

脱炭素社会の実現へ向けた  
**県有建築物  
ZEB化設計指針**



1

## ZEB化設計指針

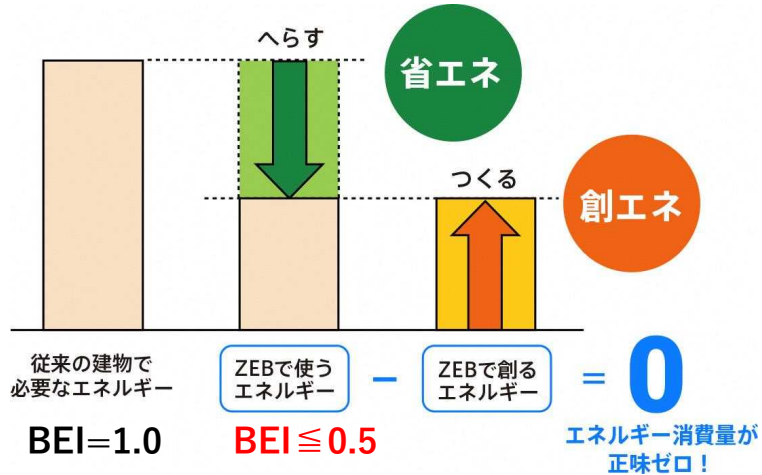
- ZEBとは？
- なぜ今ZEBに取り組むのか？
- 設計指針の必要性
- ZEB化設計指針（方針と目標）
- 活用マニュアル

2

# ZEBとは？

- Net Zero Energy Building

室内環境  
の  
質は維持

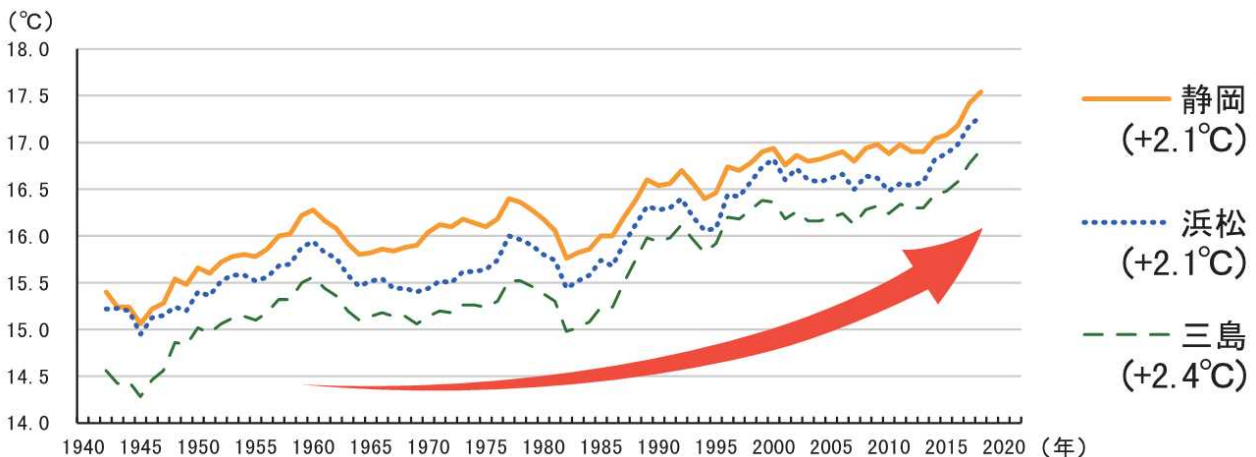


を目指した、ある一定性能以上の建築物

## なぜ今ZEBを？

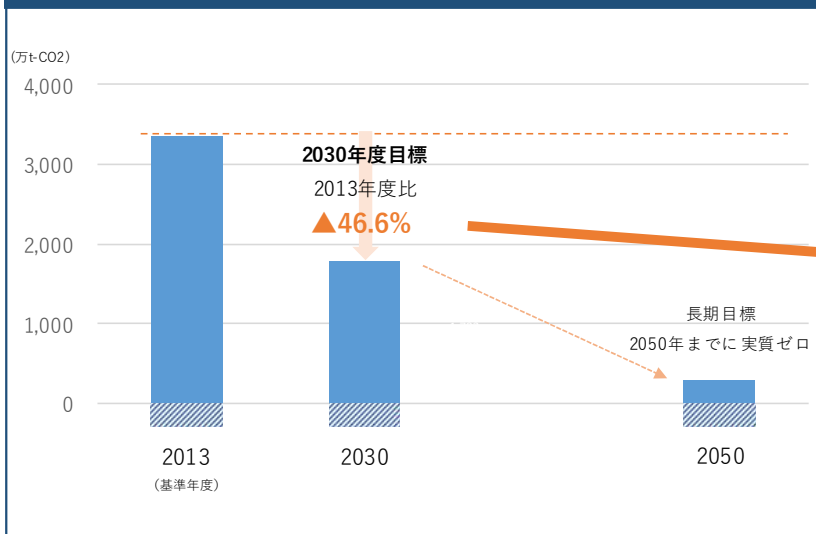
温室効果ガスを原因に  
地球温暖化が進行

本県の平均気温は  
1940年から2020年までの80年間、  
全体として上昇傾向にあり、  
5年間の移動平均で比較すると、  
2.1~2.4°C上昇しています。



