脱炭素社会の実現へ向けた

県有建築物 ZEB化設計指針

ZEB化設計指針

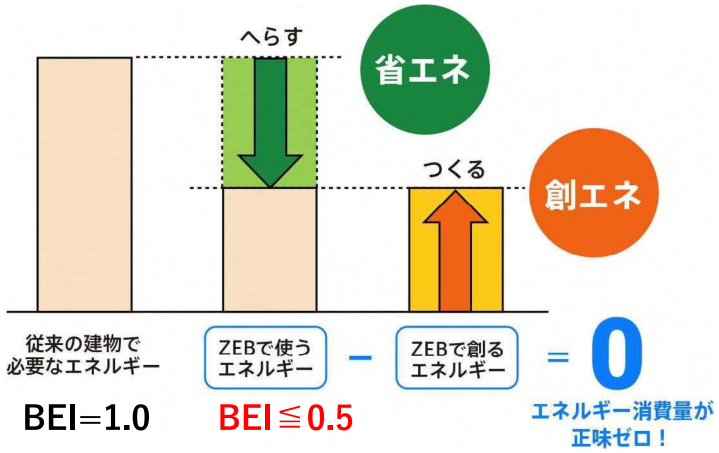
- ZEBとは？
- なぜ今ZEBに取り組むのか？
- 設計指針の必要性
- ZEB化設計指針（方針と目標）
- 活用マニュアル
- 事例紹介

