



ZEB (Net Zero Energy Building)説明会 既築建築物のZEB化の実例と進め方～ZEB実現編～

2023年10月

環境省 地球環境局 地球温暖化対策課 地球温暖化対策事業室

業務委託 備前グリーンエネルギー株式会社



■ 本日の講義対象者

- ある程度ZEBを知っている方
- 自治体のZEBに興味を持っている方、ZEB推進の担当者の方

■ 本日の講義内容

- ZEBの簡単な説明
- 改修ZEBの進め方～久留米市の事例を示しながら～
- 改修ZEBの設計手法～久留米市環境部庁舎の事例を示しながら～

■ ZEBの認知の課題

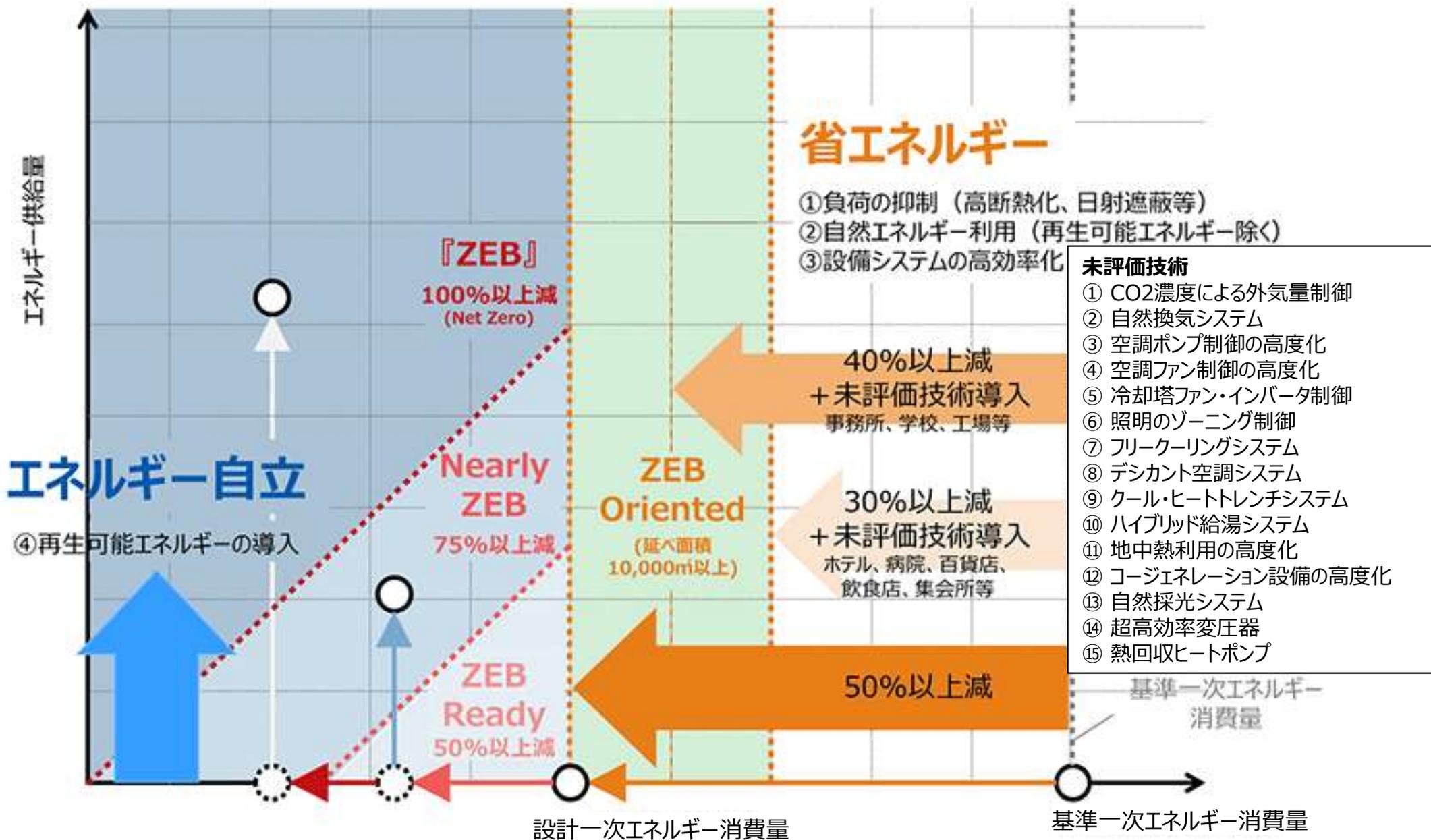
- ① ZEBを知らない
- ② 「ZEBは技術的に難しい」と思っている
- ③ 「ZEBはものすごく高い」と思っている

■ ZEBは現実可能と知っている人の課題

- ④ ZEBの進め方がわからない
- ⑤ 相談できるZEBプランナーと出会えない

本講義の対象

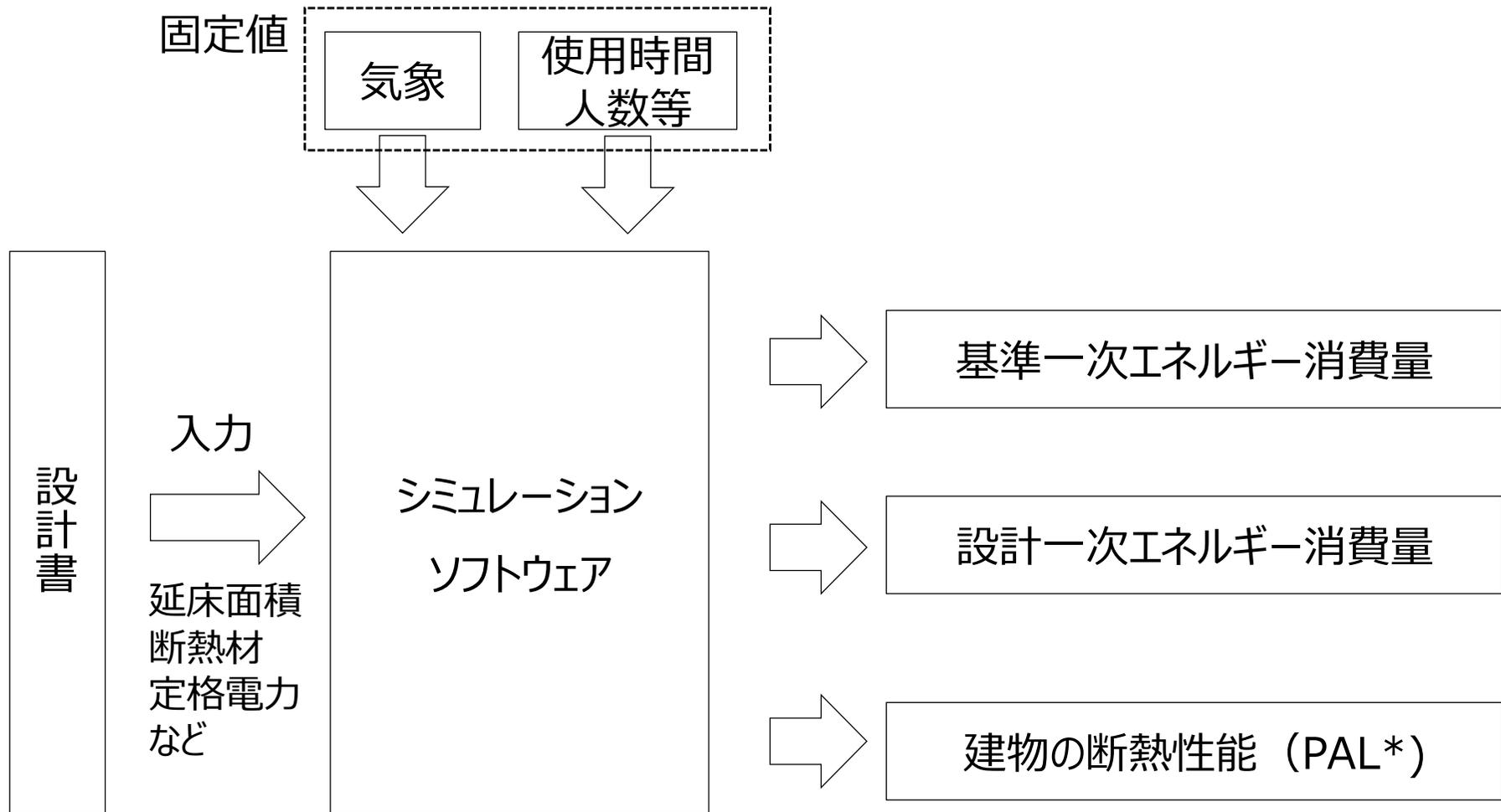
ZEBの簡単な説明



出所) 経済産業省資源エネルギー庁「平成30年度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)

ZEBの説明～ZEB判定の仕方～

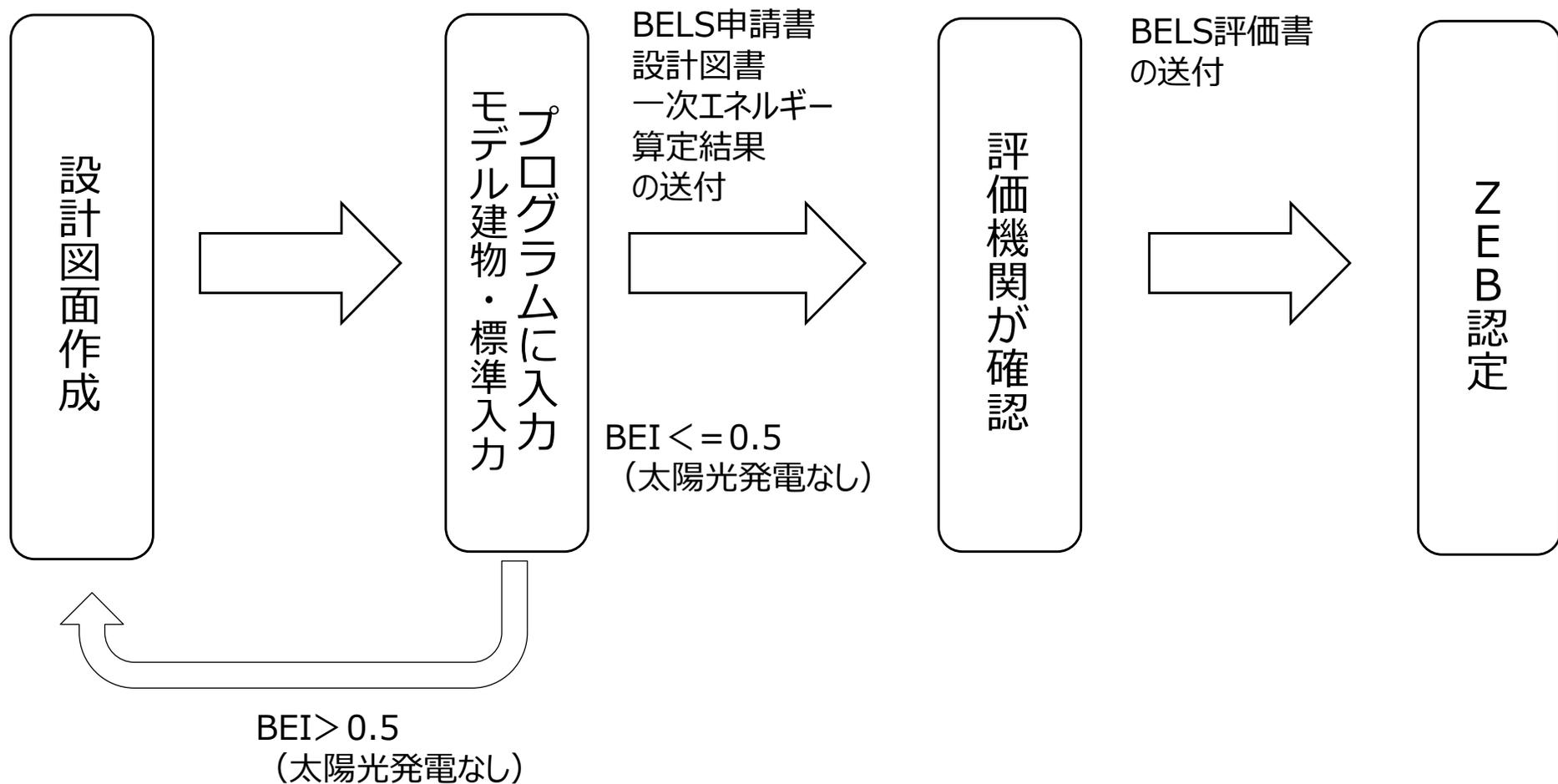
ZEBは設計図書で判定



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

ZEBの説明～ZEB認証の流れ～

建築物省エネルギー性能表示制度（BELS）評価の中にZEB評価がある
設計図書に基づき、一次エネルギー消費量をプログラムで計算
入力内容が設計図書と一致しているか、評価機関が確認