# 県の方針

## 第4次静岡県地球温暖化対策実行計画



## 静岡県庁温室効果ガス削減アクションプラン

2030年度目標  
2013年度比  
**55%減**

県が率先して温室効果  
ガスの削減に取り組む

5

# ZEB化設計指針の必要性

### 【現状】

全国の都道府県に先駆けて、令和3年度から、新築は全て、ZEB化を目指した設計を開始した。一部はZEB達成できたが一部は未達成となった。

### 【課題】

ZEB達成に効果的な設計方法が不明確

県有建築物のZEB化を効率的かつ効果的に進めるため  
ZEB化設計指針を作成（令和3～4年度）

6

# 指針の構成

指針・マニュアル  
県HPに掲載中です



## 設計指針

- ・ 策定背景
- ・ 目的
- ・ 基本方針
- ・ 数値目標
- ・ CO2排出量将来推計ロードマップ

## 活用マニュアル

- ・ 目的、使い方
- ・ 設計の進め方
- ・ ZEB化手法一覧
- ・ ZEB化手法の解説
- ・ シミュレーションの概要

⇒ 設計時にマニュアルを活用し、費用対効果を考慮したZEB設計を。  
マニュアルは、設計者・監督員向けの技術的な内容。

7

# ZEB化設計指針

- ・ 2050年脱炭素社会の実現のために
- ・ 室内環境の質を維持しつつ**大幅な省エネ**
- ・ 運用段階での**継続的なエネルギー管理**
- ・ **効率的かつ効果的に実現**（コスト考慮）

8

# 基本方針

以下の3つを考慮し、

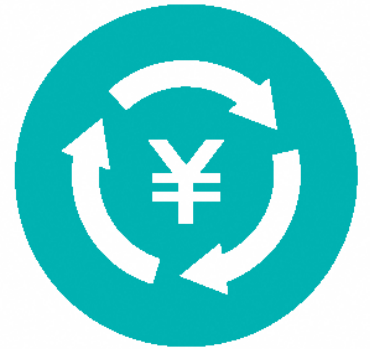
- 県有建築物5例でZEB化シミュレーション
- ZEB化に必要な仕様を整理



地域特性を活かした省エネ  
気候・立地環境・建物規模



継続した省エネ運用  
適正な設備容量・エネルギー管理

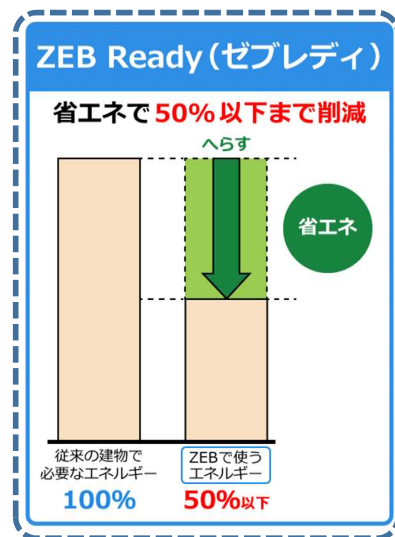
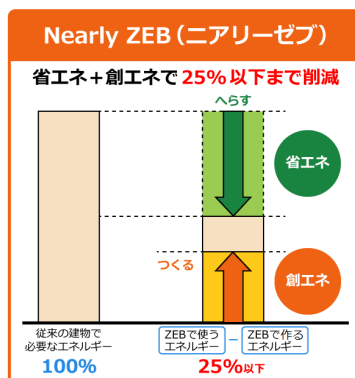
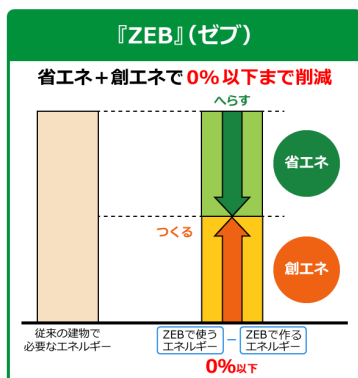


