

福島県ZEB ガイドライン

カーボンニュートラルの実現に向けて



$$BEI = \frac{E_T(\text{Plan primary energy consumption})}{E_{ST}(\text{Standard primary energy consumption})}$$

$$E_T = (E_{AC} + E_V + E_L + E_{HW} + E_{EV} + E_{PV} + E_{CGS} + E_M)$$

$$E_{AC} = \sum_{i=1} E_{AC, ahu, i} + \sum_{i=1} E_{AC, pump, i} + \sum_{i=1} E_{AC, ref, i}$$



令和6年 福島県土木部

はじめに

カーボンニュートラルの実現を目指して

世界の平均気温の上昇を産業革命以前と比べて 1.5℃以内に抑えるという努力目標が示された「パリ協定」が 2020 年に本格運用されるとともに、同年 10 月には、内閣総理大臣が「2050 年カーボンニュートラル」を宣言しました。2021 年 4 月に国が改定した「地球温暖化対策計画」では、2030 年度に、温室効果ガスの排出量を 2013 年度と比べて 46%削減するという目標が示されました。日本のエネルギー消費量の約 3 割を占める建築分野において、エネルギー消費や温室効果ガス排出の削減が急務となっております。

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災、それに続く東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえ、県では、「福島県復興ビジョン(平成 25 年策定)」において「原子力に依存しない安全・安心で持続的に発展可能な社会づくり」を基本理念に掲げ、再生可能エネルギーの導入拡大とエネルギーの効率的利用による「再生可能エネルギー先駆けの地」の実現を目指すとともに、令和 3 年 2 月に「福島県 2050 年カーボンニュートラル」を宣言し、地球温暖化対策を福島県総合計画の主要施策として位置づけたところです。建築分野においてカーボンニュートラルを実現するには、室内環境の質を維持しつつ、大幅な省エネルギー化と再生可能エネルギーの導入によりエネルギーの自立度を高めた ZEB 化に取り組むことが重要となります。

県有建築物の ZEB 化については、令和 3 年 12 月に「福島県地球温暖化対策推進計画」及び「ふくしまエコオフィス実践計画」に位置づけられました。これを受け、令和 4 年 10 月には「県有建築物 ZEB 化協議実施要綱」を施行するとともに「福島県 ZEB ガイドライン」を公表し、新築建築物の ZEB 化に取り組んできました。建築分野においてカーボンニュートラルを実現するには、既存県有建築物の ZEB 化が重要であることから、令和 6 年 4 月に「県有建築物 ZEB 化協議実施要綱」を「県有建築物 ZEB 化協議等実施要領」に改正するとともに「福島県 ZEB ガイドライン」に改修編を追加しました。本ガイドラインにより、県有建築物の ZEB 化に係るコストや技術面での検討精度が高まり ZEB 化が促進されることと、市町村や民間事業者の参考となることを期待します。

目次

はじめに	2
◇第1 【共通編】	5
1 ガイドラインの役割.....	6
2 ZEB の定義	7
◇第2 【新築編】	9
1 目標水準と対象建築物.....	10
2 ZEB 化のフロー（新築）	11
3 ステップごとの留意事項.....	12
4 ZEB 化に必要となる技術等	13
5 ZEB 化に要するコストの試算	14
◇第3 【改修編】	15
1 目標水準と対象建築物.....	16
2 ZEB 化のフロー（改修）	17
3 ステップごとの留意事項.....	18
4 基本設計での検討内容.....	19
5 ZEB 化改修に要するコストの試算	20

◇参考資料【新築】	21
第1章 ZEB とは	22
1-1 ZEB の定義	23
1-2 建築物の脱炭素化に向けた取り組み	33
1-3 ZEB 化の動向	40
第2章 ZEB 化によるメリット	53
2-1 ウェルネス建築	54
2-2 ZEB 化の効果	64
第3章 関連資料	67
◇参考資料【改修】	85
第1章 ZEB 化改修の背景と手法	86
1-1 カーボンニュートラルの実現に向けた既存建築物への取組	87
1-2 ZEB 化改修の方法	94
第2章 ZEB 化改修の検証	126
2-1 大規模改修のみ(ZEB 化なし)と ZEB 化改修の比較	127
2-2 ZEB 化改修の効果	160
◇用語集	169

◇第1 【共通編】

1 ガイドラインの役割

このガイドラインは、ZEB化に係る目標水準、必要となる技術、概算コスト及び検討手順などをまとめており、県有建築物の新築工事や大規模改修工事におけるZEB化に当たり、関係部局の合意形成を円滑化するものです（図1）。

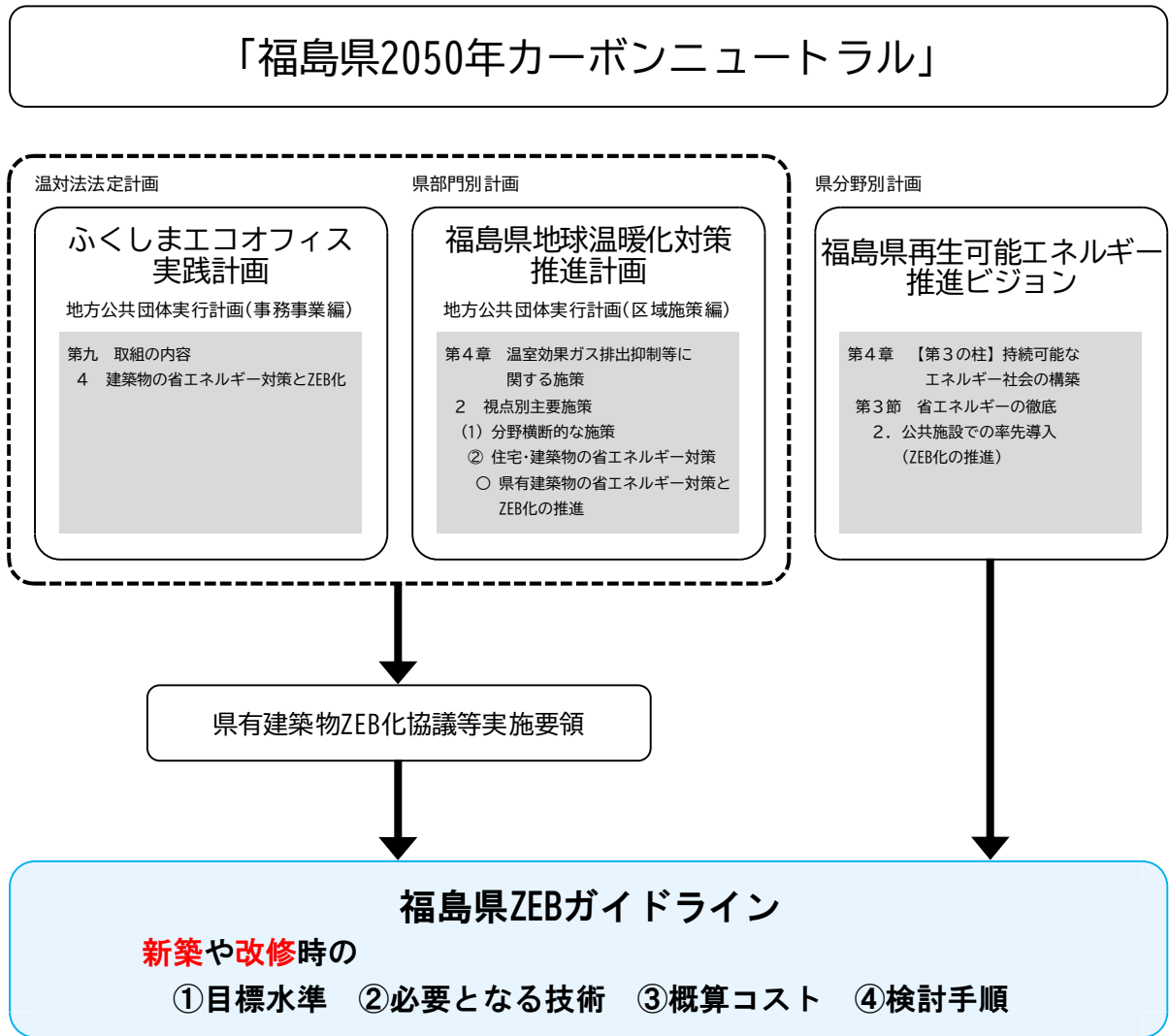


図1 「福島県 ZEB ガイドライン」の位置付け

2 ZEB の定義

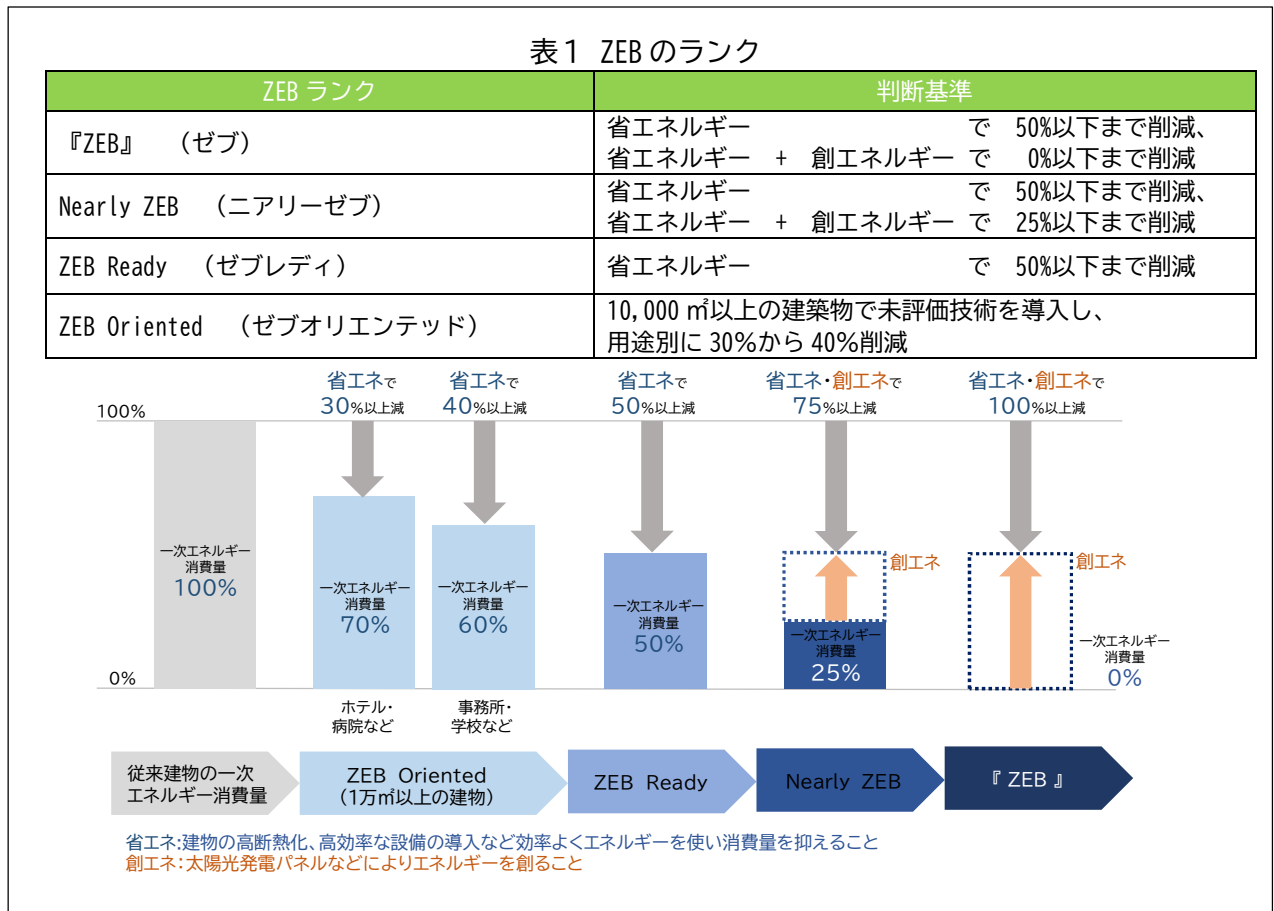
ZEBとは、Net Zero Energy Building（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の略称で、「ゼブ」と呼びます。先進的な建築設計によるエネルギー負荷の抑制やパッシブ技術の採用による自然エネルギーの積極的な活用、高効率な設備システムの導入等により、室内環境の質を維持しつつ大幅な省エネルギー化を実現した上で、再生可能エネルギーを導入することにより、エネルギーの自立度を極力高め、年間の一次エネルギー消費量の収支をゼロとすることを目指した建築物です。

経済産業省資源エネルギー庁「ZEB ロードマップ検討委員会とりまとめ」（平成 27 年 12 月）

■ 従来までの設計との違い

LED 照明や太陽光発電システムの導入など、ZEB 化の技術内容はこれまでと大差はありません。従来までの設計と ZEB 化に要する設計の大きな違いは、関係部局が事業の初期段階から ZEB 化への意識を持って取り組むことです。ZEB 化を実現するには、エネルギー消費性能の具体的な目標値を定め、建築物の特性や条件に応じて様々な技術を的確に組み合わせて検討することが重要です。

■ ZEB のランク



◇第2 【新築編】

1 目標水準と対象建築物

既存県有建築物の5割以上を占める「庁舎・学校」を対象に検討モデルを作成し、ZEB化に係るシミュレーションを実施したところ、すべてのモデルが「ZEB Ready」を達成することが認められました。

本ガイドラインでは、新築する際のZEB化の目標水準を「ZEB Ready」と定めます。(表2)

新築工事における目標水準

ZEB Ready 以上 ※1

表2 目標水準の設定方法

① ZEB化に要する技術の分析

全国のZEB事例(30施設)をもとに、面積毎のZEBのランクや導入された技術を分析して、汎用性の高い技術を抽出。

② ZEB化を検討するための用途・規模の設定

既存県有建築物を参考にしながら、汎用性が高い6つのパターン(用途・規模)を設定。

◇庁舎 (1,000 m²、3,000 m²、10,000 m²)

◇学校 (2,000 m²、8,000 m²、10,000 m²)

③ 検討モデルの作成とZEB化に係るシミュレーション

②についてZEB化を検討するためのモデルを作成し、ZEB化に係るシミュレーションを行い、エネルギー消費性能を確認。

④ 目標水準

すべての検討モデルが「ZEB Ready」となることを確認。

※1 10,000 m²以上の県有建築物(病院、事務所、学校など)で中央式空調設備を採用する場合には、「ZEB Oriented」とすることも可能とします。

対象は、新築、増築又は改築する建築物であって、次に掲げる建築物以外のものとします。

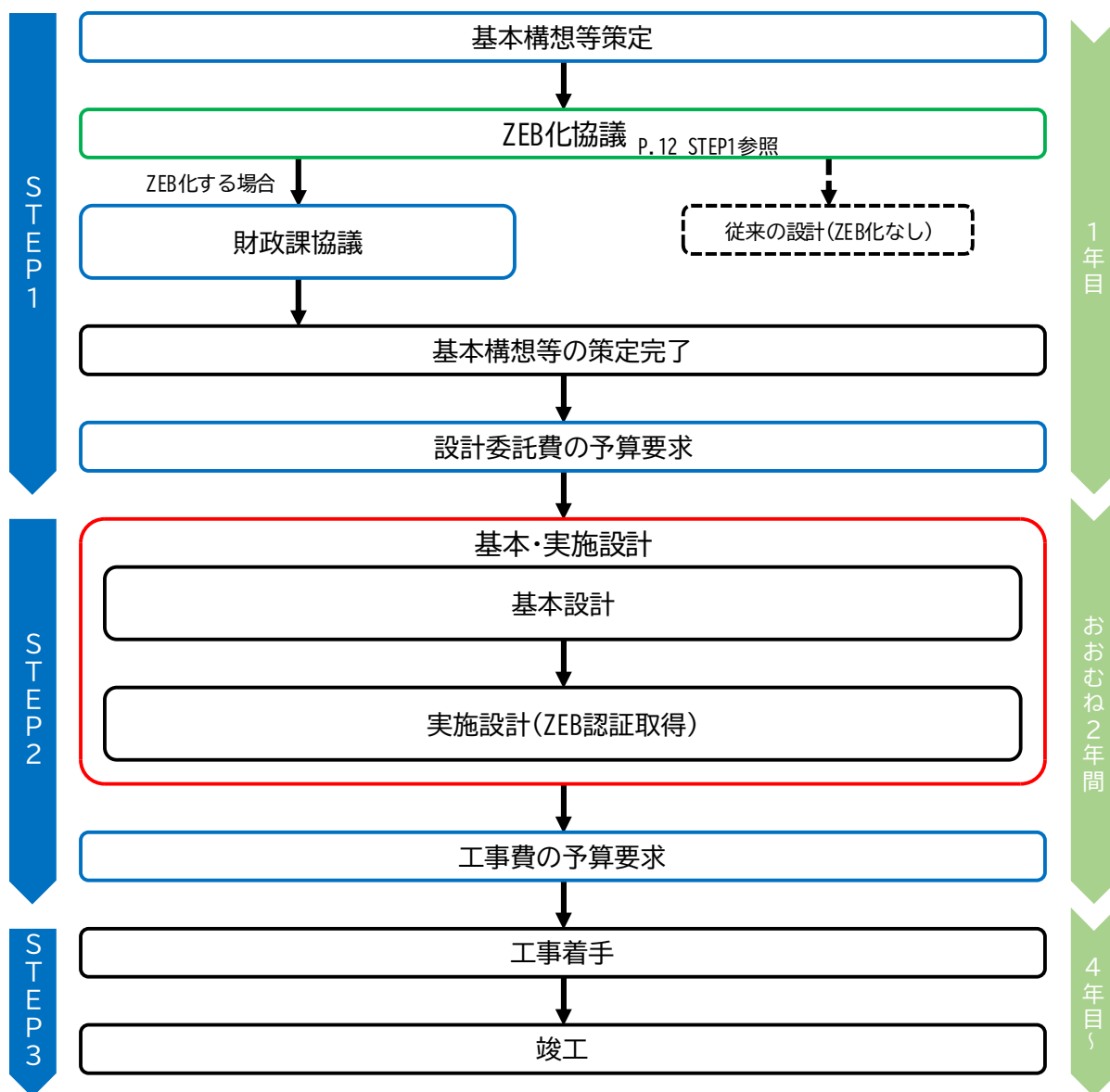
1 職員公舎

2 県営住宅等

3 建築物省エネ法第18条各号のいずれかに該当する建築物

(自動車車庫、畜舎、仮設建築物など。詳細は建築物省エネ法及び同法施行令を確認。)

2 ZEB化のフロー（新築）



※フローの右に示した年次は参考です。

図2 ZEB化のフロー（新築）

3 ステップごとの留意事項

STEP1 事業化～設計委託費の予算要求

- ◇ 施設担当課
 - ・ 県有建築物を新築する際の基本構想等を策定する段階で、環境関係課（環境共生課、エネルギー課、営繕課）に ZEB 化協議を依頼します。
 - ・ ZEB 化協議を踏まえ、必要となる技術や概算コストなど ZEB 化の方針を整理し、基本構想等へ反映します。
 - ZEB 化に必要となる技術は、P. 13(表 3)を参照。
 - ZEB 化に要する概算コストは、P. 14(表 4)を参照。
 - ・ 基本構想等については、財政課と協議して決定し、設計委託に要する予算を要求します。
- ◇ 環境共生課、エネルギー課
 - ・ 補助金や交付金等について情報提供します。
- ◇ 営繕課
 - ・ 概算コストなどについて技術支援します。

STEP2 設計～工事費の予算要求

- ◇ 施設担当課
 - ・ 基本設計と実施設計、それぞれの段階でエネルギー消費性能を計算し、基本構想等で定めた ZEB のランクが達成できていることを確認します。
 - ・ 実施設計によるエネルギー消費性能計算が完了した後に、ZEB 認証を取得します。
 - ・ 補助金等の申請や工事の工期等を踏まえながら全体事業スケジュールを決定し、工事に要する予算を要求します。
- ◇ 営繕課
 - ・ 施設担当課の取組を技術支援します。

STEP3 工事着手～竣工

- ◇ 施設担当課
 - ・ 工事着手後にエネルギー消費性能計算に影響するような設計変更等があれば、再計算等により、竣工までに ZEB 認証を再取得します。
- ◇ 営繕課
 - ・ 施設担当課の取組を技術支援します。

4 ZEB 化に必要な技術等

庁舎や学校の ZEB 化事例をもとに、建築物の用途・規模・空調方式に応じて ZEB 化に必要な技術等を抽出しました。

表3 ZEB 化確認チェックリスト

技術・取り組み		建物用途・規模		庁舎 ^{※1}				学校 ^{※1}			※2	※3	チェック	
				1,000㎡ 個別空調	3,000㎡ 個別空調	10,000㎡ 個別空調	10,000㎡ 中央空調	2,000㎡ 個別空調	8,000㎡ 個別空調	10,000㎡ 個別空調				
エネルギー マネジメント	設計段階におけるエネルギー消費性能の管理	基本設計、実施設計におけるエネルギー消費性能の数値管理の実施	●	●	●	●	●	●	●	-	-	□		
	適切な運転制御	中央監視装置設備、BEMS	設備システム(空調・照明・換気)の中央監視及び運転データ計測の実施	●	●	●	●	●	●	●	-	-	□	
		チューニング	設備システムの運転データに基づく運用改善の実施(運用段階)	●	●	●	●	●	●	●	-	-	□	
バッシン手法	負荷を元から断つ	外皮性能の向上	熱負荷を軽減する建物配置	東西軸の配置							●	-	□	
			高断熱・高气密外皮	外壁の断熱化(熱貫流率0.3W/㎡・K相当)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	□
				屋根の断熱化(熱貫流率0.22W/㎡・K相当)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	□
				高性能ガラスの採用(熱貫流率2.2W/㎡・K相当)(Low-E複層ガラス)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	□
		断熱サッシの採用	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	□	
		日射遮蔽	主たる開口部への庇・ルーバーの採用	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	□
	主たる開口部へのブラインドの採用		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	□	
緑化	屋根、外壁の緑化									-	●	□		
自然の恵みを活かす	熱	太陽熱を取り入れやすい建築計画									-	●	□	
	風	自然換気を取り入れる建物計画									-	●	□	
	光	自然採光を得やすい建築計画									-	●	□	
	土	地中熱利用(アースチューブ、アースピット)									-	-	□	
	雨	雨水利用(雑用水、散水用)									-	-	□	
熱源	高効率熱源機器	空冷モジュールチラー、冷水発生機など	高効率機器の採用				●				●	●	□	
		パッケージエアコン	ハイグレード高効率機器の採用	●	●	●	●	●	●	●	●	-	□	
	ポンプ制御	熱源ポンプ	自動台数制御の採用				●				●	●	□	
			VWV(変流量)制御の採用				●					●	●	□
	大温度差空調システム	(熱源が冷水発生機の場合)大温度差空調システムの採用									-	-	□	
	再生可能エネルギー	地中熱利用	地中熱利用(ヒートポンプ)機器の採用					●	●	●	●	●	□	
		地下水(井水)熱利用	地下水(井水)熱利用機器の採用									-	●	□
	空調	外気取入れ制御	外気冷房	室内よりも外気の温湿度が低い場合に室内へ外気を導入する外気冷房の採用	●	●	●	●	●	●	●	●	●	□
			予冷予熱制御(外気カット)	開庁前の人がいらない時間帯の外気導入を停止する予冷予熱制御の採用	●	●	●	●	●	●	●	●	●	□
		送風量制御	VAV(変風量)制御	VAV(変風量)制御の採用				●				●	●	□
居住域空調システム		居住域空調(床吹出空調など)の採用									-	-	□	
輻射冷暖房	エントランス、執務室などに輻射冷暖房を採用									-	-	□		
アクティブ手法	変圧器	高効率変圧器	高効率変圧器の採用									-	-	□
		高効率照明器具	LED照明など	高効率器具の採用	●	●	●	●	●	●	●	●	●	□
	照明制御	在室検知制御	主たる事務室などの照明での在室検知制御の採用	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	□
		タイムスケジュール制御	主たる室の照明でのタイムスケジュール制御の採用	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	□
		初期照度補正制御	主たる事務室などの照明での初期照度補正制御の採用	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	□
		明るさ検知制御	主たる室の照明での明るさ検知制御の採用	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	□
	タスク・アンビエント照明	執務室及び事務室の照明でのタスク・アンビエント照明の採用	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●	□	
	スイッチ回路の細分化	主たる室の照明回路を細分化									-	●	□	
	高効率ファン	高効率機器の採用				●					●	-	□	
	換気	全熱交換器	主たる居室での全熱交換器の採用	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	□
換気制御		温度制御	電気室や機械室での自動制御(温度制御)の採用				●				●	●	□	
	スケジュール制御	トイレや倉庫での自動制御(スケジュール制御)の採用				●				-	-	□		
給湯	高効率給湯器	潜熱回収型	ガス熱源の潜熱回収型の採用	●	●	●	●	●	●	●	●	-	□	
		ヒートポンプ給湯器	電気熱源のヒートポンプの採用					●	●	●	●	●	□	
	節湯器具	自動給湯栓など	トイレなどの手洗器での節湯器具の採用	●	●	●	●	●	●	●	●	●	□	
	再生可能エネルギー	太陽熱利用	太陽熱利用給湯の採用								●	●	□	
昇降機	速度制御機能の採用				●					-	-	□		
再生可能エネルギー(創エネルギー)	太陽光発電システムの採用									●	●	□		

※1 用途、規模ごとに採用率が高い技術等
 ※2 エネルギー消費性能を計算するプログラムに対応した技術等
 ※3 「福島県再エネ・省エネ推進建築物設計ガイドライン」に掲載されている技術等

5 ZEB化に要するコストの試算

本ガイドラインによるコストシミュレーションでは、表4のような工事費の増加率が認められました。基本構想等の策定段階では、工事費の増加率や補助金等の充当を想定しながら概算事業費を算出します（図3）。

再生可能エネルギーの導入次第では、目標水準を上回るZEBのランクとすることが見込めることから、施設の用途や敷地条件等を踏まえながら、再生可能エネルギーの導入規模を十分に検討する必要があります。

表4 ZEB化による工事費の増加率

用途	延べ面積	熱源方式	従来の設計		ZEB Oriented		ZEB Ready		Nearly ZEB		『ZEB』	
			BEI	工事費	BEI	工事費	BEI	工事費	BEI	工事費	BEI	工事費
庁舎	1,000㎡	個別	0.70	基準	-	-	0.49	15%増加	0.25	18%増加 太陽光発電量 21kW	0.00	22%増加 太陽光発電量 54kW
	3,000㎡	個別	0.70	基準	-	-	0.49	11%増加	0.25	15%増加 太陽光発電量 93kW	0.00	19%増加 太陽光発電量 191kW
	10,000㎡	※ 中央	0.87	基準	0.55	9%増加	-	-	-	-	-	-
個別		0.70	基準	-	-	0.49	9%増加	0.25	14%増加 太陽光発電量 310kW	0.00	17%増加 太陽光発電量 642kW	
学校	2,000㎡	個別	0.76	基準	-	-	0.50	15%増加	0.25	17%増加 太陽光発電量 27kW	0.00	18%増加 太陽光発電量 54kW
	8,000㎡	個別	0.74	基準	-	-	0.50	13%増加	0.25	16%増加 太陽光発電量 145kW	0.00	19%増加 太陽光発電量 291kW
	10,000㎡	個別	0.74	基準	-	-	0.50	12%増加	0.25	15%増加 太陽光発電量 181kW	0.00	18%増加 太陽光発電量 361kW

※ 庁舎 10,000㎡以上で空調設備を中央熱源方式とする場合の参考値を示す。

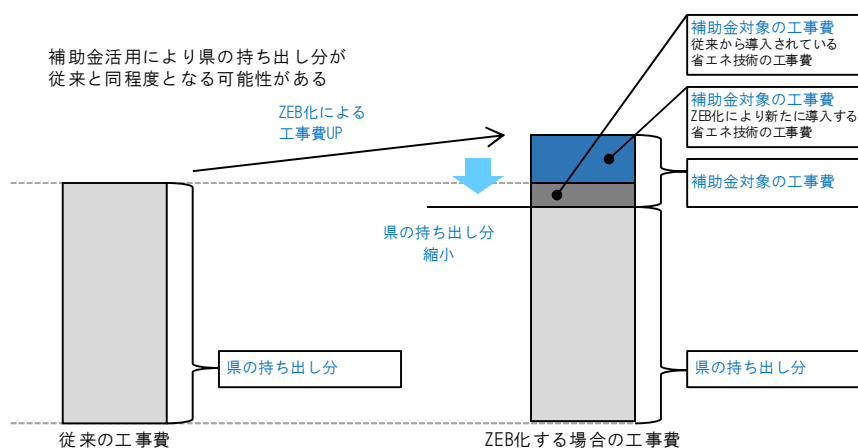


図3 従来の工事費とZEB化する場合の工事費の比較

◇第3 【改修編】

1 目標水準と対象建築物

既存県有建築物の5割以上を占める「庁舎・学校」を対象に検討モデルを選定し、ZEB 化改修に係るシミュレーションを実施したところ、すべてのモデルで「ZEB Ready」とすることについてコスト面の効果が認められました。

本ガイドラインでは、ZEB 化改修する際の目標水準を「ZEB Ready」と定めます。(表5)

ZEB 化改修工事における目標水準

ZEB Ready 以上 ※1

表5 目標水準の設定方法

① モデル施設を選定

ZEB 化を検討するためのモデルとして、既存県有建築物から2施設(庁舎1施設、学校1施設)を選定。

② モデル施設におけるシミュレーション

① について、大規模改修のみとする場合と ZEB 化改修する場合(ZEB Ready)の仕様を検討し、概算工事費、BEI 及び光熱費のシミュレーションを実施。ZEB 化に要するかかりまし費用と光熱費の削減額を算出。

③ ZEB 化に要するかかりまし費用の回収年数の算出

②の結果から、ZEB 化に要するかかりまし費用の光熱費の削減による回収年数を算出。

④ コスト面の効果の確認

ZEB 化に要するかかりまし費用の回収年数 ≤ 今後の施設の使用年数となることを確認。

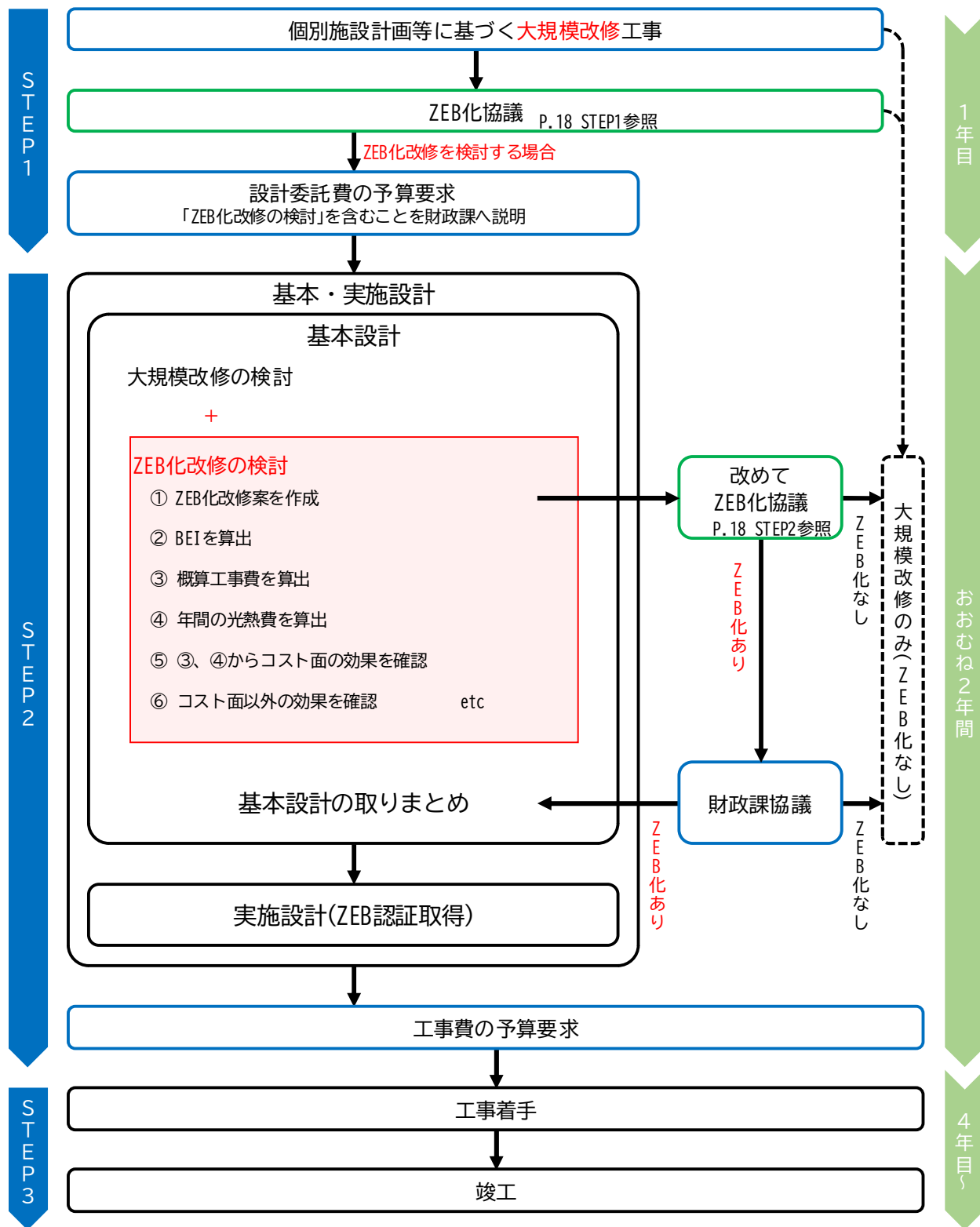
※1 10,000 m²以上の県有建築物(病院、事務所、学校など)で中央式空調設備を採用する場合には、「ZEB Oriented」とすることも可能とします。

- ◇ 既存県有建築物の建設時期や規模、仕様等は様々であり、建設年次が古い建物ほどエネルギー消費量や CO₂ 排出量が多くなる傾向が見られます。
- ◇ ZEB 化改修では、外皮(窓や外壁)、空調設備、換気設備及び照明設備など様々な部位の改修が必要となります。劣化した設備等を一挙に改修する「大規模改修工事」に合わせて ZEB 化改修することは、工事の工期やコストの面で合理的です。
- ◇ ZEB 化改修に要する工事費は、施設ごとの劣化状況や設備機器の仕様等により異なります。基本設計時に「ZEB 化改修の検討」を行い、概算工事費等を確認します。

対象は、各部局が所管する県有建築物であって、「庁舎等建物施設に係る個別施設計画」又は「福島県立学校施設長寿命化計画」に基づき大規模改修を行う建築物のうち、次に掲げる建築物以外のものとします。

- 1 職員公舎
- 2 県営住宅等
- 3 建築物省エネ法第18条各号のいずれかに該当する建築物
(自動車車庫、畜舎、仮設建築物など。詳細は建築物省エネ法及び同法施行令を確認。)

2 ZEB化のフロー（改修）



※フローの右に示した年次は参考です。

図1 ZEB化のフロー（改修）

3 ステップごとの留意事項

STEP1 事業化～設計委託費の予算要求

- ◇ 施設担当課
 - ・ 個別施設計画等に基づく大規模改修工事を行おうとする場合は、環境関係課（環境共生課、エネルギー課、営繕課）に ZEB 化協議を依頼することができます（協議には、対象建築物の用途、規模、建設からの経過年数及び竣工図の有無等の情報が必要です）。
 - ・ ZEB 化協議の結果を踏まえ、ZEB 化改修を検討するか否か、財政課へ説明して決定し、設計委託に要する予算を要求します。
- ◇ 環境共生課、エネルギー課
 - ・ 補助金や交付金等について情報提供します。
- ◇ 営繕課
 - ・ 概算コストなどについて技術支援します。

STEP2 設計～工事費の予算要求

- ◇ 施設担当課
 - ・ 基本設計において、ZEB のランクの達成状況や ZEB 化改修の効果を確認します。
→ 基本設計での検討内容は P.19 を参照。
 - ・ 基本設計の検討結果を踏まえ環境関係課に ZEB 化協議を改めて依頼します。
 - ・ ZEB 化協議の結果を踏まえ ZEB 化の方向性を判断し、ZEB 化する場合には、財政課と協議して方向性を決定します。
 - ・ 決定した ZEB 化の方向性に基づき基本設計を取りまとめます（設計委託の費用や工期の変更が必要となる場合があります）。
 - ・ 実施設計において ZEB のランクの達成状況を確認するとともに、エネルギー消費性能計算が完了した後に ZEB 認証を取得します。
 - ・ 補助金等の申請や工事の工期等を踏まえながら全体事業スケジュールを決定し、工事に要する予算を要求します。
- ◇ 環境共生課、エネルギー課
 - ・ 補助金や交付金等について情報提供します。
- ◇ 営繕課
 - ・ 施設担当課の取組を技術支援します。

STEP3 工事着手～竣工

- ◇ 施設担当課
 - ・ 工事着手後にエネルギー消費性能計算に影響するような設計変更等があれば、再計算等により、竣工までに ZEB 認証を再取得します。
- ◇ 営繕課
 - ・ 施設担当課の取組を技術支援します。

4 基本設計での検討内容

- 1 大規模改修案の作成と概算工事費、年間の光熱費及び BEI の算出
- 2 ZEB 化改修案の作成と BEI の算出
次の手順で ZEB 化改修案を作成し BEI を算出します。BEI の算出結果をもとに目標とした ZEB のランクが達成されていることを確認します。
 - ア. 断熱の検討
 - イ. 全熱交換換気の検討
 - ウ. 最大空調負荷の算出
 - エ. 空調設備の選定
 - オ. 照明、換気、給湯設備等の選定
 - カ. 太陽光発電設備の検討
 - キ. BEI の算出
- 3 ZEB 化改修する場合の概算工事費と光熱費の算出
2で作成した ZEB 化改修案をもとに、概算工事費と年間の光熱費を算出します。
- 4 ZEB 化改修に要するかかりまし費用の算出
1で算出した概算工事費と、3で算出した概算工事費を比較し、ZEB 化改修により上昇する工事費を確認します。上昇する工事費を補助金等の充当によりどの程度削減できるかも踏まえながら、ZEB 化改修のかかりまし費用を確認します。
- 5 かかりまし費用の回収年数の算出
1で算出した大規模改修のみの光熱費と、3で算出した ZEB 化改修の光熱費を比較し、ZEB 化改修により削減される年間の光熱費(以下、「省エネ額」という。)を確認します。省エネ額をもとに4で算出したかかりまし費用を何年で回収できるか確認します。

6 ZEB 化改修の効果の確認

[コスト面の効果]

かかりまし費用の回収年数 ≤ 改修後の施設の使用年数



[コスト面以外の効果]

- 温室効果ガス排出量の削減
- 快適性や生産性及びウェルネスの向上
- 災害時における事業継続性(BCP)の向上
- 環境配慮による建物の資産価値の向上



ZEB 化の方向性を総合的に判断

5 ZEB 化改修に要するコストの試算

本ガイドラインによるコストシミュレーションでは、表6のような工事費の増加率(補助金等は充当していない)が認められました。

かかりまし費用とランニングコストの削減額から回収年数を算出したところ、太陽光発電設備を導入しない場合は、A高校で13年程度、B事務所で6年程度となりました。太陽光発電設備を導入する場合は、A高校で17年程度、B事務所で13年程度となりました。いずれの施設も目標使用年数まで25年程度と十分な期間が残っていることから、ZEB化改修によるコスト面の効果が認められました。

表6 大規模改修のみとZEB化改修の比較(BEI・工事費)

名称	省エネ基準 地域区分	大規模改修のみ		ZEB パターン1		ZEB パターン2	
		BEI	工事費	BEI	工事費	BEI	工事費
A高校	3	0.81	基準	0.46	54%増加	0.29	87%増加
	4	0.83	基準	0.47	54%増加	0.31	87%増加
	5	0.80	基準	0.43	54%増加	0.28	87%増加
B事務所	3	0.72	基準	0.34	20%増加	0.29	48%増加
	4	0.73	基準	0.35	16%増加	0.30	44%増加
	5	0.70	基準	0.33	16%増加	0.28	44%増加

※A高校におけるZEBのパターン

パターン1は太陽光発電設備なし、パターン2は太陽光発電設備40kWを設置

※B事務所におけるZEBのパターン

パターン1は既存太陽光発電設備20kWを利用、パターン2は太陽光発電設備を30kWに更新

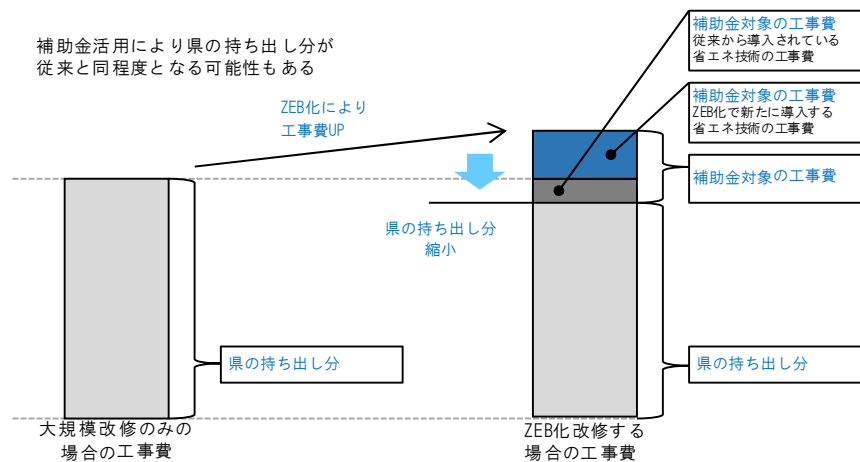


図3 大規模改修のみの場合とZEB化改修する場合の工事費の比較

◇参考資料【新築】

第1章 ZEB とは

1-1 ZEB の定義

(1) ZEB の定義

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」と呼ばれている。快適な室内環境を維持しつつ、建物で消費する年間の一次エネルギー量の収支をゼロにすることを旨とした建物のことである。経済産業省では次のとおり定義している。

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旨とした建築物
(出典：経済産業省資源エネルギー庁「ZEB ロードマップ検討委員会とりまとめ」
(平成 27 年 12 月))

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、省エネルギーによって消費するエネルギー量を減らし、太陽光発電などによる創エネルギーによって消費する分のエネルギーを作ることによりエネルギー消費量の収支をゼロにすることができる。

現在、ZEB のランクは用途や面積規模、エネルギー消費量の削減率に応じて『ZEB』、Nearly ZEB、ZEB Ready、ZEB Oriented の 4 段階に分けられている。図.1-1 に ZEB のランクを示す。

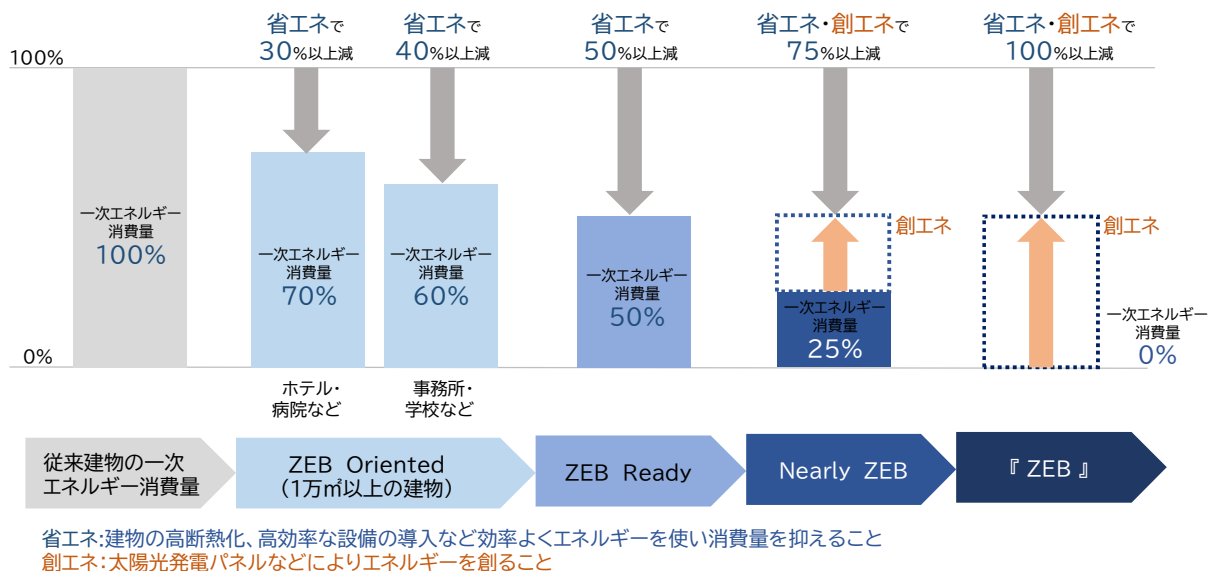


図.1-1 ZEB のランク

(2) 計算・評価方法

計算・評価は、建築物省エネ法で規定されたエネルギー消費性能の計算に基づき行う。エネルギー消費性能の計算は、国立研究開発法人建築研究所から提供されている通称「WEB プログラム」を使用する。

WEB プログラムでは、エネルギー消費性能の指標として BEI が用いられる。BEI は、建築物の設計一次エネルギー消費量を、地域や建物用途などにより定められている基準一次エネルギー消費量で除した値である。BEI が省エネルギー基準(平成 28 年度基準)と比較してどの程度削減できているかによって ZEB 化(ZEB のランク)が評価される。

(3) ZEB 化の具体的な手法

図.1-2 に ZEB Ready での導入技術の例を示す。建築設備の中でも、空調設備と照明設備が一次エネルギー消費量の多くを占める。空調設備は約 6 割、照明設備は約 3 割を占めている。また、建物の外皮性能は空調に大きく関係している。ZEB 化には建物の外皮性能の向上など、空調・照明の一次エネルギー消費量を削減する技術・取り組みを十分に検討することが不可欠である。

全体の約6割を占める空調

- ・ 高断熱外皮や日射遮蔽技術の導入⇒建物内部の空調負荷を削減
- ・ 自然通風利用や高効率機器の導入⇒空調一次エネルギー消費量の削減

全体の約3割を占める照明

- ・ 昼光を適切に取り入れる建築計画や技術の採用⇒照明一次エネルギー消費量の削減

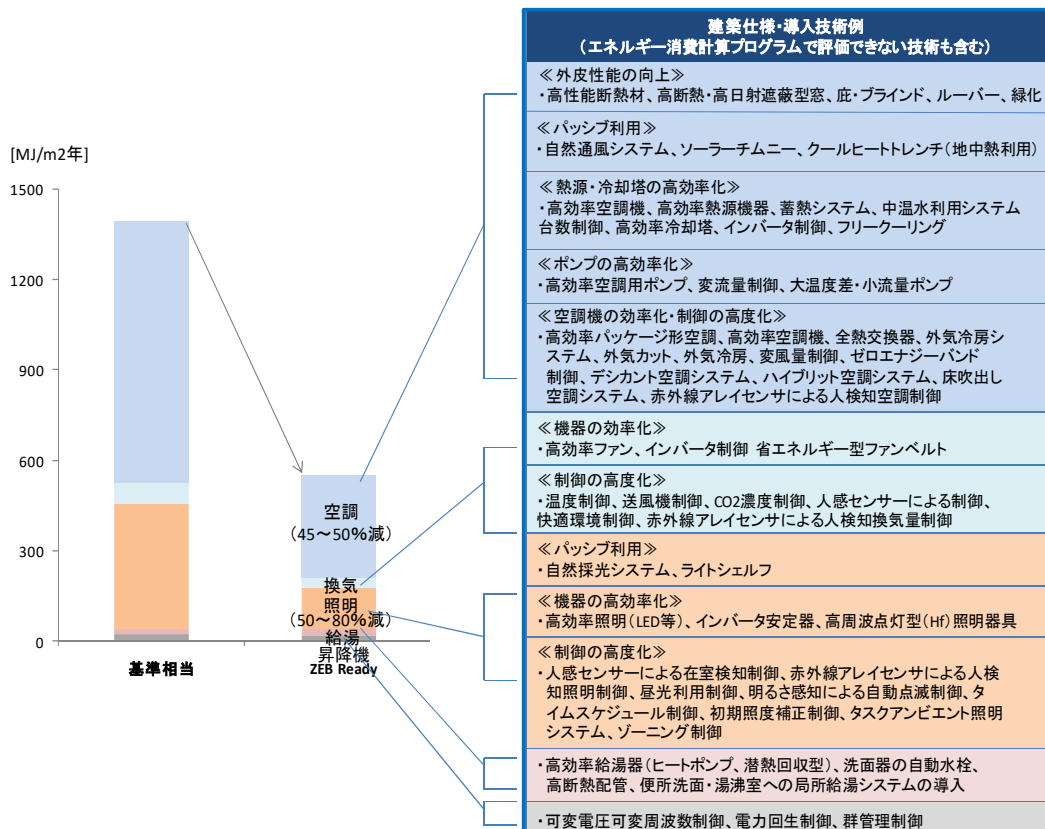


図.1-2 ZEB Ready 実現への導入技術例

出典:ZEB 設計ガイドラインをもとに作成

● ZEB 化への設計プロセス

ZEB 化に向けた設計プロセスにおいて、まずは計画地における気候特性や周辺環境を十分に把握・理解した上で、断熱、日射遮蔽、自然通風利用、昼光利用といった建築計画的な手法（パッシブ手法）を最大限に活用する。次に、建築設備の高度化（アクティブ手法）、再生可能エネルギーの導入を重ね合わせるといったヒエラルキーアプローチの設計概念が重要である。運用段階では、さらなる検証や改善、すなわちエネルギーマネジメントを実施する。その際にはエネルギーマネジメントを容易にする BEMS の導入が必要となる（図.1-3）。

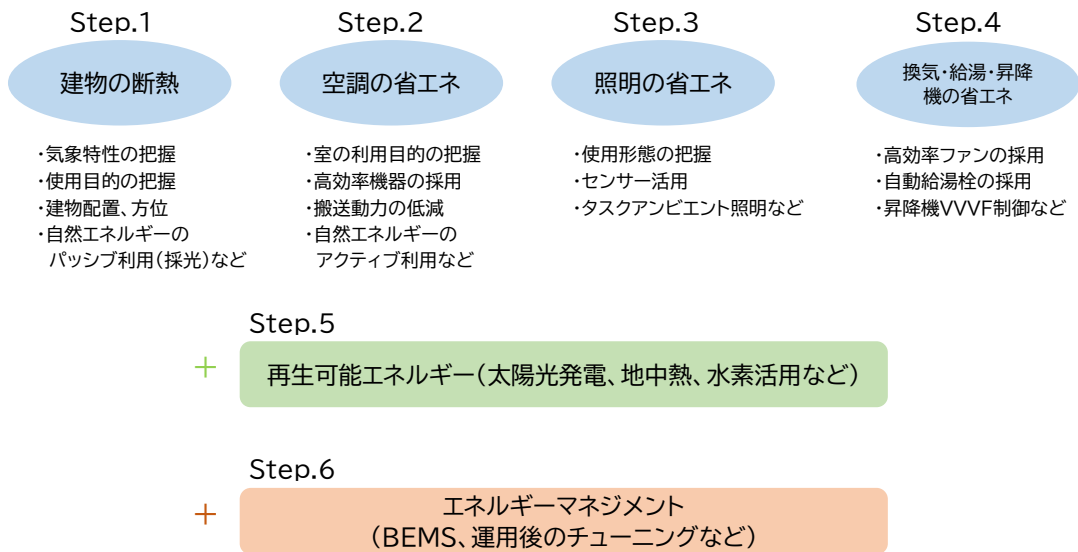


図.1-3 ZEB 実現に向けた設計プロセス

ZEB 化へのアプローチとしては、年間の一次エネルギー消費量を 50%以上削減した上で、太陽光発電等の創エネルギーによって、ZEB Ready から Nearly ZEB、『ZEB』へと段階的に ZEB のランクを上げていく。設計段階では ZEB Ready であっても運用段階でのエネルギーマネジメント(改善)により、段階的に Nearly ZEB、『ZEB』を目指すことも可能である。図.1-4 に ZEB 化へのアプローチを示す。

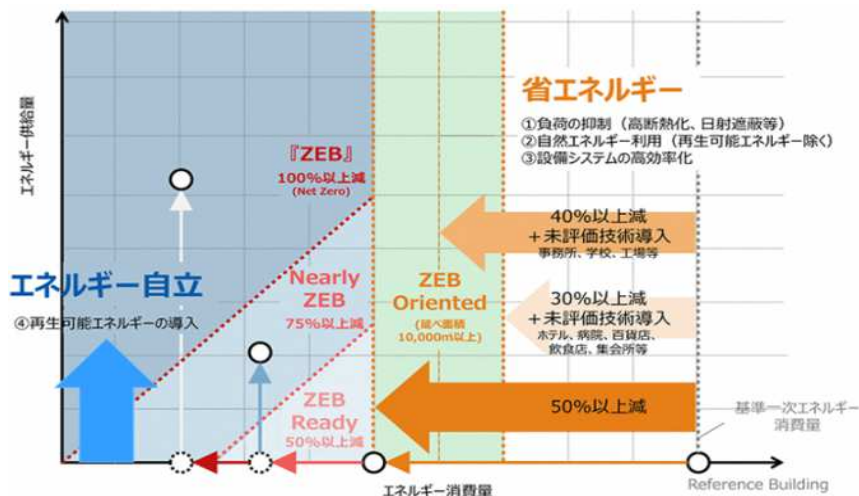


図.1-4 ZEB 化へのアプローチ(イメージ)

出典:経済産業省 ZEB ロードマップ検討委員会資料

● ZEB とウェルネス建築

ZEB 化に際しては、ZEB の定義にあるように室内環境の質を維持することも重要な要素である。働き方や感染症対策など生活様式が大きく変わりつつあり、建築物には、良質な環境を提供することに加え、そこで働く人の心身の調和と活力の向上を図り、最大限の能力を発揮できる場を確保することが求められている。従来の省エネルギー建築と呼ばれてきたものの中には、暑い寒い、明るい暗いなどを我慢して働くといった場面も見受けられた。建物利用者の健康性、快適性の維持・増進を支援する建物の仕様、性能、取組みを評価するツールとしては CASBEE-ウェルネスオフィス評価（以下、「CASBEE-WO 評価」という。）があり、建築物の性能が総合的かつ定量的に検証可能となった。

CASBEE-WO 評価:キャスビーウェルネスオフィス評価

建築・環境・設備の仕様・性能、ビル管理、健康サービスなどを 60 個の評価項目で総合的に評価できるものであり、以下の性能を 1～5 で採点する。

- 1、健康性・快適性（空間、内装、音、光、熱、空気、リフレッシュ、運動）
- 2、利便性（移動空間、コミュニケーション、情報通信）
- 3、安全性（災害対応 BCP、有害物質対策、水質確保、防犯）
- 4、運用管理（維持保全計画、維持管理状況、満足度）
- 5、プログラム（健康管理、運動機械提供、地域連携など）