ZEBの説明～BELS評価書～

建築物の所在地		地域区分	6	評価結果	
福岡県久留米市荘島町375番地				<p>この建物の設計一次エネルギー消費量 -47MJ/(㎡・年)</p> <p>106%削減</p> <p>0 ← 少ない → 多い</p> <p>一次エネルギー消費量基準 適合</p> <p>外皮基準 適合 BPI=0.89</p> <p>基準値率 (20%削減) 適合</p> <p>省エネ基準 731MJ/(㎡・年)</p>	
名称		久留米市環境部庁舎			
建築物に関する基本的事項					
階数	地上3階	構造	鉄筋コンクリート造		
延べ面積	2,089.36㎡				
新築竣工時期 (計画中の場合は予定時期)	1990年9月27日				
申請対象部分に関する基本的事項					
用途	事務所				
改修の竣工時期 (※1)	2021年1月31日				
(※1) 申請対象部分を改修する場合のみ記載されます。					
評価結果					
■一次エネルギー消費量基準					
評価手法 (※2)	非住宅部分	通常の計算法 (平成28年基準)	住戸部分 (共用除く)	対象外	
BEIの値 (削減率) (※3)	新築 (改修後等)	-0.06 (106%削減)	改修前		
単位面積当たりの一次エネルギー消費量 (MJ/㎡・年)	設計値 (その他除く)	-47	設計値 (その他含む)	94	
	基準値 (その他除く)	715	基準値 (その他含む)	857	
■外皮性能基準					
外皮性能	非住宅部分	適合 BPI=0.89	住戸部分	-	
(※2) 平成28年基準とは、建築物エネルギー消費性能基準等を定める省令 (平成28年経済産業省令・国土交通省令第1号) に基づく基準をいいます。					
(※3) 削減率は、設計一次エネルギー消費量 (その他一次エネルギー消費量除く) の基準一次エネルギー消費量 (その他一次エネルギー消費量除く) からの削減率をいいます					
特記事項					
■「ZEBマーク」又は「ZEHマーク」、「ゼロエネ相当」、「ZEH-Mマーク」に関する事項					『ZEB』
再生可能エネルギーを除いた設計一次エネルギー消費量の基準一次エネルギー消費量からの削減率 (※4)					67%削減
再生可能エネルギーを加えた設計一次エネルギー消費量の基準一次エネルギー消費量からの削減率 (※4)					106%削減
(※4) 設計・基準一次エネルギー消費量は、「その他一次エネルギー消費量」を除きます。また、再生可能エネルギー量の対象は敷地内 (オンサイト) に限定し、自家消費分に加え、売電分も対象に含まれます。住宅の場合、再生可能エネルギーは再生可能エネルギー等とし、太陽光発電システム、コージェネレーションシステムの逆流によるエネルギーをいいます。					

- 基準一次エネルギー消費量
 - ・ 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
- 設計一次エネルギー消費量
 - ・ 設計書の内容を反映した、対象となる建物の一次エネルギー消費量
- BEI (Building Energy Index)
 - ・ 設計エネルギー消費量を基準エネルギー消費量で割った値
 - ・ ZEB判定の際に極めて重要な値
- BPI (Building Palstar Index)
 - ・ 建物の断熱性能を示す基準
 - ・ BPIが1.0が通常の建物の断熱性
 - ・ ZEB補助事業を活用する場合は1.0以下
- モデル建物法
 - ・ 比較的簡単にBEI、BPIを計算するシミュレーションソフトウェア
 - ・ 入力項目が少なく、計算を行いやすい
- 標準入力法
 - ・ BEI、BPIを計算するシミュレーションソフトウェア
 - ・ 入力項目が多い。設計内容を反映しやすいため、ZEBで多く使われる
 - ・ 国のZEB補助事業に応募する場合の条件

ZEBの説明～ZEBを取り巻く環境～



新築は、建築物省エネ法で規制が進む

年度	非住宅建築物の規制強化について
2017年度	2000㎡以上の非住宅建築物は適合義務 300㎡以上の住宅・非住宅は省エネ計画書の届出義務
2021年度	300㎡以上の非住宅建築物は適合義務
2022年度	建築物省エネ法に基づく 誘導基準値の引き上げ 用途に応じてBEI = 0.6又は0.7（いずれも再エネを除く）
2024年度	大規模建築物（延床面積2,000㎡以上）の省エネ基準の 引き上げ BEI = 工場0.75、事務所学校ホテル百貨店0.8、病院飲食店集会所0.85
2025年度	全ての新築住宅・非住宅に省エネ基準適合の義務付け
2026年度	中規模建築物（延床面積300㎡以上）に係る省エネ基準の 引き上げ BEI = 0.8程度
遅くとも 2030年度	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

建てられない建物が
出てくるため注意！

国交省住宅局所管の補助事業を活用する場合、公共主体は令和4年度よりZEB必須

住宅局所管補助事業における省エネ基準適合

住宅局所管の補助事業により支援を行う新築の住宅・建築物について、令和4年度から民間事業者等が行うものは省エネ基準適合を、公的主体が行うものはZEH・ZEBレベルの省エネ水準適合等を原則求めている。

背景・課題

2050年カーボンニュートラル、2030年における温室効果ガス46%削減(2013年度比)など、脱炭素社会に向けた政府目標が示される中、CO2排出量全体の約3分の1を占める住宅・建築物分野においても、さらなる省エネ化の推進が求められている。

基本的な考え方

脱炭素社会に向けた、率先した省エネ、再エネ対応を図るため、住宅・建築物の新築を支援する補助事業について、以下の要件への適合を求める^{※1}。

1. 民間事業者等^{※2}が行う住宅・建築物の新築については、省エネ基準に適合すること。
2. 公的主体^{※3}が行う住宅・建築物の新築については、ZEH・ZEBレベル^{※4}の省エネ水準に適合するとともに、公的賃貸住宅については太陽光発電設備を原則設置すること^{※5}。

※1 ・小規模(300㎡未満)で使用頻度が低いなど、ZEH・ZEBレベルの省エネ水準適合を補助要件とすることが合理的でない場合は、省エネ基準適合を補助要件とする。

・居室を有しないもの、開放性が高いもの、伝統的構法のもの、気候風土適応型のもの及び改修を支援する補助については、要件化の適用除外とする。

・令和3年度までに事業採択または事業着手分は適用除外とする。

※2 公的主体以外

※3 地方公共団体、都市再生機構

※4 ZEH Oriented、ZEH-M Oriented、ZEB Oriented

※5 気候風土や高層等によりやむを得ない場合は除く。

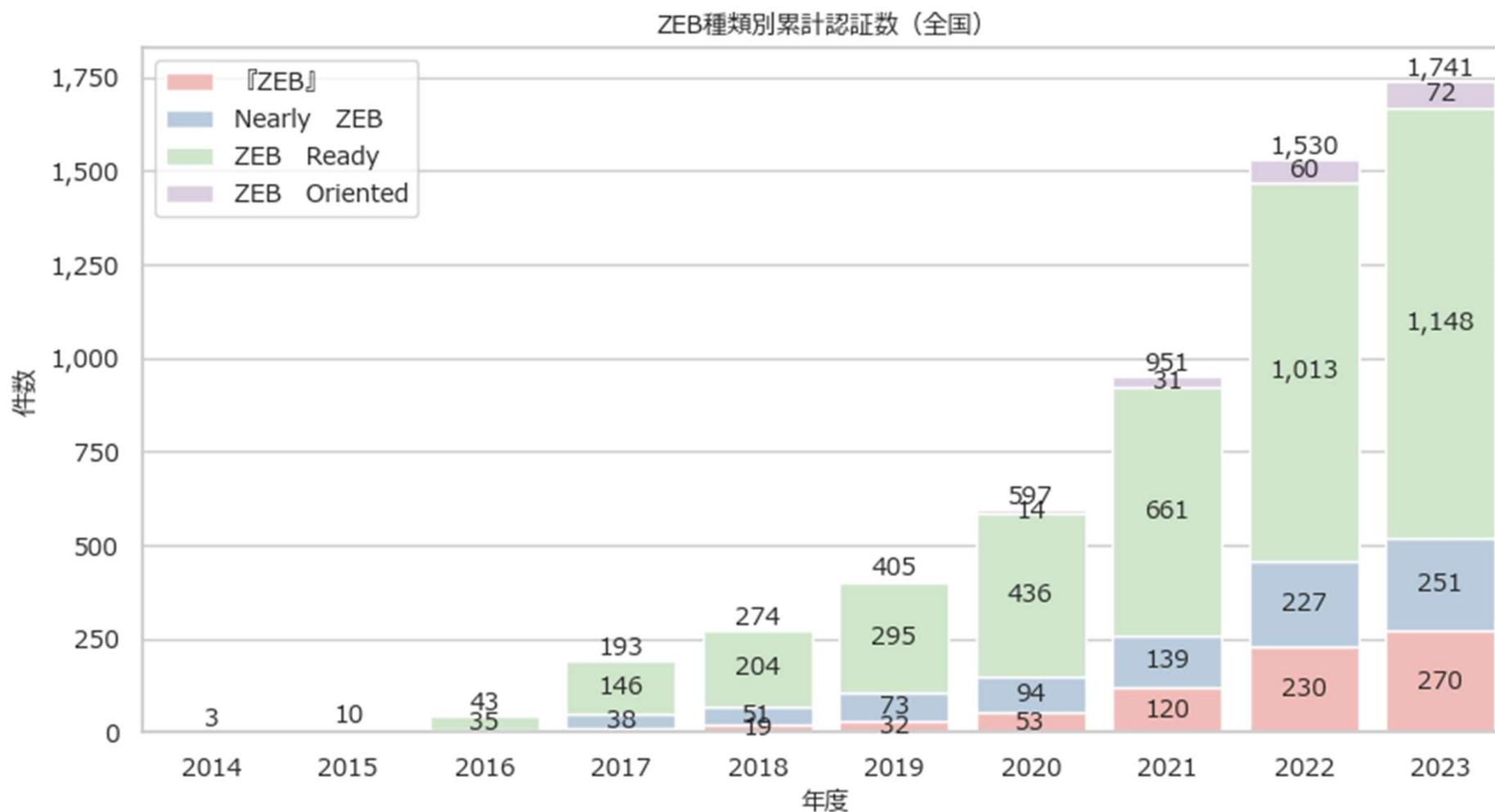
ZEBの説明～ZEBの実施状況～



ZEB種類別累積数（2023年7月まで）

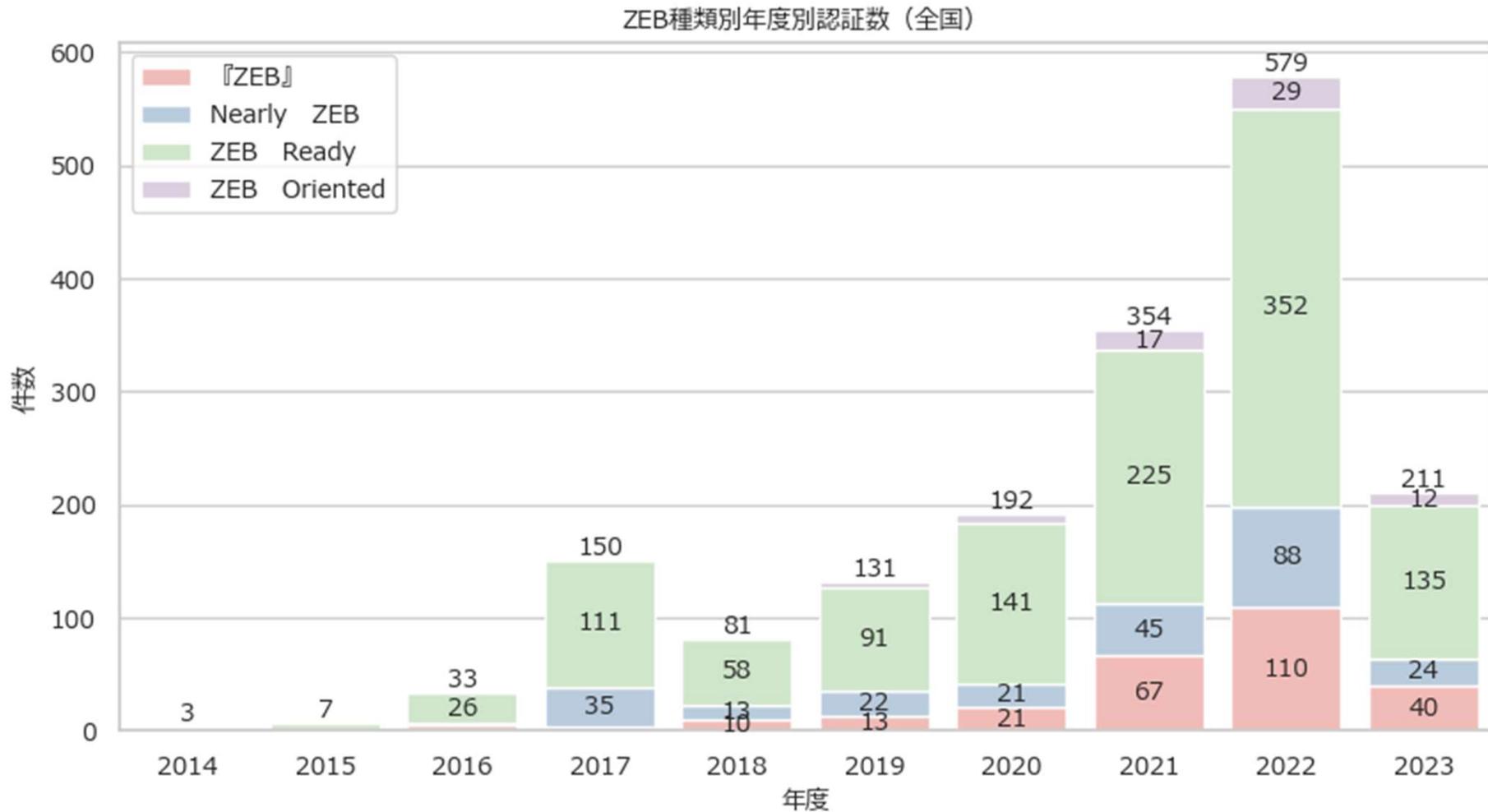
累計で1741件 『ZEB』は270件 Nearly ZEBは251件 ZEB Readyは1,148件