ライフサイクルコストの抑制  
工事費・維持管理費・光熱費・更新費

## 目標

新築は、原則**ZEB Ready以上** ( $BEI \leq 0.5$ )  
を達成する。

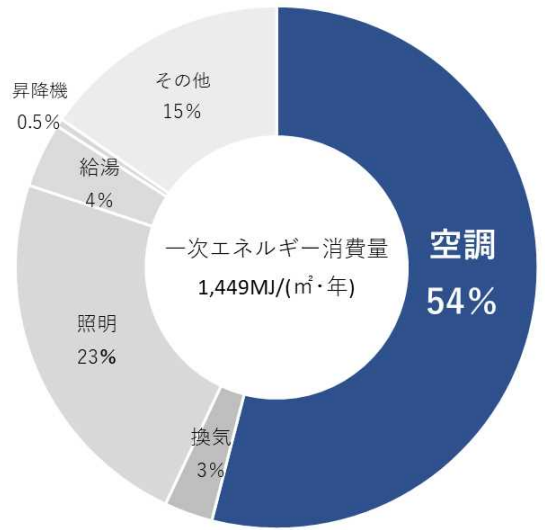
⇒原設計からBEIを約▲0.1~0.2が必要。



# ZEB化設計指針活用マニュアル

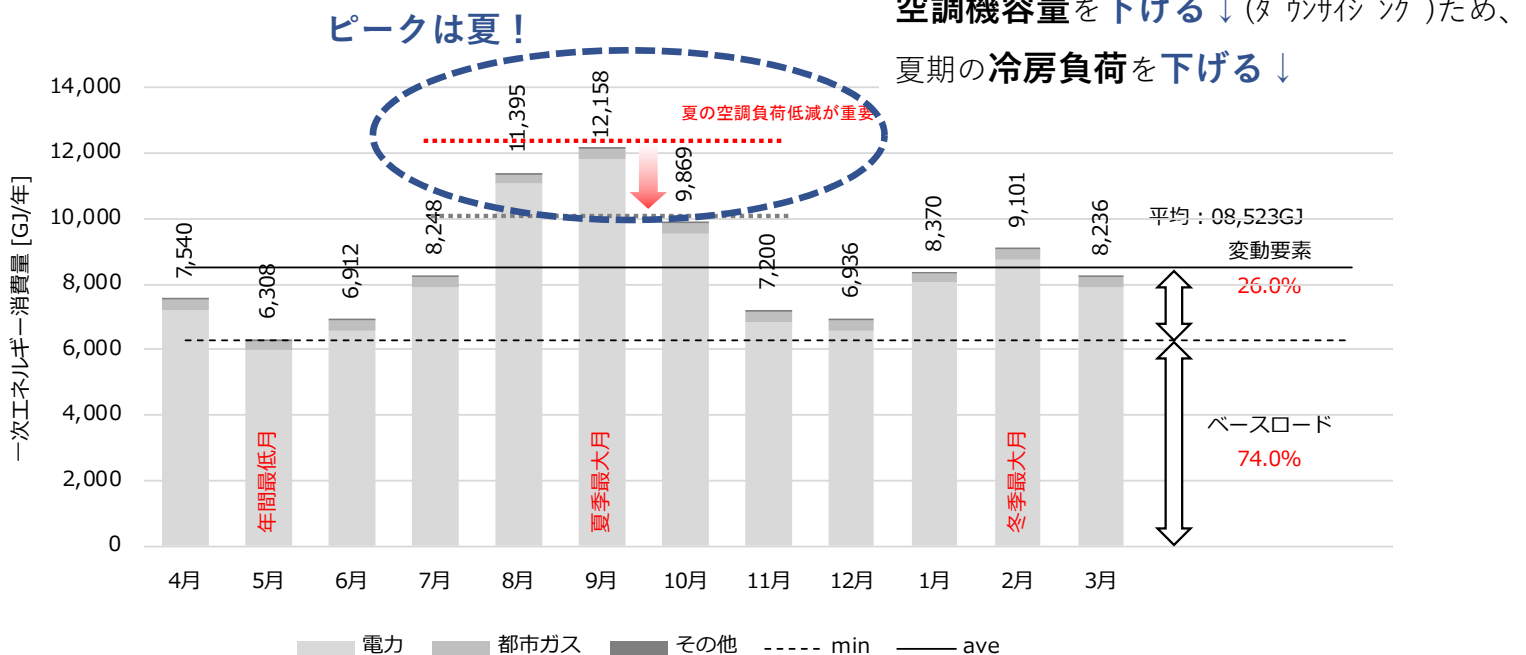
## 省エネの重点は？

一次エネルギー消費量の大部分を占める**空調**



ZEB化シミュレーションモデルにおける一次エネルギー消費量の構成事務所等平均値（基準値）

## ポイントは空調！





# ZEB化手法一覽

●：原則として導入、○：施設特性等に応じて導入

赤字：運用時省エネ手法（未評価技術）

区分	ZEB化手法	内 容	目的区分			→ アウトプット	
			負 荷 低 減	高 効 率 化	制 御 ・ 他	空調 負 荷 計 算	省エネ 計 算 (標準入力)
建築計画 の検討 (省エネ +快適)	1 室内環境の目標	温熱、空気質					
	2 気象条件の把握と活用	計画地の気象条件の調査・把握					
	3 建築計画の工夫	東西に長い建物形状（南北に長い場合は東西日射を避け）	○			構造体・ガラス	C1 共通条件
		コアや非空調室を東西南面に配置	○			構造体・ガラス	C1 共通条件
	4 自然換気	中間期の卓越風を活かした風力換気	●			-	-
		自然換気システム(煙突効果、自動開閉窓、換気有効ランプ等)	○			-	-
5 自然採光	窓配置による自然採光（北面採光等）	○			-	-	
	自然採光システム(ライトシェルフ等と照明制御の併用)	○			-	-	

# ZEB化手法一覽

●：原則として導入、○：施設特性等に応じて導入

赤字：運用時省エネ手法（未評価技術）

区分	ZEB化手法	内 容	目的区分			→ アウトプット	
			負 荷 低 減	高 効 率 化	制 御 ・ 他	空調 負 荷 計 算	省エネ 計 算 (標準入力)
空調設備 容量の ダウン サイジング	6 空調負荷計算	各負荷を適正に算出し、空調機容量を最適化	●				
	7 高断熱化	屋根断熱（熱貫流率：0.5W/(m <sup>2</sup> ・K)以下)	●			構造体	C2 空調和
		外壁断熱（熱貫流率：0.7W/(m <sup>2</sup> ・K)以下)	●			構造体	C2 空調和
		床断熱（熱貫流率：0.4W/(m <sup>2</sup> ・K)以下)	●			構造体	C2 空調和
		北面：複層ガラス（熱貫流率：3.3W/(m <sup>2</sup> ・K)以下)	●			構造体	C2 空調和
		東西南面：Low-E複層 ガラス（熱貫流率：2.6W/(m <sup>2</sup> ・K)以下)	●			構造体	C2 空調和
	8 日射制御	北面：複層ガラス（日射熱取得率：0.79以下）+ブラインド等	●			ガラス面日射	C2 空調和
		東西南面：Low-E複層ガラス（日射熱取得率：0.4以下）+ブラインド等	●			ガラス面日射	C2 空調和
		東西南面：庇、ルーバー等	●			ガラス面日射	C2 空調和
		窓面積率30%以下	○			ガラス面日射	C2 空調和
	9 設計条件の最適化	照明負荷：10W/m <sup>2</sup> 程度（事務室等）	●			室内	C2 空調和
		機器発熱負荷：20W/m <sup>2</sup> 程度（事務室等）	●			室内	C2 空調和
		適切な換気量の設定				室内	C2 空調和
		個別空調かつ天井カセット型の場合は、ダクト余裕係数：1.0	●			外気	C2 空調和
	10 全熱交換器付換気扇	個別空調の場合は、送風機負荷係数：1.0	●			室内	C2 空調和
		空調対象室には全熱交換器付換気扇	●			外気	C2 空調和
自動換気切替機能（中間期バイパス運転）				●	-	-	
手元リモコン個別操作+集中リモコン遠方管理				●	-	-	
24H換気設備の不在時弱運転切り替え制御				●	-	-	



