

令和3年度建築基準整備促進事業（E16）  
成果報告会

住宅における暖冷房設備の  
運転方式（全館空調・部分間歇・部分連続）の再整理の検討

2022年5月12日（木）



(株) 住環境計画研究所



地方独立行政法人  
北海道立総合研究機構



## 住宅の省エネルギー基準における一次エネルギー消費量評価

- 住宅の省エネルギー基準では、床面積や外皮性能等に応じた暖冷房負荷を推計し、各暖冷房設備の計算ロジックに基づいて一次エネルギー消費量を計算することができる。
- 暖冷房の運転方式は設備ごとに決められており、①全館連続運転方式、②居室連続運転方式、③居室間歇運転方式の3つに分類され、**暖冷房設備が選択されると自動的に運転方式が決まり、暖冷房負荷が推計される。**これら**3つの運転方式が及ぼす暖冷房負荷の違いは、想定される運転時間と対象とする空間（面積）**である。

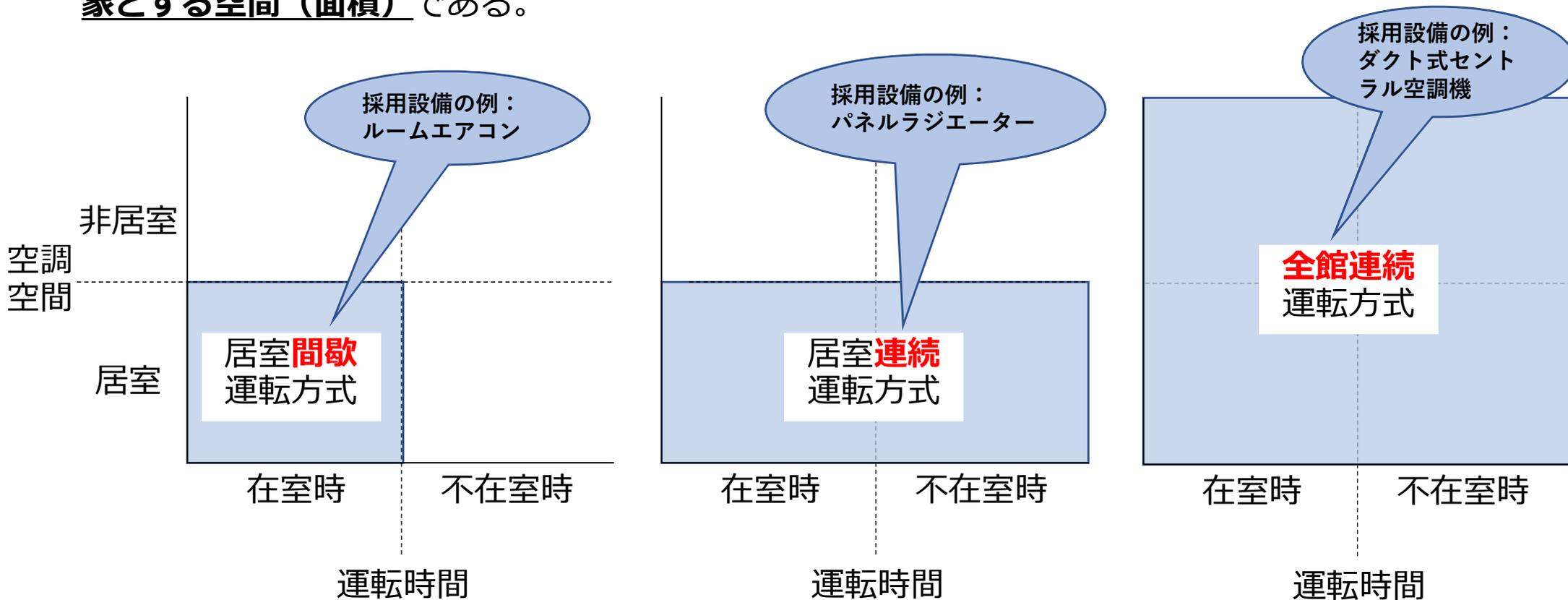
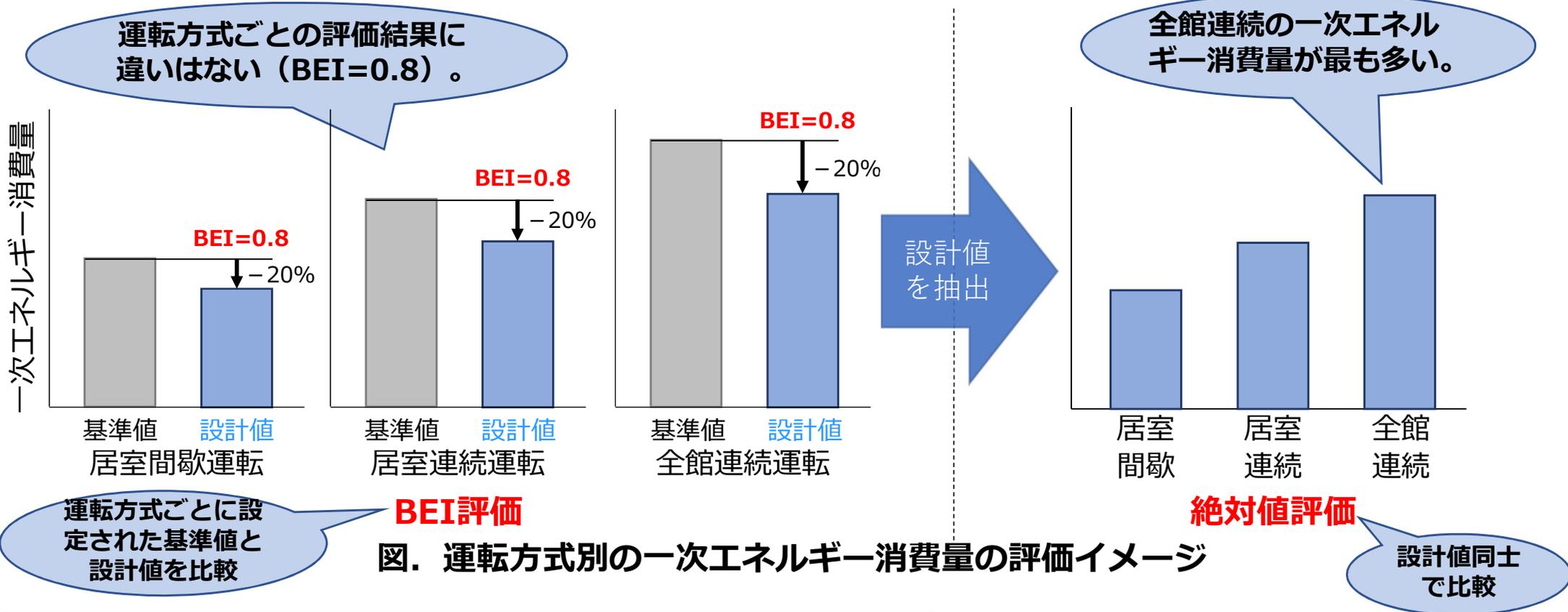


図. 各運転方式の違いの整理



## 一次エネルギー消費量評価上の課題

- 基準値に対する当該住宅のエネルギー消費量の比（BEI）の評価では、**運転方式の違いが機器の評価の良し悪しに与える影響は小さい**。一方、当該住宅のエネルギー消費量の大小のみで評価される**ZEH評価等（絶対値評価）**では、**運転方式の違いが機器効率以上にエネルギー評価に影響を与えるため、異なる運転方式を採用する機器の間で評価結果に大きな差が生じている**。



