

ZEB 化の手引き

— 「省エネ・再エネ東京仕様」活用資料 —

令和 7 年 4 月

東京都財務局

はじめに

都は、都府県建築物の改築等において「省エネ・再エネ東京仕様」を活用し、建物の熱負荷の低減、省エネ技術、再エネ設備の導入等によりエネルギーの使用の合理化を図った施設の整備を進めてきた。

「ZEB 化の手引き（以下「本書」という。）」は、「省エネ・再エネ東京仕様」を最大限活用し ZEB 化を推進するに当たり、参考となる考え方、設計時の検討フロー及び配慮事項を解説したものであり、外皮の高断熱化などの建築の省エネ対策を徹底することによる設備の小容量化及び機器の高効率化などにより、一次エネルギー消費量の削減を図ることを基本とする。

なお、ZEB 化に有効な具体的な省エネ技術、創エネ設備の導入における配慮事項については、庁舎、学校モデルにおける効果検証の事例を踏まえてまとめている。

また、本書では、運用時における省エネルギー管理や大規模改修の省エネ設計時における配慮事項についても参考に記す。

目次

はじめに	1
第1章 総則	4
1.1 手引きの取扱い	4
1.2 基本事項	5
1.2.1 ZEB とは	
1.2.2 ZEB の種類	
(参考) 未評価技術の種類	
1.3 省エネ性能の評価	11
1.3.1 評価基準	
1.3.2 一次エネルギー消費量等の算出方法	
1.4 ZEB 化に向けた検討方法	14
1.4.1 基本的な考え方	
(参考) 学校の特徴	
第2章 省エネ検討	16
2.1 建築における対策	16
2.1.1 建物の配置、形状等	
2.1.2 外壁や屋根の高断熱化	
2.1.3 開口部（窓）の高断熱化及び日射の遮蔽	
2.1.4 庇等による日射の遮蔽	
2.1.5 自然採光（昼光）の利用	
2.1.6 自然通風の利用	
2.1.7 その他の配慮事項	
2.2 空調設備	19
2.2.1 高断熱化に伴う空調能力の低減	
2.2.2 空調設備の高効率化	
2.2.3 機器の小容量化	
2.2.4 空調制御の高度化	
2.3 照明設備	22
2.3.1 照明計画の工夫	
2.3.2 照明器具の高効率化	
2.3.3 照明制御の高度化	
2.4 換気設備	24
2.4.1 換気機器の高効率化	
2.4.2 換気制御の高度化	
2.4.3 室内の熱を排出するための換気設備	
2.5 給湯設備	25
2.5.1 給湯機器の高効率化	

2.5.2 節湯器具	
2.5.3 配管の保温効果向上	
2.6 昇降機設備.....	27
2.6.1 機器の高効率化	
2.6.2 速度制御の高度化	
2.6.3 回生電力の利用	
第3章 創エネ検討.....	28
3.1 創エネ設備.....	28
3.1.1 設置場所	
3.1.2 設置面積	
3.1.3 その他の配慮事項	
参考.....	29
1.1 ZEB化の試算事例.....	29
1.1.1 庁舎	
1.1.2 学校	
1.2 運用時の省エネ検討.....	32
1.2.1 エネルギー管理システムの検討	
1.2.2 機器の運転調整	
1.3 大規模改修における省エネ検討.....	33
1.3.1 基本的な考え方	
1.3.2 エネルギー消費量の削減方法の検討事例	
1.3.3 建築や設備を個別に改修する場合の省エネ検討	
1.4 参考文献等.....	36

第 1 章 総則

1.1 手引きの取扱い

本書は、「省エネ・再エネ東京仕様」の技術項目例を最大限活用して庁舎、学校等の都有建築物の ZEB 化を進めるに当たり、参考となる考え方、設計時の検討フロー及び配慮事項について解説したものである。

設計時は、以下の点を踏まえるとともに、快適な室内環境を確保しつつ費用対効果を含めて、導入する技術を選定する。

- ・ 施設の特性、立地状況
- ・ 各室の用途、規模
- ・ 施設の利用対象者、利用頻度

なお、本書は施設整備における建築や設備の仕様そのものを定めるものではない。

1.2 基本事項

1.2.1 ZEB とは

ZEB とは、Net Zero Energy Building（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の略称で、「ゼブ」と呼ぶ。快適な室内環境を実現しながら、建物で消費する年間の一次エネルギーの収支をゼロにすることを目指した建物である。

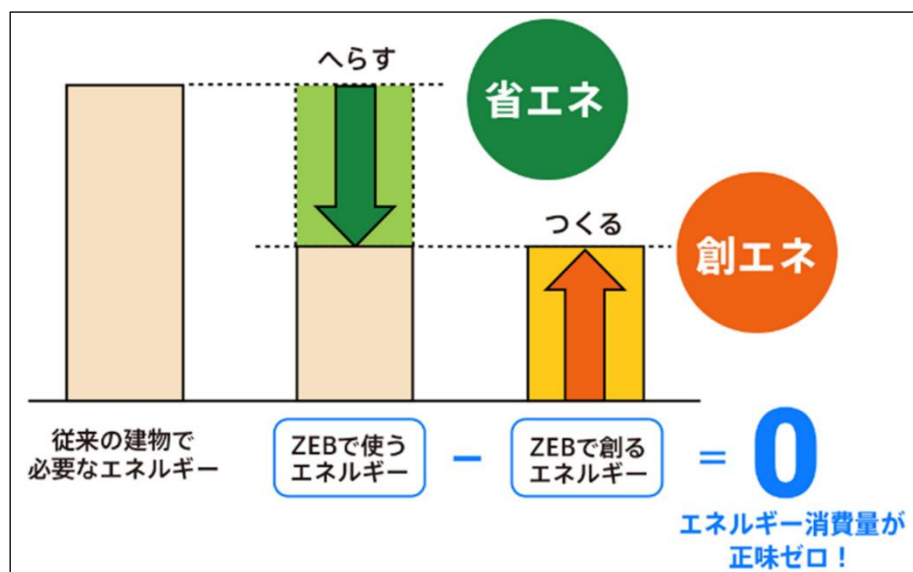
【解説】

ZEB とは、「先進的な建築設計によるエネルギー負荷の抑制やパッシブ技術の採用による自然エネルギーの積極的な活用、高効率な設備システムの導入等により、室内環境の質を維持しつつ大幅な省エネルギー化を実現した上で、再生可能エネルギーを導入することにより、エネルギー自立度を極力高め、年間の一次エネルギー消費量の収支をゼロとすることを目指した建物」をいう。

建物の中では人が活動しているため、エネルギー消費量を完全にゼロにすることはできないが、使用するエネルギーを削減しつつ、エネルギーを創出することで、エネルギー消費量を正味でゼロにすることができる。

エネルギーの削減に当たっては、建物外皮の断熱・遮熱性能の向上、きめ細かな空調、照明制御の導入等により、省エネと快適な室内環境の両立を目指す。

また、再生可能エネルギーの活用やエネルギー消費量の削減により電源の自立性を高めることで、災害時の事業持続性の向上を図ることができる。



出典：環境省「ZEB PORTAL」

図1 ZEB のイメージ

1.2.2 ZEB の種類

ZEB には以下の 4 段階がある。

- (1) 『ZEB』
- (2) Nearly ZEB
- (3) ZEB Ready
- (4) ZEB Oriented (対象：建物の延べ面積が 10,000 m²以上の建物)