ZEB Orientedは72件



ZEBの説明～ZEBの実施状況～

年度別ZEB種類数（2023年7月まで）
2022年度は579件のZEBが実現。 『ZEB』が急速に普及

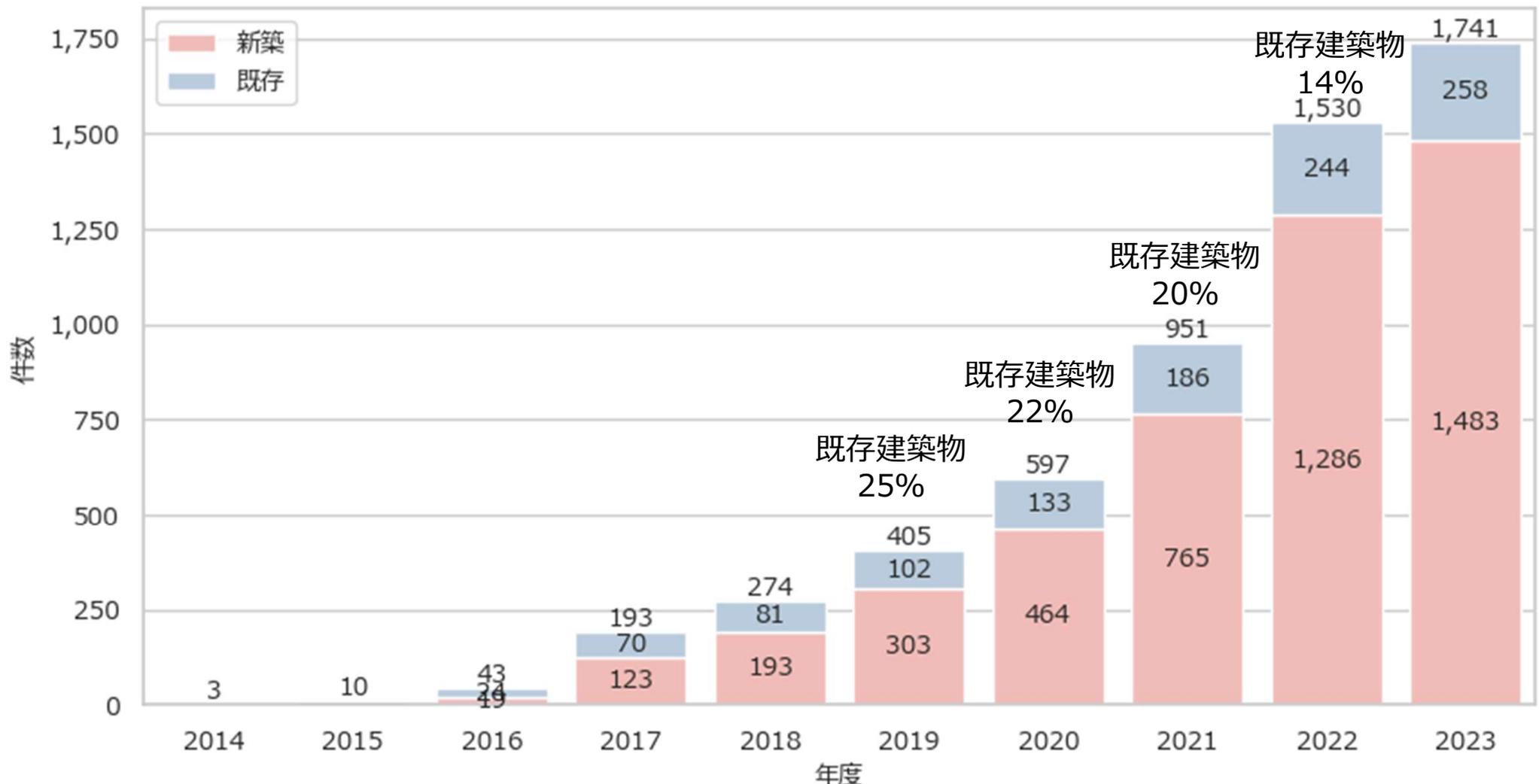


ZEBの説明～ZEBの実施状況～

新築/既存建築物別累積実施件数（2023年7月まで）

新築ZEBの普及スピードは既存建築物ZEBより早く、既存建築物の割合は年々低下
既存建築物ZEBの普及が課題

新築・既存別累計認証数（全国）

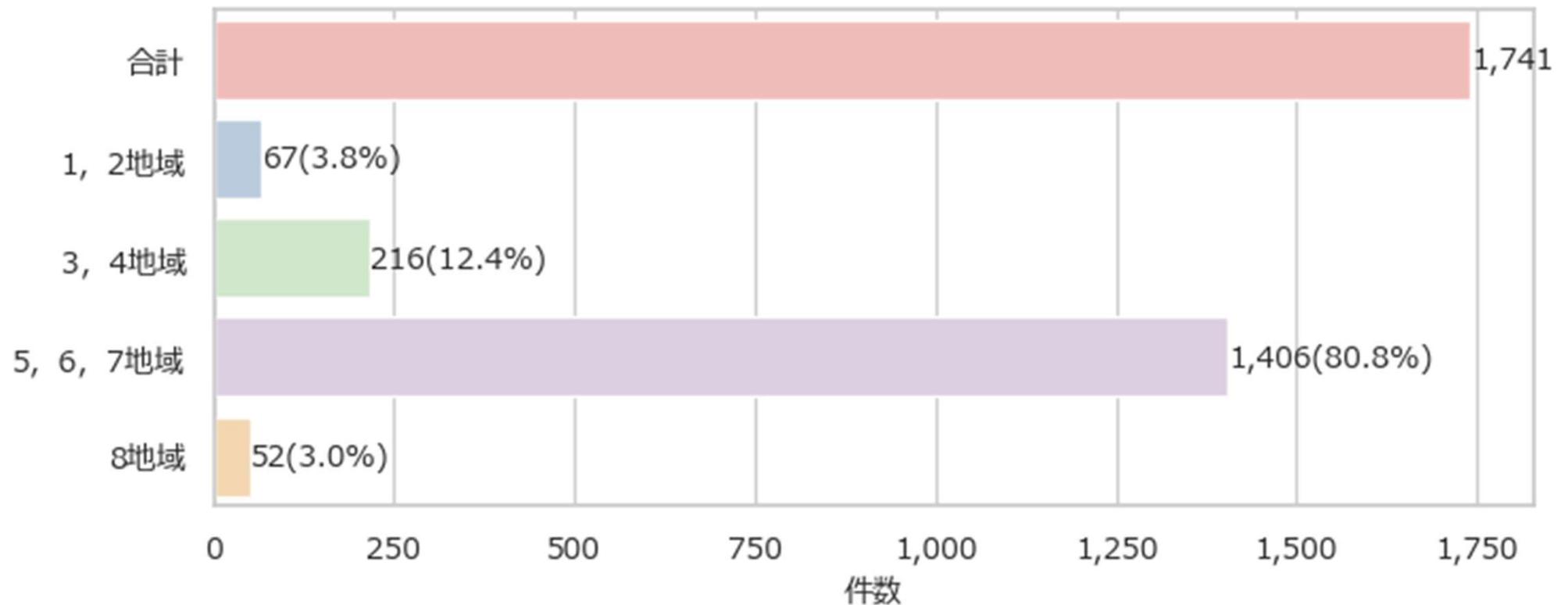


出所：一般社団法人住宅性能評価・表示協会 BELS事例データ一覧より備前グリーンエネルギーが作成

ZEBの説明～ZEBの実施状況～

地域区分別ZEB実現件数（2023年7月まで）

建物数が多い5,6,7地域のZEBの実現数が多い

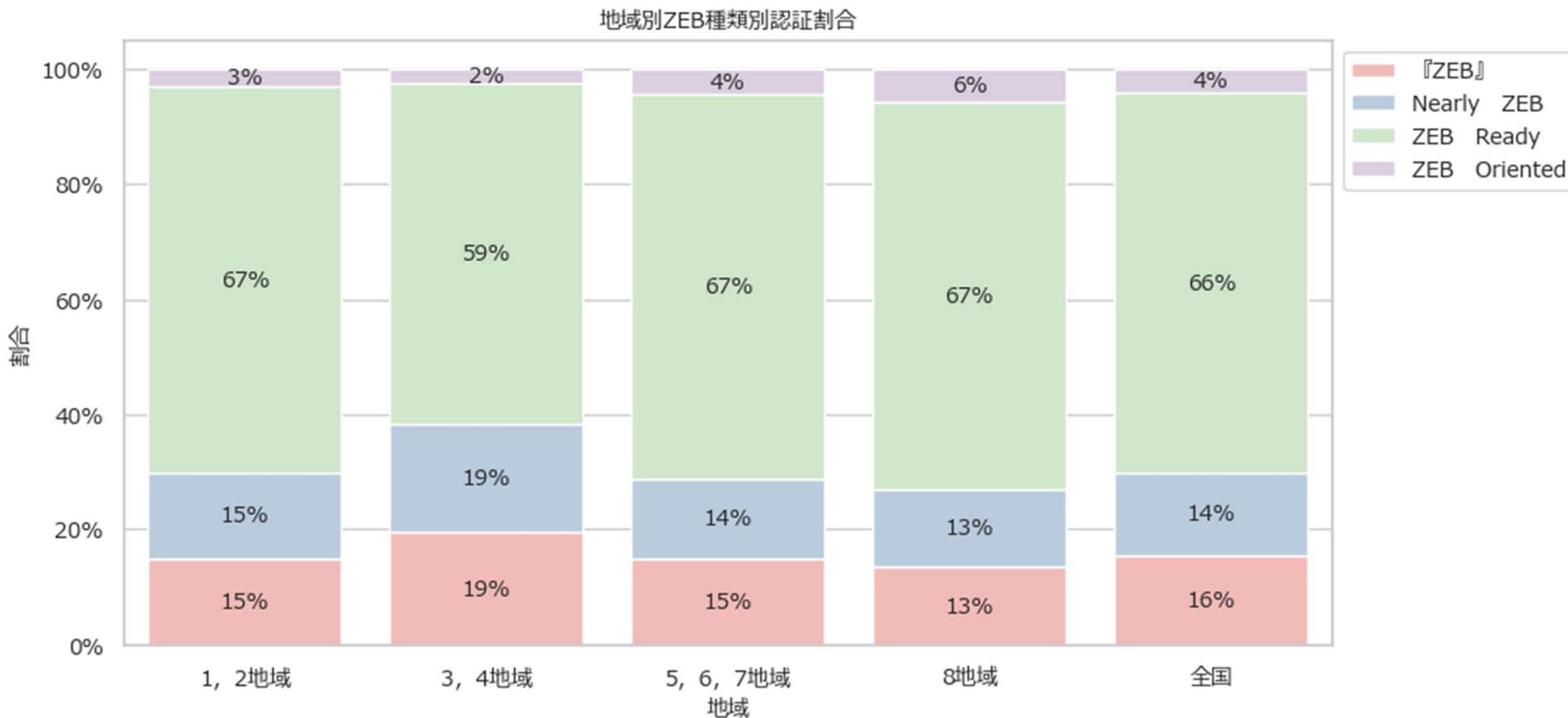


ZEBの説明～ZEBの実施状況～



地域別ZEB種類割合（2023年7月まで）

ZEB種類の地域のかたよりは、すくない

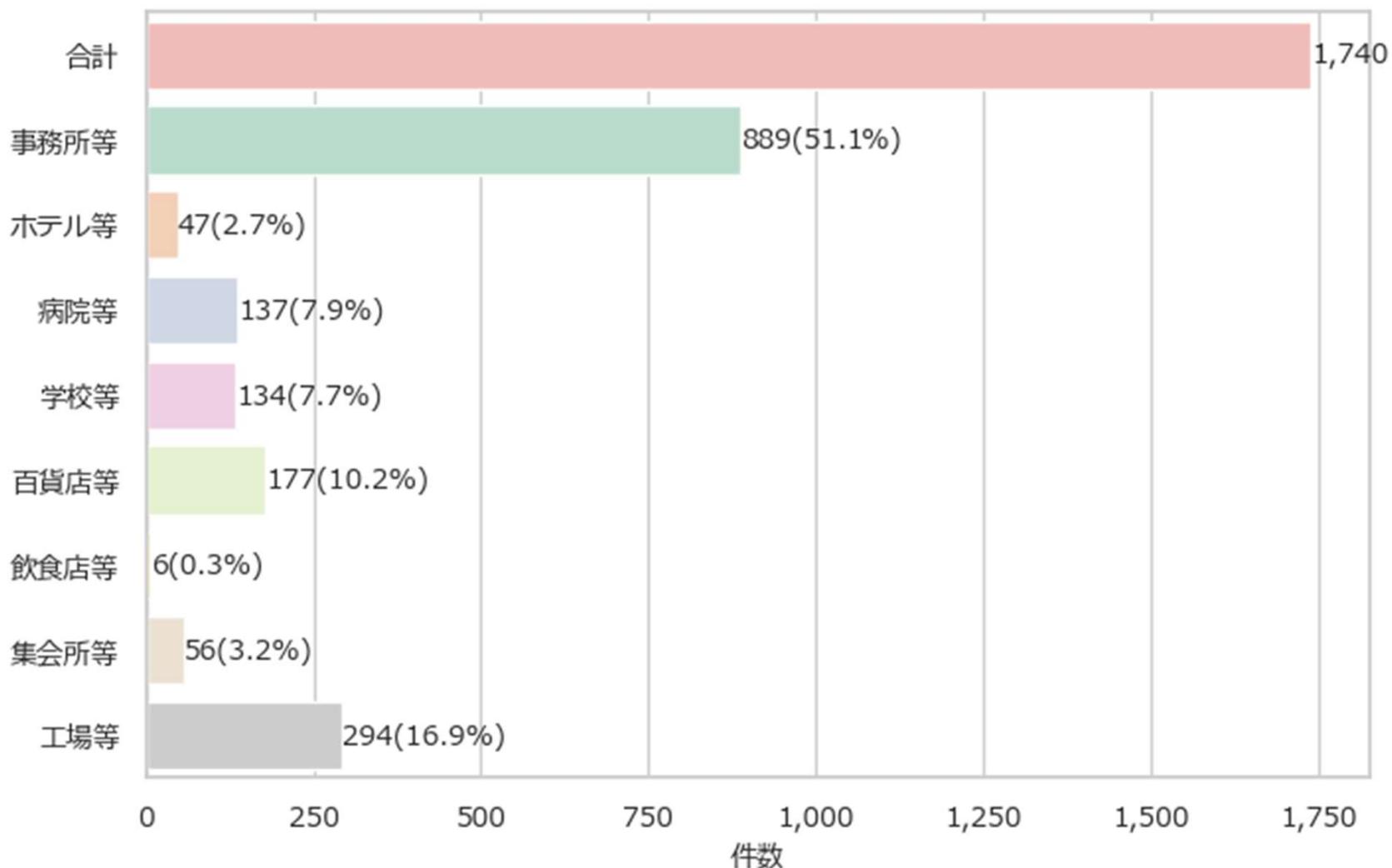


ZEBの説明～ZEBの実施状況～



主な建物用途別ZEB実現数（2023年7月まで）

事務所、工場の実現数が多い 飲食店のZEBは6件である

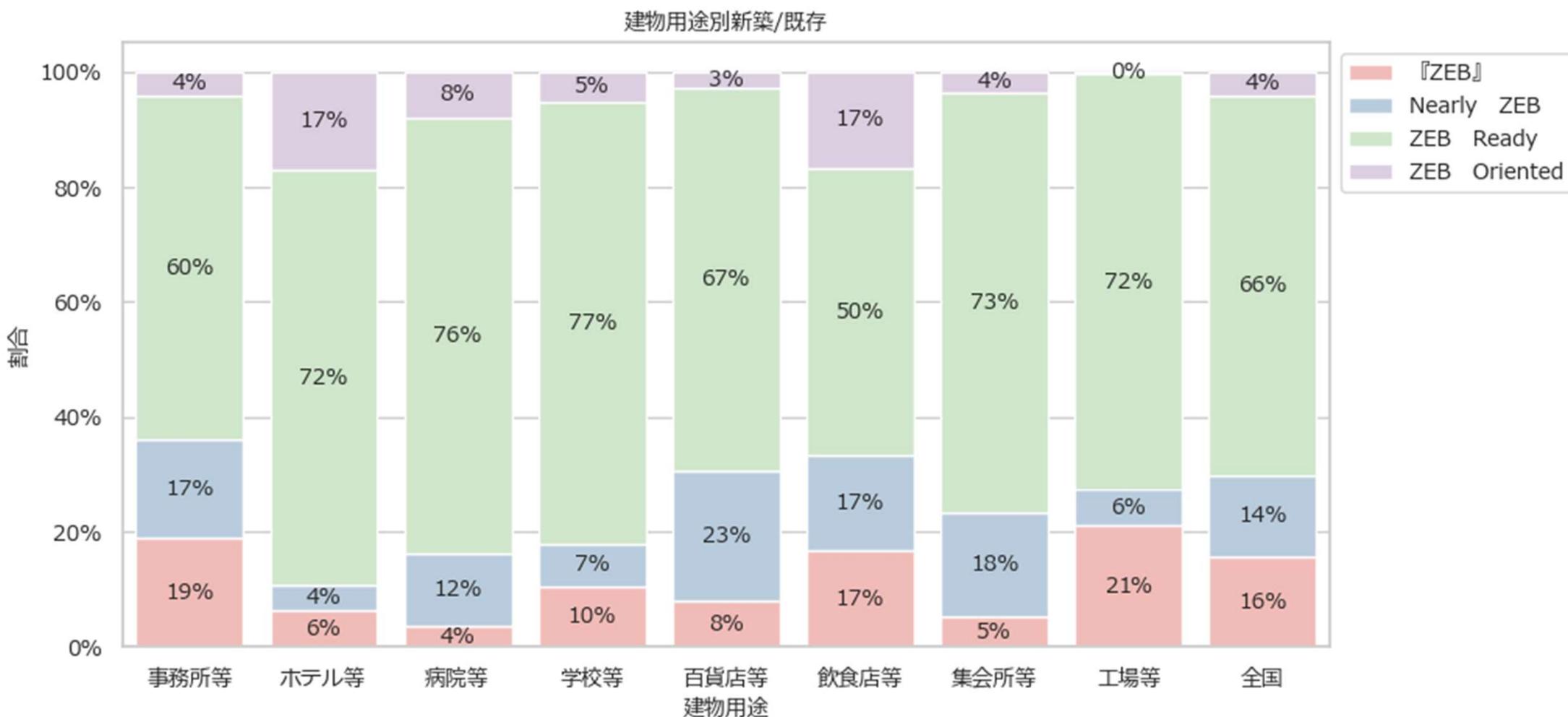


ZEBの説明～ZEBの実施状況～



建物用途別ZEB種類割合（2023年7月まで）

『ZEB』、Nearly ZEBの割合は、事務所等、百貨店等、工場等が高い
 ZEB Orientedの割合は、ホテル等が多い