評価結果は、以下の 5 段階で評価される（表.1-1）。

表.1-1 CASBEE-WO の評価ランク

ランク	評価	総合得点	備考
S ランク：★★★★★	すばらしい	> 75点	平均評価でレベル4超
A ランク：★★★★	大変良い	≥ 65点	
B+ ランク：★★★	良い	≥ 50点	平均評価でレベル3以上
B- ランク：★★	やや劣る	≥ 40点	
C ランク：★	劣る	< 40点	

(4) ZEB の特性

● 認証 ZEB と運用 ZEB

現状、ZEB と呼ばれているものには「認証 ZEB」と「運用 ZEB」の2種類がある。

「認証 ZEB」とは、一般社団法人住宅性能評価・表示協会によって登録された第三者機関において BELS 評価認証を受けたものである。認証を受けるためには、建築研究所が提供している WEB プログラムを用いて建築物のエネルギー消費性能を算出する必要がある。

「運用 ZEB」とは、竣工後(運用段階)の実測により得られた一次エネルギー消費量によって判断されるものである。それぞれ対象となる技術や評価方法などが異なるため、建築物を ZEB 化する際には、初期の段階に関係者間で目指すべき ZEB 化の共通認識が必要である。表.1-2 に「認証 ZEB」と「運用 ZEB」の違いを示す。

表.1-2 認証 ZEB と運用 ZEB の違い

	認証ZEB	運用ZEB
概念図		
ZEBの判定時期	設計段階、運用段階	運用段階
計算方法	建築物省エネ法に基づくWEBプログラムによって省エネルギー計算を行う	運用時の実際の一次エネルギー消費量による
判定方法	第三者機関によって審査、認証が行われ、認定書が発行される	公式な認証方法はなく、建物関係者などが実運用データから評価する
評価対象技術	WEBプログラムによって評価可能な省エネルギー技術に限る	運用データから判断されるため、すべての省エネルギー技術が対象となる
対象となるエネルギー削減項目	WEBプログラムで規定された項目(空調、照明、換気、給湯、昇降機など)	建物の運用に必要なすべてのエネルギー
問題点	<ul style="list-style-type: none"> 評価対象となる技術が限られる 設計段階で認証された場合、運用段階で効果の検証がされないことが多い 	<ul style="list-style-type: none"> 公的な評価書がないため認知度が低い 比較対象となる省エネルギー計算の基準と評価項目が異なる

● 未評価技術への対応

WEB プログラムでは、省エネルギーに効果的な技術ではあるものの計算(評価)の対象外となる技術が数多く存在する。導入した場合に実運用において ZEB 化に寄与する、より先進的な取り組みなども存在するが、それらも計算対象外となっている。公益社団法人空気調和・衛生工学会が公表している未評価技術 15 項目を図.1-5 に示す。

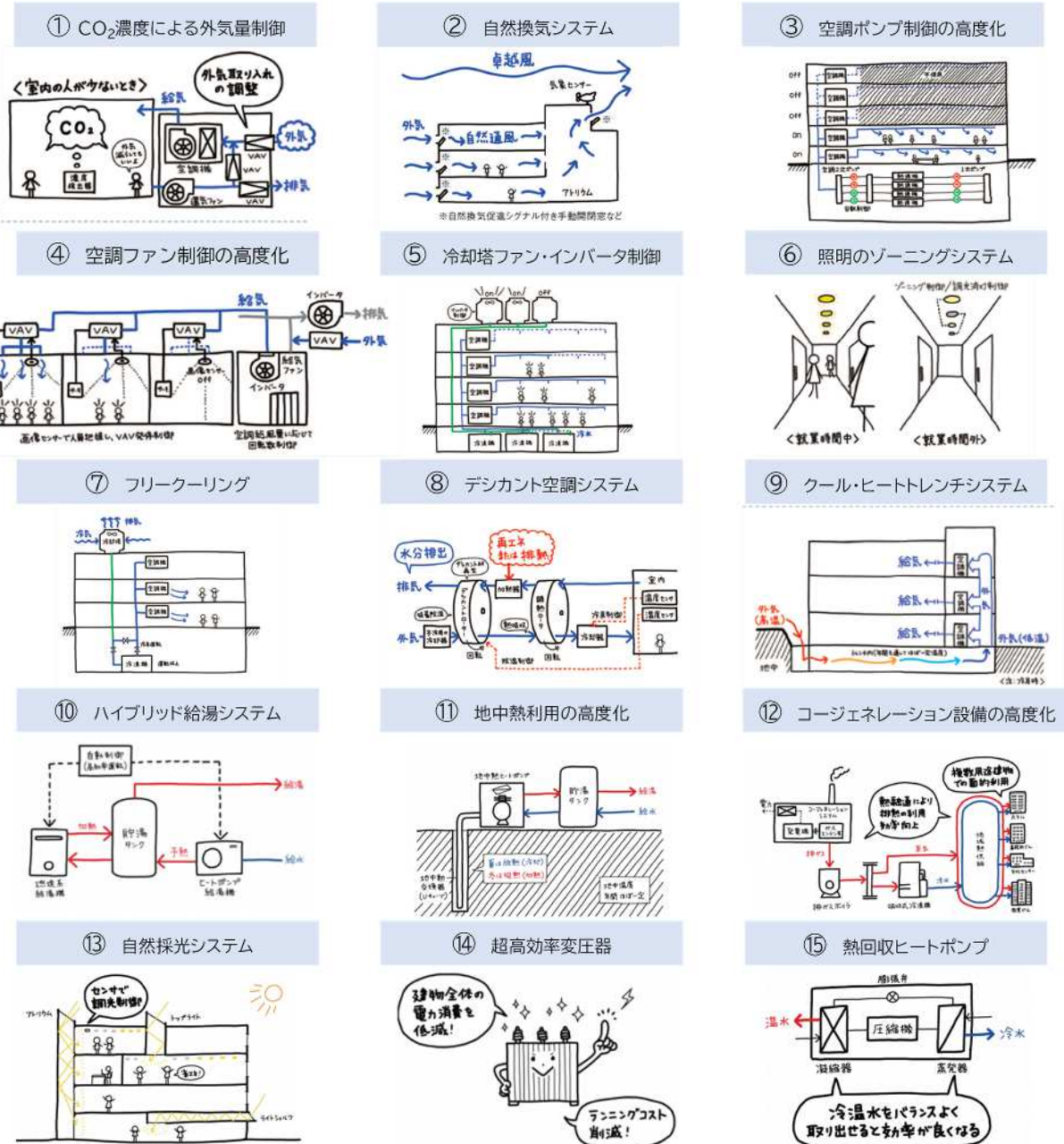


図.1-5 未評価技術 15 項目

出典: 経済産業省 ZEB 実証事業資料をもとに作成

● 従来設計と ZEB 設計の違い

近年、ZEB という言葉が認知されつつあるが、これまでも建物の省エネルギー化については設計段階から重要視されていた。図.1-2 の ZEB Ready での導入技術の例には、これまでの設計(従来設計)においても採用された技術が多数含まれており、採用されている技術には大きな差はない。

従来設計と ZEB 化を目指す設計(ZEB 設計)との違いとして、ZEB 化への意識が異なることが挙げられる。ZEB 化には、設計当初から建築・設備・構造が ZEB 化に向けて十分に検討し、工夫することが求められる。

表.1-3 に従来設計と ZEB 設計の違いを示す。

表.1-3 従来設計と ZEB 設計の違い(参考)

		従来設計	ZEB設計	
エネルギー マネジメント	省エネ(ZEB)に対する意識	○一般的な省エネ技術(躯体の断熱化、LED照明、全熱交換器など)は使用するが、具体的な省エネルギー性能の目標などは定めていないことが多い	○関係者全体でZEBを目指すことを認識し、具体的な省エネルギー性能の目標値を定める ○ZEBを達成した類似物件の調査などにより、計画を進めるうえで、どのようなZEB技術が必要となるかを調査、検討する	
	一次エネルギー消費量の検討	○特になし	○設計段階で、省エネルギー性能の数値の概算値を算出する	
	省エネルギー計算	○BEI \leq 1.0を達成を目指す	○BEI \leq 0.5以上の達成を目指し、達成できていない場合は設計へのフィードバックを行い再計算を行う	
パッシブ手法	負荷を元から断つ+ウェルネス	建築計画	○眺望性や開放性を考慮して計画する、BPIの目標値などはないことが多い	
	負荷を元から断つ	断熱仕様	屋根	○押出法ポリスチレンフォーム保温板50mm相当
			外壁	○押出法ポリスチレンフォーム保温板25~50mm相当
			窓ガラス	○単板ガラス、複層ガラス、Low-E複層ガラス(熱貫流率2.6程度)
			サッシ	○アルミサッシュ
			日射遮蔽	○ブラインドや庇の設置
	自然の恵みを活かす	自然換気	○建物利用者の判断により開閉	
太陽熱、自然採光、地中熱利用、雨水利用		○計画地の気候条件に応じて採用する		
アクティブ手法	空調	熱源機器	空冷モジュールチラー: 負荷に応じた能力の機器を採用 吸収式冷凍機:標準タイプ、高効率タイプ EHP:高効率タイプ GHP:標準タイプ	
		ポンプ制御	○台数制御 ○流量制御:吐出圧一定となるようにINVを制御	
		空調機	○空調ゾーニングごとに設置する	
		外気量制御	○CO ₂ 濃度制御	
		送風量(VAV)制御	○基本的に採用	
		大温度差空調システム	○基本的に採用	
		輻射冷暖房、潜熱分離型空調機	○原則として採用しない	
	照明	照明、照明制御	○LED照明 ○在室検知制御 ○タイムスケジュール制御	
		タスクアンビエント照明	○原則として採用しない(採用した場合であっても照度の緩和など細かい検討を行わない)	
	換気	換気ファン	○高効率ファンの採用	
		全熱交換器	○基本的に採用 ○小部屋などは設置しないこともある	
		換気制御	○スケジュール、人感センサー制御(トイレなど)	
	給湯(厨房など多量の給湯を要する室)	給湯器	○潜熱回収型給湯器の採用	
再生可能エネルギー	太陽光発電システム	○費用対効果により、必要分を敷設		

● 大規模建築物(10,000㎡以上)における課題

ZEB化に係る補助金の一つである「ネット・ゼロ・エネルギー・ビル実証事業」は、年々申請件数が増加しており、ZEBは着実に増えている。

一方、一般社団法人住宅性能評価・表示協会が公表しているBELSの認証事例を見ると、延床面積が大きくなるとZEBの事例は少なくなり、特に10,000㎡以上ではZEB(ZEB Ready以上)の事例が少ない(図.1-6)。

原因として、大きな平面であるがゆえに、パッシブ技術で光・風を室内中心部まで導くことが難しくなることや、空調等の熱搬送用エネルギー消費量(ファン・ポンプなど)が大きくなること、必要諸室の用途・数が多いことため室内環境の質を維持・向上させる設備の数が増え、設備全体を最適化する技術的なハードルが高くなることが挙げられる。

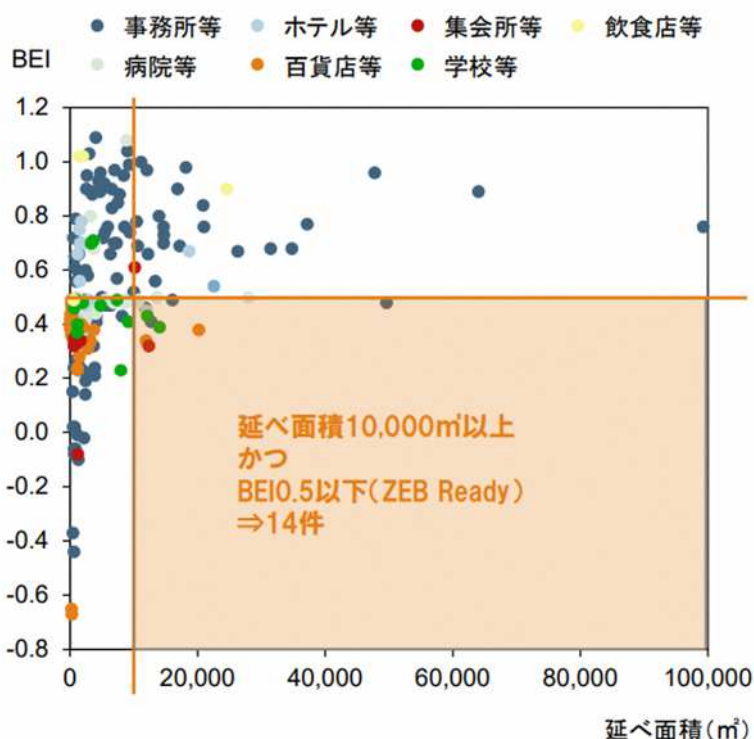


図.1-6 BELS 認証事例における延べ面積と BEI の関係

出典:経済産業省 ZEB ロードマップ検討委員会資料

(5)エネルギーマネジメントの実施

● エネルギーマネジメントとは

エネルギーマネジメントとは、建物の使われ方の変化(想定とのズレ)に合わせて環境・設備システムを調整し、建物の省エネルギーを促進することである。建物の負荷特性(エネルギー消費特性)、環境・設備システムの運転・運用状況の定量データ(BEMS データ)等を見える化・分析して改善することで、より一層の省エネルギー(運転)を実現することができる。

● 運用段階での省エネルギー検証の必要性

同じ設備システム・機器を使用したとしても、設備の運用状況は建物利用者の使い方や屋外条件によって大きく異なる。また、竣工時の建物(設備システム)は、あくまで設計条件から算出したピーク負荷に準拠した運転パターンが設定されており、竣工時の調整のままでそれ以降も運転されていることが多い。そのため、運用段階で性能を確認し、設備システムが適切に性能を発揮するように運転データの分析・評価・調整を行うエネルギーマネジメントが必要である(図.1-7)。

特に ZEB 化する場合には、設備システムだけではなく、外皮なども含めて多面的に性能向上を実現する必要があるため、企画・設計・施工・引き渡し・運用の各段階で、要求性能の明文化、要求性能を達成する記録の文書化、さらに関係者間でそれらを共有するといった一連のプロセスの実施が望ましい。

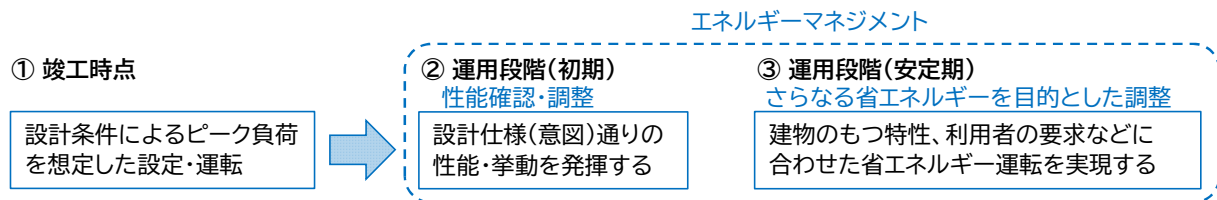


図.1-7 エネルギーマネジメントの概要

エネルギーマネジメントは、対象建物の設計意図、環境・設備システムの内容、運用・運転の状況等を最も理解・把握している設計者(設計事務所など)が主体となり、運転管理者・施工者・空調機器メーカー・制御メーカーなどと協働して実施することが最も高い効果が得られる。図.1-8 にエネルギーマネジメントの流れを示す。

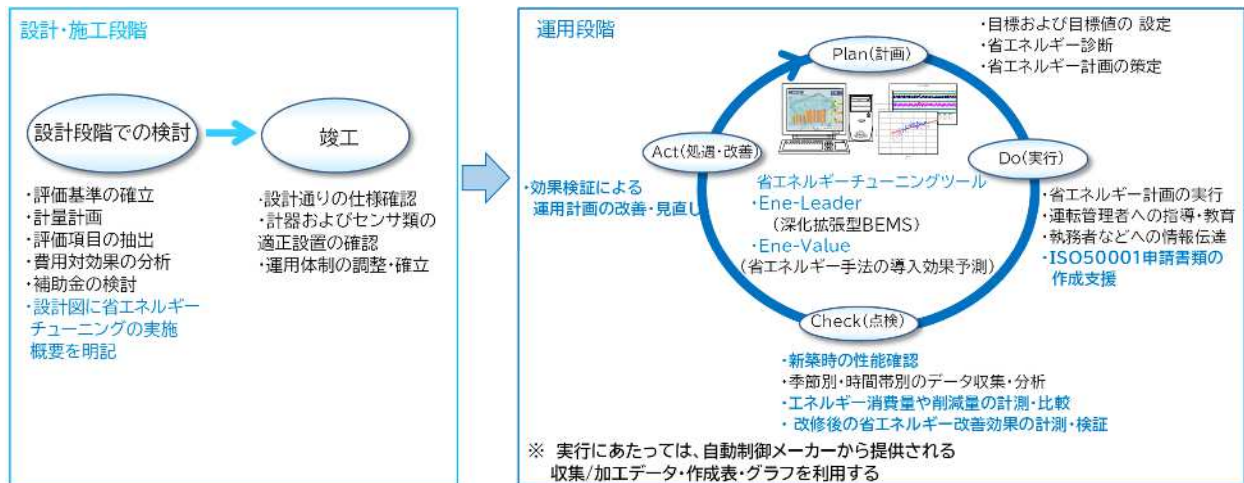


図.1-8 エネルギーマネジメントの流れ

1-2 建築物の脱炭素化に向けた取り組み

(1) 日本のエネルギー消費の現状

日本のエネルギー消費量の推移を図.1-9 に示す。民生部門(業務・家庭)が全エネルギーの 31%を占めており、その中でも事務所や商業施設などの建築物である業務その他部門(建築物含む)の占める割合は、17.4%(※)にのぼる。1970 年代の石油危機以降からみると、特に業務部門はエネルギー消費の増加率が 2.1 倍と最も大きくなっており、産業・運輸部門と比較して増加が顕著である。

国内のエネルギー供給は依然として石油、石炭、天然ガスといった化石エネルギーに依存しているが、東日本大震災における電力需給の逼迫や、国際情勢の変化によるエネルギー価格の不安定化などを受けて、再生可能エネルギーなどを積極的に利用し、建築物のエネルギーを自立させる必要性が強く認識されている。

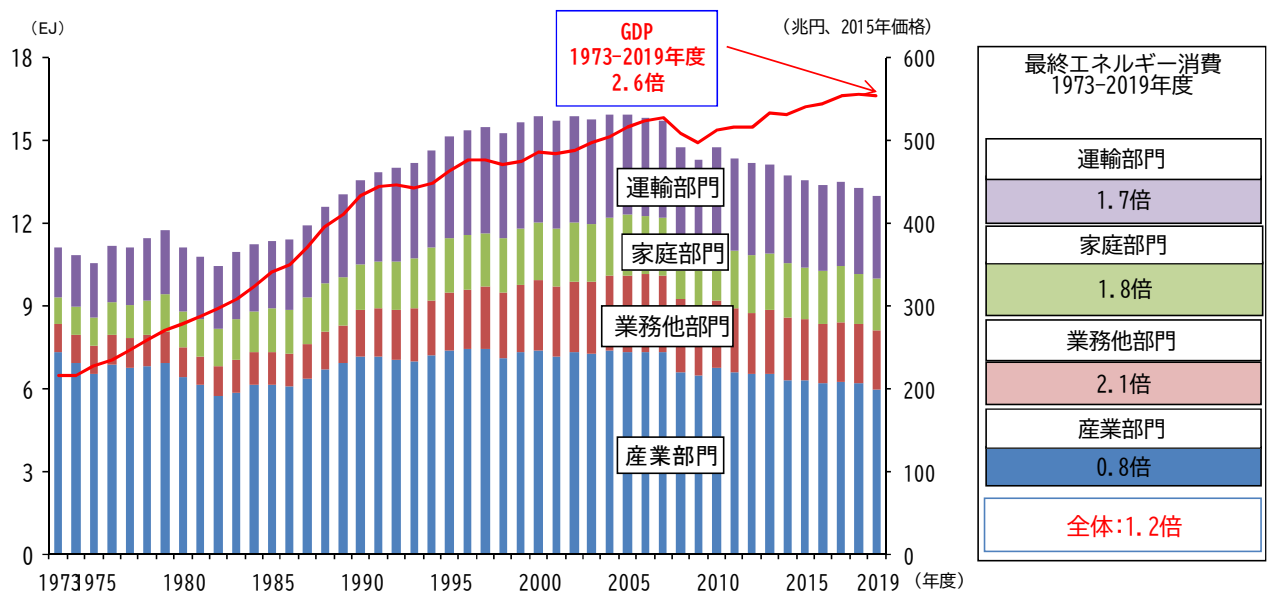


図.1-9 日本のエネルギー消費量の推移

出典:経済産業省 エネルギー白書 2021 をもとに作成

※:地球温暖化対策計画(令和3年10月22日閣議決定)より

(2) 脱炭素に向けた国内の動向

1979年に公布された「エネルギーの使用の合理化に関する法律」(省エネ法)を皮切りに、地球温暖化・気候変動の法令整備や取り組みが進められてきた(表.1-4)。

2020年10月の臨時国会で菅前内閣総理大臣が「2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」ことを宣言した。さらに、菅前内閣総理大臣は2021年4月に開催された米国主催の気候サミットで、中期目標として2030年までに温室効果ガス46%削減(2013年度比)を目指すことを公表している。

表.1-4 地球温暖化をめぐる国内外の動向

国内		世界	
		1973 1979	オイルショック
エネルギーの使用の合理化等に関する法律 (省エネ法) オイルショックを契機として、工場、輸送機関等においてエネルギーを効率的に利用していく目的で制定	1979.10		
地球温暖化対策の推進に関する法律 (温対法) 京都議定書を受け、地球温暖化対策を国・地方自治体・事業者・国民が一体となって取り組んでいくために制定	1999.04	1997	COP3にて京都議定書を採択 先進国が2008～2012年で6つの温室効果ガスを削減する数値目標と期間を合意 ・日本 1990年比で6%削減 ・米国 1990年比で7%削減 ・EU 1990年比で8%削減
東日本大震災	2011.03	2008.07	G8洞爺湖サミット IEAによるZEB導入目標設定の勧告 IEA(国際エネルギー機関)によりG8各国に対し、ZEBの導入目標の設定、市場の拡大措置の実施を勧告
都市の低炭素化の促進に関する法律 (エコまち法) 東日本大震災を契機として、都市の低炭素化の促進を図り、都市の健全な発展に寄与することを目的に制定	2012.12		
エネルギー基本計画 「2020年度までに新築公共建築物等で、2030年までに新築建築物の平均でZEBを実現することを目指す」という政策目標が盛り込まれた	2014.08		
経済産業省によるZEBロードマップの策定、ZEBのグレードを定義	2015.12	2015.12	パリ協定 先進国・途上国を含むすべての主要排出国が対象となり、温室効果ガスを削減・抑制する目標を合意 ・日本 2013年比で26%削減⇒46%に更新 ・米国 2005年比で26～28%削減⇒50～52%に更新 ・EU 1990年比で40%削減⇒55%に更新
建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律 (建築物省エネ法) 東日本大震災以降、建築部門のエネルギー消費量は著しく増加しており、省エネルギー対策の抜本的な強化が必要であるとの考えから建築物のエネルギー消費性能の向上を目的に制定	2017.04		
2050年までに温室効果ガス80%削減を閣議決定 (パリ協定に基づく長期戦略策定の閣議決定)	2019.06		
2030年度目標26%削減(2013年比) (パリ協定に基づく日本のNDC(国が決定する貢献))	2020.03		
2050年カーボンニュートラル宣言 (菅前内閣総理大臣所信表明演説)	2020.10		
2030年度目標46%削減(2013年比) (気候サミットにて菅前首相が日本のNDCの更新を宣言)	2021.04		
脱炭素ロードマップの決定	2021.06	2021.10	COP26開催

● 省エネルギー関連法令・施策

住宅・建築物のエネルギー消費量を削減するため、「建築物の省エネルギー消費性能の向上に関する法律」(以下、建築物省エネ法)の施行や、BELS、ZEB などエネルギー消費性能の表示に関わるラベリング制度の導入、補助金制度の拡充など、国による積極的な取り組みが行われている。国内の主な省エネルギー関連施策を表.1-5 に示す。

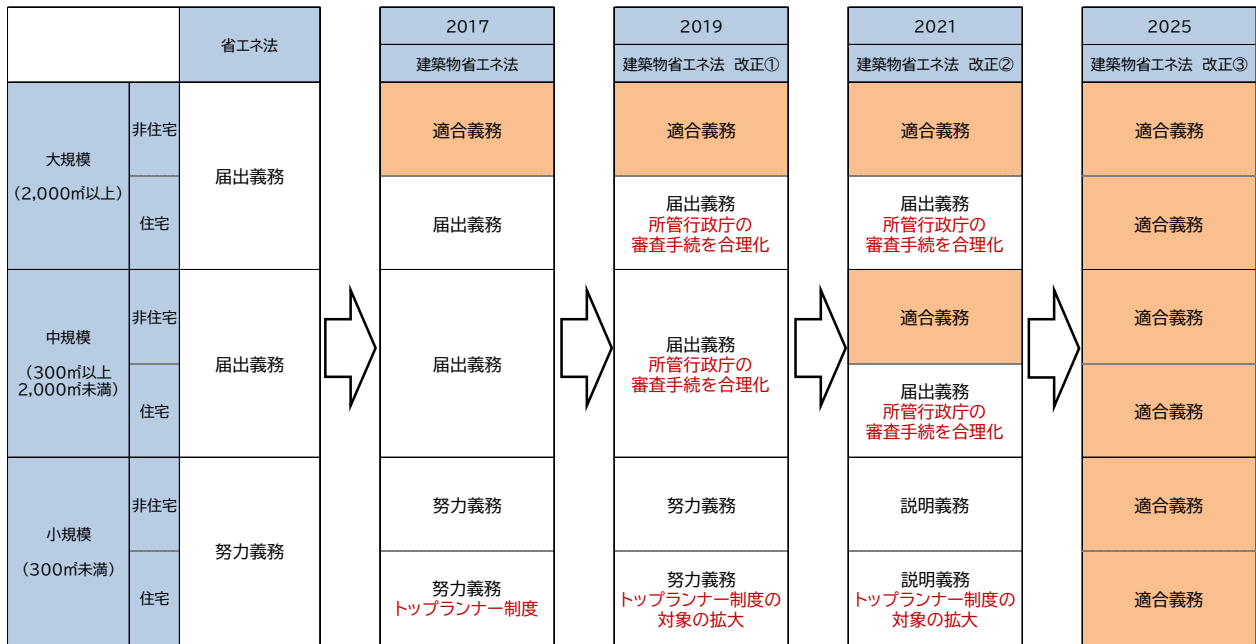
表.1-5 国内の省エネルギー関連法令・施策

法令・施策	内容	施行年	
法令	地球温暖化対策の推進に関する法律(温対法)	<ul style="list-style-type: none"> ・京都議定書を受け、地球温暖化対策への取り組みとして制定 ・温室効果ガスの排出量に対する報告義務や排出量抑制等について規定 ・パリ協定および2050年カーボンニュートラル宣言を受け、脱炭素化に向けた取組の促進を図る 	1999.04
	エネルギーの使用の合理化等に関する法律(省エネ法)	<ul style="list-style-type: none"> ・オイルショックを契機に、工場、輸送機関におけるエネルギーの効率化を目的として制定 ・300m²以上の新築建築物などの「省エネ措置の届出」、住宅事業建築主が新築する戸建住宅に 対する「住宅トップランナー制度」 ・現在建築分野は「建築物省エネ法」へ移行 	1979.10
	都市の低炭素化の促進に関する法律(エコまち法)	<ul style="list-style-type: none"> ・東日本大震災を契機とするエネルギー需要の変化などを踏まえ、都市の低炭素化の促進や都市の健全な発展に寄与することを目的として制定 ・都市の低炭素化の促進に関する基本的な方針の策定について定めるとともに、市町村による低炭素まちづくり計画の作成及びこれに基づく特別の措置等を講ずる 	2012.12
	建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律(建築物省エネ法)	<ul style="list-style-type: none"> ・東日本大震災以降の日本国内のエネルギー需給のひっ迫を受け、増加を続ける建築分野のエネルギー消費量への対策として、一定規模以上の建築物のエネルギー消費性能基準への適合義務の創設、エネルギー消費性能向上計画の認定制度の創設などの措置等を講ずる 	2015.07
施策	ZEBプランナー登録制度の普及	<ul style="list-style-type: none"> ・ZEB実現に向けたオーナーへの働きかけを積極的に行う設計会社、設計施工会社、コンサルティング企業などをZEBプランナーとして登録し、広く公表することで優秀なZEBプランナーの普及促進を図る ・2017年度以降のZEB実証事業では、建物用途によりZEBプランナーが関与するZEB実証事業であることが補助金申請の要件となる 	2017.創設
	ZEBリーディング・オーナー登録制度の普及	<ul style="list-style-type: none"> ・ZEBの実現・普及に取り組む建築主をZEBリーディング・オーナーにとして登録し、広く公表することによってZEBの普及促進を図る ・2017年度以降のZEB実証事業では、補助事業として、認定された後、補助事業者は事業完了までに、ZEBリーディングオーナーに登録完了することが要件となる 	2017.創設
	ZEBパンフレット/設計ガイドラインの普及	<ul style="list-style-type: none"> ・施主向けのパンフレット、設計実務者向けの設計ガイドラインを作成することにより、ZEBのさらなる認知向上・ノウハウの浸透を目指す 	2016.発表
	ラベリング制度の導入	<ul style="list-style-type: none"> ・省エネ性能の高い建築物の普及促進を図るために、様々な環境性能に関するラベリング制度や認定制度を普及する ・BELS、CASBEE、CASBEEウェルネスオフィス、LEED、WELLなど 	-

● 建築物におけるエネルギー消費性能の基準

国による取り組みの中でも、建築物を設計する際のエネルギー消費性能の基準として制定されたのが2015年に制定され、2016年より段階的に施行された建築物省エネ法である。2017年には「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律の一部を改正する法律」により一定規模以上の建築物の新設・増改築を行う際には適合義務や届出などの規制措置が義務化された。

建築物省エネ法の改正概要を図.1-10に示す。



- 適合義務・・・省エネ適合性判定、建築確認、完了検査が必要であり、基準適合していない場合は、建築着工や建物使用ができない
- 届出義務・・・着工21日前までに所管行政庁への届出が必要
- 説明義務・・・設計に際し、建築士から建築主に書面で省エネ基準への適否等の説明を行うことが必要(行政手続きは不要)

図.1-10 建築物省エネ法の改正概要

出典：国土交通省の公開データをもとに作成

(3) 福島県におけるエネルギー施策

福島県(以下、県)は、東日本大震災に伴う原子力災害の被災県であることから、復興に向けて「原子力に依存しない安全・安心で持続的に発展可能な社会づくり」を基本理念に掲げている。2040年頃を目途に県内エネルギー需要の100%相当以上の再生可能エネルギーを生み出すことを目標とし、名実ともに「再生可能エネルギー先駆けの地」を実現するための施策を進めている。

県の省エネルギー関連施策を表.1-6に示す。

表.1-6 福島県内の省エネルギー関連法令・施策

施策	対象	目標	内容	施行年	改正年
ふくしまエコオフィス実践計画	県内全体	事務事業による温室効果ガス排出量を2013年度比で2030年度までに50%削減	県は、一事業者、一消費者の立場から、事務の執行等において率先して環境負荷低減の取組を推進を図る	1997.03	2021.12
福島県地球温暖化対策推進計画		温室効果ガス2013年度比 2030年度 50%削減 2030年度 75%削減	指針に基づいたエネルギー消費量を削減する県有建築物の整備を進める	2017.03	2021.11
福島県再生可能エネルギー推進ビジョン		一次エネルギーにおける再生可能エネルギーの割合 2020年度 40.2% 2030年度 70% 2040年度 100%	環境負荷の少ない低炭素・循環型社会への転換を重点施策とし、再生可能エネルギーの導入推進を加速させる	2012.03	2021.12
再生可能エネルギー先駆けの地アクションプラン	県内公共施設への率優先的導入		福島県を名実ともに再生可能エネルギー「先駆けの地」とするため再生可能エネルギーの飛躍的な推進を図る	2013.02	2019.03 (第3期)
ふくしまの未来を拓く県土づくりプラン	県内全域	・自然エネルギー利用により地球温暖化対策を推進 ・環境に配慮した建物づくりを推進・誘導	避難されている方々の安定した生活を一日でも早く取り戻すとともに県土の復旧・復興に最優先で取り組むため、これからの県土づくりの方向性を示す	2013.03	-
福島県環境共生建築計画・設計指針	県有建築物	・自然環境の活用・保持 ・省エネルギー ・3R(リデュース・リユース・リサイクル) ・長寿命化 ・エコマテリアル	環境に対する県有建築物の整備に必要な技術の体系化と県有建築物に係る環境負荷の評価・分析を行うツールを作成する	2006.09	-
福島議定書	県内事業所	・省エネルギー ・建物への遮熱施工 ・プラスチックごみ対策	県内事業所の自主的な地球温暖化対策を推進する	2008	年度ごとに更新
福島県再エネ・省エネ推進建築物設計ガイドライン	県有建築物	・多様化した再生可能エネルギー、省エネルギーの検討、設計に係る労力の低減を図る ・発注者側から具体的な目標を示し、本ガイドラインをもとに様々な技術を選択肢として、検討・設計プロセスを進める	本ガイドラインを活用し、建築物へ再生可能エネルギーや省エネルギーの普及を図ることで、建築部門全体のエネルギー消費量を削減する	2017.06	2017.06
福島県循環型社会形成推進計画	県有建築物	・既存県有建築物については、環境性能診断を実施し、建築物から排出されるCO2排出量の削減 ・環境影響評価条例に基づき、大規模な事業を実施する場合に適切な環境保全を図る	・新築時における環境負荷の低減はもとより、既存建築物の環境性能を向上させるために環境性能診断を実施し、運用面と改修面の提案を行う ・調査設計段階における工夫や工事施工時の自然循環への配慮の取り組み	2017.03	2021.11

出典：福島県の公開データをもとに作成

● 県内再生可能エネルギーの導入実績

福島県は全国で3番目の面積を有し、太平洋沿いから広大な山地帯までの自然豊かな県土を有するため太陽光、風力、地熱などの再生可能エネルギー利用の好適地と考えられる。「福島県再生可能エネルギー推進ビジョン」では、県内の再生可能エネルギー導入目標を掲げている。2020年度の導入実績は当初の目標である40%を超えて43.4%を達成している。

県内の再生可能エネルギーの導入実績を図.1-11に示す。

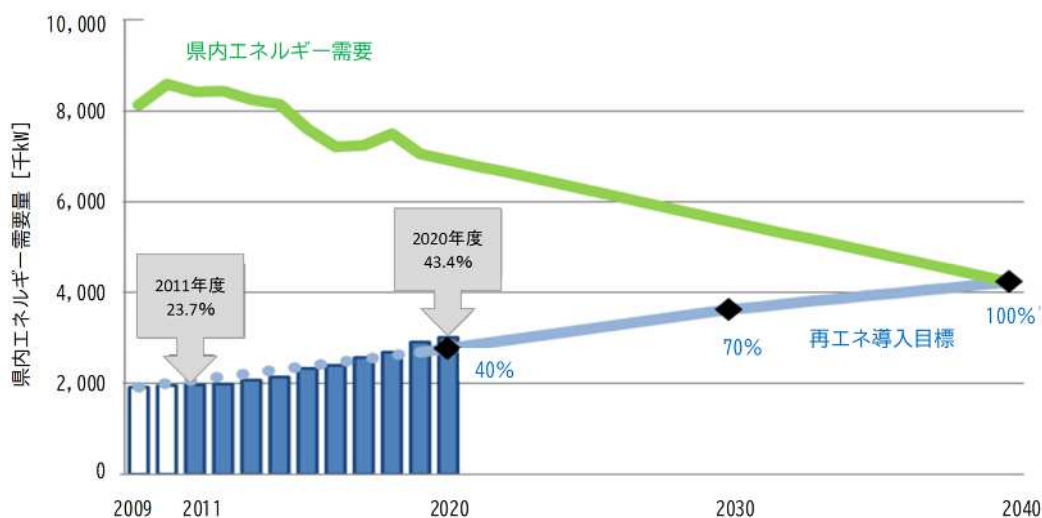


図.1-11 県内再生可能エネルギーの導入実績

また、「水素」は脱炭素社会の実現に向けて注目されている新たなエネルギー源である。県では、浪江町において NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)と連携・協力し、再生可能エネルギー由来水素の活用及び再生可能エネルギー導入の推進・研究開発を行っている。

● 脱炭素社会実現へ向けた県有建築物への取り組み

建築分野での取り組みとしては、「福島県再エネ・省エネ推進建築物整備指針」(2017年5月)(以下、指針)を策定し、建築物の整備における再生可能エネルギーの導入拡大とエネルギー効率利用について目標値を定めている。

また、「福島県再エネ・省エネ推進建築物設計ガイドライン」(2018年6月)(以下、再エネ・省エネガイドライン)では、設計プロセスの中で「指針」の数値目標を達成するための導入技術を検討できるよう、エネルギー消費性能向上につながる省エネルギー建材や設備システム、再生可能エネルギー設備の特徴を整理している。

県では、「指針」や「再エネ・省エネガイドライン」の活用により、2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会実現のため、さらなる建築物の省エネルギーとZEB化を推進している。

現在、県内に存在する県有建築物は庁舎や学校が主な用途である。それらの年間CO₂排出量は、2018年時点で38,000t CO₂であり、図.1-12に示す通り、県全体の総CO₂排出量の0.2%にあたる。県有建築物をZEB化した場合、削減できるCO₂排出量は0.2%と全体としては大きな影響ではないが、行政として目標を定め着実に達成していくことで、民間建築への波及効果や県民の省エネルギーに対する啓蒙につながる重要な役割を果たすと考えられる。

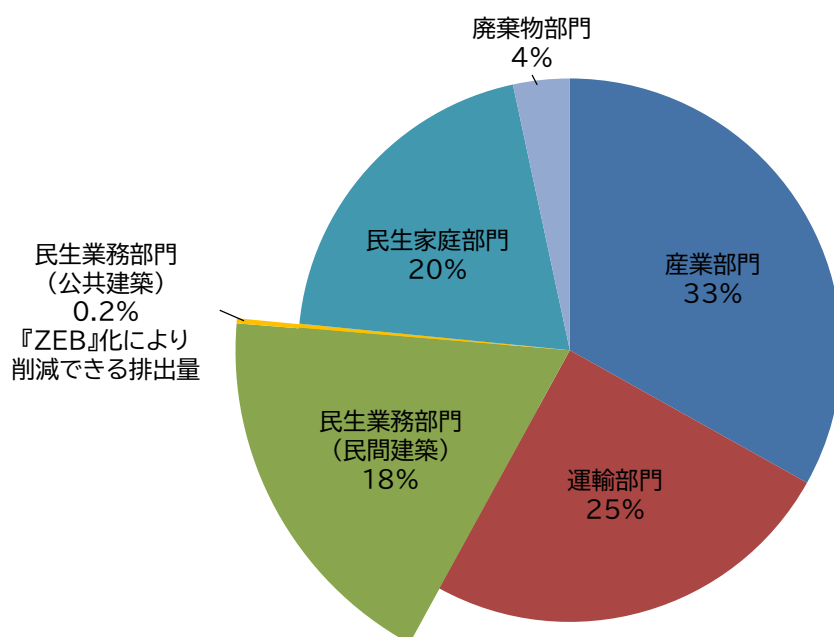


図.1-12 福島県のCO₂排出量

出典：福島県環境共生課「福島県における2017年度の温室効果ガス排出量について」
および2020年度「エコオフィスデータ」をもとに作成

1-3 ZEB 化の動向

(1) ZEB 化の推進

IPCC(気候変動に関する政府間パネル)第 5 次評価報告書では、2010 年の建築分野のエネルギー消費量は全体のエネルギー消費量の 32%を占めており、省エネ等の対策を講じなければ、2050 年までに建築分野のエネルギー消費量は約 2 倍になると予想されている。

2021 年に閣議決定された「地球温暖化対策計画」では、2030 年に目指すべき姿として、新築建築物の平均については ZEB 基準の水準の性能が確保されていることを目指している。

ZEB 化の現状と課題や対応策の方向性について検討することを目的に経済産業省資源エネルギー庁が「ZEB ロードマップ検討委員会」を設置した。検討委員会では、2015 年に ZEB 実現・普及に向けたロードマップを公表している (図.1-13)。

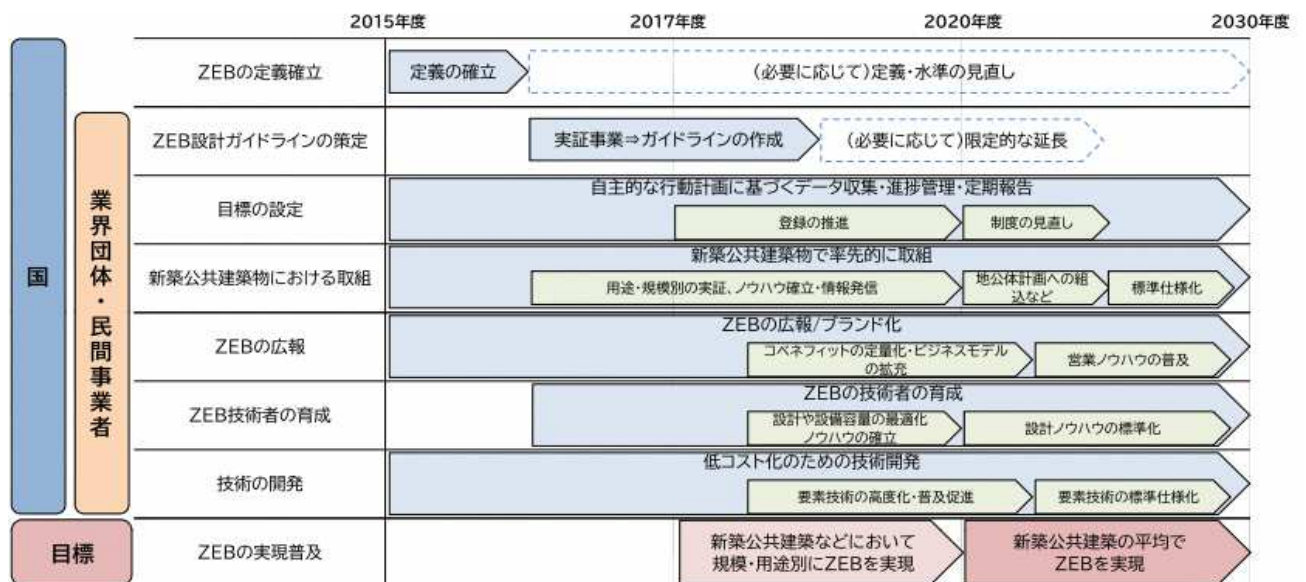


図.1-13 ZEB 実現・普及に向けたロードマップ

出展:ZEB ロードマップ検討委員会資料

● ZEB 化によってもたらされる効果

世界的に脱炭素社会へ向けた動きが加速していく中で、建築物の ZEB 化は必須となっている。ZEB 化による効果はエネルギー消費性能の向上による光熱費及び温室効果ガス排出量の削減が挙げられるが、それ以外の効果として次の 3 つが挙げられる。

① 快適性、生産性及びウェルネスの向上

自然換気、自然採光など自然エネルギーの適切な利用や建築物の断熱性能の向上による省エネルギーを実現しつつ、不快感の低減などにより、快適性、生産性及びウェルネスを向上させることができる。

なお、建築物のウェルネスを評価するツールとして「CASBEE ウェルネスオフィス」(P.28 参照)がある。P.65 の評価項目一覧を用いて、ウェルネス向上のポイントとなる取組を把握することが有効である。

② 事業継続性 (BCP) の向上

ZEB 化を実現することで、災害時においても少ないエネルギー消費量で建築物の運用が可能となり、さらに太陽光発電設備や蓄電池等を導入することにより一定のエネルギーを自給自足することができる。

③ 不動産価値の向上

近年、SDGs や ESG 投資といった企業の環境配慮活動を評価する機運が高まっている。ESG 投資において企業の評価がその価値(株価等)につながっていくように、建築物のエネルギー消費性能などに関する認証が建築物の価値につながっている。

ZEB ロードマップフォロー委員会「ZEB 設計ガイドライン【ZEB Ready・中規模事務所編】」によると、環境認証を取得しているビルは新規成約賃料にプラスの影響を与えるとの調査結果が報告されている。

(2) ZEB 化改修をめぐる動向

2018 年度の国内における非住宅の新規着工延べ床面積は 8300 万㎡と報告されている。非住宅の既存建築物の総延べ床面積は 20 億㎡弱と、新築着工延べ床面積の約 24 倍である。脱炭素社会の実現に向けては、既存建築物への対応(ZEB 化改修)が非常に重要と考えられる。

● 既存建築物に対する国の方針

国土交通省等が開催した「第 6 回脱炭素に向けた住宅建築物の省エネ対策などのあり方検討会」が、2050 年カーボンニュートラルの実現に向けて発表した諮問案では、既存建築物に対して省エネルギー化に向けた具体的な数値は示されていないものの、次のとおり省エネルギー改修の対策について言及されており、省エネルギー改修のさらなる強化が求められている。

- 既存ストック対策としての省エネ改修のあり方・進め方
 - ・国・地方自治体等の建築物・住宅の計画的な省エネ改修の促進
 - ・耐震改修と合わせた省エネ改修の促進や建替えの誘導
 - ・窓改修や部分断熱改修等の省エネ改修の促進
 - ・地方自治体と連携した省エネ改修に対する支援を継続・拡充 等

● ZEB 化改修の問題点と対応策

既存建築物の ZEB 化改修の問題点として、新築に比べて施工面での制約が大きく、費用に対して得られる効果が小さいことがあげられる。

しかしながら、現状のエネルギー消費量の傾向、建物の(熱的)弱点などを把握・分析した上で、一般に汎用されている技術を積み重ね ZEB 化を実現している事例も存在する。まずは、ZEB 化に向けた各種技術の導入可能性を調査することが必要である。その上で、ZEB 化を行うことが難しい場合には、段階的に省エネルギー改修を進め、将来的に ZEB 化を目指すことが望ましい。

国では施設の防災と低炭素化を目的とした補助金事業も行っており、これらを活用することでイニシャルコストの低減につなげることができる。

(3) 公共建築物における ZEB 化の現状

● 公共建築物の ZEB 化の推移

国が定めるエネルギー政策の基本方針である「エネルギー基本計画」では、建築物・住宅の省エネルギー化に係る目標を示している。図.1-14 に「エネルギー基本計画」における建築物の省エネルギー化に向けた取り組みを示す。

2014年	第4次エネルギー基本計画
2018年	第5次エネルギー基本計画
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2020年までに国を含めた新築公共建築物等で、2030年までに新築建築物の平均で ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の実現を目指す ・ 2020年までに新築住宅、建築物について段階的な省エネルギー基準への適合義務化
2020年	第6次エネルギー基本計画
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2030年に向けて建築物省エネ法による省エネ基準適合義務化と基準の引き上げ ・ 2050年に住宅・建築物のストック平均でZEH、ZEB基準の水準の省エネルギー性能確保 ・ 建材、機器トップランナーの引き上げ、など

図.1-14 エネルギー基本計画における建築部門での取り組み

第4次・第5次エネルギー基本計画では、「建築物については、2020年までに新築公共建築物などで、2030年までに新築建築物の平均で ZEB の実現を目指す」とする政策目標が掲げられた。この影響もあり、2021年度の ZEB の認定件数は 724 件と、2016年度の 31 件から大幅に増加している(図.1-15)。

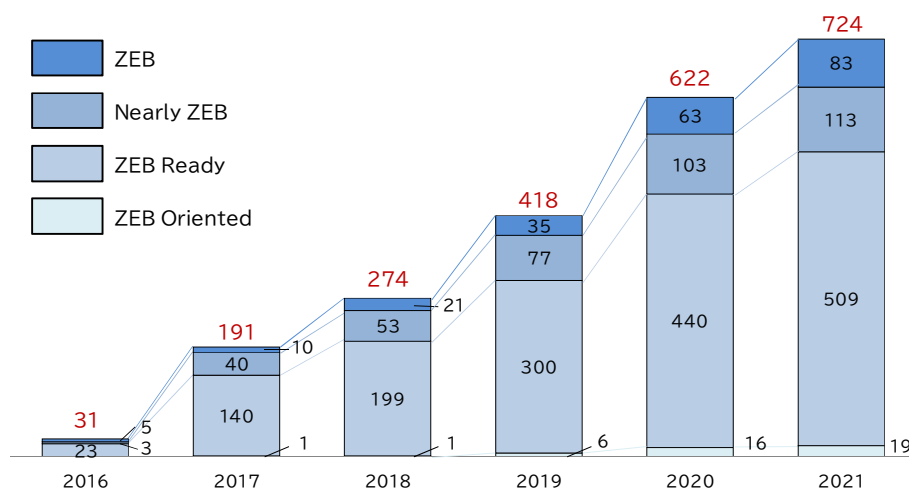


図.1-15 BELS の ZEB 認定件数の推移

出典:BELS 公開データをもとに作成

また ZEB の実証事業などを行っている環境共創イニシアチブ(Sustainable open Innovation Initiative:以下、SII)の公開データ(2021 年 11 月までのデータの集計結果)によると、ZEB の内訳は新築 210 件、改修・既存建築物 172 件となっている(図.1-16)。

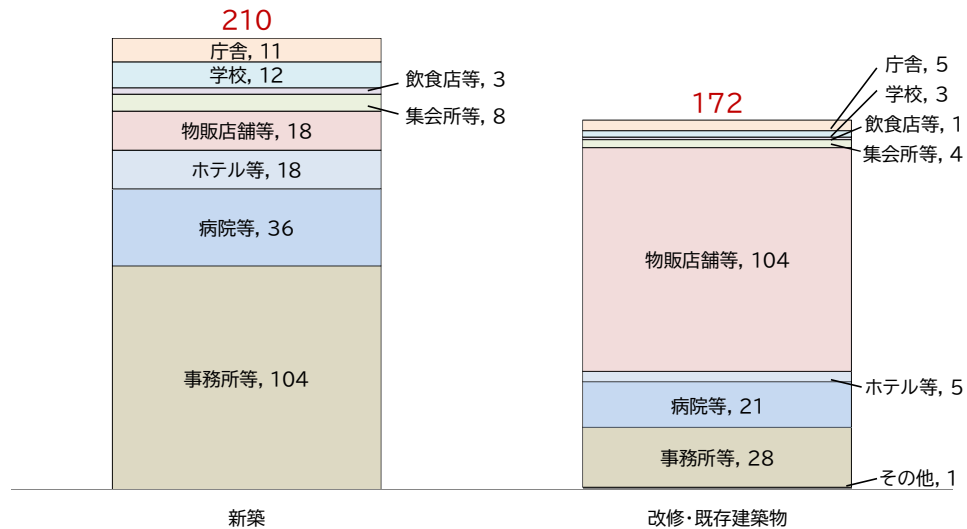


図.1-16 ZEB の内訳(SII 公開データ)

出典：SII 公開データをもとに作成

第 4 次エネルギー基本計画に定められた「2020 年までに新築公共建築物の平均で ZEB を実現することを目指す」という 2020 年目標の達成状況を表.1-7 に示す。用途と規模に関わらず ZEB 実績があり、目標に向かって進みつつある。

表.1-7 2020 年目標達成状況

		規模	
		延床面積10,000㎡未満	延床面積10,000㎡以上
用途	庁舎	開成町庁舎 (神奈川県)	秋田市庁舎 (秋田県)
		雲南市市庁舎 (島根県)	敦賀市庁舎 (福井県)
		須賀川土木事務所庁舎 (福島県) など	高島市庁舎 (滋賀県) など
	学校	益田市桂平小学校 (島根県)	瀬戸市立小中一貫校 (愛知県)
		など	など
	病院	魚津老健通所リハビリセンター (富山県)	新潟南病院 (新潟県)
		など	など
	集会所	三原村中央公民館 (高知県)	白石市文化体育活動センター (宮城県)
		など	氷見市新文化交流施設 (富山県) など

出典：環境省補助事例、ZEBリーディング・オーナー事例、ZEB委員会事務局の資料をもとに作成

● 庁舎・学校建築の ZEB 事例

公共建築物の ZEB 化を推進するためには、公共建築物の中で数的に求める割合が大きい庁舎と学校の 2 つに重点を置くべきと考えられる。現在 SII と建築設備技術者協会 (Japanese Association of Building Mechanical and Electrical Engineers: 以下、JABMEE) が公開している庁舎・学校建築の ZEB の事例を表.1-8 に示す。

表.1-8 ZEB 建物概要

分類		建物概要					ZEB性能		地域区分		
ZEBランク	規模	建築物の名称	竣工年	延床面積(㎡)	階数	主な構造	削減率	BEI	県	区分	
庁舎	Nearly ZEB	1,000㎡未満	須賀川土木事務所	2020年	656	地上2階	RC造	87	0.13	福島	4
		1,000~5,000㎡	松野町新庁舎及び防災拠点施設	2021年	2,556	地上2階	RC造	81	0.19	愛媛	6
			開成町新庁舎	2019年	3,893	地上3階	RC造	81	0.19	神奈川	5
	ZEB Ready	1,000~5,000㎡	敦賀美方消防組合 消防庁舎	2022年	2,575	地上3階	S造	52	0.48	福井	6
			大樹町役場庁舎	2022年	2,947	地上3階/地下1階	RC造	54	0.46	北海道	1
			向日市役所庁舎	2020年	3,000	地上5階/地下1階	RC造	53	0.47	京都	6
			古平町中心拠点複合施設CAN@YELL	2022年	3,887	地上3階	RC造	56	0.44	北海道	2
			美幌町新庁舎	2021年	4,760	地上4階	RC造	57	0.43	北海道	1
		5,000~10,000㎡	雲南市役所庁舎	2015年	7,628	地上5階	S造	71	0.29	島根	5
			平川市新本庁舎	2022年	8,104	地上4階	S造	55	0.45	青森	3
10,000㎡以上		敦賀市 新庁舎	2021年	12,719	地上6階	RC造	50	0.50	福井	6	
	大和高田市庁舎	2021年	10,012	地上6階	RC造・S造	55	0.45	奈良	5		
	各務原市新庁舎	2022年	16,805	地上7階/地下1階	RC造	56	0.44	岐阜	6		
	伊丹市庁舎	2022年	21,943	地上6階/地下1階	S造	54	0.46	兵庫	6		
ZEB Oriented	1,000~5,000㎡	北見市新庁舎	2020年	17,213	地上7階/地下1階	SRC造	47	0.53	北海道	1	
	10,000㎡以上	宇部市新庁舎	2022年	19,091	地上6階	RC造	43	0.57	山口	6	
学校	ZEB	1,000~5,000㎡	西部保育園	2022年	1,280	地上2階	S造	-	-	奈良	6
	Nearly ZEB	300~1,000㎡	益田市桂平小学校	2020年	979	地上2階	木造	86	0.14	島根	6
		1,000~5,000㎡	ひがしの大空(そら)保育園	2020年	1,424	地上2階	RC造	97	0.03	沖縄	8
		5,000~10,000㎡	瑞浪市立瑞浪北中学校	2018年	7,938	地上3階	RC造	77	0.23	岐阜	5
	ZEB Ready	1,000~5,000㎡	すばる保育園	2018年	1,161	地上1階	RC造	60	0.40	福岡	6
			(仮称)蟹谷統合こども園	2018年	1,948	地上1階	木造	67	0.33	富山	5
			呉羽自動車学校	2020年	1,985	地上2階	S造	52	0.48	富山	5
			東京農業大学厚木キャンパス実験・実習棟	2019年	2,301	地上3階	S造	51	0.49	神奈川	6
			愛知学院大学名城公園キャンパス事務棟	2020年	2,787	地上4階	S造	-	-	愛知	6
			大豊町教育施設	2022年	3,251	地上2階	木造	55	0.45	高知	5
		10,000㎡以上	東京都市大学新A棟	2021年	10,096	地上4階	S造	55	0.45	東京	6
			九州旅客鉄道株式会社社員研修センター	2022年	10,266	地上4階	RC造	57	0.43	福岡	6
	瀬戸市立小中一貫校校舎棟		2020年	12,134	地上2階/地下1階	RC造	57	0.43	愛知	6	
北海道科学大学高等学校新校舎	2022年		13,146	地上4階	その他	52	0.48	北海道	2		
文教大学東京あだちキャンパス	2020年	21,025	地上5階	RC造	50	0.50	東京	6			