# ZEB化手法一覧

●：原則として導入、○：施設特性等に応じて導入

赤字：運用時省エネ手法（未評価技術）

区分	ZEB化手法	内 容	目的区分			→ アウトプット		
			負 荷 低 減	高 効 率 化	制 御 ・ 他	空調 負 荷 計 算	省エネ 計 算 (標準入力)	
設備の 高効率化 と制御	11 中央熱源方式 熱源の高効率化	高効率な機種		●		-	C2 空気調和	
		台数制御			●	-	C2 空気調和	
		インバータ制御（回転数制御）			●	-	C2 空気調和	
		大温度差送水制御（温度差10°C程度）			●	-	C2 空気調和	
		高効率モータ（ポンプ容量が小さい場合は除く）		○		-	-	
		変流量制御			○	-	-	
	12 中央熱源方式 空調機の高効率化	出力0.75kw以上の場合は高効率電動機			●		-	C2 空気調和
		風量制御方式は、回転数制御（インバータ制御）			●		-	C2 空気調和
		空調ゾーン毎に変風量ユニット（VAV）			●		-	C2 空気調和
		予熱時外気取り入れ停止（ウォームアップ制御）			●		-	C2 空気調和
		外気冷房制御			●		-	C2 空気調和
		全熱交換器＋自動換気切替機能			●		外気	-
	13 個別熱源方式 熱源・空調機の高効率化	ビルマルは効率の高い冷暖切替機種（冷暖同時供給無）			●		-	C2 空気調和
		ビルマルの室外機容量は当該系統ピーク時間の負荷合計値で選定	●			-	C2 空気調和	
		室外機置場は空調対象室に近い場所に計画	●			-	C2 空気調和	
		廊下と居室は、室外機を別系統で計画	●			-	C2 空気調和	
		室内機は天井カセット型			●		-	C2 空気調和
		手元リモコン個別操作＋集中リモコン遠方管理			●		-	-
	14 換気システムの高効率化	出力0.75kw以上の場合は高効率電動機を採用			●		-	C3 機械換気
		出力0.75kw以上の場合は風量調整用インバータ付き			●		-	C3 機械換気
天井換気扇等の小型機器はDCブラシレスモータ				●		-	C3 機械換気	
熱除去が必要な電気室等は送風量制御（温度制御）				●		-	C3 機械換気	
	空調機械室には単独の機械換気設備は設けない		○			-	C3 機械換気	
15 CO2濃度による外気量制御	全熱交換器付換気扇はCO2センサー付き			●		-	-	

17

# ZEB化手法一覧

●：原則として導入、○：施設特性等に応じて導入

赤字：運用時省エネ手法（未評価技術）

区分	ZEB化手法	内 容	目的区分			→ アウトプット		
			負 荷 低 減	高 効 率 化	制 御 ・ 他	空調 負 荷 計 算	省エネ 計 算 (標準入力)	
設備の 高効率化 と制御	16 照度条件の最適化	全てLED照明		●		室内	C4 照明	
		照度は居室：500lx程度（事務室等）、廊下：100lx程度	●			室内	C4 照明	
		省エネ計算において室指数を入力			●	-	C4 照明	
	17 照明システムの制御	在室検知制御			●	-	C4 照明	
		明るさ検知制御			●	-	C4 照明	
		タイムスケジュール制御			●	-	C4 照明	
		初期照度補正機能			●	-	C4 照明	
	18 照明ゾーニングの工夫	必要箇所のみ点灯・調光できる照明計画			●	-	-	
	19 給湯システムの高効率化	給湯量：大、日変動湯量：小の場合は、ヒートポンプ給湯機			●		-	C5 給湯
		洗面等には自動給湯栓		●		-	C5 給湯	
		浴室には節湯シャワーヘッド（節湯B1）		●		-	C5 給湯	
		給湯配管の保温		●		-	C5 給湯	
	20 昇降機の高効率化	VVVF制御方式・ギアレス巻上機			●		-	C6 昇降機
		かご内照明はLED照明			●		-	-
		かご内照明・空調の不使用时停止制御			●		-	-
		複数台設置する場合は、夜間・休日の間引き運転制御			●		-	-