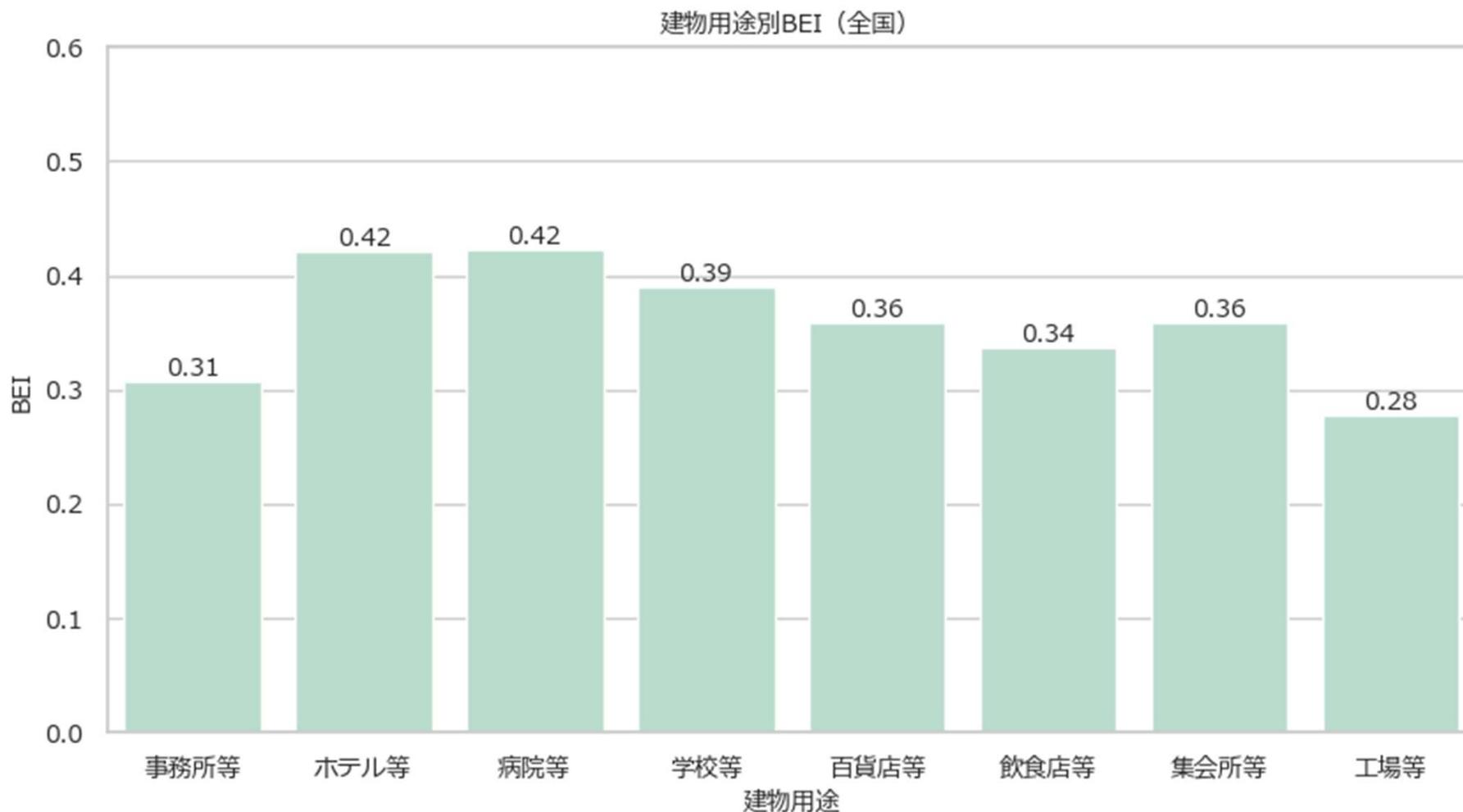


ZEBの説明～ZEBの実施状況～



主な建物用途別平均BEI（2023年7月まで）

事務所等、工場等はBEIの値が小さい
ホテル等、病院等はBEIの値が大きい

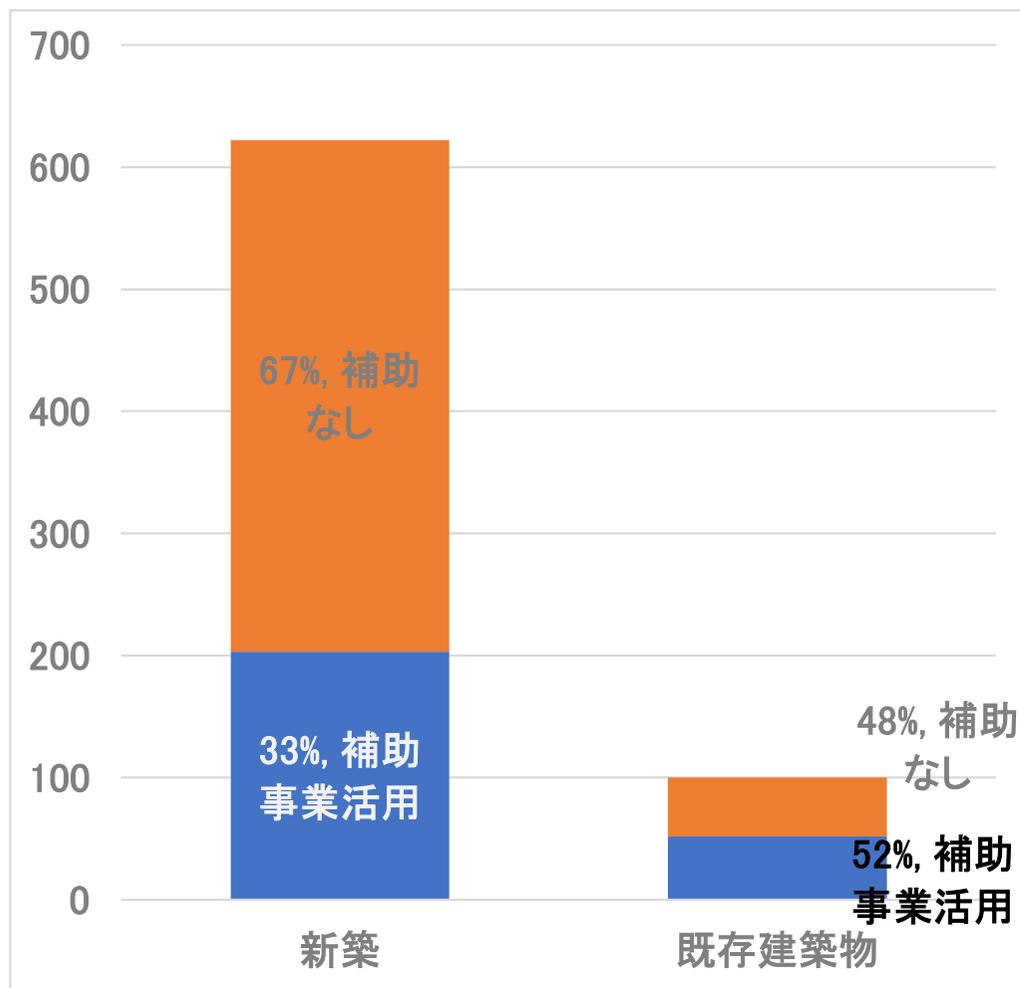


ZEBの説明～ZEBの実施状況～



新築ZEBは、補助事業活用が1/3と自立普及期に差し掛かっている。

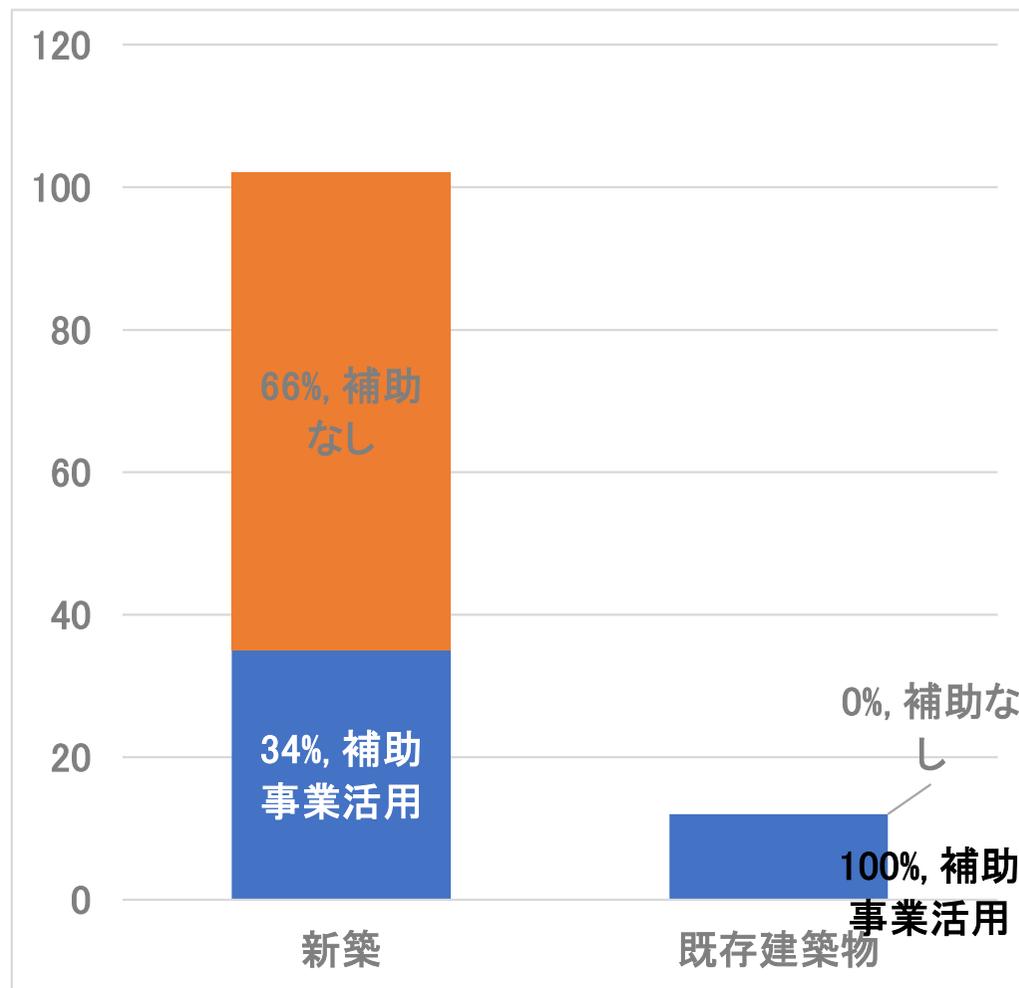
補助事業活用状況
2018～2021年度のZEB（工場等を除く）※



※工場等は補助対象外用途であるため、集計から除く

出所：一般社団法人住宅性能評価・表示協会

補助事業活用状況
2018～2021年度のZEB（地方公共団体のみ）※



※地方公共団体は、物件名、申請者等の情報から分かる範囲で判別

- ZEBが進まない理由
 - + ZEBの認知に課題

- ZEBの評価・判定
 - + 設計書をもとに実施したエネルギーシミュレーション結果（BEI）で評価

- ZEBの推進
 - + ゼロ・カーボンに向けて、国が推進
 - + ZEB実現件数は年々順調に増加
 - + 新築ZEBは自立普及期に差し掛かっている

既存ZEB化の進め方～必要な理由～

- 建物の残存量
 - + 現在ある建築物の多くが2050年にも使用見込み
- 新築の減少
 - + 人口減とともに新築件数が減少
 - + 2050年に現在ある建物の比率が上昇
- エネルギー使用効率
 - + 今後建設される建物のほうが断熱性能、効率が高い
- 2050年の建物のエネルギー消費量へ影響
 - + 既存建築物の影響は極めて大きい