【解説】

各段階の ZEB の定義と判断基準は次による。

(1) 『ZEB』

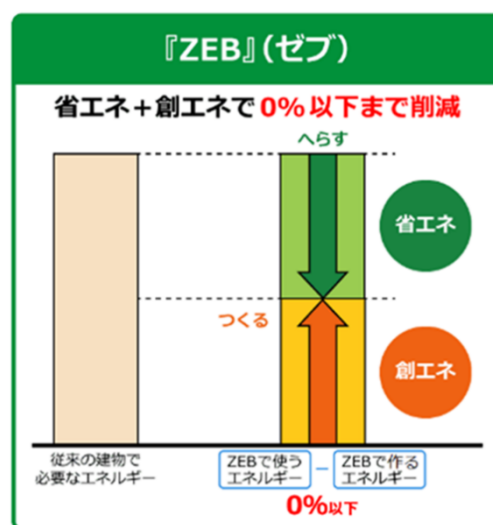
○定義

年間の一次エネルギー消費量が正味ゼロまたはマイナスの建物

○判断基準

以下の①～②のすべてに適合した建物

- ①従来の建物に必要なエネルギーから 50%以上の削減（創エネ除く）
- ②従来の建物に必要なエネルギーから 100%以上の削減（創エネ含む）



出典：環境省「ZEB PORTAL」

図2 『ZEB』のイメージ

(2) Nearly ZEB

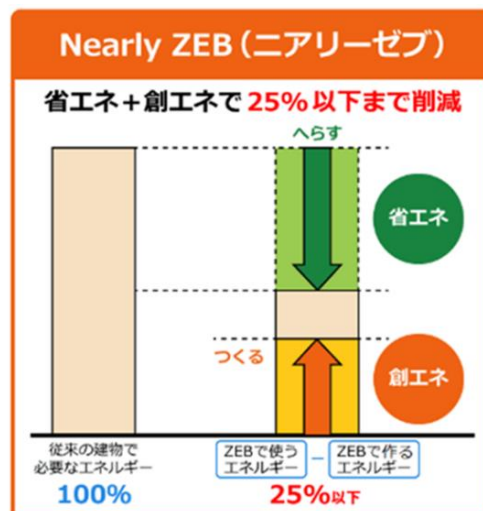
○定義

『ZEB』に限りなく近い建物として、ZEB Ready の要件を満たしつつ、再生可能エネルギーにより年間の一次エネルギー消費量をゼロに近付けた建物

○判断基準

以下の①～②のすべてに適合した建物

- ①従来の建物に必要なエネルギーから 50%以上の削減（創エネ除く）
- ②従来の建物に必要なエネルギーから 75%以上 100%未満の削減（創エネ含む）



出典：環境省「ZEB PORTAL」

図3 Nearly ZEB のイメージ

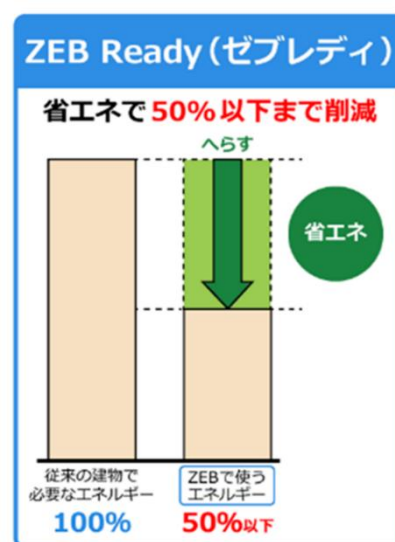
(3) ZEB Ready

○定義

『ZEB』を見据えた先進建物として、外皮の高断熱化及び高効率な省エネルギー設備を備えた建物

○判断基準

再生可能エネルギーを除き、従来の建物に必要なエネルギーから 50%以上の一次エネルギー消費量削減に適合した建物



出典：環境省「ZEB PORTAL」

図4 ZEB Ready のイメージ

(4) ZEB Oriented

ZEB Oriented は、延べ床面積が 10,000 m²以上の建物において、高層であるために空調等の熱搬送動力のエネルギー消費量が増大すること等が課題となり、ZEB Ready の実現が難しくなることから、未評価技術を活用して ZEB Ready を志向する取組として位置付けられたものである。

○定義

ZEB Ready を見据えた建物として、外皮の高性能化及び高効率な省エネルギー設備に加えて、更なる省エネルギーの実現に向けた措置を講じた建物

○判断基準

以下の①及び②の要件を満たす建物

- ①該当する用途毎に、創エネを除き、従来の建物に必要なエネルギーから規定する一次エネルギー消費量を削減すること

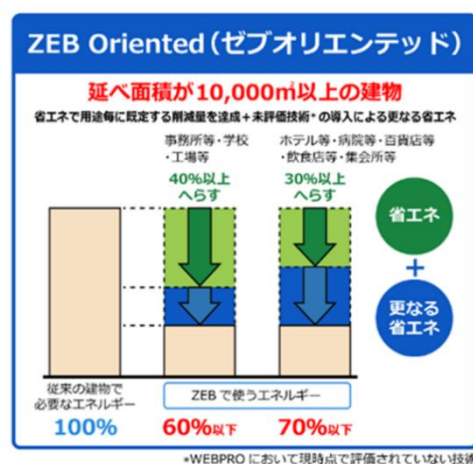
A) 事務所等、学校等、工場等は

40%以上

B) ホテル等、病院等、百貨店等、飲食店等、集会所等は

30%以上

- ②「更なる省エネルギーの実現に向けた措置」として未評価技術※¹ (WEBPRO※²において現時点で評価されていない技術)を導入すること



出典：環境省「ZEB PORTAL」

図5 ZEB Oriented のイメージ

※1 未評価技術

公益社団法人空気調和・衛生工学会において省エネルギー効果が高いと見込まれ、公表された技術

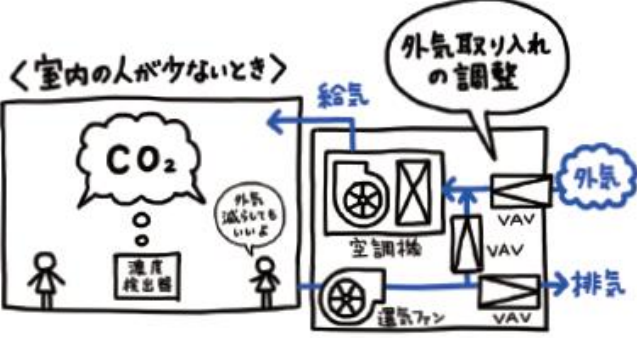
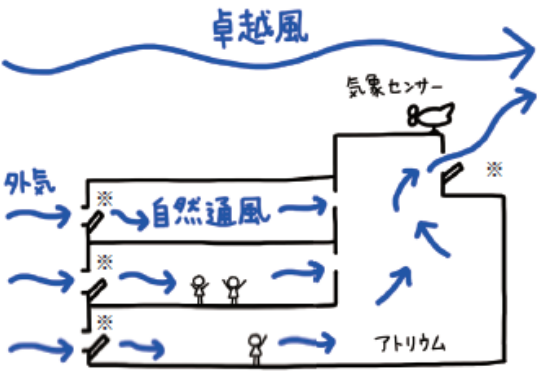
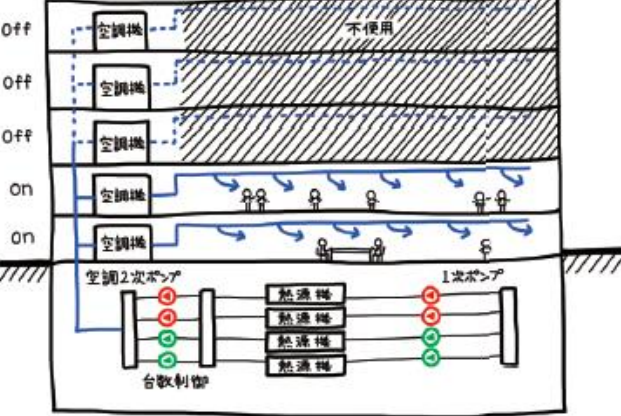
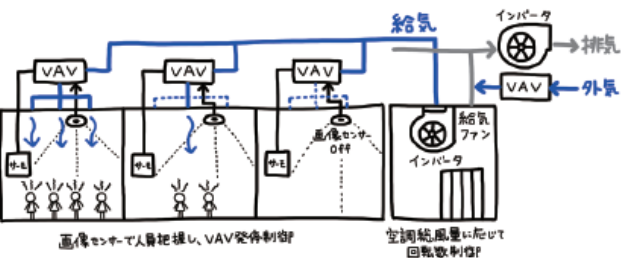
※2 エネルギー消費性能計算プログラム (WEBPRO)

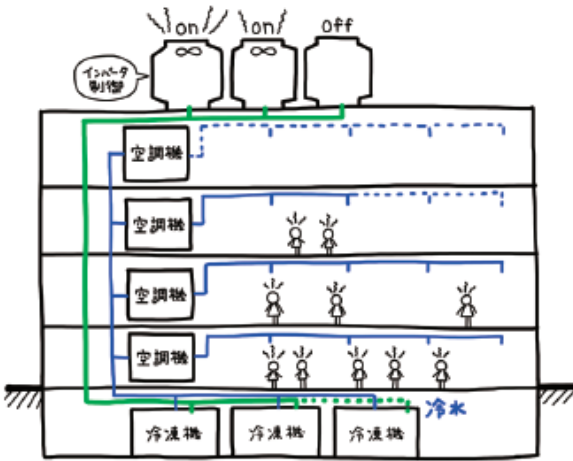
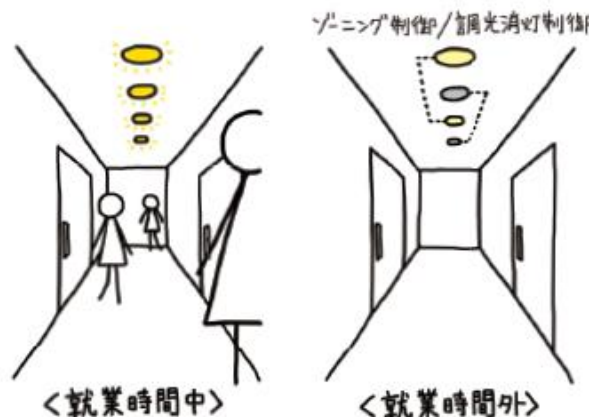
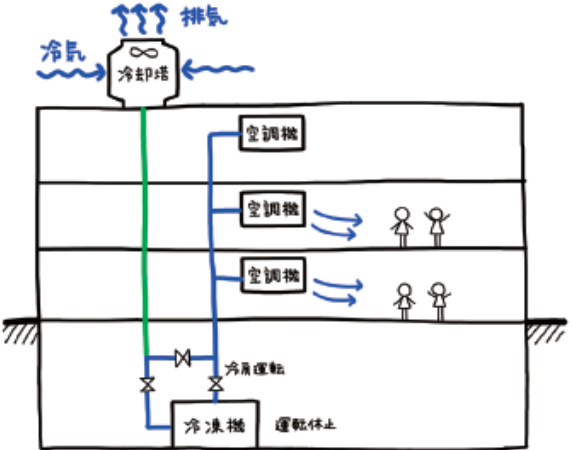
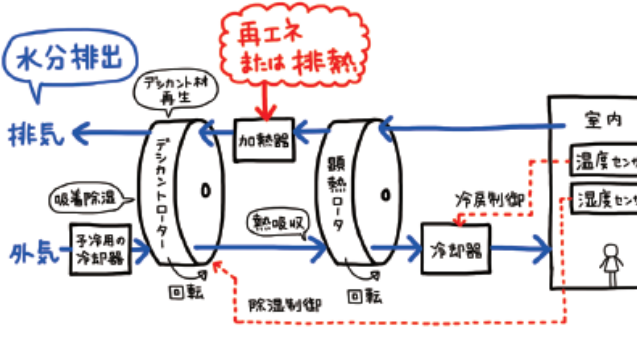
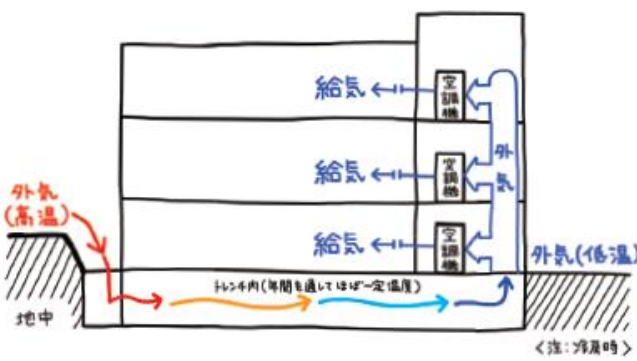
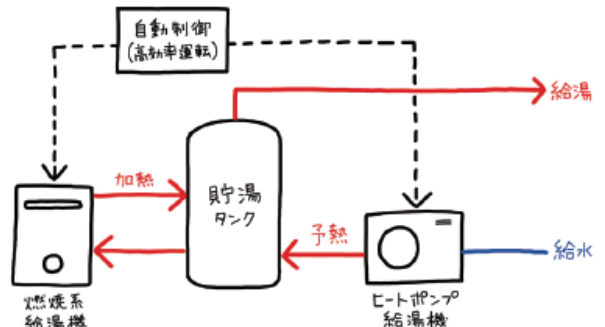
建築物省エネルギー法で規定された非住宅建築物の省エネルギー基準への適合性を判定するための WEB 上に公開されたプログラム

