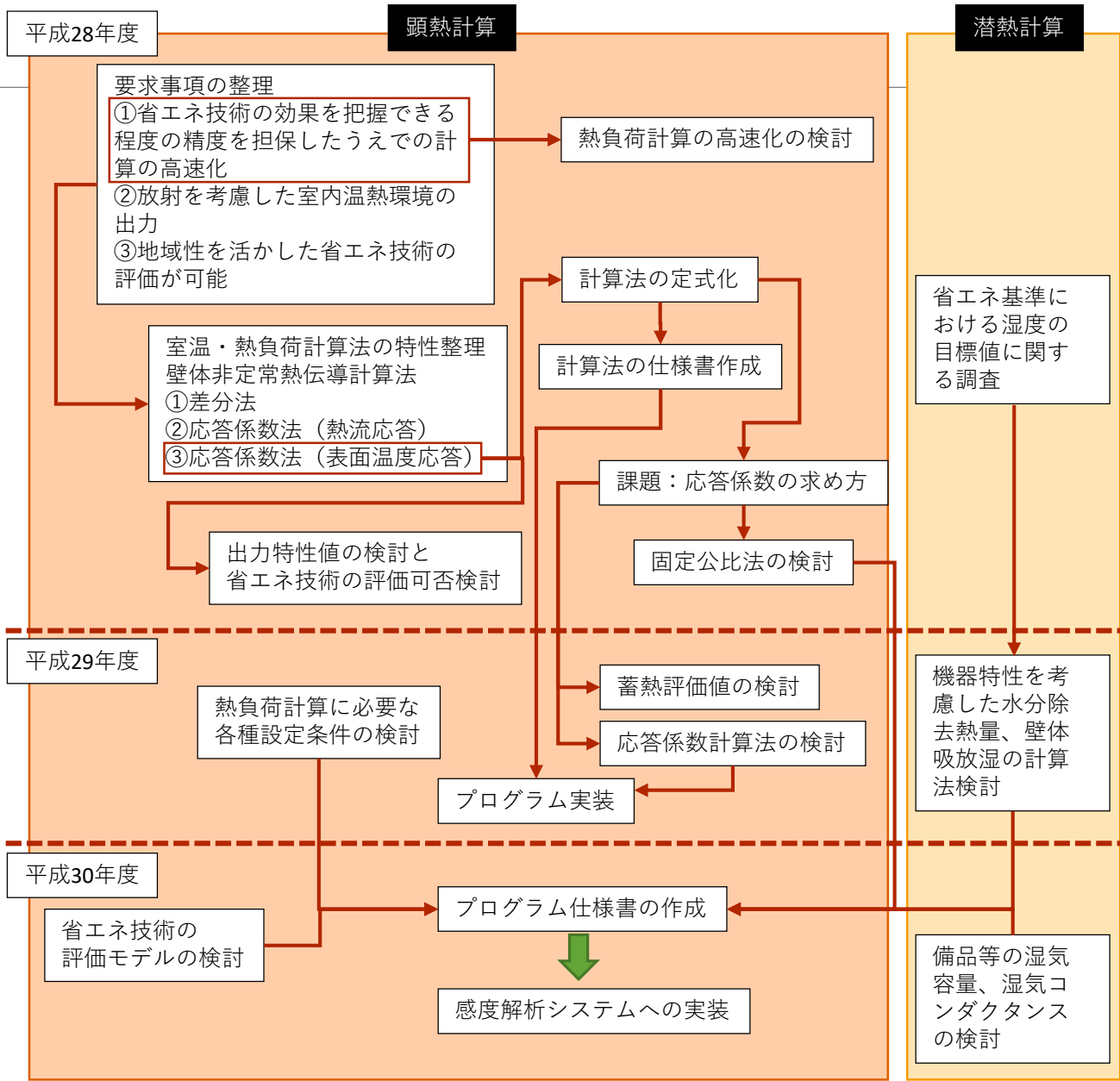
《今後の検討課題》

- ・ 基準値計算用住戸の設定方法が基準値計算結果に与える影響の確認と基準値計算用住戸の設定方法の決定
- ・ 入力情報推定プログラムを用いた入力情報の推定精度確認
- ・ 室と床下空間の間の空気の移動量の与え方の検討