18

# ZEB化手法一覽

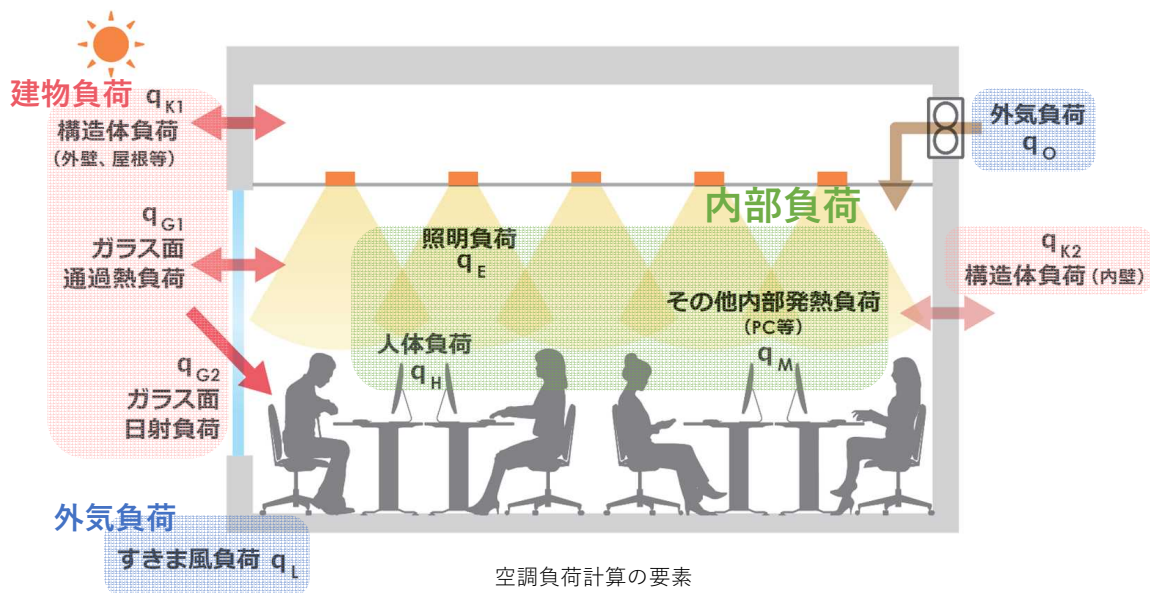
●：原則として導入、○：施設特性等に応じて導入  
赤字：運用時省エネ手法（未評価技術）

区分	ZEB化手法	内 容	目的区分			→ アウトプット	
			負 荷 低 減	高 効 率 化	制 御 ・ 他	空調 負 荷 計 算	省エネ 計 算 (標準入力)
運用時の省エネ	21 運用時省エネ手法 (未評価技術)	当該手法の中から1つ以上（上記15及び18の手法除く。）を採用		●		-	-
再生可能 エネ導入	22 太陽光発電設備	より多くの太陽光発電設備を計画			●	-	C7太陽光
		建築対応（架台基礎設置、防水仕様、耐荷重計算） 設備対応（受変電設備への配管、受変電設備に逆潮流レレー・予備ブレーカー設置）			●	-	-
エネルギー 管理	23 計量の細分化と 自動計量の導入	省エネ計算の設備区分でエネルギー使用量を計測・収集 計測単位は60分単位			●	-	-
		運用時評価項目は設計者が施設管理者と協議して計画			●	-	-
	24 設計意図伝達	エネルギー管理に関する管理目標等を定めた資料を作成			●	-	-

## No 6 空調機容量のダウンサイジング

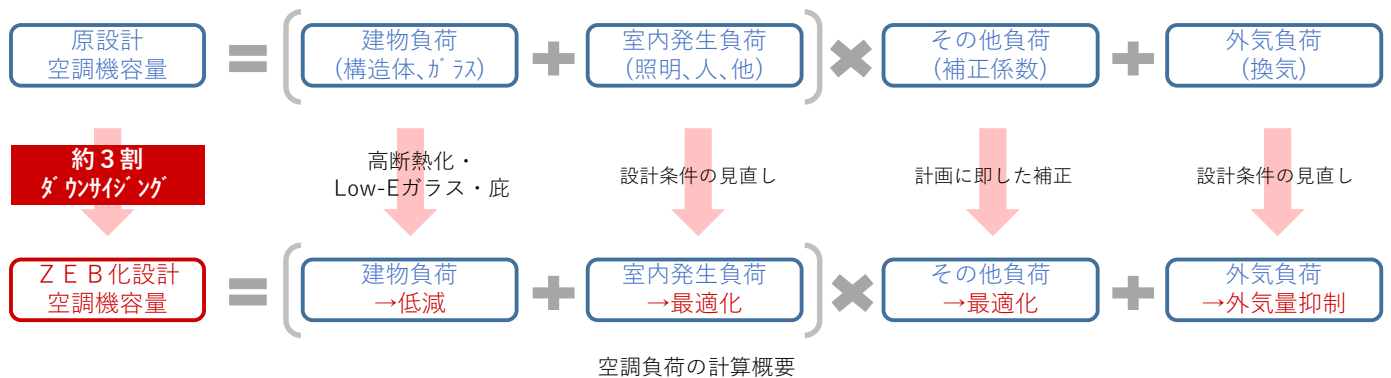
### 空調負荷計算

- ・ **負荷計算**により空調負荷を算出し、それに**見合った容量の空調機器を選定**する



## 空調負荷計算

- 各負荷を適切に見直し、**空調機容量を最適化（ダウンサイジング）**することにより、**空調一次エネルギー消費量を削減**できる
- ダウンサイジングすることで、その後の**ライフサイクルコストも低減**できる



## 高断熱化（構造体負荷、ガラス面日射負荷）

- ZEB Ready達成のため、**コストを考慮した最低限の仕様を提示**
- 地域区分5地域**では、冬季の室内外温度差が他地域より大きくなるため、特に開口部が多い建物等の場合は**快適性を考慮し、より高い断熱仕様を検討することが望ましい**

部位	熱貫流率 W/(m <sup>2</sup> ・K)	ZEB化シミュレーションでの採用仕様（参考）			
		材質	厚さ	熱伝導率 W/(m・K)	
断熱	屋根	0.5	吹付け硬質ウレタンフォームA種1※1	50mm	0.034
	外壁	0.7	押出法ポリエチレンフォーム保温板3種	30mm	0.028
	床	0.4	押出法ポリエチレンフォーム保温板3種	50mm	0.028
開口部 ※2	北面居室	3.3	複層ガラス	中空層6mm	—
	東西南面居室	2.6	LoW-E複層ガラス	中空層6mm	—