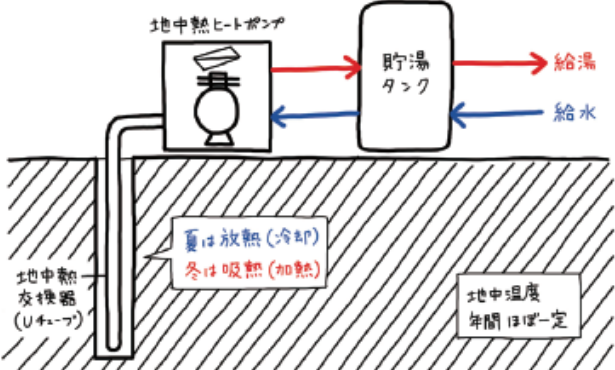
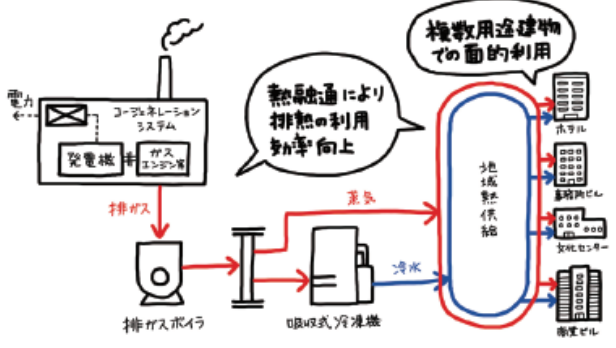
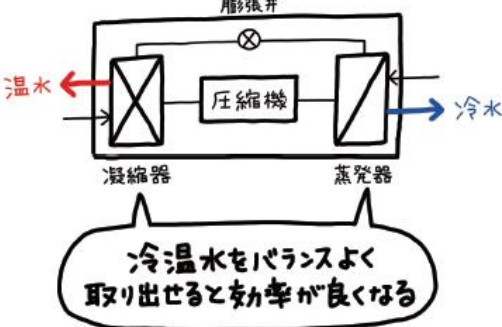
（参考）未評価技術の種類

未評価技術には以下の15項目がある。（令和7年1月時点）

なお、WEBPROでは評価されないが、省エネルギーに寄与する技術であるため、設計において留意する。

(1) CO ₂ 濃度による外気量制御	(2) 自然換気システム
	
(3) 空調ポンプ制御の高度化 (VWV*、適正容量分割、末端差圧制御、送水圧力設定制御等) *一部（空調2次ポンプの吐出圧制御、バイパス間差圧制御等）はWEBプログラムにおいても評価が行われている。	(4) 空調ファン制御の高度化 (VAV*、適正容量分割等) *一部（室内温度による変風量制御等）はWEBプログラムにおいても評価が行われている。
	

(5) 冷却塔ファン・インバータ制御 	(6) 照明のゾーニング制御 
(7) フリークーリング 	(8) デシカント空調システム 
(9) クール・ヒートトレンチシステム 	(10) ハイブリッド給湯システム 

(11) 地中熱利用の高度化 (給湯ヒートポンプ、オープンループ方式、地中熱直接利用等)	(12) コージェネレーション設備の高度化 (吸収式冷凍機への蒸気利用、燃料電池、エネルギーの面的利用等)
	
(13) 自然採光システム 	(14) 超高効率変圧器 
(15) 熱回収ヒートポンプ 	

出典：公益社団法人空気調和・衛生工学会、一般社団法人 環境共創イニシアチブ

1.3 省エネ性能の評価

1.3.1 評価基準

建物の省エネ性能を評価する指標として以下のものがある。

- (1) BPI
- (2) BEI

【解説】

(1) BPI (Building Palstar Index)

BPI とは、建物の断熱性能を評価する指標であり、PAL*^{※3}により算出される年間熱負荷の基準値に対する設計値の割合で表される。

また、BPI は、ZEB の評価には直接的には使用されないが、「建築物エネルギー消費性能適合性判定」や「東京都建築物環境計画書制度」では、基準への適合が求められる。

$$\text{BPI} = \text{設計年間熱負荷係数 (設計 PAL*)}^{\text{※4}} / \text{基準年間熱負荷係数 (基準 PAL*)}^{\text{※5}}$$

※3 PAL* (パルスター)

建物（非住宅建物）の省エネ基準に関わる外皮基準の指標であり、建物の屋内周囲空間（ペリメーターゾーン）の年間熱負荷をペリメーターゾーンの床面積の合計で除した数値

※4 実際に建てる建物の設計時の内容を反映した PAL*

※5 省令により、地域毎、建物用途毎に与えられる PAL*

(2) BEI (Building Energy Index)

BEI とは、建物のエネルギー性能を評価する指標であり、基準となる建物と比較した時の設計する建物の一次エネルギー消費量の比率により表される。

また、BEI は、ZEB の評価に使用される。

$$\text{BEI} = \text{設計一次エネルギー消費量}^{\text{※6}} / \text{基準一次エネルギー消費量}^{\text{※7}}$$

※6 設計一次エネルギー消費量

実際に建てる建物の設計時の内容を反映した一次エネルギー消費量

※7 基準一次エネルギー消費量

省令により定められた、設備毎、地域毎、室用途毎に与えられる「基準一次エネルギー消費量原単位 (MJ/m²年)」を元に算出された一次エネルギー消費量

1.3.2 一次エネルギー消費量等の算出方法

エネルギー消費性能計算プログラム (WEBPRO) を用いて、建物の一次エネルギー消費量等を算出する。

【解説】

WEBPRO の他にも、建築物の省エネルギー性能の向上に関する法律（建築物省エネ法）で規定する計算条件等に準拠し、エネルギーの消費性能を評価できる方法として位置付けられたものがあるが、本書においては WEBPRO を使用した ZEB 化の検討について解説する。

(1) WEBPRO の概要等を以下に示す。

○プログラムの概要

建築物省エネルギー法で規定された非住宅建築物の省エネルギー基準（平成 28 年度基準）への適合性を判定するための WEB 上に公開されたプログラムである。

また、WEBPRO では、プログラムの種類により、建物全体及び設備ごとの一次エネルギー消費量、BPI 及び BEI の算出ができる。

○プログラムの種類

WEBPRO には、建物の外皮性能や設備機器の仕様を詳細に入力できる「標準入力法」、入力項目を簡易化した「モデル建物法」及び小規模な建物だけに使用できる「モデル建物法（小規模版）」の 3 種類の算定方法がある。

それぞれのプログラムの特徴を表 1 に示す。

表 1 各算定方法の特徴

標準入力法	モデル建物法	モデル建物法（小規模版）
・評価対象建物の各室の床面積、各室の外皮・設備仕様を入力して計算する。 ・他の方法より多くの省エネ技術を反映させた計算ができる。 ・計算された BPI、BEI は、添え字をつけない。 (BPI、BEI)	・建物形状や室用途等を仮定したモデル建物に評価対象とする各室の主な外皮・設備仕様を入力して計算する。 ・入力項目が簡易化されており、標準入力法に比べて BEI が大きくなる傾向がある。 ・計算された BPI、BEI は、添え字「m」をつけて区別する。 (BPI_m、BEI_m)	・床面積が 300 m²未満の建物が対象となる。 ・モデル建物法よりも更に入力項目を簡易化されている。 ・計算された BEI は、添え字「s」をつけて区別する。 (BEI_s)

○評価対象外とする部屋及び設備

以下の部屋及び設備は、標準入力法において評価対象外となっている一例である。

詳細は、「エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版) 標準入力法入力マニュアル」を参照する。

- ・データセンター（コンピュータやデータ通信のための設備を設置・運用することに特化した建物又は室）における電算機室
- ・温熱環境や空気質等を高度に制御する必要がある室（クリーンルーム）
- ・免震、制震設備等が設置された室
- ・非常用の発電設備、バックアップ用機器等が設置された室
- ・水害等の災害対策のために設けられた室
- ・厨房に設置された冷暖房設備
- ・予備機としての空気調和設備、機械換気設備
- ・研究室等において使用される局所換気設備（スクラバー、ドラフトチャンバー等）
- ・常時運転されない送風機（年間稼働時間が 50 時間程度以下であるものを目安）