全体まとめ

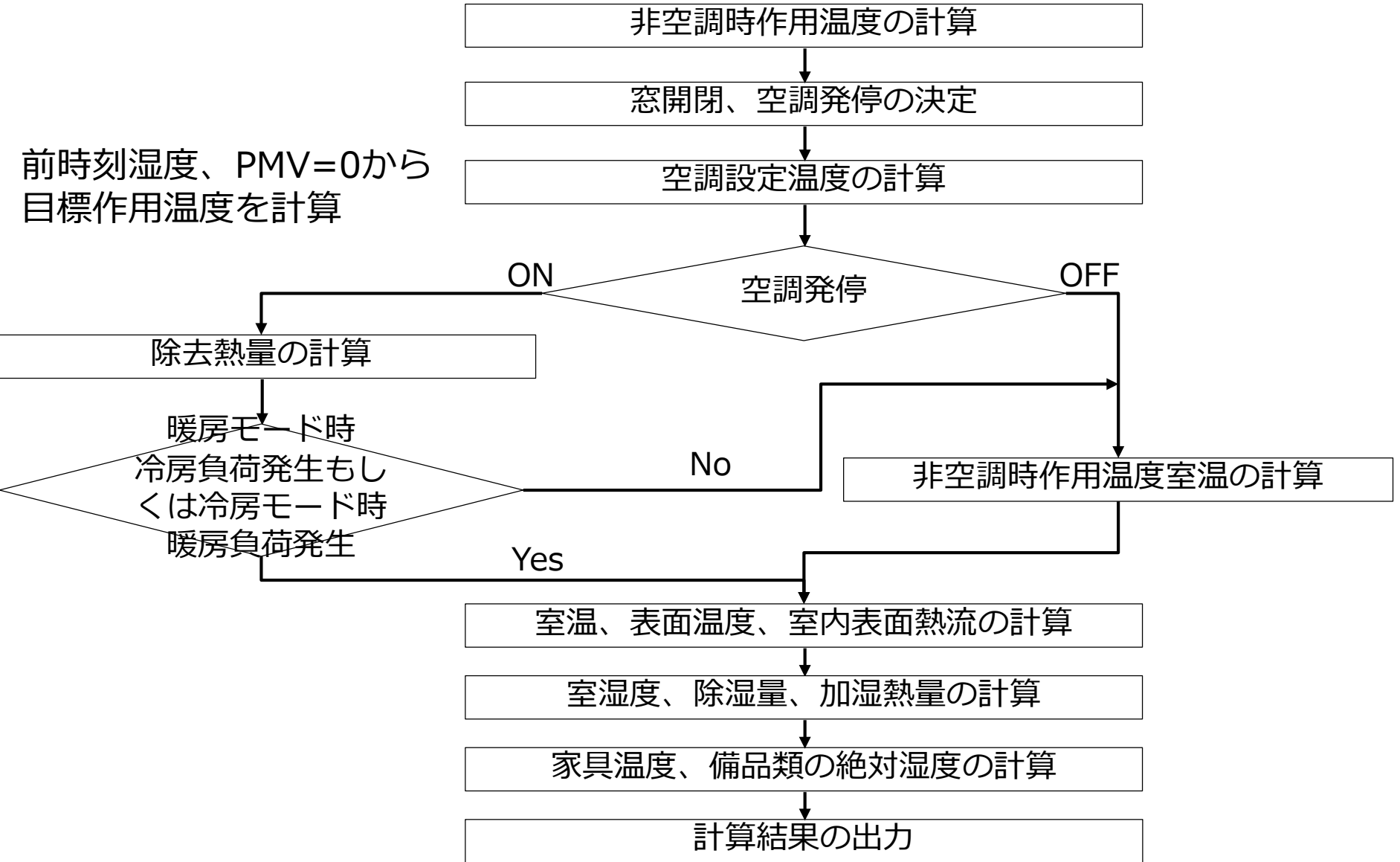
全体まとめ

- ◆ 当初予定していた計画はおおむね完了した
- ◆ 以下について弊社ホームページで公開予定
 - 報告書の全文
 - 負荷計算のPythonコード
- ◆ 今後、現行省エネ基準との連続性を確認しつつ1次エネルギー計算用WEBプログラムへの実装の検討を開始予定



毎時計算フロー

前時刻湿度、PMV=0から
目標作用温度を計算



代表的な室温・熱負荷計算方法の特性比較

		差分法	応答係数法（熱流応答）	応答係数法（表面温度応答）
基本	壁体熱伝導の解	各節点の温度	室内表面での熱流	室内表面温度
	対流熱伝達率の動的変更	可能	不可能	可能
	通気層の計算	可能	熱抵抗として入力	熱抵抗として入力
計算速度	高速化の方法	分割を粗くする 壁体内部温度、表面温度と室温・熱負荷の方程式を分離し行列の次元数を小さくする	項別公比法	項別公比法 表面温度と室温・熱負荷の方程式を分離し行列の次元数を小さくする
	部位の未知数の数	差分分割数 + 1	1	1
室内 温熱 環境の 計算	個々の部位表面温度の計算	未知数として直接計算	精度よい計算はできない	未知数として直接計算
	平均表面温度の計算	個々の表面温度より面積加重平均する	全部位合計対流熱取得より計算（すべての部位で同じ対流熱伝達率を使用する必要がある）	個々の表面温度より面積加重平均する
仕様書 さ	計算ロジックのわかりやすさ	壁体分割数によっては行列計算が必要 室内の放射の計算を行うときに行列計算が必要	応答係数を別途与える場合には四則演算程度で可能	応答係数を別途与える場合には四則演算程度で可能 室内の放射の計算を行うときに行列計算が必要
	壁体構成の抽象化	可能	可能	可能
課題		壁体の分割方法	応答係数の求め方	応答係数の求め方

応答係数（表面温度応答）の方法で実装

人体に対する部位の形態係数

部位	放射割合	(参考) 現行省工ネ基準
床	45%	45%
天井	床以外の55%を面積比で案分	18%
間仕切り壁		15%
窓		6%
外壁		16%

開発目標（システム）の全体像