## 日射制御 (ガラス面日射負荷)

- ・日射熱取得率、庇の有無、室内ブラインドの有無は以下の仕様を基本とする
- ・窓面積率は以下の率を参考とする

区分	材質	熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> ・K)]	日射熱 取得率 [%]	庇	室内 ブラインド	窓 面積率※ [%]
北面居室	複層ガラス	3.3	0.79	無	有	30
東西南面居室	Low-E複層ガラス(遮熱型)	2.6	0.4	有	有	30

- ・ パッシブデザイン (断熱性能向上、日射遮蔽) による効果のみを反映し、空調機の再選定を行った結果、空調機容量は平均10%程度低減できた

23

## 設計条件の最適化 (室内発生負荷・外気負荷・その他負荷)

室内発生負荷 (照明負荷・その他内部発熱負荷)

建物用途	代表室	照明負荷 [W/m <sup>2</sup> ]		その他内部発熱負荷 <sup>※2</sup> [W/m <sup>2</sup> ]	
		Z E B化手法	(参考)原設計	Z E B化手法	(参考)原設計
事務所等	事務室	10	14	20	30
	会議室	10	10	20	30
	廊下	0	2	0	15
学校等	事務室	10	10	20	20
	教室	10	10	20	20

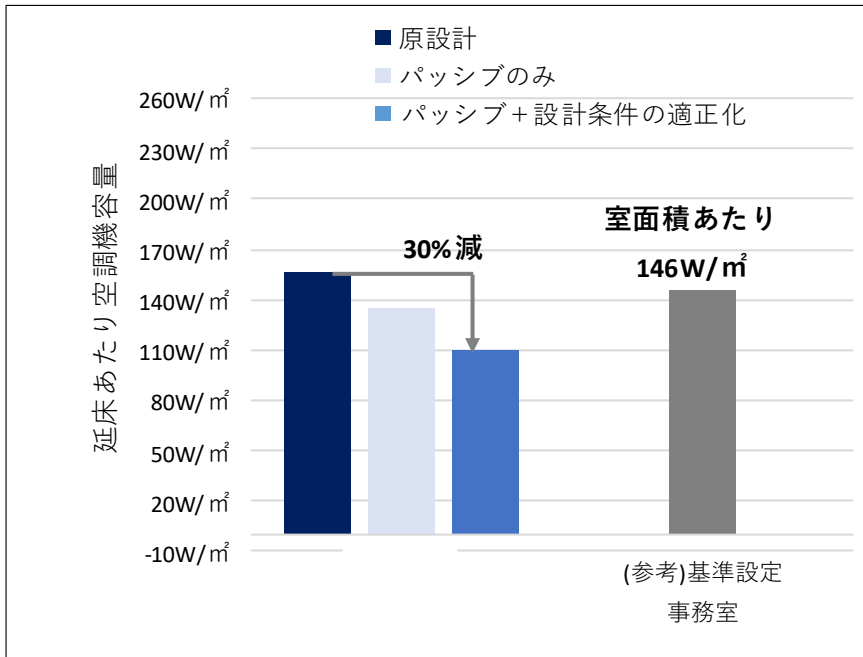
照明のLED化・照度見直し

OA機器の省エネ化

人員0.2人/m <sup>2</sup>				
	単位発熱量	台数	発熱量合計	備考
PC	50W/台	18	900W	
サブモニター	15W/台	18	270W	
タブレット・スマホ	10W/台	18	180W	
タスク照明	10W/台	18	180W	
コピー機	100W/台	1	100W	待機時
ルーター等	20W/台	1	20W	
合計			1650W	
室面積	84m <sup>2</sup>	→	19.6W/m <sup>2</sup>	

24

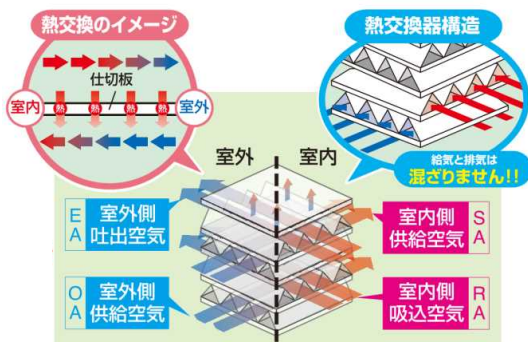
## 設計条件の最適化 (室内発生負荷・外気負荷・その他負荷)



空調機容量低減効果の例

## 全熱交換器付換気扇 (外気負荷)

外気負荷の低減 ⇒ 全熱交換器付換気扇の採用



全熱交換器付換気扇の効果例

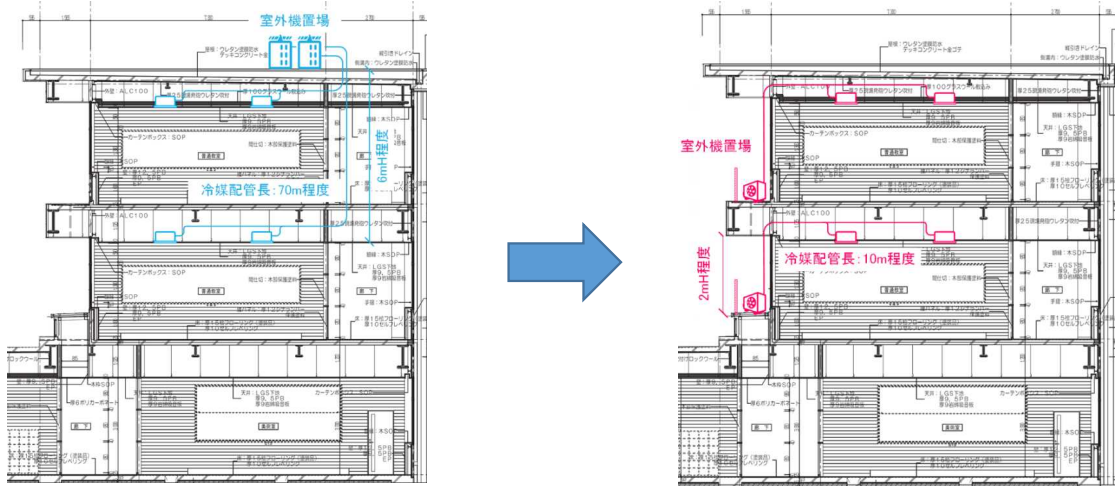
区分	原設計		原設計+HEX		ZEB仕様	
	普通教室	その他	普通教室	その他	普通教室	その他
空調負荷計算条件	基準換気量 [m <sup>3</sup> /(h・人)]	20	15~20	20	20	20
	換気方法	窓開け	HEX	HEX	HEX	HEX
24時間換気分は便所換気扇にて誘引						
一次エネルギー消費量 [MJ]/(m <sup>2</sup> ・年)]	空調	274		279		245
	換気		11		11	
合計		285		290		256