- ・ 安全性確保のための照明設備（誘導灯、非常時のみ点灯する非常灯等）
- ・ 常時点灯されず、年間点灯時間が非常に短い室の照明（設備シャフト等）
- ・ 演出性確保のためのカラー照明（舞台や宴会場、美術館における演出のための照明等）
- ・ 給茶器、自動販売機
- ・ 循環加温用のための給湯設備（浴場施設や温水プールの加温のための設備）。
ただし、浴場施設や温水プールであっても、シャワーや洗面用途のための給湯設備は対象とする。
- ・ 機械式駐車場
- ・ 油圧式等の駆動方式のエレベータ
- ・ 小荷物専用昇降機や荷物用エレベータ等荷物の運搬を目的とした昇降機
- ・ エスカレーター
- ・ いす式階段昇降機、段差解消機

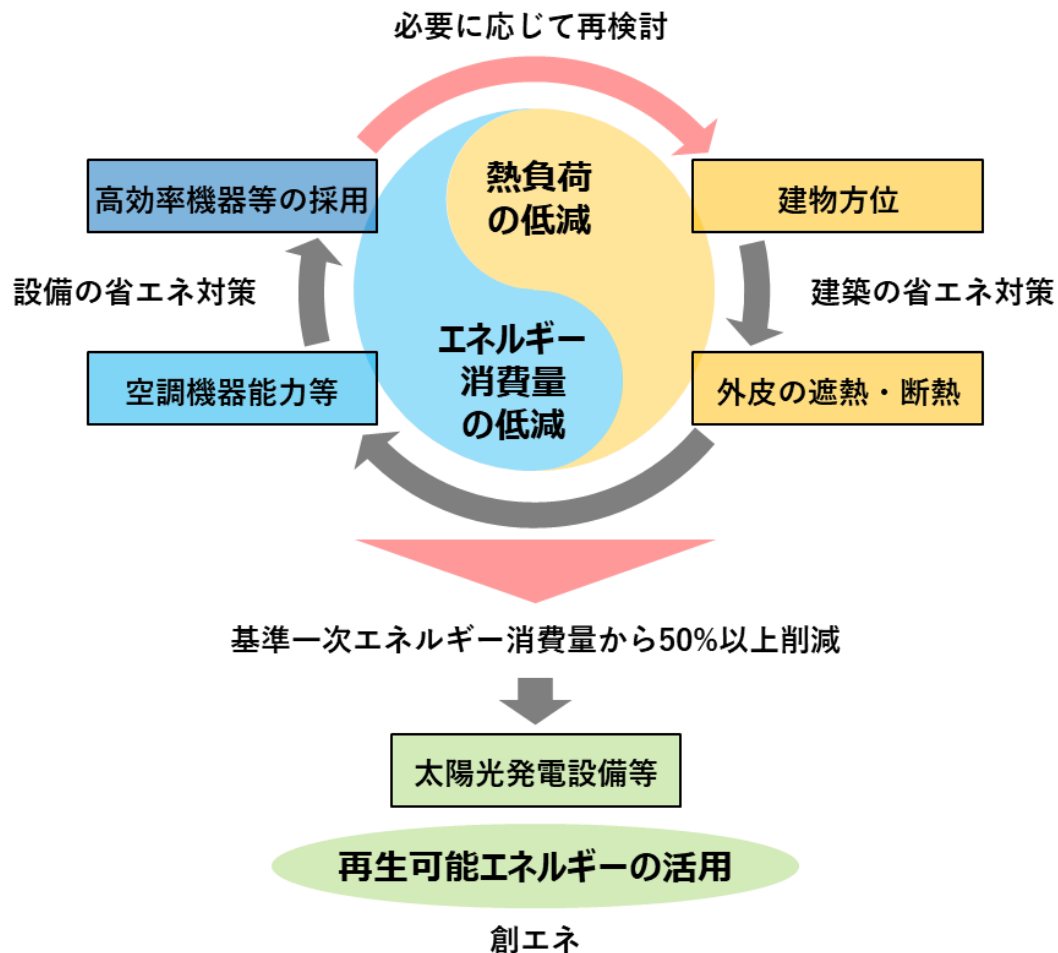
1.4 ZEB 化に向けた検討方法

1.4.1 基本的な考え方

下記フローにより検討する。

省エネ化を効果的に進めるためには、建築の省エネ対策と設備の省エネ対策が連動した検討が重要である。

- (1) 建築の省エネ対策による熱負荷の低減等
 - (2) 設備の省エネ対策によるエネルギー消費量の低減
 - (3) 再生可能エネルギーの活用による創エネ



【解説】

- (1) 建築の省エネ対策は以下のとおり。

ア 立地条件等により制約がある中でも、基本設計の当初から省エネルギー及び再生可能エネルギーの利用を意識し、建物形状・配置まで踏み込んで検討する。

イ 自然採光や自然通風の導入を考慮した建物の方位や庇等による日射の遮蔽を検討する。

ウ 建物外皮は、ライフサイクルが長いことに加えて改修が難しいため、空調設備能力の小容量化を見据えた断熱性能を十分検討する。

- (2) 設備の省エネ対策は、建築の省エネ対策を踏まえた設備能力を検討した上で、高効率機器の導入及び制御の高度化により消費するエネルギーを低減する。

- (3) 創エネは、建築の省エネ対策と設備の省エネ対策により基準一次エネルギー消費量が

ら 50%以上の削減を目指した上で、再生可能エネルギーの最大限活用を検討する。

太陽光発電設備は、屋上緑化及び設備機器の設置スペース、メンテナンススペース等を考慮し、設置可能な最大限の容量を検討する。

(4) その他の注意事項は以下のとおり。

ア 外皮性能がよければ空調エネルギー消費量はある程度抑えられる傾向にあると考えられるが、BPI が低くても BEI が高い場合がある等、必ずしも相関性が高いとは言えないため、検討に当たっては注意が必要である。

イ 地中熱利用ヒートポンプや太陽熱利用設備は、再生可能エネルギーを活用した設備であるが、ZEB 化に当たっては、空調設備や給湯設備のエネルギー消費量の削減に寄与する技術のため、省エネ設備として評価される。

なお、太陽光発電設備やコージェネレーション設備は創エネとして評価される。

ウ 自然通風、トップラランナー変圧器、外気導入制御システム (CO₂ センサー) 等の未評価技術は WEBPRO では評価できない技術ではあるが、運用段階において省エネ効果が高いと見込まれるため導入を検討する。

エ エネルギー消費量の削減だけでなく、施設の維持管理が容易となるように建築及び設備を計画する。また、建築の改修や設備更新のしやすさも考慮する

(参考) 学校の特徴

学校は、一般的な庁舎等に比べてエネルギー消費量の観点から次のような特徴があるため、省エネ対策の検討に当たって考慮する。

(1) 建築的な特徴

- ・低層建築が多い
- ・延べ床面積に対する窓面積の比率が高い
- ・天井が高い
- ・体育館や武道場等運動施設を有する

(2) 利用上の特徴

- ・使用時間が短い
- ・冷房の期間が短い
- ・授業による生徒の移動に伴い、教室等の使用時間が多様である

高等学校は、「高等学校施設整備指針 (文部科学省)」により学校施設を計画及び設計する際の留意事項が示されていることから、各室の用途やレイアウト、建物構造が画一的となる傾向がある。また、厨房設備、ろ過設備等の標準的な使用条件を定めることができない設備は ZEB の評価対象外であるが、学校の特性を踏まえ、機器の高効率化や制御の高度化を検討が必要である。

第2章 省エネ検討

2.1 建築における対策

建築における省エネについては、建物外皮や開口部の高断熱化及び日射の遮蔽による室内と屋外の熱の出入りの抑制が、空調能力の低減や室内の快適性の維持につながる。

また、施設の特性、立地状況等を踏まえ、自然採光や自然通風等の活用を図ることも設備の省エネに有効である。

- 建物の配置、形状等
- 外壁や屋根の高断熱化
- 開口部（窓）の高断熱化及び日射の遮蔽
- 庇等による日射の遮蔽
- 自然採光（昼光）の利用
- 自然通風の利用

2.1.1 建物の配置、形状等

外部からの熱負荷を低減するとともに、自然採光（昼光）及び自然通風（換気）を取り入れる建物配置及び建築形状を検討する。

【解説】

- （１） 日射による熱負荷の低減を考慮した建物の配置や向きを検討する。
また、施設の特性や立地状況等によって、事務所や教室の北面採光を検討する。
- （２） 照明の消費電力低減に効果のある自然採光や空調負荷の低減に効果のある自然通風を導入しやすい建物の配置及び形状を検討する。

2.1.2 外壁や屋根の高断熱化

室内と屋外の熱の出入りを抑制し、少ないエネルギーで室内の温度や快適性を維持するため、外皮の高断熱化を図る。

- （１） 屋根及び外壁は高断熱化を図る。
- （２） 屋根及び外壁だけでなく間仕切り壁や天井、床についても高断熱化を検討する。

【解説】

- （１） 屋根及び外壁の高断熱化は次による。
 - ア 建物の構造等を踏まえ、熱貫流率の値が小さくなるように屋根及び外壁の仕様を検討する。
 - イ 高断熱化により、夏期には外部からの熱の侵入を防ぐことができるが、中間期や夏期夜間等は、日射による取得熱や内部の発熱が室内に蓄積してしまう恐れがあるため、自然通風やナイトパージによる放熱も併せて検討する。
- （２） 空調された室内と空調されていない廊下との間仕切り壁等において熱の移動がある場合は、空調負荷を抑えるため屋根や外壁と同様に熱貫流率の値が低い仕様を検討する。