ZEBとは？

- Net Zero Energy Building

室内環境
の
質は維持

＋

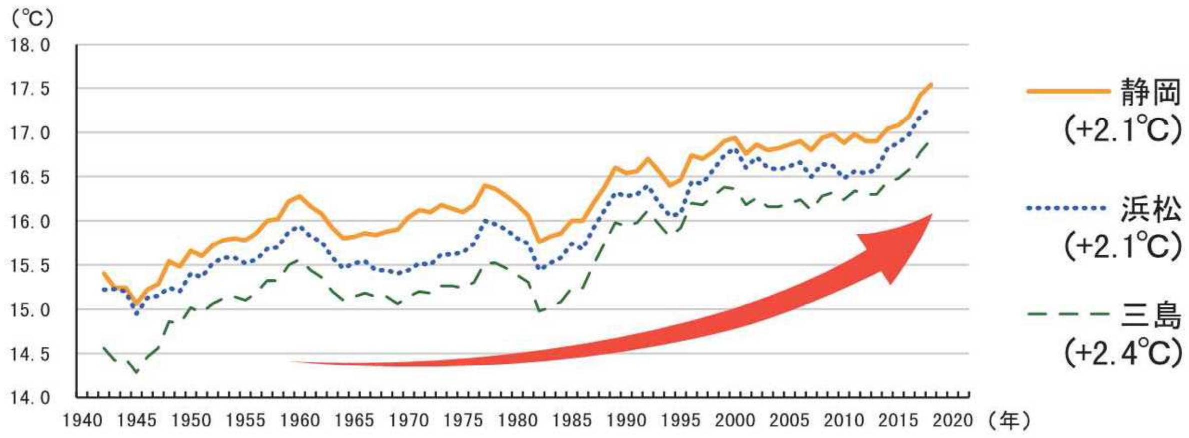


を目指した、ある一定性能以上の建築物

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℃上昇しています。



地球温暖化がこのまま進むと．．．

海面上昇

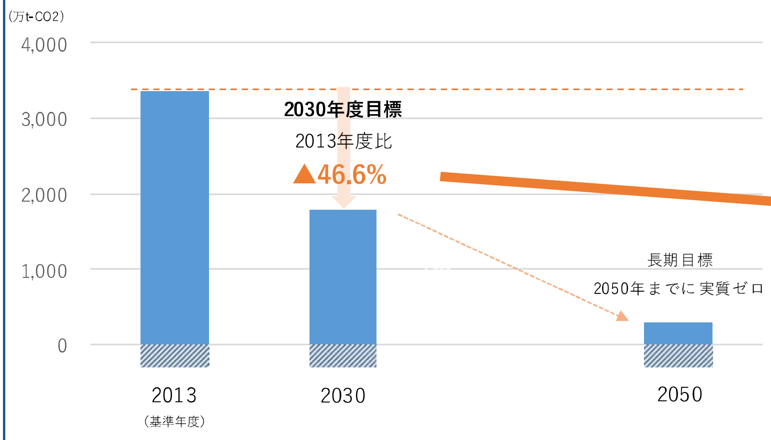
食料不足

異常気象の増加

動植物の絶滅リスクの増加

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

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）

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。

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）

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

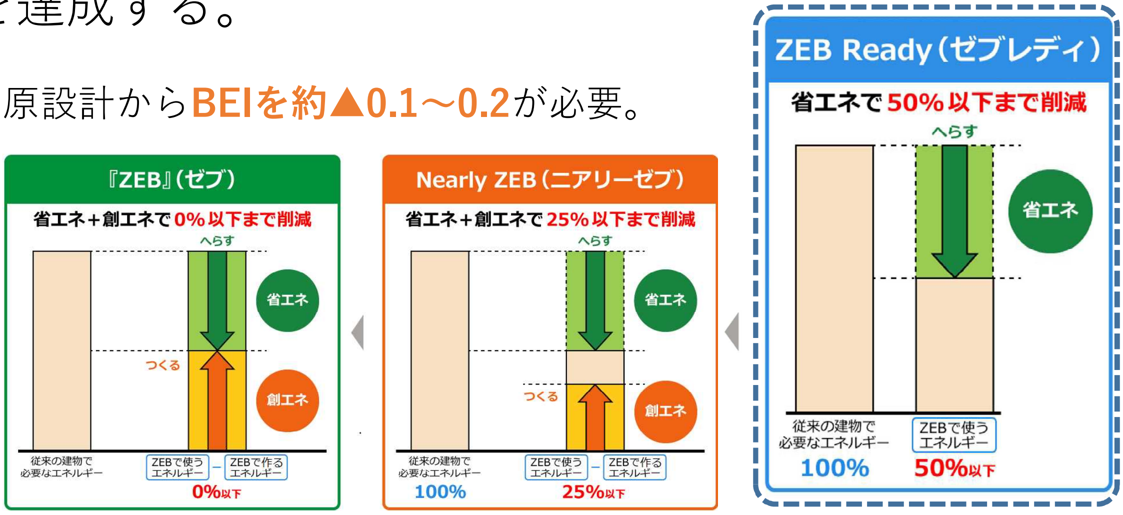
継続した省エネ運用
適正な設備容量・エネルギー管理

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≦0.5）を達成する。

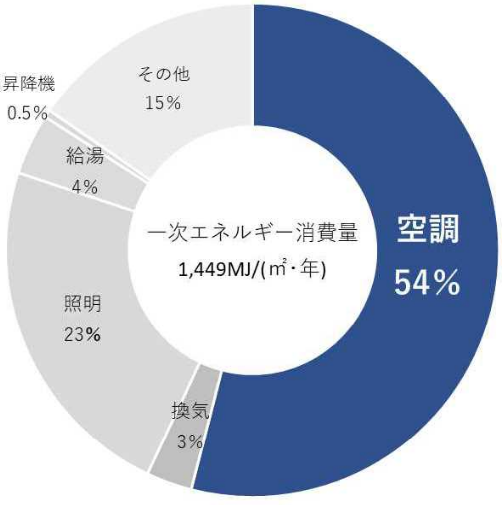
⇒原設計から**BEIを約▲0.1～0.2**が必要。



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**

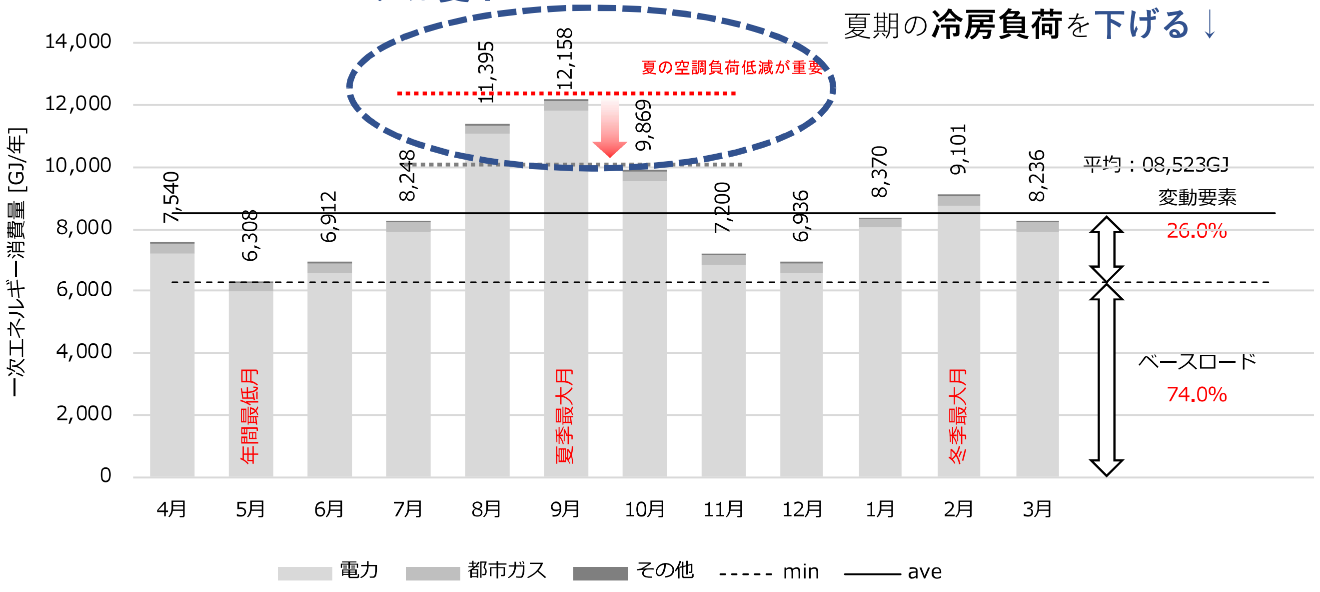