カーボンニュートラル実現のために、既存建築物のZEB化は必須

既存ZEB化の進め方～久留米市が進める理由～

社会的要請（脱炭素の実現）、財政的要請（施設の長寿命、トータルコストが最も安価な設備維持）の両立のため

- ◆「久留米市地球温暖化対策実行計画（事務事業編）」2030年までに▲40%
- ◆令和3年「ゼロカーボンシティ」表明。2050年までにCO2排出量実質ゼロ

温室効果ガス

40%削減

排出量ゼロ

（46%以上に見直しを予定）

- ◆平成28年度策定「久留米市公共施設総合管理基本計画」

老朽施設増加

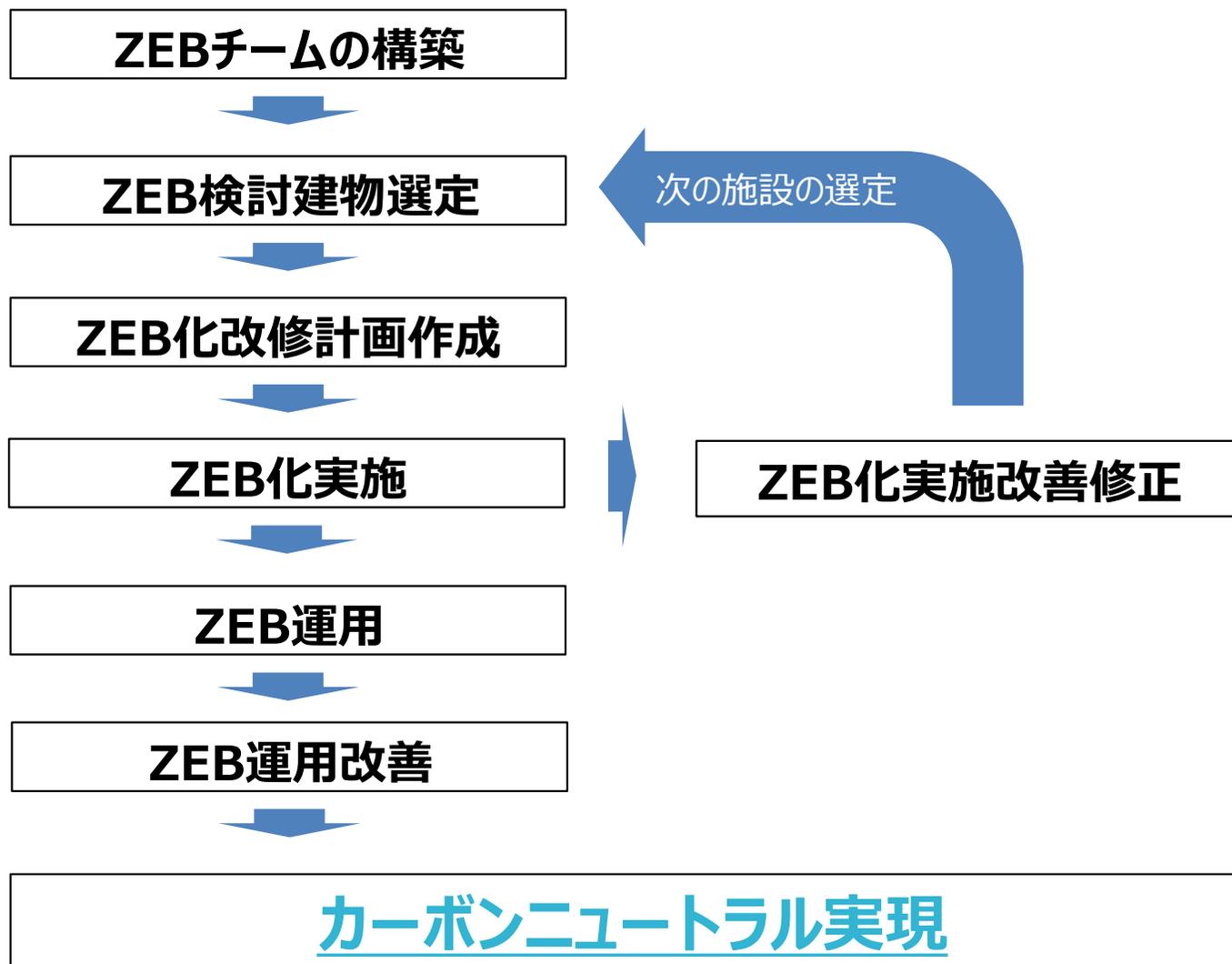
施設維持費1.5倍105億円

※過去10年間の施設の改修や建替えの平均事業費70億円から、以降40年間は1.5倍105億円

- ・市有施設からの大幅な温室効果ガスの排出量削減が必要
- ・すでに所有する既存建築物への対策が必要不可欠
- ・市有施設における低炭素化技術の導入
- ・施設改修経費とランニングコストの削減

ZEB化
検討

既存ZEB化の進め方～大きなスケジュール～



既存ZEB化の進め方～組織作り～

ZEB実現をチーム（ZEBチーム）で対応することで継続的なZEBの実現

■ それぞれの役割

【環境部門】

- ・ZEB化改修事業と市の温暖化対策計画の整合に関する助言
- ・補助金、交付金額算出の支援、入札業務支援
- ・財政担当課に、温暖化対策でのZEBの必要性と市の環境政策との整合性を説明

【営繕部門】

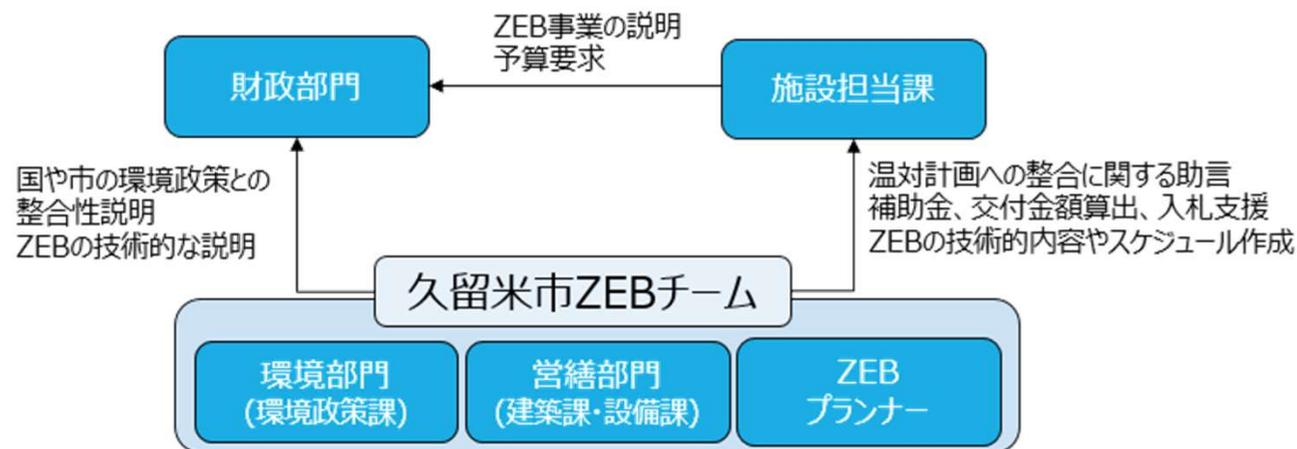
- ・ZEBの技術的内容や補助事業の実施スケジュール作成の助言、入札業務支援
- ・財政部門に、ZEBの技術的課題を説明