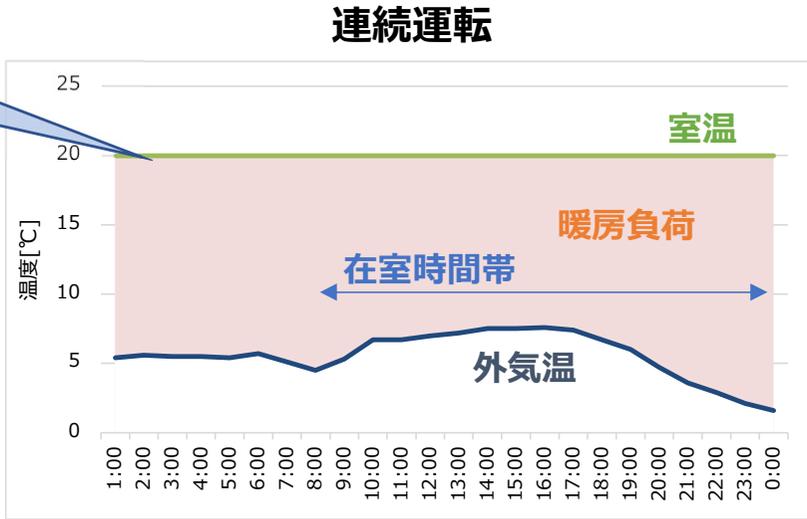
## 調査の目的

暖冷房設備の運転方式（暖冷房空間、運転時間）の**定義や考え方を再整理**し、暖冷房設備の評価検討に資する基礎資料を整備する。

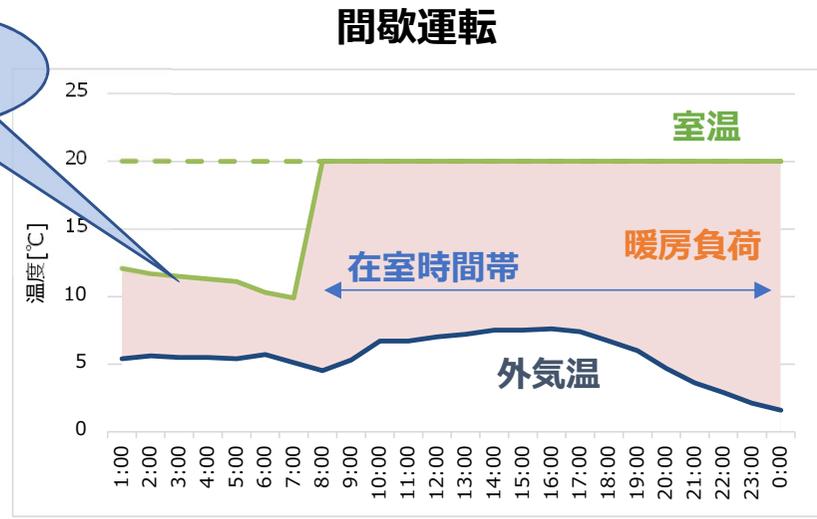
# 暖冷房時間に対する評価の統一イメージ



不在室時も  
温度をキープ  
している。

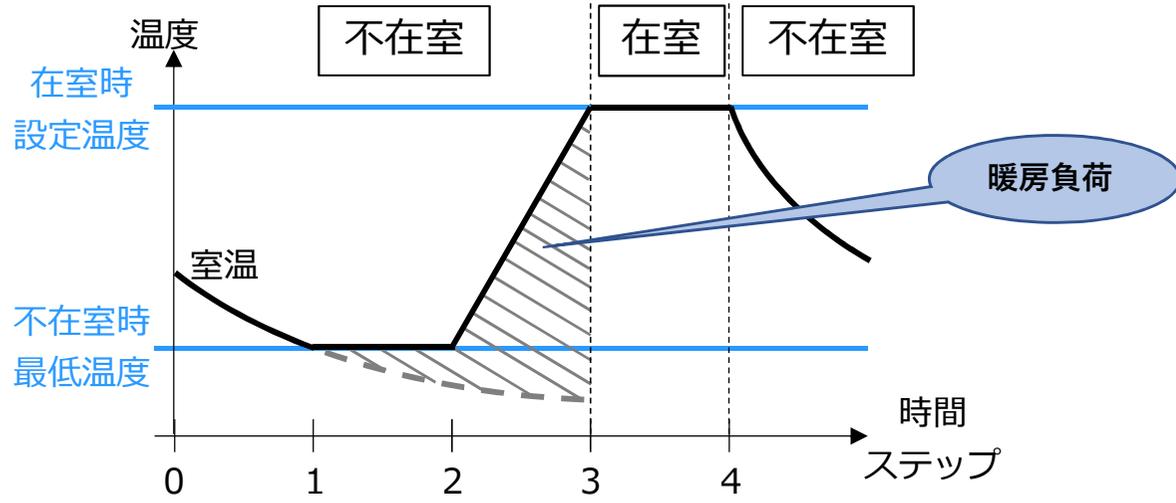


不在室時の  
温度は何°C  
でもよい。



不在室時に要求される室温（不在室時最低温度）を定義することで、2つの運転方式を統一した考え方で整理する。

- 要求される室温を満たしていない場合 ⇒ (要求される室温を満たすよう) 空調する
- 要求される室温を満たしている場合 ⇒ 空調しない

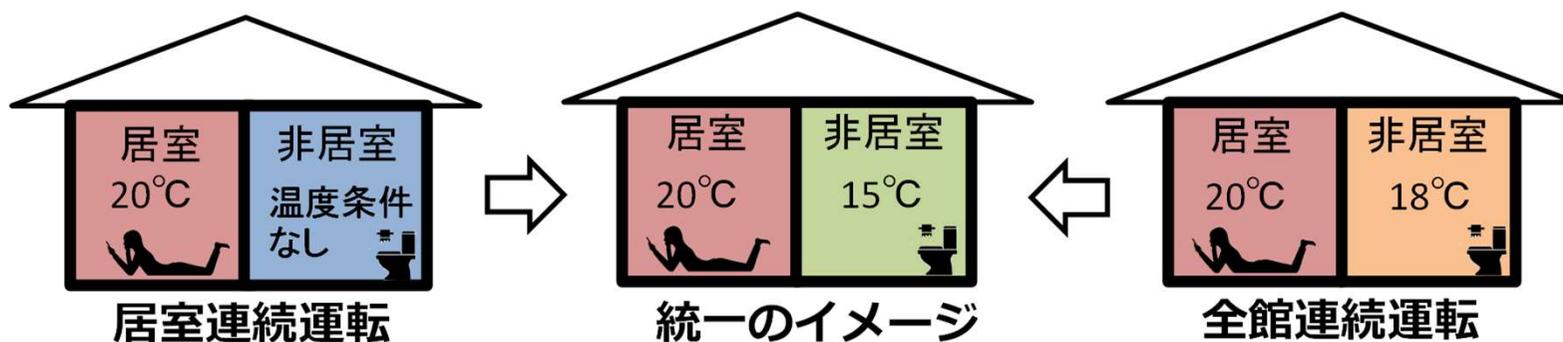




## ■ 居室連続運転と全館連続運転について

非居室に要求される室温（最低温度）を定義することで、2つの運転方式を統一した考え方で整理する。

- 要求される室温を満たしていない場合 ⇒ （要求される室温を満たすよう）空調する
- 要求される室温を満たしている場合 ⇒ 空調しない



## ■ 暖房方式の統一した最低温度のイメージ

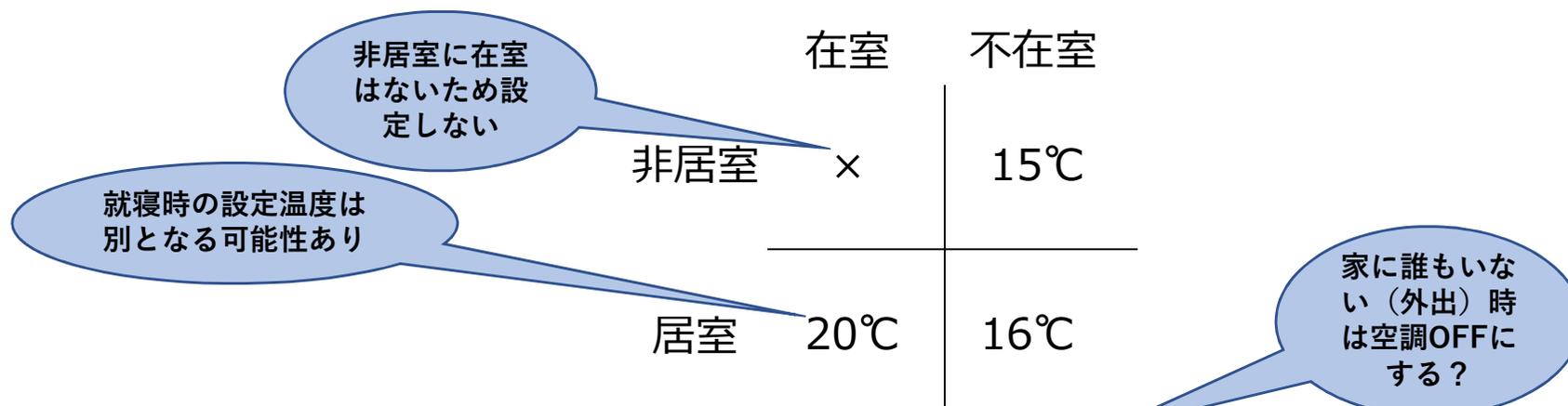


図. 統一した最低温度の設定イメージ（数値は例）



## 地方公共団体

- 太陽光発電等の創エネを導入してZEHが可能となる住宅の、創エネを除いたBEIの目標を設定したい。しかしながら、BEIの大小と、一次エネルギー消費量の大小が一致せず目標が設定しにくい。
  - 運転方式の定義や考え方を再整理することで、逆転現象は生じなくなる。

計算条件：2地域、区分A3、UA=0.34、床面積136m<sup>2</sup>

設備の種類	暖房	FF暖房機	パネラジエーター
	給湯	灯油潜熱回収型	ガス潜熱回収型給湯 温水暖房一体型
BEI		0.72	0.66
ZEHに必要な太陽光パネル容量[kW]		7.8	9.1

## 設計者・施主（居住者）



ZEHのためにはFF暖房かエアコンにしなければならない？

設備選択の制約がなくなる（若しくは小さくなる）。

パネラジエーターの全室暖房の方が温度差がなくて快適なのに…

快適な（若しくは許容される）温熱環境を確保したうえで、適切な省エネルギー性能を有する住戸が評価できるようになる。

エアコンでもパネラジエーターと運転時間は変わらないのに…

人の在不在による運転時間の長短がなくなり、運転時間、空調空間の考え方が統一された空調熱負荷で評価可能となる。



## 国・省庁

- 住宅の省エネルギー性能ラベル<sup>注)</sup>では、設計一次エネルギー消費量から目安光熱費を算出する予定となっており、運転方式の違いにより省エネルギー性能の低い住宅の目安光熱費が低く算出される可能性がある。
  - 運転方式の定義や考え方を再整理することで、適切な省エネルギー性能を示すラベルとなる。
- 住戸内の温度差が小さくなるなど、快適な温熱環境の確保を図りつつ、適切な省エネルギー性能を有する住戸普及の一助となる。

注) 「住宅の省エネ性能の光熱費表示検討委員会」で検討中

暖冷房設備の運転方式（暖冷房空間、運転時間）の定義や考え方を再整理し、暖冷房設備の評価検討に資する基礎資料の作成に必要となる①～⑨の調査を実施する。

## (イ) 対象とする暖冷房空間の整理

- ①：望ましい（許容される）熱的環境に関する調査