ZEB化シミュレーションモデルにおける
一次エネルギー消費量の構成
事務所等平均値（基準値）

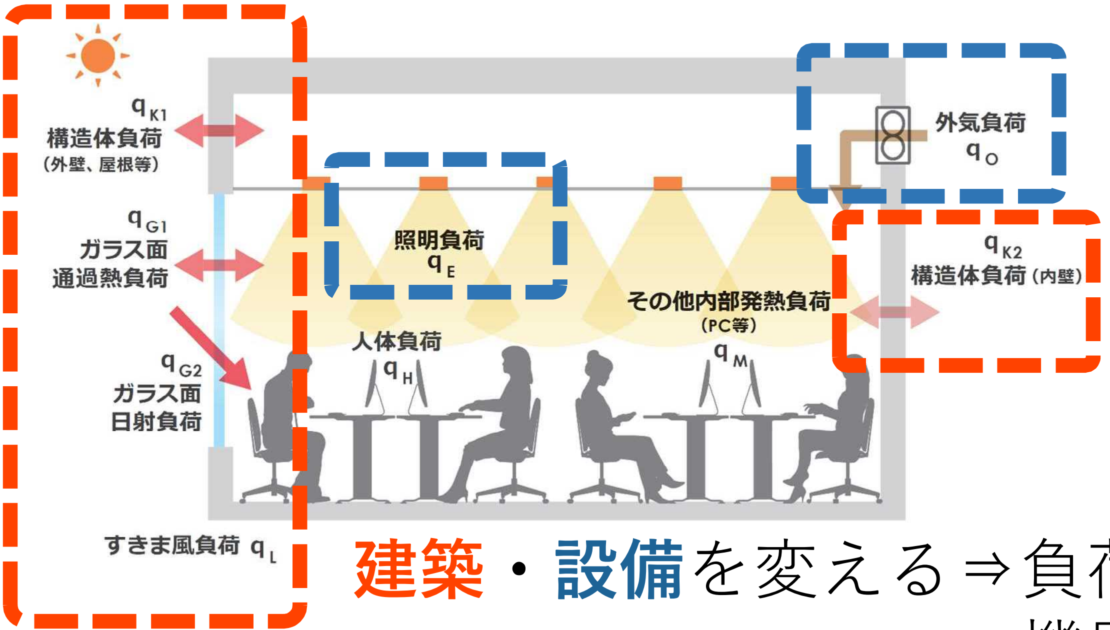
ポイントは空調！

空調機容量を**下げる↓**(ﾀﾞｳﾝｻｲｼﾞﾝｸﾞ)ため、
夏期の**冷房負荷**を**下げる↓**

ピークは夏！

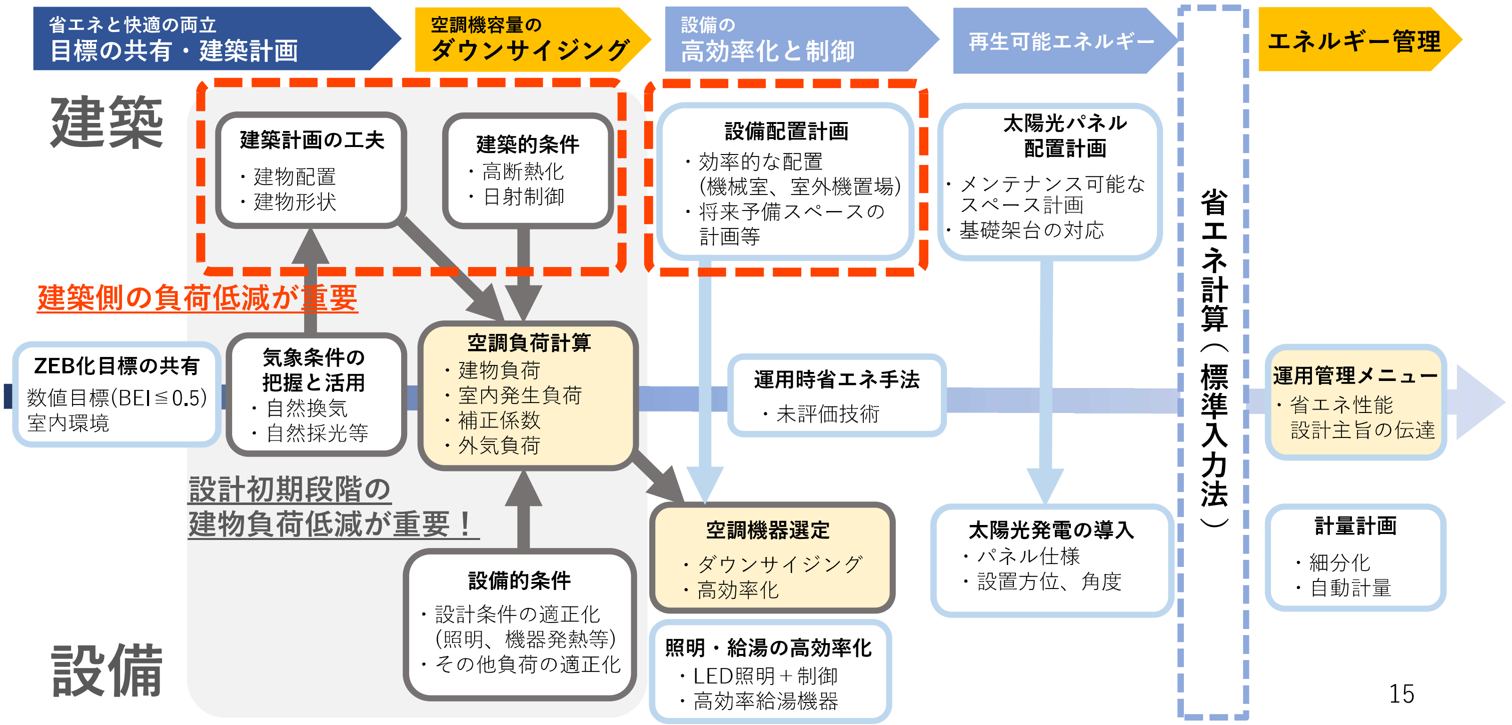


冷房負荷を下げるために…



建築・**設備**を変える⇒負荷計算
⇒機器選定
ダウンサイジング

設計の進め方



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 負荷低減	目的区分 高効率化	目的区分 制御・他	→ ｱｳﾄﾌﾟｯﾄ 空調負荷計算	→ ｱｳﾄﾌﾟｯﾄ 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遮へい）	○			構造体・ｶﾞﾗｽ	C1 共通条件
		コアや非空調室を東西南面に配置	○			構造体・ｶﾞﾗｽ	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）
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/(㎡･K)以下）	●			構造体	C2 空気調和
		外壁断熱（熱貫流率：0.7W/(㎡･K)以下）	●			構造体	C2 空気調和
		床断熱（熱貫流率：0.4W/(㎡･K)以下）	●			構造体	C2 空気調和
		北面：複層ガラス（熱貫流率：3.3W/(㎡･K)以下）	●			構造体	C2 空気調和
		東西南面：Low-E複層 ガラス(熱貫流率：2.6W/(㎡･K)以下)	●			構造体	C2 空気調和
	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	●			ｶﾞﾗｽ面日射	C2 空気調和
		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	●			ｶﾞﾗｽ面日射	C2 空気調和
		東西南面：庇、ルーバー等	●			ｶﾞﾗｽ面日射	C2 空気調和
		窓面積率30％以下	○			ｶﾞﾗｽ面日射	C2 空気調和
	9 設計条件の最適化	照明負荷：10W/㎡程度（事務室等）	●			室内	C2 空気調和
		機器発熱負荷：20W/㎡程度（事務室等）	●			室内	C2 空気調和
		適切な換気量の設定	／	／	／	室内	C2 空気調和
		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 空気調和
		個別空調の場合は、送風機負荷係数：1.0	●			室内	C2 空気調和
	10 全熱交換器付換気扇	空調対象室には全熱交換器付換気扇	●			外気	C2 空気調和
		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℃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			●	-	-

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・空調の不使用時停止制御			●	-	-
		複数台設置する場合は、夜間・休日の間引き運転制御			●	-	-

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）
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、受変電設備に逆潮リレー・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**			●	-	-