▲10%削減

## 個別熱源方式 熱源・空調機の高効率化

室外機置場はできるだけ負荷に近い場所に

$$\text{室外機の必要能力} = (\text{同系統の空調負荷計}) \div (\text{a. 室外温度条件による補正係数}) \div (\text{b. 冷媒配管距離による補正係数}) \div (\text{c. 室外高低差による補正係数})$$



## 個別熱源方式 熱源・空調機の高効率化

ビルマルよりパッケージの方が高効率

COPの例

ビルマル 冷暖切替タイプ (最高効率仕様)

		A社	B社	C社	平均
28kW	冷却	3.30	3.42	3.89	3.54
	加熱	4.10	3.94	4.30	4.11
45kW	冷却	3.60	3.95	3.95	3.83
	加熱	4.20	4.31	4.67	4.39
67kW	冷却	3.35	3.58	4.01	3.65
	加熱	3.76	3.46	4.26	3.83

基準仕様(BE1 1.0)のCOP

↓  
3.24

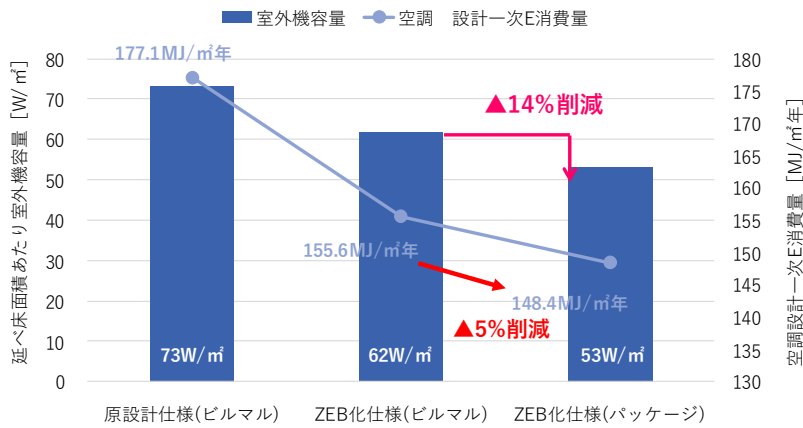
パッケージ

		A社	B社	C社	平均
3.6kW	冷却	5.03	5.85	5.65	5.51
4.0kW	加熱	5.08	5.67	5.67	5.47
7.1kW	冷却	4.47	4.08	4.01	4.19
8.0kW	加熱	4.97	4.42	4.52	4.64

# 個別熱源方式 熱源・空調機の高効率化

## 削減効果

- ・ 室外機置場の工夫
- ・ ビルマル ⇒ パッケージ



## 空調負荷の低減効果

【原設計仕様 (BEI=0.86)】

空調負荷の要因	主な仕様例
1.建物負荷	構造体 (熱貫流率) 屋根: 吹付け硬質ウレタン-A A種 125mm (0.9W/m <sup>2</sup> K) 壁: 吹付け硬質ウレタン-A A種 125mm (0.9W/m <sup>2</sup> K)
	ガラス面 (日射取得率) 単層ガラス (0.88) 庇: 有
2.室内発生負荷	照明: 14W/m <sup>2</sup>
	人体: 事務所: 0.2人/m <sup>2</sup> 程度
	機器: 30W/m <sup>2</sup>
3.外気負荷	基準換気量: 30 m <sup>3</sup> /h 人 全熱交換器付換気扇: 有
4.その他	間欠空調補正係数: 1.1 ダクト熱損失補正係数: 1.1 送風機負荷による補正係数: 1.05

【ZEB化仕様 (BEI=0.48)】

空調負荷の要因	主な仕様例
1.建物負荷	構造体 (熱貫流率) 屋根: 吹付け硬質ウレタン-A A種 150mm (0.5W/m <sup>2</sup> K) 壁: 吹付け硬質ウレタン-A A種 130mm (0.3W/m <sup>2</sup> K)
	ガラス面 (日射取得率) 北面: 複層ガラス (0.79)、 東西南面: Low-e (0.40) 庇: 有
2.室内発生負荷	照明: 10W/m <sup>2</sup>
	人体: 事務所: 0.2人/m <sup>2</sup> 程度
	機器: 20W/m <sup>2</sup>
3.外気負荷	基準換気量: 30 m <sup>3</sup> /h 人 全熱交換器付換気扇: 有
4.その他	間欠空調補正係数: 1.1 ダクト熱損失補正係数: 1.0 送風機負荷による補正係数: 1.0