・福島県内の省エネ地域区分 2, 3, 4, 5 地域

・福島県と同様の省エネ地域区分の建築物を赤文字で示す



出典: SII・JABMEE 公開データをもとに作成

庁舎・学校のどちらも、ZEB 事例の 7 割を ZEB Ready が占めており、ZEB や Nearly ZEB、ZEB Oriented の件数は少ない(図.1-17)。

また、庁舎・学校のどちらも 1,000～5,000 m²の建築物が多く、次いで 10,000 m²以上の建築物が多いなど、面積の大小に関わらず ZEB が認証されている(図.1-18)。

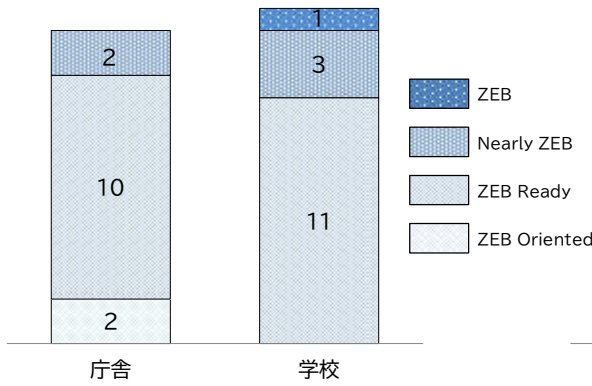


図.1-17 ZEB ランクの傾向

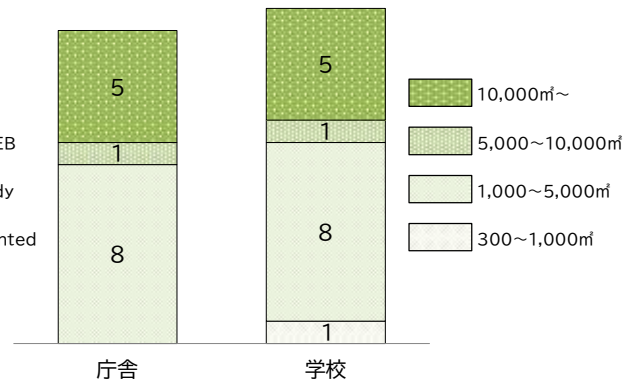


図.1-18 面積規模の傾向

●省エネルギー基準地域区分の傾向

住宅、非住宅の用途を問わず、エネルギー消費性能計算を行う際の確認事項に、省エネルギー基準地域区分(以下、省エネ地域)がある。全国すべての地域は「1」～「8」の 8 つの地域のいずれかに指定されており(表.1-7 参照)、求められる断熱性能や、達成すべき基準値が異なっている。寒地である北海道が 1 や 2 の地域に指定され、南下していくにつれて地域の数字は大きくなる。東京や大阪などは 5～6 地域であり、暖地である沖縄は 8 地域に指定されている。

庁舎および学校の省エネ地域の傾向を図.1-19 に示す。庁舎では、暖地の ZEB 建物は 0 件であり、寒地である 1・2・3 地域や、安定した気候である 5・6 地域の ZEB 建物が多い。また学校は、寒地や暖地の ZEB 建物は少なく、5・6 地域の ZEB 建物が多い。

福島県は 4 つの省エネ地域を有しており、浜通りは 5 地域、中通りは 3・4 地域、会津地方は 2・3 地域が主に占めている。福島県と類似の省エネ地域の ZEB 建物は、庁舎で 6 件、学校で 5 件であり、5 地域の建築物が多く、4 地域は 0 件であった(表.1-9)。

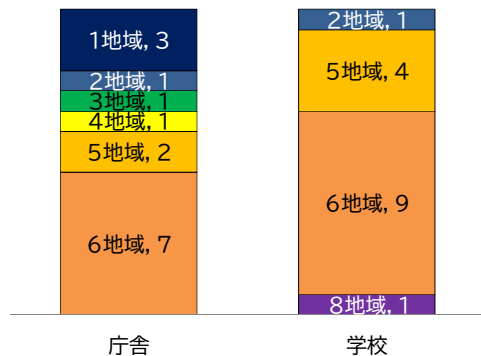


図.1-19 省エネ地域の傾向

表.1-9 福島県と類似の省エネ地域の建築物

	分類		建物概要 建築物の名称	地域区分	
	ZEBランク	規模		県	区分
庁舎	Nearly ZEB	1,000m ² 未満	須賀川土木事務所	福島	4
		1,000～5,000m ²	開成町新庁舎	神奈川	5
	ZEB Ready	1,000～5,000m ²	古平町中心拠点複合施設 CAN@YELL	北海道	2
		5,000～10,000m ²	雲南市役所庁舎	島根	5
			平川市新本庁舎	青森	3
			大和高田市庁舎	奈良	5
学校	Nearly ZEB	5,000～10,000m ²	瑞浪市立瑞浪北中学校	岐阜	5
	ZEB Ready	1,000～5,000m ²	(仮称)蟹谷統合こども園	富山	5
			呉羽自動車学校	富山	5
			大豊町教育施設	高知	5
		10,000m ² 以上	北海道科学大学高等学校新校舎	北海道	2

出展：SII・JABMEE 公開データをもとに作成

出典：SII・JABMEE 公開データをもとに作成

● 庁舎・学校における ZEB 化技術の傾向

庁舎と学校における ZEB 化導入技術の傾向を表.1-10、表.1-11 に示す。面積、ZEB ランク、省エネ地域などによって大きな差はなく、どの ZEB 建築も平均 20 個程度の ZEB 化技術を導入している。また基本的に導入技術数が増えるほど BEI(Building Energy Index :エネルギー消費性能指標)の値が向上している。

ZEB 化を実現するためには、特別な(先端的な)省エネルギー技術を導入することに主眼を置くだけではなく、以下に示す点に注力し、標準的・汎用的(当たり前の)技術を丁寧にバランス良く、ある程度の数を導入することが重要である(先端的な省エネルギー技術の導入を否定するものではない)。

- ・外壁や屋根、開口部などの断熱性能・日射遮蔽性能を高め、負荷を元から断つ(パッシブ技術)
- ・太陽、風、光、水、緑、土など、自然の恵みを活かす(パッシブ技術)
- ・太陽光発電などの再生可能エネルギーを利用する(アクティブ技術)
- ・高効率な設備システムを用いる(アクティブ技術)
- ・適切に運転制御し建物の生涯を管理する(エネルギーマネジメント)

ZEB 建物事例を図 1-20～図-1-22 に示す。

表.1-10 庁舎における ZEB 化導入技術の傾向

分類	ランク		ZEB Ready										Nearly ZEB			汎用性 (%)	
	建築名称		敦賀美万消防 組合 消防庁 舎	大樹町 役場庁舎	向日市 役場庁舎	古平町中心拠 点複合施設 CAN@YELL	美穂町新庁舎	平川市 新本庁舎	敦賀市 新庁舎	大和島田市 庁舎	各務原市 新庁舎	伊丹市庁舎	須賀川土木 事務所	松野町新庁舎 及び防災拠点 施設	開成町新庁舎		
	削減率(%)		52	54	53	56	57	55	50	55	56	54.4	87	81	81		
	B/EI	0.48	0.46	0.47	0.44	0.43	0.45	0.50	0.45	0.44	0.46	0.13	0.19	0.19			
	構造	S 3F	RC 3F/B1F	RC 5F/B1F	RC 3F	RC 4F	S 4F	RC 6F	RC-S 6F	RC 7F/B1F	S 6F/B1F	RC 2F	RC 2F	RC 3F			
	面積	m ²	2,575	2,947	3,000	3,887	4,760	8,104	12,719	10,012	16,805	21,943	656	2,556	3,893		
負荷を元から断つ	外壁	高断熱仕様	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100	
	屋根	高断熱仕様	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100	
	窓	Low-E複層ガラス(空気層)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100
		ダブルスギン															7.7
	遮蔽・遮熱	ブラインド			●	●							●	●	●	●	38.5
		ルーバー											●	●	●	●	38.5
庇		●	●					●	●	●	●	●	●	●	●	69.3	
木重ね格子																7.7	
太陽光パネル(遮蔽・遮熱)									●				●	●	●	23.1	
自然の恵みを活かす	熱	重力換気															7.7
		温度差利用(煙突効果)				●		●									15.4
		自然通風											●				7.7
	風	自然換気	●														30.8
		ナイトバージ			●	●											15.4
		エコボイド						●									8
	光	自然採光											●	●	●	●	15
		ハイサイドライト				●			●				●				23
	土	光ダクト								●	●						15
		アースチューブ	●						●								15
		クール&ヒートレンヂ				●								●			23
	再生可能エネルギーを利用する	熱(太陽)	太陽光集光装置										●	●	●	●	15
光		太陽光発電	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	92	
		太陽熱利用														0	
水		井水利用														8	
土	地中熱利用		●		●							●	●	●	39		
優れた設備システムを導入する	熱源設備	ビルマル(EHP)	●		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	92	
		ビルマル(GHP)														15	
		吸収冷温水機														8	
		熱回収熱源														0	
		ヒートポンプ外調機					●									8	
		無圧ボイラ									●					8	
		空冷ヒートポンプチャラー														8	
		モジュールチラー											●			15	
		チリングユニット														0	
		水蓄熱														8	
		氷蓄熱														0	
		VWV					●				●		●			23	
		VWT														0	
		井水熱利用										●				15	
	太陽熱利用										●				8		
	大温度差システム										●		●	●	23		
	空調設備	パッケージエアコン			●	●		●								23	
		高効率型空調機														0	
		全熱交換器	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100	
		外気冷房				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	46	
		輻射冷暖房				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	39	
		CO2外気量制御			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	54	
		最小外気取入制御														0	
		末端差圧制御														0	
		VAV				●	●		●	●	●	●	●	●	●	54	
		運転台数制御									●					23	
		潜熱分離空調														0	
		空調ファンの適正容量制御														0	
		人感制御														0	
		熱交換普通換気自動切替														0	
	床吹出空調				●		●	●	●	●	●	●	●	●	62		
	潜熱分離空調												●	●	23		
換気設備	DCファン														8		
	インバータファン			●	●		●		●	●	●	●	●	●	62		
	省電力直流換気扇														0		
	高効率電動機									●	●	●	●	●	23		
	外調機運転制御														0		
	スケジュール制御														0		
	CO2連動制御				●		●								23		
	湿度制御		●				●		●	●	●				46		
湿度制御														8			
給湯設備	ヒートポンプ給湯器								●						15		
	潜熱回収型給湯器				●				●						15		
電気設備	LED照明	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100		
	高輝度誘導灯				●	●									15		
	有機EL照明器具														0		
	タイムスケジュール	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	62		
	人感制御	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	54		
	明るさ制御	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100		
	在室制御	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	46		
	ソーニング制御	●						●							15		
	タスクアンビエント照明											●			15		
	個別デジタル制御														8		
適切に運転制御し、建物の生産を管理する	トッピング制御	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	62		
	リチウムイオン蓄電池		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	62		
	VVVF		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	77		
	コージェネレーションシステム								●	●	●	●	●	●	15		
	設備間統合統合制御システム	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	69		
	チューニング	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	92		
設備と利用者間統合制御システム	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	46			
負荷制御	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	77			
計測計量データの見える化														0			
空調デマンド制御														0			
導入技術数		18	16	20	34	23	25	26	32	30	30	26	19	37			

...パッシブ技術
 ...アクティブ技術
 ...福島県と同様の省エネ区分
 ・汎用性50%を超えている技術を赤文字で示す

表.1-11 学校における ZEB 化導入技術の傾向

分類	ランク		ZEB Ready											Nearly ZEB		ZEB	汎用性 (%)	
	建築名称	削減率 (%)	すばる保育園	(仮称)豊谷総合こども園	呉羽自動車学校	愛知学院大学名城公園キャンパス事務棟	大豊町教育施設	東京都市大学新A棟	九州旅客鉄道株式会社社員研修センター	瀬戸市立小中一貫校校舎棟	文教大学東京あだちキャンパス	益田市桂平小学校	ひがしの大空(そら)保育園	瑞浪市立瑞浪北中学校	西部保育園			
削減率 (%)	削減率 (%)	60	67	52	-	55	55	57	57	50	86	97	77	-				
	BEI	0.40	0.33	0.48	-	0.45	0.45	0.43	0.43	0.50	0.14	0.03	0.23	-				
	構造	RC 1F	木 1F	S 2F	S 4F	木 2F	S 4F	RC 4F	RC 2F/B1F	RC 5F	木 2F	RC 2F	RC 3F	S 2F				
	㎡	1,161	1,948	1,985	2,787	3,251	10,096	10,266	12,134	21,025	979	1,424	7,938	1,280				
負荷を元から断つ	外壁	高断熱仕様	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100		
	屋根	高断熱仕様	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100		
	窓	Low-E複層ガラス(空気層)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100	
		ダブルスキン															0	
	遮蔽・遮熱	ブラインド		●				●									15.4	
		ルーバー		●										●			15.4	
庇			●		●					●		●	●			61.6		
木重ね格子																0		
太陽光パネル(遮蔽・遮熱)		●		●		●			●			●			38.5			
自然の恵みを活かす	熱	重力換気														0		
		温度差利用(煙突効果)														0		
	風	自然通風				●					●			●			23.1	
		自然換気		●				●	●	●		●		●			46.2	
		ナイトバージ		●	●		●					●		●			46.2	
	光	エコボイド															0	
		自然採光														●	7.7	
		ハイサイドライト															0	
		光ダクト		●													7.7	
	土	アースチューブ															0	
		クール&ヒートレンヂ							●					●			15.4	
	再生可能エネルギーを利用する	熱(太陽)	太陽光集光装置														0	
光		太陽光発電	●			●		●			●	●		●	●		77	
		太陽熱利用									●			●			15.4	
水		井水利用														0		
土	地中熱利用	●	●		●	●		●								38.5		
優れた設備システムを導入する	熱源設備	ビルマル(EHP)	●	●	●	●	●	●	●	●	●						69.3	
		ビルマル(GHP)																7.7
		吸収冷温水機									●							7.7
		熱回収熱源									●							7.7
		ヒートポンプ外調機				●												7.7
		無圧ボイラ																0
		空冷ヒートポンプチャラー																0
		モジュールチャラー						●				●						23.1
		チリングユニット								●								7.7
		水蓄熱																0
		氷蓄熱				●												7.7
		VWV								●								15.4
		VWT								●								7.7
		井水熱利用																0
		太陽熱利用																0
	大温度差システム									●							7.7	
	空調設備	パッケージエアコン				●	●		●	●					●			38.5
		高効率型空調機											●	●	●			15.4
		全熱交換器		●	●				●	●	●	●	●	●	●			84.7
		外気冷房				●												15.4
		輻射冷暖房				●	●							●				23.1
		CO2外気量制御						●		●	●			●				38.5
		最小外気取入制御									●							7.7
		末端差圧制御									●							15.4
		VAV								●								15.4
		運転台数制御									●							7.7
		潜熱分離空調									●							7.7
空調ファンの適正容量制御											●						7.7	
人感制御											●	●				15.4		
熱交換普通換気自動切換													●			7.7		
床吹出空調																0		
潜熱分離空調																0		
換気設備	DCファン		●						●								23.1	
	インバータファン				●			●	●								38.5	
	省電力直流換気扇									●							7.7	
	高効率電動機											●	●				7.7	
	外調機運転制御				●												7.7	
	スケジュール制御								●								7.7	
	CO2連動制御									●				●			15.4	
温度制御																0		
湿度制御																0		
給湯設備	ヒートポンプ給湯器	●	●	●		●		●	●			●		●			61.6	
	潜熱回収型給湯器	●	●	●		●		●	●			●		●			30.8	
電気設備	LED照明	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		100	
	高輝度誘導灯	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		15.4	
	有機EL照明器具		●														7.7	
	タイムスケジュール	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		69.3	
	人感制御	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		38.5	
	明るさ制御	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		100	
	在室制御					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		61.6	
	ソーニング制御						●	●	●	●	●						23.1	
	タスクイベント照明																0	
	個別デジタル制御																0	
適切に運転制御し、建物の生産を管理する	トッラシナー変圧器	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		77	
	リチウムイオン蓄電池	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		61.6	
	VVVF		●														61.6	
	コージェネレーションシステム																15.4	
	設備間総合統合制御システム	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		38.5	
	チャージング	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		69.3	
	設備と利用者間統合制御システム		●														23.1	
負荷制御	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		61.6		
計測計量データの見える化												●	●			23.1		
空調デマンド制御																7.7		
導入技術数		18	25	12	24	20	24	33	35	19	20	17	26	17				

●...パッシブ技術 ●...アクティブ技術 ●...福島県と同様の省エネ区分 ●汎用性50%を超えている技術を赤字で示す

須賀川土木事務所 Nearly ZEB (1,000m²未満)

■ 建物コンセプト

ZEB技術を積極的に取り入れ、エネルギー消費量を87%削減とし、庁舎として東北初の「Nearly ZEB」認証を取得した。
2階部分の構造を木造軸組とし、屋根にCLTを使用することで大スパンの架構を可能とし、開放的な内部空間を実現した。

■ ZEB実現に向けた主な採用技術

パッシブ技術

負荷を元から断つ	外壁	高断熱仕様
	屋根	高断熱仕様
	窓	Low-e複層ガラス(空気層) ルーバー
自然の恵みを活かす	遮蔽・遮熱	庇
	光	自然採光 ハイサイドライト
	風	自然通風

アクティブ技術

再生可能エネルギーを利用する	光 土	太陽光発電 地中熱利用
優れた設備システムを導入する	熱源設備	高効率熱源機器 大温度差システム 外気冷房 全熱交換器
	空調設備	VAV 床吹出空調 潜熱顕熱分離空調
	電気設備	LED照明 明るさ制御 人感制御 タスクアンビエント照明
		VVVF 計測計量データの見える化 チューニング
適切に運転制御し、建物の生産を管理する		設備と利用者間統合制御システム 負荷制御



■ 建築概要

所在地	福島県須賀川市
延床面積	656.46㎡
構造/階数	RC造・木造/地上2階
竣工年	2020年

■ 一次エネルギー削減率

BEI	一次エネルギー削減率
0.13	87%

一次エネルギー消費量(MJ/年㎡)		
	基準値	設計値
空調	447.53	259.61
換気	251.05	25.99
照明	285.12	68.97
給湯	32.01	59.12
昇降機	36.56	32.50
創エネ	0.00	-309.79
合計	1,203	287

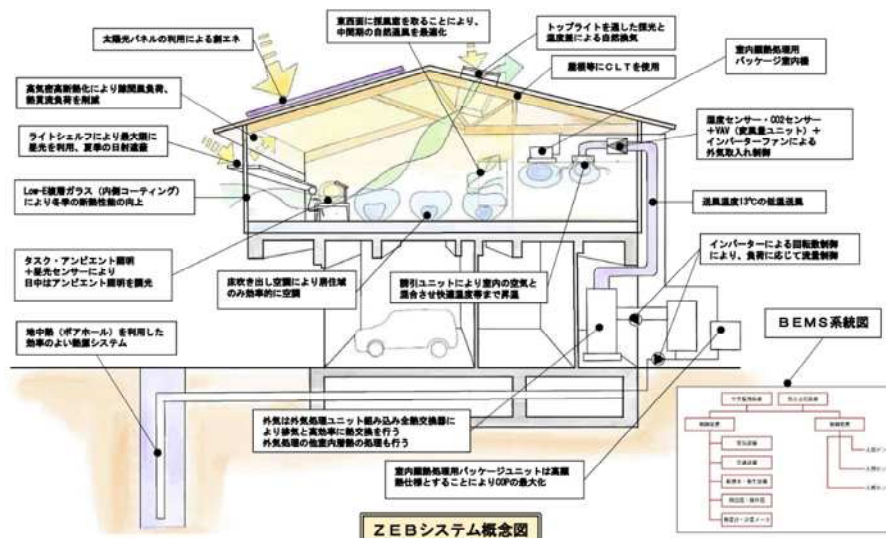


図.1-20 ZEB 実現に向けた主な取り組み(庁舎)

出典:SII・福島県 HP

敦賀市新庁舎 ZEB Ready (10,000m²以上)

■ 建物コンセプト

大規模災害時にも業務継続が可能となるよう、一次エネルギー消費量を大幅に削減した自立型の防災拠点施設。
自然環境(自然の恵み)を効率よく活用した上で、洗練された環境デザインを備えた建築とし、高度な省エネルギー技術を組み合わせ、「脱炭素型庁舎」を実現している。

■ ZEB実現に向けた主な採用技術

パッシブ技術

負荷を元から断つ	外壁	高断熱仕様(ウレタンフォーム)
	屋根	高断熱仕様(ポリスチレンフォーム)
	窓	Low-e複層ガラス(空気層)
	遮蔽・遮熱	ルーバー 庇
自然の恵みを活かす	風	自然換気
	土	クール&ヒートレンヂ

アクティブ技術

再生可能エネルギーを利用する	光	太陽光発電
	水	井水利用
	土	地中熱利用
優れた設備システムを導入する	熱源設備	ビルマル(EHP)
		全熱交換器
		放射冷暖房
	空調設備	VAV
		床吹出空調 潜熱顕熱分離空調
	給湯設備	ヒートポンプ給湯器
		LED照明
	電気設備	タイムスケジュール
		人感制御
		明るさ制御
ゾーニング制御		
タスクアンビエント照明		
リチウムイオン蓄電池		
適切に運転制御し、建物の生産を管理する	設備間総合統合制御システム チューニング 負荷制御	



■ 建築概要

所在地	福井県敦賀市
建築面積/延床面積	2,869m ² /10,254m ²
構造/階数	RC造/地上6階
竣工年	2021年

■ 一次エネルギー削減率

BEI	一次エネルギー削減率
0.5	50%

一次エネルギー消費量(MJ/年m ²)		
	基準値	設計値
空調	715.06	388.32
換気	106.14	88.51
照明	309.30	72.16
給湯	35.51	25.07
昇降機	16.30	13.04
創エネ	0	-40.88
合計	1182.31	546.22

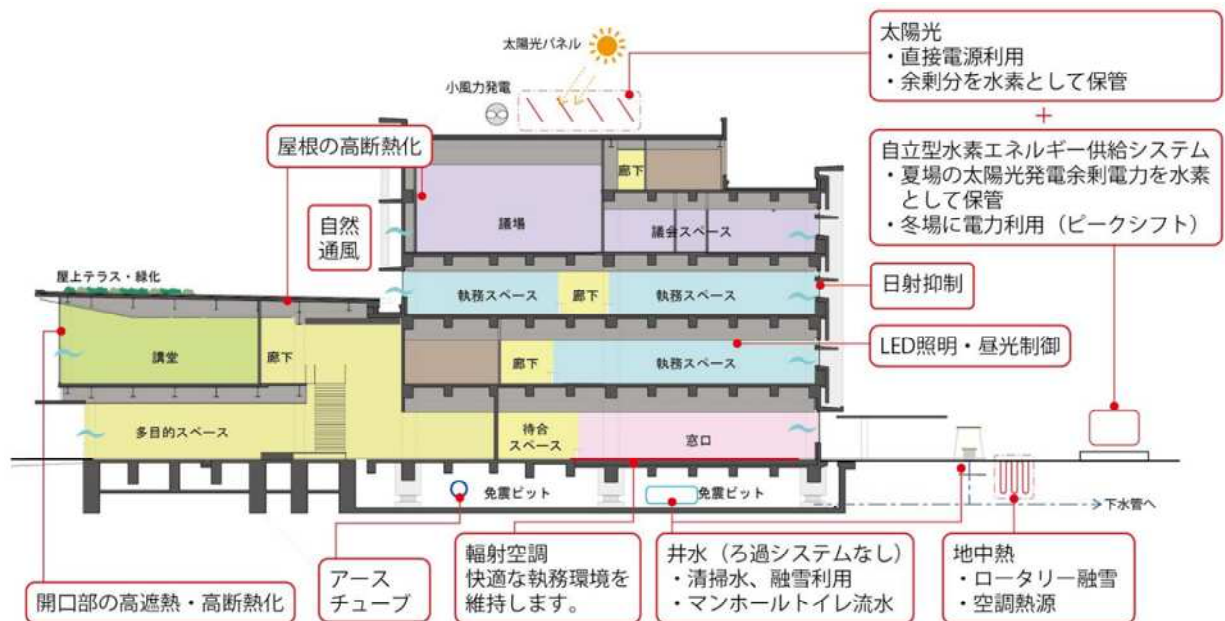


図.1-21 ZEB 実現に向けた主な取り組み(庁舎)

出典:SII・敦賀市 HP

瑞浪北中学校 Nearly ZEB (5,000m²未満)

■ 建物コンセプト

「学校施設のゼロエネルギー化」と「環境教育の推進」に取り組み、国内でも有数の暑い地域である岐阜県東濃西部地域から、次世代の学校施設や環境教育の在り方について情報発信することを目指した施設。

■ ZEB実現に向けた主な採用技術

パッシブ技術

負荷を元から断つ	外壁	高断熱仕様
	屋根	高断熱仕様
	窓	Low-e複層ガラス(空気層)
	遮蔽・遮熱	ルーバー 庇 太陽光パネル(遮蔽・遮熱)
自然の恵みを活かす	風	自然通風 自然換気
		ナイトバージ
	土	クール&ヒートレンヂ

アクティブ技術

再生可能エネルギーを利用する	光	太陽光発電 太陽熱利用
	土	地中熱利用
優れた設備システムを導入する	熱源設備	高効率熱源機器
		高効率型空調機 全熱交換器
	空調設備	CO ₂ 外気量制御 人感制御
		換気設備
	電気設備	LED照明 タイムスケジュール 明るさ制御
		在室制御 トップラナー変圧器 リチウムイオン蓄電池 VVVF
適切に運転制御し、 建物の生産を管理する		計測計量データの見える化



■ 建築概要

所在地	岐阜県瑞浪市
建築面積/延床面積	4,572.34m ² /7,938.72m ²
構造/階数	RC造/地上3階
竣工年	2018年

■ 一次エネルギー削減率

BEI	一次エネルギー削減率
0.23	77%

一次エネルギー消費量(MJ/年m ²)		
	基準値	設計値
空調	内訳は未公表	185.75
換気		22.99
照明		74.71
給湯		19.28
昇降機		2.52
創エネ		-168.83
合計	710.58	136.42

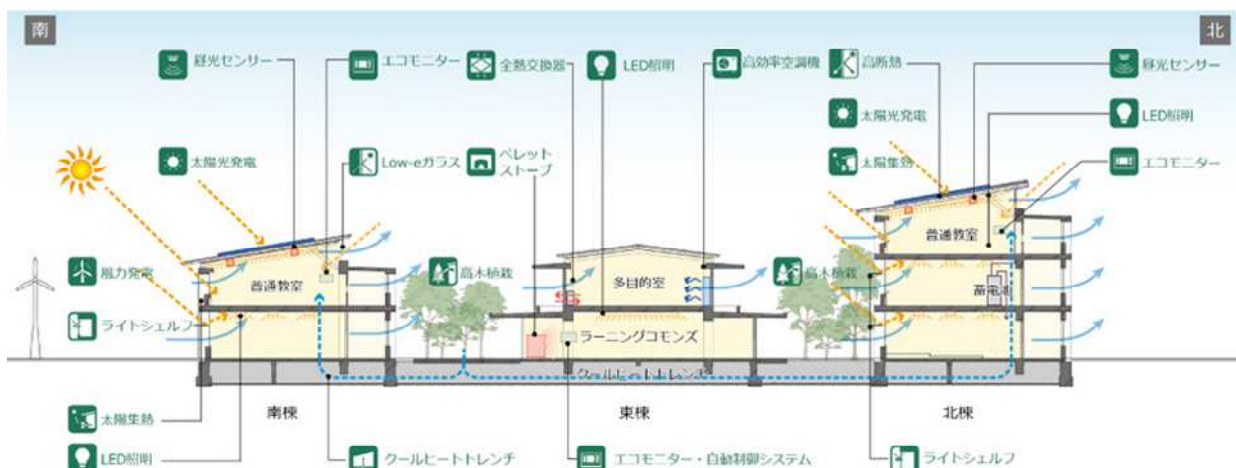


図.1-22 ZEB 実現に向けた主な取り組み(学校)

出典: JABMEE・株式会社日建設 HP

第2章 ZEB 化によるメリット

2-1 ウェルネス建築

(1) ウェルネス建築が求められる背景

働き方が大きく変わりつつあり、公共建築（庁舎や学校）は市民に良質な環境を提供することに加え、そこで働く人の心身の調和と活力の向上を図り、一人ひとりが最大限にパフォーマンスを発揮できる場（ウェルネス建築）が求められている。

省エネルギーばかりを注視し、我慢をする・我慢を強いる省エネルギー建築では、働く人一人ひとりのパフォーマンスの向上は望めないばかりか、心身の健康に負担を与え、(知的)生産性の低下につながるおそれもある。(図.2-1)。

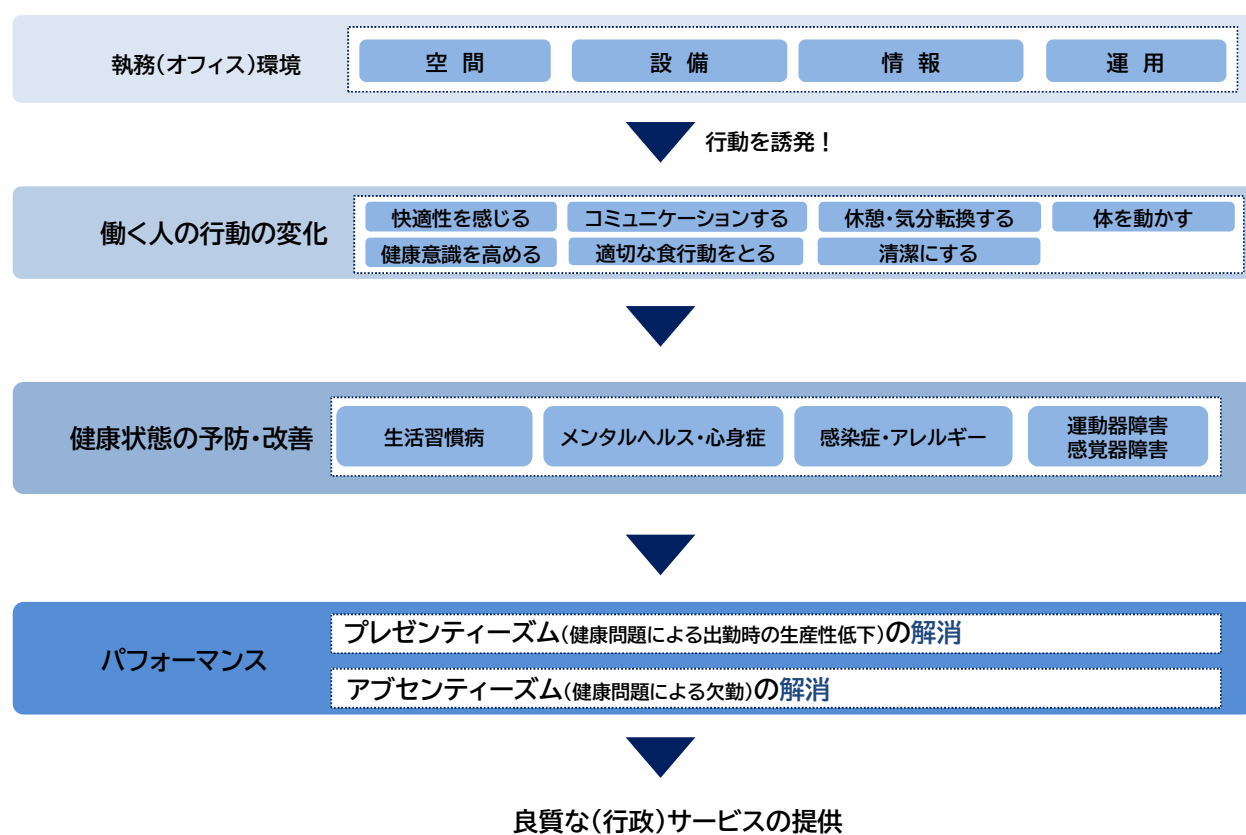


図.2-1 ウェルネス建築(庁舎)の効果

● ウェルネスとは

健康を基盤にして、豊かなライフスタイル(ワークスタイル)を生活している・目指している状態をいう(図.2-2)。

● ウェルネス建築(庁舎・学校)とは

単に健康な状態を確保するだけでなく、職員・教職員の本務である「働くこと、その効率、成果を高めること」を目的に計画する建築(庁舎・学校)をいう。言い換えると、働く人(職員・教職員)の知的生産性の向上を健康な状態で実現する建築(庁舎・学校)である。

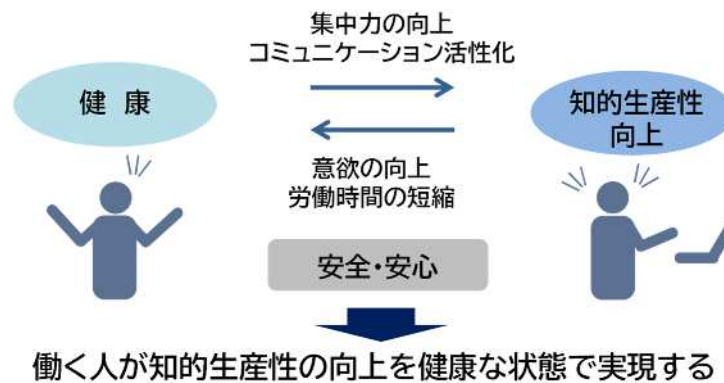


図.2-2 ウェルネスな状態とは

● なぜウェルネスを高めることが重要なのか

庁舎・学校においてウェルネスの向上が大切な理由として、以下の3つが挙げられる。

- ① 良質な(行政)サービスを提供するため
- ② 知的生産性を向上するため
- ③ 求人・生徒募集を確保するため

① 良質な(行政)サービスを提供するため

職員がいいきと健康に働ける環境を整えることは、より良質なサービスの提供につながる。

庁舎では、職員満足度が高まることで行政サービスが向上すると市民(県民)の満足も向上し、庁舎(行政)への評価もさらに高まる(図.2-3)。

学校では、教職員が働きやすい環境であることが、授業の質の向上、ひいては生徒の学習意欲の向上へとつながる。

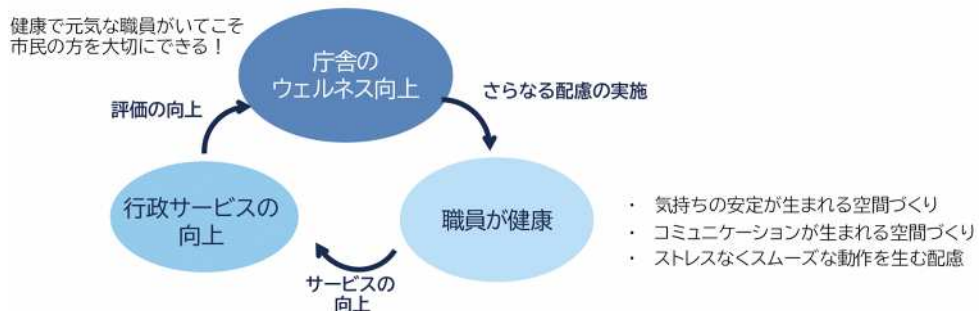


図.2-3 庁舎におけるウェルネス向上における効果

② 知的生産性を向上するため

庁舎や学校の場合、運用費用全体の中で人件費の占める割合が高い。それに比べて建物(ハード部分)の整備・内装などに必要とされる費用ははるかに少ないものである。

一方でハード面(建築)・ソフト面(運用・制御)の改善によってもたらされる知的生産性の向上の効果は高い。具体的にはアブセンティーズム(健康問題による欠勤)やプレゼンティーズム(健康問題による出勤時の生産性低下)の解消につながる(図.2-4)。

現在、「知的生産性を高めるための建築・設備投資は効率が高い」という共通認識が少しずつ広まりつつある。

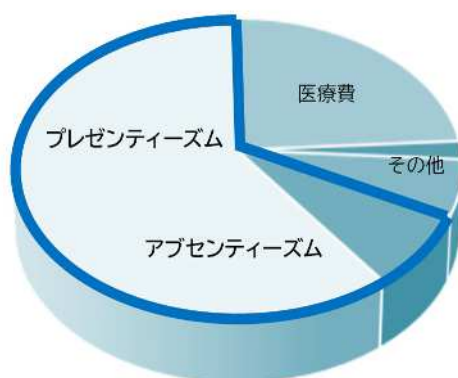


図.2-4 企業における健康関連コストの構造(アメリカにおける研究結果)

③ 求人・生徒募集を確保する

庁舎や学校では、福祉関係(子育て支援など)の強化のためなどから、必要な職員数は年々増加傾向にある。しかし、一方で地方公務員の受験者数は2010年度からの10年間で28%減少している(図.2-5)。

今後も職員数を確保するためには、より魅力的で職員が心地よく働ける職場環境の提供が重要である。



図.2-5 地方公務員における働き方改革に係る状況

出典：総務省「地方公務員における働き方改革に係る状況」 令和3年9月30日訂

(2) ウェルネス建築の動向

世界、日本国内のウェルネスの動向を以下に示すが、それらを受け、公共施設でもウェルネス建築を主眼とした対応が求められている。

● 世界の動向

2015年、国際連合は持続可能な開発目標(SDGs:Sustainable Development Goals)を採択した。

SDGsは、17の目標・169のターゲット(具体目標)から構成されている。その目標のひとつに「Good Health And Well-Being(すべての人に健康と福祉を)」が掲げられている(図.2-6)。



図.2-6 SDGsにおける健康と福祉への目標

● 日本の動向

① ESG投資の普及、CASBEE-ウェルネスオフィスの創設(国土交通省)

国土交通省は、「ESG投資の普及促進に向けた勉強会」を実施している。ESGの普及には、気候変動への対応、地域社会・経済の寄与、災害への対応、超高齢化への対応に加えて、「健康性・快適性の向上」が必要であるとしている。

また、健康性・快適性などに優れた不動産ストックの普及・促進を見える化するため、認証制度「CASBEE-ウェルネスオフィス」を創設した。

② 健康経営を推進(経済産業省)

経済産業省は「健康経営オフィスレポート」を作成した。「健康経営オフィスレポート」では、従業員の健康管理を経営的な視点から捉え、戦略的に取り組む方法を紹介しており、従業員の健康保持・増進の取組みが、将来的に収益性などを高める投資であるという考えを表明した。

● ウェルネス建築の動向

ウェルネス建築の評価について、現在、国内では次の2つの制度がある(表.2-1)。

- ① CASBEE- ウェルネスオフィス(一般財団法人 建築環境・省エネルギー機構)
- ② WELL 認証 (一般社団法人 グリーンビルディングジャパン)

上記の2つの評価基準を満たした建物が近年増えている。

- ・ CASBEE-ウェルネスオフィス … 52 件が認証(2022年2月時点)
- ・ WELL 認証 … 24 件が認証(2022年2月時点)
- ・ コロナ対策に特化した簡易版 WELL 認証(WHSR) … 44 件が認定(2022年2月時点)

表.2-1 ウェルネス評価基準の概要

	CASBEE-ウェルネスオフィス	WELL 認証
開発・運営管理団体	開発・運営管理:IBEC(一般財団法人建築環境・省エネルギー機構) 認証機関:IBEC	開発者:Delos 運営管理:公益法人 IWBI 評価機関:グリーンビルディング認証 機関:GBCI
沿革	2019.05 先行評価認証受付開始 2020.11 先行評価認証受付(第4回) 2021年度からは期間を設定せず、申請図書は随時受付	2016.02 v1.0 開始 ～ 2020.12 v1.0、v2pilot 受付終了
対象用途	オフィス	全用途を対象
登録認証数	39(認証数のみ)	v1.0: 1,278 V2.0: 5,270 Health-Safety: 7,933
評価方法	提出資料	アップロード資料+現地サンプリング
取組項目数	51(必須なし)	119(必須 24+ 加点 95)
ランク	5 段階(S・A・B+・B-・C) (どの点数でも認証)	4 段階(プラチナ・ゴールド・シルバー・ブロンズ) (40 点以上の場合に認証)
有効期間	5 年	3 年
認証までの期間	数か月	数年かかることも
認証費用	第4回先行認証実績 308,000～990,000 円 ※先行認証は割引価格になっている	登録費:2,500ドル 認証費:最低 6,500ドル 現場試験費:最低 6500ドル (合計 15,500 ドル:おおよそ 1,700,000 円)

出典：一般財団法人建築環境・省エネルギー機構 HP を元に作成

(3) 庁舎・学校建築において取り組むべき項目

ひとを取り巻くさまざまな環境要素は、そのひとの心身の健康に密接に関わる。良質な室内環境、ひとが心地よいと感じる空間、意欲がわく働きやすい環境を実現することが、建物にとっての新たな価値になる(図.2-7)。

ウェルネス建築の計画で検討すべき基本的な項目(表.2-2)、留意すべきポイント(表.2-3)、建築面・設備計画を行う際の取り組みイメージ(図.2-8、2-9)を示す。

建築計画・設備計画の他、机のレイアウトや昇降型の什器の設置など備品での対応、竣工後のアンケート・実測など、細かな取り組みの積み重ねでもウェルネスの向上が可能である。

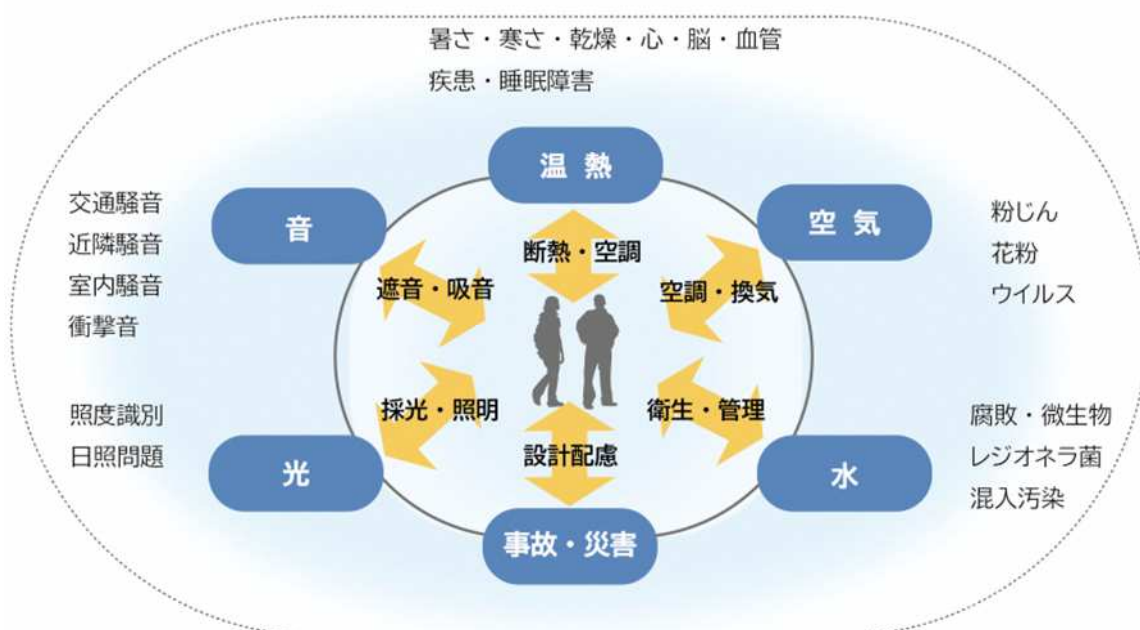


図.2-7 ウェルネス建築で考慮すべき環境要素

表.2-2 ウェルネス建築の計画で検討すべき基本的な項目

計画項目		ポイント
健康性・快適性	空間・内装	高さ、広さ、内装計画、什器配置
	音・光	遮音、吸音、照度、グレア対策、自然光
	空気質・温熱(空調)	室温、湿度、換気量、空気質(CO ₂ 濃度) 竣工後のアンケート チューニング(エネルギーマネジメント)
	リフレッシュ・運動	トイレ、リフレッシュ設備、眺望、階段、駐輪場
利便性	移動空間・コミュニケーション	EV、廊下、打ち合わせスペース
	情報通信	情報通信インフラ、OAフロア
安心・安全性	災害対応・有害物質対策・水質確保	耐震性能、非常用電源、VOC対策、給水設備

表.2-3 ウェルネス建築の計画で留意すべき主なポイント

計 画 項 目		ポ イ ン ト
執務室	建築計画	執務室形状・柱の有無
		天井高さ・システム天井の採用
		床配線・荷重
	設備計画	コンセント容量・通信キャリアのインフラ
	室内環境	開口部からの眺望
		執務室の反響音・外部騒音・機器の騒音
		執務室の照度
室内温度・湿度・気流感・CO2 濃度		
個別運転制御 自然換気		
共用部		トイレ、パントリーの数・トイレなどの衛生状態
		エレベーターの管理状態
		アトリウム、中庭などの有無
		カフェ・食堂等・休憩室などの有無
建物全体	デザイン・緑化	外観のデザイン・内装計画・建物のエントランスのグレード 緑化対応・生物多様性対応
	耐震性能・災害時対応 防犯性能	耐震性能・自然災害対策・災害対応マニュアル・非常時の電力供給・セキュリティ
省エネルギー対策	建築	外壁の断熱性能、窓の仕様
	設備	省エネルギー設備
	運用	エネルギー管理
ビルの管理・運営		清掃、設備点検マニュアル・設備の点検記録の保管・テナント間交流・テナントからの意見徴収

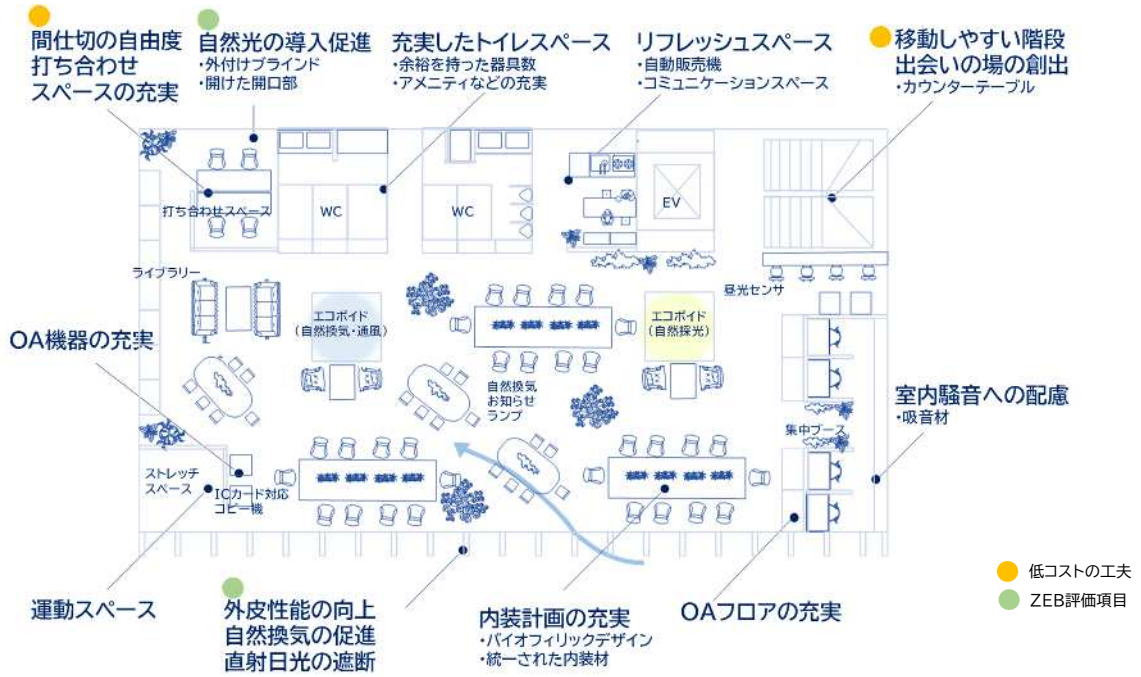


図.2-8 建築面での取組み(イメージ)

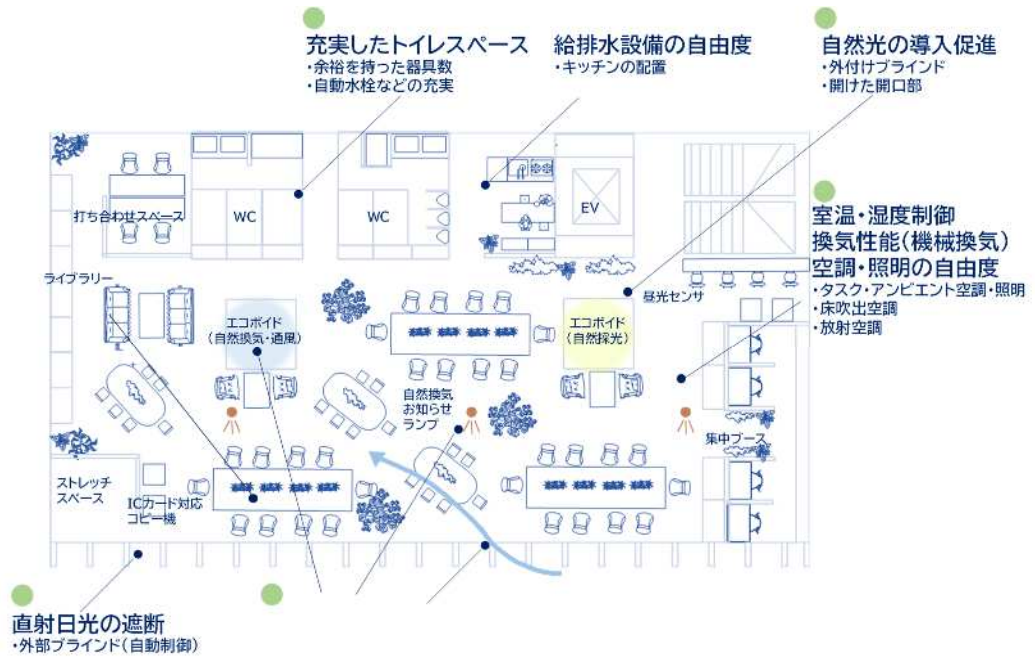


図.2-9 設備面での取組み(イメージ)

(4) 庁舎・学校建築の換気・空調の考え方

公共施設では、省エネルギーの観点から冷暖房を行う期間が概ね定められており(冷房:6~9月、暖房:12~3月など)、残りの中間期(4・5・10・11月)は換気運転のみとする場合があり、このような施設では、中間期に窓を開けるなどをして温熱環境や空気質をある程度の水準に保持する取組みが重要である。

しかしながら、単に窓を開けるだけでは必要な換気量(外気導入量)が確保できない場合がある。空調・換気設備を適確な方式、適切な容量とし、より清浄な空気(外気)を確実に室内に導き、健康で快適な室内温熱環境・空気環境を保持することが重要である。

●庁舎における感染症の拡大防止

・冷房期間

冷暖房期間に窓を開けなくても、良質な空気環境(空気質)を保持できる建築・設備とする(図.2-10)。

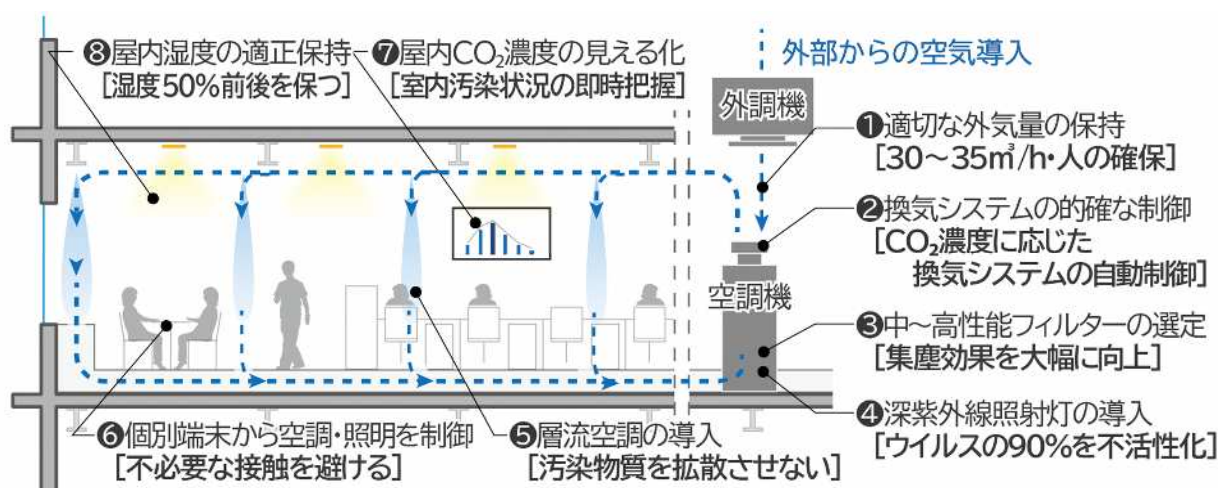


図.2-10 庁舎における感染症拡大防止の一例

・中間期

自然の風(外部空気)をより効率的に室内へ導く建築計画とし、その上で設備がサポートして必要な換気量を確保することが望ましい(図.2-11)。

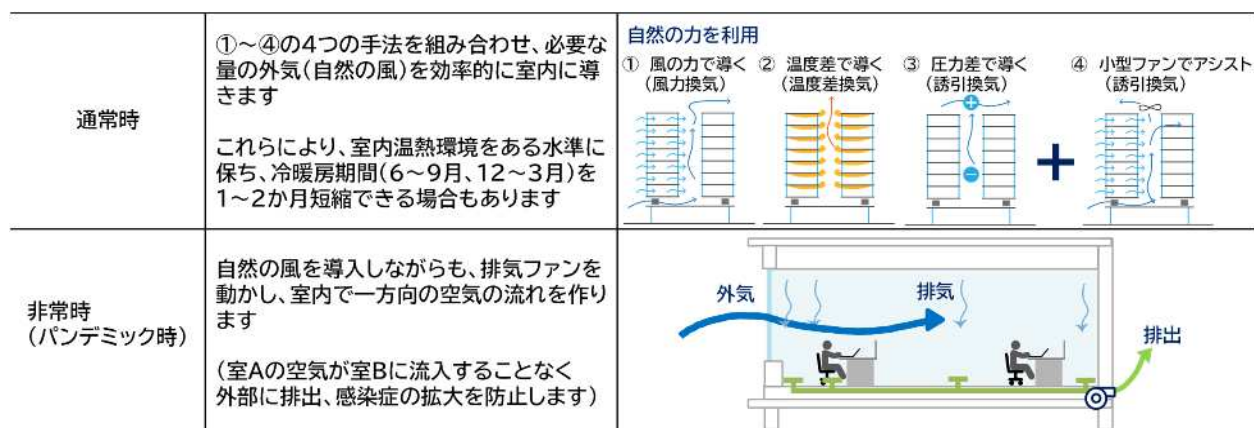


図.2-11 中間期の換気方法の一例

2-2 ZEB 化の効果

(1) 災害対応とリンクした ZEB

ZEB 化にあたっては、単に省エネルギー・省 CO₂ 面だけではなく、災害に強いこと、安全性が高いこと、事業を継続させるためのエネルギー利用のあり方などを追求することが重要である。