No４　省エネと快適の両立を目指した目標設定・建築計画

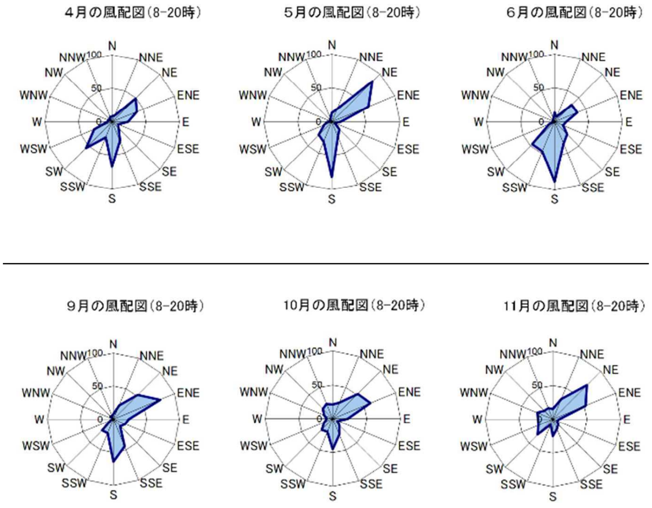
自然換気

中間期の卓越風を生かした風力換気

⇒中間期における卓越風の風向や風速の調査・確認を行い、卓越風を取り入れやすい建物の形状、配置、開口部の位置・大きさとなるよう計画

⇒静岡市では**5～6月は北東又は南の風、10～11月は北東の風**となることから、北東及び南面に窓を多く設けることが中間期の冷房負荷の低減に効果的

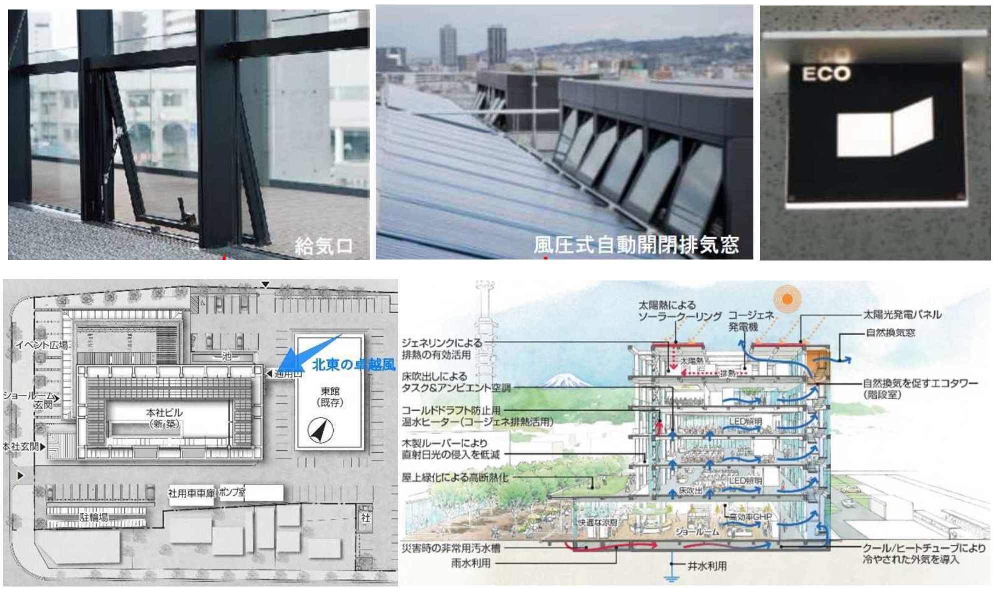
・自然換気を活用し、中間期に空調を停止した場合、空調一次エネルギー消費量は、ZEB化仕様から更に**年間３％程度削減可能**
（窓開けによる風力換気の換気回数を２回/h と想定）



静岡市の風配図（8:00～20:00）

No４　省エネと快適の両立を目指した目標設定・建築計画

自然換気



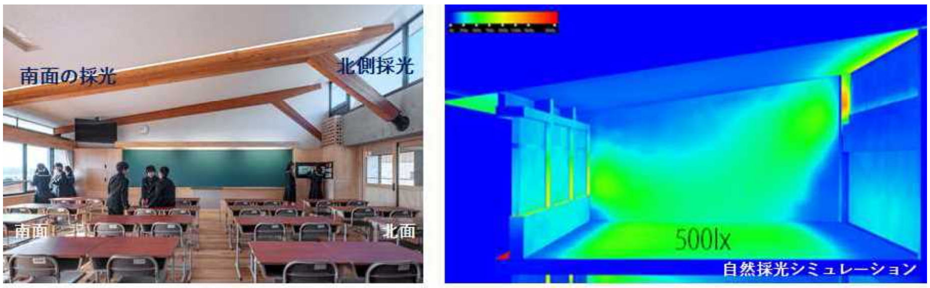
静岡ガス本社ビルの自然換気計画の例

No５　省エネと快適の両立を目指した目標設定・建築計画

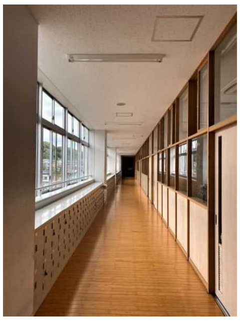
自然採光

窓配置による自然採光

- **北面採光**、**ライトシェルフ**を活用
- 明るさ検知制御を併用し、光環境を安定化させる
- 開口部を設ける際には、日射制御や高断熱化を併せて検討する