2.1.3 開口部（窓）の高断熱化及び日射の遮蔽

- (1) 開口部の大きさは、必要以上の大きさとならないよう検討する。
- (2) 窓ガラスは、原則 Low-E 複層ガラスとし、各方位の日射による熱負荷状況に応じて仕様を検討する。
- (3) サッシは、気密性及び断熱性が高い仕様を検討する。

【解説】

- (1) 窓の大きさは、法令等の基準を満たした上で、熱負荷の低減を図りつつ、自然採光（昼光）の利用や眺望の確保を考慮して検討する。
- (2) 窓ガラスの仕様は次による。
 - ア 開口部の面する方位、庇の有無等による日射遮蔽の状況、室内の空調条件等を考慮して検討する。
参考として、方位別の Low-E 複層ガラスの選定例を表 2 に示す。
 - イ 日射遮蔽による冷房負荷の低減や日射熱による暖房負荷の低減を考慮する等年間を通じたエネルギー消費量の削減効果を踏まえて検討する。
 - ウ 断熱性能をさらに高める必要がある場合は、中空層に断熱性ガスを封入した複層ガラスや三層ガラス等、より熱貫流率の値が小さい仕様を検討する。

表 2 方位別の Low-E 複層ガラスの選定例

方位	執務室、会議室、教室等 (空調室)
北面	高断熱
南面	庇あり：高断熱 庇なし：遮熱高断熱
東面	遮熱高断熱
西面	遮熱高断熱

- (3) サッシは、隙間から出入りする空気の量を少なくし、冷暖房負荷の低減を図ることができる気密等級の高いものを検討する。
また、サッシは熱が伝わりにくい材質・仕様を検討する。
なお、導入に当たっては、耐久性や防火性能を考慮する。

2.1.4 庇等による日射の遮蔽

- (1) 水平庇や縦庇等の設置を検討する。
- (2) 庇の形状及び寸法は、窓に直接日射が当たらないよう検討する。
- (3) 建物内部における日射遮蔽としてブラインド等の採用を検討する。

【解説】

- (1) 水平庇は、夏期に日射角の大きい南面に設置することで、日射の負荷を防ぐことが期待できる。
また、縦庇を併せて設置することで日射角の小さい西日等の日射負荷の低減も期待で

きる。東西面については、ルーバー等の設置も含めて、日射の遮蔽を検討する。

- (2) 庇は、窓に直接日射が当たらない形状、寸法とすることが重要であるが、建築面積への算入を考慮して検討する。
- (3) 窓際に、ブラインドの他、カーテン等の取付けができるよう検討する。

2.1.5 自然採光（昼光）の利用

- (1) 吹き抜けやトップライト等の導入を検討する。
- (2) ライトシェルフの導入を検討する。
- (3) (1) や (2) の技術を導入した上で、更なる一次エネルギー消費量の削減が必要な場合には、自動制御ブラインドの導入を検討する。

【解説】

- (1) 自然採光の利用は次による。
 - ア 開口部から昼光を直接取り入れ、室内の明るさを確保する直接採光や、室内の奥に光を導く吹き抜け、欄間、反射可能な軒裏等を設置する間接採光を検討する。
 - イ 建物の屋根部分に取り付けるトップライトや、高い壁の高い位置に取り付けるハイサイドライトは、多くの自然光を取り込む上で有効である。
- (2) ライトシェルフは、建物の窓面の中段に設置し、上面で太陽光を反射させ、より多くの自然光を室内の天井部分に取り入れることにより室内を明るくする。夏期は、直接日射を遮蔽することで室温上昇を抑制できる。
- (3) 自動制御ブラインドは、ブラインドのスラット角度を自動で制御することで、晴天時には眩しさを防ぎ、また、曇天時には自然採光（昼光）が利用可能となる。

2.1.6 自然通風の利用

吹き抜け空間（エコボイド）や窓による通風の確保等、動力を利用せずに外部の空気を室内に誘引し換気を行うことを検討する。

【解説】

自然通風の利用は次による。

- ア 中間期、夏期の夜間や早朝において、自然風を利用し外気を取り込むことにより、中間期の空調負荷や夏期の建物内に蓄積された熱による空調負荷の低減を図ることができる。
- イ 自然風を効率的に室内に取り込むため、壁面や屋根面に風圧力差のある2箇所以上に通風に有効な開口部を設置し、自然の風が流れるような経路を検討する。
- ウ 風が流れる壁面や屋根面に袖窓や出窓、天窓、頂側窓を設け通風を確保することを検討する。

2.1.7 その他の配慮事項

建物緑化を検討する。

【解説】

建物の屋上や壁面を緑化することで、日射の調整効果、景観上の効果、土壌を含めた断熱性能の向上による屋上からの熱負荷低減効果が期待できる。

2.2 空調設備

下記の取組により、一次エネルギー消費量の削減を図る。

- 高断熱化に伴う空調能力の低減
- 機器の小容量化
- 空調設備の高効率化
- 空調制御の高度化

2.2.1 高断熱化に伴う空調能力の低減

- (1) 空調能力を決定する根拠となる熱負荷の計算条件は、基準等を踏まえ適切に設定する。
- (2) 熱負荷の計算は、建物に導入された外皮性能の向上に関する建築の省エネ対策の効果を正確に反映させる。
- (3) 熱負荷の計算に使用する補正係数は、必要以上とならないよう設定する。

【解説】

- (1) 熱負荷を算定するための屋内及び屋外の温湿度等の各種条件は、「建築設備設計基準」（一般社団法人 公共建築協会）によるほか、在室想定等の施設の利用形態を踏まえ適切に設定する。
また、照明器具の消費電力や窓ガラスの日射遮蔽係数等の数値は、「建築設備設計基準」によるほか、カタログの数値を採用する等実情に合わせて設定する。
- (2) 外壁や屋根、内壁、天井、ガラスの熱貫流率のほか、庇等による日除け効果係数を熱負荷の計算条件に反映させる。
- (3) 熱負荷計算時の補正係数の設定に当たっては、「建築設備設計基準」を参考に以下を考慮する。
 - ・ダクト損失係数
空調されていない室内を通るダクト表面からの損失による熱負荷は、ダクト長が短い場合は無視できる。
 - ・能力補償係数
機器の冷凍能力、加熱能力は、JIS 等の規格によっては、定格能力を下回ることを許容しているため、補正を行う。ただし、代表となる機器の検査等で定格能力を満たしていることが確認できる等、定格能力を下回るおそれがない場合には、乗じなくてもよい。

2.2.2 空調設備の高効率化

- 熱源機器、熱搬送機器及び空調機の高効率化を図る。
- (1) 中央熱源方式を採用する場合は、高効率機器（熱源、ポンプ、ファン）、変風量（VAV）／変流量（VWV）制御、大温度差空調の導入等を検討する。
- (2) 個別熱源方式を採用する場合は、原則、ハイグレード高効率パッケージエアコンを導入する。また、必要に応じて高 COP 型パッケージエアコンの導入を検討

する。

- (3) (1)、(2) による高効率化を図った上で、更なる一次エネルギー消費量の削減が必要な場合には、施設の特性、立地状況等によっては、顕熱潜熱分離（デシカント）空調システム、地中熱利用ヒートポンプの導入を検討する。
- (4) 空調設備の台数制御の導入を検討する。
- (5) 空調する室内で使用する換気設備は、原則として、全熱交換器を検討する。

【解説】

- (1) 中央熱源方式を採用する場合は、熱源機はピーク時間帯だけでなく、部分負荷の発生状況を考慮し、高効率機器の選定や熱源システムの機器構成、変風量制御等の検討を行う。
- (2) 部屋の使用時間や用途が多様である場合には、部屋ごとに運転や温度設定ができるように、原則、個別熱源方式を採用する。空調機の選定は次による。
 - ア 高効率機器の選定にあたっては、対象施設の部分負荷の発生状況を考慮する。
 - イ 高 COP 型パッケージエアコンは、高負荷での運転時間が長い場合において、比較的高い省エネ効果が見込まれる。
 - ウ 災害時の避難施設となる場合、電源自立型等の機種を検討する。
- (3) 地中熱利用ヒートポンプの導入に当たっては、利用用途、建物側の熱負荷、地層の特性や地下水への影響を考慮する。

なお、長時間運転すると、地中熱交換器の周囲温度の変化に伴い運転効率が低下する可能性がある点にも留意する。
- (4) 一般的に、空調設備は定格出力での運転頻度が少なく、多くは部分負荷での運転となるため、定格出力に近づけた運転ができるよう台数制御の導入を検討する。
- (5) 全熱交換器は次による。
 - ア 原則、熱交換効率が高い仕様を選定する。
 - イ 消費電力が小さい機種（DC モーター採用等）を導入する。

2.2.3 機器の小容量化

- (1) 中央熱源方式を採用する場合は、最適な搬送経路を検討する。
- (2) 個別熱源方式を採用する場合は、室外機と室内機の高低差及び冷媒配管の経路を最小限にする。また、ビル用マルチエアコンでは室内機の系統分けを工夫して、室外機容量を極力小さくするように検討する。

【解説】

- (1) 中央熱源方式を採用する場合は、ダクトや配管等の搬送経路の検討に当たり、基本設計の時点から設備機器の配置、パイプシャフトの位置及び箇所数を工夫して、圧力損失を抑制し、熱搬送機器及び空調機の小容量化を図る。
- (2) 個別熱源方式を採用する場合の検討事項は以下のとおり。
 - ア 冷媒配管の長さや室内機と室外機の高低差による補正係数は、空調能力の決定に与える影響が大きい。そのため、できる限り冷媒配管の経路を短くするとともに、室内機と室外機の高低差が小さくなるよう室外機の設置場所や室外機に接続する室内機の系