・ **建物負荷** (構造体+ガラス面) は高断熱化・日射遮蔽対策により**約50%削減**

・ **室内発生負荷** (照明+人体+機器) は設計条件の見直しにより**約20%削減**



⇒ **全体**として空調負荷を**30%程度削減**

## 照度条件の最適化

## 照度設定の最適化

照度設定の参考値

建物用途	代表室	設定照度		
		Z E B 仕様※1	(参考)原設計仕様	(参考)基準仕様
事務所等	事務室	500	← 750	750
	会議室	500	500	500
	廊下	100	100	200
学校等	事務室	500	← 500~750	500
	教室	500	500	500
	特別教室	500	500	750(実習室)



空調の熱負荷（照明負荷）の低減

## 照度条件の最適化

## 室指数の入力

## 室指数の計算式

(室が矩形（長方形）の場合)

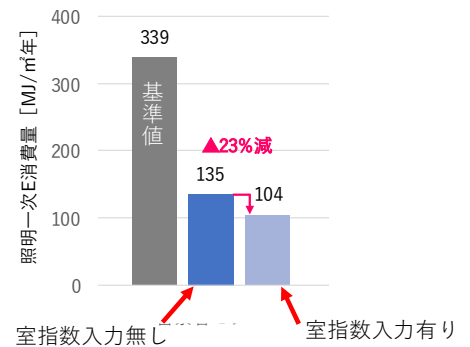
$$\text{室指数} = \frac{\text{室面積}}{(\text{室の間口寸法} + \text{室の奥行寸法}) \times (\text{天井高} - \text{作業面の高さ})}$$

(室が矩形（長方形）でない場合)

$$\text{室指数} = \frac{\text{室面積}}{(\text{室の外周長さ} \div 2) \times (\text{天井高} - \text{作業面の高さ})}$$

室指数が2.5を超える場合は入力を

## 室指数の入力による削減効果の例

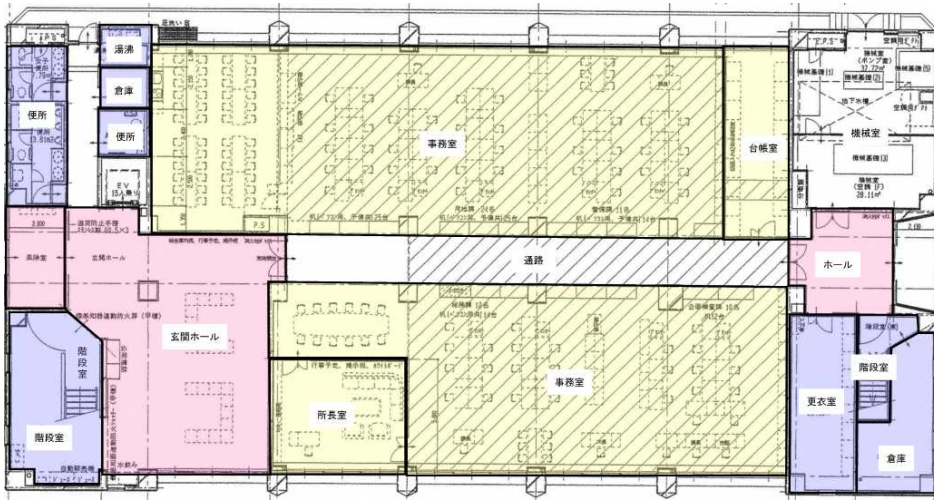




# 照明システムの制御

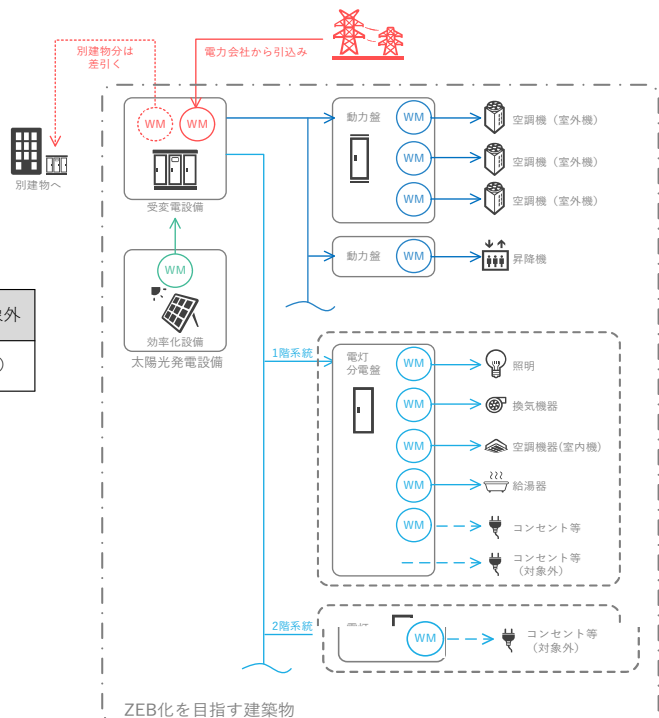
採用例

	在室検知	明るさ検知	タイムスケジュール	初期照度補正
タイプA	×	○	○	○
タイプB	×	○	×	○
タイプC	○	×	×	×
タイプD	×	×	○	×



# 計量の細分化と自動計量の導入

区分	全体	空調	換気	照明	給湯	昇降機	効率化	その他	対象外
対象	○	○	○	○	○	○	○	○	○



マニュアルには、この他にも以下について詳しく記載しています。

- ・各ZEB化手法の**LCCと省エネ効果**
  - ・省エネ**計算時のポイント**
  - ・省エネ計算では評価できないが、省エネ効果のある**未評価技術**
- ⇒**設計時の参考に、是非御覧ください！**

ご清聴いただき、ありがとうございました