瑞浪北中学校の採光計画の事例

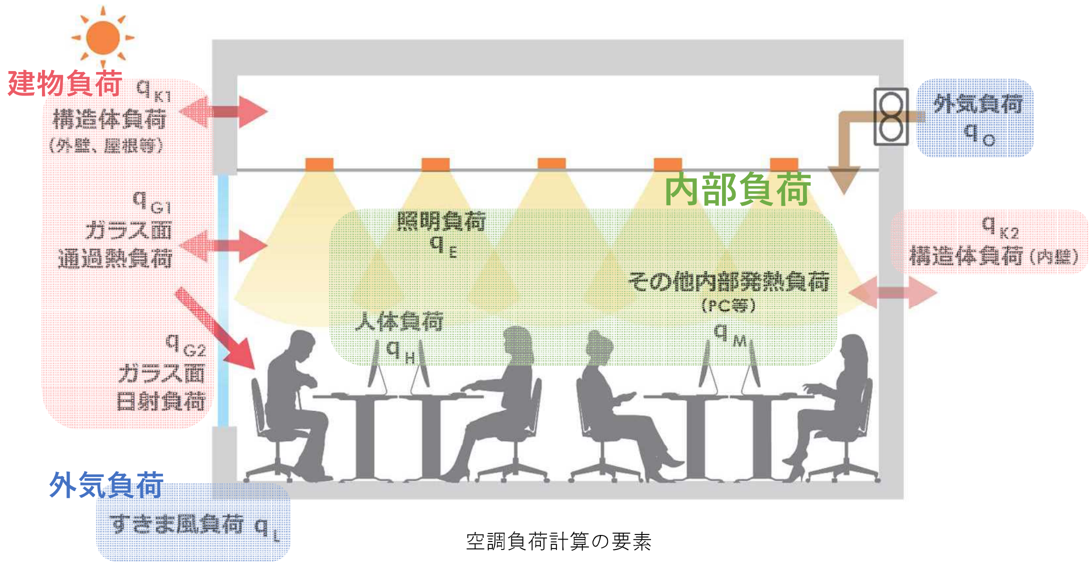


高等学校における北面廊下からの採光の事例

No６　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

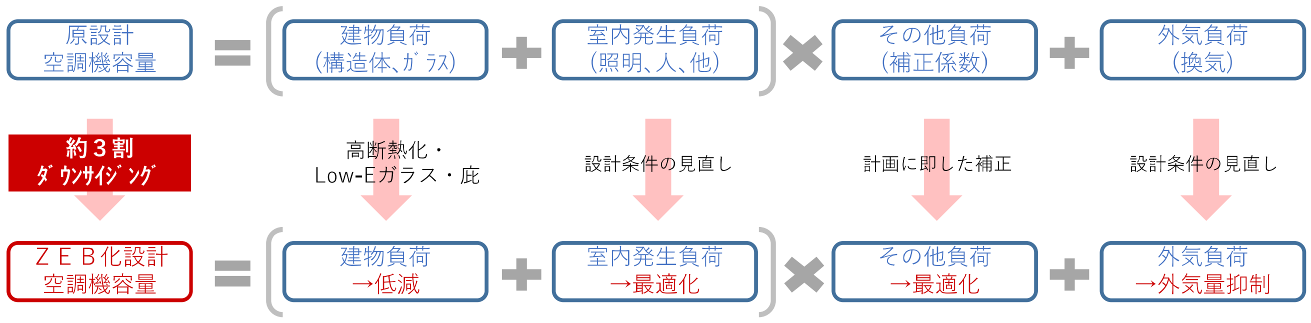


空調負荷計算の要素

No６　空調機容量のダウンサイジング

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



空調負荷の計算概要

No７　空調機容量のダウンサイジング

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/(㎡・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	－

No８　空調機容量のダウンサイジング

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/(㎡・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

No９　空調機容量のダウンサイジング

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）

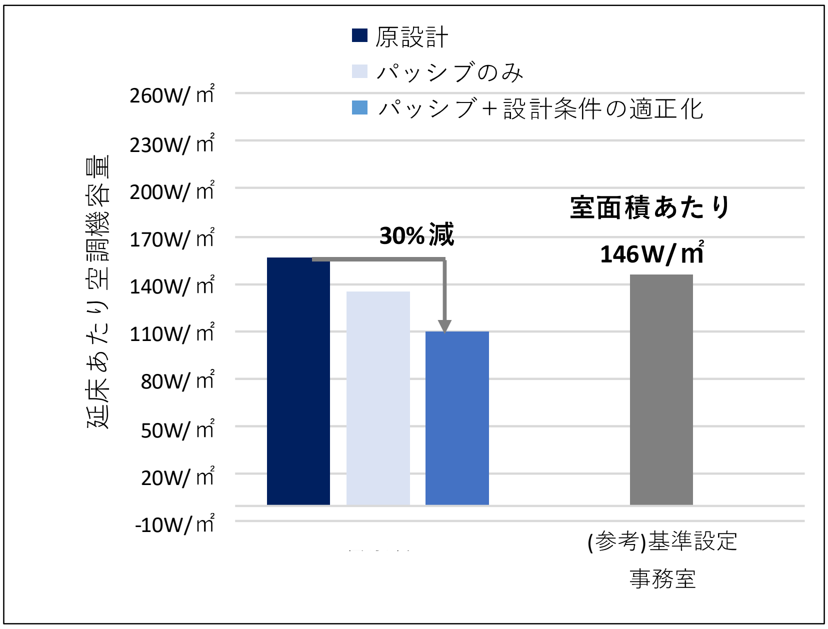
建物用途	代表室	照明負荷 [W/㎡]		その他内部発熱負荷※2 [W/㎡]	
		ＺＥＢ化手法	(参考)原設計	ＺＥＢ化手法	(参考)原設計
事務所等	事務室	10	⟸ 14	20	⟸ 30
	会議室	10	10	20	30
	廊下	0	2	0	15
学校等	事務室	10	10	20	20
	教室	10	10	20	20

照明のLED化・照度見直し　　OA機器の省エネ化

人員0.2人/㎡				
	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	84㎡	→	19.6W/㎡	