- ②：暖冷房設備の運転時における制御指標等（運転方法）の調査
- ③：非居室部分の熱的環境に関する調査
- ④：全館空調の種類に関する調査
- ⑤：住宅の設計プラン分析

## (ロ) 対象とする運転時間の整理

- ⑥：居室不在室時の熱的環境に関する調査
- ⑦：機器の設計思想に関する調査
- ⑧：使われ方を踏まえた運転時間や在室前の予熱運転方法の検討

## (ハ) 設計一次エネルギー消費量に与える影響の解析

- ⑨：暖冷房負荷及び設計一次エネルギー消費量に与える影響の試算



調査の実施にあたっては、以下の検討体制を構築し、議論の結果を踏まえた取り纏めを行う。

## 全体会合

- 【目的】  
担当者会議、WGの内容を報告し、全体の進捗を共有する。
- 【構成メンバー】  
国土交通省、国総研羽原氏、建研三浦氏、鈴木氏、日本大学井口助教、本事業実施担当者

主に（イ）を担当

### 熱的環境検討WG

- 【目的】  
運転方式の統一化に向けて、住宅の熱的環境の実態と最低限の熱的環境について検討する。
- 【構成メンバー候補（案）】  
**鈴木氏**、建研三浦氏、住宅設計事業者、業界団体
- 【事務局】本事業実施担当者、HEAT20

主に（ロ）を担当

### 設備機器検討WG

- 【目的】  
運転方式の統一化に向けて、機器の立ち上がり時の設計思想や想定する使われ方について検討する。
- 【構成メンバー候補（案）】  
国総研羽原氏、建研三浦氏、**日本大学井口助教**、設備機器メーカー、エネルギー供給事業者、業界団体
- 【事務局】本事業実施担当者

（イ）（ロ）（ハ）を担当

### 担当者会議

- 【目的】  
暖冷房負荷とエネルギー消費量の評価の枠組みを検討し、「熱的環境検討WG」「設備機器検討WG」で検討した与条件に基づき作成する暖冷房負荷を用いた一次エネルギー消費量の試算を行う。必要に応じて適宜有識者に参画頂き議論する。

意見・要望

意見・要望

一次エネ試算結果等を報告

一次エネ試算結果等を報告

（略記）  
国総研：国土技術政策総合研究所  
建研：建築研究所  
鈴木氏：地方独立行政法人北海道立総合研究機構理事 鈴木大隆

※**太字下線**は主査

# ①望ましい（許容される）熱的環境に関する調査



## ■調査概要

- 調査対象： 国内外の基準・規準、研究論文、書籍
- 調査方法： インターネット（Google, Google Scholar）  
論文検索サイト（J Dream）、日本建築学会アーカイブ検索
- キーワード： [共通] 温度、快適、（基準）  
[居室] 住宅  
[寝室（就寝）] 寝室、就寝または睡眠  
[非居室] 非居室、トイレ、洗面所、ヒートショック

## ■望ましい（許容される）熱的環境

期間	空間・時間	観点	熱的環境	規準・基準等、根拠資料等
暖房期	共通	健康リスク最小化	室温18℃以上	WHO Housing and Health Guidelines、 スマートウェルネス住宅推進調査委員会 など
	非居室	ヒートショック対策	作用温度10℃以上	饗場ほか：冬期住宅内の空間温度差によるヒートショックに関する研究 岩前ほか：居室温度の人体健康性におよぼす影響の検討 など
	就寝時	睡眠の質、健康への影響	快適16℃以上 最低許容温度13℃以上	今川ほか：寝室の快適温度と環境調整行動に関するフィールド調査、健康づくりのための睡眠指針（厚生労働省）など
冷房期	入眠時25-27℃ 睡眠中27-28℃		田邊ほか：温熱環境の変動が睡眠の質に与える影響の解明	