統分けを検討する。

また、基本設計の時点から冷媒配管の経路を考慮したパイプシャフトの位置及び箇所数も検討する。

イ ビル用マルチエアコンにおける室外機の設置場所や室外機に接続する室内機の系統分けは、極力異なる方位にある室や、同時使用のない居室を同系統とする。これにより最大熱負荷を抑え、室外機の機器容量を小さくする。

2.2.4 空調制御の高度化

回転数制御、予熱時外気取入れ停止制御、外気冷房制御、ナイトパーージ制御の導入を検討する。

【解説】

空調制御は次による。

ア 各室で空調の使い勝手や在室人数の変動等、負荷変動が大きい場合においては、回転数制御の導入により、室内温度や二酸化炭素（CO₂）濃度等に応じて送風機の回転数を自動的に制御し、風量を変化させ、空調機器の消費電力の削減を図る。

なお、回転数制御は、ダンパーによる風量調整に比べて、消費電力の低減を図ることができる。

イ 予熱時外気取り入れ停止（外気カット制御、ウォーミングアップ制御）制御の導入により、空調立ち上がり時で室内に人がいない場合に外気導入を停止して外気負荷の低減を図る。

個別熱源方式では、集中リモコンのスケジュール機能により、パッケージエアコンの運転から一定時間経過後に全熱交換器を運転するように設定することにより、予熱時外気取入れ停止制御を行うことができる。

ウ 外気冷房制御やナイトパーージ制御の導入により、中間期の空調負荷や夏期の建物内に蓄積された熱による空調負荷の低減を図る。

個別熱源方式とユニット型の全熱交換器の組合せでは、全熱交換運転と普通換気運転を切り替えることにより、外気冷房制御とする。

2.3 照明設備

下記の取り組みにより一次エネルギー消費量の削減を図る。

- 照明計画の工夫
- 器具の高効率化
- 制御の高度化

2.3.1 照明計画の工夫

- (1) 各室の照度は、基準等を踏まえ適切に設定する。
- (2) 自然採光（昼光）等の建築の省エネ対策を踏まえ照明器具の仕様を検討する。
- (3) 事務室等の執務室では、タスク・アンビエント照明の導入を検討する。

【解説】

- (1) 各室の照度は、「建築設備設計基準」（一般社団法人 公共建築協会）によるほか各種基準、施設の利用形態を踏まえ適切に設定する。

また、「JIS Z 9110：2010 照明基準総則」に基づき、照度を1段階（1.5倍間隔）下げること検討する。表3に庁舎、学校等における照度の目安を示す。

表3 庁舎、学校等における照度の目安

用途	場所	照度
庁舎	事務室	500 lx ～ 750lx
	会議室	300 lx ～ 500lx
学校	教室	500lx 「学校環境衛生基準」に規定する 照度基準に適合

- (2) 照明器具は、ライトシェルフやトップライト等の自然採光（昼光）の利用による効果を考慮した仕様や配置を検討する。
- (3) タスク・アンビエント照明を導入する場合は、アンビエント照明による室内の明るさの確保に要する工夫及びタスク照明の快適性を考慮する。

2.3.2 照明器具の高効率化

照明器具はLEDとする。

点灯時間が長い器具については、高効率形照明器具の採用を検討する。

2.3.3 照明制御の高度化

人感センサー制御（在室検知制御）、昼光連動制御（明るさ検知制御）及びタイムスケジュール制御の導入を検討する。

【解説】

照明制御は次による。

ア 人感センサー制御を導入し、自動で在室時には点灯、不在時には消灯もしくは減光することで照明器具の消費電力の削減を図る。

イ 昼光連動制御を導入し、自動で室内が設定した明るさとなるよう照明の出力を調整することで照明器具の消費電力の削減を図る。

なお、各室の用途及び使用する対象者を踏まえて検討する。

ウ タイムスケジュール制御を導入し、照明制御盤等であらかじめ設定された時刻に自動で点滅、あるいは減光することで照明器具の消費電力の削減を図る。

2.4 換気設備

下記の取り組みにより一次エネルギー消費量の削減を図る。

- 換気機器の高効率化
- 換気制御の高度化

2.4.1 換気機器の高効率化

- (1) 三相かご形誘導電動機が使用されている換気機器は、高効率電動機の導入を検討する。
- (2) 天井扇は、原則として、DC モーター換気扇を導入する。

【解説】

「JIS C 4212」（高効率低圧三相かご形誘導電動機）もしくは「JIS C 4213」（低圧三相 かご形誘導電動機－低圧トップランナーモーター）に準拠した電動機を選定する。

2.4.2 換気制御の高度化

電気室や駐車場等では、回転数制御の導入を検討する。

【解説】

回転数制御は以下による。なお、回転数制御は、風量を自動で制御するシステムだけでなく、風量を調整するために固定周波数で運転するシステムも含む。

ア 電気室等は、室内温度により送風量の制御を行うことを検討する。

イ 駐車場等は、一酸化炭素（CO）濃度や二酸化炭素（CO₂）濃度により送風量の制御を行うことを検討する。

2.4.3 室内の熱を排出するための換気設備

- (1) 電気設備等から発生する熱の除去を目的として、換気設備に代わり空調設備（換気代替空調機）を設置する場合は、熱負荷の検討を詳細に行うとともに熱源効率の高いパッケージエアコンを検討する。
- (2) 換気代替空調機と連動する送排風機（室内の空気を循環させるものを含む。）は、高効率電動機を検討する。
- (3) 送排風機は、回転数制御の導入を検討する。

【解説】

- (1) 換気代替空調機は換気設備に代わって設置するものであるため、当該室の一次エネルギー消費量が顕著に高くなる傾向がある。電気設備等からの発生熱量を詳細に把握する等により空調機が必要以上の能力とならないように注意する。
- (2) 高効率電動機の導入を検討する。また、送排風機により室内の空気を循環させる場合には、電気設備等の配置を把握し、効率的な送風運転ができるように考慮する。
- (3) 換気設備と同様に制御の高度化を図る。

2.5 給湯設備

下記の取り組みにより一次エネルギー消費量の削減を図る。

- 給湯機器の高効率化
- 節湯器具
- 配管の保温性能向上

2.5.1 給湯機器の高効率化

- (1) 給湯機器は、原則として、潜熱回収型ガス給湯器やヒートポンプ式給湯機等の高効率給湯器を導入する。
- (2) 施設の規模や給湯需要等を踏まえ、太陽熱給湯設備、コージェネレーション設備等の導入を検討する。

【解説】

- (1) 給湯機器の高効率化は次による。

ア 給湯方式の決定に当たっては、消費電力及び燃料消費量に加えて、湯を供給する場所の用途、湯の使用状況及び施設運用時の維持管理を考慮して検討する。

イ ヒートポンプ式給湯機等の貯湯槽を有する給湯機器は、水質維持のための定期的な清掃等が必要である。特に学校については、長期休業期間の前後に貯湯槽の水抜きや水張りが必要になり、維持管理の手間が増えるため、導入する場合は十分な検討が必要である。

ウ 電気温水器は、手洗い等の短時間かつ少量の湯の使用に適しているが、機器の熱源効率が低いため、消費電力が大きくなる傾向がある。そのため、電気温水器を導入する場合は、必要最小限とすることが望ましい。

- (2) 福祉施設や病院施設等の熱需要の大きい施設では、太陽熱給湯設備、コージェネレーション設備等について、費用対効果を踏まえて検討する。

2.5.2 節湯器具

器具の用途に合わせて、節湯器具の導入を検討する。

【解説】

水栓等の器具は、使用する湯量が少ない節湯器具の導入を検討する。節湯器具は表4による。

表4 節湯器具の種類

種類	仕様
自動給湯栓	洗面に設置され、使用と共に自動で止水する給湯栓で、電氣的に開閉し、手を遠ざけると自動で止水するもの。
節湯 B1	建築物省エネ法に基づく「建物エネルギー消費性能基準」における節湯・節水に資する水栓のうち、サーモスタット湯水混合水栓、ミキシング湯水混合水栓又はシングルレバー湯水混合水栓であり、かつ浴室シャワー水栓において、「小流量吐水機構を有する水栓の適合条件」を満たすもの。

2.5.3 配管の保温効果向上

給湯設備の高効率化等と併せて、給湯配管の保温材を厚くすることを検討する。

【解説】

保温材の厚さは、表 5 の数値を目安に検討する。

なお、保温材を厚くする場合は、パイプシャフト等の配管スペースの収まりを考慮する。

表 5 保温材の厚さの目安

WEBPRO における 給湯配管保温仕様	管の呼び径	保温材の厚さ	備考
保温仕様 A	32 未満	30mm 以上	冷温水管の保温厚さに 従ったもの
	32 以上	40mm 以上	
保温仕様 B	32 未満	20mm 以上	蒸気管の保温厚さに従 ったもの
	32 以上 65 未満	30mm 以上	
	65 以上	40mm 以上	
保温仕様 C	100 未満	20mm 以上	都標準仕様書における 給湯管の保温厚さ
	100 以上	25mm 以上	