特に、非常時の活動拠点になる庁舎・学校では、平常時と非常時、ZEB(脱炭素)と BCP(事業継続性)がシームレスに繋がらなくてはならない。ZEB を実現した建物は平常時の省エネルギー(脱炭素)だけではなく、非常時にエネルギー消費を抑えて BCP 性能を向上させる(事業継続時間を延長する)ことができる(図.2-12、表.2-5)。

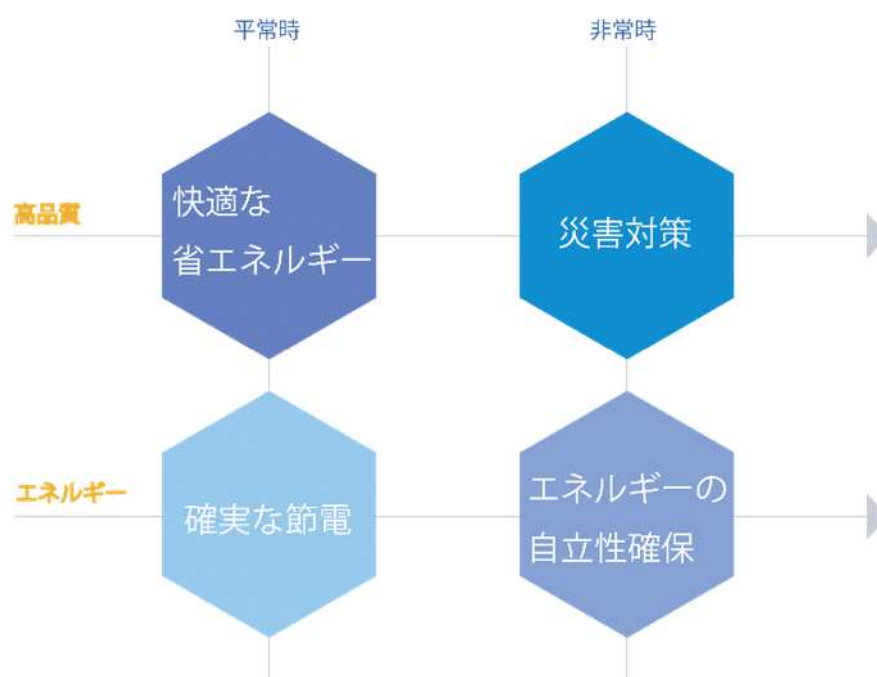


図.2-12 ZEBとBCP

表.2-5 平常時と非常時の機能

分類	具体的な取り組み (ZEB)	平常時	非常時
負荷を元から絶つ	熱負荷を軽減する建物配置 高断熱・高气密な外皮 日射遮蔽	冷暖房負荷の削減	冷暖房運転を最小限とし、機能維持時間の延長が可能
自然の恵みを活かす	太陽熱を入れやすい建築計画 自然の光を得やすい建築計画 自然換気を取り入れた建築計画 雨水利用 (トイレ利用)	冷暖房期間の縮小 ウェルネスの向上 環境親和性	照明・冷暖房運転を最小限とし、機能維持時間の延長が可能 感染症拡大の防止

(2) ZEB 建築での環境教育

● 環境教育の重要性

地球温暖化や自然災害といった環境問題は、今後、さらに顕在化していくことが予想される。これに対して、一人ひとりが環境への問題意識を持つことが必要である。特に、将来を担う子どもたちが、身近にある環境問題や環境負荷を低減させる仕組みを体感し、興味を持つきっかけを作ることはより一層重要となる。

エネルギー基本計画では、環境・エネルギーに関する教育の場として、学校の重要性が掲げられている。文部科学省などの推進する「エコスクール」では、学校施設を題材とした省エネルギー効果の見える化などにより、児童・生徒などへの環境教育を図っている。そのため、特に学校建築では、ZEB 化だけでなく導入した技術やその効果を身近に実感できる工夫が必要である。

● 学校施設を活用した環境教育の事例

環境教育では、導入した環境技術の仕組みや原理について、「見える化」することが有効である。エネルギー消費量や太陽光発電の状況、室内環境の状況などをわかりやすく表示するディスプレイを設け、生徒が直接触れて効果がわかるよう工夫することで生徒の興味や関心を高め理解を深めることができる。図.2-13 に見える化設備の導入事例を示す。



図.2-13 太陽光発電・雨水利用設備の見える化(福島県白河市立南中学校)

出典:文部科学省のエコスクールパイロット・モデル事業事例集をもとに作成

学校で環境教育を行う場合、学校の教育目標や子どもたちの発達段階などに応じた環境プログラムを作成し、地域の特性に応じた内容とすることが効果的である。また、ZEB に取り入れられた技術は、①授業で活かす、②成果を家庭・地域に広げる、③活動をつなげる、といった流れにより、学校内にとどまらず家庭・地域への波及効果も期待できる(図 2-14)。

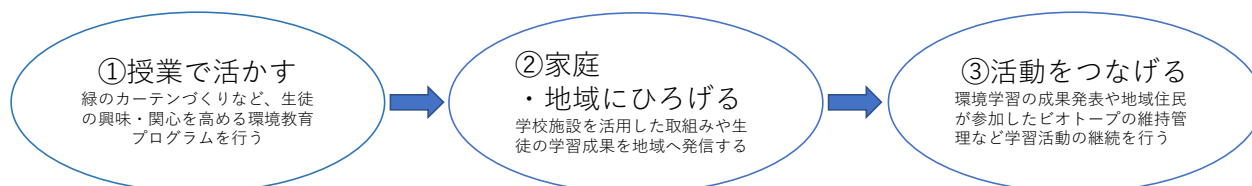


図.2-14 学校施設を活用した環境教育の考え方

出典:文部科学省「環境教育に活用できる学校づくり実践事例集(平成 23 年 9 月)」をもとに作成

(3) 運用建築物での「使い方説明会」の実施

● 「使い方説明会」の考え方

建築物は、運用段階において設計時の計画とのズレを調整しながら、実際の運用に合った設備システム(運転)となるように調整する必要がある。ZEB 化のための省エネルギー技術について、その効果を定量的に把握し設計時の配慮すべきポイントや改善点を広く周知することで、ZEB の普及にもつなげることができる。

関係者に向けて、「ZEB の使い方説明会」を実施することにより、設計時に配慮したポイントなどを共有し、より適切な運用につなげることができる。また、地域住民に向けた見学会を開催することで、環境配慮やZEB への理解を深めるきっかけになる。

建物使い方説明会のイメージを図.2-15 に示す。

● 「建物使い方説明会」がもたらすメリット

ZEB には、エネルギー消費量を定量的に把握・分析するために中央監視設備(BEMS)を備えることが必須であるが、運用段階において定期的なデータの収集・分析が行われずに BEMS を活用できていない建築物も多い。

使い方説明会を開催するにあたり、現状のエネルギー消費量の分析や問題点などを整理し、改善点をフィードバックすることで、適切な設備システムの運用とさらなる省エネルギー効果が期待できる。

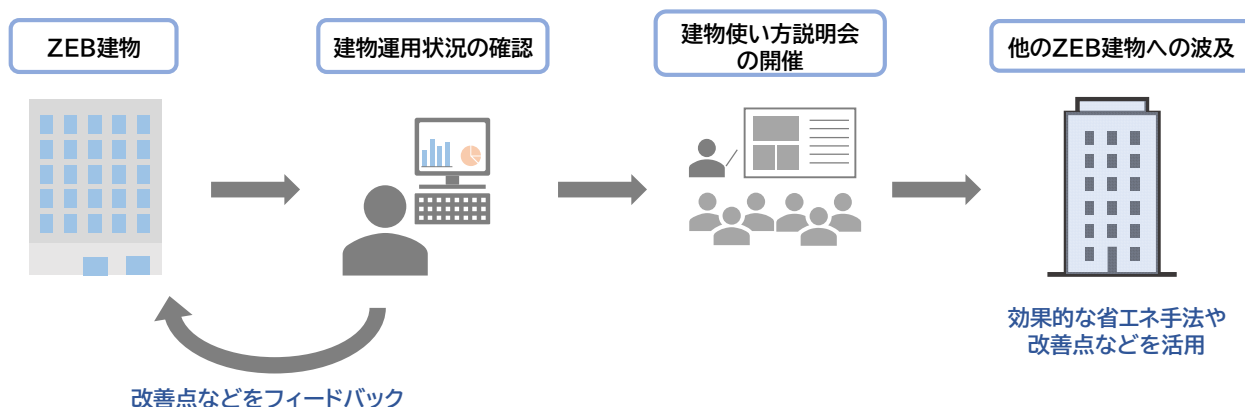


図.2-15 「建物使い方説明会」のイメージ

第3章 関連資料

3-1 検討モデルにおける ZEB 評価事例

(1) 検討モデルの概要

●検討モデルの設定方法

ZEB 化確認チェックリストの作成に当たり、用途ごと(庁舎・学校)に建物形状や室用途などを想定した検討モデルを作成した。この検討モデルに外皮や設備の代表的な仕様を適用し、モデル建物法によりエネルギー消費性能を試算した。

●面積グレードの設定

検討モデルは、既存県有建築物の規模・階数を参考に作成した。図.3-1 に県有建築物における庁舎、学校の面積分布を示す。

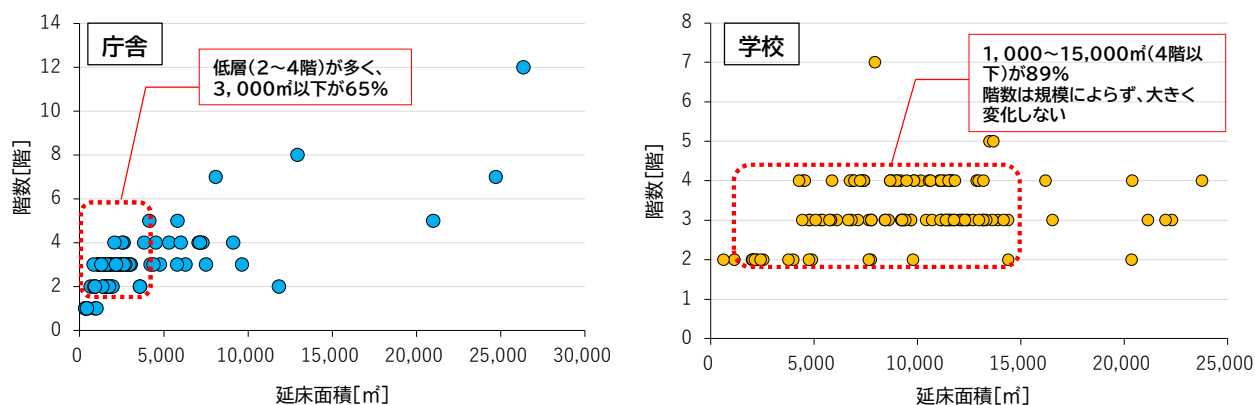


図.3-1 県有建築物における庁舎と学校の延床面積

出典：県有建築物の棟別の耐震診断結果等のリスト(平成 31 年)

・庁舎

庁舎は低層(2~4階建)が多く、延べ面積3,000 m²以下の建物が65%を占めている。内訳は、1,000 m²以下が15%、1,000~2,000 m²が31%、2,000~3,000 m²が19%となっている。1,000~2,000 m²の割合が最も多いが、延べ面積が小さくなるとm²あたりの工事費が大きくなる傾向があることを考慮し、1,000 m²以下を対象とするモデル(1,000 m²)と、1,000~3,000 m²を対象とするモデル(3,000 m²)を作成した。

延べ面積10,000 m²程度の建物が占める割合は少ないが、今後の合同庁舎などの建て替えも考慮した。また、空調方式を中央空調とした場合の検討する必要があることから、10,000 m²の検討モデルも加えることとした。

延べ面積1,000 m²以下のモデルについては須賀川土木事務所を参考とし2階建てとした。3,000 m²のモデルは白河合同庁舎を参考とし3階建てとした。10,000 m²のモデルは、県庁北庁舎を参考として8階建てとした。ガラス開口部はそれぞれ腰窓形状とし適宜設定した。

・学校

学校は延べ面積1,000～15,000㎡、4階建以下の建物が89%を占めていることから、この面積範囲から検討モデルを3つ選定することとした。内訳は、1,000㎡～5,000㎡以下が16%、5,000～7,500㎡が15%、7,500～10,000㎡が23%、10,000～12,500㎡が25%、12,500～15,000㎡が13%となっている。その中でも、支援学校など比較的小規模な教室棟などの建設があることから、まずは2,000㎡以下を対象とするモデル(2,000㎡)を設定した。

残りの2つのモデルであるが、7,500～9,000㎡と9,000～11,500㎡での分布が多いことから、それらの中間の8,000㎡と10,000㎡の検討モデルを設定した。

2,000㎡のモデルについては助産師養成施設を参考とし2階建て、8,000㎡、10,000㎡については特別支援学校を参考としてそれぞれ2階建て、3階建てとした。ガラス開口部は南面を掃き出し窓、その他の面のガラス開口部を腰窓形状とし適宜設定している。

・空調方式

空調方式は、県内でも採用数の多い個別空調方式とした。庁舎10,000㎡は、規模が大きく用途からも中央熱源方式の可能性があることを考慮し、個別と中央の2パターンを設定した。

各検討モデルの概要を表.3-1に示す。

表.3-1 検討モデル概要

	建物規模(㎡)	延床(㎡)	階数	空調方式
庁舎	1,000	656	2	個別熱源
	3,000	2,985	3	個別熱源
	10,000	10,023	8	中央熱源 個別熱源
学校	2,000	2,085	2	個別熱源
	8,000	8,005	2	個別熱源
	10,000	10,019	3	個別熱源

(2) ZEB 化の目標水準の設定方法

ZEB 化の目標水準を設定するため、以下の手順により検討モデルでシミュレーションした。

① 既存 ZEB 化建築物の調査と ZEB 化技術の抽出

導入されている省エネルギー技術や取り組み(以下、ZEB 化導入技術)を調査し、導入事例が多く汎用性が高い技術を抽出する(詳細は P.53 表 1-9、P.54 表 1-10 に示す)

② 検討モデルの作成

県有建築物における庁舎と学校を調査し、汎用性の高い面積規模において検討モデルを作成し、抽出した技術を検討モデルの ZEB 化技術として設定する

③ 検討モデルによるシミュレーション

作成した検討モデルおよび抽出した ZEB 化技術をもとに、省エネルギー計算(モデル建物法)を行う

シミュレーションの結果、庁舎・個別空調方式とした各検討モデルでは汎用性の高い ZEB 化技術を導入することにより、ZEB Ready を達成した。

一方、学校の検討モデルの試算では、汎用性の高い ZEB 化技術だけでは ZEB 未達成であった。学校の基準一次エネルギー消費量が他の建物用途よりも小さく設定されているため、ZEB 化技術の効果が計算上反映されにくいことが理由として考えられる。そこで、学校用途では一部に地中熱を利用した空調システム(水冷式ビル用マルチエアコン)を導入することにより ZEB Ready を達成した。

庁舎3,000㎡の検討モデルにおけるコスト試算では、ZEB 設計(ZEB Ready)での工事費の増額率は11%である。しかし、補助金(レジリエンス強化型 ZEB 実証事業とした場合)が採択となった際には、県の持ち出しが従来設計での工事費と同等程度となる。以上より、目標水準は ZEB Ready 以上とした。

(3) エネルギー消費性能計算による試算

エネルギー消費性能計算は、国立研究開発法人 建築研究所が公表している計算支援プログラムから、モデル建物法を採用した。モデル建物法は、精算法である標準入力法と比較して、安全側(ZEBの達成が難しい)の結果となる傾向があるが、基本構想・計画段階でのZEB検討であることから、簡易的に算出できるモデル建物法とした。

ZEB化確認チェックリストをもとに、検討モデルのエネルギー消費性能計算を行った。入力内容を表.3-2に示す。既存建築物を参考に、庁舎と学校のふくしまZEB設計(ZEB Ready)仕様、従来設計を設定した。

各項目の設定値については既存のZEB取得建築物などを参考に設定した。外壁、屋根、高性能ガラスの熱性能については、Nearly ZEBを取得した須賀川土木事務所の設定値等を考慮した。空調熱源機など機器の能力値については、取り扱いのあるメーカーの定格能力をもとに平均値を算出して採用した。

表.3-2 モデル建物法の入力内容

ZEB化技術・取り組み			入力値				
分類	具体的な技術・取り組み	判断基準	ZEB設計の入力値(庁舎)	ZEB設計の入力値(学校)	従来設計の入力値		
パッシブ手法	負荷を元から断つ 外皮性能の向上	高断熱・高气密外皮	外壁の熱貫流率	0.30 [W/m ² ·K]	0.30 [W/m ² ·K]	0.53 [W/m ² ·K]	
			屋根の熱貫流率	0.22 [W/m ² ·K]	0.22 [W/m ² ·K]	0.46 [W/m ² ·K]	
			高性能ガラスの採用(Low-E複層ガラス)	熱透過率2.2[W/(m ² ·K)]	熱透過率2.2[W/(m ² ·K)]	熱透過率3.4[W/(m ² ·K)]	
			断熱サッシの採用	あり	あり	なし	
		日射遮蔽	主たる開口部には、庇・ルーバーを使用 主たる開口部には、ブラインドを使用	庇:500mm あり	庇:500mm あり	なし なし	
空調(熱源設備)	高効率熱源機器	空冷モジュールチラー 冷温水発生機など	主たる熱源機を高COP仕様とする	※空気熱源ヒートポンプチラー: 冷房 1.97、暖房 1.33	-	※空気熱源ヒートポンプチラー: 冷房 1.28、暖房 1.33	
		ビル用マルチパッケージエアコン	主たる室外機をハイグレード高効率パッケージエアコンとする	電気:冷房 1.22、暖房 1.43	電気:冷房 1.22、暖房 1.43	電気:冷房 1.09、暖房 1.23	
	ポンプ制御	台数制御	熱源ポンプの台数を自動で制御する	※あり	-	※あり	
		VVW(変流量)制御	熱源ポンプの流量を自動で制御する	※冷水ポンプ:あり ※冷却水ポンプ:あり	-	※冷水ポンプ:あり ※冷却水ポンプ:なし	
	再生可能エネルギー	地中熱利用(HP)		なし	あり(一部)	なし	
	外気制御	予冷予熱制御(外気カット)	開庁前の人がいけない時間帯には外気導入を停止する	あり	あり	あり	
	全熱交換器		主たる居室の空調機には、全熱交換器を採用している	※あり	-	※なし	
	送風量制御	VAV(変風量)制御	空調送風量を自動で制御する	※あり	-	※あり	
	アクティブ手法	高効率照明器具	LED照明など	主たる照明を高効率器具を採用する	タスクアンビエント照明を基準 平均350lx=3.5W/m ²	タスクアンビエント照明を基準 平均350lx=3.5W/m ²	LED:平均750lx=9.0W/m ²
			照明制御	入室検知制御	主たる事務室などは人の不在時には自動で点滅・調光を行う	あり	あり
		タイムスケジュール制御		主たる室はあらかじめ設定された時間に応じて自動で点滅・調光を行う	あり	あり	なし
		初期照度補正制御		主たる事務室などは照明設置初期には自動で明るさを調整を行う	あり	あり	なし
		明るさ検知制御		主たる室は明るさセンサーを設置し明るさ検知制御を行う	あり	あり	なし
		タスク・アンビエント照明		執務室、事務室には、個別の手元照明を設置する	LED:平均350lx=3.5W/m ²	LED:平均350lx=3.5W/m ²	なし
		全熱交換器		主たる居室の外気導入には、全熱交換器を採用する	あり	あり	あり
換気制御		温度制御(電気室・機械室)	電気室・機械室の換気は、自動制御(温度制御)を採用する	あり	あり	なし	
		スケジュール・人感センサー制御	トイレや倉庫などの換気は自動(スケジュール)制御を採用する	なし	なし	なし	
給湯		高効率給湯器	潜熱回収型	主たる給湯にはガス熱源の潜熱回収型を設置する	0.89	0.89	0.89
	ヒートポンプ給湯器		主たる給湯には電気熱源のヒートポンプ給湯器を設置する	なし	1.11(エコキュート)	なし	
	節湯器具	自動給湯栓など	トイレなどの手洗器には節湯器具を設置する	あり	あり	あり	
昇降機	速度制御	昇降機には速度制御が可能な機能を採用する	VVVFなし	VVVFなし	交流帰還制御		
再生可能エネルギー(創エネルギー)	太陽光発電システム	気象条件および屋上の機器設置可能面積の有無より判断※	あり(Nearly ZEB, 『ZEB』)	あり(Nearly ZEB, 『ZEB』)	なし		

※:空調方式が中央の場合に入力

(4) ZEB 設計のコスト算出方法

●従来設計のコスト算出方法

従来設計のコストは、検討モデルの参考とした県有建築物の工事費をもとに算出している。新築に係る工事費(外構含む)を対象とし、改修工事や検討モデルに反映されない用途(体育館など)の工事費は除いた。また、太陽光発電パネルの工事費は、ZEB 設計で見込むものとして従来設計のコストからは除外した。

表.3-3 に、各検討モデルと工事費算出の参考とした物件をまとめた。

表.3-3 従来設計のコスト算出参考物件

	建物規模 (㎡)	コスト算出参考物件	備考
庁舎	1,000	須賀川土木事務所	須賀川土木事務所は、Nearly ZEB 取得に向けて地中熱による空調方式を採用しており、従来設計よりも仕様が高いため、空調工事(機器、配管、ダクト)と換気工事(機器、ダクト)は、規模の近い助産師学校の㎡単価を参考とした
	3,000	助産師学校	平面図の参考とした白河合同庁舎は竣工から年月が経っているため、助産師学校の㎡単価を参考
	10,000	福島県北庁舎	-
学校	2,000	助産師学校	-
	8,000	伊達支援学校	-
	10,000	伊達支援学校	-

●ZEB 設計のコスト算出方法

ZEB 設計の工事費は、モデル建物法において入力可能な項目を対象とした。表.3-2 の従来設計仕様と同等である項目については、既に工事費に含まれているものとして算出対象外(高効率照明、全熱交換器など)とした。

各検討モデルと ZEB 設計における工事費の算出方法を表.3-4 に示す。

表.3-4 ZEB 設計のコスト算出方法

項目	算出方法
断熱、窓ガラス	各検討モデルの外壁面積およびガラス面積から、従来設計仕様と ZEB 設計仕様の差額を算出し、従来設計の工事費の該当項目に乗じた
空調機器 (熱源機、室外機)	・庁舎 3,000 m ² と学校 8,000 m ² にて行った負荷計算から m ² 負荷を算出し、基準負荷とした ・基準負荷をもとに、熱源機(室外機)の能力を算出し、従来設計仕様との工事費の比率を該当項目に乗じた
地中熱利用 空調システム	学校用途に採用した地中熱利用空調システムはメーカーヒアリングをもとに設定した
BEMS	・庁舎 1,000 m ² 、3,000 m ² 、学校 2,000 m ² は、須賀川土木事務所の工事費を参考とした ・上記以外の検討モデルは、同規模の ZEB 化建築における工事費を、メーカーヒアリングをもとに設定した
照明制御	モデル建物法の評価対象となる範囲に採用することとし、工事費は国土交通省の令和 4 年度新営単価を参考とした
給湯設備	・学校 3,000 m ² の浴室用および学校 8,000 m ² 、10,000 m ² の厨房用の給湯機はヒートポンプ給湯機とし、従来設計仕様としたガス給湯器との差額を計上した
太陽光発電	須賀川土木事務所に導入された太陽光発電パネルの m ² 単価を参考とした

●太陽光発電パネルの設置容量の考え方について

今回の試算では、ZEB Ready から Nearly ZEB、『ZEB』を達成するために、創エネルギーとして太陽光発電パネルを設置している。ZEB の達成いかんにかかわらず、自己消費量に対する適切な太陽光発電容量は条件により異なるが、太陽光発電の容量決定については以下の方法が考えられる。

- ・屋根や敷地に設置可能な面積から容量を決定する
- ・用途や面積ごとに契約電力の目安(図.3-2、3-3)から、発電量を決定する
- ・休日(閉庁・閉校時)など最も使用電力が小さい日を最低限必要な電力量として容量を決定する
- ・建物の自己消費に対して発電量が多い場合

余剰分の発電量は蓄電池に貯めておき、防災対応や発電量が低いときに使用する
近隣の施設へ電力融通する

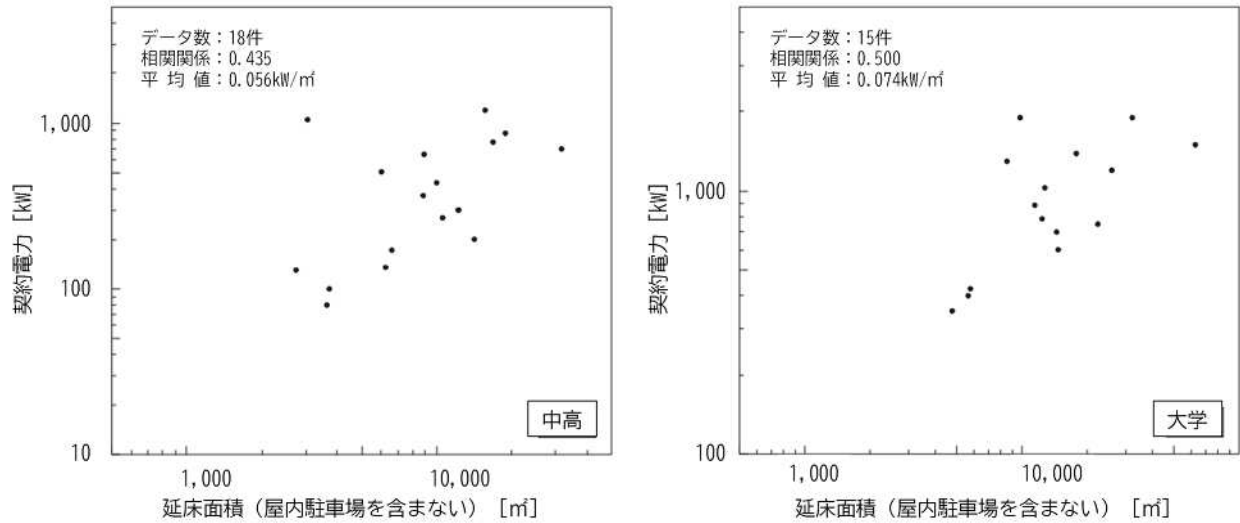


図.3-2 延べ面積に対する契約電力(中学・大学)

出典：2013.12 建築設備士 学校建築における竣工設備データをもとに作成

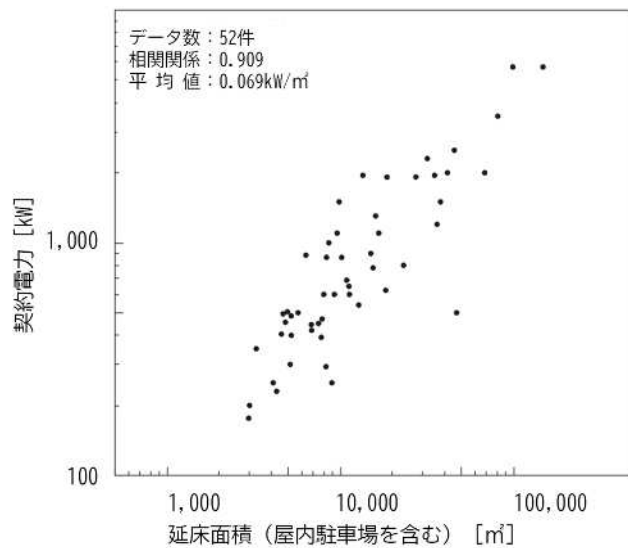


図.3-3 延べ面積に対する契約電力(事務所)

出典：2019.12 建築設備士 事務所建築における竣工設備データをもとに作成

●諸経費、消費税について

諸経費については、本来であれば工期や直接工事費等により異なるが、助産師学校と伊達支援学校の経費率を参考に、一律で25%として計算した。消費税は10%とした。

(5) 補助金活用によるコストの算出方法

●補助金の検討について

ZEB化により、工事費の増大が懸念されるが、近年は補助金により工事費を抑えることが可能となっている。そこで、補助金の活用により、工事費がどの程度低減できるのか、庁舎 3,000 m²と学校 8,000 m²の検討モデルを対象に試算を行った。

補助金活用による工事費の算出には、環境省などが事業主体となっている「レジリエンス強化型 ZEB 実証事業(令和 3 年 6 月)」を参考に算出した。この補助金は、災害発生時における活動拠点となる公共性の高い業務用施設を対象としており、本ガイドラインで対象とする庁舎と学校に適している。また、ZEB のランクごとに補助率が異なっており、補助上限も比較的高いことから選定した。

●補助事業の対象工事について

補助事業の対象工事費は、レジリエンス強化型 ZEB 実証事業の補助対象となる設備の工事費等を算出した。なお、本補助金の目的として災害時のレジリエンス強化であることから、太陽光発電パネルと蓄電池の設置は必須となる。

表.3-5 に検討モデルでの ZEB 設計仕様のうち、補助対象とした項目を示す。

表.3-5 補助金対象として算出した工事

項目	算出方法
断熱、窓ガラス	屋根および外壁の断熱材、Low-E 複層ガラス
空調	室外機および、室外機と接続する配管類、室内機、ダクト類
換気	全熱交換器および、全熱交換器と接続するダクト類
給湯機	ヒートポンプ型給湯器(機器～カランまでの配管は対象外)(学校のみ)
再エネ他	太陽光発電システム、蓄電システム、地中熱利用空調システム(学校のみ)
受変電設備	高効率トランス(本体のみ)
BEMS	自動制御機器含む、制御部、監視部、管理部すべて

●補助金の活用によるコスト算出

従来設計と補助金を活用した場合の ZEB 設計の工事費の比較を図.3-4 に示す。ZEB 設計とした場合においても、補助金を有効活用することで県の持ち出し金額は従来設計の工事費と同等程度となった。

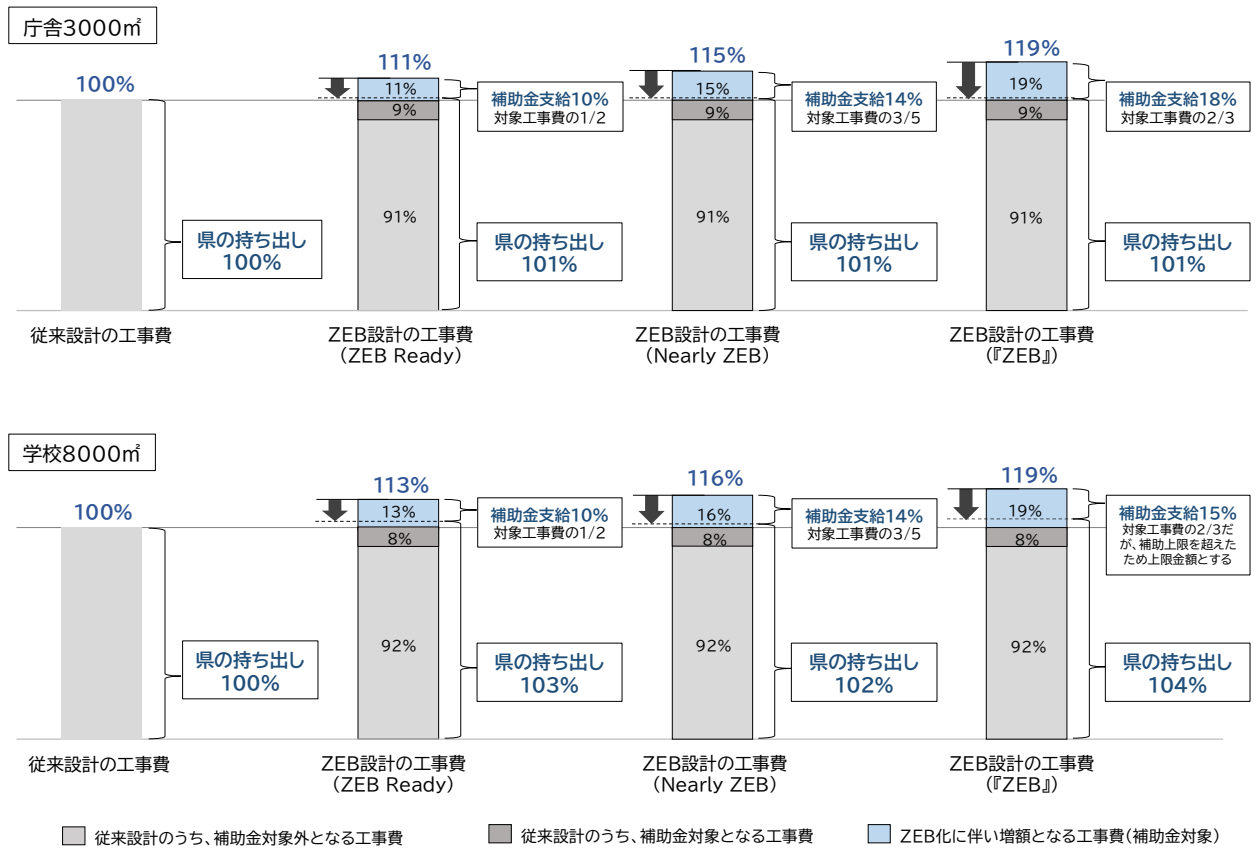


図.3-4 従来設計と補助金活用による ZEB 設計の工事費比較

(6) 補助金一覧

国では、2050年カーボンニュートラルの実現に向け、ZEB化を促進するための各種補助金を創設している。そのため、事業の特色や実施時期などを合わせて補助金の内容を確認する必要がある。表3-6に、建築物の省エネルギー化に係る主要な補助金を示す。

なお、補助金の条件や補助率は変更となる場合があるため、確認する必要がある。

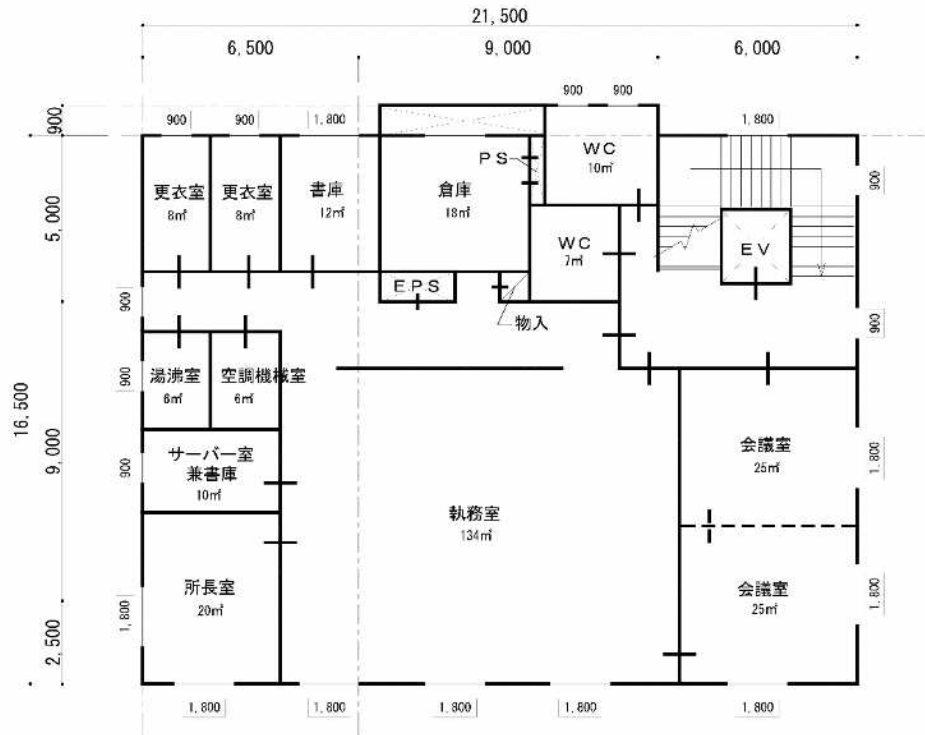
表3-6 建築物の省エネルギー化にかかわる補助金事業

令和3年度現在の情報

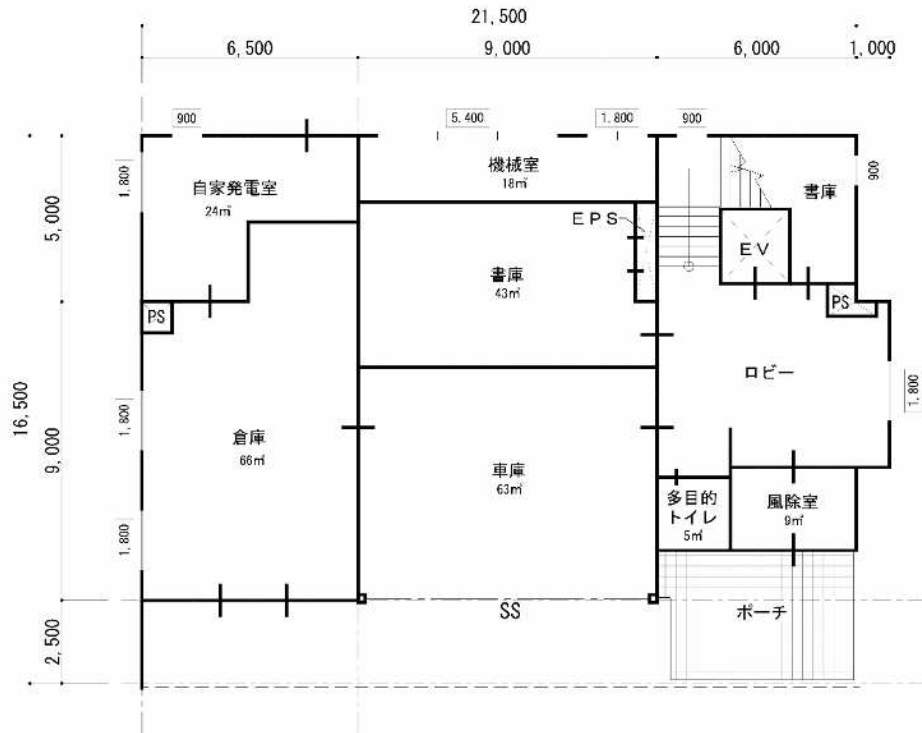
名称	建築物等の脱炭素化・レジリエンス強化促進事業		既存建築物省エネ化推進事業		サステナブル建築物等先進事業(省CO2先導型)	福島県事業者向け省エネルギー対策推進事業補助金
	レジリエンス強化型ZEB実証事業	ZEB実現に向けた先進的省エネルギー建築物実証事業	省エネルギー性能の診断・表示に対する支援	建築物の改修工事	一般部門・中小規模建築物部門	
管轄	経済産業省・国土交通省・厚生労働省連携事業		国土交通省		国土交通省	福島県
公募開始	6/3	6/3	4/11	①4/19 ②9/1	9/1	4月16日
公募終了	7/26	7/26	9/30	①5/26 ②10/7	10/13	7月30日
採択決定	8月下旬ごろ	8月下旬ごろ		①8/11 ②未定	12月	8月下旬
事業期間(最大)	原則として単年度	原則として単年度	原則として当該年度に事業が完了		原則4年以内	原則11月末まで
概要	自立的にエネルギー供給可能な災害時活動拠点施設となるZEBを支援	ZEB実現に必要な省エネ、省CO ₂ 性の高いシステム・設備機器等の導入費用の一部を支援	民間事業者等が行う既存住宅・建築物の省エネルギー性能の表示に対して、国が省エネルギー診断・表示に要する費用の一部を支援	民間事業者等が行う省エネルギー改修工事やバリアフリー改修工事に対して、国が当該事業の実施に要する費用の一部について支援	省エネ・省CO ₂ に係る先進的な技術の普及啓発に寄与する住宅・建築物のリーディングプロジェクトに対する支援	県内中小企業等を対象に、省エネ設備への更新等にかかる補助
対象	民間企業 地方公共団体	民間企業 地方公共団体	既存住宅・建築物の省エネルギー性能の診断・表示を行う建築主(建物所有者)等	・民間事業者等 ・ESCO事業者、リース事業者、エネルギーサービス事業者等	・民間事業者等 ・ESCO事業者、リース事業者、エネルギーサービス事業者等	・県内の中小企業等である事業者 ・省エネ設備の導入等を行う建物及び設備を所有 ・事業実施年度を含む2年間、「福島認定書」事業に参加し、「みんなでエコチャレンジ」事業に協力する者
申請条件など	・水害等の災害時における電源確保等に配慮された設計であること ・災害発生に伴う長期の停電時においても、施設内にエネルギー供給を行うことができる再エネ設備等を導入すること ・省エネ型の第一種換気設備を導入すること ・需要側設備等を通信・制御する機器を導入すること	業務用建築物において、ZEBの実現に必要な省エネ・省CO ₂ 性の高いシステムや高性能設備機器等を導入する事業	・延床300㎡以上の既存住宅・建築物	・躯体(外皮)の省エネ改修を行うものであること。(既存オフィスビルなど)	・材料、設備、設計、運用システム等において、CO ₂ の削減、健康、災害時の継続性、少子化対策等に寄与する先進的な技術が導入されるものであること	・福島県内に位置するもの ・省エネアドバイザーの助言に基づいて省エネ設備の更新を行うもの 【対象機器】 (1) 高効率照明 (2) 空調設備 (3) 電気冷蔵庫・冷凍庫 (4) BEMS
補助率	・『ZEB』…2/3 ・Nearly ZEB…3/5 ・ZEB Ready…1/2 上限5億円 (延床2,000㎡未満は3億円)	・『ZEB』…3/5 ・Nearly ZEB…1/2 ・ZEB Ready…1/3 (延床2,000㎡以上の建築物) ・ZEB Oriented…1/3 上限5億円 (延床2,000㎡未満は3億円)	1/3	1/3 上限5,000万円(設備改修は2,500万円)	1/2 上限原則5億円	【県内】 1/3 上限80万(BEMS併設の場合100万円) 【県内の地球温暖化対策推進法に定める地方公共団体実行計画(区域施策編)策定市町村等】 1/2 上限100万

(7) 検討モデル平面図

検討モデルの平面図を図.3-5～3-10 に示す。

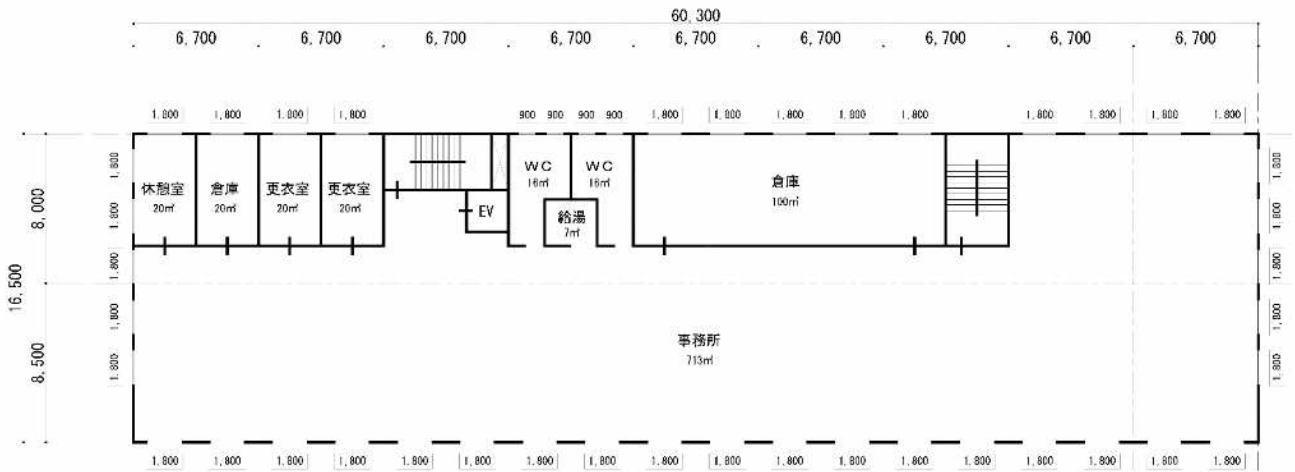


2F

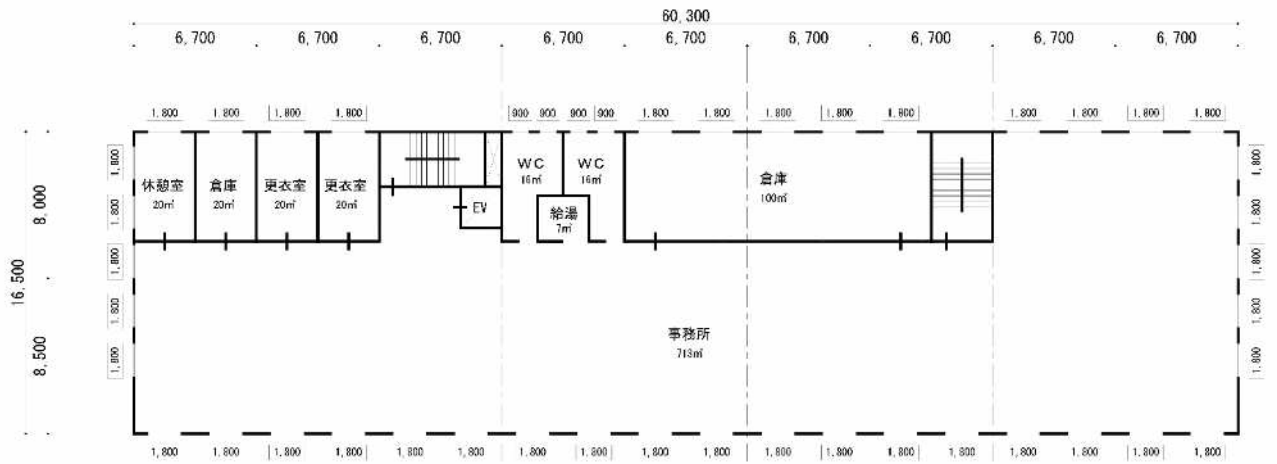


1F

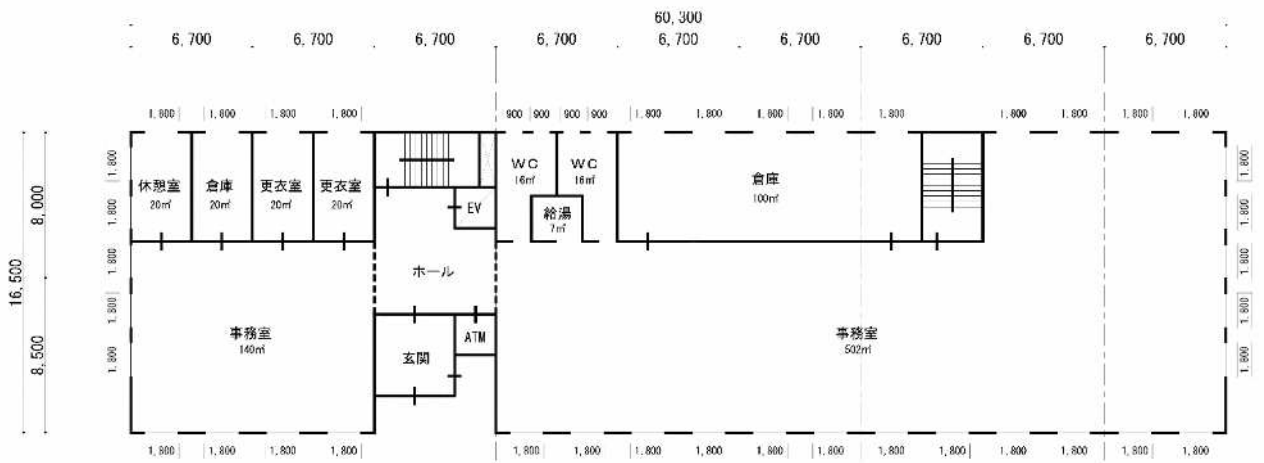
図.3-5 庁舎(1,000 m²)検討モデル 平面図



3F

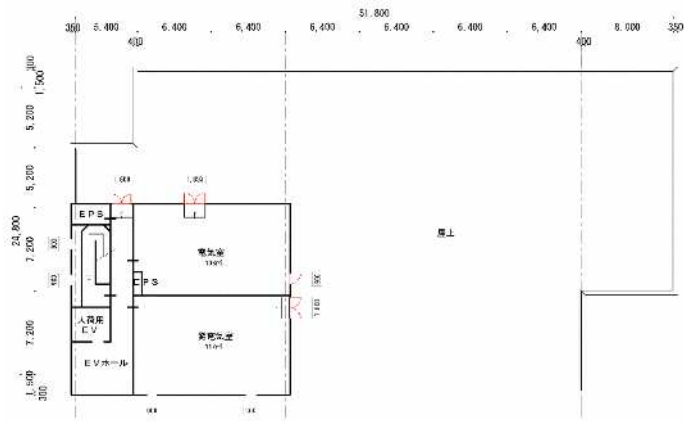


2F

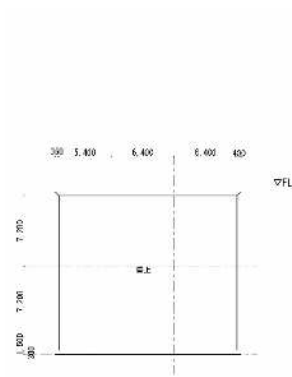


1F

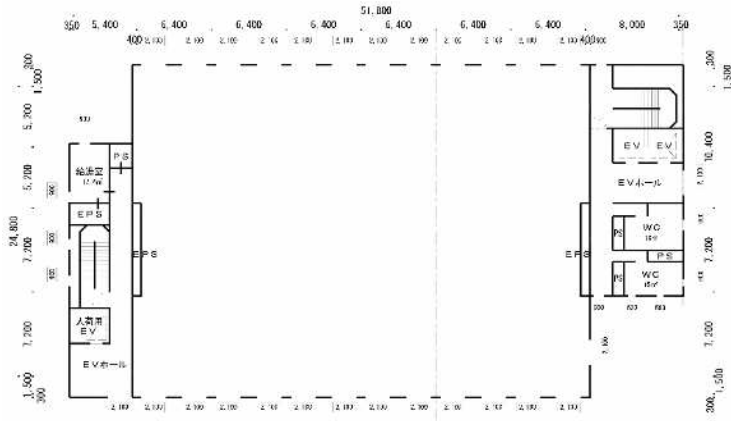
図.3-6 庁舎モデル(3,000 m²)検討モデル 平面図



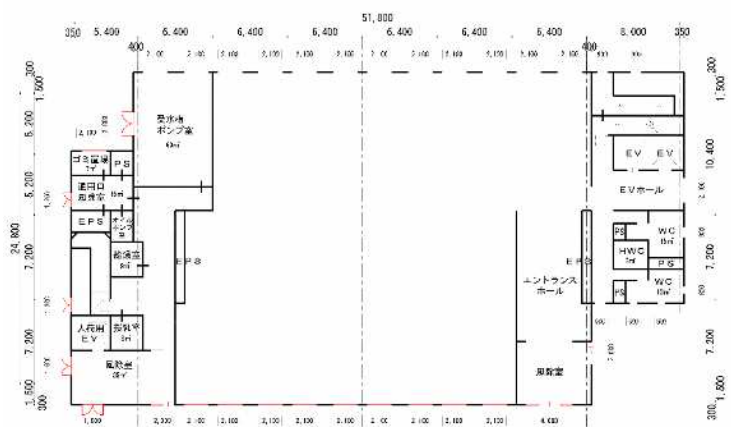
8F



8F



2~7F



1F

図.3-7 庁舎(10,000 m²)検討モデル 平面図

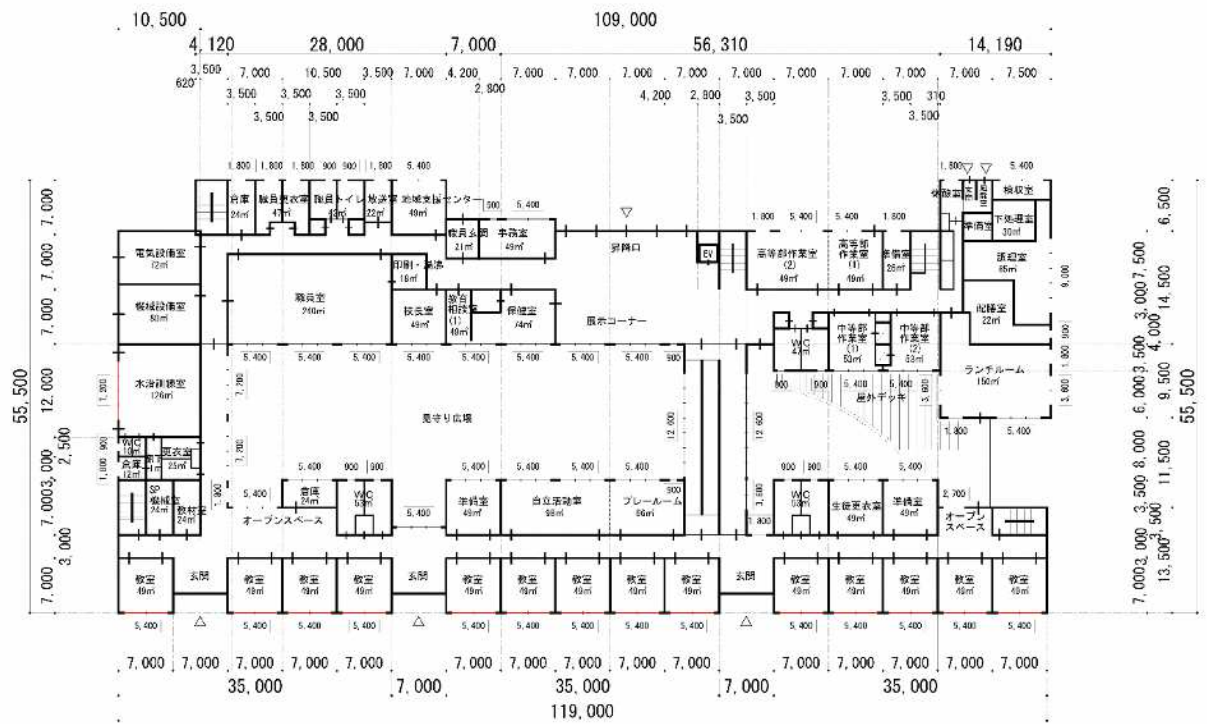
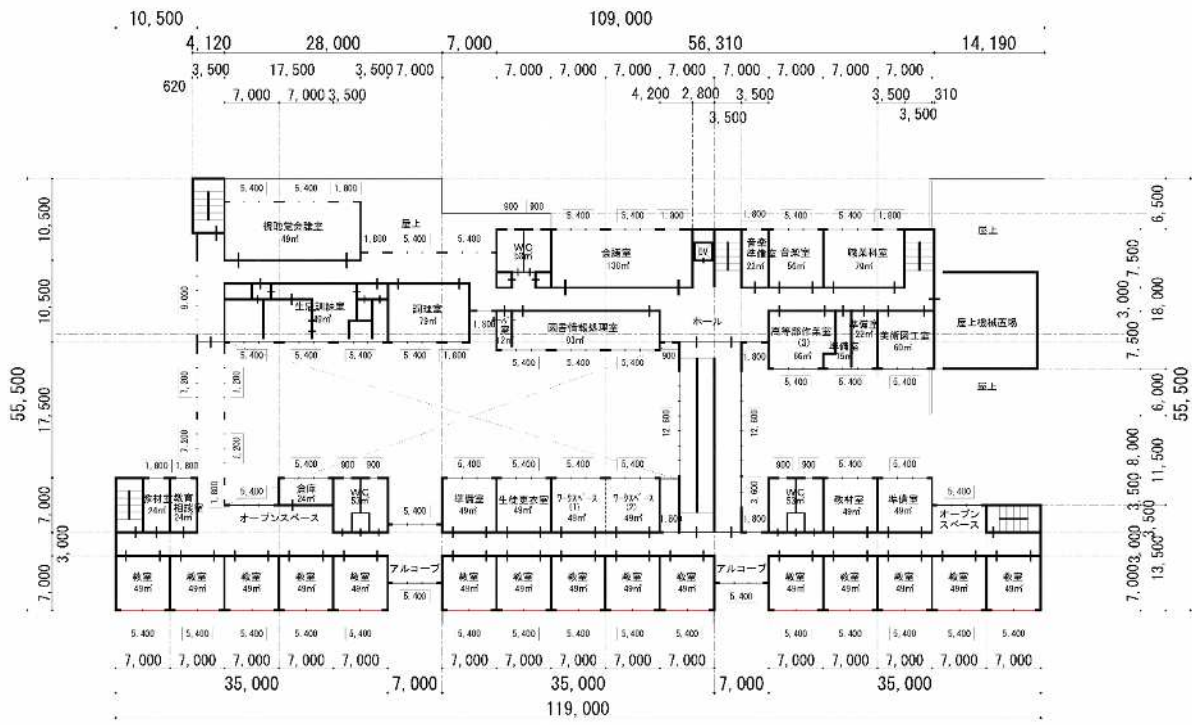