【ZEBプランナー】

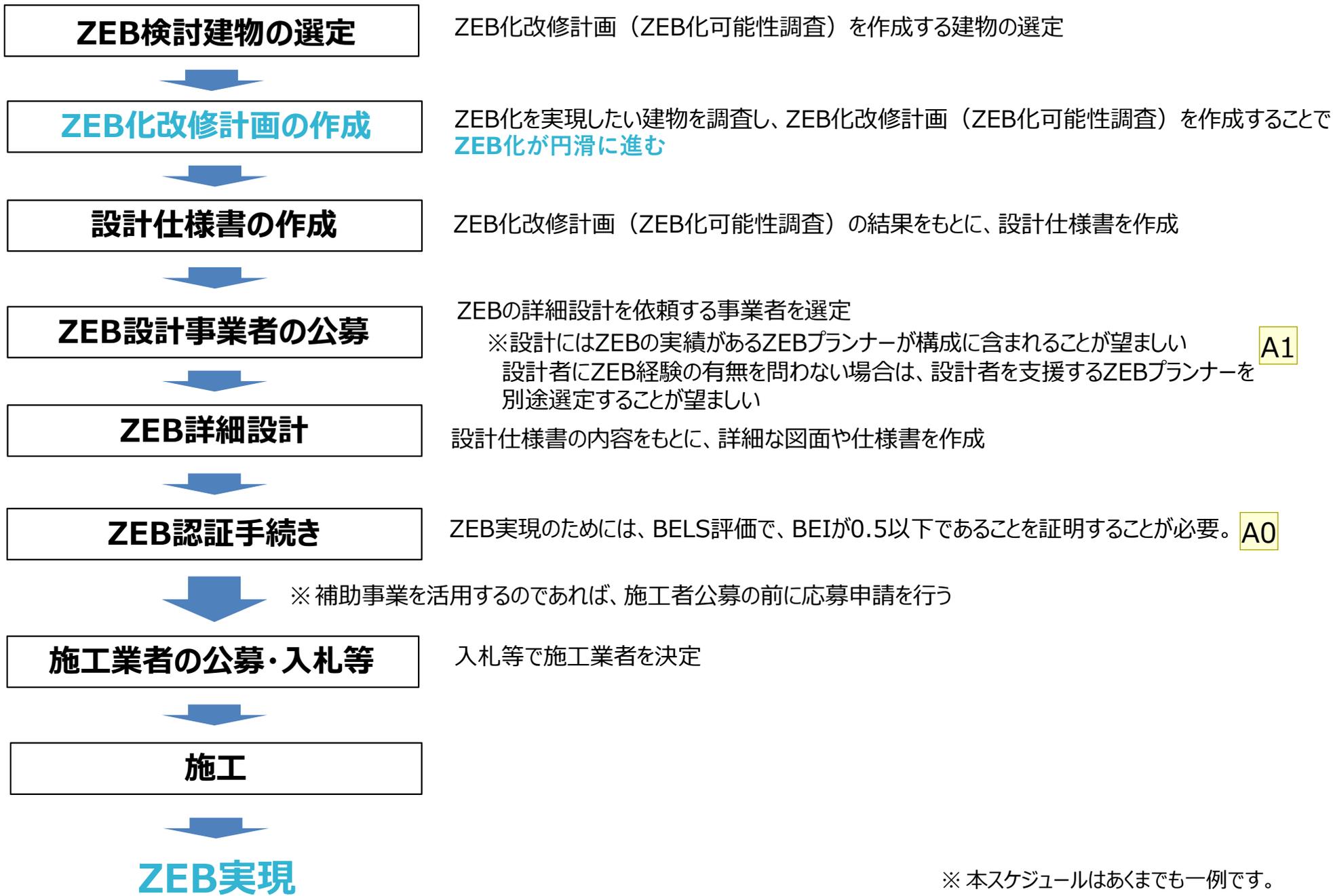
- ・ZEB補助事業の応募申請から完成報告書の作成までを支援
- ・入札準備時は、施工者がZEB達成を満たす設備導入への仕様書作成支援
- ・施工時はその内容を確認し、計画どおりのBEIを達成するように助言
- ・竣工時は、計画どおりのZEB性能に達成しているかの性能検証実施

■ ZEBチーム構成のメリット

- ・ZEB改修担当者（施設担当課）の負担の減少
- ・ZEB実施のノウハウ共有の容易化



既存ZEB化の進め方～実施スケジュール～



※ 本スケジュールはあくまでも一例です。

スライド 25

- A0** BELS申請時期に規定は無いが、設計完了時に申請するのが一般的を削除
作成者, 2022-10-10T05:58:07.922
- A1** 新たに追加
作成者, 2022-10-10T06:01:15.610

既存ZEB化の進め方～ZEB化改修計画を作成する建物の選定～



今後5年以内に主な空調の更新を行う予定の建物を選定

- + ZEB化改修で空調改修は多くの場合で必須
- + 5年以上先の改修だと、ZEB改修計画の経済性分析（導入費、省エネ額）は役に立たない

ZEB化改修計画作成（ZEB化可能性調査）にあたって以下の建物を除外

■ 既存の建築図がない建物

- + モデル建物法、標準入力法に入力する建物外皮情報（コンクリート厚など）が入手できない
- + 特に詳細断面図が必要（平面図のみでは外皮情報が入手できない）

■ 既存の構造計算書がない建物

- + 空調機を屋上に置くにあたって、荷重が増える場合に構造計算書を確認する
- + 構造計算書がない場合は、構造計算を再度行う必要あり

■ テナント

- + ZEBは基本的に建物全体を検討するため、テナント部分だけの検討はできない

■ 既に改修計画が決まっている建物、改修予定がない建物（建替予定や廃止予定など）

- + ZEB改修計画をしても反映されない
- + 施設所管課とZEBを推進する部署の情報交換がうまくいかない際に発生する

■ ほとんど使っていない建物

- + 回収年数が長くなる
- + 備前グリーンエネルギーの経験では1000MJ/m²以上のエネルギー消費原単位がある建物が望ましい

■ 外観変更規制がある建物

- + 断熱向上を図りにくいため、若干難しい（応相談）

■ 空調を行う吹き抜けの空間の割合が高い建物

- + 天井高い空間の空調負荷が大きくなりがちである（応相談） 一般的な公民館のホールは問題ない

A0

20221010変更

作成者, 2022-10-10T04:27:52.180

既存ZEB化の進め方～ZEB化改修計画を作成する建物の選定～

事前に施設担当者で連絡調整をとることが重要

- + ZEB化改修計画は、ZEBを実現することが目的である。
- + ZEB化改修を行う主体は、施設担当者であり、ZEB化改修計画実施前に、密に連絡を取ることで、ZEB実現が円滑に進む。

備前グリーンエネルギーの経験から、以下の場合、ZEB化改修計画作成（ZEB化可能性調査）後にZEB実現に進まないことが多い。

- **対象施設の管理担当者に、以下の説明をしていない。**
 - + 建物をZEBにする意義
 - + ZEB化改修計画で、ZEB化の可否、技術検討、経済性分析を行うために、資料提供や現場調査が必要
 - + ZEB化改修計画策定後の進め方
 - + ZEB化改修実施の要否の判断基準や時期
 - + 予算措置や財政当局への説明
 - + 補助事業関係の事務対応
- **調査終了後に、調査担当者が、ZEB実現に関わる予定がない。**
 - + ZEB化はチームとして動くことが重要である。
 - + 施設担当者にすべて引き渡す場合、施設担当部局からの反発が大きいことがある。
- **調査担当者が、建物の現状を把握していない。**
 - + 設備リストの内容と現実が一致していないことがある。
 - + ZEB化改修計画の対象施設は、一度は訪問して、建物の状況、設備の導入時期などを把握することが重要
 - + 建物の使用頻度が、想定以上に少ない。すでに設備が更新されていることがある。

既存ZEB化の進め方～ZEB化改修計画について～



ZEB化改修計画（ZEB化可能性調査）では、実現可能なZEBのクラス（『ZEB』, Nealy ZEB など）、具体的な仕様、一般改修と比較した経済性、具体的な改修スケジュールを提出

ZEB化改修計画の実施内容

- ① 外皮性能向上手法、設備改修内容の検討
- 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ZEB評価
- ④ 概算事業費の算出
- ⑤ 実施検討のための情報整理（標準改修と比較した省エネ量、CO2削減量、経済性）
- ⑥ 補助事業活用の検討
- ⑦ ZEB化改修のスケジュール作成

ZEB化改修計画作成に必要な資料

- ① 建物竣工図（建設図、建物構造図、機械図、電気図など）（PDF又はCAD等）
- ② 設備の点検記録
- ③ 対象施設の3年間のエネルギー種別月別使用量データ など

計画作成後、速やかに詳細設計に進むことができる！
ZEB以外の省エネ改修手法への切替えも可能

既存ZEB化の進め方～ZEB化改修計画の留意点～

備前グリーンエネルギーの経験からのZEB化改修計画の留意点を記載

既存建築物のZEB化では、ZEB化改修計画を詳細設計入札前に行うことが重要

- 設計時の資料として、ZEB化改修計画の成果（BEI計算書、その計算結果になる断熱、設備仕様、配置図）を設計入札時の資料として提示。
- 上記により、入札参加者のハードルを下げることができ、多くの参加者を見込むことができる。
- 参加者がZEB設計のノウハウを吸収することで、地域でのZEBの促進につながる。

ZEB化改修計画実施事業者は、プロポーザルで決めたほうが良い。

- ZEB化改修計画策定業務は、定型業務ではない。
- 昨年度分科会でご提供した仕様書（案）では、ZEB化改修計画の作成は、品質を落として作ることが可能。
※仕様書（案）は、今後の分科会で提示と説明予定
 - 標準入力法の入力を相当簡素化する。
 - 現実性を無視した更新内容にする。
 - 更新費用を延床面積で一律決める。
- 品質の低いZEB化改修計画書の場合、ZEBの実現が難しくなる。
- 一般競争入札で行う場合は、仕様書を詳細に作り込むことが良い。

ZEB化改修計画業務で、ZEB化改修計画対象建物を選定することはおすすりめしない。

- 建物選定→ZEB化改修計画策定は1年で行うことは難しい。
- 施設担当部局が、唐突にZEB化改修計画対象施設に選定されたと言われても、対応できない。
 - 下準備として、ZEB化改修計画対象建物と選定された施設は、協力する体制が構築されている場合は可能

既存ZEB化の進め方～ZEB化実現までのスケジュール～

1年目



ZEB化改修計画を行う建物の選定

2年目



ZEB化改修計画
仕様書作成

ZEB化改修計画
実施業者の公募

ZEB化改修計画（ZEB化可能性調査）作成

3年目



設計仕様書の作成

設計業者
の公募

詳細設計

ZEB認証取得

4年目～5年目



補助金申請

施工業者
の公募

施工期間

完成検査
補助金報告書

既存ZEB化の進め方～詳細設計入札時の留意点～

備前グリーンエネルギーの経験からの詳細設計入札時の留意点を記載

詳細設計入札審査について

- 現状、ZEB件数は2,000件程度であり、参加予定者がZEBについてほとんど知らない可能性がある。
- 落札者がZEBを理解していないとトラブルになる可能性がある。
- 以下のような対策が考えられる。
- 対策1：プロポーザル方式で参加者のZEB理解度を審査する。
- 対策2：設計者は競争入札で選択する。設計者のZEB設計を支援するZEBプランナーを別途入札する。
ZEBプランナーは、BEIの確認、ZEBの提案、入札資料作成の支援、補助事業活用の支援など行う。

設計、設計施工のプロポーザル時にBEIの計算を求めることについて

- BEIの計算のために、プロポーザル時にほぼ設計内容を決めることになる。
- 1～2ヶ月程度のプロポーザル期間で、仕様の設定、BEIの計算は期間的に難しい。
- プロポーザルの応募にかかる費用が、ZEBの検討、BEIの計算が含まれるため、**かなり高額**になる。
- **参加者数が少なくなる可能性がある。**

BELS評価を求めないZEBについて

- ZEBは、BELS認証制度の中の呼称であり、BELS評価を受けていない建物のZEB呼称はあいまい。
- BELS評価機関による確認がない場合、BEIの計算が正しいことを確認できない。
- BEIの値が不適切である可能性がある。

備前グリーンエネルギーの経験からの施工入札時の留意点を記載

竣工内容のZEB性能の確認について

- 現状、BELS（ZEB）は設計書の内容での認証である。竣工図は認証しなくても良い。
- 極端に言うと、設計時点でZEBを取得した建物は、改修しなくてもZEBとなる。
- **施工入札前に、竣工時の内容がZEBであることを確認する/確認しない**を決める。
 - ※ZEB補助事業を活用する場合は、補助条件により竣工時の内容でZEBの確認が必要なことが多い。
- 確認しない場合
 - 入札時の留意点はない。設計内容と施工内容が異なることを示す必要があるかもしれない。
- 注意点
 - 竣工時のBEIを計算していないと、竣工後の建物がZEBの性能をみたすのか？という質問に回答できない。

竣工内容のZEB性能の確保について

- 入札資料に、竣工内容がZEBの条件をみたすことを、竣工時に確認することを記載する。
- 竣工内容のZEB性能確保のために、以下の対策が考えられる。
- 対策1：入札仕様書に、施工者に、竣工時の内容でBEI計算を行い、設計時のBEIを超えないことを求める。
 - 施工者が、ZEB, BEIに精通していることが条件。
- 対策2：竣工時の内容がZEBになるように確認、施工者への助言を行う業務を、ZEBプランナーに発注する。
 - 入札仕様書の定格消費電力や定格燃料などのZEB性能にかかる数値は幅を持たせて規定する。
 - 「参考数値」の場合、性能がかなり低い設備が設置される可能性がある。
 - 「トップランナー」基準では、設計BEIを満たさない可能性がある。
 - 設計から仕様が変わるたびに設計BEI以下になることを確認。BEIが大きくなる場合は、相談助言対応。
 - 確認するZEBプランナーは、設計、施工、BEI計算に精通していることが条件。

既存ZEB化の進め方～ZEB化改修計画（久留米市の事例）～



- ・将来的なZEB化の展開を見据えて、異なる用途、面積、築年数の建物を調査
- ・先鋭的、先進的な技術を導入せずに、汎用的な技術の組み合わせでZEB化実現
- ・実施設計時に、構造要件や費用対効果から再エネ導入量を決定し、ZEBクラスを確定



環境部庁舎（築32年）

『ZEB』

- ・用途：事務所
- ・面積：2,089㎡
- ・構造：RC造

『ZEB』済



中央図書館（築42年）

Nearly ZEB

ZEB Ready

- ・用途：図書館
- ・面積：4,320㎡
- ・構造：RC造

ZEB Ready済



上下水道部合川庁舎（築37・53年）

Nearly ZEB

ZEB Ready

- ・用途：事務所
- ・面積：4,096㎡
- ・構造：RC造

ZEB Ready済



えーるピア久留米（築21年）

ZEB Ready

ZEB Oriented

- ・用途：イベントホール
- ・面積：10,196㎡
- ・構造：RC造

ZEB Readyに向け設計中

既存ZEB化の進め方～ZEB化改修計画（久留米市の事例）～

- 将来的なZEB化の展開を見据えて、異なる用途、面積、築年数の建物を調査
- 先鋭的、先進的な技術を導入せずに、汎用的な技術の組み合わせでZEB化実現
- 実施設計時に、構造要件や費用対効果から再エネ導入量を決定し、ZEBクラスを確定