2.6 昇降機設備

下記の取り組みにより、一次エネルギー消費量の削減を図る。

- 機器の高効率化
- 速度制御の高度化
- 回生電力の利用

2.6.1 機器の高効率化

巻上機は、ギアレス巻上機とする。

2.6.2 速度制御の高度化

速度制御の方式は、可変電圧可変周波数制御方式（インバーター制御）とする。

2.6.3 回生電力の利用

建物の規模や昇降機設備の使用状況等を踏まえ、導入を検討する。

【解説】

中高層で利用頻度の高い施設等においては、回生電力を蓄電し、通常運転、停電時救出運転等に利用するため、導入を検討する。

第3章 創エネ検討

3.1 創エネ設備

太陽光発電設備は、費用対効果を踏まえ、最大限設置できるよう検討する。

- 設置場所
- 設置面積

3.1.1 設置場所

設置場所は、原則屋上を検討する。

【解説】

太陽光パネルの設置場所は次による。

- ア 太陽光発電設備の設置場所は、建物の周囲の状況を踏まえ、安定して日射が得られる場所への設置を検討する。
- イ 太陽光発電設備のための架台を設置する場合は、建物の高さや構造等への影響を考慮する。
- ウ 必要に応じて、太陽光パネルの反射光の抑制についての対策を検討する。

3.1.2 設置面積

太陽光発電設備の設置面積は、最大限となるよう検討する。

【解説】

太陽光発電設備の設置面積は、緑化及びメンテナンススペース、他の設備機器の設置スペース等を勘案し、設置可能な範囲内で、最大限太陽光パネルが配置できるよう検討する。

3.1.3 その他の配慮事項

- (1) 太陽光発電設備は、災害時の運用を考慮する。
- (2) コージェネレーション設備は、施設の規模や給湯需要等を踏まえ、効果が見込まれる場合は導入を検討する。

【解説】

- (1) 避難施設となる場合は、太陽光発電設備の性能について検討する。
- (2) 排熱回収による給湯利用等も含めて、費用対効果を勘案し検討する。

参考

1.1 ZEB 化の試算事例

都有建築物において多くの施設数を占める庁舎、普通高校及び特別支援学校をモデルとして、ZEB 化を目指して「省エネ・再エネ東京仕様」の技術項目を導入した新築工事の事例について、WEBPRO 標準入力法を用いて一次エネルギー消費量を試算した結果を示す。

1.1.1 庁舎

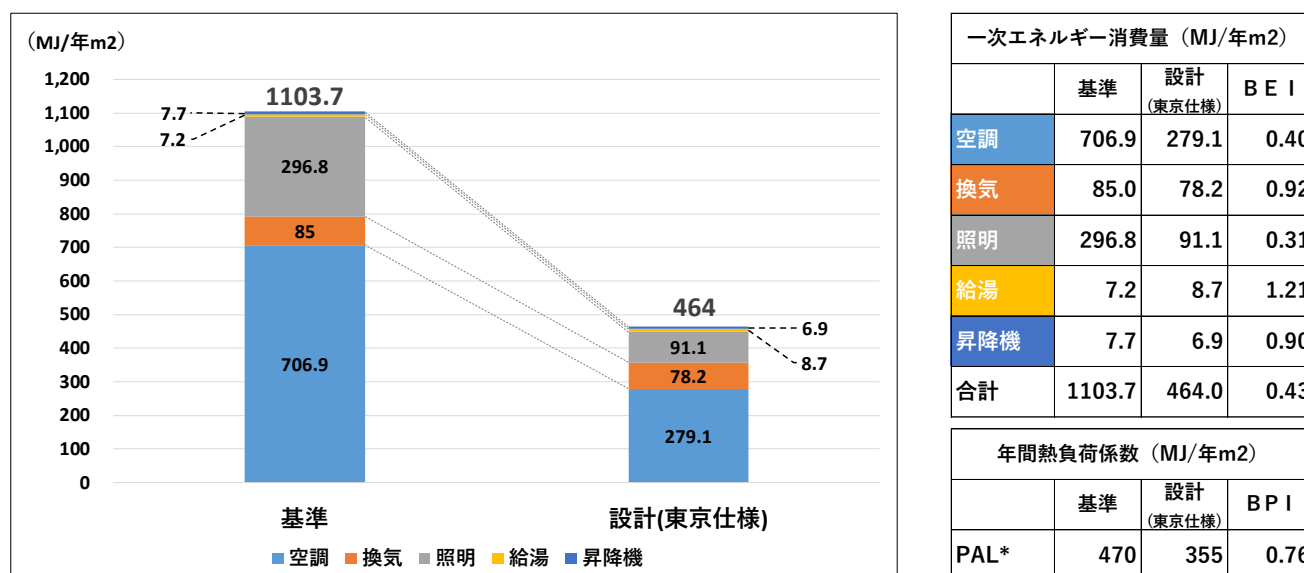


図6 庁舎モデルにおける試算結果

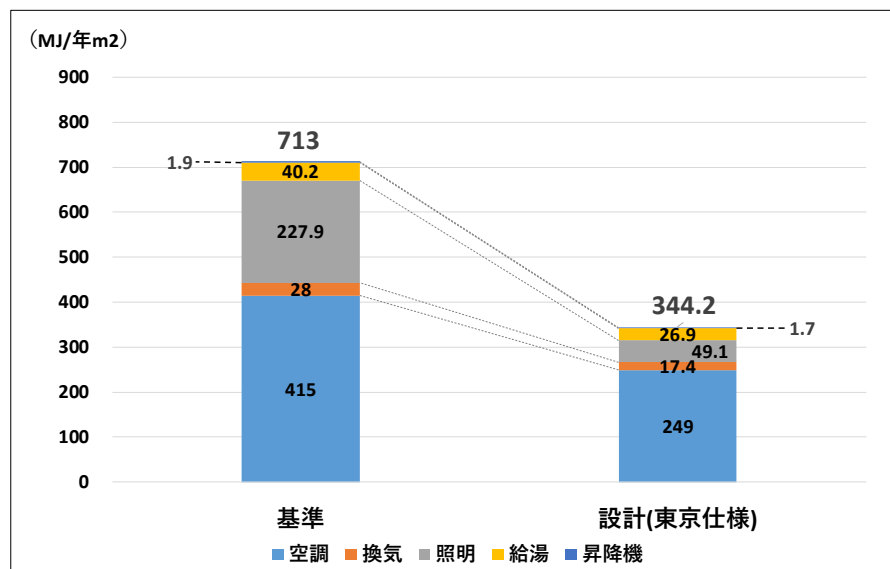
(1) 基準一次エネルギー消費量に関する特徴

空調の基準一次エネルギー消費量が全体の約6割と一番多く、次いで照明が約3割を占めた。

(2) 設計一次エネルギー消費量の削減状況

空調は BEI が 0.4 程度、照明は BEI が 0.3 程度まで設計一次エネルギー消費量の削減が見込める試算結果となった。

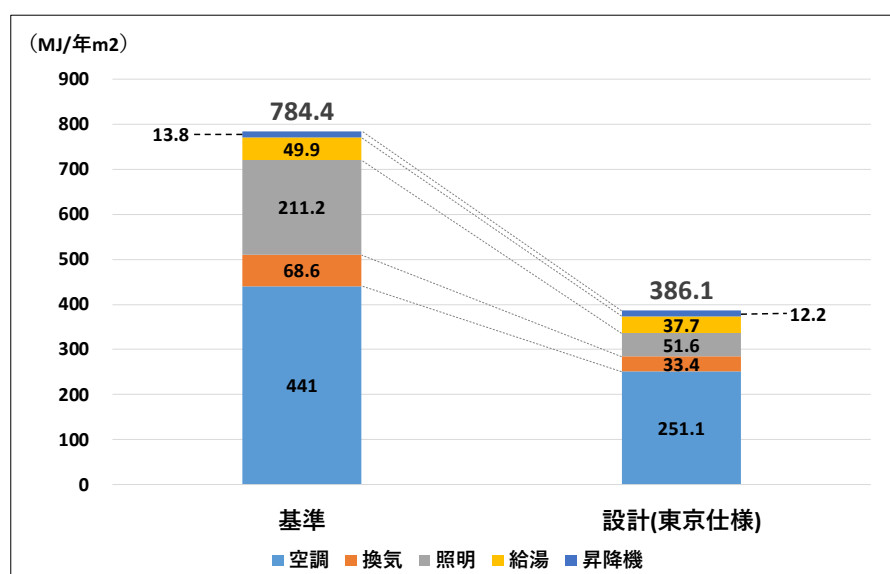
1.1.2 学校



一次エネルギー消費量 (MJ/年m²)			
	基準	設計 (東京仕様)	B E I
空調	415.0	249.0	0.60
換気	28.0	17.4	0.63
照明	227.9	49.1	0.22
給湯	40.2	26.9	0.67
昇降機	1.9	1.7	0.90
合計	713.0	344.2	0.49

年間熱負荷係数 (MJ/年m²)			
	基準	設計 (東京仕様)	B P I
PAL *	470	297	0.64

図7 普通高校モデルにおける試算結果



一次エネルギー消費量 (MJ/年m²)			
	基準	設計 (東京仕様)	B E I
空調	441.0	251.1	0.57
換気	68.6	33.4	0.49
照明	211.2	51.6	0.25
給湯	49.9	37.7	0.76
昇降機	13.8	12.2	0.89
合計	784.4	386.1	0.50

年間熱負荷係数 (MJ/年m²)			
	基準	設計 (東京仕様)	B P I
PAL *	470	261	0.56

図8 特別支援学校モデルにおける試算結果

(1) 基準一次エネルギー消費量に関する特徴

庁舎モデルと同様に、両モデル共、空調の基準一次エネルギー消費量が全体の約6割と一番多く、次いで照明が約3割を占めた。ただし、単位面積当たりの基準一次エネルギー消費量は、庁舎モデルの7割程度となっている。