No９　空調機容量のダウンサイジング

設計条件の最適化（室内発生負荷・外気負荷・その他負荷）

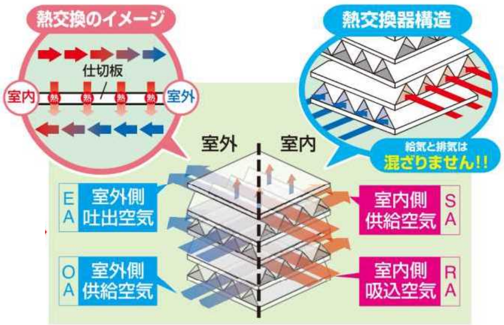


空調機容量低減効果の例

No１０　空調機容量のダウンサイジング

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

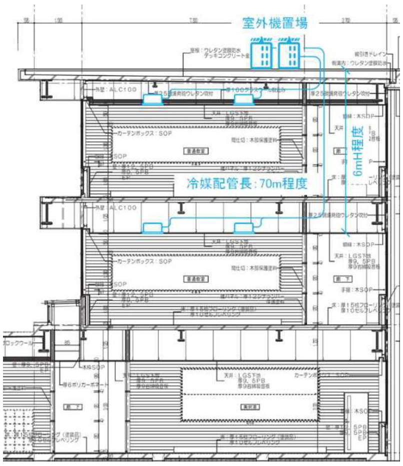
区分		原設計		原設計＋ＨＥＸ		ＺＥＢ化仕様	
		普通教室	その他	普通教室	その他	普通教室	その他
空調負荷計算条件	基準換気量［㎥/(h・人)］	20	15〜20	20	20	20	20
	換気方法	窓開け	ＨＥＸ	ＨＥＸ	ＨＥＸ	ＨＥＸ	ＨＥＸ
		24時間換気分は便所換気扇にて誘引					
一次ｴﾈﾙｷﾞｰ消費量[MJ/(㎡・年)]	空調	274		279		245	
	換気	11		11		11	
	合計	285		290		256	

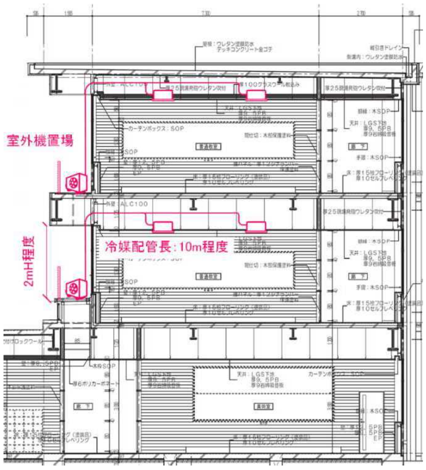
▲10%削減

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

室外機の必要能力＝（同系統の空調負荷計）÷（a.室外温度条件による補正係数）
÷（b.冷媒配管距離による補正係数）÷（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

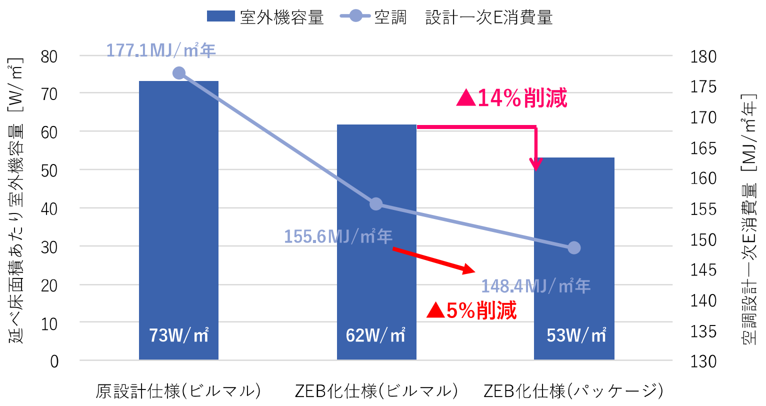
基準仕様(BEI 1.0)のCOP
↓
3.24

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

No１３　設備の高効率化と制御
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



No１６　設備の高効率化と制御
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		
		ＺＥＢ化仕様※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

No１６　設備の高効率化と制御

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）

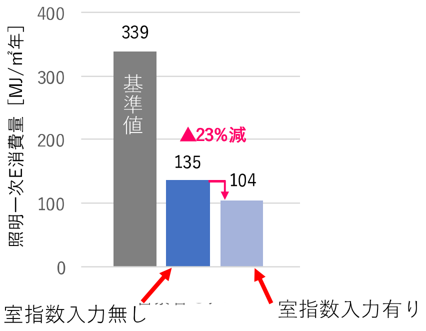
$$\text{室指数}=\frac{\text{室面積}}{(\text{室の間口寸法}+\text{室の奥行寸法})\times(\text{天井高}-\text{作業面の高さ})}$$