## ■ 調査概要

### ● 調査対象

A. 住宅トップランナー制度の対象事業者※：日本の過半の把握

※注文戸建年間300戸以上、建売戸建150戸以上供給する事業者

B. 外皮性能がZEH基準以上で、全館空調、温水暖房または省エネ基準の暖冷房設備に選択がない設備を主に採用している事業者：バラエティの把握

### ● 調査方法

熱的環境検討WGの委員を通じて、各委員の所属団体（一部選定）に配布

### ● 調査項目

1. 年間の住宅建設棟数と外皮性能の割合
2. 暖冷房・換気の方式（種類と機器の設置室）
3. 空調空間設計（居室・非居室間の仕切り、空調の吹出・吸込口の位置）
4. 温度制御（センサー・コントローラーの位置）
5. その他（ZEH対応上の工夫、コロナ禍前後での設計の変化）

### ● 調査期間

令和3年12月29日～令和4年1月21日（最終2/15提出あり）

### ● 回答数

57社

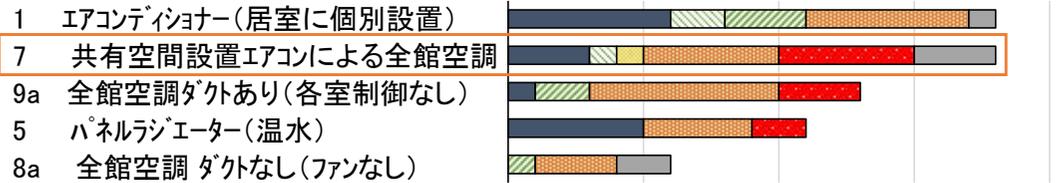
# ③⑥ 非居室・不在室の熱的環境に関する調査



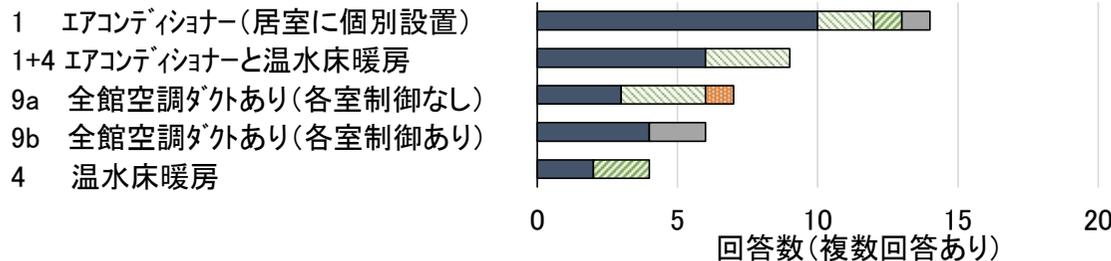
## ■ 暖房設備の種類（採用上位の5種類）

・年間150棟より供給が少ない事業者

■ 等級4 □ ZEHより良 □ G1より良 □ ZEH+より良 □ G2より良 ■ G3より良 □ 未記入

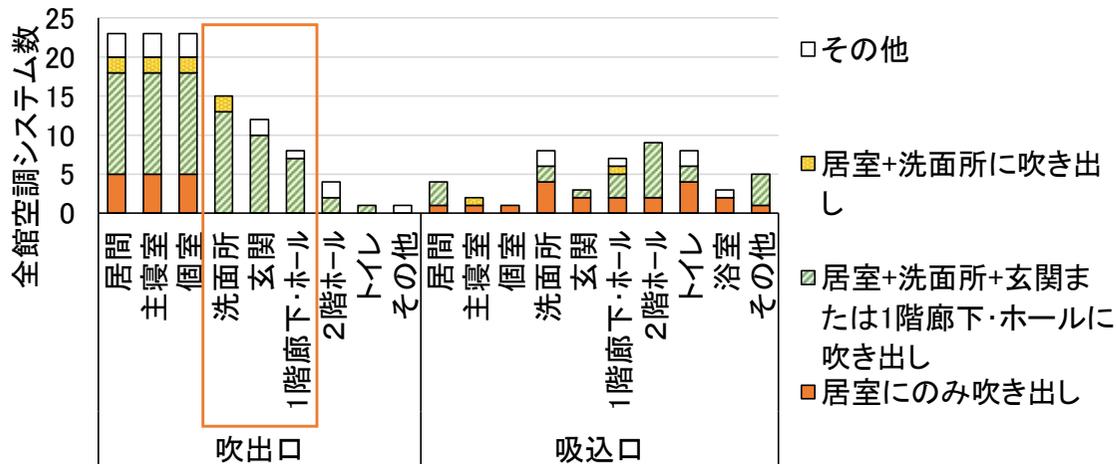


・年間150棟以上供給の事業者



・断熱性能が高い住宅で「エアコンを共用空間（居間、ホール等）に設置した全館空調」の採用が多い。

## ■ 全館空調の吹出・吸込口の設置位置



・「全館空調」では、非居室（洗面室、ホール）が空調空間になっている設計が半数

※居室に吹き出し、非居室から吸込みが省エネ基準の考え方

✓ 断熱性向上に伴って、非居室が空調空間となっている設計が増加

## ⑦機器の設計思想に関する調査



	設計思想
全館空調	<ul style="list-style-type: none"> <li>基本的には<b>連続運転を想定</b>して設計されている。最近ではVAV（可変風量システム）を導入し、室ごとに<b>間歇運転</b>ができるシステムもある。</li> <li><b>24時間365日連続運転</b>を施主に推奨している。中間期に停止することに問題はないが、換気があるため基本は<b>連続運転を想定</b>している。</li> </ul>
ルームエアコンディショナー	機器単体での運転を前提に、 <b>居室間歇運転を想定</b> している。
FF暖房機	室温制御の <b>間歇運転を想定</b> している。
電気蓄熱暖房器	-
電気ヒーター床暖房	<b>間歇運転方式を想定</b> している。
ルームエアコンディショナー付 温水床暖房機	<ul style="list-style-type: none"> <li>機器単体での運転を前提に、<b>居室間歇運転を想定</b>している。</li> <li>機器単体での運転を前提に、<b>全館連続運転・居室連続運転・居室間歇運転のすべてを想定</b>している。顧客の使い方としては、全館連続運転が主な使い方である。</li> </ul>
温水床暖房	室温制御の <b>間歇運転を想定</b> している。
パネルラジエーター	室温制御の <b>間歇運転を想定</b> している。
ファンコンベクター	室温制御の <b>間歇運転を想定</b> している。

## ② : 暖冷房設備の運転時における制御指標等（運転方法） の調査



暖房設備機器 または放熱器	吹出 位置	吸込み 位置	センサー 位置	センシング 項目	制御方法 (センシング方 法)	主な運転モード
ルームエアコンディショ ナー	室内機下部	<ul style="list-style-type: none"> <li>室内機上部</li> <li>室内機上部、下 部</li> </ul>	室内機	<ul style="list-style-type: none"> <li>室温、湿度</li> <li>人の動き、明 るさ（日射）、 壁面温度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>室温制御</li> <li>湿度制御</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>タイマー運転</li> <li>AI自動運転</li> <li>人感センサーによる控えめ運転</li> <li>エコ運転</li> <li>最低/最高室温みまもり運転</li> </ul>
FF暖房機	機器の前面	機器の背面	機器の背面	室温	室温制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>急速暖房運転</li> <li>セーブ運転機能</li> <li>微少運転</li> <li>体感温度制御機能</li> </ul>
電気蓄熱暖房器	機器の前面	機器の前面	機器の背面	室温	室温制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>蓄熱量設定</li> <li>温度設定</li> <li>風量設定</li> </ul>
電気ヒーター床暖房	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>ヒーター上面又 はヒーター下面</li> <li>なし</li> <li>リモコン</li> <li>なし</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ヒーター温度</li> <li>なし</li> <li>室温</li> <li>なし</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>温度制御</li> <li>通電率制御</li> <li>室温制御</li> <li>PTC制御</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設定温度（段階別）で設定</li> <li>タイマー運転</li> <li>エコ運転</li> </ul>
ルームエアコンディショ ナー付き温水床暖房機	床暖：- RAC：RACと同じ	床暖：- RAC：RACと同じ	リモコン	室温	室温制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>快適自動</li> <li>タイマー運転</li> </ul>
温水床暖房	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>リモコン</li> <li>戻り温水配管</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>室温</li> <li>温度</li> </ul>	室温制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>設定温度（段階別）で設定</li> <li>強/中/弱で設定</li> <li>タイマー運転</li> <li>パワフル運転</li> <li>セーブ運転</li> </ul>
パネルラジエータ	-	-	サーモバルブ	室温	室温制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>室温自動制御</li> <li>タイマー運転</li> <li>省エネ運転</li> <li>省エネタイマー運転</li> <li>エコ運転</li> </ul>
ファンコンベクター	放熱器の前面	<ul style="list-style-type: none"> <li>放熱器の背面</li> <li>放熱器の前面、 上面、側面</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>放熱器の背面</li> <li>放熱器の前面</li> </ul>	室温	室温制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>風量自動/手動</li> <li>速暖運転</li> <li>タイマー運転</li> </ul>