Nearly ZEB

ZEB Ready

- 用途：ホール、宿泊施設
- 面積：3,195m²
- 構造：RC造

野中生涯学習センター（築42年）

稼働時間が短いため、省エネ改修



Nearly ZEB

ZEB Ready

- 用途：保育所、子育て支援
- 面積：1,854m²
- 構造：RC造

総合幼児センター（築41年）

Nearly ZEBに向け実施中



Nearly ZEB

ZEB Ready

- 用途：事務所
- 面積：337m²
- 構造：RC造

耳納市民センター（築27年）



Nearly ZEB

ZEB Ready

- 用途：事務所
- 面積：327m²
- 構造：RC造

筑邦市民センター（築27年）

既存ZEB化の進め方～ZEB化改修計画（久留米市の事例）～



ZEB化改修計画の実施状況

8件のZEB化改修計画→4件のZEB実現、残り4件も実現予定

建物名	ZEB	実施状況	延床面積 (m ²)	ランニングコスト (万円/年)	エネルギー使用量 (GJ/年)		CO2排出量 (t-CO ₂ /年)	
					改修前	改修後 (予定)	改修前	改修後 (予定)
久留米市環境部庁舎	『ZEB』	2020年度 ZEB化改修 2021年度 竣工	2,089	290	1,363	444	64	20
久留米市中央図書館	ZEB Ready	2020年度 実施設計 2021年度 竣工	4,320	108	4,378	2,101	204	98
久留米市企業局合川庁舎	ZEB Ready	2020年度 実施設計 2021年度 竣工	3,116	350	4,527	2,543	212	121
久留米市総合幼児センター	Nearly ZEB	2021年度 実施設計 2022年度 ZEB化予定	1,854	194	1,900	462	90	22
合計			11,379	942	12,168	5,550	570	262

(▲54%)

(▲54%)

既存ZEBの設計手法～久留米市環境部庁舎の概要～

汎用機器を用いて、既存建築物で『ZEB』 完全ネットゼロ運用中

きっかけ

老朽化していた空調の設備更新を機に温室効果ガス削減を目指す

2019年度

ZEB化可能性調査（4施設）を実施 『ZEB』可能確認

補助事業へ応募、採択

設計 既存の公共建築物では全国初となる『ZEB』認証を取得

2020年度

本格的に施工

2021年度

ZEB運用試験

ZEBの分類	『ZEB』
建物名称	環境部庁舎
構造	鉄筋コンクリート造
階数	地上3階
延床面積	2,089m ²
建物用途	事務所等
一次エネルギー削減率	106%



久留米市 環境部庁舎

- ・空調設備は30年間交換されていない
- ・廃棄物収集基地だったため、断熱が考慮されていない
- ・財政面での制約

久留米市の状況

2016年頃 温室効果ガスの大幅な削減と財政面を考慮した改修が何とかできないか
ZEB検討のため、環境政策課・設備課・建築課の部局横断の有志でZEBチーム結成
多くの事業者より、既存建築物のZEB化は多大な費用を要し、困難との意見

2018年頃 粘り強く研究を行い、既存建築物ZEB改修事例を見つけ、既存建築物ZEBの見学
ZEBプランナーと意見交換

設計の工夫次第で現行技術の組み合わせによるZEB化は十分可能
既存建築物でのZEB化は実現できると確信

2019年 既存公共建築物ZEB化可能性調査を実施（4施設実施したうちの1つ）

ZEB化可能性調査で、『ZEB』を経済的に実現できることを確認

2020年 詳細設計、既存公共建築物として全国初の『ZEB』認証。

2021年3月 環境部庁舎の改修工事完了 その他3施設のZEB化推進中。

既存ZEBの設計手法～津山市総合福祉会館～

久留米市がZEB実施前に見学した 津山市総合福祉会館 ZEB Ready

概要

ZEBの分類	ZEB Ready
事業年度	2016年度
エリア	岡山県津山市
新築/既築	既築
建物	地上4階、地下1階 RC造
建物用途	事務所等
一次エネ削減率	58%

導入設備

- 屋根外断熱
- Low-Eペアガラス
- EHP
- 高効率換気扇
- LED照明
- BEMS



屋根断熱



マルチエアコン室外機



エアコン室内機とLED照明

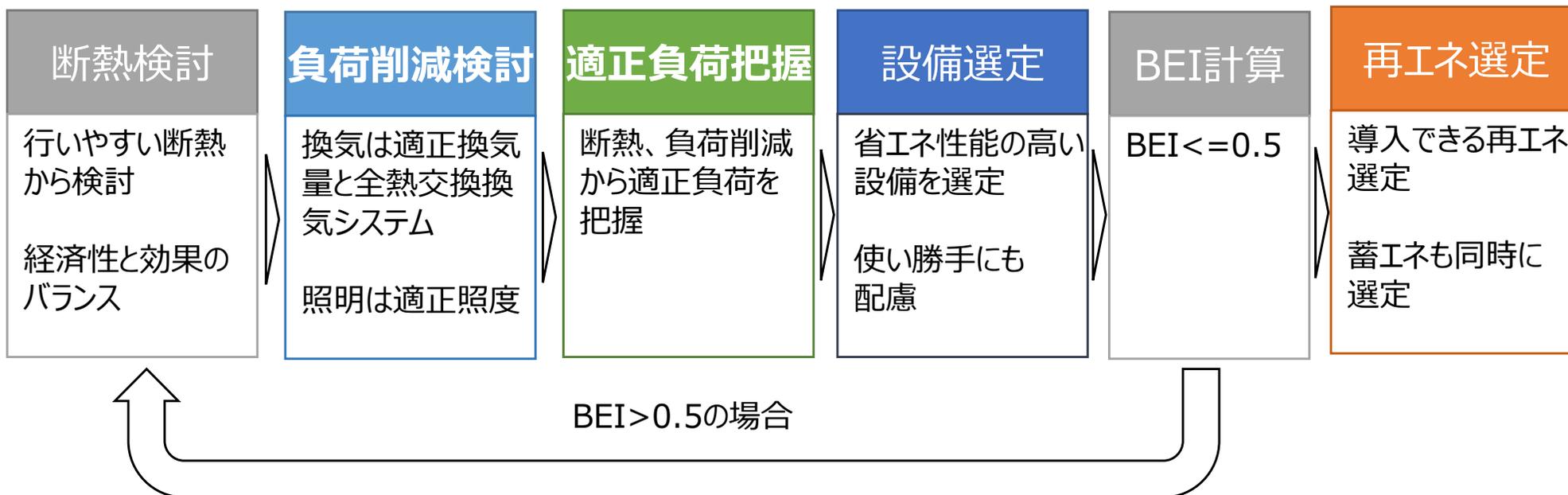
久留米談 何も見どころがないことが、見どころだった

→ZEBに特別な断熱や設備は必要ないことを理解した

既存ZEBの設計手法～ZEB化設計の考え方～

1. 教科書通りの設計プロセスを進める

- + ZEB化設計では、負荷削減検討と適正負荷把握が重要。
- + まずは、ZEB Readyを目指す。
- + 『ZEB』、Nearly ZEBは太陽光発電導入可能量で決まる



2. 汎用設備で設計する

- + 経済性を高めるため
- + 保守や修理を容易にするため
- + 設備改修を安価に容易に行うため

久留米市におけるZEBの設計方針

基本方針：久留米市でZEBを普及させる

行政の入札ルールに沿ったZEBを行う

→メーカー指定不可、競争入札、分離発注に対応できるZEB設計、対応とする。

保守、故障対応、次の更新をしっかりと考えた設備内容にする

→保守、故障、次の更新を見据えた設備内容にする。

経済性の高いZEBを目指す

→経済性（導入費、管理費、更新費も含む）の高い設備導入を図る。



汎用設備を活用したZEB設計

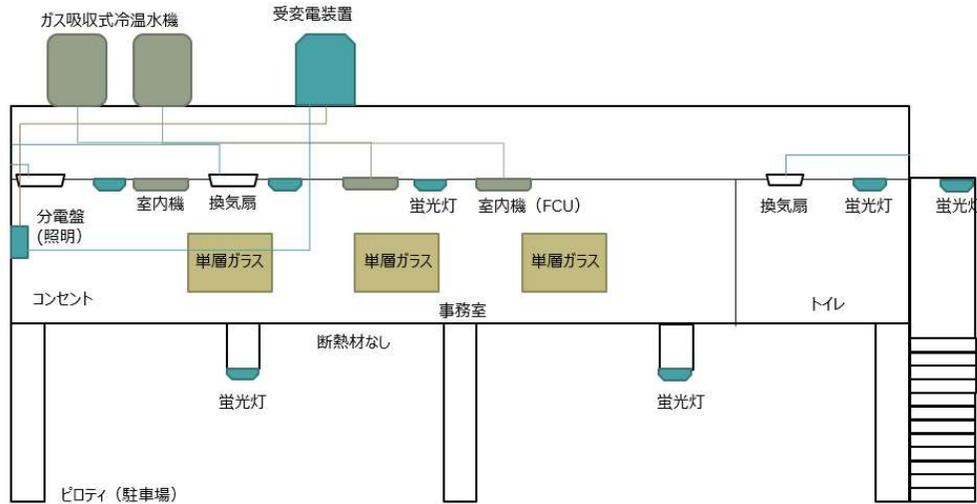
働く人、利用者の快適性を向上する

- 快適性を向上**させる
- ZEBのファンを増やす
- 快適に脱炭素できればよい

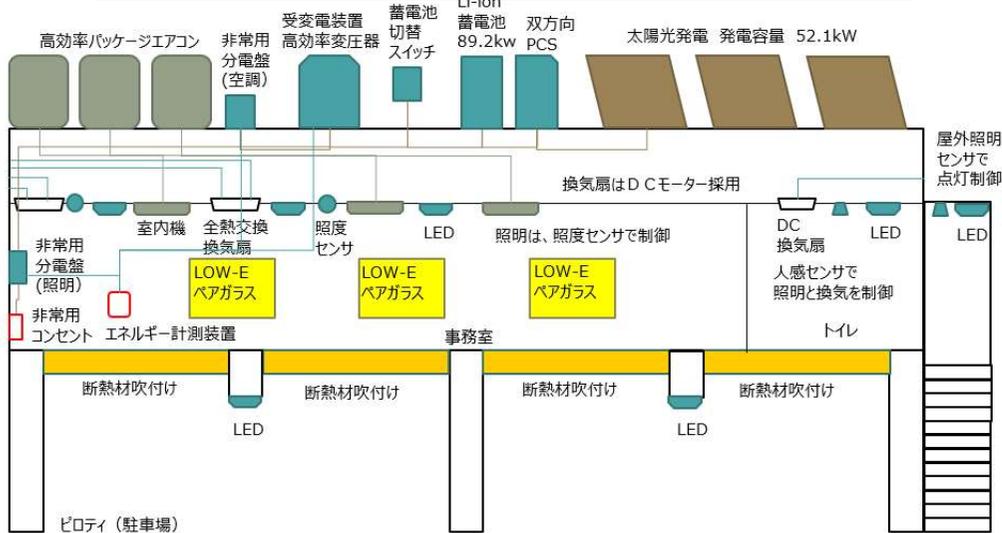
		従来の建物		ZEB
		エネルギーを浪費して快適	我慢して省エネ	快適に省エネ
エネルギー消費量	快適性	× 大きい 快適	○ 小さい 我慢	○ 小さい 快適
	快適性	× 大きい 快適	○ 小さい 我慢	○ 小さい 快適

既存ZEBの設計手法～久留米市環境部庁舎の導入設備～

【改修前】



【改修後】汎用的な設備で『ZEB』実現 = 普及が容易



太陽光発電設備

発電容量：52.1kW
 予想発電量：58,340kWh/年



蓄電池

蓄電容量：89.2kWh
 蓄電池の導入により停電時においても災害拠点施設として機能を発揮



高効率空調

能力合計：103kW
 断熱性向上により空調負荷を大幅削減。消費電力量を約60%削減



全熱交換換気扇

換気の際に排出される、涼しさ・暖かさを回収。全熱交換換気扇導入により空調負荷を大幅低減



LED照明

高効率LED照明、照度センサ導入
 消費電力量は、同仕様の建物に対して約77%減



Low-Eペアガラス

通常の単層ガラスと比較して、約3倍、熱や冷気を通してにくいガラス
 建物の断熱性能が大幅に向上

・外皮断熱の強化① 窓のガラス交換



★既存サッシ枠・障子を流用

ガラスのみ交換（単層ガラス ⇒真空ガラス）

●カバー工法等より**コスト安**、休日作業で**業務に支障なし**

窓辺の“冷たい感覚”が低減 →**省エネ効果を実感**

サッシ枠・障子に結露は生じていない

外部の騒音を低減する副次的効果



	構成		断熱性能	遮熱性能
			熱貫流率 (W/m ² ·K)	日射熱取得率 (%)
改修前	単層ガラス	FL6	5.8	0.85
改修後	真空ガラス ①	Low-E4+V0.2 +FL4	0.65	0.48
	真空ガラス ②	Low-E3+V0.2 +PWN	1.0	0.51

● 外皮断熱の強化② 2階床スラブ裏の断熱材吹付



- 「清掃収集車の車両基地」として建設されたため、1階（駐車場）がピロティ形式で外気に吹きさらし
- 2階床スラブ裏は吹付塗装のみ、そこから熱が奪われる職員から、「**足元が冷えて耐えられない**」と不評