図.3-9 学校(8,000 m²)検討モデル 平面図

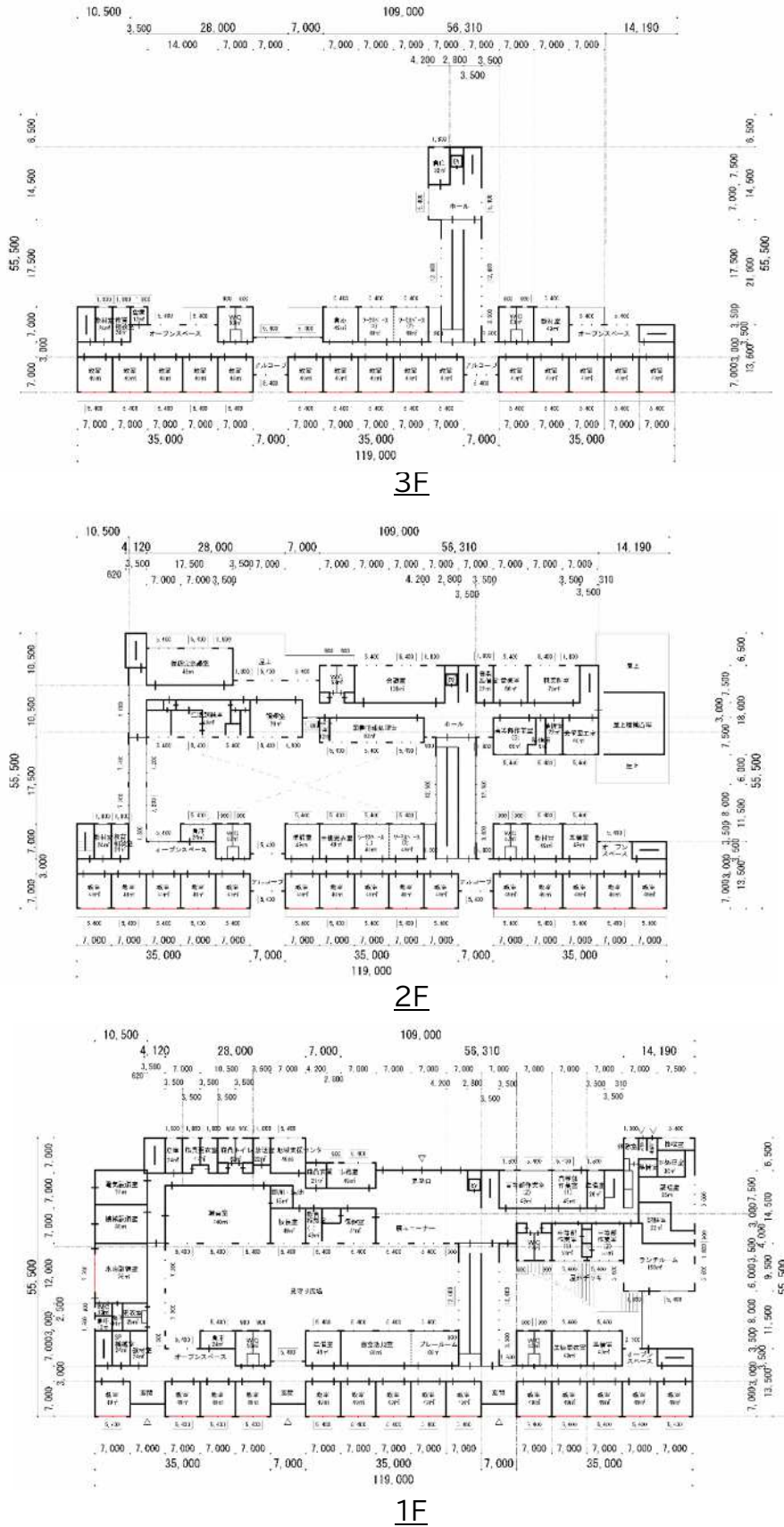


図.3-10 学校(10,000 m²)検討モデル 平面図

|

◇参考資料【改修】

第1章 ZEB 化改修の背景と手法

1-1 カーボンニュートラルの実現に向けた既存建築物への取組

(1) カーボンニュートラルの実現に向けた既存建築物への取組

ア 国の施設及び動向について

建築物の省エネ化について、「地球温暖化対策計画」(第6次、2021年10月閣議決定)と「エネルギー基本計画」(第6次、2021年10月閣議決定)において、「2050年に住宅・建築物のストック平均で ZEH・ZEB 基準の省エネルギー性能が確保されていることを目指す」とされ、また「2030年度以降新築される住宅・建築物について、ZEH・ZEB 基準の水準の省エネルギー性能の確保を目指し、統合的な誘導基準・住宅トップランナー基準の引上げや、省エネルギー基準の段階的な水準の引上げを遅くとも 2030年度までに実施する」としている。

「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」(2020年12月25日公表)では、2050年カーボンニュートラルを実現するために、14の分野の実行計画が示されている。このうち、⑫住宅・建築物産業/次世代型太陽光産業の成長戦略「工程表」には、ZEB についての計画が記載されている(図1参照)。計画では、2025年までに ZEB の実証を行い、2030年まで認知度の向上や導入拡大支援を進めるとされている。目標としては、2030年時に新築建築物の平均で ZEB 達成、今世紀後半の早い時期にストック建築物平均で ZEB 達成としている。



図1 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略
住宅・建築物産業/次世代型太陽光産業の成長戦略の「工程表」

「脱炭素社会に向けた住宅・建築物における省エネ対策等のあり方・進め方」(脱炭素社会に向けた住宅・建築物の省エネ対策等のあり方検討会 2021年8月)では、2050年に目指すべき住宅・建築物の姿として、「ストック平均で ZEH・ZEB 基準の水準の省エネ性能が確保されているとともに、その導入が合理的な住宅・建築物における太陽光発電設備等の再生可能エネルギーの導入が一般的となることを目指す」としている。また、2030年に目指すべき住宅・建築物の姿としては、「野心的な目標である 46%削減目標の実現に向けて、現在、技術的かつ経済的に利用可能な技術を最大限活用し、新築される住宅・建築物については ZEH・ZEB 基準の水準の省エネ性能が確保されているとともに、新築戸建住宅の6割において太陽光発電設備が導入されていることを目指す」としている。

住宅・建築物に係る省エネ対策等の強化の進め方について表 1 に示す。

表 1 脱炭素社会に向けた住宅・建築物における省エネ対策等のあり方・進め方
住宅・建築物に係る省エネ対策等の強化の進め方について

年度	住宅	建築物
2022	<ul style="list-style-type: none"> 補助制度における省エネ基準適合要件化 ZEH等や省エネ改修に対する支援の継続・充実 住宅性能表示制度における多段階の上位等級の運用 建築物省エネ法に基づく誘導基準の引き上げ BEI=0.8(再エネを除く)及び強化外皮基準 エコまち法に基づく低炭素建築物の認定基準の見直し 省エネ性能の引き上げ、再エネ導入によるZEHの要件化 未習熟な事業者の断熱施工の実地訓練を含めた技術力向上の取組 脱炭素先行地域の取組に対する支援 太陽光発電設等再生可能エネルギーに関する情報提供の取組 太陽光発電設備を設置するための新築時からの備えに関するとりまとめ・周知 	<ul style="list-style-type: none"> 補助制度における省エネ基準適合要件化 ZEB等や省エネ改修に対する支援の継続・充実 建築物省エネ法に基づく誘導基準等の引き上げ 用途に応じてBEI=0.6 又は 0.7(いずれも再エネを除く) エコまち法に基づく低炭素建築物の認定基準の見直し 省エネ性能の引き上げ、再エネ導入によるZEBの要件化 未習熟な事業者の断熱施工の実地訓練を含めた技術力向上の取組 官庁施設整備に適用する基準類の見直し 脱炭素先行地域の取組に対する支援 太陽光発電設等再生可能エネルギーに関する情報提供の取組 太陽光発電設備を設置するための新築時からの備えに関するとりまとめ・周知
2023	<ul style="list-style-type: none"> フラット 35 における省エネ基準適合要件化 分譲マンションに係る住宅トップランナー基準の設定(目標 2025 年度) BEI=0.9 程度及び省エネ基準の外皮基準 	<ul style="list-style-type: none"> 新築建築物についての省エネ性能表示の施行 大規模建築物に係る省エネ基準の引き上げ BEI=0.8 程度
2024	<ul style="list-style-type: none"> 新築住宅の販売・賃貸時における省エネ性能表示の施行 既存住宅の省エネ性能表示の試行 	
2025	<ul style="list-style-type: none"> 住宅の省エネ基準への適合義務化 住宅トップランナー基準の見直し(目標 2027 年度) BEI=0.8 程度及び強化外皮基準(注文住宅トップランナー以外) BEI=0.75 及び強化外皮基準(注文住宅トップランナー) 	<ul style="list-style-type: none"> 小規模建築物の省エネ基準への適合義務化
2026		<ul style="list-style-type: none"> 中規模建築物に係る省エネ基準の引き上げ BEI=0.8 程度
遅くとも 2030	<ul style="list-style-type: none"> 誘導基準への適合率が8割を超えた時点で省エネ基準をZEH基準(BEI=0.8 及び強化外皮基準)に引き上げ・適合義務付け あわせて 2022 年に引き上げた誘導基準等の更なる引き上げ 	<ul style="list-style-type: none"> 中大規模建築物について誘導基準への適合率が8割を超えた時点で省エネ基準をZEB基準(用途に応じてBEI=0.6 又は 0.7)に引き上げ、小規模建築物についてBEI=0.8 程度に引き上げ・適合義務付け あわせて 2022 年に引き上げた誘導基準の更なる引き上げ
以降	<ul style="list-style-type: none"> 継続的にフォローアップ、基準等を見直し 	<ul style="list-style-type: none"> 継続的にフォローアップ、基準等を見直し

※ 上記は、関係各主体が共通の認識をもって今後の取組を進められるよう省エネ対策等の強化のおおよそのスケジュールを示すものであり、規制強化の具体的実施時期及び内容については取組の進捗や建材・設備機器のコスト低減・一般化の状況等を踏まえて、社会資本整備審議会建築分科会等において審議の上実施する必要がある。

※ 基準の引き上げについては、その施行予定時期(上表記載の時期)の概ね2年前に基準の具体的な水準及び施行時期を明らかにするよう努める。

国の ZEB ロードマップフォローアップ委員会とりまとめ(平成 31 年3月、令和2年4月)では、ZEB の普及に向けた提言をしており、表 2 に、その内容を抜粋、整理する。同委員会の「ZEB の更なる普及促進に向けた今後の検討の方向性等について」(令和3年4月 26 日)では、省エネ大賞を活用した広報策や未評価技術を評価できるよう措置していくこと等、ZEB の更なる普及推進に向けた取組についてまとめている。

表 2 ZEB 普及に向けた提言

対象		内容
新築	ZEB Ready	10,000 m ² 未満の新築建築物では普及期に近づいている。 Nearly ZEB, 『ZEB』を目指すことが望ましい。
	Nearly ZEB, 『ZEB』	快適性、健康性、生産性、災害対応力などのエネルギー的便益以外の価値訴求が重要。 竣工後の運用に関する具体的な計画を有する等、運用面での対策も考慮することが望ましい。
	ZEB Oriented	10,000 m ² 以上の建物で、未評価技術の効果検証を実施し、評価方法の確立すべき技術に優先順位付けを行う。 導入した未評価技術の効果検証を実施し、結果を公表することが望ましい。
既存建物		既存建築物の延べ面積は、新築着工される延べ面積に比べ圧倒的に大きい。既存建築物も含めた ZEB 推進のあり方は、本格的に検討が必要。
自治体広報		環境性能に優れた建築物としてテナント等が ZEB を選びやすくなるよう、地方公共団体等で運用される建築物の環境配慮に関する計画書等における環境性能表示とも連携を図ることが望ましい。

令和 5 年 2 月に閣議決定された国の GX(Green Transformation)の基本方針「GX～今後 10 実現に向けた基本方針年を見据えたロードマップ～」では、脱炭素社会実現の 11 番目の取り組みとして、住宅・建築物を取り上げている。「2025 年度までに省エネ基準適合を義務化し、2030 年度以降の新築の ZEH(Net Zero Energy House)・ZEB(Net Zero Energy Building)水準の省エネ性能確保やストックの性能向上のため、省エネ性能の高い住宅・建築物の新築や省エネ改修に対する支援等を強化する。」としている。地方公共団体には、地域脱炭素の基盤となる重点対策の一つとして、公共施設等の ZEB 化を率先して実施することを求めている。

このように国は、脱炭素社会実現に向けた建築物に対する目標として 2030 年時に新築建築物の平均で ZEB 達成、2050 年までにストック建築物平均で ZEB 達成を掲げ、その目標の実現のために様々な対策を講じている。その一環として、地方公共団体は、ZEB の積極的推進を求めている。

(2) 既存建築物の ZEB 化の目的と位置づけ

令和 2 年 4 月の令和元年度 ZEB ロードマップフォローアップ委員会とりまとめにて、既存建築物の ZEB 化改修の重要性を指摘している。日本の脱炭素社会実現のためには、「新築建築物の ZEB 化のみならず、既存建築物の改修 ZEB 化を普及させることが必要となる。」としている。また「既存建築物の省エネポテンシャルは、年間に着工される新築建築物に比べても非常に大きく、改修 ZEB 実現・普及によって実現できるエネルギー削減効果は大きいと考えられる」と、既存建築物 ZEB 化に伴う CO₂ 削減効果に期待を寄せている。

第 5 回脱炭素社会に向けた住宅・建築物の省エネ対策等のあり方検討会(令和 3 年 7 月)の検討では、

2030 年以降の新築に対して ZEB Oriented レベルの義務化を図ったとして、2050 年度の平均 BEI は 0.8 程度となる(図 2、図 3 参照)。国の目標である 2050 年度までにストック平均で ZEB 達成のためには、既存建築物の ZEB 化は必須対策である。

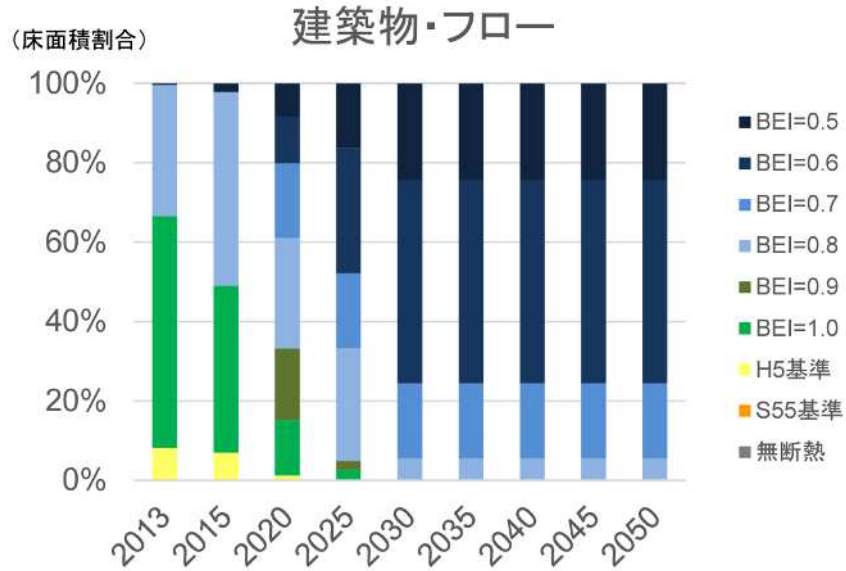


図 2 新築の BEI 推移の仮定

出典：第 5 回脱炭素社会に向けた住宅・建築物の省エネ対策等のあり方検討会(令和 3 年 7 月),資料 3

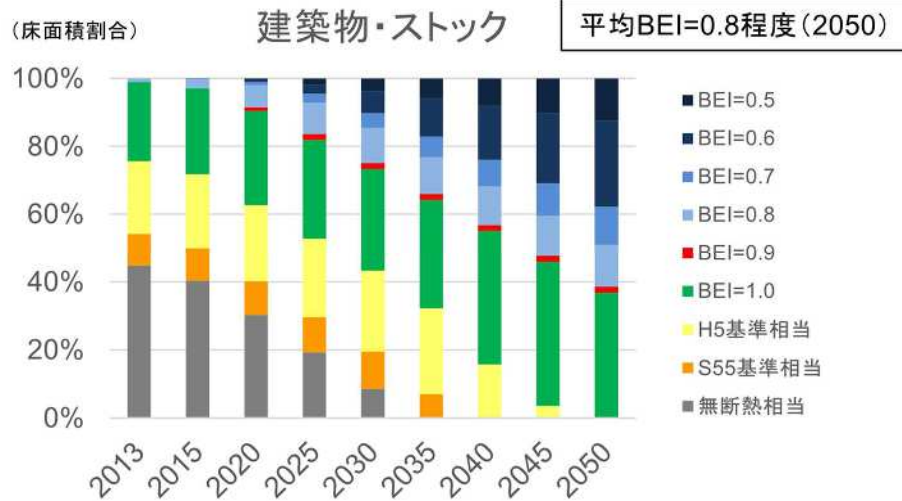


図 3 ストックの BEI 推移の予想

出典：第 5 回脱炭素社会に向けた住宅・建築物の省エネ対策等のあり方検討会(令和 3 年 7 月),資料 3

令和元年度 ZEB ロードマップフォローアップ委員会 とりまとめでは、既存建築物の改修 ZEB 化の課題として、以下を挙げている。

① 認知に係る課題

建物オーナーやテナント等の改修 ZEB に関する認知が不十分であり、改修 ZEB 化が改修の際の選択肢として挙がっていない可能性がある。

② 動機付けに係る課題

ZEB 化改修を実現するためには、外皮や省エネルギー設備、場合によっては建築躯体を活用したパッシブ設備や創エネルギー設備等、様々な要素技術への改修が必要となるため、さらに長期間を要する可能性がある一方で、ZEB 化改修による便益の明確化及び訴求が不十分であり、建物オーナーやテナント等を動機付けできていない可能性がある。

③ 技術的な課題

一部の既存建築物では、設計当時の図面が取得できない、又はこれらの図面と現状が必ずしも一致していない等の理由により、既存の外皮や設備の仕様・性能に係る情報が取得できないことから、WEBPRO を活用した定量的な ZEB の判断ができない場合がある。

地方公共団体は、既存建築物の ZEB 化改修を率先的に進め、上記に対する解決策を民間に提示し、地域の ZEB 推進を図る役割が求められる。

既存建築物の ZEB 化改修は、地方公共団体に求められる公共施設の脱炭素化と維持費の抑制を両立するために有力な手段と考えられる。既存建築物の ZEB 化のメリットを整理すると以下の通り挙げられる。

- ・ 省エネ、再エネ技術により、CO₂ 排出量を大幅に削減できる。
- ・ 光熱水費の大幅な削減により、建築物の維持費を削減できる。
- ・ 空調、照明システムを運転管理しやすいものに更新することで、設備運用費を抑制できる。
- ・ 国の補助事業を活用することで、初期費用を抑制できる。
- ・ 快適性や生産性が向上する。
- ・ 非常時に必要なエネルギーを削減できる。
- ・ 再生可能エネルギーを導入した場合、エネルギーの自立性や事業継続性が向上する。
- ・ 環境配慮による建物の資産価値向上

(3) 福島県の施策について

東日本大震災に伴う原子力被害の被災県であることから、復興に向けて「原子力に依存しない安全・安心で持続的に発達可能な社会づくり」を基本理念に掲げている。2040年頃を目途に県内エネルギー需要の100%相当の再生可能エネルギーを生み出すことを目標とし、表3に挙げる再生可能エネルギー関連施策を実施している。

表3 福島県の施策

施策	内容	施行年	改正(改定)年
ふくしまエコオフィス実践計画	建築物の整備においては、新築はもとより、改修においても断熱性能の向上や高効率機器(LED照明、高効率空調設備など)の導入による消費エネルギーの削減とともに、太陽光などの再生可能エネルギーの活用を進める。また、消費エネルギーの収支をゼロとすることを旨とするZEB化を推進するための体制を構築し、建築物のZEB化を進める。	1997.3	2021.12 2023.3
福島県地球温暖化対策推進計画	県有建築物におけるエネルギーの効率的利用を推進するため、省エネルギー対策及び再生可能エネルギーの積極的な導入を行うとともに、更なる対策強化のための体制を構築し、県有建築物のZEB化を進める。	2017.3	2021.12 2023.3
福島県再生可能エネルギー推進ビジョン	県有建築物の整備においては、新築はもとより、改修においても断熱性能の向上や高効率機器(LED照明、高効率空調設備など)の導入による消費エネルギーの削減とともに、太陽光などの再生可能エネルギーの活用を進め、ZEB化を推進する。	2012.3	2021.12
再生可能エネルギー先駆けの地アクションプラン		2013.2	2022.3 (第4期)

1-2 ZEB 化改修の方法

(1) ZEB 化改修の評価方法

既存建築物の ZEB 化改修を実現するために有効な手法として、ZEB 化改修の検討を行う。

既存建築物の ZEB 化を行うにあたって、ZEB 化改修の検討を行わずに実施設計を行った場合は、以下のような問題点がある。

1) ZEB 化に係る費用が実施設計完了まで不明なため、コスト面の効果を確認することができない。

2) 得られる効果が小さい場合に、大規模改修のみ(ZEB 化なし)に切り替えることが難しい。

ZEB 化改修では、断熱性能の向上、空調、換気、照明、給湯設備の更新など建物のエネルギー消費に関わる設備等の総合的な検討が必要である。これまでの建築、機械、電気と分かれていた設計を省エネの視点から総合的に検討する必要がある。

ZEB 化改修にかかる費用は幅が広く、実施設計完了まで把握できない。ZEB 化改修のような改修工事の場合、効果がわからない状況で事業を進めることは難しいと考えられる。

ZEB 化改修の設計では、空調の効率化を図るため、断熱性能向上や全熱交換換気を導入して、空調負荷を削減した上で、定格能力を抑えた空調設備を選定することが一般的である。設計後、予定以上に改修費用が上昇したために、断熱、全熱交換換気の導入をやめて空調設備更新のみを行う場合には、最大空調負荷を再度計算して、空調設備の選定、設計を行う必要がある。

こういった事態を避けるために、ZEB 化改修の検討を実施設計前に行い、ZEB 化改修の効果を確認する。

(2) ZEB 化改修の先進事例と具体的技術の分析

ア 分析データ

民間・自治体などが行った既存建築物で ZEB を達成した事例を、ZEB リーディング・オーナー一覧(一般社団法人 環境共創イニシアチブ https://sii.or.jp/zeb/leading_owner/search/example/ 2022 年 10 月 15 日まで)を用いて、BPI、ZEB で採用されている省エネ技術を分析した。

イ BPI

本調査対象である事務所等と学校等の既存建築物で ZEB を達成した建築物の BPI を集計した結果を図 4 に示す。平均、中央値とも 0.77 となった。図 5 に事務所等と学校等の新築で ZEB を達成した建物 BPI を示す。新築では、平均 0.65、中央値 0.66 となった。既存建築物は新築に比べて、断熱向上は難しく、BPI は新築より高い値となった。

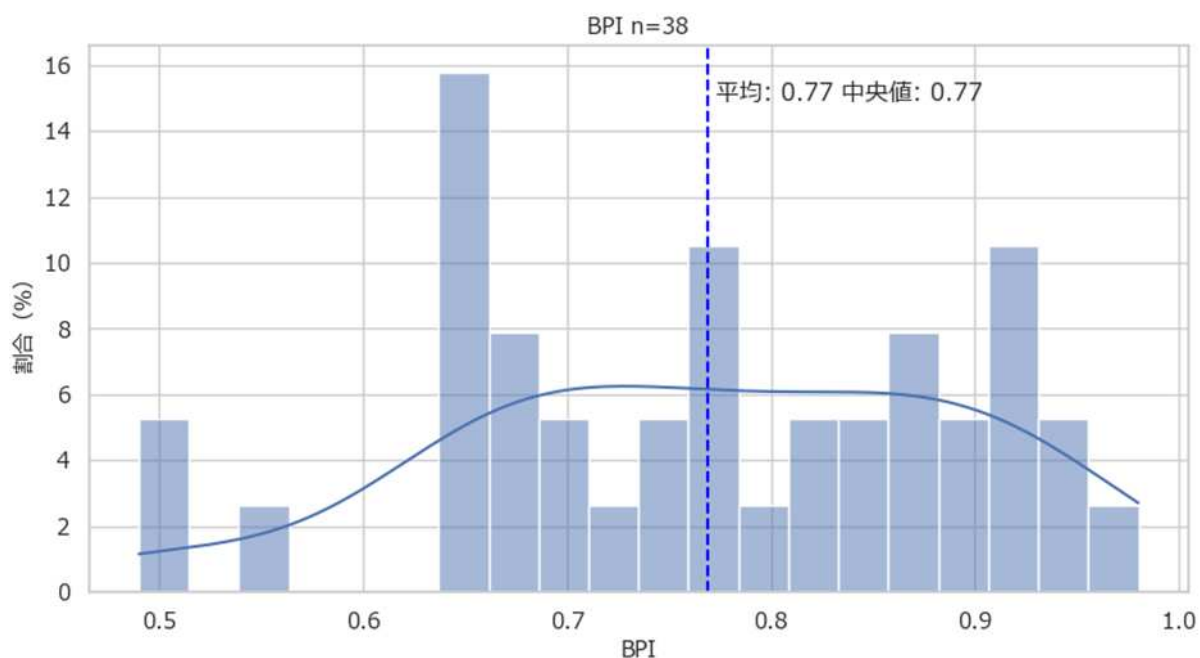


図 4 既存建築物の BPI(事務所等と学校等)

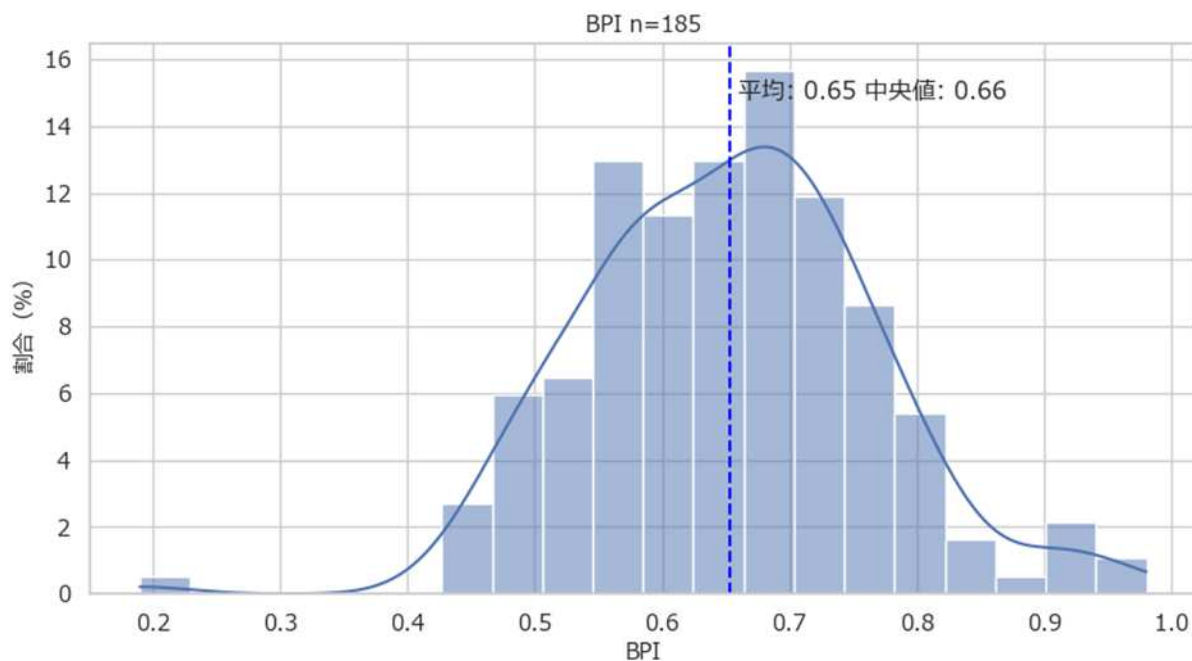


図 5 新築の BPI(事務所等と学校等)

ウ 採用技術

表 4 から表 7 に事務所等、学校等で ZEB 化した事例における技術の採用率を新築・既存建築物別に示す。表 4 に建築内容、表 5 に空調設備、表 6 に換気、照明、給湯設備、表 7 に昇降機、受変電設備、再エネ設備、BEMS の集計結果を示す。全体には、増築・改築の件数が含まれるため、全体と、新築と既存建築物の合計は一致しない。

建築内容では、既存建築物は、外皮断熱でウレタンフォーム保温材、LOW-E ペアガラスで乾燥空気層と真空のもの採用率が高くなっている(表 4 参照)。特に真空ガラスは、改修施工の容易さから、新築より高い採用率であると見込まれる。

空調設備では、パッケージエアコン(ビルマル EHP 等)、全熱交換換気システムの採用率が高い(表 5 参照)。

換気設備では、DC ブラシレスモーターを採用した換気扇の採用率が高い。照明では、LED への更新とともに、その制御方法として、明るさ検知制御システム、在室検知制御(人感センサー・カメラ含)、タイムスケジュール制御システムの採用率が高い。給湯はヒートポンプ給湯機の採用率が高い。(表 6 参照)。

再エネでは、太陽光発電の採用率は 63%、蓄電池の採用率は37%となっている。BEMS の制御は、チューニング等運用時への展開の採用率が 68%と最も高い(表 7 参照)。

表 4 事務所等、学校等の新築・既存建築物別 ZEB 採用技術(建築内容)

大項目	中項目	小項目	全体	既存建築物	新築	
建築内容	建物配置計画	地下化,半地下化/建物方位/建物アスペクト比/屋上緑化/木材利用など	4%	8%		
	外皮断熱	グラスウール断熱材	38%	26%	41%	
		ロックウール断熱材	6%	0%	7%	
		ポリスチレンフォーム保温板	33%	24%	35%	
		ウレタンフォーム保温材	57%	47%	58%	
	Low-E複層ガラス	乾燥空気層	71%	37%	78%	
		断熱ガス層	16%	13%	15%	
		真空	5%	21%	2%	
	断熱サッシ	金属樹脂複合	11%	3%	12%	
		樹脂	4%	0%	5%	
		木製	0%	0%	0%	
	日射遮蔽	庇	31%	13%	34%	
		ブラインド(太陽追尾型)	6%	0%	7%	
		グラデーションブラインド	2%	0%	2%	
		ルーバー(日射追従型)	1%	0%	1%	
		壁面緑化	2%	3%	2%	
	自然通風	風圧利用	2%	0%	2%	
		温度差利用(煙突効果)	3%	0%	4%	
		ハイブリッド式(機械換気併用)	0%	0%	0%	
	自然採光	ライトシェルフ	4%	0%	5%	
		アトリウム	1%	0%	1%	
		採光クロス	1%	0%	2%	
		採光窓フィルム/パネル	4%	0%	5%	
		トップライト	11%	8%	11%	
		光ダクト	4%	3%	4%	
	その他	彩光ブラインド	2%	5%	2%	
		クールトレンチ	6%	0%	6%	
	集計値			236	38	189
	平均延床面積(m ²)			5,679	4,059	5,838

※全体には、増築・改築の件数が含まれるため、全体と、新築と既存建築物の合計が一致しない。

表 5 事務所等、学校等の新築・既存建築物別 ZEB 採用技術(空調設備)

大項目	中項目	小項目	全体	既存建築物	新築
空調設備	高性能空調機(個別分散型)	ルームエアコン	23%	37%	21%
		パッケージエアコン(ビルマルEHP等)	83%	84%	84%
		パッケージエアコン(ビルマルGHP)等	8%	8%	7%
	高性能熱源機(中央式)	チリングユニット(空冷式)	12%	8%	12%
		チリングユニット(水冷式)	1%	0%	1%
		吸収冷温水機	3%	0%	3%
	空調補助熱源利用システム	地中熱利用システム(HP)	13%	3%	15%
		地中熱利用システム(クール/ヒートチューブ)	0%	0%	1%
		井水熱利用システム	6%	0%	6%
		太陽熱利用システム	2%	0%	2%
	外気利用制御システム	コージェネ排熱利用(燃料電池含む)	3%	0%	4%
		全熱交換器システム	82%	68%	85%
		全熱交換器バイパス制御システム	0%	0%	0%
		外気冷房システム	20%	18%	21%
	流量可変システム	ナイトパーズ(エンタルピー制御)	26%	24%	26%
		最小外気取入量制御(CO2制御)	26%	26%	26%
		VAV空調システム(INV)	13%	8%	14%
	その他空調システム	VWV空調システム(INV)	10%	3%	10%
		大温度差送水システム	6%	5%	5%
		輻射冷暖房システム	13%	5%	14%
		デシカント空調システム	5%	5%	4%
	その他空調機器	氷蓄熱システム	1%	0%	2%
		床吹出し空調システム	13%	5%	14%
		タスク/アンビエント空調システム	3%	5%	3%
		HPデシカント外調機	1%	0%	2%
	空調制御システム	デシカント全熱交換器	1%	3%	1%
		気化式冷却器	0%	0%	1%
		高顕熱型ビルマルチエアコン	5%	5%	4%
	空調制御システム	在室検知制御システム	1%	0%	2%
		在室検知(カメラ)制御システム	0%	0%	0%
		快適指標(PMV)制御システム	0%	0%	0%
		輻射温度制御システム	0%	0%	1%
タイムスケジュール制御システム		3%	5%	2%	
		熱源統合制御システム	0%	0%	0%
集計値			236	38	189
平均延床面積(m ²)			5,679	4,059	5,838

※全体には、増築・改築の件数が含まれるため、全体と、新築と既存建築物の合計が一致しない。

表 6 事務所等、学校等の新築・既存建築物別 ZEB 採用技術(換気、照明、給湯設備)

大項目	中項目	小項目	全体	既存建築物	新築
換気設備	高効率電動機	高効率電動機JIS G4212、4213	1%	0%	1%
		DCモーター	27%	26%	28%
		インバーターファン	16%	13%	16%
		その他	0%	0%	0%
	送風量制御	CO2濃度	17%	11%	17%
		温度	12%	8%	13%
		エンタルピー	0%	0%	1%
		在室検知	5%	8%	4%
		ガス使用量	0%	0%	0%
		電気使用量	0%	0%	0%
		雑ガス検知	0%	0%	0%
		その他	0%	0%	0%
	照明設備	高効率照明器具	LED照明器具	100%	100%
照明方式			15%	13%	14%
照明制御		明るさ検知制御システム	75%	71%	76%
		在室検知制御(人感センサー・カメラ含)	87%	76%	89%
		タイムスケジュール制御システム	53%	37%	56%
		初期照度補正	3%	11%	2%
		デジタル個別制御システム	3%	0%	4%
		その他	0%	0%	0%
給湯設備	高効率給湯機	ヒートポンプ給湯機	34%	21%	38%
		潜熱回収型給湯機	12%	11%	11%
		その他	0%	0%	0%
	給湯補助熱源利用システム	太陽熱利用システム	7%	3%	8%
		地中熱利用システム	3%	3%	3%
		井水熱利用システム	2%	0%	2%
		コージェネ排熱利用システム	3%	0%	3%
		PVパネルの熱利用システム	0%	0%	0%
		その他	0%	0%	0%
		集計値			236
平均延床面積(m ²)			5,679	4,059	5,838

※全体には、増築・改築の件数が含まれるため、全体と、新築と既存建築物の合計が一致しない。

表 7 事務所等、学校等の新築・既存建築物別 ZEB 採用技術
(昇降機、受変電設備、再エネ設備、BEMS)

大項目	中項目	小項目	全体	既存建築物	新築
昇降機	VVVF制御、 電力回生制御等	VVVF (電力回生あり・ギアレス)	8%	3%	9%
		VVVF (電力回生あり)	8%	5%	7%
		VVVF (電力回生なし・ギアレス)	16%	3%	19%
		VVVF (電力回生なし)	13%	29%	10%
受変電設備	第二次トランス ナートランス	全体	40%	21%	44%
	コージェネ設備	全体	6%	0%	7%
	蓄電池設備 (創蓄連系)	全体	43%	37%	45%
	発電設備	全体	1%	0%	1%
		その他	0%	0%	0%
再エネ設備	再エネ	太陽光発電システム	81%	63%	84%
		風力発電システム	0%	0%	1%
		その他	0%	0%	0%
BEMS	BEMS制御 方法	設備間統合制御システム	31%	21%	33%
		設備と利用者間連携制御システム	26%	26%	25%
		負荷コントロール	39%	39%	40%
		建物間統合制御システム	1%	0%	1%
		チューニング等運用時の展開	62%	68%	60%
集計値			236	38	189
平均延床面積(m ²)			5,679	4,059	5,838

※全体には、増築・改築の件数が含まれるため、全体と、新築と既存建築物の合計が一致しない。

(3) ZEB 化改修の検討

ア ZEB 化改修の検討の要否

ZEB 化改修の検討の要否を判断する際は、次のような事項について確認することが想定される。

◇ 既存計画との調整

個別施設計画等で計画されている大規模改修について、工事の事業スケジュール、予算などが具体的に整理されている場合は、財政課協議なども含め、既存計画の調整が可能か検討する必要がある。

◇ 建築物の経過年数

個別施設計画等に基づき、将来的な建物の活用計画等にも充分配慮しながら、施設の建築後 35 年程度経過した時点で大規模改修を実施することとなるが、70 年目には目標使用年数を迎え、建替の検討が必要となる。多くの設備機器の耐用年数が15年から20年程度であることや、ZEB 化改修のメリットでもあるランニングコストが縮減される運用期間を確保することなども考慮すると、ZEB 化改修については建築後55年以内であることが1つの判断の目安となる。

◇ コスト面の効果

ZEB 化改修では、大規模改修のみと比較してコストが増加するが、補助金等の有効活用やランニングコストの削減なども含めて、総合的なコストについて判断する必要がある。

◇ コスト面以外の効果

ZEB 化改修により建物の消費エネルギー量が削減され、エネルギーの自立度が高まれば、レジリエンス(強靱性)が向上し BCP(事業継続計画)対策に繋がる。外皮の断熱性能が向上すれば室内環境の快適性や生産性の向上にもつながるとともに遮音性能なども高まる。さらに、建物自体の性能が向上することで建物の資産価値も高まる。

ZEB 化改修の検討に当たっては、事前に次の事項について確認する必要がある。

1.建物の現状を反映した竣工図、構造計算書の有無について

エネルギー消費性能計算では、壁や屋根のコンクリート厚や断熱厚などの外皮情報及び設備機器の仕様を入力する必要があることから、次の図面の有無を確認する必要がある。

- ・建築工事竣工図(平面図、詳細断面図、矩計図、建具図、建具表)
- ・機械設備工事竣工図
- ・電気設備工事竣工図

建築工事竣工図がないと、検討が困難となる。

設計図は現状の建物を反映していない可能性があるため、竣工図が不可欠である。

改修工事を実施している場合は、改修工事の竣工図が必要である。

空調機や太陽光発電パネルを屋上に設置する場合、荷重が増えることから、構造計算書を確認する必要がある。

2.テナントについて

建築物全体を対象として検討することから、検討対象がテナントではないことを確認する必要がある。

3.現在のエネルギー消費量について

延べ面積あたりの一次エネルギー消費量が小さい建築物は光熱費支出が少なく、ZEB 化改修した場合の省エネ額も少ない。ZEB 化改修した場合の費用はおおよそ延べ面積に応じて大きくなるため、延べ面積あたりの一次エネルギー消費量が小さい建物は、同等の延べ面積の建物の ZEB 化改修と比較して、コスト面以外の効果が小さくなることに注意する。

4.設備台帳について

設備台帳は、省エネ法で整備が求められる管理標準の付属資料である。設備台帳がなくても ZEB 化改修の検討は可能だが、設備台帳の利用により、調査を効率的に行うことができることから、設備台帳の有無を確認する必要がある。

5.外観変更規制について

外観変更規制により開口部や外皮の変更ができない場合、断熱性能の向上が図りにくく、検討の難易度が高まることから、建物の外観変更規制を確認する。。

表 8 に ZEB 化改修の検討をする際の事前チェックリストを示す。

表 8 事前チェックリスト

内容	チェック
以下の図面があること ・建築竣工図(平面図、詳細断面図、矩計図、建具図、建具表) ・機械設備竣工図 ・電気設備竣工図	
テナントでないこと	
延べ面積あたりの一次エネルギー消費量 (用途が同じ建築物等と比較するなどして確認する)	
設備台帳がある	
外観変更に関する規制があるか事前に確認	

イ ZEB 化改修の検討 仕様書

ZEB 化改修の検討の仕様書には次のような事項を記載する。

1 目的

本業務は、対象施設の大規模改修に当たり、ZEB 化する場合の仕様や概算工事費等を検討し、ZEB 化改修の効果を確認することを目的とする。

2 業務の内容

(1)対象施設のエネルギー基礎調査

現状のエネルギー消費量及び CO₂ 排出量の算出

エネルギー使用量に係る資料を用いて対象施設の既存のエネルギー消費量と CO₂ 排出量を算出すること。

(2)ZEB 化改修案作成

ZEB 化のための具体的な計画を作成すること。改修案により ZEB を達成できる ZEB ランク、達成のための設備仕様などを整理すること。また、概算工事費及び CO₂ 排出削減量を算出し、今後の利用年数に見合ったコスト面の効果が得られるか検証すること。

実施内容は以下のとおり。

- ① 外皮性能の向上及び設備改修の検討
- ② 再生可能エネルギー設備等の導入検討(蓄電池等の利活用を含む)
- ③ 建築研究所計算支援プログラム(標準入力法)を使用した BEI 算出
- ④ 概算工事費の算出
- ⑤ 大規模改修のみの場合と ZEB 化する場合の省エネ量、CO₂ 排出削減量、コストの比較
- ⑥ 活用可能な補助金等の整理
- ⑦ 事業スケジュールの作成

留意点

- ・ 改修手段や設備仕様等を比較検討し、対象施設にとって最良と判断される改修内容とすること。
- ・ BEMS による使用エネルギーの計測箇所について検討すること。補助金の要件等により BEMS の導入が必要となる場合があるので留意すること。
- ・ ZEB 化改修計画図は機器設置、配管、ダクト経路を具体的に図示し、実現可能な提案とすること。特に全熱交換換気を導入する場合には、ダクト経路や給排気口の開口位置を確認する必要がある。
- ・ 建築研究所計算支援プログラム(標準入力法を用いること。モデル建物法は不可とする)を使用して BEI 及び BPI を算出すること。
- ・ ZEB 化改修計画図に基づき概算工事費を算出すること。
- ・ ZEB 化改修と大規模改修のみのエネルギー消費量、CO₂ 排出量、概算工事費、光熱費等を比較して、ZEB 化改修によるエネルギー消費削減量、CO₂ 排出削減量、光熱費削減額を算出し、コスト面の効果を検証すること。
- ・ 活用可能な補助金等を整理すること。

- ・ 竣工までのスケジュール案を作成すること。スケジュール案は、各段階(実施設計、予算協議、補助金等の申請、工事の入札、工事着手、竣工)において実施・検討する内容を具体的に記載すること。

3 成果物の内容

(1)ZEB 化改修計画書

計画書には以下の内容を含めること。

- ①一次エネルギー消費量の算出結果(改修後)
一次エネルギー消費量計算に用いた入力シート(EXCEL ファイル)を含む
- ②ZEB 化改修仕様整理表
パンプ(建築)及びアクティブ(設備)改修仕様の整理
- ③再生可能エネルギー活用方針
- ④概算工事費
- ⑤ZEB 化改修工事の概略工程表
- ⑥改修計画図
パンプ(建築) 改修範囲の図示、改修断面図
アクティブ(設備) 改修対象設備主要設備プロット図(熱源・室内機の配置、照明器具の配置等)
再生可能エネルギー 再生可能エネルギー発電設備の配置、蓄電池等の配置等
- ⑦ZEB 化改修の効果
コスト面の効果
コスト面以外の効果
- ⑧補助金等
- ⑨事業スケジュール

ZEB化改修仕様整理表

施設名称：

大規模改修 (ZEB化なし)				ZEB化改修方針						
部位	主な仕様 (改修前)		BPI / BEI	技術	部位	主な仕様 (改修後)		一次エネルギー消費量 (MJ/m ²)		BPI / BEI
								基準値	設計値	
外皮	外壁			パッシブ	外皮	外壁				
	屋根					屋根				
	窓					窓				
	遮蔽・遮熱					遮蔽・遮熱				
	その他					その他				
空調	熱源			アクティブ	空調	熱源				
	システム					システム				
換気	機器			換気	機器	機器				
	システム					システム				
照明	機器			照明	機器	機器				
	システム					システム				
給湯	機器			給湯	機器	機器				
	システム					システム				
昇降機				昇降機						
合計				その他技術	機器					
				システム						
				BEMS	システム					
				合計①						
効率化	コジェネ									
	再エネ									
	蓄電池									
				合計②						
				合計①+②						

4 貸与資料

※貸与する資料は以下を参考とし、仕様書に明示する。

- ・ 対象施設の図面等(建築、構造、設備)(PDF 又は CAD、紙等)
- ・ 設備台帳など、既存設備(照明, 空調, 換気, 給湯, 昇降機, 太陽光発電等)の仕様を確認することができるもの
- ・ 対象施設の 3 年間のエネルギー使用量に係る資料
- ・ ()

5 審査用資料の提出時期

ZEB 化改修の検討に係る審査用資料を業務着手日から〇〇日以内に監督員に提出すること。

ウ ZEB 化改修の検討の実施内容

表 9 に一般的な ZEB 化改修の検討の実施フローを示す。

1. 既存図面確認、整理では、建物の現状を資料から確認する。既存図面から、断熱性能、建具、設備の種類、配置を確認する。設備台帳等から設備の仕様を確認する。
2. 現場調査では、建物の現状(建築、機械、電気)の把握と記録を行い、現状に沿った ZEB 化改修計画を作成するための情報を収集、整理する。多くの建物で設備更新が行われているが、その記録が不明瞭な場合等には既存の図面確認、整理だけでは現状が把握できないことがある。その情報を補完するために現場調査を行う。
現場調査では、設備の配置、台数、型番などを確認する。調査時、情報の保存のために、室内の状況や設備を写真で撮影する。
現場調査時に、設備管理者に建物の状況をヒアリングする。室内の快適性、設備の不具合、使い勝手を確認し、検討や設計に反映する。
3. 大規模改修のみの場合の設備仕様を用いて、標準入力法で BEI を算出する。
4. ZEB 化改修案を作成したうえで BEI を算出し、ZEB を達成することを確認する。詳細は、(4)ZEB 化改修への設計プロセス(P.110)に記載する。
5. ZEB 化改修案の内容を反映した設備機器配置図を作成する。
6. 設備機器配置図等をもとに、大規模改修のみの場合と ZEB 化改修の場合の概算工事費を算出する。詳細な積算は実施設計時に行う。
7. 現状のエネルギー消費量、BEI 計算書などを用いて、大規模改修のみの場合と ZEB 化改修の場合の CO₂削減量、省エネ額を計算し、比較する。
8. 充当可能な補助金等の要件を整理し、充当額を算出する。補助率、採択率、応募期間、複数年事業の可否等の要件を整理し充当金額を算出した上で、ZEB 化改修の実質費用を算出する。
9. コスト面の効果の検証では、ZEB 化改修の実質費用、省エネ額を用いて、回収年数を算出する。回収年数が残りの施設の使用年数と見合っているか確認する。
10. コスト面以外の効果の検証では、温室効果ガス排出量の削減、快適性や生産性及びウェルネスの向上、災害時における事業継続性(BCP)の向上、環境配慮による建物の資産価値の向上等について確認する。

11. 事業スケジュールの作成では、設計から竣工までの事業全体のスケジュールを作成する。事業スケジュールは、実施設計、予算協議、補助金等の申請、工事の入札、工事着手、竣工の具体的な時期を記載する。

表 9 ZEB 化改修の検討の実施フロー

No	項目	内容	留意点
1	既存図面確認、整理	既存図面を確認する。 既存図面では、断熱性能、建具、設備の種類、配置を確認する。 構造計算書を確認する。 設備台帳等を確認する。	矩計図、詳細断面図、構造図がない場合は、既存の壁厚等が図面で確認できず、検討が困難になるため、ZEB化改修の検討前に図面が存在することを確認すること。
2	現場調査	現状の設備の配置、台数、型番などを確認する。 図面で確認できない建具、設備は現場調査で確認する。 設備管理者に設備の状況をヒアリングする。	現場調査でも古い設備は型番記載部分が剥がれ落ちたりしている場合等には、型番の確認が難しいため、ZEB化改修の検討前に図面が存在することを確認すること。
3	大規模改修案の作成 標準入力法で BEI 算出	大規模改修のみの設備の更新案を作成して、標準入力法で BEI を算出する。	
4	ZEB 案の作成	ZEB 案を作成する。 ZEB 案の BEI を算出し、ZEB になることを確認する。	詳細については、次ページ以降の ZEB 化改修への設計プロセスに記載する。
5	配置図の作成	上記内容を反映した設備配置図を作成する。	
6	概算工事費の算出	配置図をもとに改修方針ごとの概算工事費を算出する。	あくまで事業可能性を把握するための、概算である。詳細な積算は実施設計時に行う。
7	CO ₂ 削減量、省エネ額の計算	改修方針ごとの CO ₂ 削減量、省エネ額を算出、比較する。	
8	活用可能な補助金等の整理	ZEB 化改修で充当可能な補助金等を選択する。 最も有利な補助金等を充当した場合の実質費用を算出する。	補助金等の補助対象は、事業ごとに異なることに留意する。
9	コスト面の効果の検証	ZEB 化改修の実質費用、省エネ額を用いて、回収年数を比較する。	
10	コスト面以外の効果の検証	温室効果ガス排出量の削減、快適性や生産性及びウェルネスの向上、災害時における事業継続性(BCP)の向上、環境配慮による建物の資産価値の向上等について確認する	
10	事業スケジュールの作成	実施設計から竣工までの事業スケジュールを作成する。	

(4) ZEB 化改修への設計プロセス

表 9 の 4.ZEB 案の作成の詳細な内容を表 10 に示す。

4-1 断熱の検討

空調エネルギー消費量の削減のために、断熱機能の向上から検討する。既存建築物は、建物を使いながらの改修が多いことから、施工しやすい部分から断熱機能の向上を検討する。一般的には開口部の断熱、屋根の断熱、壁の断熱の順に検討すると効果的である。開口部は窓ガラスの更新により改修可能、屋根は天井裏に断熱材を敷きこむことにより改修可能である。壁は、内断熱する場合は家具等の移動が必要であることに留意する。外断熱は、窓ガラスの更新、屋根の断熱に比べて高額になることがあることに留意する。