(2) 設計一次エネルギー消費量の削減状況

両モデル共、空調はBEIが0.6程度、照明はBEIが0.3程度まで設計一次エネルギー消費量の削減が見込める試算結果となった。空調については、庁舎モデルよりも大きい結果となった。

(3) 普通高校モデルと特別支援学校モデルの比較

ア 特別支援学校は、一教室当たりの生徒数が少ないため、教室の空調に係る設計一次エネルギー消費量は比較的小さくなるが、共用部（便所）を空調しているため、全体としては、普通高校に比べて空調に係る設計一次エネルギー消費量が大きくなったと推測される。

イ 特別支援学校の換気の設計一次エネルギー消費量が普通高校に比べて大きくなったのは、厨房の有無による影響と推測される。

なお、特別支援学校の設計一次エネルギーが大きいにもかかわらず、BEI が小さくなったのは、厨房の単位面積当たりの基準一次エネルギー消費量が大きいためであると推測される。

ウ 両モデルの照明の設計一次エネルギー消費量及び BEI が同程度であるのは、空調・換気と異なり、照明の使用条件等がほぼ同じであるためと推測される。

エ 特別支援学校の給湯の設計一次エネルギー消費量が大きいのは、普通高校に比べ電気温水器の台数が多いためと推測される。

オ 特別支援学校の昇降機の設計一次エネルギー消費量が大きくなったのは、普通高校に比べて設置台数が多いためと推測される。

1.2 運用時の省エネ検討

運用時においても設計時に想定した環境性能を発揮しエネルギー消費量の削減を図るためには、運用時に高い省エネ効果が期待される技術の導入ときめ細やかな省エネチューニングが重要となる。

1.2.1 エネルギー管理システムの検討

機器類の適切な運用に向けエネルギー管理システムの導入を検討する。

【解説】

運転データの分析及び機器類の設定をきめ細かく調整する省エネチューニングを行うことができる BEMS や集中管理コントローラーの導入を検討する。また、施設の特性、維持管理手法等を踏まえて計量点数を設定する。

1.2.2 機器の運転調整

- (1) 施工後の試運転調整を適切に実施する。
- (2) 設備機器の実際の運用状況に合わせて、省エネチューニングを実施する。

【解説】

- (1) 設備機器の選定に当たっては、経年劣化を見込んだ補正等が含まれており、しゅん功直後の運用開始時には機器能力が過剰になる場合があるため、インバーター等により流量や風量等の調整を行う。
- (2) 運用後の建物の実際の負荷特性や建築設備の運用状況等に合わせて、運転の最適化を図る。特に、中央熱源空調方式では、熱源機器、冷却塔、ポンプ、送風機等運転の最適化を図るべき機器類が多いことから、十分な省エネ効果を得るためには、きめ細やかな省エネチューニングが重要である。

また、WEBPRO により算出される設計一次エネルギー消費量と建物の運用開始後の実際の一次エネルギー消費量は、使用条件により差異が生じる場合があるので注意が必要である。

1.3 大規模改修における省エネ検討

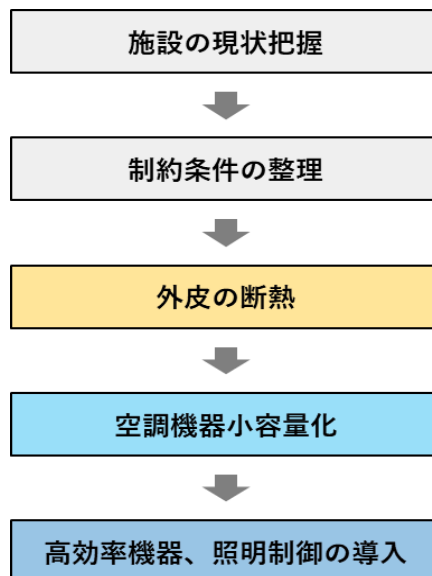
大規模改修※⁸等においては、整備範囲に制約があるが、外皮の高断熱化に併せて空調機の小容量化を図る等、建築と設備が一体となった取組みにより、最大限の省エネ対策を検討する。

※8 建物の構造体及び屋上防水、外壁、外部建具以外の部分を下地まで撤去した後、下地を含め建物内部の改修を行う工事（スケルトン改修）

1.3.1 基本的な考え方

大規模改修における省エネ化は、下記フローを踏まえ検討する。

- (1) 対象施設の現況を把握し、改修工事における制約条件等を踏まえた上で導入技術を検討する。
- (2) 新築・改築時と同様に外壁等、建築における熱負荷低減を図る。
- (3) 機器の小容量化、高効率化及び制御の高度化を検討する。



【解説】

- (1) 現況及び制約条件の把握は次による。
 - ア しゅん功図面や改修履歴等を確認し、現状の断熱仕様及び機器仕様を把握する。
 - イ 空調能力や照度の過不足等、室内の環境や使用状況について把握する。
なお、必要に応じて空調設備の熱負荷調査を実施し、最大熱負荷を把握する。
 - ウ 施設に執務者がいる状態で行う工事、空調を使用しない中間期に行う工事や屋上の設備機器等の設置状況等、施工上の制約を踏まえて導入可能な省エネ技術を検討する。
- (2) 建築における熱負荷低減は次による。
 - ア 屋根の断熱改修は、屋上防水改修に併せた外断熱や内装改修に併せた内断熱を検討する。断熱材の厚み等の仕様は、天井内スペース等への影響を考慮する。
 - イ 外壁の断熱改修は、外壁改修に併せた外断熱や内装改修に併せた内断熱を検討する。断熱材の厚み等の仕様は、屋内スペース等への影響を考慮する。
 - ウ 庇等の設置による日射遮蔽を検討する。
 - エ 窓の断熱改修において、サッシは外壁改修に併せた更新を検討する。仕様の検討に当

たっては、代替侵入口、非常用進入口や延焼の恐れのある部分の有無に注意する。

- (3) 空調機は、一般的に最大の熱負荷を踏まえて機種を選定すると、実際の運用に適した機器容量と比較して余裕が生じる場合があることから、使用状況に基づく機器能力の再検討等、小容量化を図る。

1.3.2 エネルギー消費量の削減方法の検討事例

既存の庁舎（延床面積 3,000 m²程度）と学校（延床面積 10,000 m²程度）をモデルとして、エネルギー削減に向け検討した改修事例とその効果を参考に示す。

なお、今回の外皮の断熱改修では、天井内や屋内スペース等への影響及び費用対効果を考慮した内容としており、建物の用途や規模、改修前後の仕様等により削減効果は異なることに留意する。

表 6 改修内容の一例

改修手法	改修前			改修後			削減効果
外皮の高断熱化による 空調機の小容量化	断熱厚さ	屋根	30mm(熱貫流率： 0.50~0.54w/m ² K)	断熱厚さ	屋根	75mm（熱貫流率： 0.31~0.33w/m ² K)	★★★★
		外壁	30mm（熱貫流率： 0.74~0.83w/m ² K)		外壁	50mm（熱貫流率： 0.52w/m ² K)	
	単板ガラス （ガラスの熱貫流率：6.0w/m ² K）			二層複層ガラス（Low-E） （ガラスの熱貫流率：1.8w/m ² K）			★★
	二層複層ガラス、単板ガラス （ガラスの熱貫流率：3.3w/m ² K）			二層複層ガラス（Low-E） （ガラスの熱貫流率：1.8w/m ² K）			
冷媒配管長短縮による 空調機の小容量化	ビル用マルチエアコン			業務用エアコン （店舗・オフィス用）			★★
空調制御システムの導入	—			空調機（室外機）の台数制御			★★★★
	—			風量制御、予熱時外気取り入れ停止、外気冷房制御、バイパス制御を追加			★
照明制御システムの導入	—			在室検知、明るさ検知、タイムスケジュール制御、初期照度補正機能を追加			★
給湯方式の変更	電気温水器			ガス給湯器			★

★：BEI 値 0.01 程度削減、★★：BEI 値 0.05 程度削減、★★★：BEI 値 0.1 程度削減

【解説】

- (1) 外皮の高断熱化と空調機の小容量化が連動した検討により、高い省エネ効果を得られた。
- (2) 空調機の高効率化を図るだけでなく、室外機の台数制御を導入することで、高い省エネ効果を得られた。

1.3.3 建築や設備を個別に改修する場合の省エネ検討

大規模改修にかかわらず、施設の保全に関する修繕や計画的な改修に併せ、省エネ化をできる限り図る。

- (1) 外皮の高断熱化
改修の際に、断熱性能の高いガラスへの交換、二重窓の設置等を行うことで、空調機のエネルギー消費量削減につながる。
- (2) 空調機の小容量化及び高効率化
既存の空調機は、新築時の設計の際に余裕を見込んだ容量の機器が選定されている場合がある。改修の際には、これまでの使用実態に基づき、設備容量を小さくした上で高効率な機器に更新することで、エネルギー消費量削減につながる。

1.4 参考文献等

本書の作成に当たり、出典や参考としたものは以下のとおり。

- ZEB PORTAL [ゼブ・ポータル]（環境省）
- ZEB ロードマップ検討委員会とりまとめ
（経済産業省資源エネルギー庁 平成 27 年 12 月）
- ZEB ロードマップフォローアップ討委員会とりまとめ
（経済産業省資源エネルギー庁 令和 2 年 4 月）
- 学校ゼロエネルギー化推進方策検討委員会報告書（文部科学省 平成 24 年 5 月）
- ZEB 設計ガイドライン（一般社団法人 環境共創イニシアチブ）
- エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）解説
（国土交通省 国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人 建築研究所）
- ZEB 実証事業について（一般社団法人 環境共創イニシアチブ）
- 公共建築物における Z E B 事例研究（令和 6 年 6 月 全国営繕主管課長会議）