（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

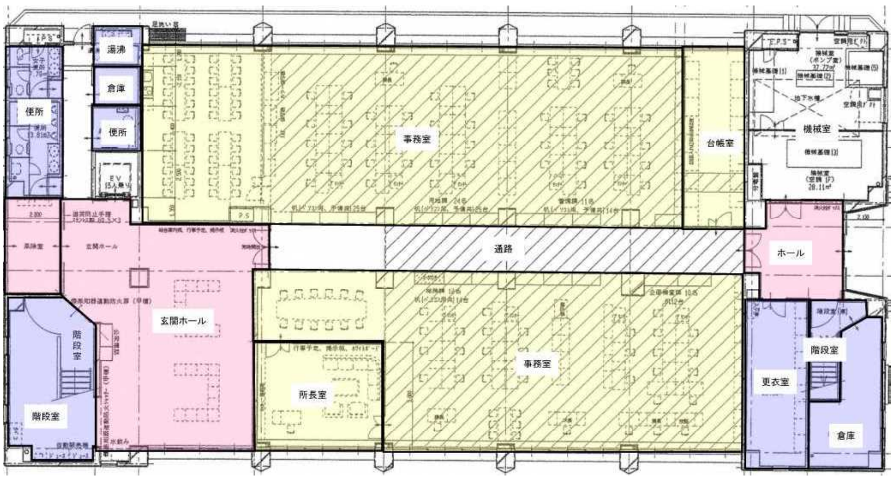


No１７　設備の高効率化と制御

照明システムの制御

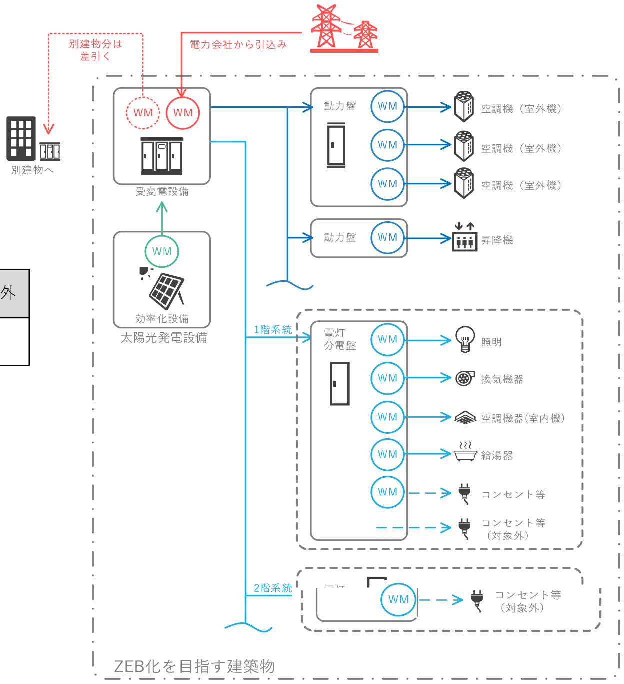
採用例

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



No２３　エネルギー管理

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	○	○	○	○	○	○	○	○	○

事例紹介

- 県では、指針が出来る前の**令和３年度**から、
  新築は全てZEB Readyを目指した設計を開始
- 指針が無かったため、各設計の中で個別にZEB検討
- ZEB Ready達成出来たもの、出来なかったものあり。

・設計済　14施設
うち［ 工事中　２施設
　　　 完成済　１施設

各施設のBEI(見込み)

・今後13施設をZEB化予定
・設計完了時点ではZEB Ready達成

区分	施設名	完成予定	BEI
学校	藤枝東高校管理教室棟	Ｒ５年度末	0.50
	富士宮東高校管理普通教室棟	Ｒ６年度末	0.48
	富士宮北高校普通教室棟	Ｒ６年度末	0.37
	清水西高校特別教室棟	Ｒ６年度末	0.43
	焼津中央高校管理教室棟	Ｒ７年度前半	0.42
	浜松工業高校新校舎	Ｒ７年度末	0.44
研究所	茶業研究センター新研究棟	Ｒ６年度末	0.49
警察施設	警察本部交通管制センター	Ｒ５年度末	0.47
	交番（５棟）	－	0.50以下

茶業研究センター　イメージ図

清水西高校　イメージ図

事例（藤枝東高校）

・設計完了時点ではZEB Ready達成
・現在工事中

仕様一覧

区分	手法	仕様
建築	躯体断熱	熱貫流率　外壁0.8W/㎡K、屋根0.5W/㎡K
	窓断熱	熱貫流率　複層 3.5㎡/K
	日射遮蔽	全面水平庇＋室内ブラインド
空調	空調システム	個別熱源機器、最高効率モデル（単位室外機容量125W/㎡程度）
換気	全熱交換ユニット	－
照明	照明器具	LED
	照明制御	在室検知制御、明るさ検知制御、タイムスケジュール制御、初期照度補正を一部に採用

S造5F　5,100㎡程度
BEI　**0.50**(382.61MJ/㎡・年)

イメージ図

事例（沼津商業高校）

・設計完了時点でZEB Ready達成出来なかった案件

仕様一覧

区分	手法	仕様
建築	躯体断熱	熱貫流率　外壁0.5W/㎡K、屋根0.2W/㎡K
	窓断熱	熱貫流率　Low-E 2.6W/㎡K（一部複層3.5W/㎡K）
	日射遮蔽	全面水平庇＋室内ブラインド
空調	空調システム	個別熱源機器、最高効率モデル（単位室外機容量115W/㎡程度）
換気	全熱交換ユニット	–
照明	照明器具	LED
	照明制御	在室検知制御、明るさ検知制御、タイムスケジュール制御、初期照度補正を一部に採用

S造5F　9,500㎡程度
BEI　**0.53**(346.33MJ/㎡・年)

イメージ図

⇒１階ピロティ、中央吹き抜け形状と外皮面積が大きく構造体負荷が多くなりやすい形が影響した？
⇒両校共に、単位室外機容量は指針学校モデルの平均値104W/㎡より高く、改善の余地あり。