# ④ : 全館空調の種類に関する調査

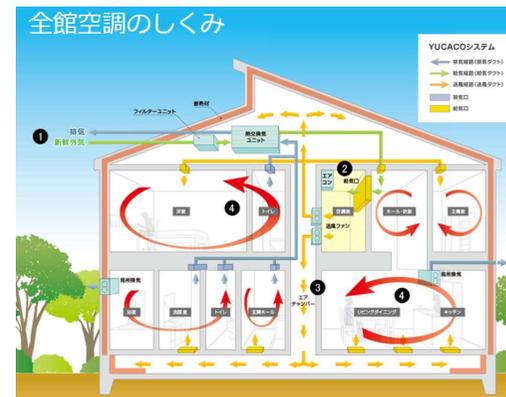


## ■ 調査項目

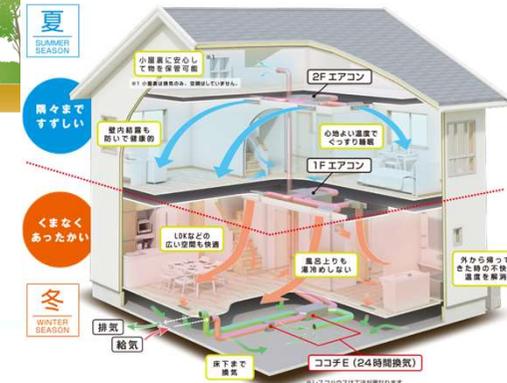
- ① 室内機 (台数と設置場所) / ② 室内への給気 (給気経路、給気方法)
- ③ 室内からの還気 (還気経路、還気方法) / ④ 換気方法 (換気種類)

No.	シリーズ名	会社名	熱源機の種類	
			全館空調専用機 (ヒートポンプ式)	ルームエアコン (壁掛け式)
1	スマートブリーズ	三井ホーム株式会社 (デンソーまたは東芝キャリアまたは自社)	○	
2	エアードリームハイブリット	住友林業株式会社	○	
3	エアリゾート	日産住設株式会社 (三菱電機)	○	
4	PARADIA(パラディア)	株式会社デンソーソリューション	○	
5	きくばり	アズビル株式会社	○	
6	エアヴェリー	株式会社 ウィザースホーム (新昭和)	○	
7	匠空調	株式会社アキュラホーム	○	
8	エアロテック	三菱地所ホーム株式会社	○	
9	各種製品の型式のみ	東芝キャリア株式会社	○	
10	エアテリア	ミサワホーム株式会社	○	
11	エアロハス	パナソニックホームズ株式会社	○	
12	Z空調	株式会社ヒノキヤグループ (株式会社日本ハウジングソリューション)	○	
13	CCF STYLE	株式会社駒匠	○	
14	快適エアリー	積水化学工業株式会社 (セキスイハイム) (メーカーは長府製作所)	○	
15	エアボレーネクスト	株式会社キムラ	○	
16	スマートエアーズ	トヨタホーム株式会社	○	
17	オンレイECO床暖システム	株式会社オンレイ	○	
18	コンフォート24	株式会社システック環境研究所	○	
19	OMX	OMソーラー株式会社	○	
20	エアシーズン	積水ハウス株式会社	○	
21	YUCACO	ヤマト住建株式会社		○
22	マッハシステム	株式会社FHアライアンス		○
23	風運時	株式会社日本アクア		○
24	スマートブリーズワン	三井ホーム株式会社 (デンソーまたは東芝キャリアまたは自社)		○
25	エコプレス®	株式会社から屋		○
26	FB工法	ホクシンハウス株式会社		○

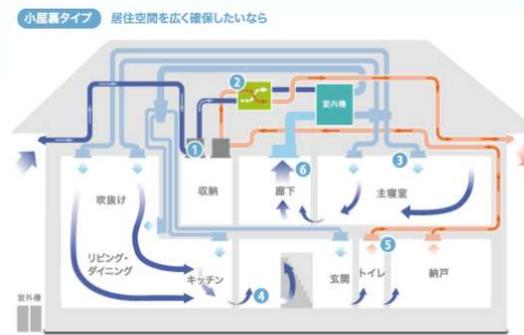
## ■ 全館空調システムの例



出所：  
<https://www.yamatojk.co.jp/yucaco/>



出所：<https://www.hinokiya.jp/z/>



出所：<https://www.with-e-home.com/technology/airvery/>



- 一室での試算例を示す。
- 室の条件および外気条件（気温・日射）、人体・照明・家電・調理の発熱量、換気量、在室時に求められる室温は下表のとおりとする。
- 計算間隔は1時間単位とする。

項目	設定内容
外気温・日射	外気温：6地域（1月2日）、日射：任意の地点
室の規模・種類	室の規模：29.81㎡の標準住戸のLDK
内部発熱（人体・照明・家電・調理）、換気量	省エネ基準の標準モデル相当
在室時に求められる室温	省エネ基準の熱負荷計算時に用いられている「20℃」とする

### A案

- 予熱運転（仮称。以下同じ）は最初の時刻は在室開始時刻に未処理負荷が出ない出力で運転し、その後は最大出力で運転すると仮定する。
- 予熱運転の開始時刻は「在室開始時刻に未処理負荷が出ない」時刻とする。