4-2 全熱交換換気の検討

空調対象室は全熱交換換気を配置する。既存建築物では設計当初から部屋の使い方が変わっていることがあるため、各部屋の定員や換気量は実態に合わせて設定する。

4-3 最大空調負荷の計算

上記の改修内容を反映して、最大空調負荷を計算する。図 4 で示した BPI0.77 程度まで断熱強化を図ることができるように 4-1 から 4-3 を繰り返す。

4-4 空調設備の選定

空調負荷計算結果をもとに高効率の空調設備を選定する。

4-5 照明、換気、給湯設備の選定

照明は、適切な照度の LED 照明を選定する。事務室、教室、会議室など一般的に利用する部屋は照度センサによる調光制御を選定する。トイレ、階段、廊下は人感センサによる点滅/調光制御を選定する。

換気は、高効率モーターを搭載した換気扇を選定する。トイレは人感センサ、電気室、機械室は温度制御、屋内駐車場は CO 制御を選定する。

給湯は、給湯需要が小さい事務所や学校では小型電気温水器や室内型瞬間湯沸器を選定する。厨房など給湯需要が大きい箇所は、潜熱回収型給湯器やヒートポンプ給湯器を選定する。

昇降機は、一般的に BEI 計算に与える影響が極めて小さいため、必ずしも改修は必要とならない。

4-6 標準入力法で BEI 算出

ZEB(『ZEB』、Nearly ZEB、ZEB Ready)は、まず省エネ技術のみで BEI が 0.5 以下を達成することが条件である。4-5 までに選定した設備仕様を用いて、標準入力法で BEI を算出する。算出した BEI が 0.50 より大きければ、4-1 から再検討を行い、BEI が 0.5 以下になれば、4-7 に進む。

4-7 太陽光発電の最大設備容量を検討

BEI 計算で評価される再生エネルギーは、建物の敷地内に設置される自家消費型太陽光発電のみである。そのため、自家消費できる電力量を踏まえながら、建物の敷地内に導入できる最適な太陽光発電設備容量を検討する。

4-8 太陽光発電を含めて標準入力法で BEI 算出

4-7 で検討した太陽光発電の容量を用いて BEI を算出する。算出した BEI から『ZEB』、Nearly ZEB、ZEB Ready のいずれが達成できるか確認する。

表 10 エ ZEB 化改修への設計プロセス

No	項目	内容	留意点
4-1	断熱の検討	断熱強化を検討する。断熱の検討は、実施しやすい部分から進める。建物によって異なるが、一般的には開口部の断熱、屋根の断熱、壁の断熱の順である。	図 4 で示した BPI0.77 程度を目安に断熱を図る。
4-2	全熱交換換気の検討	空調を行う部屋は全熱交換換気を配置する。	
4-3	最大空調負荷の計算	上記、改修内容を反映して、最大空調負荷計算を行う。	
4-4	空調設備の選定	空調負荷計算結果をもとに空調機の選定を行う。	具体的な機器で高効率の設備を選定し、その定格消費電力を BEI 計算に用いる。
4-5	照明、換気、給湯設備の選定	高効率の照明、換気、給湯機器を選定する。	照明は、現状と同等の照度の LED 照明を選定する。事務室、教室、会議室など一般的に利用する部屋は照度センサによる調光制御を選択する。トイレ、階段、廊下は人感センサによる点滅/調光制御を選択する。 換気は、高効率モーターを搭載した換気扇を選択する。トイレは人感センサ、電気室、機械室は温度制御、屋内駐車場は CO 制御を選択する。 給湯は、給湯需要が小さい事務所や学校では小型電気温水器や室内型瞬間湯沸器を選定する。厨房など給湯需要が大きい箇所は、潜熱回収型給湯器やヒートポンプ給湯器を選定する。
	(エレベーターの機器選定)	必ずしも改修を必要としない。更新計画があれば、高効率の制御方法を選択する。	エレベーターは、一般的に BEI 計算に与える影響が極めて小さい。
4-6	標準入力法で BEI 算出	ZEB(『ZEB』、Nearly ZEB、ZEB Ready)は、まず省エネ技術のみで BEI が 0.5 以下を達成することが条件である。上記設備仕様を用いて、標準入力法で BEI を算出する。	計算した BEI が 0.5 より大きければ、4-1 から再検討を行う。BEI が 0.5 以下になれば、4-7 に進む。
4-7	太陽光発電の最適設備容量を検討	現状 BEI 計算で評価される再エネは、建物の敷地内に設置される自家消費型太陽光発電のみである。そのため、自家消費できる電力量を踏まえながら、建物の敷地内に導入できる最適な太陽光発電設備容量を検討する。	省エネのみで BEI が 0.5 以下になるため最低でも ZEB Ready は達成している。『ZEB』、Nearly ZEB、ZEB Ready の違いは、太陽光発電の導入量によって決まる。
4-8	太陽光発電を含めて標準入力法で BEI 算出	上記で検討した太陽光発電の容量を用いて BEI を算出する。	

(5)補助金一覧

ZEB 化改修の際、概算コストを事前に確認する必要がある概算コストを算出する際は、事業の特色や実施時期などに合った内容の補助金を確認する。表 11～表 18 に、建築物の ZEB 化に関わる主要な補助金を示す。なお、補助金の条件や補助率は変更となる場合があるため、利用の際には細心の状況を確認する必要がある。

表 11 【環境省】建築物等の脱炭素化・レジリエンス強化促進事業
(1)レジリエンス強化型の建築物 ZEB 実証事業

【環境省】建築物等の脱炭素化・レジリエンス強化促進事業	
(1)レジリエンス強化型の建築物 ZEB 実証事業	
概要	建築物ストックの省エネルギー改修等を促進するため、民間事業者等が行う省エネルギー改修工事や省エネルギー改修工事に加えて実施するバリアフリー改修工事に対し、国が事業の実施に要する費用の一部を支援する。
補助要件	<ul style="list-style-type: none"> ・レジリエンス機能が求められる公共性の高い施設であること。 ・平時において導入施設で自家消費することが可能で、かつ災害時に自立的に稼働する再生可能エネルギー設備及び蓄電池を導入すること。 ・対象施設が、土砂災害や浸水等の危険性が低いこと。 ・初年度中に「ZEB リーディング・オーナー」に登録完了すること。 ・BEMS を導入してエネルギー計測を行うこと。 ・省エネ型一種換気扇を導入すること。 ・申請には「ZEB プランナー」が関与していること。 ・第三者認証による評価において、『ZEB』、Nearly ZEB、ZEB Ready のいずれかの認証を取得すること
対象施設	<ul style="list-style-type: none"> ・地方公共団体等の所有する建築物等（面積要件なし） ・延べ面積 10,000 ㎡未満の新築民間建築物 ・延べ面積 2,000 ㎡未満の既築民間建築物
補助率	<ul style="list-style-type: none"> ・新築 『ZEB』 2/3、Nearly ZEB 3/5、ZEB Ready 1/2 ・既築 『ZEB』 2/3、Nearly ZEB 2/3、ZEB Ready 2/3 ・上限 5 億円/件
補助対象	ZEB 化事業実施に必要な設備費、工事費等 <ul style="list-style-type: none"> ■ 補助対象設備 ・断熱、空調、給湯、換気、再エネ設備、電源（受変電設備、負荷設備）、BEMS ※照明は補助対象外
事業期間	原則単年度、ただし複数年度事業を認める場合あり。 複数年度事業は、2,000 ㎡未満は最長 2 年、2,000 ㎡以上は最長 3 年

表 12 【環境省】建築物等の脱炭素化・レジリエンス強化促進事業
 (2)ZEB 実現に向けた先進的省エネルギー建築物実証事業

【環境省】建築物等の脱炭素化・レジリエンス強化促進事業 (2)ZEB 実現に向けた先進的省エネルギー建築物実証事業	
概要	地方公共団体所有施設及び民間業務用施設等に対し 省エネ・省 CO ₂ 性の高いシステム・設備機器等の導入を支援する。
補助要件	<ul style="list-style-type: none"> ・初年度中に「ZEB リーディング・オーナー」に登録完了すること。 ・BEMS を導入してエネルギー計測を行うこと。 ・省エネ型一種換気扇を導入すること。 ・申請には「ZEB プランナー」が関与していること。 ・第三者認証による評価において、『ZEB』、Nearly ZEB、ZEB Ready のいずれかの認証を取得すること
対象施設	<ul style="list-style-type: none"> ・地方公共団体等の所有する建築物等（面積要件なし） ・延べ面積 10,000 m²未満の新築民間建築物 ・延べ面積 2,000 m²未満の既築民間建築物
補助率	<ul style="list-style-type: none"> ・新築（2,000 m²未満） 『ZEB』 3/5、Nearly ZEB 1/2、ZEB Ready 補助対象外 ・新築（2,000 m²以上 10,000 m²未満） 『ZEB』 3/5、Nearly ZEB 1/2、ZEB Ready 1/3 ・新築（10,000 m²以上） 『ZEB』 3/5、Nearly ZEB 1/2、ZEB Ready 1/3、ZEB Oriented 1/3 ・既築（2,000 m²未満） 『ZEB』 2/3、Nearly ZEB 2/3、ZEB Ready 補助対象外 ・既築（2,000 m²以上 10,000 m²未満） 『ZEB』 2/3、Nearly ZEB 2/3、ZEB Ready 2/3 ・既築（10,000 m²以上） 『ZEB』 2/3、Nearly ZEB 2/3、ZEB Ready 2/3、ZEB Oriented 2/3
補助対象	ZEB 化事業実施に必要な設備費、工事費等 ■ 補助対象設備 <ul style="list-style-type: none"> ・断熱、空調、給湯、換気、再エネ設備、電源（受変電設備、負荷設備）、BEMS ※照明は補助対象外
事業期間	原則単年度、ただし複数年度事業を認める場合あり。 複数年度事業は、2,000 m ² 未満は最長 2 年、2,000 m ² 以上は最長 3 年

表 13 【環境省】地域脱炭素移行・再エネ推進交付金

(1)脱炭素先行地域づくり事業

【環境省】地域脱炭素移行・再エネ推進交付金	
(1)脱炭素先行地域づくり事業 (ケ) ZEB	
条件	脱炭素先行地域づくり事業に採択された自治体で、申請計画に ZEB を位置づけていること。
概要	2050 年カーボンニュートラルを 20 年前倒しで実現を目指す脱炭素先行地域に選定された地方公共団体に対して、再エネ等設備の導入に加え、基盤インフラ設備や省 CO ₂ 等設備の導入等を支援する。
補助要件	<ul style="list-style-type: none"> ・初年度中に「ZEB リーディング・オーナー」に登録完了すること。 ・BEMS を導入してエネルギー計測を行うこと。 ・省エネ型一種換気扇を導入すること。 ・申請には「ZEB プランナー」が関与していること。 ・第三者認証による評価において、『ZEB』、Nearly ZEB、ZEB Ready のいずれかの認証を取得すること
対象施設	<ul style="list-style-type: none"> ・地方公共団体等の所有する建築物等（面積要件なし） ・延べ面積 10,000 m²未満の新築民間建築物 ・延べ面積 2,000 m²未満の既築民間建築物
補助率	<ul style="list-style-type: none"> ・2/3 延べ面積 2,000 m²未満の ZEB Ready 補助対象外 上限 5 億円／棟／年、ただし延べ面積 2,000 m²未満は上限 3 億円／棟／年
補助対象	<p>ZEB 化事業実施に必要な設計費、設備費、工事費等</p> <p>■ 補助対象設備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・断熱、空調、給湯、換気、電源（受変電設備、負荷設備）、BEMS <p>※照明（調光機能付き）、再エネ設備は別メニューでの対象</p>
事業期間	おおむね 5 年程度

表 14 【環境省】地域脱炭素移行・再エネ推進交付金

(2)重点対策加速化事業

【環境省】地域脱炭素移行・再エネ推進交付金	
(2)重点対策加速化事業 ウ 業務ビル等における徹底した省エネと改修時等の ZEB 化誘導	
条件	重点対策加速化事業に採択された自治体で申請計画に ZEB を位置づけていること。
概要	地方公共団体所有施設及び民間業務用施設等に対し 省エネ・省 CO ₂ 性の高いシステム・設備機器等の導入を支援する。
補助要件	<ul style="list-style-type: none"> ・初年度中に「ZEB リーディング・オーナー」に登録完了すること。 ・BEMS を導入してエネルギー計測を行うこと。 ・省エネ型一種換気扇を導入すること。 ・申請には「ZEB プランナー」が関与していること。 ・第三者認証による評価において、『ZEB』、Nearly ZEB、ZEB Ready のいずれかの認証を取得すること
対象施設	<ul style="list-style-type: none"> ・地方公共団体等の所有する建築物等（面積要件なし） ・延べ面積 10,000 m²未満の新築民間建築物 ・延べ面積 2,000 m²未満の既築民間建築物
補助率	<ul style="list-style-type: none"> ・新築（2,000 m²未満） 『ZEB』 3/5、Nearly ZEB 1/2、ZEB Ready 補助対象外 上限 3 億円年 ・新築（2,000 m²以上 10,000 m²未満） 『ZEB』 3/5、Nearly ZEB 1/2、ZEB Ready 1/3 上限 5 億円年 ・新築（10,000 m²以上） 『ZEB』3/5、Nearly ZEB1/2、ZEB Ready1/3、ZEB Oriented1/3 上限 5 億円年 ・既築（2,000 m²未満） 『ZEB』 2/3、Nearly ZEB 2/3、ZEB Ready 補助対象外 上限 3 億円年 ・既築（2,000 m²以上 10,000 m²未満） 『ZEB』 2/3、Nearly ZEB 2/3、ZEB Ready 2/3 上限 5 億円年 ・既築（10,000 m²以上） 『ZEB』2/3、Nearly ZEB2/3、ZEB Ready2/3、ZEB Oriented2/3 上限 5 億円年
補助対象	<p>ZEB 化事業実施に必要な設計費、設備費、工事費等</p> <p>■補助対象設備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・断熱、空調、給湯、換気、電源（受変電設備、負荷設備）、BEMS <p>※照明（調光機能付き）、再エネ設備は別メニューでの対象</p>
事業期間	おおむね 5 年程度

表 15 【経済産業省】ネット・ゼロ・エネルギー・ビル(ZEB)実証事業

【経済産業省】ネット・ゼロ・エネルギー・ビル（ZEB）実証事業	
概要	ZEB の設計ノウハウが確立されていない民家の大規模建築物（新築：10,000 m ² 以上 既築：2,000 m ² 以上）について、先進的な技術の組み合わせによる ZEB 化の実証を支援し、その成果の横展開を図る。
補助要件	<ul style="list-style-type: none"> ・事業完了までに「ZEB リーディング・オーナー」に登録完了すること。 ・申請には「ZEB プランナー」が関与していること。 ・第三者認証による評価において、『ZEB』、Nearly ZEB、ZEB Ready の いずれかの認証を取得すること。 ・WEBPRO 未評価技術 15 項目の技術のうち、補助事業の要件を満たす技術の 1 項目以上を導入すること など
対象施設	<ul style="list-style-type: none"> ・新築：延べ面積 10,000 m²以上 ・既築：延べ面積 2,000 m²以上
補助率	<ul style="list-style-type: none"> ・補助対象経費の 2/3 以内 ・上限 5 億円/年 ※複数年度事業については事業全体で上限は 10 億円
補助対象	ZEB 化事業実施に必要な設備費、工事費等 <ul style="list-style-type: none"> ■ 補助対象設備 ・断熱、照明、空調、給湯、換気、再エネ設備、電源（負荷設備）、BEMS ※工事費のうち、ダクト工事、配管工事、動力配線工事は対象外 ※現場管理費、仮設費等は対象外
事業期間	原則単年度、ただし複数年度事業を認める場合あり。 複数年度事業は最長 3 年

表 16 【国土交通省】サステナブル建築物等先導事業(省 CO₂先導型)

(1)非住宅 一般部門

【国土交通省】サステナブル建築物等先導事業 (省 CO ₂ 先導型)	
(1)非住宅 一般部門	
概要	省エネ・省 CO ₂ に係る先進的な技術の普及啓発に寄与する住宅・建築物のリーディングプロジェクトに対して支援する。
補助要件	次のⅠ～Ⅳのいずれか、またはそれらの組み合わせによるプロジェクトであって、省 CO ₂ の推進に向けたモデル性、先導性が高いものとして選定されたもの Ⅰ.住宅・建築物の新築 Ⅱ.既存の住宅・建築物の改修 Ⅲ.省 CO ₂ マネジメントシステムの整備 Ⅳ.省 CO ₂ に関する技術の検証（社会実験・展示等） ・建築物省エネ法に規定する省エネ基準に適合するものであること など
対象施設	非住宅
補助率	・補助対象経費の 1/2 ・上限 5 億円/プロジェクト ※評価委員会において必要と認められた事業については 10 億円
補助対象	省エネ改修事業に必要な設備費、工事費等 ■補助対象設備 ・断熱、空調、給湯、換気、照明、電源（受変電設備、負荷設備） ※再エネ設備、ルームエアコン等は補助対象外
事業期間	最長 4 年

表 17 【国土交通省】サステナブル建築物等先導事業(省 CO₂先導型)

(2)非住宅 中小規模、建築物部門

【国土交通省】サステナブル建築物等先導事業（省 CO ₂ 先導型）	
(2)非住宅 中小規模、建築物部門	
概要	省エネ・省 CO ₂ に係る先進的な技術の普及啓発に寄与する住宅・建築物のリーディングプロジェクトに対して支援する。
補助要件	<ul style="list-style-type: none"> ・省 CO₂ の推進に向けたモデル性、先導性が高いものとして選定されたもの ・新築の場合は、建築物省エネ法に規定する省エネ基準に適合するものであること など
対象施設	延べ面積が概ね 5,000 m ² （最大で 10,000 m ² 未満）の新築非住宅
補助率	<ul style="list-style-type: none"> ・補助対象経費の 1/2 ・上限 5 億円/プロジェクト ※評価委員会において必要と認められた事業については 10 億円
補助対象	省エネ改修事業に必要な設備費、工事費等 <ul style="list-style-type: none"> ■ 補助対象設備 ・断熱、空調、給湯、換気、照明、電源（受変電設備、負荷設備） ※再エネ設備、ルームエアコン等は補助対象外
事業期間	最長 4 年

表 18 【国土交通省】既存建築物省エネ化推進事業

【国土交通省】既存建築物省エネ化推進事業	
概要	建築物ストックの省エネルギー改修等を促進するため、民間事業者等が行う省エネルギー改修工事や省エネルギー改修工事に加えて実施するバリアフリー改修工事に対し、国が事業の実施に要する費用の一部を支援する。
補助要件	<ul style="list-style-type: none"> ・躯体（外皮）の省エネ改修を行うものであること。 ただし、高機能換気設備を設置する場合は、換気経路を確保するための躯体（外皮）改修で足りるものとし、断熱性能を高める躯体改修は必須としない。 ・建物全体におけるエネルギー消費量が、改修前と比較して 20%以上の省エネ効果が見込まれる改修工事を行うものであること。 ただし、躯体（外皮）の改修面積割合が 20%を超える場合は、15%以上の省エネ効果とする。 ・改修後に一定の省エネルギー性能に関する基準を満たすこと。
対象施設	<p>既存のオフィスビル等の建築物</p> <p>※工場・実験施設・倉庫等の生産用設備を有する建築物の改修は対象外</p>
補助率	<ul style="list-style-type: none"> ・補助対象経費の 1/3 ・上限 5,000 万円/件
補助対象	<p>省エネ改修事業に必要な設備費、工事費等</p> <p>■ 補助対象設備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・断熱、空調、給湯、換気、照明、電源（受変電設備、負荷設備） <p>※再エネ設備、ルームエアコン等は補助対象外</p>
事業期間	単年度

(6)補助金活用による工事費の試算

既存建築物の ZEB 化改修の場合は、補助金を活用することにより、初期コストの削減が期待できる。

【環境省】地域脱炭素移行・再エネ推進交付金(2)重点対策加速化事業を活用した場合の実質費用との ZEB による省エネ額の事例を示す。

【環境省】地域脱炭素移行・再エネ推進交付金(2)重点対策加速化事業では、既存建築物を ZEB 化改修する場合に、補助対象経費の 2/3 の補助がある。

補助対象経費は ZEB にかかる費用となるが、省エネに関係がない設備、撤去にかかる費用、照明設備などは補助対象外となり、単純に費用に 2/3 を掛けた金額が補助金額とならない場合があるため注意する。

図 6～図 8 にA高校の気象地域を 3 地域、4 地域、5 地域としたときの実質費用、省エネ額、CO₂削減量を示す。図 9～図 11 にB事務所の気象地域を 3 地域、4 地域、5 地域のときの値を示す。実質費用とは、改修費用から補助金額を引いた金額である。

どちらも補助金を活用することにより、大規模改修のみ(ZEB 化なし)より安価に ZEB 化を実現することができる。存建築物の ZEB 化改修の実現には、補助金を活用することが重要である。



図 6 実質費用、省エネ額、CO₂削減量(A高校 3 地域)



図 7 実質費用、省エネ額、CO₂削減量(A高校 4 地域)



図 8 実質費用、省エネ額、CO₂削減量(A高校 5 地域)



図 9 実質費用、省工ネ額、CO₂削減量(B事務所 3 地域)



図 10 実質費用、省工ネ額、CO₂削減量(B事務所 4 地域)



図 11 実質費用、省工ネ額、CO₂削減量(B事務所 5 地域)

第2章 ZEB 化改修の検証

2-1 大規模改修のみ(ZEB 化なし)と ZEB 化改修の比較

(1) 検討モデルの選定

本業務においては、表 19 に示した 2 施設で ZEB 化改修の検討を行った。

表 19 ZEB 化改修の検討対象

建物用途	学校等	事務所等
建物の名称	A高校	B事務所
省エネ基準地域区分	4	5
構造	鉄筋コンクリート造	鉄筋コンクリート造
階数 地上	3	4
地下	0	0
竣工年	昭和 54 年	昭和 52 年
延べ面積 [㎡]	3,458	2,417
年間日射地域区分	A3	A3

(2) 地域区分による比較

福島県の気象地域区分は、2 地域～5 地域にわたるが、本業務では福島県の大半を占める 3～5 地域で分析を行った。A高校は 4 地域、B事務所は 5 地域だが、それぞれ 3～5 地域で分析を行った。年間の日射地域区分は A3 と A4 にわたるが、A3 で分析した。

最大空調負荷は、建築設備設計基準に基づき計算した。福島県の気象条件は、福島と小名浜の 2 箇所であるため、福島を選択して計算した。

(3) A高校の分析

ア 改修仕様

a. 現状

断熱は、壁はコンクリート150mm、屋根はコンクリート150mm、押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種 25mm、窓はアルミサッシ、単板ガラスである。

空調は、冷房は、エアコンを用いて、教室と一部特別教室で行っている。暖房は、FF 式石油暖房機を用いて、教室、特別教室、トイレで行っている。冷房を行っている部屋が少ないため、冷房面積は 1,325 ㎡、暖房面積は 2,423 ㎡となる。具体的に冷房、暖房を行っている部屋を

表 21 に示す。教室には換気がないため、最大空調負荷に換気負荷は見込まれていないため、導入されているエアコンの定格冷房能力は 12.5kW と小さくなっている。

換気は、トイレと調理室などの一部の特別教室のみで行われている。

照明は、蛍光灯を使用している。トイレに人感センサが導入されている。

給湯は、調理準備室の瞬間湯沸かし器と調理室のガス給湯機が導入されている。

太陽光発電は導入されていない。

b. ZEB 化改修

ZEB 化改修は、学校の ZEB 化を実現し、建物の脱炭素化を図るとともに、地球温暖化や感染症に対応する設備導入を図った。

断熱は、窓、屋根、壁の順に断熱向上を検討して、ZEB 化に最低限必要な断熱改修を提案した。現状の建物に対して、屋根にグラスウール 100mm を追加する。窓は、単板ガラスを断熱真空ガラス(熱貫流率 1.0W/m²K)へ更新する。

空調は、地球温暖化に対する適応策として、教室、特別教室のすべてに冷房を導入する。暖房は、現在暖房している部屋は、引き続き暖房を行う。最大空調負荷計算を行い、建築設備設計基準に基づいて換気負荷を見込んだ上で、適切な能力をもつ高効率エアコンを選定した。換気量は建築設備設計基準に基づき、部屋定員 1 人あたり 30 m³/h とした。教室の定員は 40 人とした。高効率エアコンの選定にあたり、福島では最大暖房負荷が大きく、最大暖房負荷発生時の外気温が低い状況となり、標準のエアコンでは暖房能力低下が発生するため、能力の大きい機種を選定する必要があるが、能力の大きい機種は一般的に効率が悪くなる。ZEB に対応するために、暖房能力低下が起こりにくい寒冷地仕様のエアコンを選定した。

換気は、トイレを壁掛換気扇、空調を行う教室、特別教室は、全熱交換換気扇とした。全熱交換換気扇は高効率モーター駆動として、CO₂濃度制御を加えた。

照明は、LED へ更新し、照度センサを教室、人感センサをトイレ、廊下、階段に用いて、省エネを図る。

給湯については、効率が高い潜熱回収型ガス給湯機に更新する。

太陽光発電については、太陽光発電を導入しないパターンと太陽光発電を導入するパターンを作成した。太陽光発電を導入するパターンでは、施設の屋根に最大限導入できる太陽光発電を検討した。A高校では、40.5kW の太陽光発電を屋根に設置できることを確認した。

c. 大規模改修のみ(ZEB 化なし)

ZEB 化改修と同様に地球温暖化や感染症に対応する設備導入を図った。建築設備設計基準に基づき設備を選定した。

断熱は、改修は行わず、現状と同じとした。

空調は、ZEB 化改修と同様の条件とした。教室、特別教室のすべてに冷房を導入、暖房は、現在暖房している部屋については、引き続き暖房を行う。建築設備設計基準に基づいて最大空調負荷計算、標準効率のエアコンを選定した。

換気は、トイレ、教室、特別教室を壁掛換気扇で実施とした。教室の定員 40 名、30 m³/h・人で計算した。

照明は、LED へ更新する。トイレは現状通り人感センサ制御とした。

給湯は、改修は行わず、現状と同じとした。

太陽光発電は導入しない。

表 20 改修仕様(A高校)

内容		現状	ZEB 化改修	大規模改修のみ(ZEB 化なし)
考え方		現在の状況	学校の ZEB 化を実現し、建物の脱炭素化を図るとともに、地球温暖化や感染症に対応する設備導入を図る。	地球温暖化や感染症に対応する設備導入を図る。設備選定は建築設備設計基準に沿う。
断熱		壁:コンクリート 150mm 屋根:コンクリート 150mm、 押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種 25mm 窓:アルミサッシ、単板ガラス	壁:コンクリート 150mm 屋根:コンクリート 150mm、押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種 25mm グラスウール 100mm 窓:アルミサッシ、断熱真空ガラス(熱貫流率 1.0W/m ² K)	現状と同じ
空調		冷房:エアコンを用いて、教室、一部特別教室で行う。 暖房:FF 式石油暖房機を用いて、教室、特別教室、トイレで行う。 最大空調負荷に換気負荷は見込んでいない。	寒冷地仕様エアコン(冷暖房とも) 最大空調負荷に換気負荷を見込み、高効率の寒冷地仕様エアコンを選定。	標準エアコン(冷暖房とも) 最大空調負荷に換気負荷を見込み、標準エアコンを選定。
空調 面積	冷房	1,324.5	2,422.5	2,422.5
	暖房	2,422.5	2,422.5	2,422.5
換気		トイレ、一部特別教室(調理室等)を壁掛換気扇で実施。	トイレを壁掛換気扇で実施。 空調を行う教室、特別教室を全熱交換換気扇(高効率モーター)で導入。全熱交換換気は CO ₂ 濃度制御を図る。 教室の定員 40 名、30 m ³ /h・人で計算。	トイレ、教室、特別教室を壁掛換気扇で実施。 教室の定員 40 名、30 m ³ /h・人で計算。
照明		現状は蛍光灯。 人感センサ:トイレ	LED へ更新。 照度センサ:教室 人感センサ:トイレ、廊下、階段	LED へ更新。 人感センサ:トイレ
給湯		瞬間湯沸かし器、ガス給湯機	潜熱回収型ガス給湯機	現状と同じ。
太陽光発電		太陽光なし	太陽光なしと太陽光あり(40kW)を作成。	太陽光なし

表 21 空調範囲(A高校)

階	室名	室面積 [m ²]	現状		ZEB		階	室名	室面積 [m ²]	現状		ZEB		階	室名	室面積 [m ²]	現状		ZEB	
			冷	暖	冷	暖				冷	暖	冷	暖				冷	暖		
1F	昇降口	149.25					2F	進路指導室	90	■	■	■	■	3F	パソコン実習室	180	■	■	■	■
1F	購買	30.75	■	■	■	■	2F	進路閲覧室	67.5		■	■	■	3F	東階段	33.75				
1F	廊下	212.62					2F	廊下	235.12					3F	廊下	212.62				
1F	東階段	33.75					2F	東階段	33.75					3F	男子トイレ	29.25		■	■	■
1F	東物置	10.7					2F	女子トイレ	29.25		■		■	3F	商業実習室	135		■	■	■
1F	書庫	33.75					2F	情報管理室	33.75	■	■	■	■	3F	情報ビジネス科準備室	33.75		■	■	■
1F	多目的トイレ	5.71		■	■	■	2F	普通教室 3-6	67.5	■	■	■	■	3F	情ビ科講義室	67.5		■	■	■
1F	男子トイレ	23.54		■	■	■	2F	普通教室 3-5	67.5	■	■	■	■	3F	学習室 3	67.5		■	■	■
1F	普通教室 1-6	67.5	■	■	■	■	2F	普通教室 3-4	67.5	■	■	■	■	3F	学習室 2	67.5		■	■	■
1F	普通教室 1-5	67.5	■	■	■	■	2F	普通教室 3-3	67.5	■	■	■	■	3F	学習室 1	67.5		■	■	■
1F	普通教室 1-4	67.5	■	■	■	■	2F	普通教室 3-2	67.5	■	■	■	■	3F	女子トイレ	29.25		■	■	■
1F	普通教室 1-3	67.5	■	■	■	■	2F	普通教室 3-1	67.5	■	■	■	■	3F	西階段	33.75				
1F	普通教室 1-2	67.5	■	■	■	■	2F	西階段	33.75					3F	楽器庫	33.75				
1F	普通教室 1-1	67.5	■	■	■	■	2F	司書室	33.75		■	■	■	3F	視聴覚準備室	33.75		■	■	■
1F	女子トイレ	29.25		■	■	■	2F	男子トイレ	29.25		■	■	■	3F	視聴覚室	135		■	■	■
1F	西階段	33.75					2F	図書閲覧室	180	■	■	■	■	3F	前室	11.25				
1F	西物置	10.7												RF	機械室	33.75				
1F	調理準備室	33.75		■	■	■														
1F	調理実習室	180		■	■	■														

イ BEI

a. 4 地域

まずはA高校が位置する4地域でのBPI、BEIの計算結果を示す。BPI、BEIは建築物の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)Ver 3.3.2で計算した。表22は太陽光発電がないパターン、表23は太陽光発電があるパターンである。

「現状」は現状の断熱、設備仕様を反映したBPI、BEI、「大規模のみ」は大規模改修のみ(ZEB化なし)、「ZEB」はZEB化改修を示す。大規模のみが現状よりBEIが悪化しているが、空調範囲が増えたことが理由である。太陽光発電のBEIは建物全体－建物全体(再エネ除く)の値である。

建物全体(再エネ除く)が0.5以下、建物全体が0.25より大きく、0.5以下のためZEB Readyを達成している。

表 22 BPI、BEI(A高校 4 地域 太陽光なし)

内容	BPI/BEI		
	現状	大規模のみ	ZEB
断熱	1.06	1.06	0.82
空調設備	0.82	1.15	0.61
換気設備	-	-	-
照明設備	0.59	0.29	0.22
給湯設備	0.94	0.94	0.78
昇降機	-	-	-
建物全体(再エネ除く)	0.74	0.83	0.47
太陽光発電	-	-	-
建物全体	0.74	0.83	0.47

表 23 BPI、BEI(A高校 4 地域 太陽光あり)

内容	BPI/BEI		
	現状	大規模のみ	ZEB
断熱	1.06	1.06	0.82
空調設備	0.82	1.15	0.61
換気設備	-	-	-
照明設備	0.59	0.29	0.22
給湯設備	0.94	0.94	0.78
昇降機	-	-	-
建物全体(再エネ除く)	0.74	0.83	0.47
太陽光発電	-	-	-0.16
建物全体	0.74	0.83	0.31

b. 5 地域

A高校の地域区分を 5 地域とした場合で、太陽光発電がないパターンが表 24、太陽光発電があるパターンが表 25 である。

4 地域と比較して、暖房にかかるエネルギー使用量が減るため、若干 BEI が下がる。

表 24 BPI、BEI(A高校 5 地域 太陽光なし)

内容	BPI/BEI		
	現状	大規模のみ	ZEB
断熱	0.91	0.91	0.74
空調設備	0.67	1.06	0.53
換気設備	-	-	-
照明設備	0.59	0.29	0.22
給湯設備	0.94	0.94	0.78
昇降機	-	-	-
建物全体(再エネ除く)	0.65	0.80	0.43
太陽光発電	-	-	-
建物全体	0.65	0.80	0.43

表 25 BPI、BEI(A高校 5 地域 太陽光あり)

内容	BPI/BEI		
	現状	大規模のみ	ZEB
断熱	0.91	0.91	0.74
空調設備	0.67	1.06	0.53
換気設備	-	-	-
照明設備	0.59	0.29	0.22
給湯設備	0.94	0.94	0.78
昇降機	-	-	-
建物全体(再エネ除く)	0.65	0.80	0.43
太陽光発電	-	-	-0.15
建物全体	0.65	0.80	0.28

c. 3 地域

A高校の地域区分を 3 地域とした場合で、太陽光発電がないパターン表 26、太陽光発電があるパターンが表 27 である。

4 地域と比較して、3 地域の気温は低温だが、断熱や空調設備の効率化により ZEB の空調エネルギー消費量は大きく増えない。一方で、3 地域は 4 地域と比較して、基準エネルギー消費量が増加するため、若干 BEI が下がる。

表 26 BPI、BEI(A高校 3 地域 太陽光なし)

内容	BPI/BEI		
	現状	大規模のみ	ZEB
断熱	1.25	1.25	0.94
空調設備	0.85	1.11	0.60
換気設備	-	-	-
照明設備	0.59	0.29	0.22
給湯設備	0.95	0.95	0.79
昇降機	-	-	-
建物全体(再エネ除く)	0.75	0.81	0.46
太陽光発電	-	-	-
建物全体	0.75	0.81	0.46

表 27 BPI、BEI(A高校 3 地域 太陽光あり)

内容	BPI/BEI		
	現状	大規模のみ	ZEB
断熱	1.25	1.25	0.94
空調設備	0.85	1.11	0.60
換気設備	-	-	-
照明設備	0.59	0.29	0.22
給湯設備	0.95	0.95	0.79
昇降機	-	-	-
建物全体(再エネ除く)	0.75	0.81	0.46
太陽光発電	-	-	-0.17
建物全体	0.75	0.81	0.29

ウ コスト(イニシャル・ランニング)及び算出方法

本業務で、導入コストは、メーカーなどととも現場調査を行い、ZEB 化の仕様を説明した上で、メーカー等の協力の下、概算工事費を積算した。

エネルギー消費量は、前項で BEI、BPI を計算した建築物の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)Ver 3.3.2 に、現状の建物設備仕様(現状)、大規模改修のみ(ZEB 化なし)の設備仕様(標準)、ZEB 化改修の仕様(ZEB)を入力して計算した。本業務で検討した建物は、敷地内に複数棟ある建物の 1 棟にあたるため、検討した建物だけのエネルギー消費量が把握できない。そのため、建築物の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)Ver 3.3.2 で計算した現状のエネルギー消費量を実際のエネルギー使用量と仮定した。

ランニングコストを推計するための光熱費単価は表 28 のとおりとした。光熱費は、エネルギー消費量に光熱費単価をかけて計算した。電力デマンドは、デマンド増加分を計算した。空調の同時稼働率を 75%として、冷房定格消費電力の差に 0.75 をかけた値をデマンド増加分とした(表 29 参照)。

表 28 光熱費単価

種類	単価	単位	内容
電気 電力量	32.07	円/kWh	2023 年 4 月 特別高圧・高圧の電気標準約款等の変更及び標準メニューでの受付再開について 業務用電力電気の基本料金は一月分の料金 力率は 100% 年間単価 = 2031.7 円/(kW・月) × 12 ヶ月 × 0.85
電気 基本料金	2031.7	円/(kW・月)	
LPG	357.4	円/kg	経済産業省 LP ガス小売価格調査(福島県)2022 年 12 月 一般小売価格 民生用灯油(給油所以外) 月次調査 2023 年 1 月 福島県 配達価格)
灯油	117.8	円/L	

表 29 デマンド増加分(A高校)

	現状	大規模のみ	ZEB 化改修
冷房消費電力(kW)	75	412	153
デマンド増加(kW)		253	59

表 30 に 4 地域、太陽光発電なしの場合の費用を示す。

省エネ額は大規模改修のみで-6,088 千円、ZEB 化改修で 910 千円となった。

導入コストは、大規模改修のみで 149 百万円、ZEB 化改修で 242 百万円となった。補助率 2/3 の ZEB 補助事業の活用を仮定した場合の補助金は 127 百万円、実質費用は 115 百万円となった。ZEB 補助事業は、撤去費の他、照明や給湯設備などが補助対象になるため、補助金は単純に費用の 2/3 倍とはならない。

補助事業活用なしの場合に、ZEB 化改修と大規模改修の費用の差額である割増費用は 93 百万円、ZEB 化改修と大規模改修のみの省エネ額の差額である割増省エネ額は 6,997 千円となった。割増費用を割増省エネ額で割った実質回収年数は 13 年となった。

補助事業活用ありの場合は、ZEB 化改修の実質費用は大規模改修のみより低くなった。

表 30 A高校 4 地域 太陽光なし

内容	種類	単位	現状	補助事業活用なし	
				大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	208,950	309,650	217,450
	デマンド増加	kW	-	253	59
	LPG	kg/年	331	331	274
単価	灯油	L/年	20,242	0	0
	電気	円/kWh	32.1	32.1	32.1
	電気基本料金	円/kW	20,723.3	20,723.3	20,723.3
光熱水費	LPG	円/kg	357.4	357.4	357.4
	灯油	円/L	117.8	117.8	117.8
	電気	円/年	6,701,027	9,930,476	6,973,622
光熱水費	電気基本料金	円/年	-	5,243,005	1,222,677
	LPG	円/年	118,131	118,131	97,831
	灯油	円/年	2,384,486	0	0
合計	円/年	9,203,644	15,291,612	8,294,130	
省エネ額	円/年	-	-6,087,968	909,515	
割増省エネ額	円/年	-	-	6,997,482	

補助事業活用なし			
	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	149,117	242,187
割増費用	千円	-	93,070
割増省エネ額	千円/年	-	6,997
実質回収年数	年	-	13

補助事業活用あり			
	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	149,117	242,187
補助金	千円	-	127,306
実質費用	千円	149,117	114,881
割増費用	千円	-	-34,236
割増省エネ額	千円/年	-	6,997
実質回収年数	年	-	-

表 31 に 4 地域、太陽光発電ありの場合の費用を示す。太陽光発電がある場合は、ない場合と比べて、実質回収年数が若干長くなった。

表 31 A高校 4 地域 太陽光あり

内容	種類	単位	現状	補助事業活用なし	
				大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	208,950	309,650	176,830
	デマンド増加	kW	-	253	59
	LPG	kg/年	331	331	274
単価	灯油	L/年	20,242	0	0
	電気	円/kWh	32.1	32.1	32.1
	電気基本料金	円/kW	20,723.3	20,723.3	20,723.3
光熱水費	LPG	円/kg	357.4	357.4	357.4
	灯油	円/L	117.8	117.8	117.8
	電気	円/年	6,701,027	9,930,476	5,670,938
光熱水費	電気基本料金	円/年	-	5,243,005	1,222,677
	LPG	円/年	118,131	118,131	97,831
	灯油	円/年	2,384,486	0	0
合計	円/年	9,203,644	15,291,612	6,991,446	
省エネ額	円/年	-	-6,087,968	2,212,198	
割増省エネ額	円/年	-	-	8,300,166	

補助事業活用なし			
	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	149,117	291,652
割増費用	千円	-	142,535
割増省エネ額	千円/年	-	8,300
実質回収年数	年	-	17

補助事業活用あり			
	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	149,117	291,652
補助金	千円	-	160,287
実質費用	千円	149,117	131,365
割増費用	千円	-	-17,752
割増省エネ額	千円/年	-	8,300
実質回収年数	年	-	-

表 32～表 35に5地域、3地域の費用を示す。

表 32 A高校 5地域 太陽光なし

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	221,800	317,600	216,530
	デマンド増加	kW	-	253	59
	LPG	kg/年	313	313	259
単価	灯油	L/年	14,483	0	0
	電気	円/kWh	32.1	32.1	32.1
	電気基本料金	円/kW	20,723.3	20,723.3	20,723.3
	LPG	円/kg	357.4	357.4	357.4
	灯油	円/L	117.8	117.8	117.8
光熱水費	電気	円/年	7,113,126	10,185,432	6,944,117
	電気基本料金	円/年	-	5,243,005	1,222,677
	LPG	円/年	112,016	112,016	92,170
	灯油	円/年	1,706,112	0	0
	合計	円/年	8,931,254	15,540,453	8,259,504
省エネ額		円/年	-	-6,609,199	671,750
割増省エネ額		円/年	-	-	7,280,950

補助事業活用なし

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	149,117	24,218
割増費用	千円	-	93,070
割増省エネ額	千円/年	-	7,281
実質回収年数	年	-	13

補助事業活用あり

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	149,117	242,187
補助金	千円	-	127,306
実質費用	千円	149,117	114,881
割増費用	千円	-	-34,236
割増省エネ額	千円/年	-	7,281
実質回収年数	年	-	-

表 33 A高校 5地域 太陽光あり

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	221,800	317,600	176,430
	デマンド増加	kW	-	253	59
	LPG	kg/年	313	313	259
単価	灯油	L/年	14,483	0	0
	電気	円/kWh	32.1	32.1	32.1
	電気基本料金	円/kW	20,723.3	20,723.3	20,723.3
	LPG	円/kg	357.4	357.4	357.4
	灯油	円/L	117.8	117.8	117.8
光熱水費	電気	円/年	7,113,126	10,185,432	5,658,110
	電気基本料金	円/年	-	5,243,005	1,222,677
	LPG	円/年	112,016	112,016	92,710
	灯油	円/年	1,706,112	0	0
	合計	円/年	8,931,254	15,540,453	6,973,497
省エネ額		円/年	-	-6,609,199	1,957,757
割増省エネ額		円/年	-	-	8,566,957

補助事業活用なし

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	149,117	291,652
割増費用	千円	-	142,535
割増省エネ額	千円/年	-	8,567
実質回収年数	年	-	17

補助事業活用あり

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	149,117	291,652
補助金	千円	-	160,287
実質費用	千円	149,117	131,365
割増費用	千円	-	-17,752
割増省エネ額	千円/年	-	8,567
実質回収年数	年	-	-

表 34 A高校 3地域 太陽光なし

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費 量	電気	kWh/年	198,460	300,880	215,220
	デマンド増加	kW	-	253	59
	LPG	kg/年	339	339	281
	灯油	L/年	23,609	0	0
単価	電気	円/kWh	32.1	32.1	32.1
	電気基本料金	円/kW	20,723.3	20,723.3	20,723.3
	LPG	円/kg	357.4	357.4	357.4
	灯油	円/L	117.8	117.8	117.8
光熱 水費	電気	円/年	6,364,612	9,649,222	6,902,105
	電気基本料金	円/年	-	5,243,005	1,222,677
	LPG	円/年	121,284	112,016	100,458
	灯油	円/年	2,781,153	0	0
	合計	円/年	9,267,049	15,013,510	8,225,240
省エネ額		円/年	-	-5,746,461	1,041,809
割増省エネ額		円/年	-	-	6,788,270

補助事業活用なし

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	149,117	242,187
割増費用	千円	-	93,070
割増省エネ額	千円/年	-	6,788
実質回収年数	年	-	14

補助事業活用あり

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	149,117	242,187
補助金	千円	-	127,306
実質費用	千円	149,117	114,881
割増費用	千円	-	-34,236
割増省エネ額	千円/年	-	6,788
実質回収年数	年	-	-

表 35 A高校 3地域 太陽光あり

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費 量	電気	kWh/年	198,460	300,880	171,720
	デマンド増加	kW	-	253	59
	LPG	kg/年	339	339	281
	灯油	L/年	23,609	0	0
単価	電気	円/kWh	32.1	32.1	32.1
	電気基本料金	円/kW	20,723.3	20,723.3	20,723.3
	LPG	円/kg	357.4	357.4	357.4
	灯油	円/L	117.8	117.8	117.8
光熱 水費	電気	円/年	6,364,612	9,649,222	5,507,060
	電気基本料金	円/年	-	5,243,005	1,222,677
	LPG	円/年	121,284	112,016	100,458
	灯油	円/年	2,781,153	0	0
	合計	円/年	9,267,049	15,013,510	6,830,195
省エネ額		円/年	-	-5,746,461	2,436,854
割増省エネ額		円/年	-	-	8,183,315

補助事業活用なし

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	149,117	291,652
割増費用	千円	-	142,535
割増省エネ額	千円/年	-	8,183
実質回収年数	年	-	17

補助事業活用あり

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	149,117	291,652
補助金	千円	-	160,287
実質費用	千円	149,117	131,365
割増費用	千円	-	-17,752
割増省エネ額	千円/年	-	8,183
実質回収年数	年	-	-

表 36 に 4 地域、太陽光発電なしの大規模改修のみ、ZEB 化改修の部位別の BPI、BEI、改修費用の比較表を示す。大規模改修(ZEB 化なし)の空調費用は、空調能力が ZEB 化改修より大きいために高くなった。表 37 に 4 地域、太陽光発電ありの比較表を示す。

5 地域は太陽光発電なしの比較表を表 38 に、太陽光発電ありを表 39 に、3 地域は太陽光発電なしを表 40 に、太陽光発電ありを表 41 に示す。

表 36 大規模改修のみ、ZEB 化改修比較表(A高校 4 地域 太陽光発電なし)

大規模改修(ZEB化なし)					ZEB化改修方針								
部位	主な仕様		BPI /BEI	工事費 (千円)	技術	部位	主な仕様		一次エネルギー消費量 (MJ/m ²)		BPI /BEI	工事費 (千円)	
									基準値	設計値			
外皮	外壁	更新無し	1.06	0	パツシブ	外皮	外壁	更新無し	470.0	381.0	0.82	67,384	
	屋根	更新無し					屋根	グラスウール100mm追加					
	窓	更新無し					窓	アルミサッシ、断熱真空ガラス(熱貫流率1.0W/m ² K)					
	遮蔽・遮熱	更新無し					遮蔽・遮熱	更新無し					
	その他	更新無し					その他	更新無し					
空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、エアコンを選定	1.15	117,801	アクティブ	空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、高効率の寒冷地仕様エアコンを選定	446.6	268.8	0.61	75,276	
	システム	個別分散方式					システム	個別分散方式					
換気	機器	トイレ、教室、特別教室に壁掛換気扇を設置 教室の定員40名、30m ³ /h・人で計算	-	5,125	アクティブ	換気	機器	トイレは壁掛換気扇を設置、空調対象の教室、特別教室は全熱交換換気扇(高効率モーター)を設置、教室の定員40名、30m ³ /h・人で計算	0.0	0.0	-	48,924	
	システム	更新無し					システム	全熱交換換気：CO2制御、トイレ：人感センサ					
照明	機器	LED化	0.29	26,191	アクティブ	照明	機器	LED化	261.7	56.7	0.22	30,911	
	システム	トイレ：人感センサ					システム	教室：照度センサ、 トイレ、階段、廊下：人感センサ					
給湯	機器	更新無し	0.94	0	アクティブ	給湯	機器	潜熱回収型ガス給湯器、瞬間ガス給湯器	5.1	4.0	0.78	1,132	
	システム	更新無し					システム	更新無し					
昇降機		-	-	0		昇降機		-	0.0	0.0	-	0	
その他技術	機器	-	-	0	その他技術	機器	-	-	-	-	-	0	
	システム	-	-	0		システム	-	-	-	-	-	-	0
BEMS	システム	-	-	0	BEMS	システム	BEMS導入	-	-	-	-	6,386	
合計①			0.83	149,117	合計①			713.4	329.4	0.47	230,014		
効率化	コジェネ	-	-	0	効率化	コジェネ	-	-	-	-	-	0	
	再エネ	-	-	0		再エネ	-	-	-	-	-	-	0
	蓄電池	-	-	0		蓄電池	-	-	-	-	-	-	0
合計②			-	0	合計②			-	-	-	-	0	
合計①+②			0.83	149,117	合計①+②			713.4	329.4	0.47	230,014		

※工事費にZEB化改修の検討に係る費用は含まれていないため、費用対効果に記載された費用と一致しない。
 ※換気は全て空調対象室で行われるため、エネルギー消費量は空調に含まれる。

表 37 大規模改修のみ、ZEB 化改修比較表(A高校 4 地域 太陽光発電あり)

大規模改修 (ZEB化なし)					ZEB化改修方針							
部位	主な仕様		BPI /BEI	工事費 (千円)	技術	部位	主な仕様		一次エネルギー消費量 (MJ/m ²)		BPI /BEI	工事費 (千円)
									基準値	設計値		
外皮	外壁	更新無し	1.06	0	パツシブ	外皮	外壁	更新無し	470.0	381.0	0.82	67,384
	屋根	更新無し					屋根	グラスウール100mm追加				
	窓	更新無し					窓	アルミサッシ、断熱真空ガラス(熱貫流率1.0W/m ² K)				
	遮蔽・遮熱	更新無し					遮蔽・遮熱	更新無し				
	その他	更新無し					その他	更新無し				
空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、エアコンを選定	1.15	117,801	アクティブ	空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、高効率の寒冷地仕様エアコンを選定	446.6	268.8	0.61	74,293
	システム	個別分散方式					システム	個別分散方式				
換気	機器	トイレ、教室、特別教室に壁掛換気扇を設置 教室の定員40名、30m ³ /h・人で計算	-	5,125	アクティブ	換気	機器	トイレは壁掛換気扇を設置、空調対象の教室、特別教室は全熱交換換気扇(高効率モーター)を設置、教室の定員40名、30m ³ /h・人で計算	0.0	0.0	-	48,924
	システム	更新無し					システム	全熱交換換気：CO2制御、トイレ：人感センサ				
照明	機器	LED化	0.29	26,191	アクティブ	照明	機器	LED化	261.7	56.7	0.22	29,237
	システム	トイレ：人感センサ					システム	教室：照度センサ、 トイレ、階段、廊下：人感センサ				
給湯	機器	更新無し	0.94	0	アクティブ	給湯	機器	潜熱回収型ガス給湯器、瞬間ガス給湯器	5.1	4.0	0.78	1,132
	システム	更新無し					システム	更新無し				
昇降機		-	-	0		昇降機		-	0.0	0.0	-	0
その他技術	機器	-	-	0	その他技術	機器	-	-	-	-	-	0
	システム	-	-	0		システム	-	-	-	-	-	-
BEMS	システム	-	-	0	BEMS	システム	BEMS導入	-	-	-	-	6,041
合計①			0.83	149,117	合計①			713.4	329.4	0.47	227,011	
効率化	コジェネ	-	-	0	効率化	コジェネ	-	-	-	-	-	0
	再エネ	-	-	0		再エネ	太陽光発電設備40kW	-	114.6	-0.16	-	52,468
	蓄電池	-	-	0		蓄電池	-	-	-	-	-	0
合計②			-	0	合計②			-	114.6	-	52,468	
合計①+②			0.83	149,117	合計①+②			713.4	214.8	0.31	279,479	

※工事費にZEB化改修の検討に係る費用は含まれていないため、費用対効果に記載された費用と一致しない。
 ※換気は全て空調対象室で行われるため、エネルギー消費量は空調に含まれる。

表 38 大規模改修のみ、ZEB 化改修比較表(A高校 5 地域 太陽光発電なし)

大規模改修 (ZEB化なし)				ZEB化改修方針								
部位	主な仕様		BPI /BEI	工事費 (千円)	技術	部位	主な仕様		一次エネルギー消費量 (MJ/m ²)		BPI /BEI	工事費 (千円)
									基準値	設計値		
外皮	外壁	更新無し	0.91	0	パツシブ	外皮	外壁	更新無し	470.0	347.0	0.74	67,384
	屋根	更新無し					屋根	グラスウール100mm追加				
	窓	更新無し					窓	アルミサッシ、断熱真空ガラス(熱貫流率1.0W/m ² K)				
	遮蔽・遮熱	更新無し					遮蔽・遮熱	更新無し				
	その他	更新無し					その他	更新無し				
空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、エアコンを選定	1.06	117,801	アクティブ	空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、高効率の寒冷地仕様エアコンを選定	505.4	266.2	0.53	75,276
	システム	個別分散方式				システム	個別分散方式					
換気	機器	トイレ、教室、特別教室に壁掛換気扇を設置 教室の定員40名、30m ³ /h・人で計算	-	5,125		換気	機器	トイレは壁掛換気扇を設置、空調対象の教室、特別教室は全熱交換換気扇(高効率モーター)を設置、教室の定員40名、30m ³ /h・人で計算	0.0	0.0	-	48,924
	システム	更新無し				システム	システム	全熱交換換気：CO2制御、トイレ：人感センサ				
照明	機器	LED化	0.29	26,191		照明	機器	LED化	261.7	56.7	0.22	30,911
	システム	トイレ：人感センサ			システム	システム	教室：照度センサ、トイレ、階段、廊下：人感センサ					
給湯	機器	更新無し	0.94	0	給湯	機器	潜熱回収型ガス給湯器、瞬間ガス給湯器	4.8	3.8	0.78	1,132	
	システム	更新無し			システム	システム	更新無し					
昇降機		-	-	0	昇降機		-	0.0	0.0	-	0	
その他技術	機器	-	-	0	その他技術	機器	-	-	-	-	0	
	システム	-	-	0	システム	システム	-	-	-	-	0	
BEMS	システム	-	-	0	BEMS	システム	BEMS導入	-	-	-	6,386	
合計①			0.80	149,117	合計①			771.9	326.6	0.43	230,014	
効率化	コジェネ	-	-	0	効率化	コジェネ	-	-	-	-	-	0
	再エネ	-	-	0		再エネ	-	-	-	-	-	0
	蓄電池	-	-	0		蓄電池	-	-	-	-	-	0
合計②			-	0	合計②			-	-	-	0	
合計①+②			0.80	149,117	合計①+②			771.9	326.6	0.43	230,014	