### B案

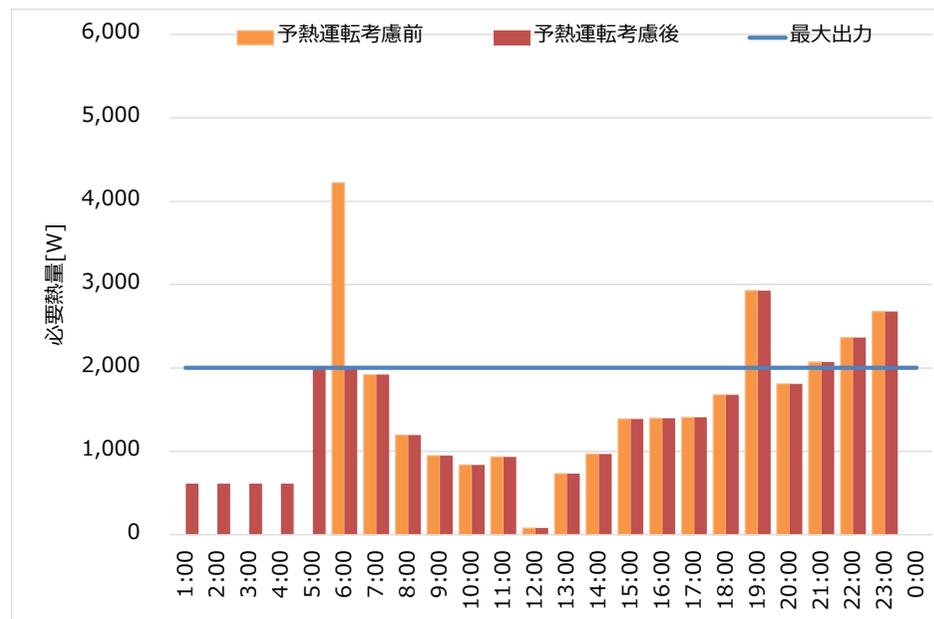
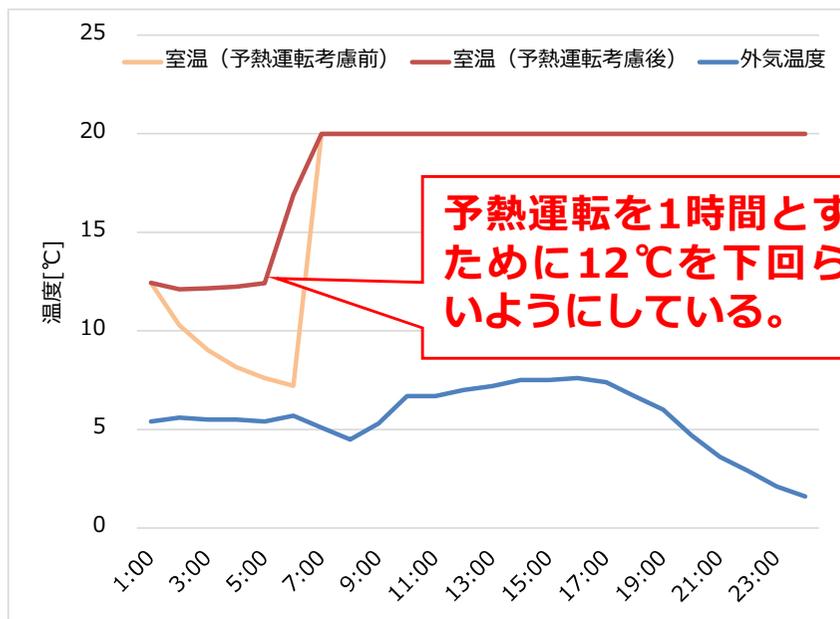
- 予熱運転時間は1時間とし、予熱運転の開始時刻までに「在室開始時刻に未処理負荷が出ない」温度を保つようにする。



# 予熱運転の試算結果（B案：基準相当の断熱性能）

- ・ 在室開始時刻を7時、予熱運転時間を1時間とした場合の例を示す。
- ・ 立ち上がり時（6時台）の未処理負荷は発生せず、0～6時台の熱負荷が約1.6kWh増加する。

## <出力の小さい機器>

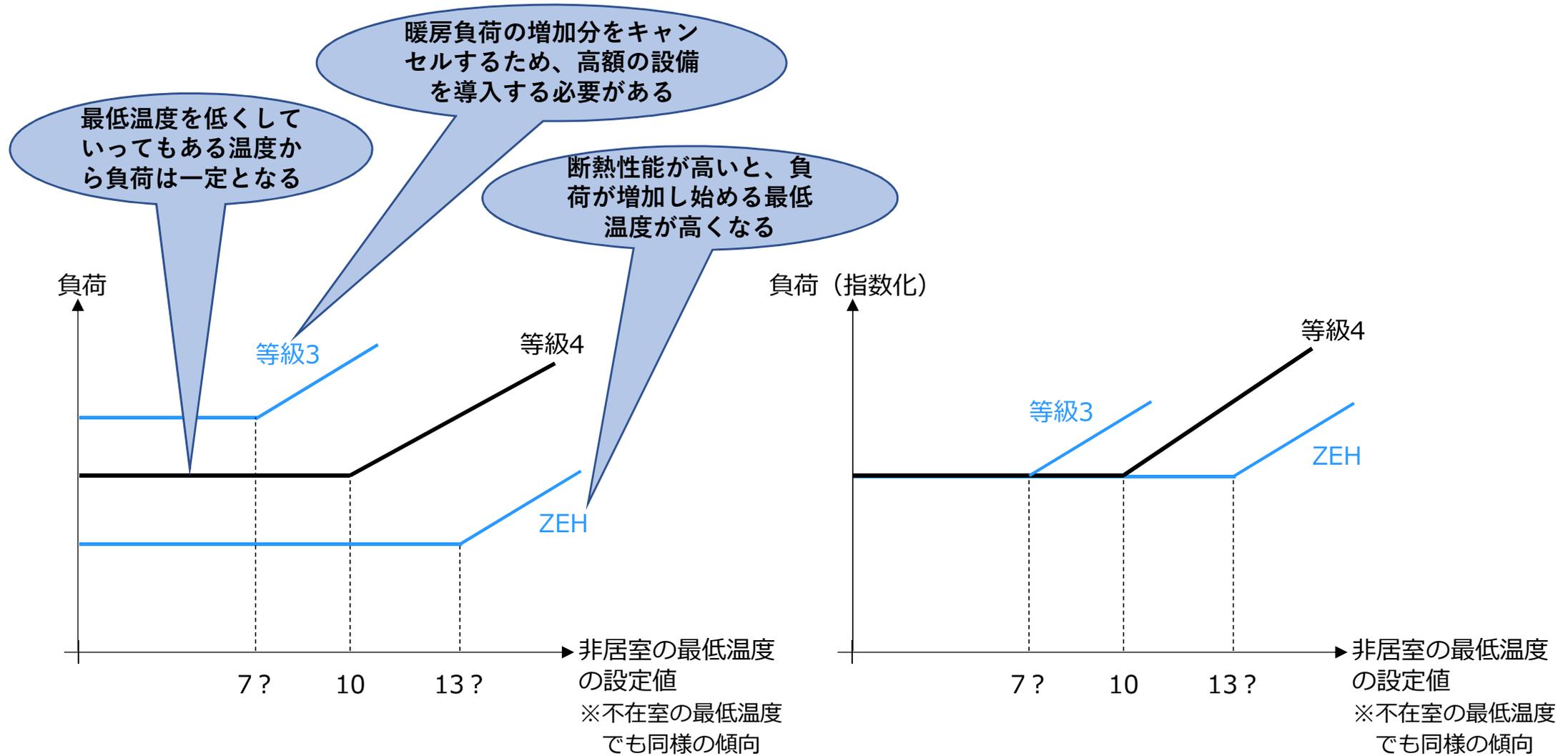


## <0～6時台の暖房負荷>

	熱負荷	うち、未処理負荷
予熱運転 <u>考慮前</u>	4,220[Wh]	2,200[Wh]
予熱運転 <u>考慮後</u>	5,836[Wh]	0[Wh]

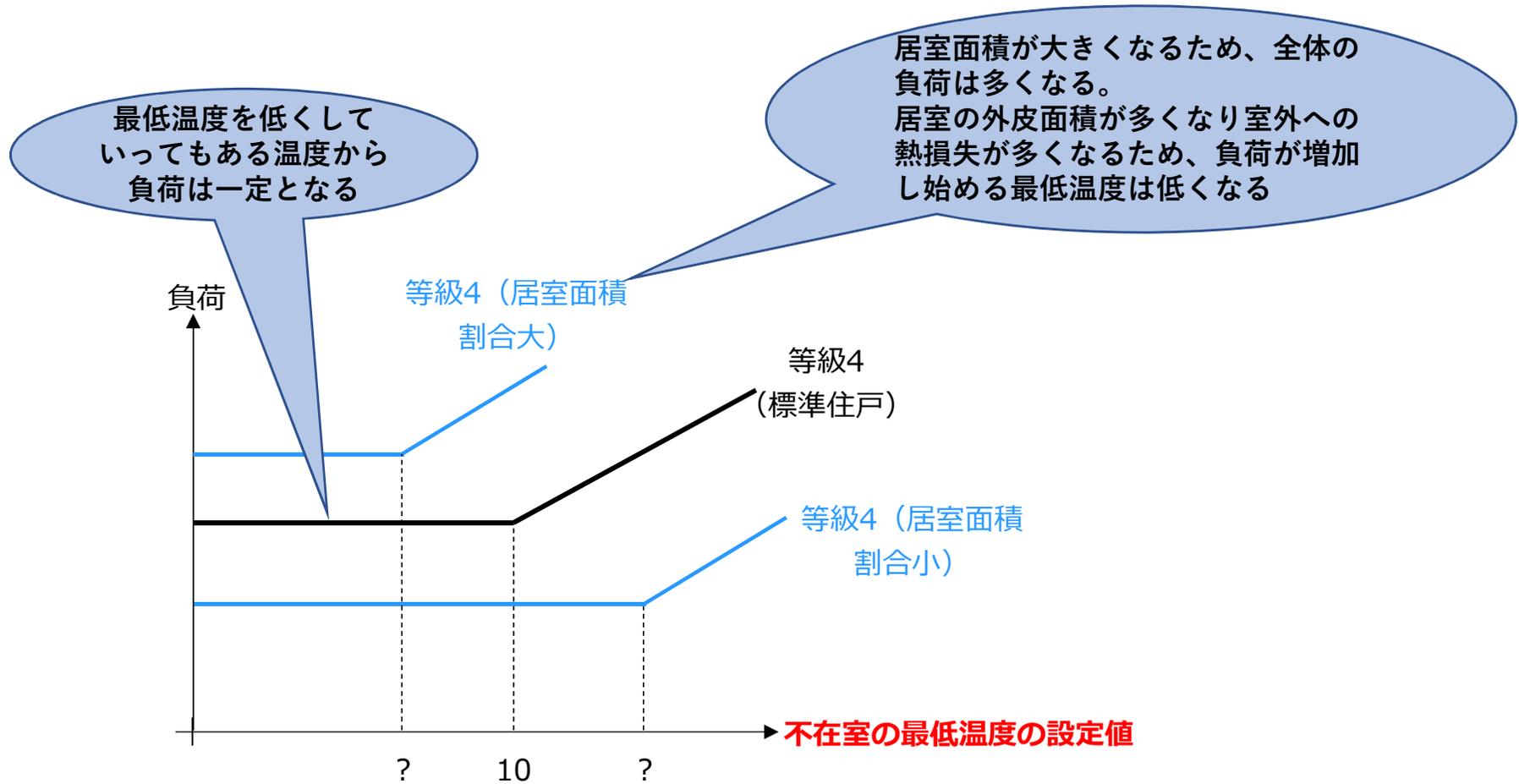


## ■断熱性能を変化させた場合





## ■居室と非居室の割合を変化させた場合（不在室の最低温度と負荷の関係）

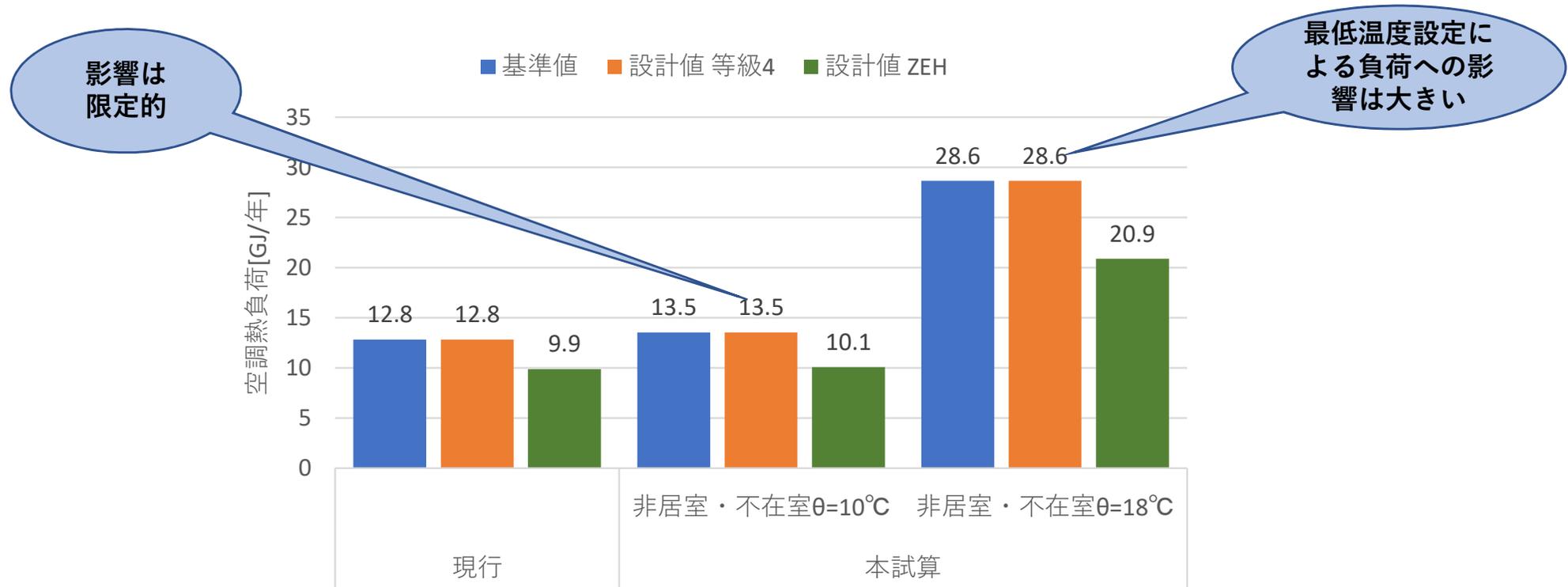




# 居室間歇運転の試算例

## 居室間歇運転

- 最低温度を設定すると**BEIは変わらない若しくは低くなる。**
- 最低温度を設定すると**空調熱負荷の絶対量は多くなる。**（ネットゼロが厳しくなる）
  - 最低温度10℃の時、**影響は限定的。**
  - 最低温度18℃の時、**基準達成が厳しくなる。**