※工事費にZEB化改修の検討に係る費用は含まれていないため、費用対効果に記載された費用と一致しない。
 ※換気は全て空調対象室で行われるため、エネルギー消費量は空調に含まれる。

表 39 大規模改修のみ、ZEB 化改修比較表(A高校 5 地域 太陽光発電あり)

大規模改修 (ZEB化なし)					ZEB化改修方針							
部位	主な仕様		BPI /BEI	工事費 (千円)	技術	部位	主な仕様		一次エネルギー消費量 (MJ/m ²)		BPI /BEI	工事費 (千円)
									基準値	設計値		
外皮	外壁	更新無し	0.91	0	パツシブ	外皮	外壁	更新無し	470.0	347.0	0.74	67,384
	屋根	更新無し					屋根	グラスウール100mm追加				
	窓	更新無し					窓	アルミサッシ、断熱真空ガラス(熱貫流率1.0W/m ² K)				
	遮蔽・遮熱	更新無し					遮蔽・遮熱	更新無し				
	その他	更新無し					その他	更新無し				
空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、エアコンを選定	1.06	117,801	アクティブ	空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、高効率の寒冷地仕様エアコンを選定	505.4	266.2	0.53	74,293
	システム	個別分散方式				換気	機器	トイレは壁掛換気扇を設置、空調対象の教室、特別教室は全熱交換換気扇(高効率モーター)を設置、教室の定員40名、30m ³ /h・人で計算	0.0	0.0	—	48,924
						システム	システム	全熱交換換気：CO2制御、トイレ：人感センサ				
換気	機器	トイレ、教室、特別教室に壁掛換気扇を設置	—	5,125		照明	機器	LED化	261.7	56.7	0.22	29,237
	システム	更新無し				システム	システム	教室：照度センサ、トイレ、階段、廊下：人感センサ				
照明	機器	LED化	0.29	26,191	給湯	機器	潜熱回収型ガス給湯器、瞬間ガス給湯器	4.8	3.8	0.78	1,132	
	システム	トイレ：人感センサ			システム	システム	更新無し					
給湯	機器	更新無し	0.94	0	昇降機	昇降機	—	0.0	0.0	—	0	
	システム	更新無し			その他技術	機器	—	—	—	—	0	
昇降機		—	—	0	システム	システム	—	—	—	—	0	
その他技術	機器	—	—	0	BEMS	システム	BEMS導入	—	—	—	6,041	
	システム	—	—	0	合計①	合計①	合計①	771.9	326.6	0.43	227,011	
BEMS	システム	—	—	0	効率化	コジェネ	—	—	—	—	0	
合計①			0.80	149,117		再エネ	太陽光発電設備40kW	—	113.2	-0.15	52,468	
効率化	コジェネ	—	—	0		蓄電池	—	—	—	—	0	
	再エネ	—	—	0	合計②	合計②	合計②	—	113.2	—	0	
	蓄電池	—	—	0	合計①+②	合計①+②	合計①+②	771.9	213.4	0.28	279,479	
合計②			—	0								
合計①+②			0.80	149,117								

※工事費にZEB化改修の検討に係る費用は含まれていないため、費用対効果に記載された費用と一致しない。
 ※換気は全て空調対象室で行われるため、エネルギー消費量は空調に含まれる。

表 40 大規模改修のみ、ZEB 化改修比較表(A高校 3 地域 太陽光発電なし)

大規模改修 (ZEB化なし)					ZEB化改修方針								
部位	主な仕様		BPI /BEI	工事費 (千円)	技術	部位	主な仕様		一次エネルギー消費量 (MJ/m ²)		BPI /BEI	工事費 (千円)	
									基準値	設計値			
外皮	外壁	更新無し	1.25	0	パツシブ	外皮	外壁	更新無し	420.0	391.0	0.94	67,384	
	屋根	更新無し					屋根	グラスウール100mm追加					
	窓	更新無し					窓	アルミサッシ、断熱真空ガラス(熱貫流率1.0W/m ² K)					
	遮蔽・遮熱	更新無し					遮蔽・遮熱	更新無し					
	その他	更新無し					その他	更新無し					
空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、エアコンを選定	1.11	117,801	アクトタイプ	空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、高効率の寒冷地仕様エアコンを選定	439.1	262.5	0.60	75,276	
	システム	個別分散方式					システム	個別分散方式					
換気	機器	トイレ、教室、特別教室に壁掛換気扇を設置 教室の定員40名、30m ³ /h・人で計算	-	5,125	アクトタイプ	換気	機器	トイレは壁掛換気扇を設置、空調対象の教室、特別教室は全熱交換換気扇(高効率モーター)を設置、教室の定員40名、30m ³ /h・人で計算	0.0	0.0	-	48,924	
		システム					更新無し	システム					全熱交換換気：CO2制御、トイレ：人感センサ
照明	機器	LED化	0.29	26,191	アクトタイプ	照明	機器	LED化	261.7	56.7	0.22	30,911	
		システム					トイレ：人感センサ	システム					教室：照度センサ、 トイレ、階段、廊下：人感センサ
給湯	機器	更新無し	0.95	0	アクトタイプ	給湯	機器	潜熱回収型ガス給湯器、瞬間ガス給湯器	5.2	4.1	0.79	1,132	
		システム					更新無し	システム					更新無し
	昇降機	-	-	0		昇降機	-	-	0.0	0.0	-	0	
その他技術	機器	-	-	0	その他技術	機器	-	-	-	-	-	0	
	システム	-	-	0		システム	-	-	-	-	-	-	0
BEMS	システム	-	-	0	BEMS	システム	BEMS導入	-	-	-	-	6,386	
合計①			0.81	149,117	合計①			705.9	323.2	0.46	230,014		
効率化	コジェネ	-	-	0	効率化	コジェネ	-	-	-	-	-	0	
	再エネ	-	-	0		再エネ	-	-	-	-	-	-	0
	蓄電池	-	-	0		蓄電池	-	-	-	-	-	-	0
合計②			-	0	合計②			-	-	-	-	0	
合計①+②			0.81	149,117	合計①+②			705.9	323.2	0.46	230,014		

※工事費にZEB化改修の検討に係る費用は含まれていないため、費用対効果に記載された費用と一致しない。
 ※換気は全て空調対象室で行われるため、エネルギー消費量は空調に含まれる。

表 41 大規模改修のみ、ZEB 化改修比較表(A高校 3 地域 太陽光発電あり)

大規模改修 (ZEB化なし)					ZEB化改修方針							
部位	主な仕様		BPI /BEI	工事費 (千円)	技術	部位	主な仕様		一次エネルギー消費量 (MJ/m ²)		BPI /BEI	工事費 (千円)
									基準値	設計値		
外皮	外壁	更新無し	1.25	0	パツシブ	外皮	外壁	更新無し	420.0	391.0	0.94	67,384
	屋根	更新無し					屋根	グラスウール100mm追加				
	窓	更新無し					窓	アルミサッシ、断熱真空ガラス(熱貫流率1.0W/m ² K)				
	遮蔽・遮熱	更新無し					遮蔽・遮熱	更新無し				
	その他	更新無し					その他	更新無し				
空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、エアコンを選定	1.11	117,801	アクティブ	空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、高効率の寒冷地仕様エアコンを選定	439.1	262.5	0.60	74,293
	システム	個別分散方式					システム	個別分散方式				
換気	機器	トイレ、教室、特別教室に壁掛換気扇を設置 教室の定員40名、30m ³ /h・人で計算	-	5,125	アクティブ	換気	機器	トイレは壁掛換気扇を設置、空調対象の教室、特別教室は全熱交換換気扇(高効率モーター)を設置、教室の定員40名、30m ³ /h・人で計算	0.0	0.0	-	48,924
	システム	更新無し					システム	全熱交換換気：CO2制御、トイレ：人感センサ				
照明	機器	LED化	0.29	26,191	アクティブ	照明	機器	LED化	261.7	56.7	0.22	29,237
	システム	トイレ：人感センサ					システム	教室：照度センサ、 トイレ、階段、廊下：人感センサ				
給湯	機器	更新無し	0.95	0	アクティブ	給湯	機器	潜熱回収型ガス給湯器、瞬間ガス給湯器	5.2	4.1	0.79	1,132
	システム	更新無し					システム	更新無し				
昇降機		-	-	0		昇降機		-	0.0	0.0	-	0
その他技術	機器	-	-	0	その他技術	機器	-	-	-	-	-	0
	システム	-	-	0		システム	-	-	-	-	-	-
BEMS	システム	-	-	0	BEMS	システム	BEMS導入	-	-	-	-	6,041
合計①			0.81	149,117	合計①			705.9	323.2	0.46	227,011	
効率化	コジェネ	-	-	0	効率化	コジェネ	-	-	-	-	-	0
	再エネ	-	-	0		再エネ	太陽光発電設備40kW	-	122.8	-0.17	52,468	
	蓄電池	-	-	0		蓄電池	-	-	-	-	-	0
合計②			-	0	合計②			-	122.8	-	0	
合計①+②			0.81	149,117	合計①+②			705.9	200.5	0.29	279,479	

※工事費にZEB化改修の検討に係る費用は含まれていないため、費用対効果に記載された費用と一致しない。
 ※換気は全て空調対象室で行われるため、エネルギー消費量は空調に含まれる。

(4) B事務所の分析

ア 改修仕様

a. 現状

断熱は、壁はコンクリート 150mm、屋根はコンクリート 150mm、窓はアルミサッシ、単板ガラスである。

空調は、冷房は、エアコンで行っている。一部の部屋(3F 研究室等)は冷房がない。暖房は、蒸気式放熱器で行っている。冷房を行っている部屋が少ないため、冷房面積は 917 m²、暖房面積は 1,438 m²となっている。具体的に冷房、暖房を行っている部屋を、表 42 に示す。

換気は、一般室は壁掛換気扇、トイレは天井扇で行われている。

照明は、主に蛍光灯を使用している。一部の場所(1F 事務所等)で LED に更新されている。

給湯は、1F 教務課、総務学生課に瞬間湯沸かし器(5号)が導入されている。

太陽光発電は 20kW 導入されている。

b. ZEB 化改修

ZEB 化改修は、施設の ZEB 化を実現し、建物の脱炭素化を図るとともに、地球温暖化や感染症に対応する設備導入を図った。

断熱は、窓、屋根、壁の順に断熱向上を検討して、ZEB 化に最低限必要な断熱改修を提案した。地域によって断熱の仕様が異なる。4 地域、5 地域では、現状の建物に対して、壁は 1 階中会議室、2 階学生相談室、3 階研究室西の西側壁内側に、硬質ウレタンフォーム 25mm 追加する。屋根はグラスウール 100mm を追加する。窓は、単板ガラスを断熱真空ガラス(熱貫流率 1.0W/m² K)へ更新する。

3 地域では、現状の建物に対して、壁は 1 階中会議室、2 階学生相談室、3 階研究室西の西側壁内側に加えて 1 階大会議室、2 階建築図面室、3 階機械製図室の北側壁に、硬質ウレタンフォーム 25mm 追加する。屋根はグラスウール 200mm を追加する。窓は、単板ガラスを断熱真空ガラス(熱貫流率 1.0W/m² K)へ更新する。

空調は、地球温暖化に対する適応策として、現在暖房を行っている部屋のすべてに冷房を導入する。暖房は、現在暖房している部屋は、引き続き暖房を行う。最大空調負荷計算を行い、建築設備設計基準に基づいて換気負荷を見込んだ上で、適切な能力をもつ高効率エアコンを選定する。換気量は建築設備設計基準に基づき、部屋定員 1 人あたり 30 m³/h とした。高効率エアコンの選定にあたり、福島では最大暖房負荷が大きく、最大暖房負荷発生時の外気温が低い。そのため標準のエアコンでは暖房能力低下が発生し、それに対応するために能力の大きい機種を選定する必要があるが、能力の大きい機種は一般的に効率が悪くなる。ZEB に対応するために、暖房能力低下が起こりにくい寒冷地仕様のエアコンを選定した。

換気は、トイレを壁掛換気扇、空調を行う部屋は、全熱交換換気扇を導入した。全熱交換換気扇は高効率モーター駆動して、CO₂ 濃度制御を加えた。空調を行う部屋の換気量は 30 m³/h・人で計算した。

照明は、LED へ更新し、照度センサを事務室等、人感センサをトイレ、廊下、階段に用いて、省エネを図った。

給湯は、現状と同等とした。

太陽光発電は、B事務所では、現在の太陽光発電を更新して 30kW を屋根に設置することができる。そこで太陽光発電を 30kW に更新したパターンと現状の太陽光発電(20kW)のパターンを作成した。

c. 大規模改修(ZEB 化なし)

ZEB 化改修と同様に地球温暖化や感染症に対応する設備導入を図った。建築設備設計基準に基づき設備機器を選定した。

断熱は、改修は行わず、現状と同じとした。

空調は、ZEB 化改修と同様の条件とした。現在暖房を行っている部屋のすべてに冷房を導入する。暖房は、現在暖房している部屋については、引き続き暖房を行う。建築設備設計基準に基づいて最大空調負荷計算、標準効率のエアコンを選定する。暖房能力低下の影響を受けるため、エアコンの能力は現状のエアコンより大きくなる。

換気は、トイレ天井扇、その他の部屋を壁掛換気扇とした。部屋の定員 40 名、 $30 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{人}$ で計算した。

照明は、LED へ更新した。

給湯は、改修は行わず、現状と同じとした。

太陽光発電は、現状の通り 20kW とした。

表 42 改修仕様(B事務所)

内容	現状	ZEB 化改修	大規模改修(ZEB 化なし)
考え方	現状の状況	施設の ZEB 化を実現し、建物の脱炭素化を図るとともに、地球温暖化や感染症に対応する設備導入を図る。	地球温暖化や感染症に対応する設備導入を図る。設備選定は建築設備設計基準に沿う。
断熱	壁:コンクリート 150mm 屋根:コンクリート 150mm 窓:アルミサッシ、単板ガラス	4 地域、5 地域 壁:コンクリート150mmに以下を追加。 1 階中会議室、2 階学生相談室、3 階研究室西の西側壁内側に、硬質ウレタンフォーム 25mm 屋根:コンクリート 150mm、グラスウール 100mm 窓:アルミサッシ、断熱真空ガラス(熱貫流率 1.0W/m ² K) 3 地域 壁:コンクリート150mmに以下を追加。 1 階中会議室、2 階学生相談室、3 階研究室西の西側壁内側に加えて 1 階大会議室、2 階建築図面室、3 階機械製図室の北側壁に、硬質ウレタンフォーム 25mm 追加。 屋根:コンクリート 150mm、グラスウール 200mm 窓:アルミサッシ、断熱真空ガラス(熱貫流率 1.0W/m ² K)	現状と同じ
空調	冷房:エアコン(一部研究室などで冷房は行われていない。) 暖房:室内機は蒸気式放熱器、熱源機は灯油蒸気ボイラ	寒冷地仕様エアコン(冷暖房とも) 最大空調負荷に換気負荷を見込み、高効率の寒冷地仕様エアコンを選定。	標準エアコン(冷暖房とも) 最大空調負荷に換気負荷を見込み、標準エアコンを選定。
空調 面積	冷房	1,163.3	1,684.2
空調 面積	暖房	1,684.2	1,684.2
換気	一般室は壁掛換気扇、トイレは天井扇。	空調を行う部屋を全熱交換換気扇(高効率モーター)で導入。全熱交換換気は CO ₂ 濃度制御を図る。トイレを天井扇で実施。 換気量は 30 m ³ /h・人で計算。	一般室は壁掛換気扇、トイレは天井扇。30 m ³ /h・人で計算。
照明	現状は蛍光灯、一部 LED(1 階事務室)。	LED へ更新。 照度センサ:事務室等 人感センサ:トイレ、廊下、階段	LED へ更新。
給湯	瞬間湯沸かし器(5 号)	現状と同じ。	現状と同じ。
太陽光発電	太陽光発電 20kW	太陽光現状(20kW)と太陽光更新(30kW)を作成。	太陽光発電 20kW

表 43 空調範囲(B事務所)

階	室名	室面積 [㎡]	現状		ZEB		階	室名	室面積 [㎡]	現状		ZEB		階	室名	室面積 [㎡]	現状		ZEB	
			冷	暖	冷	暖				冷	暖	冷	暖				冷	暖	冷	暖
1F	102 中講義室	103.78	■	■	■	■	2F	学生相談室	35.78		■	■	■	3F	研究室西	29.58		■	■	■
1F	教官室	52.00	■	■	■	■	2F	会議室	52.00	■	■	■	■	3F	研究室1	52.00		■	■	■
1F	教務課	104.00	■	■	■	■	2F	男子更衣室	26.00	■	■	■	■	3F	研究室2	52.00		■	■	■
1F	校長室	52.00	■	■	■	■	2F	女子更衣室	26.00	■	■	■	■	3F	図書室	52.00	■	■	■	■
1F	総務学生課	52.00	■	■	■	■	2F	学生ラウンジ	52.00	■	■	■	■	3F	303 講義室	52.00		■	■	■
1F	玄関	18.00	■	■	■	■	2F	202 教室	52.00	■	■	■	■	3F	302 講義室	52.00	■	■	■	■
1F	ポンプ室	9.91					2F	201 教室	52.00	■	■	■	■	3F	301 講義室	52.00	■	■	■	■
1F	機械室	66.50					2F	建築CAD室	52.00	■	■	■	■	3F	書庫	27.36				
1F	101 大講義室	142.30	■	■	■	■	2F	経営企画印刷室	27.60		■	■	■	3F	機械製図室	144.14	■	■	■	■
1F	保健室	24.00	■	■	■	■	2F	建築製図室	129.00	■	■	■	■	3F	PS 東	3.00				
1F	女子トイレ	21.30		■	■	■	2F	倉庫	15.14					3F	男子トイレ	21.30		■	■	■
1F	PS 東	3.00					2F	PS 東	3.00					3F	階段東	29.58				
1F	物入東	5.15					2F	男子トイレ	21.30		■	■	■	3F	廊下	115.00				
1F	階段東	4.75					2F	階段東	28.58					3F	階段西	29.58				
1F	ホール東	48.12					2F	廊下	120.65					3F	女子トイレ	21.30		■	■	■
1F	学生ホール	18.20	■	■	■	■	2F	階段西	29.58					3F	PS 西	3.00				
1F	ホール西	46.68					2F	女子トイレ	21.30		■	■	■							
1F	物入西	5.15					2F	PS 西	3.00					RF	階段東	29.58				
1F	階段西	4.75																		
1F	男子トイレ	21.30		■	■	■														
1F	PS 西	3.00																		
1F	廊下	196.82																		

イ BEI

a. 5 地域

まずはB事務所が位置する5地域でのBPI、BEIの計算結果を示す。BPI、BEIは建築物の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)Ver 3.3.2で算出した。B事務所にはすでに太陽光発電システムが20kW導入されているため、太陽光発電を更新せずに現状通りのパターン(表44)、太陽光発電を更新して30kWにするパターン(表45)で検討した。

「現状」は現状の断熱、設備仕様を反映したBPI、BEI、「大規模のみ」は大規模改修のみ(ZEB化なし)、「ZEB」はZEB化改修を示す。大規模改修のみが現状よりBEIが悪化しているが、空調範囲が増えたことが理由である。太陽光発電のBEIは建物全体-建物全体(再エネ除く)の値である。

建物全体(再エネ除く)が0.5以下、建物全体が0.25より大きく0.5以下となり、ZEB Readyを達成している。

表 44 BPI、BEI(B事務所 5地域 太陽光現状)

内容	BPI/BEI		
	現状	大規模のみ	ZEB
断熱	1.00	1.00	0.80
空調設備	0.92	1.07	0.50
換気設備	0.12	0.12	0.12
照明設備	0.52	0.29	0.29
給湯設備	1.12	1.12	1.12
昇降機	-	-	-
建物全体(再エネ除く)	0.77	0.85	0.42
太陽光発電	-0.10	-0.09	-0.09
建物全体	0.67	0.70	0.33

表 45 BPI、BEI(B事務所 5地域 太陽光更新)

内容	BPI/BEI		
	現状	大規模のみ	ZEB
断熱	1.00	1.00	0.80
空調設備	0.92	1.07	0.50
換気設備	0.12	0.12	0.12
照明設備	0.52	0.29	0.29
給湯設備	1.12	1.12	1.12
昇降機	-	-	-
建物全体(再エネ除く)	0.77	0.79	0.42
太陽光発電	-0.10	-0.09	-0.14
建物全体	0.67	0.70	0.28

b. 4 地域

B事務所の地域区分を 4 地域とした場合で、太陽光発電現状パターンが表 46、太陽光発電更新パターンが表 47 である。

5 地域と比較して、暖房にかかるエネルギー使用量が増えるため、若干 BEI が上がる。

表 46 BPI、BEI(B事務所 4 地域 太陽光現状)

内容	BPI/BEI		
	現状	大規模のみ	ZEB
断熱	1.15	1.15	0.88
空調設備	1.02	1.15	0.54
換気設備	0.12	0.12	0.12
照明設備	0.52	0.29	0.29
給湯設備	1.14	1.14	1.14
昇降機	-	-	-
建物全体(再エネ除く)	0.82	0.83	0.45
太陽光発電	-0.10	-0.10	-0.10
建物全体	0.72	0.73	0.35

表 47 BPI、BEI(B事務所 4 地域 太陽光更新)

内容	BPI/BEI		
	現状	大規模のみ	ZEB
断熱	1.15	1.15	0.88
空調設備	1.02	1.15	0.54
換気設備	0.12	0.12	0.12
照明設備	0.52	0.29	0.29
給湯設備	1.14	1.14	1.14
昇降機	-	-	-
建物全体(再エネ除く)	0.82	0.83	0.45
太陽光発電	-0.10	-0.10	-0.15
建物全体	0.72	0.73	0.30

c. 3 地域

B事務所の地域区分を 3 地域とした場合で、太陽光発電現状パターンが表 48、太陽光発電更新パターンが表 49 である。

4 地域と比較して、3 地域の気温は低温だが、断熱や空調設備の効率化により ZEB の空調エネルギー消費量は大きく増えない。一方で、3 地域は 4 地域と比較して、基準エネルギー消費量が増加するため、若干 BEI が下がる。5 地域と比較すると暖房エネルギー消費量が増える影響で若干 BEI が上がる。

表 48 BPI、BEI(B事務所 3 地域 太陽光現状)

内容	BPI/BEI		
	現状	大規模のみ	ZEB
断熱	1.38	1.38	1.00
空調設備	1.07	1.16	0.55
換気設備	0.12	0.12	0.12
照明設備	0.52	0.29	0.29
給湯設備	1.13	1.13	1.13
昇降機	-	-	-
建物全体(再エネ除く)	0.85	0.83	0.45
太陽光発電	-0.10	-0.11	-0.11
建物全体	0.75	0.72	0.34

表 49 BPI、BEI(B事務所 3 地域 太陽光更新)

内容	BPI/BEI		
	現状	大規模のみ	ZEB
断熱	1.38	1.38	1.00
空調設備	1.07	1.16	0.55
換気設備	0.12	0.12	0.12
照明設備	0.52	0.29	0.29
給湯設備	1.13	1.13	1.13
昇降機	-	-	-
建物全体(再エネ除く)	0.85	0.83	0.45
太陽光発電	-0.10	-0.11	-0.16
建物全体	0.75	0.72	0.29

ウ コスト(イニシャル・ランニング)及び算出方法

本業務で、導入コストは、メーカーなどととも現場調査を行い、ZEB 化の仕様を説明した上で、メーカー等の協力の下、費用を積算した。

エネルギー消費量は、前項で BEI、BPI を計算した建築物の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)Ver 3.3.2 に、現状の建物設備仕様(現状)、大規模改修のみ(ZEB 化なし)の設備仕様(大規模のみ)、ZEB 化改修の仕様(ZEB)を入力して計算した。本業務で検討した建物は、敷地内に複数棟ある建物の 1 棟にあたるため、検討した建物だけのエネルギー消費量が把握できない。そのため、建築物の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)Ver 3.3.2 で計算した現状のエネルギー消費量を実際のエネルギー使用量と仮定した。

ランニングコストを推計するための光熱費単価は表 50 のとおりとした。光熱費は、エネルギー消費量に光熱費単価をかけて計算する。電力デマンドは、デマンド増加分を計算した。空調の同時稼働率を 75%として、冷房定格消費電力の差に 0.75 をかけた値をデマンド増加分とした(表 51 参照)。

表 50 光熱費単価

種類	単価	単位	内容
電気 電力量	32.07	円/kWh	2023 年 4 月 特別高圧・高圧の電気標準約款等の変更及び標準メニューでの受付再開について 業務用電力 電気の基本料金は一月分の料金 力率は 100%として、年間単価は 2031.7 円/(kW・月)×12 ヶ月×0.85 で計算する
電気 基本料金	2031.7	円/(kW・月)	
LPG	357.4	円/kg	経済産業省 LP ガス小売価格調査(福島県)2022 年 12 月
灯油	117.8	円/L	一般小売価格 民生用灯油(給油所以外) 月次調査 2023 年 1 月 福島県 配達価格)

表 51 デマンド増加分(B事務所)

	現状	大規模改修のみ	ZEB 化改修
冷房消費電力(kW)	72	290	80
デマンド増加(kW)		164	6

表 52 に 5 地域、太陽光発電を更新しないで現状通りの場合の費用を示す。

省エネ額は大規模改修のみで-3,593 千円、ZEB 化改修で 2,123 千円となった。

導入コストは、大規模改修のみで 157 百万円、ZEB 化改修で 189 百万円となった。補助率 2/3 の ZEB 補助事業の活用を仮定した場合の補助金は 104 百万円、実質費用は 85 百万円となった。ZEB 補助事業は、撤去費の他、照明や給湯設備などが補助対象になるため、補助金は単純に費用の 2/3 倍とはならない。

補助事業活用なしの場合、ZEB 化改修と大規模改修のみの費用の差額である割増費用は 32 百万円、ZEB 化改修と大規模改修のみの省エネ額の差額である割増省エネ額は 5,716 千円となった。割増費用を割増省エネ額で割った実質回収年数は 6 年となった。

補助事業活用ありの場合は、ZEB 化改修の実質費用は大規模改修のみより低くなった。

表 52 B事務所 5地域 太陽光現状

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	159,330	204,770	128,640
	デマンド増加	kW	-	164	6
	LPG	kg/年	122	122	122
単価	灯油	L/年	10,724	0	0
	電気	円/kWh	32.1	32.1	32.1
	電気基本料金	円/kW	20,723.3	20,723.3	20,723.3
	LPG	円/kg	357.4	357.4	357.4
	灯油	円/L	117.8	117.8	117.8
光熱水費	電気	円/年	5,109,713	6,566,974	4,125,485
	電気基本料金	円/年	-	3,398,628	124,340
	LPG	円/年	43,438	43,438	43,438
	灯油	円/年	1,263,317	0	0
	合計	円/年	6,416,468	10,009,040	4,293,263
省エネ額		円/年	-	-3,592,572	2,123,205
割増省エネ額		円/年	-	-	5,715,777

補助事業活用なし

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	156,922	189,294
割増費用	千円	-	32,373
割増省エネ額	千円/年	-	5,716
実質回収年数	年	-	6

補助事業活用あり

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	156,922	189,294
補助金	千円	-	104,162
実質費用	千円	156,922	85,132
割増費用	千円	-	-71,789
割増省エネ額	千円/年	-	5,716
実質回収年数	年	-	-

表 53 に 5 地域、太陽光発電を更新して 30kW 導入する場合の費用を示す。太陽光発電を更新する場合は、太陽光発電の現状利用の場合と比べて、実質回収年数が長くなる。

表 53 B事務所 5地域 太陽光更新

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	159,330	204,770	118,490
	デマンド増加	kW	-	164	6
	LPG	kg/年	122	122	122
単価	灯油	L/年	10,724	0	0
	電気	円/kWh	32.1	32.1	32.1
	電気基本料金	円/kW	20,723.3	20,723.3	20,723.3
	LPG	円/kg	357.4	357.4	357.4
	灯油	円/L	117.8	117.8	117.8
光熱水費	電気	円/年	5,109,713	6,566,974	3,799,974
	電気基本料金	円/年	-	3,398,628	124,340
	LPG	円/年	43,438	43,438	43,438
	灯油	円/年	1,263,317	0	0
	合計	円/年	6,416,468	10,009,040	3,967,753
省エネ額		円/年	-	-3,592,572	2,448,715
割増省エネ額		円/年	-	-	6,041,287

補助事業活用なし

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	156,922	233,575
割増費用	千円	-	76,653
割増省エネ額	千円/年	-	6,041
実質回収年数	年	-	13

補助事業活用あり

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	156,922	233,575
補助金	千円	-	133,401
実質費用	千円	156,922	100,174
割増費用	千円	-	-56,748
割増省エネ額	千円/年	-	6,041
実質回収年数	年	-	-

表 54～表 57に4 地域、3 地域の費用を示す。

表 54 B事務所 4 地域 太陽光現状

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費 量	電気	kWh/年	160,450	206,240	130,670
	デマンド増加	kW	-	164	6
	LPG	kg/年	127	122	127
	灯油	L/年	11,862	0	0
単価	電気	円/kWh	32.1	32.1	32.1
	電気基本料金	円/kW	20,723.3	20,723.3	20,723.3
	LPG	円/kg	357.4	357.4	357.4
	灯油	円/L	117.8	117.8	117.8
光熱 水費	電気	円/年	5,145,632	6,614,117	4,190,587
	電気基本料金	円/年	-	3,398,628	124,340
	LPG	円/年	45,515	45,515	45,515
	灯油	円/年	1,397,328	0	0
	合計	円/年	6,588,475	10,058,259	4,360,442
省エネ額		円/年	-	-3,469,785	2,228,033
割増省エネ額		円/年	-	-	5,697,818

補助事業活用なし

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	156,922	182,294
割増費用	千円	-	32,373
割増省エネ額	千円/年	-	5,698
実質回収年数	年	-	6

補助事業活用あり

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	156,922	189,294
補助金	千円	-	104,162
実質費用	千円	156,922	85,132
割増費用	千円	-	-71,789
割増省エネ額	千円/年	-	5,698
実質回収年数	年	-	-

表 55 B事務所 4 地域 太陽光更新

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費 量	電気	kWh/年	160,450	206,240	120,380
	デマンド増加	kW	-	164	6
	LPG	kg/年	127	122	127
	灯油	L/年	11,862	0	0
単価	電気	円/kWh	32.1	32.1	32.1
	電気基本料金	円/kW	20,723.3	20,723.3	20,723.3
	LPG	円/kg	357.4	357.4	357.4
	灯油	円/L	117.8	117.8	117.8
光熱 水費	電気	円/年	5,145,632	6,614,117	3,860,587
	電気基本料金	円/年	-	3,398,628	124,340
	LPG	円/年	45,515	45,515	45,515
	灯油	円/年	1,397,328	0	0
	合計	円/年	6,588,475	10,058,259	4,030,442
省エネ額		円/年	-	-3,469,785	2,558,033
割増省エネ額		円/年	-	-	6,027,818

補助事業活用なし

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	156,922	233,575
割増費用	千円	-	76,653
割増省エネ額	千円/年	-	6,028
実質回収年数	年	-	13

補助事業活用あり

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	156,922	233,575
補助金	千円	-	133,401
実質費用	千円	156,922	100,174
割増費用	千円	-	-56,748
割増省エネ額	千円/年	-	6,028
実質回収年数	年	-	-

表 56 B事務所 3地域 太陽光現状

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	157,930	202,940	128,550
	デマンド増加	kW	-	164	6
	LPG	kg/年	131	131	131
単価	灯油	L/年	13,170	0	0
	電気	円/kWh	32.1	32.1	32.1
	電気基本料金	円/kW	20,723.3	20,723.3	20,723.3
	LPG	円/kg	357.4	357.4	357.4
	灯油	円/L	117.8	117.8	117.8
光熱水費	電気	円/年	5,064,815	6,508,286	4,122,599
	電気基本料金	円/年	-	3,398,628	124,340
	LPG	円/年	46,641	46,641	46,641
	灯油	円/年	1,551,441	0	0
	合計	円/年	6,662,897	9,953,554	4,293,579
省エネ額		円/年	-	-3,290,657	2,369,318
割増省エネ額		円/年	-	-	5,659,975

補助事業活用なし

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	156,922	196,308
割増費用	千円	-	39,387
割増省エネ額	千円/年	-	5,660
実質回収年数	年	-	7

補助事業活用あり

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	156,922	196,308
補助金	千円	-	108,655
実質費用	千円	156,922	87,653
割増費用	千円	-	-69,268
割増省エネ額	千円/年	-	5,660
実質回収年数	年	-	-

表 57 B事務所 3地域 太陽光更新

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	157,930	202,940	117,800
	デマンド増加	kW	-	164	6
	LPG	kg/年	131	131	131
単価	灯油	L/年	13,170	0	0
	電気	円/kWh	32.1	32.1	32.1
	電気基本料金	円/kW	20,723.3	20,723.3	20,723.3
	LPG	円/kg	357.4	357.4	357.4
	灯油	円/L	117.8	117.8	117.8
光熱水費	電気	円/年	5,064,815	6,508,286	3,777,846
	電気基本料金	円/年	-	3,398,628	124,340
	LPG	円/年	46,641	46,641	46,641
	灯油	円/年	1,551,441	0	0
	合計	円/年	6,662,897	9,953,554	3,948,827
省エネ額		円/年	-	-3,290,657	2,714,070
割増省エネ額		円/年	-	-	6,004,728

補助事業活用なし

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	156,922	240,589
割増費用	千円	-	83,667
割増省エネ額	千円/年	-	6,005
実質回収年数	年	-	14

補助事業活用あり

	単位	大規模改修のみ	ZEB化改修
費用	千円	156,922	240,589
補助金	千円	-	138,321
実質費用	千円	156,922	102,268
割増費用	千円	-	-54,654
割増省エネ額	千円/年	-	6,005
実質回収年数	年	-	-

表 58 に 5 地域の大規模改修のみと太陽光発電を現状利用した場合の ZEB 化改修の部位別の BPI、BEI、改修費用の比較表を示す。大規模改修のみの空調費用は、大規模改修のみの空調能力が、ZEB 化改修より空調能力が大きいために高くなっている。表 59 に 5 地域の大規模改修のみと太陽光発電を更新した場合の ZEB 化改修比較表を示す。

4 地域は太陽光発電を現状利用した場合の比較表を表 60 に、太陽光発電を更新した場合を表 61 に、3 地域は太陽光発電の現状利用を表 62 に、太陽光発電を更新した場合を表 63 に示す。

表 58 大規模改修のみ、ZEB 化改修比較表(B事務所 5 地域 太陽光発電現状)

大規模改修 (ZEB化なし)					ZEB化改修方針							
部位	主な仕様		BPI /BEI	工事費 (千円)	技術	部位	主な仕様		一次エネルギー消費量 (MJ/m ²)		BPI /BEI	工事費 (千円)
									基準値	設計値		
外皮	外壁	更新無し	1.00	0	パッシブ	外皮	外壁	西側壁内側に硬質ウレタンフォーム25mm追加	470.0	373.0	0.8	61,820
	屋根	更新無し					グラスウール100mm追加					
	窓	更新無し					アルミサッシ、断熱真空ガラス(熱貫流率1.0W/m ² K)					
	遮蔽・遮熱	更新無し					更新無し					
	その他	更新無し					更新無し					
空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、エアコンを選定	1.07	133,648	アクティブ	空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、高効率の寒冷地仕様エアコンを選定	533.2	262.6	0.50	63,075
	システム	個別分散方式					システム	個別分散方式				
換気	機器	一般室は壁掛換気扇、トイレは天井扇を設置、30m ³ /h・人で計算	0.12	8,331	アクティブ	換気	機器	空調対象室は全熱交換換気扇(高効率モーター)、トイレは天井扇を設置、30m ³ /h・人で計算	23.2	2.6	0.12	30,680
	システム	更新無し					システム	全熱交換換気：CO2制御、トイレ：人感センサ				
照明	機器	LED化	0.29	14,943	アクティブ	照明	機器	LED化	271.9	78.2	0.29	18,688
	システム	トイレ：人感センサ					システム	教室：照度センサ、トイレ、階段、廊下：人感センサ				
給湯	機器	更新無し	1.12	0	アクティブ	給湯	機器	更新無し	2.3	2.5	1.12	0
	システム	更新無し					システム	更新無し				
昇降機		-	-	0		昇降機		-	0.0	0.0	-	0
その他技術	機器	-	-	0	その他技術	機器	-	-	-	-	-	0
	システム	-	-	0		システム	-	-	-	-	-	-
BEMS	システム	-	-	0	BEMS	システム	BEMS導入	-	-	-	-	7,295
合計①			0.79	156,922	合計①			830.5	345.8	0.42	181,558	
効率化	コジェネ	-	-	0	効率化	コジェネ	-	-	-	-	-	0
	再エネ	更新無し(太陽光発電設備20kW)	-0.09	0		再エネ	更新無し(太陽光発電設備20kW)	-	79.0	-0.09	-	0
	蓄電池	-	-	0		蓄電池	-	-	-	-	-	0
合計②			-	0	合計②			-	79.0	-	0	
合計①+②			0.70	156,922	合計①+②			830.5	266.8	0.33	181,558	

※工事費にZEB化改修の検討に係る費用は含まれていないため、費用対効果に記載された費用と一致しない。

表 59 大規模改修のみ、ZEB 化改修比較表(B事務所 5 地域 太陽光発電更新)

大規模改修 (ZEB化なし)					ZEB化改修方針							
部位	主な仕様		BPI /BEI	工事費 (千円)	技術	部位	主な仕様		一次エネルギー消費量 (MJ/m ²)		BPI /BEI	工事費 (千円)
									基準値	設計値		
外皮	外壁	更新無し	1.00	0	パツシブ	外皮	外壁	西側壁内側に硬質ウレタンフォーム25mm追加	470.0	373.0	0.80	61,820
	屋根	更新無し					屋根	グラスウール100mm追加				
	窓	更新無し					窓	アルミサッシ、断熱真空ガラス(熱貫流率1.0W/m ² K)				
	遮蔽・遮熱	更新無し					遮蔽・遮熱	更新無し				
	その他	更新無し					その他	更新無し				
空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、エアコンを選定	1.07	133,648	アクティブ	空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、高効率の寒冷地仕様エアコンを選定	533.2	262.6	0.50	61,690
	システム	個別分散方式					システム	個別分散方式				
換気	機器	一般室は壁掛換気扇、トイレは天井扇を設置、30m ³ /h・人で計算	0.12	8,331	アクティブ	換気	機器	空調対象室は全熱交換換気扇(高効率モーター)、トイレは天井扇を設置、30m ³ /h・人で計算	23.2	2.6	0.12	30,680
	システム	更新無し					システム	全熱交換換気：CO2制御、トイレ：人感センサ				
照明	機器	LED化	0.29	14,943	アクティブ	照明	機器	LED化	271.9	78.2	0.29	17,367
	システム	トイレ：人感センサ					システム	教室：照度センサ、トイレ、階段、廊下：人感センサ				
給湯	機器	更新無し	1.12	0	アクティブ	給湯	機器	更新無し	2.3	2.5	1.12	0
	システム	更新無し					システム	更新無し				
昇降機		-	-	0	アクティブ	昇降機		-	0.0	0.0	-	0
その他技術	機器	-	-	0	その他技術	機器	-	-	-	-	-	0
	システム	-	-	0		システム	-	-	-	-	-	-
BEMS	システム	-	-	0	BEMS	システム	BEMS導入	-	-	-	-	6,780
合計①			0.79	156,922	合計①			830.5	345.8	0.42	178,337	
効率化	コジェネ	-	-	0	効率化	コジェネ	-	-	-	-	-	0
	再エネ	更新無し(太陽光発電設備20kW)	-0.09	0		再エネ	太陽光発電設備30kWへ更新	-	120.0	-0.14	47,502	
	蓄電池	-	-	0		蓄電池	-	-	-	-	-	0
合計②			-	0	合計②			-	120.0	-	47,502	
合計①+②			0.70	156,922	合計①+②			830.5	225.8	0.28	225,838	

※工事費にZEB化改修の検討に係る費用は含まれていないため、費用対効果に記載された費用と一致しない。

表 60 大規模改修のみ、ZEB 化改修比較表(B事務所 4 地域 太陽光発電現状)

大規模改修 (ZEB化なし)					ZEB化改修方針								
部位	主な仕様		BPI /BEI	工事費 (千円)	技術	部位	主な仕様		一次エネルギー消費量 (MJ/m ²)		BPI /BEI	工事費 (千円)	
									基準値	設計値			
外皮	外壁	更新無し	1.15	0	パツシブ	外皮	外壁	西側壁内側に硬質ウレタンフォーム25mm追加	470.0	411.0	0.88	61,820	
	屋根	更新無し					屋根	グラスウール100mm追加					
	窓	更新無し					窓	アルミサッシ、断熱真空ガラス(熱貫流率1.0W/m ² K)					
	遮蔽・遮熱	更新無し					遮蔽・遮熱	更新無し					
	その他	更新無し					その他	更新無し					
空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、エアコンを選定	1.15	133,648	アクティブ	空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、高効率の寒冷地仕様エアコンを選定	505.6	271.8	0.54	63,075	
	システム	個別分散方式					システム	個別分散方式					
換気	機器	一般室は壁掛換気扇、トイレは天井扇を設置、30m ³ /h・人で計算	0.12	8,331	アクティブ	換気	機器	空調対象室は全熱交換換気扇(高効率モーター)、トイレは天井扇を設置、30m ³ /h・人で計算	23.2	2.6	0.12	30,680	
	システム	更新無し					システム	全熱交換換気：CO2制御、トイレ：人感センサ					
照明	機器	LED化	0.29	14,943	アクティブ	照明	機器	LED化	271.9	78.2	0.29	18,688	
	システム	トイレ：人感センサ					システム	教室：照度センサ、トイレ、階段、廊下：人感センサ					
給湯	機器	更新無し	1.14	0	アクティブ	給湯	機器	更新無し	2.3	2.6	1.14	0	
	システム	更新無し					システム	更新無し					
昇降機		-	-	0	アクティブ	昇降機		-	0.0	0.0	-	0	
その他技術	機器	-	-	0	その他技術	機器	-	-	-	-	-	0	
	システム	-	-	0		システム	-	-	-	-	-	-	0
BEMS	システム	-	-	0	BEMS	システム	BEMS導入	-	-	-	-	7,295	
合計①			0.83	156,922	合計①			830.5	355.1	0.45	181,558		
効率化	コジェネ	-	-	0	効率化	コジェネ	-	-	-	-	-	0	
	再エネ	更新無し(太陽光発電設備20kW)	-0.09	0		再エネ	更新無し(太陽光発電設備20kW)	-	80.0	-0.10	-	-	0
	蓄電池	-	-	0		蓄電池	-	-	-	-	-	-	0
合計②			-	0	合計②			-	79.0	-	-	0	
合計①+②			0.73	156,922	合計①+②			803.0	275.1	0.35	181,558		

※工事費にZEB化改修の検討に係る費用は含まれていないため、費用対効果に記載された費用と一致しない。

表 61 大規模改修のみ、ZEB 化改修比較表(B事務所 4 地域 太陽光発電更新)

大規模改修 (ZEB化なし)				ZEB化改修方針									
部位	主な仕様		BPI /BEI	工事費 (千円)	技術	部位	主な仕様		一次エネルギー消費量 (MJ/m ²)		BPI /BEI	工事費 (千円)	
									基準値	設計値			
外皮	外壁	更新無し	1.15	0	パツシブ	外皮	外壁	西側壁内側に硬質ウレタンフォーム25mm追加	470.0	411.0	0.88	61,820	
	屋根	更新無し					屋根	グラスウール100mm追加					
	窓	更新無し					窓	アルミサッシ、断熱真空ガラス(熱貫流率1.0W/m ² K)					
	遮蔽・遮熱	更新無し					遮蔽・遮熱	更新無し					
	その他	更新無し					その他	更新無し					
空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、エアコンを選定	1.15	133,648	アクティブ	空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、高効率の寒冷地仕様エアコンを選定	505.6	271.8	0.54	61,690	
	システム	個別分散方式					システム	個別分散方式					
換気	機器	一般室は壁掛換気扇、トイレは天井扇を設置、30m ³ /h・人で計算	0.12	8,331	アクティブ	換気	機器	空調対象室は全熱交換換気扇(高効率モーター)、トイレは天井扇を設置、30m ³ /h・人で計算	23.2	2.6	0.12	30,680	
	システム	更新無し					システム	全熱交換換気：CO2制御、トイレ：人感センサ					
照明	機器	LED化	0.29	14,943	アクティブ	照明	機器	LED化	271.9	78.2	0.29	17,367	
	システム	トイレ：人感センサ					システム	教室：照度センサ、トイレ、階段、廊下：人感センサ					
給湯	機器	更新無し	1.14	0	アクティブ	給湯	機器	更新無し	2.3	2.6	1.14	0	
	システム	更新無し					システム	更新無し					
昇降機		-	-	0		昇降機		-	0.0	0.0	-	0	
その他技術	機器	-	-	0	その他技術	機器	-	-	-	-	-	0	
	システム	-	-	0		システム	-	-	-	-	-	-	0
BEMS	システム	-	-	0	BEMS	システム	BEMS導入	-	-	-	-	6,780	
合計①			0.83	156,922	合計①				803.0	355.1	0.45	178,337	
効率化	コジェネ	-	-	0	効率化	コジェネ	-	-	-	-	-	0	
	再エネ	更新無し(太陽光発電設備20kW)	-0.10	0		再エネ	太陽光発電設備30kWへ更新	-	121.5	-0.15	-	-	47,502
	蓄電池	-	-	0		蓄電池	-	-	-	-	-	-	0
合計②			-	0	合計②				-	121.5	-	47,502	
合計①+②			0.73	156,922	合計①+②				803.0	233.6	0.30	225,838	

※工事費にZEB化改修の検討に係る費用は含まれていないため、費用対効果に記載された費用と一致しない。

表 62 大規模改修のみ、ZEB 化改修比較表(B事務所 3 地域 太陽光発電現状)

大規模改修 (ZEB化なし)					ZEB化改修方針								
部位	主な仕様		BPI /BEI	工事費 (千円)	技術	部位	主な仕様		一次エネルギー消費量 (MJ/m ²)		BPI /BEI	工事費 (千円)	
									基準値	設計値			
外皮	外壁	更新無し	1.38	0	パツシブ	外皮	外壁	西側壁内側に硬質ウレタンフォーム25mm追加	420.0	418.0	1.00	68,834	
	屋根	更新無し					屋根	グラスウール100mm追加					
	窓	更新無し					窓	アルミサッシ、断熱真空ガラス(熱貫流率1.0W/m ² K)					
	遮蔽・遮熱	更新無し					遮蔽・遮熱	更新無し					
	その他	更新無し					その他	更新無し					
空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、エアコンを選定	1.16	133,648	アクティブ	空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、高効率の寒冷地仕様エアコンを選定	491.9	266.9	0.55	63,075	
	システム	個別分散方式					システム	個別分散方式					
換気	機器	一般室は壁掛換気扇、トイレは天井扇を設置、30m ³ /h・人で計算	0.12	8,331	アクティブ	換気	機器	空調対象室は全熱交換換気扇(高効率モーター)、トイレは天井扇を設置、30m ³ /h・人で計算	23.2	2.6	0.12	30,680	
	システム	更新無し					システム	全熱交換換気：CO2制御、トイレ：人感センサ					
照明	機器	LED化	0.29	14,943	アクティブ	照明	機器	LED化	271.2	78.2	0.29	18,688	
	システム	トイレ：人感センサ					システム	教室：照度センサ、トイレ、階段、廊下：人感センサ					
給湯	機器	更新無し	1.13	0	アクティブ	給湯	機器	更新無し	2.4	2.7	1.13	0	
	システム	更新無し					システム	更新無し					
昇降機		-	-	0	アクティブ	昇降機		-	0.0	0.0	-	0	
その他技術	機器	-	-	0	その他技術	機器	-	-	-	-	-	0	
	システム	-	-	0		システム	-	-	-	-	-	-	0
BEMS	システム	-	-	0	BEMS	システム	BEMS導入	-	-	-	-	7,295	
合計①			0.83	156,922	合計①				788.7	350.3	0.45	188,572	
効率化	コジェネ	-	-	0	効率化	コジェネ	-	-	-	-	-	0	
	再エネ	更新無し(太陽光発電設備20kW)	-0.11	0		再エネ	更新無し(太陽光発電設備20kW)	-	83.6	-0.11	-	-	0
	蓄電池	-	-	0		蓄電池	-	-	-	-	-	-	0
合計②			-	0	合計②				-	83.6	-	0	
合計①+②			0.72	156,922	合計①+②				788.7	266.6	0.34	188,572	

※工事費にZEB化改修の検討に係る費用は含まれていないため、費用対効果に記載された費用と一致しない。

表 63 大規模改修のみ、ZEB 化改修比較表(B事務所 3 地域 太陽光発電更新)

大規模改修 (ZEB化なし)					ZEB化改修方針							
部位	主な仕様		BPI /BEI	工事費 (千円)	技術	部位	主な仕様		一次エネルギー消費量 (MJ/m ²)		BPI /BEI	工事費 (千円)
									基準値	設計値		
外皮	外壁	更新無し	1.38	0	パツシブ	外皮	外壁	西側壁内側に硬質ウレタンフォーム25mm追加	420.0	411.0	1.00	68,834
	屋根	更新無し					グラスウール100mm追加					
	窓	更新無し					アルミサッシ、断熱真空ガラス(熱貫流率1.0W/m ² K)					
	遮蔽・遮熱	更新無し					更新無し					
	その他	更新無し					更新無し					
空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、エアコンを選定	1.16	133,648	アクティブ	空調	熱源	最大空調負荷に換気負荷を見込み、高効率の寒冷地仕様エアコンを選定	491.9	266.9	0.55	61,690
	システム	個別分散方式					システム	個別分散方式				
換気	機器	一般室は壁掛換気扇、トイレは天井扇を設置、30m ³ /h・人で計算	0.12	8,331	アクティブ	換気	機器	空調対象室は全熱交換換気扇(高効率モーター)、トイレは天井扇を設置、30m ³ /h・人で計算	23.2	2.6	0.12	30,680
	システム	更新無し					システム	全熱交換換気：CO2制御、トイレ：人感センサ				
照明	機器	LED化	0.29	14,943	アクティブ	照明	機器	LED化	271.2	78.2	0.29	17,367
	システム	トイレ：人感センサ					システム	教室：照度センサ、トイレ、階段、廊下：人感センサ				
給湯	機器	更新無し	1.13	0	アクティブ	給湯	機器	更新無し	2.4	2.7	1.13	0
	システム	更新無し					システム	更新無し				
昇降機		-	-	0		昇降機		-	0.0	0.0	-	0
その他技術	機器	-	-	0	その他技術	機器	-	-	-	-	-	0
	システム	-	-	0		システム	-	-	-	-	-	-
BEMS	システム	-	-	0	BEMS	システム	BEMS導入	-	-	-	-	6,780
合計①			0.83	156,922	合計①			788.7	350.3	0.45	185,351	
効率化	コジェネ	-	-	0	効率化	コジェネ	-	-	-	-	-	0
	再エネ	更新無し(太陽光発電設備20kW)	-0.11	0		再エネ	太陽光発電設備30kWへ更新	-	127.0	-0.16	47,502	
	蓄電池	-	-	0		蓄電池	-	-	-	-	-	0
合計②			-	0	合計②			-	127.0	-	47,502	
合計①+②			0.72	156,922	合計①+②			788.7	223.3	0.29	232,853	

※工事費にZEB化改修の検討に係る費用は含まれていないため、費用対効果に記載された費用と一致しない。

2-2 ZEB 化改修の効果

(5) CO₂削減効果、省エネ効果

ZEB はエネルギー消費量を大幅に削減することで、エネルギー起源の CO₂ 排出量も削減する。

表 64 の排出係数を用いた。電気の排出係数は、東北電力 2021 年度の基礎排出係数を用いた。

表 64 発熱量と排出係数

種類	発熱量		排出係数	
電気	9.76	MJ/kWh	0.496	kgCO ₂ /kWh
LPG	50.80	MJ/kg	3.000	kgCO ₂ /kg
灯油	36.70	MJ/L	2.490	kgCO ₂ /L

A高校の例を表 65～表 70 に示す。

基本的に寒い地域は暖房に多くのエネルギー使用量が使っていて、暖房の高効率化により、高い省エネ率、CO₂削減率を示す。A高校の太陽光発電なしの CO₂削減率は 3 地域で 32%、4 地域 30%、5 地域 26% となった。太陽光発電ありの場合は 3 地域で 46%、4 地域 43%、5 地域 40%となった。

A高校は、ZEB を達成しても CO₂排出量が半減していない。現状の建物の冷房を行っていない部屋があるため、あまりエネルギーを使っておらず、BEI が 0.74 と低いことが原因である。

表 65 省エネ量、省エネ率、CO₂削減量、CO₂削減率(A高校、3 地域、太陽光なし)

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	198,460	300,880	215,220
	LPG	kg/年	339	339	281
	灯油	L/年	23,609	0	0
一次エネルギー消費量		GJ/年	2,821	2,954	2,115
一次エネルギー消費削減量		円/kW	-	-133	706
一次エネルギー消費削減率		%	-	-5	25
CO ₂ 排出量		tCO ₂ /年	158	150	108
CO ₂ 排出削減量		tCO ₂ /年	-	8	51
CO ₂ 排出削減率		%	-	5	32

表 66 省エネ量、省エネ率、CO₂削減量、CO₂削減率(A高校、3 地域、太陽光あり)

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	198,460	300,880	171,720
	LPG	kg/年	339	339	281
	灯油	L/年	23,609	0	0
一次エネルギー消費量		GJ/年	2,821	2,954	1,690
一次エネルギー消費削減量		円/kW	-	-133	1,130
一次エネルギー消費削減率		%	-	-5	40
CO ₂ 排出量		tCO ₂ /年	158	150	86
CO ₂ 排出削減量		tCO ₂ /年	-	8	72
CO ₂ 排出削減率		%	-	5	46

表 67 省エネ量、省エネ率、CO₂削減量、CO₂削減率(A高校、4 地域、太陽光なし)

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	208,950	309,650	217,450
	LPG	kg/年	331	331	274
	灯油	L/年	20,242	0	0
一次エネルギー消費量		GJ/年	2,799	3,039	2,136
一次エネルギー消費削減量		円/kW	-	-240	663
一次エネルギー消費削減率		%	-	-9	24
CO ₂ 排出量		tCO ₂ /年	155	155	109
CO ₂ 排出削減量		tCO ₂ /年	-	0	46
CO ₂ 排出削減率		%	-	0	30

表 68 省エネ量、省エネ率、CO₂削減量、CO₂削減率(A高校、4 地域、太陽光あり)

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	208,950	309,650	176,830
	LPG	kg/年	331	331	274
	灯油	L/年	20,242	0	0
一次エネルギー消費量		GJ/年	2,799	3,039	1,740
一次エネルギー消費削減量		円/kW	-	-240	1,059
一次エネルギー消費削減率		%	-	-9	38
CO ₂ 排出量		tCO ₂ /年	155	155	89
CO ₂ 排出削減量		tCO ₂ /年	-	0	67
CO ₂ 排出削減率		%	-	0	43

表 69 省エネ量、省エネ率、CO₂削減量、CO₂削減率(A高校、5 地域、太陽光なし)

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	221,800	317,600	216,530
	LPG	kg/年	313	313	259
	灯油	L/年	14,483	0	0
一次エネルギー消費量		GJ/年	2,712	3,116	2,127
一次エネルギー消費削減量		円/kW	-	-403	586
一次エネルギー消費削減率		%	-	-15	22
CO ₂ 排出量		tCO ₂ /年	147	158	108
CO ₂ 排出削減量		tCO ₂ /年	-	-11	39
CO ₂ 排出削減率		%	-	-8	26

表 70 省エネ量、省エネ率、CO₂削減量、CO₂削減率(A高校、5 地域、太陽光あり)

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	221,800	317,600	176,430
	LPG	kg/年	313	313	259
	灯油	L/年	14,483	0	0
一次エネルギー消費量		GJ/年	2,712	3,116	1,735
一次エネルギー消費削減量		円/kW	-	-403	977
一次エネルギー消費削減率		%	-	-15	36
CO ₂ 排出量		tCO ₂ /年	147	158	88
CO ₂ 排出削減量		tCO ₂ /年	-	-11	59
CO ₂ 排出削減率		%	-	-8	40

B事務所の太陽光発電現状利用のCO₂削減率は3地域で42%、4地域39%、5地域40%となった。太陽光発電更新の場合は3地域で47%、4地域45%、5地域44%となった。

B事務所はZEBを達成することにより、40%～50%程度のCO₂排出量の削減を図ることができる。

表 71 省エネ量、省エネ率、CO₂削減量、CO₂削減率(B事務所、3地域、太陽光現状)

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	157,930	202,940	128,550
	LPG	kg/年	131	131	131
	灯油	L/年	13,170	0	0
一次エネルギー消費量		GJ/年	2,031	1,987	1,261
一次エネルギー消費削減量		円/kW	-	44	770
一次エネルギー消費削減率		%	-	2	38
CO ₂ 排出量		tCO ₂ /年	112	101	64
CO ₂ 排出削減量		tCO ₂ /年	-	10	47
CO ₂ 排出削減率		%	-	9	42

表 72 省エネ量、省エネ率、CO₂削減量、CO₂削減率(B事務所、3地域、太陽光更新)

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	157,930	202,940	117,800
	LPG	kg/年	131	131	131
	灯油	L/年	13,170	0	0
一次エネルギー消費量		GJ/年	2,031	1,987	1,156
一次エネルギー消費削減量		円/kW	-	44	875
一次エネルギー消費削減率		%	-	2	43
CO ₂ 排出量		tCO ₂ /年	112	101	59
CO ₂ 排出削減量		tCO ₂ /年	-	10	53
CO ₂ 排出削減率		%	-	9	47

表 73 省エネ量、省エネ率、CO₂削減量、CO₂削減率(B事務所、4 地域、太陽光現状)

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	160,450	206,240	130,670
	LPG	kg/年	127	127	127
	灯油	L/年	11,862	0	0
一次エネルギー消費量		GJ/年	2,008	2,019	1,282
一次エネルギー消費削減量		円/kW	-	-12	726
一次エネルギー消費削減率		%	-	-1	36
CO ₂ 排出量		tCO ₂ /年	110	103	65
CO ₂ 排出削減量		tCO ₂ /年	-	7	44
CO ₂ 排出削減率		%	-	6	40

表 74 省エネ量、省エネ率、CO₂削減量、CO₂削減率(B事務所、4 地域、太陽光更新)

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	160,450	206,240	120,380
	LPG	kg/年	127	127	127
	灯油	L/年	11,862	0	0
一次エネルギー消費量		GJ/年	2,008	2,019	1,181
一次エネルギー消費削減量		円/kW	-	-12	826
一次エネルギー消費削減率		%	-	-1	41
CO ₂ 排出量		tCO ₂ /年	110	103	60
CO ₂ 排出削減量		tCO ₂ /年	-	7	49
CO ₂ 排出削減率		%	-	6	45

表 75 省エネ量、省エネ率、CO₂削減量、CO₂削減率(B事務所、5地域、太陽光現状)

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	159,330	204,770	128,640
	LPG	kg/年	122	122	122
	灯油	L/年	10,724	0	0
一次エネルギー消費量		GJ/年	1,955	2,005	1,262
一次エネルギー消費削減量		円/kW	-	-50	693
一次エネルギー消費削減率		%	-	-3	35
CO ₂ 排出量		tCO ₂ /年	106	102	64
CO ₂ 排出削減量		tCO ₂ /年	-	4	42
CO ₂ 排出削減率		%	-	4	40

表 76 省エネ量、省エネ率、CO₂削減量、CO₂削減率(B事務所、5地域、太陽光更新)

内容	種類	単位	現状	大規模改修のみ	ZEB化改修
消費量	電気	kWh/年	159,330	204,770	118,490
	LPG	kg/年	122	122	122
	灯油	L/年	10,724	0	0
一次エネルギー消費量		GJ/年	1,955	2,005	1,163
一次エネルギー消費削減量		円/kW	-	-50	792
一次エネルギー消費削減率		%	-	-3	41
CO ₂ 排出量		tCO ₂ /年	106	102	59
CO ₂ 排出削減量		tCO ₂ /年	-	4	47
CO ₂ 排出削減率		%	-	4	44

(6) 副次的効果

本事業で ZEB 化改修の検討を行った施設の副次的効果を表 77 に整理する。

表 77 ZEB 化による副次効果

副次的効果		内容
光熱水費の安定		外部からのエネルギー購入量が減るため、年間の光熱水費が安定する。
室内環境の向上	冷房環境	冷房を行っていない部屋に冷房を導入し、熱中症対策を図る(地球温暖化適応策)。
	温熱環境	断熱と最適空調負荷計算に沿った空調機の導入及びデフロストが少ない寒冷地仕様エアコンを採用することで、室内温熱環境が安定する。
	湿度環境	全熱交換換気の採用により、室内湿度が安定し、快適性が高まる。
	防音性能	真空ガラスは防音性能に優れる。
	空気質	一人あたり 30 m ³ /時間の換気量を確保している。また、CO ₂ 濃度センサで CO ₂ 量を監視している。CO ₂ 濃度安定するため、作業効率が向上する。
BCP 対策	故障対応	各部屋パッケージエアコンを導入することで、1 台の室外機が壊れても、別の部屋で執務が可能である。
	災害時の対策	施設が稼働に必要なエネルギー量を低減しているため、太陽光発電の自立運転、蓄電池の導入により長時間の施設稼働が可能になる。

外部からのエネルギー購入量が減るため、年間の光熱水費が安定する。

室内環境の向上は、冷房環境、温熱環境、湿度環境、防音性能、空気質の向上が挙げられる。

冷房環境では、熱中症対策として冷房導入を図る。図 12 と図 13 に年最高気温と日最高気温が 30℃以上の日数のデータを示す。どちらも増加傾向にあり、冷房のない部屋では、熱中症の危険性が高まる。ZEB 化改修では、現在暖房を行っている部屋はすべて冷房可能にするように設備を選定している。

温熱環境は、断熱と最適空調負荷計算に沿った空調機の導入及びデフロストが少ない寒冷地仕様エアコンを採用することで、室内温熱環境が安定し、快適性が高まる。

湿度環境は、全熱交換換気の採用により、室内湿度が安定し、快適性が高まる。

防音性能は、断熱真空ガラスを採用することで、開口部の防音性能が高まる。

空気質は、一人あたり 30 m³/時間の換気量を確保し、さらに CO₂濃度センサで CO₂量を監視して、室内の CO₂濃度の最適化を図ることができる。室内空気質のための必要換気量(換気設備委員会・室内空気質小委員会、公益社団法人 空気調和・衛生工学会 2016)では、CO₂濃度が 1000 ppm を超えると倦怠感、頭痛、耳鳴り、息苦しさ等の症状が増加することや、疲労度が著しく上昇することが示されている。教室の学習環境と学習効果に関する研究(第 9 報)CO₂濃度変化及び温熱環境が作業性と整理心理量に及ぼす影響(三村凌央、近本智行 2018)では、CO₂濃度の上昇とともに、作業効率が低下することが示されている。室内の CO₂濃度を適切に保つことは、作業効率、学習効率の向上に繋がる。

BCP 対策としては、各部屋パッケージエアコンを導入することで、1 台の室外機が壊れても、別の部屋で執務が可能である。また A 高校は 1 教室に 2 台のエアコンを導入することで、1 台が壊れても、空調ができる仕様になっている。

災害時の対策 施設が稼働に必要なエネルギー量を低減しているため、太陽光発電の自立運転、蓄電池の導入により長時間の施設稼働が可能となる。ただし、今回の金額見積もりでは太陽光発電の自立運転、蓄電池

の費用は見込んでいない。別途費用計上が必要である。

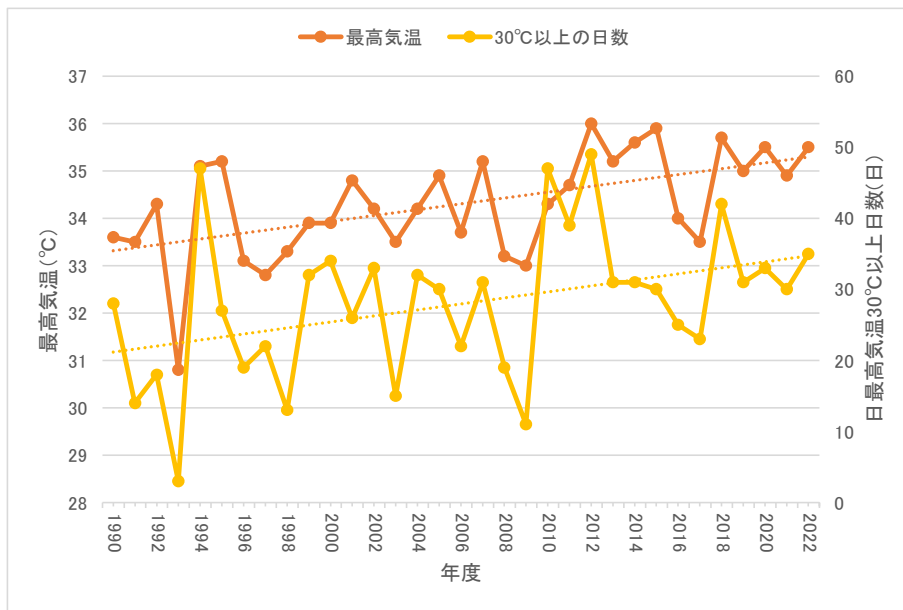


図 12 年最高気温、日最高気温が 30°C以上の日数(A高校所在地)

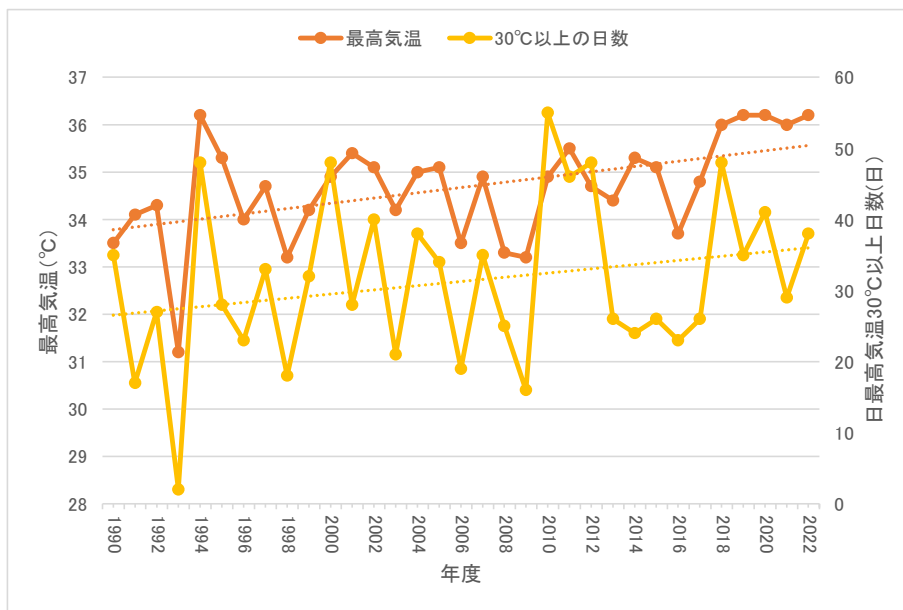


図 13 年最高気温、日最高気温が 30°C以上の日数(B事務所所在地)

用語集

建物に採用する省エネルギー技術のイメージを下图に示す。

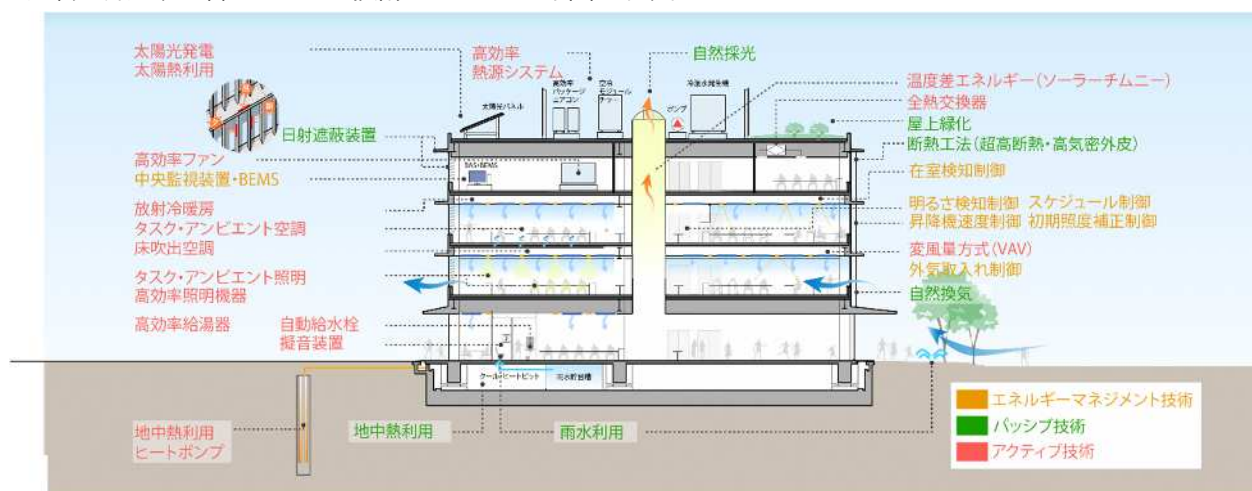


図.省エネルギー技術の導入イメージ

【あ】

アースチューブ

地中約 1.5m 以下における土の温度は、年間を通してほぼ一定の温度（その土地の年平均外気温にほぼ同じ）を示す。この土の恒温性（冬期は外気温より暖かく、夏期は外気温より冷たい）を利用して、地中埋設のパイプ内に外気を導入し、通過に伴い、外気を冬は暖め、夏は冷やす仕組みをいう。取り入れ外気処理負荷の低減に効果がある。クールチューブ、ヒートチューブとも呼ばれる。

明るさ検知制御 ※1

センサー等の検知機器により、室内の明るさの変動を検知し、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自動制御システム。

アクティブ技術 ※2

高効率な省エネルギー設備を導入するとともに未利用エネルギー（地下水、河川水の熱源等）を活用し、エネルギー消費量を最小限とする技術。

【い】

一次エネルギー

基本的に自然界に存在するままの形でエネルギー源として利用されているもので、石油・石炭・天然ガスなどの化石燃料、原子力の燃料であるウラン、水力・太陽・地熱などの自然エネルギーなど自然から直接得られるエネルギーのことをいう。これに対し、電気・ガソリン・都市ガスなど、一次エネルギーを変換や加工して得られるエネルギーのことを二次エネルギーという。

インバータ

直流電力を交流電力に変える逆変換装置で、一般には半導体を用いた静止型装置。最近、変风量方式(VAV)、変流量方式(VWV)などで、インバータ駆動誘導電動機（インバータ装置による任

意の可変速周波数電源で運転、制御することによって可変速制御を行うことができるかご型誘導電動機）が多く用いられている。また、照明設備においてはちらつきの防止、効率改善など、エアコンでは低負荷時の効率改善に寄与することから普及が進んでいる。

【う】

雨水利用

主に建物の屋根に降った雨水を集水、貯留し、便器洗浄水や植栽散水に用いることにより、上水の使用量を削減し、都市域の洪水調整や下水道への負荷軽減を図ること。雨水貯水槽は、死水のできないような構造をとることが要求される。濾過は砂濾過程程度の簡単な方式とすることが多い。

【え】

エアフローウィンドウ

室内の余剰空気（空調還気）を、ブラインドを内蔵した二重ガラス内に通し、上部から排気する構造としたペリメータレス空調システムの一つ。高い断熱性能と日射遮蔽性能を備えている。

エネルギー原単位

エネルギー効率を表す値。単位量の製品や額を生産するのに必要な電力・熱（燃料）などエネルギー消費量の総量のこと。一般に、省エネルギーの進捗状況をみる指標として使用される。

エネルギーマネジメント技術 ※2

ZEB を長く適切に運用するために、無駄なくエネルギーを使う技術のこと。BEMS の活用等によるエネルギーの見える化や、各設備の最適なチューニング、効率的な運転等が求められる、それらを継続的に計画・実行・評価・改善する運用体制の構築が必要。

エネルギー消費性能計算プログラム (WEB プログラム) ※2

国立研究開発法人建築研究所が公表している建築物のエネルギー消費性能を計算するプログラムデータ。地域や住宅・非住宅の建て方、床面積、日射地域分などの基本情報に外皮や暖房などの情報を組み合わせて設計一次エネルギー消費量、基準一次エネルギー消費量を計算する。

[お]

屋上緑化

建築物の断熱性や景観の向上などを目的として、屋根や屋上に植物を植え緑化することである。メリットとして、植物による空気清浄、ヒートアイランド現象の緩和、緑化土壌の雨水貯蓄効果による都市型洪水防止などの効果が挙げられる。屋根の温度上昇や放熱防止により冷暖房の使用を控えることで省エネルギー効果も期待できるといわれている。

温度差エネルギー

年間を通じて温度変化の少ない河川水や海水、地下水、中水、下水などと外気との温度差（夏は外気よりも冷たく、冬は外気よりも暖かい）や大気中の温度差を利用してヒートポンプの原理（液体が気化するとき、まわりの熱を奪い、これと逆に気体が凝縮して液化するときには、熱が発生するという性質を利用する）などを用いて、冷暖房、給湯などを行う技術であり、未利用エネルギー（今まであまり利用されてこなかった熱の利用）として今後の可能性が期待されている。

[か]

カーボンオフセット

人間の経済活動や生活などを通して排出されたCO₂などの温室効果ガスを、何らかの方法で相殺し、CO₂の排出を実質ゼロに近づけようという考え方や活動の総称である。方法としては、植林などによりCO₂を固定化する直接的な方法や、潜在的にCO₂を多く排出する途上国の設備を先進国の削減技術を用いて改良し、排出するCO₂の量を減らす間接的な方法がある。

カーボンニュートラル

植物由来燃料・原料の燃焼・分解に伴って排出されるCO₂の量を基準(排出量)にし、元となる植物が成長過程で吸収したCO₂の量(吸収量)が排出されるCO₂と同じ量であるという概念。

外気冷房

OA 機器の増加にともなって、室内発熱が大きくなり、年間を通して冷房の必要な建物が増えてきている。冬期および中間期などに、低温の外気を建物内に導入して冷房を行うことを、外気冷房という。冷凍機などによらず、エネルギーコストがかからないことから、フリークーリングともいう。

外調機

外気処理用の空気調和機のことを指す。空調利用時の換気のため外気を取り込む際、空調システムの制御系に外乱を生じたり、空調機や冷却・加熱装置へ負荷を与えたりすることから、これ

らを防ぐためにあらかじめ外調機にて外気の温度や湿度などをコントロールする。

[き]

機械設備

建築設備のうち、空調、換気、給排水設備などを総称する言葉。電気設備と対比して使用される。

基準一次エネルギー消費量 ※2

設備毎、地域毎、室用途毎により定められる基準となる標準的な一次エネルギー消費量のこと。

吸収冷凍機 (吸収式冷凍機)

吸収冷凍サイクルにより冷水などをつくる装置。加熱方法として温水加熱、蒸気加熱および燃料（都市ガス、LP ガス、石油など）の直焚きがあり、サイクルとして単効用（一重効用ともいう）と二重効用に分かれる。空調用としては、水を冷媒、臭化リチウムを吸収剤とする組合せ、低温用（ブライン冷却）として冷媒にアンモニア、吸収剤に水の組合せがある。

[く]

躯体蓄熱

建物の躯体自体を蓄熱体として用いる蓄熱方式。コンクリートの熱容量の特性を活かし、床スラブや梁を利用して蓄熱する。蓄熱槽を設けることなく、夜間電力を用いた電力の平準化や電力コスト削減を達成することができる。

[か]

建築物エネルギー消費基準 ※2

建築物に設ける空調（暖冷房）・換気・照明・給湯・昇降機（エレベータ）において、標準的な使用条件のもとで使用されるエネルギー消費量をもとに表される建築物の性能の基準。

[こ]

コアング効果

壁面や天井面に接近して吹出された気流は、その面に吸い寄せられて付着して流れる傾向を持つことをいう。この場合、片側のみ拡散するので自由噴流に比べて速度の減衰が小さく、到達距離が大きくなる。

コージェネレーションシステム

単一の燃料エネルギー（ガス・重油・灯油または軽油）から2つの有効なエネルギー（電力と熱）を連続的に得ることができるシステムであり、熱電供給（併給）システムとも呼ばれる。一次エネルギーのうち、質の高い高温熱エネルギーを電気エネルギー発生に利用し、質の低下した低温熱エネルギーを給湯、冷暖房に用いるシステムで、総合効率が70～80%前後に達する。

氷蓄熱システム

氷の状態で冷熱を蓄熱する装置を持った空調システム。氷の持つ水 \leftrightarrow 氷の相変化による融解熱を利用することにより、より高密度の蓄熱が可能となり、蓄熱槽本体の小型化、その他のメリットが期待できる。氷蓄熱方式ともいう。

コールドドラフト

冷気の下降気流を指し、空調機出口からの低温吹き出しにより冷感を引き起こす要因となる。また、冬季に外気に接する外壁や窓ガラス面で冷却された室内空気が起こす下降気流のことも指す。

個別分散方式空調

パッケージエアコンやビルマルチエアコンなどが個別分散方式に該当し、各々の機器単体で運転制御が可能な空調設備である。熱源が分散配置されることから個別分散空調と呼ばれる。

コミッションング

竣工時に設計段階で意図された性能が実際の建築物で確保されているかどうかを検証するための一連の試運転、調整、検査の実施と記録の作成、運転指導、各種報告書、竣工図、運転管理マニュアルの提出などの行為をいう。

[さ]

再生可能エネルギー

化石エネルギーと異なり基本的に枯渇しない、もしくは枯渇するには無限に等しい時間を要する自然エネルギーを指す。資源を枯渇させずに利用可能であるため、化石燃料などの代替、地球温暖化の緩和策、新たな利点を有するエネルギー源などとして、利用が活発化している。具体的には水力、地熱、太陽光、太陽熱、風力、波力、潮力、海洋温度差などがある。

在室検知制御 ※1

人感センサーにより、人の在・不在を感知し、在室時には点灯、不在時には消灯もしくは調光により減光する自動制御システムをいう。手動スイッチによる局所的な点滅・調光は対象としない。

[し]

省エネルギー

エネルギーの合理化、効率化を図ったり無駄を省いたりすることで節約し、エネルギーの消費を減らすこと、あるいはそうした運動をさす概念。

小規模水力発電

再生可能エネルギーのひとつで、河川や水路に設置した水車などを用いてタービンを回し発電する。水が流れ落ちる力を利用して発電する方式のうち、大量に水を落とすダムや揚水発電とは異なり、溪流や河川、上下水道、農業用水などを使用した出力10,000kW未満の小規模なもの。

初期照度補正制御 ※1

照明器具に調光装置やセンサーを用いることで、点灯時間に応じて明るさを変化させ、ランプ寿命まで常に一定の明るさを保つ方式。

新エネルギー

石油・石炭・原子力・天然ガス・水力などの従来広く使われていたエネルギー以外の、新規開発エネルギーを指す。具体的には、石炭の液化やガス化、太陽エネルギー（熱・光発電）、深部地熱エネルギー、風力、雪氷熱、バイオマスなどがある。

[す]

水素化社会

水素社会（もしくは水素化社会、水素エネルギー社会）とは、水素を主要なエネルギー源に転換し、使用する社会のこと。水素（化）社会の実現には、燃料電池・水素利用技術の開発と実用化、経済性の向上、および関連インフラの整備などが必要である。水素は、使用・消費段階ではゼロエミッションのエネルギー源であり、地球温暖化問題や大気汚染問題の解決に資するものである。また、水素は、化石燃料・水・バイオマスなど様々な物質から製造が可能のため、エネルギー源の多様化や分散型エネルギーシステムの構築も可能とするとされる。ただし、水素の製造過程にはエネルギーが必要で、二酸化炭素をまったく排出しない水素社会の実現のためには、再生可能エネルギーなどからの水素の製造が必須となる。

スケジュール制御

機器を自動運転するために、あらかじめ登録された時刻で発停するためのプログラム。前日の運転状況によって設定時刻を変える機能を有するのが普通である。BEMSの基本機能の一つである。タイムスケジュール制御と同義。

[せ]

成績係数 (COP) Coefficient of Performance

冷凍容量または加熱量 Q (kW) と、それを得るために冷凍機またはヒートポンプに与えたエネルギー量 Q_i (kW) との比 (Q/Q_i) で示される無次元数。動作係数または COP (シーオーピー) ともいう。

設計一次エネルギー消費量 ※2

実際の建築物の設計仕様条件を基に算定した一次エネルギー消費量のこと。

雪氷熱利用

冬期に降り積もった雪や凍結した氷などを、冷熱を必要とする季節まで保管し、冷熱源として冷気や溶けた冷水をビルの冷房や、農作物の冷蔵などに利用すること。

セントラル方式空調

機械室もしくは屋上などに熱源を集中設置し、各居室にある空気調和機に供給して空調する方式。熱源、クーリングタワー、空気調和機などを建物に合わせた最適な組み合わせとし、これらすべての機器を一元的に制御することができる。熱源には、ターボ冷凍機、吸収式冷凍機、チリングユニット、ボイラなどを設置する。(→→→個別分散方式空調)

潜熱顕熱分離空調

従来の空調方式では、冷房時に室内湿度を一定に維持するには、除湿のために過冷却→再熱のプロセスが必要となる場合が多く、エネルギーの無駄が生じていた。潜熱顕熱分離空調は、潜熱(主に外気負荷に由来)と顕熱(室内負荷に由来)を分けて、別々のプロセスで処理する空調システム。

全熱交換器

排気の持っている有効なエネルギーを換気のために導入する新鮮外気により回収し、伝達するための熱交換器。交換効率は60~80%程度である。夏期は、高温多湿の外気と空調された室内からの排気を全熱交換器に通すと、外気はこの排気で間接的に冷却減湿され、室内の空気により近づいた状態で取り込まれる。冬期には夏期と逆に加熱加湿されるため、外気負荷の大幅な低減となる。

[た]

台数制御

熱源機器や冷水ポンプなどを複数台設置して、負荷に応じて運転台数を調整する制御方式。低負荷時の省エネルギーに有効である。

太陽光発電

自然エネルギーを利用した発電方式のうち、太陽光を利用した発電方式を、太陽光発電という。太陽エネルギーの利用には、熱を利用する温水器のシステムと、太陽電池を使い、太陽光を電気に変換して利用する太陽光発電があり、これらは区別して理解する必要がある。

タスク・アンビエント

室内において、タスクはデスク周辺などの限定された範囲のことを指し、アンビエントは室内全体を指す。照明や空調などを、タスク空間では個別調整を可能なように設計し、アンビエント空間では設定を緩和させて設計することにより、快適環境と省エネルギーを両立させる設計思想である。

タスク・アンビエント空調

パーソナル空調と省エネルギーを両立させるシステムとして、室内空間の空調を全体空調(アンビエント空調)による均一な空調と部分空調(タスク空調)による各個人の好みの空調の合成によって、つくる考えである。

タスク・アンビエント照明

室内全体に規則正しく照明器具を配置して均一な明るさをとる「全般照明」に対し、「タスク照明」は作業に必要な手元のみを照らす。タスク・アンビエント照明は、タスク(task:作業)とアンビエント(ambient:周囲)2つの照明設備を用意し、作業面の明るさを十分に確保しながらベース照明の照度レベルを低く設定することで、無駄なく(省エネルギーに)快適な視環境を実現できる。

建物緑化

建物に関する植栽利用を総称したもの。緑化を行う対象として、屋上、壁面など建物の外表面およびバルコニーもしくはアトリウムや室内など建物の内部空間、中庭、ビル前緑などの敷地面が考えられる。緑にはアメニティーの向上や微気象緩和など、さまざまな効用がある。冷房負荷の削減には、外壁にツタなどをはわせての西日の遮断や、屋上緑化により日射熱の侵入を防ぐ方法が有効である。

ダブルスキンシステム

ファサード全体に吹き抜け状の空気層を設けて、一気に排気するペリメータレス空調システムの一つ。外壁全体を二重サッシにするため、結果的にガラスカーテンウォールのファサードにすることが多い。大がかりなシステムであるだけに、イニシャルコストが高く、きめ細かく温熱環境を制御するのが難しい。

断熱工法

断熱材、空隙などを用いて建物構造の断熱化を図り、熱の流入・流出を制御しようとする方法およびそのシステム。広義には気密化工法、防露工法を含む場合もある。建物構造・施工部位・施工条件などの状況と要求に応じて、さまざまな材種と方式がある。工法は構造躯体と断熱層との位置関係(外断熱、内断熱)、断熱材の施工方法(内付け、外付け、充填)や施工方法(貼付、吹付、はめ込み、押込み、発泡など)によって分類される。

断熱サッシ

特に断熱性能・防露性能に配慮して設計・製造されたサッシ。複層ガラスの使用、サッシの多重化(2重窓、3重窓)、枠の断熱化(熱絶縁)、樹脂材料の使用、省エネルギーフィルムの付加、断熱戸(断熱雨戸、断熱内戸)の付加などにより、一般サッシに比較して窓面から逃げる熱量を大幅に減少させることが可能になる。

[ち]

地下水熱利用ヒートポンプ ※3

熱源となる地下水は、年間を通して温度がほぼ一定であるため、外気温度に左右されずに安定した出力が得られる。また、地下水温度は外気温度より夏は低く、冬は高いため、冷房または暖房を行う際には外気を用いる空冷式よりも有利となる。

地下水の利用については、地盤沈下や湧水が問題となり取水制限する自治体もある。また、地域・地形によって地下水を十分確保できないケースや、季節によって井戸が湧水になるような地域もある。さらに、地下水の水質によっては、装置や配管などの腐食が問題となるため、地下水の利用には十分な調査が必要となる。

蓄熱

外界から獲得した自然エネルギーや建物内で発生させた熱などを、エネルギー供給量が減少する場合（たとえば、太陽熱が得られない夜間や曇天日）、熱負荷が急増する場合（夏季の電力など）に備え、逆に負荷が減少する場合の需要を確保する（夜間電力による貯湯など）ことを目的として蓄える手法。時間的な負荷変動の平準化を通して、エネルギー供給側の設備規模縮小、熱利用側の効率改善などを実現する。

蓄熱システム

空調設備の熱源システムの一手法をいう。冷熱または温熱をあらかじめ蓄え、冷却または加熱が必要なときに随時これらを取り出して使用するためのシステム。設備容量の低減が図れること、安定した運転ができること、安価な夜間電力を利用して経済的な運転ができることなどが主なメリットである。また、都市の電力需給状態の改善（電力負荷平準化）に貢献できるなどのメリットもある。蓄熱物質としては、水・氷・煉瓦・砂・化学物質などがある。（→→蓄熱、氷蓄熱システム）

地中熱利用ヒートポンプ

深さ 20～100m の地中熱エネルギーを暖房の際の熱源、冷房の際の放熱先として利用した冷暖房・給湯システム。地中温度は外気温と比較すると安定しており、夏は低く、冬は高いため、ヒートポンプによる夏季の冷房の放熱源や、冬季の暖房の採熱源として利用することで年間を通じて高効率運転が可能となる。安定した温度を持つ地下の熱を利用するヒートポンプシステムであり、ボイラや空冷ヒートポンプに比べて省エネルギーとなるため、再生可能エネルギーとして注目される技術の一つ。

地熱発電

自然が有する地下の熱源（熱水、高温蒸気）を利用し、発電する方法。新工法による新エネルギーのひとつであり、再生可能エネルギーの一つとして、注目されている。

中間期

冷房の夏期、暖房の冬期の中間に当たる春秋期のことで、通常冷暖房の不要期間を指す。たとえば、東京地区では4月・5月、10月・11月頃がこれに入る。

昼光利用

直射日光、天空光、地面や建物などからの反射光を有効に用いて照度を確保すること。効果的な利用のためには、窓際照明の自動点滅制御（連続調光システムの採用が望ましい）、ブラインド制御、ライトシェルフなどの手法をシステムチックに利用する必要がある。

チューニング ※4

建物は竣工時、試運転調整がおこなわれ施主に引き渡されますが、このときの調整は設計条件によるピーク負荷を想定したもので設定されています。たとえば、外気量は最大人員を想定した必要外気量、空調風量は真夏のピーク冷房負荷に見合った送風量などです。多くの建物では竣工時の調整のままでも運転されているのではないのでしょうか。言い換えれば《おまかせ調整》による運転です。建物の持つ特性は個々により違っています。これらの特性は竣工後、運用管理され使い込まれているうちに徐々に明らかになってきます。

実際の使用人員、OA 機器による室内発熱など現実のビルの特性を把握することにより、無駄のない調整・運転が見えてきます。建物の特性を把握し、これに合わせて自分たちに使いやすいように設備機器・システムを《自前調整》することが必要です。

省エネを主体とした自前調整「省エネチューニング」が建物の運用・管理に求められています。

[つ]

通風・換気設計

建物内における熱と湿気の移動手段として外界の風、暖房・日射などにより生じる上昇気流（煙突効果）やファンなど機械換気を積極的に利用しようとする設計的配慮とその手法。室内の必要換気量確保のみでなく、換気による室内や構造体内部からの排熱と排湿を意図した設計や工法が近年増えており、住宅用として小屋裏換気用の棟換気口や、全開型サッシ、ジャロジー、オーニングなどの換気用開口部材も登場している。また、住宅構造の気密化に伴って、住宅でも計画的な換気設計の必要性が増しており、換気設備と建築設計との協調が課題となっている。

[て]

定風量方式 (CAV) Constant Air Volume System

空調設備における空気搬送方式の一つで、定風量で空気を供給循環する方式のこと。対象室またはゾーンへの給気量は、その室またはゾーンの最大負荷をまかなう空気量を送風し、常時定風量で循環する。負荷変動に対しては、給気温度を変動させて対応する。

定流量方式 (CWV) Constant Water Volume System

定流量の水搬送方式のこと。中小規模の建物に用いられている一般的な方式。

デシカント空調機

デシカント (Desiccant) とは、乾燥剤または除湿剤の意味である。デシカント空調システムでは乾燥剤により空気中の水分を直接除去する。しかる後に顕熱のみを所要レベルに低下させる。つまり、在来方式では除湿のためには空気を潜熱・顕熱の一体処理するのに対し、デシカント方式では潜熱と顕熱とを分離処理して、省エネルギー効果や数々のメリットを享受できる。

デフロスト(霜取り)

冷凍装置の蒸発器で空気を 0°C 以下まで冷却すると、空気中の水分が蒸発器の表面に凝結して氷結し、霜付きが生じフィンが目詰りする。この霜を取ることをデフロストという。霜の溶かし方によりオフサイクル式、ホットガス式、温水散布式、電気ヒータ式がある。また、制御方式としてはタイマ方式とデマンド式がある。冬期運転中に熱交換器に霜が蓄積すると暖房能力が低下するので、デフロスト(除霜)モードになり、暖房時であっても冷感を感じさせる要因となる。

デマンド監視

デマンドとは、電力需要家の使用電力(需用電力)のことを指す。デマンド監視は、デマンド値がユーザーの設定値を超えないよう常時監視し、設定値を超えるデマンドの発生が予測された場合、警報やメールでユーザーに知らせる。監視に加えデマンド制御も行う場合は、機器の自動制御により電力使用量を自動的に抑制する。デマンド値をコントロールすることにより、最大使用電力を抑制し、電気料金、特に基本料金の低減につながる。

デマンド制御

電気の変電設備などで、一定の値(契約電力量など)を超えないように、事前に予測を行い、不要な電力、緊急でない電力消費、著しいピーク発生などを抑える制御方式。地域冷暖房の利用などにおいても同様の方式が考慮される。

[と]

トップランナー方式

省エネルギー法で指定する特定機器の省エネルギー性能向上を促す目標基準、または省エネルギー目標基準の設定方法を指す。1999年の省エネルギー法改正により、民生・運輸部門の省エネルギーの主要な施策の一つとして導入されている。

[な]

ナイトパージ

外気冷房の一つの形として、夜間の気温の低下を利用し、夜間に低温の外気を積極的に取り入れ構造体に冷熱を蓄熱し、日中の冷房負荷(特に立ち上がり時の負荷)を低減する方法。一般的には、昼夜の温度差の大きい大陸型の気候地域で有効である。気温の日較差の小さいところではあまり効果がなく、さらに換

気に伴う搬送動力の増加によって省エネルギーとならない場合もあるので、その採用に当たっては十分な検討が必要である。

[に]

日射遮蔽係数

部位を通り抜けて室内に侵入する日射熱量を、3mmの普通板ガラスをベースとして規準化した値。冷房負荷の削減効果を表す指標として用いられる。

日射遮蔽装置

窓の内外に設置して室内に侵入する日射を遮ったり、調節したりする装置のこと。強い日射による室内の過熱や眩しさを防止し、快適な環境形成に役立つ。布日除け、ルーバー庇、フィン、ブラインドおよびスクリーンシャッターなどがあり、多くの場合、太陽光線の角度の変化や居住上の要求に応じて調節する機構を持つ。

[ね]

熱貫流率

壁や天井などの建物部位単位の熱の伝わりやすさを示す値。なお、熱貫流抵抗Rはこの逆数である。

熱伝達率

建物部位表面とそれに接する周辺流体(主に空気)との間における熱の伝わりやすさを示す値。

熱伝導率

建築材料や断熱材の熱の伝わりやすさを表す物性値。

熱負荷

室内の温度および湿度をある一定値に上げ下げするために供給あるいは除去すべき熱量。温度だけのコントロールのために要求される熱量を顕熱負荷、湿度だけに対するそれ(加湿または除湿するのに必要な熱量)を潜熱負荷という。

[は]

バイオマス

もともと生物(bio)の量(mass)のことであるが、今日では再生可能な、生物由来の有機性エネルギーや資源(化石燃料は除く)をいうことが多い。

バイオマスエネルギー

バイオマスエネルギーとは、生物体を構成する有機物を利用するエネルギーであり、太陽エネルギーが植物により変換され生物体に蓄えられたもので、化石資源とは異なり、再生可能なエネルギーである。バイオマスエネルギーの利用方法は、直接燃焼、熱分解、部分酸化によるガス化、微生物を利用した発酵によるメタン、エタノール化および直接液化する方法などがある。エネルギー資源利用を前提としたバイオマスには、農産バイオマス、木質バイオマス、畜産バイオマス、水生バイオマス、栽培バイオマス、生活廃棄物バイオマスなどがある。

パッケージ型空調和機

比較的小型の事務所建物や業務用建物などに適用される空調ユニットで、水冷型と空冷型がある。

パッシブ技術 ※2

断熱、日射遮蔽、自然換気、昼光利用といった建築計画的な技術であり、周辺環境や室内環境を適正に保ち、建物の負荷を抑制します。その上で、光、風等の自然エネルギーを積極的に活用し、上手く制御するデザイン手法が求められている。エネルギー需要そのものを減らすことで、導入設備を小容量化し、運用時のコスト低減にもつながる。

搬送動力

空調設備で、熱源と空調対象空間との間における熱エネルギーの移動を行うためのポンプ、ファンなど熱媒搬送装置に要する動力。

[ひ]

ヒートポンプ

冷凍サイクルで蒸発器の吸熱作用を利用すれば「冷凍」であるが、凝縮器の放熱作用を利用すれば「加熱」となり、これをヒートポンプ加熱という。ヒートポンプ加熱は、蒸発器や被冷却物（熱源）から得た熱（冷凍能力）と冷媒の圧縮仕事に要したエネルギー（入力）を加えた凝縮熱が加熱能力（出力）となり、出力/入力の値は2~4程度となり、省エネルギー効果は大きい。

ヒートブリッジ（熱橋）

断熱層の欠落・不連続や熱伝導率の高い材の貫通により外皮の熱貫流率にムラが生じると、局所的な通過熱量の増大により表面温度の異なる部分が発生し、冬期には結露のおそれが増す。このような特異部を一般に熱橋と呼び、特に冷却効果を及ぼす場合を冷橋という。熱橋は、壁体の隅角部や壁と屋根の接合部など断面形状が一樣でないところ、特に熱の伝導経路が短く密集するところ、あるいは鉄骨やボルトなどの金属材料に生じやすい。

庇

夏季等の強い日差しが開口部から侵入することで建物の熱負荷が増大するため、庇を有効に設置することで、室内へ侵入す

る直射日光を抑制することができる。一方、冬季においては、積極的に太陽光を室内へ取り入れることで空調負荷の低減に繋がる。省エネルギーを考慮した有効な庇を設置するためには、季節によって太陽高度が異なることや、庇を設置する方位等を考慮して計画することが重要である。

[ふ]

ファンコイルユニット (FCU) Fan Coil Unit

冷・温水コイル、送風機、フィルタ、ケーシングから構成されており、冷水・温水の供給を受け冷暖房を行うユニット。

輻射熱

輻射は、熱の伝わる方法の一つであり、熱を持つ物質や物体が赤外線の形でエネルギーを放出することを指す。高い温度の物体ほど赤外線を強く放射し、輻射熱が大きくなる。

ブラインド

ブラインドを設置することで、日射熱取得量の調整を可能にする。エネルギー消費性能計算上、ブラインド等を設置したほうが有効となるため、建築工事で設置することが望ましい。

[へ]

壁面緑化

建築物の断熱性や景観向上などを目的として、建物の外壁に植物を植え緑化すること。環境への効果としては、植物による空気清浄、ヒートアイランド現象の緩和、緑化土壌の雨水貯蓄効果による都市型洪水防止などの効果が挙げられる。外壁の温度上昇や放熱防止により冷暖房の使用が控えられることで、省エネルギー効果も期待できるといわれている。(→→→屋上緑化)

変風量方式 (VAV) Variable Air Volume System

対象とする部屋における熱負荷の変化に対応して、送風量を増減する空調方式。

変流量方式 (VWV) Variable Water Volume System

熱負荷の変化に対し、冷温水温度を一定とし流量を変化させる方式。変流量方式は搬送動力が低減でき、省エネルギー上有利となる。

[ほ]

放射暖房

室内から外部へ逃げる熱を、室内に設置した加熱面からの主に放射熱によって補償する暖房方式。加熱面として床、天井、壁などの建築体そのものを用いるものや、高温放射板や赤外線加熱器を用いるものなどがある。輻射暖房ともいう。

[み]

水蓄熱

水を蓄熱材として使用した蓄熱で、空調用として最も普及した蓄熱システム。

未利用エネルギー

河川水・下水などの温度差エネルギーや工場の排熱など、今まで利用されていなかったエネルギーの総称である。生活排水や中水・下水の熱、清掃工場の排熱、超高压地中送電線からの排熱、変電所の排熱、河川水・海水の熱、工場の排熱、地下鉄や地下街の冷暖房排熱、雪氷熱などがある。

[も]

木質バイオマス

本来、木材など植物系の生体のことを意味する。植物は環境中の代表的温暖化ガスである二酸化炭素を吸収し成長するため、それを石炭、石油などの化石燃料の代替エネルギー源として用いれば、飛躍的に二酸化炭素発生量を減らすことができる。最近では、木質バイオマスのエネルギー源としての利用を促進するため、燃焼技術の開発、燃焼方法、ガス化などの研究が進められている。

木質ペレット

バイオマスエネルギーのひとつ。おがくずや木くず、製材廃材などの破砕物に圧力を加えて直径6~8mm程度の円筒状に成形固化して取り扱いや輸送性を高めた固形燃料のこと。木材を原料とするため大気中の二酸化炭素が光合成によって固定されたエネルギーで、燃焼させても地球上の二酸化炭素は実質的に増減しない（カーボンニュートラル）とみなせることから、広くは地球温暖化防止に有効である。

[や]

夜間放射

夜間は短波放射（日射）がなく、長波放射のみとなるが、地表面などに入射する長波放射は一般に地表面から出される長波放射より小さく、このため地表面が冷却する現象をいう。

屋根散水

屋根にスプリンクラーなどを設置し、水の蒸発潜熱で屋根からの熱取得を減少させる方法。工場や低層の大規模スーパーマーケットなど壁面積より屋根面積の大きい建物で特に効果がある。

[ゆ]

床吹出し空調

床吹出し空調は二重床の空間に空調用空気を供給（給気）し、床面設置の床吹出口から室内へ吹き出す。そして室内を空調した空気は天井裏空間を経由して空調機に還る空調方式。

融雪装置

積雪地において交通の安全の確保のために雪を融解させたり、水を流して排除したりするもので、車道、歩道、駐車場、鉄道路線などを対象に設けられる。温液コイル方式、電熱線方式、散水方式など各種のものがある。

雪冷房システム

北海道などの積雪地において、冬に降った雪を貯蔵しておき、夏期にその冷熱を利用して冷房を行うシステムのことを言います。冷房エネルギーとして自然の雪を活用し、温室効果ガスを排出することがないため、積雪地の建築物において有効な地球温暖化対策といえる。

[よ]

予熱

間欠暖房においては、室使用開始時刻までに室温を設定値まで上昇させるように早めに暖房を開始する。これを予熱、ウォーミングアップ、ウォームアップという。

予冷

間欠冷房においては、室使用開始時刻までに室温を設定値まで下降させるように、早めに冷房を開始する。これを予冷、ブルダウンという。通常、予熱時間に比べると予冷時間はごく短くてよい。

[ら]

ライトシェルフ

中庇。窓に中庇を設けることで、直射日光の遮蔽、窓の上部からは反射光を採り入れ、日射制御と昼光利用を両立させる。

ライフサイクルコスト Life Cycle Cost (LCC)

建物の建設から廃棄に至るまでの一生（ライフサイクル）を通じてかかるコストで、建設費に、運営をするためのコスト（エネルギー費、維持保守費など）、取り壊すためのコストを合わせたもの。建築ではともすれば建設段階までの費用（イニシャルコスト）を重視する傾向があるが、ライフサイクルコストは建設費の数倍から十数倍に及ぶこともある。なかでもエネルギー費は莫大なものにのほり、ライフサイクルコストの数十%を占める。LCCの面からも省エネルギーは大きな課題といえる。

ライフサイクル二酸化炭素

Life Cycle Carbon-dioxide (LCCO₂)

建築物などの生産・利用に関して、製造・使用・改修・廃棄のライフサイクルを通じて発生する二酸化炭素発生量。

[り]

リチウムイオン電池 (LiB 電池)

電解質中のリチウムイオンが電気伝導を担う蓄電池を指す。ニカド電池やニッケル水素電池と比較して、メモリー効果が小さく、エネルギー密度が高い特徴がある。また、自然エネルギーなどの蓄電を目的とした定置型バッテリーとして注目されている。

[れ]

冷却塔

冷凍機などの冷却水を再使用するために、その水を空気と直接接触させ、一部蒸発させて冷却する装置。クーリングタワーともいう。

冷凍トン

はじめは、0°Cの水1トンを一昼夜で0°Cの氷にする製氷能力を1冷凍トンと称していたが、単位時間の熱流量をも意味していることから、冷凍能力の単位として用いられている。

[B]

BCP Business Continuity Plan

事業継続計画。災害や事故など不測の事態を想定して、事業継続の視点から対応策をまとめたもの。危機発生の際、重要業務への影響を最小限に抑え、仮に中断しても可及的速やかに復旧・再開できるようにあらかじめ策定しておく行動計画のこと。

BEI ※2

BEIとは、エネルギー消費性能計算プログラムに基づく、基準建築物と比較した時の設計建築物の一次エネルギー消費量の比率のことです。再生可能エネルギーを除き $BEI \leq 0.50$ の場合に、ZEBを達成したと判定される。

BEIの定義は以下の式で表される。

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

BEMS Building Energy Management System

ビルの使用エネルギーや室内環境を把握し、エネルギー消費量の削減を図るための設備管理システムである。具体的には、計測・計量装置、制御装置、監視装置、データ保存・分析・診断装置などで構成されており、これらをネットワークで接続することで、ビル内の一括管理を行う。

BEST Building Energy Simulation Tool

建築物の総合的なエネルギーシミュレーションツール。BESTはユーザーの利用目的に合わせて、「簡易版」・「基本版」・「専門版」で構成されており、建築・設備設計の各段階（企画・基本設計・実施設計）、運用・改修段階に応じて、各版の使い分けができる。

BPI ※2

省エネ法改正に伴い設けられたPAL*（外皮基準の指標）により算出される年間熱負荷の基準。

$BPI = \text{設計PAL} * / \text{基準PAL} *$

[E]

ESG投資

従来の財務情報だけでなく、環境(Environment)、社会(Social)、ガバナンス(Governance)の要素を考慮した投資。

[G]

GHP Gas Engine Heat Pump

ガスヒートポンプ式エアコン。室外機の圧縮機を都市ガスあるいはLPガスを燃料とするガスエンジンで駆動させ、ヒートポンプ技術により冷暖房を行う空調システムである。

[L]

LCEM Life Cycle Energy Management

ライフサイクルエネルギーマネジメント。建築物の消費エネルギーを「ライフサイクル全体」で管理することをいう。機器の定格能力やピーク負荷だけを考えた設計ではなく、オフピーク時やメンテナンス・更新・解体まで含めた、より包括的なエネルギー管理を実現することで、建物の省エネルギーや環境負荷低減につながる。また、「LCEM ツール」は上述のLCEMの手法を実現するために開発されたソフトウェアであり、1年365日を1時間毎に解析するような詳細な消費エネルギー計算から、大まかなエネルギーを把握する概算まで、幅広く対応できる。Excel形式のファイルとして制作されているため、設計・管理・更新・解体にかかわる技術者の間でデータのやり取りが行いやすく、エネルギー管理に関する意思の疎通が容易になる。

Low-e ガラス Low-Emissivity Glass

きわめて薄い特殊な金属膜を施して、遠赤外線域の放射率（ガラス表面からの放射熱伝達率）が低くなるよう調整されたガラス。Eはemissivity（放射率）を表し、低放射ガラスと称されることもある。一般に、室内で発生した熱は貫流、放射、漏気などさまざまな経路で屋外に逃げて行くが、このうち放射による流出の抑制に効果がある。加えて、窓面からの冷放射の低減にも効果的で、快適な室内環境の形成に役立つ。また、この特殊な金属膜は可視光を透過させるのでガラスの透明度が確保され、自然エネルギーである太陽光を居室の照明用として積極的に利用することもできる。低放射ガラスともいう。

[P]

PMV Predicted Mean Vote

温熱4要素（温度、湿度、気流、放射）と着衣量・活動量（代謝量）の合計6要素の複合的効果を評価する指標で、デンマーク工科大学のファンガー博士（P.O. Fanger）が発表したもの。熱的快適性を支配する6つの要素に基づく計算により、その環境の暖かさ、涼しさの程度を数値として表現し、さらにそれをもとに満足・不満足割合PPD（Predicted Percentage of Dissatisfied）も求めることができるように工夫されている。PMVは、比較的快適で安定した環境を評価の対象とした指標であり、PMVの値が±3を超えるような暑いあるいは寒い環境での使用はできないので注意が必要である。また、PMVとPPDの関係により、ISO7730では $PPD < 10\%$ 、 $-0.5 < PMV < 0.5$ を推奨している。（→→→ET*、PPD）

[R]

RIBC

営繕積算システム。RIBC は、(財)建築コスト管理システム研究所が開発した建築積算作成のためのソフトウェアである。RIBC では「国土交通省建築工事積算基準」・「国土交通省建築工事積算基準の解説」に対応した歩掛りデータに、労務単価および資材単価とその他率を入力することで複合単価の計算ができ、また、その複合単価データを利用して建築・設備設計内訳書の作成が可能である。変更設計や出来高設計の内訳書作成に対応し、利用者独自に計算した複合単価を参照することも可能である。このシステムは、営繕積算システムなど開発利用協議会(国土交通省・都道府県および政令指定都市で構成)や公共機関はもとより、延べ1,500を超える一般の設計・積算事務所においてレンタル利用されている。

[S]

SDGs Sustainable Development Goals

世界が抱える課題を解決し、誰一人取り残さない、多様性と包摂性のある持続可能な社会の実現のため、2015年の国連サミットで決定した国際社会の共通目標。17の目標と169のターゲットが示されている。

[V]

VWF 制御 ※1

インバータ制御により、加減速時のスピード変化に見合うように巻き上げモーターを細かくコントロールすることで、消費電力を節約し滑らかで乗り心地の良い運転を行う。またエレベータの運行は、短時間に乗車と降車が繰り返され、電動機速度の上昇及び降下の制御を頻繁に行う必要がある。こうした制御にはVWFインバータ制御(圧可変周波数制御)方式が適しており、省エネルギー効果も非常に高い。

[Z]

ZEB (Net Zero Energy Building) ※2

建築設計の工夫によるエネルギー負荷の抑制やパッシブ技術の採用、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旨とした建築物のこと。

『ZEB』 ※2

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築物のこと。

Nearly ZEB ※2

『ZEB』に限りなく近い建築物として、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築物のこと。

ZEB Ready ※2

『ZEB』を見据えた先進建築物として、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築物のこと。

ZEB Oriented ※2

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

※1 引用 福島県再エネ・省エネ推進建築物ガイドライン

※2 引用 ZEB ポータル 用語集
<https://www.env.go.jp/earth/zeb/terms/>

※3 引用 日本エレクトロヒートセンター
https://www.jeh-center.org/example_product/ex_byuse.html

※4 引用 一般財団法人省エネルギーセンター
https://www.eccj.or.jp/b_tuning/04/tune01.html

福島県ZEBガイドライン
令和6年 福島県土木部



本ガイドラインは、
福島県土木部営繕課
HPIに掲載しています。