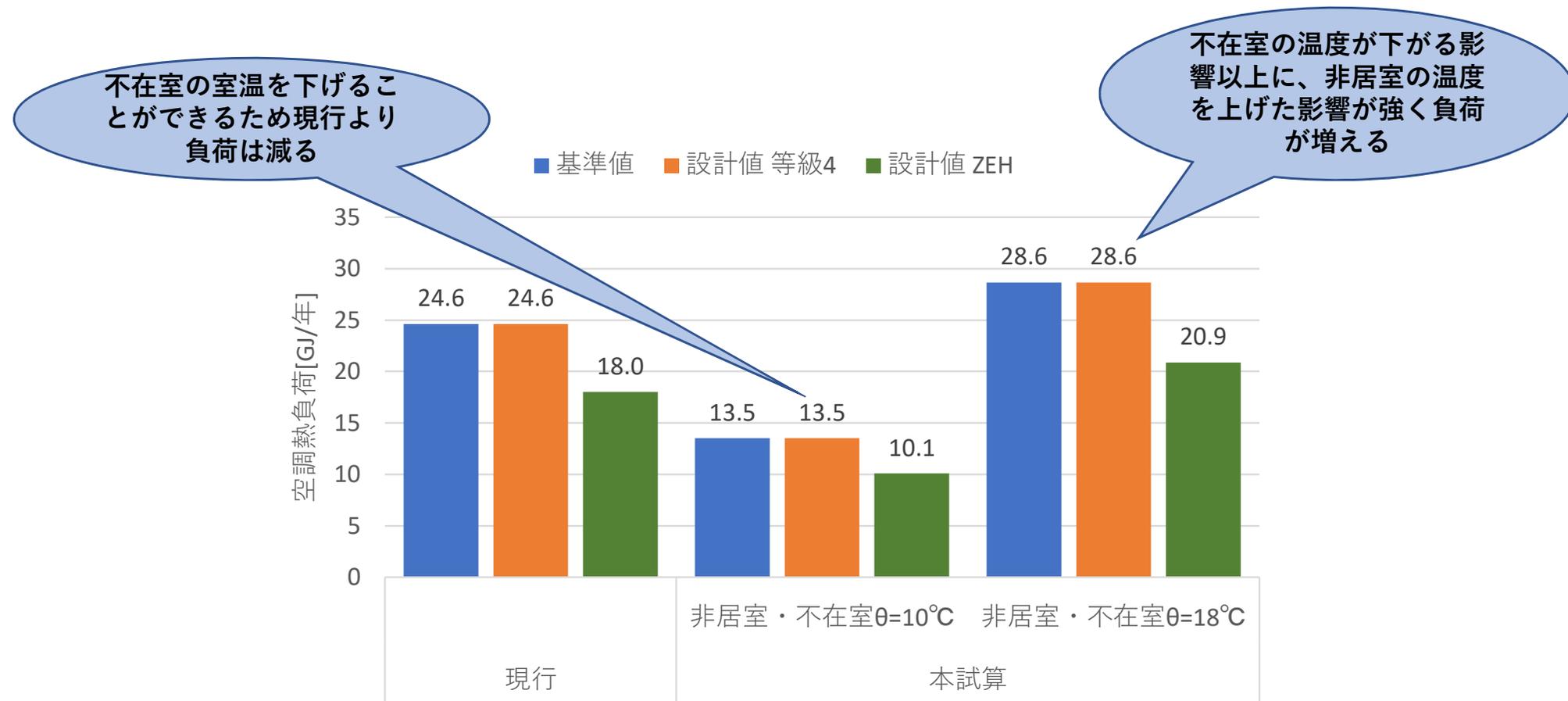


注1) 基準値は等級4を想定



## 居室連続運転

- 最低温度を設定すると**BEIは変わらない若しくは若干高くなる。**
- 最低温度の設定次第で**空調熱負荷は多くも低くもなる。**
  - 最低温度10℃の時、**基準達成が容易となる。**
  - 最低温度18℃の時、**基準達成が厳しくなる。**

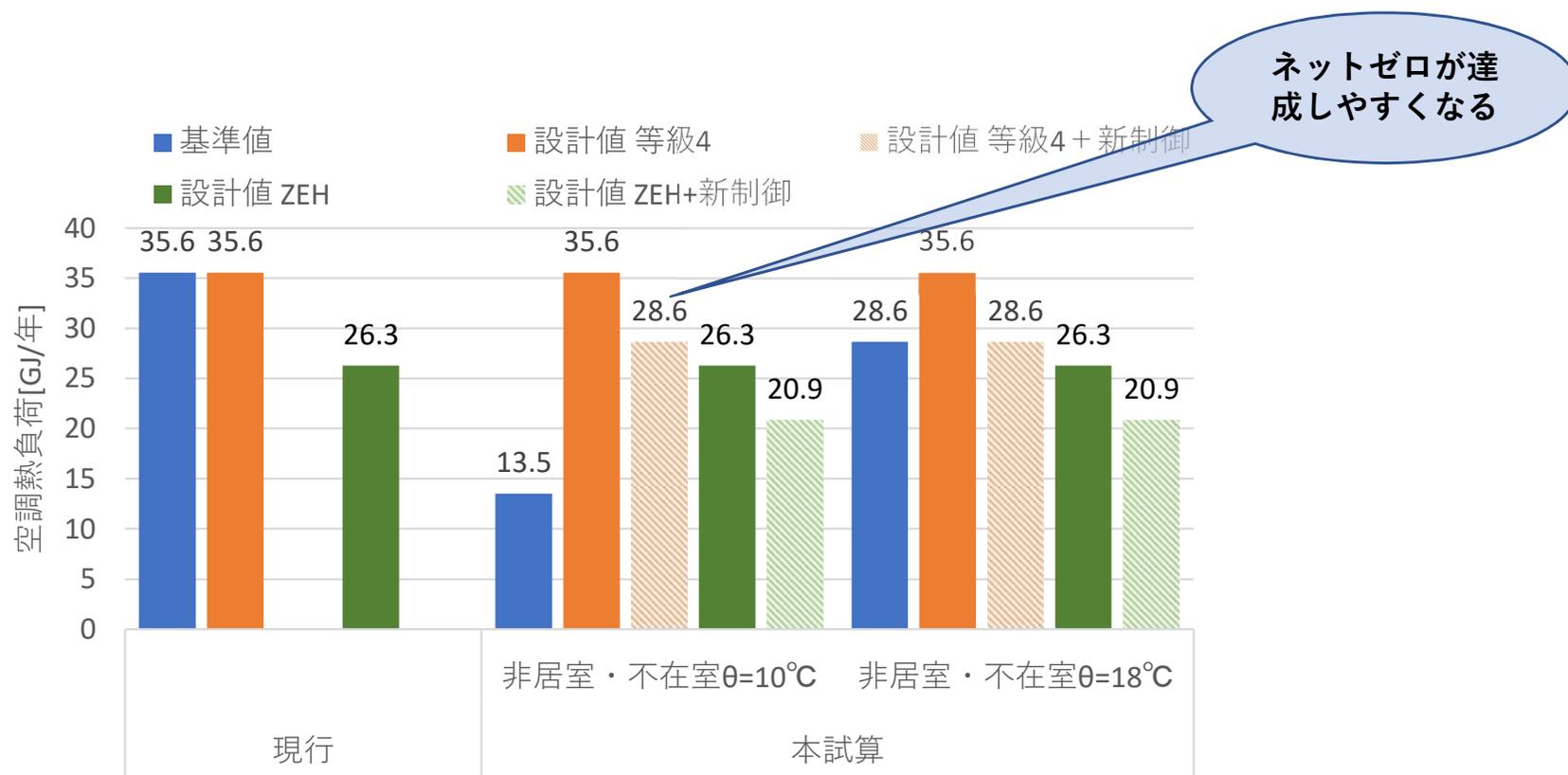


注1) 基準値は等級4を想定



## 全館連続運転

- 最低温度を設定すると**BEIは高くなる。**
- 最低温度を設定しても**空調熱負荷の絶対量は変化しない。**注2)
- 新制御の評価注3)**が可能となると、**空調熱負荷の絶対量は低くできる。**（ネットゼロが容易になる）



ネットゼロが達成しやすくなる

注1) 基準値は等級4を想定

注2) 最低温度を設定した場合でも住戸全体を $20^{\circ}\text{C}$ で空調する想定

注3) 「新制御」とは、非居室・不在室の温度を $18^{\circ}\text{C}$ にする制御をいう。



## ■今年度のまとめ

- 望ましい（許容される）熱的環境とその根拠を文献調査により把握した。
- 空調システムの種類ごとの暖冷房空間、暖房時間を実務者アンケート、居住者アンケートにより把握した。
- 暖冷房設備の制御指標等（運転方法）、全館空調システムの種類について、インターネット調査、設備機器メーカーヒアリングにより把握した。
- 予熱運転（指定時間に要求室温にするために、床暖房等を数時間前から運転）の考え方について、シミュレーション及び設備機器メーカーヒアリングにより整理した。
- 運転方式を統一した場合の暖冷房負荷に与える影響を試算し、居室不在時、非居室の最低温度を10℃に設定すると、居室間歇運転の場合、現行の暖房負荷との差が小さいことなどを確認した。

## ■今後の予定

- 暖房負荷計算の与条件の検討
- 暖房負荷計算方法の改良
- 暖冷房負荷、設計一次エネルギー消費量に与える影響の解析



<取り纏め> 暖冷房の運転方式の定義や考え方を整理  
暖冷房設備の評価法の検討に資する基礎資料の整備