- ★ 2階床スラブ裏へ、ウレタン系断熱材（不燃）を35mm厚吹付（露出仕上げ）
- 床の断熱性能強化で、室内温度分布が均一化職員は足元から、「**ZEB化の効果**」を体感

既存ZEBの設計手法～照明設備改修～

● 照明設備改修



改修後



設定用タブレット

- 全てLED化、ニーズに応じて機能の使い分け
- レイアウト変更を見越し、スイッチの割当がタブレットで柔軟に変更可
- 照度センサによる自動調整は暗さを感じない
- コミッショニング（設定調整）で更に省エネ

	器具種類	機能
改修前	蛍光灯ベース 一部LED照明 (12.9kW)	—
改修後	LED照明 (6.5kW)	事務室 : 照度センサ トイレ : 人感センサ (換気扇連動) 外部階段 : 人感・照度センサ
削減効果	消費電力削減 ▲6.4kW (▲50%)	

● 空調設備改修



改修前



改修後

- 断熱強化 (PAL* (外皮基準指標) 591 → 418(MJ/m²・年))

全熱交換換気扇導入により、

空調設備の大幅なダウンサイジング

	空調・換気方式	空調能力 (kW)
改修前	ガス吸収式冷温水機 (30RT・20RT) ダクト用換気扇 (28台)	冷房175kW 暖房170kW
改修後	電気式パッケージ (14台) 全熱交換換気扇 (11台) ダクト用換気扇 (5台) (※換気扇はDCモーター)	冷房97.5kW 暖房109.5kW
削減効果	—	冷房▲77.5kW (▲44%) 暖房▲60.5kW (▲36%)

既存ZEBの設計手法～太陽光発電、蓄電池～

● 太陽光発電、蓄電池



太陽光



蓄電池

- 平時：太陽光発電と蓄電池により建物の電気を賄う
余剰電力は売電
- 停電時：建物のほとんどすべての電力を賄う
空調、照明を節電モードにすることで15時間の電力供給可能

	太陽光発電	蓄電池
仕様	52.1kW	89.2kWh
機能等	○蓄電池機能 停電時に自動で自立運転を実施、特定負荷へ給電 （※特定負荷：照明、空調、一部コンセント） 系統からの充電抑制モード、ピークカット機能 余剰売電あり	

既存ZEBの設計手法～BEI計算結果～



『ZEB』 BEIは-0.06

省エネルギー性能			
一次エネルギー消費量(MJ/年m ²)			BPI, BEI
	基準値	設計値	
PAL*	470	418	0.89
空調	433.82	173.40	0.40
換気	13.52	2.19	0.17
照明	267.29	59.30	0.23
給湯	0.00	0.00	-
昇降機	0.00	0.00	-
コジェネ	0.00	0.00	-
創エネ	0.00	-282.71	-
計	714.63	-47.82	-0.06
その他	142.37	141.82	-
合計	857	94	-

環境部庁舎のZEB化費用



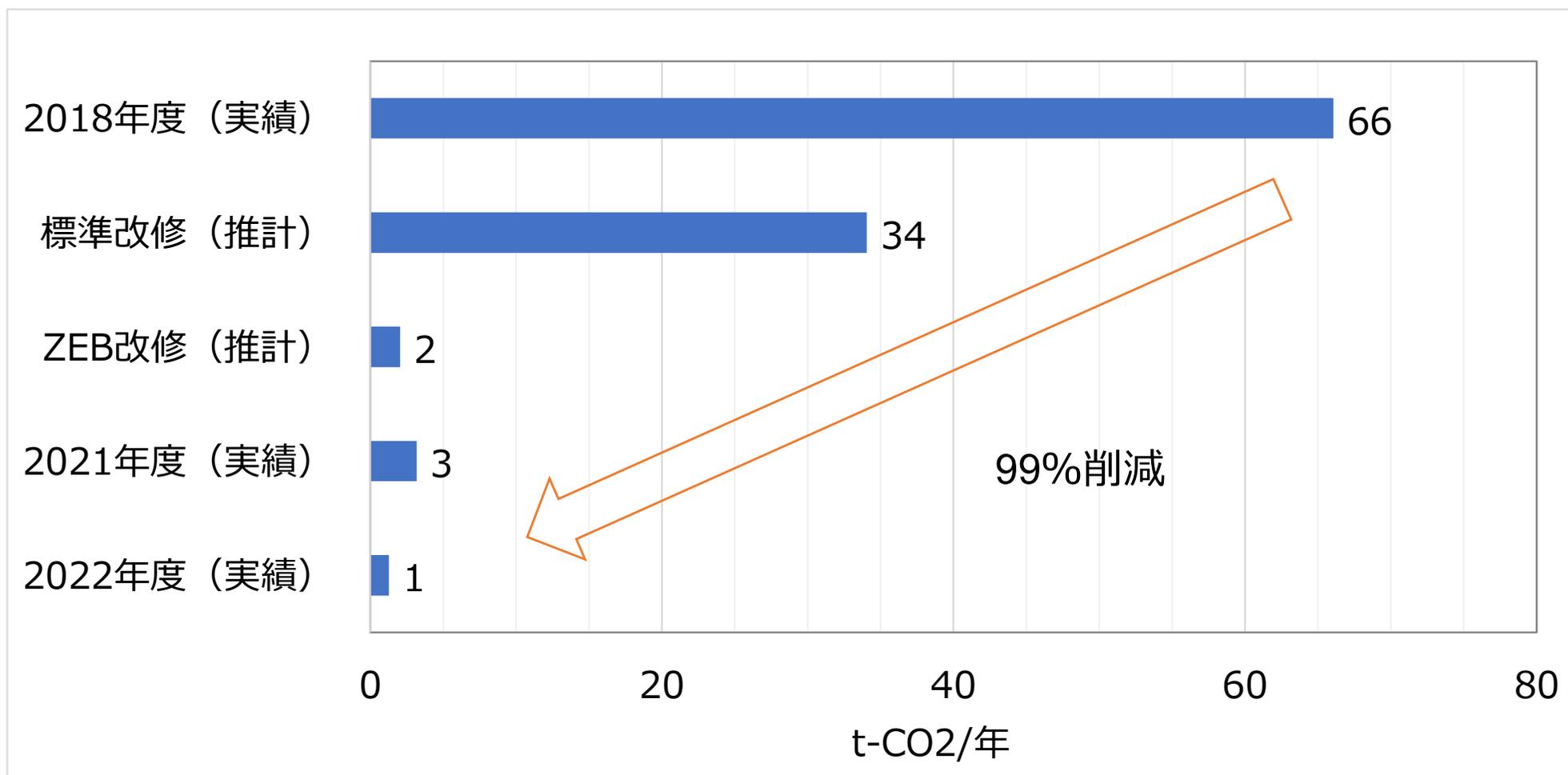
	標準改修	ZEB化改修
改修内容	照明のLED化、老朽化に伴う空調設備の更新（同等能力のパッケージエアコンの更新）	真空ペアガラス、硬質ウレタンフォーム断熱、パッケージエアコンの導入（更新前はガス吸収式）、全熱交換器、LED照明、太陽光・蓄電池ほか
ZEB化費用 (※1)	6,300万円	2億500万円
国庫補助金	—	1億3500万円（補助率：3／4） 1億円（補助率：2／3）
実質負担額	6,300万円	7,500万円 （補助率：3／4） 1億500万円 （補助率：2／3）
年間コスト 削減額	111万円／年 （現在単価では87万円／年）	291万円／年 （現在単価では503万円／年）
実質回収年数 (※2)	—	6.7年（補助率：3／4）

※1 設計費、施工費、消費税

※2 $(\text{実質負担額}_{\text{ZEB改修}} - \text{実質負担額}_{\text{標準改修}}) / (\text{年間コスト削減額}_{\text{ZEB改修}} - \text{年間コスト削減}_{\text{標準改修}})$

※3 本事業では交付税措置を活用したが、実質負担額には考慮していない。交付税措置も考慮した場合は、市の持ち出しは5,400万円になる見込みである。

環境部庁舎のCO₂削減量の実績



電気排出係数 2018年度0.463kg-CO₂/kWh 2021年度0.365kg-CO₂/kWh 2022年度 (推計値の計算にも利用) 0.296kg-CO₂/kWh
都市ガス排出係数 2.21kg-CO₂/m³

既存ZEBの設計手法～久留米市企業局 合川庁舎の概要～



築50年以上経過した建物をGHPを用いてZEB

スケジュール

2019年度

ZEB化可能性調査を実施 Nearly ZEB、ZEB Ready可能確認

2020年度

詳細設計、補助申請

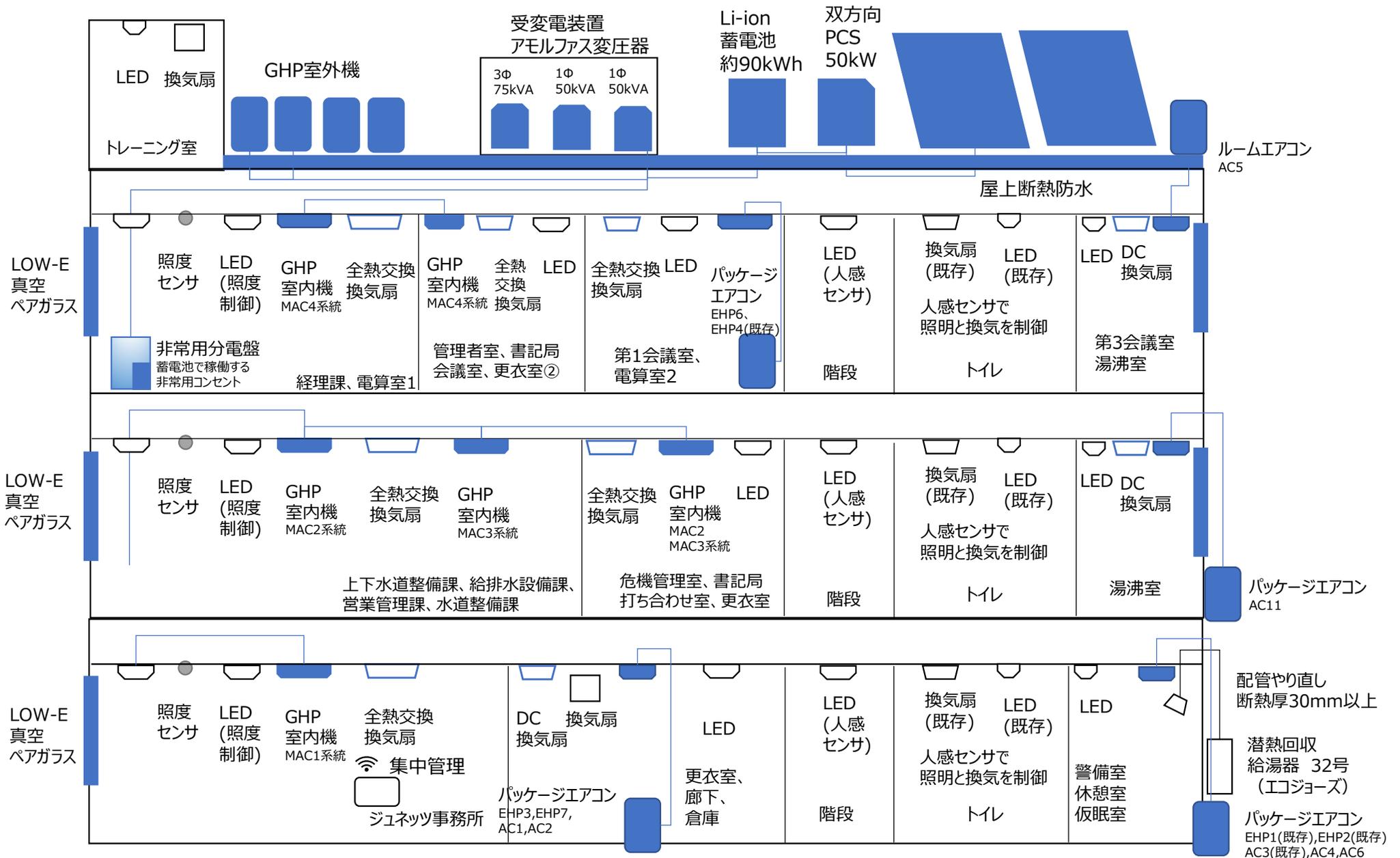
2021年度

施工中

ZEBの分類	ZEB Ready レジリエンス強化型ZEB
建物名称	企業局 合川庁舎
構造	鉄筋コンクリート造
階数	地上4階
延床面積	4,096㎡
建物用途	事務所等
竣工	1969年（築52年）
一次エネ削減率	67%



既存ZEBの設計手法～合川庁舎のシステム図



既存ZEBの設計手法～BEI計算結果



ZEB Ready BEIは0.32

省エネルギー性能			
一次エネルギー消費量(MJ/年m ²)			BPI, BEI
	基準値	設計値	
PAL*	470	344	0.73
空調	629.68	305.14	0.48
換気	23.00	6.97	0.30
照明	261.40	88.77	0.34
給湯	8.99	7.32	0.81
昇降機	0.00	0.00	-
コジェネ	0.00	0.00	-
創エネ	0.00	-103.08	-
計	953	305	0.32
その他	209.47	209.47	-
合計	1,163	514.6	-

既存ZEBの設計手法～久留米市企業局 合川庁舎のZEB化費用～

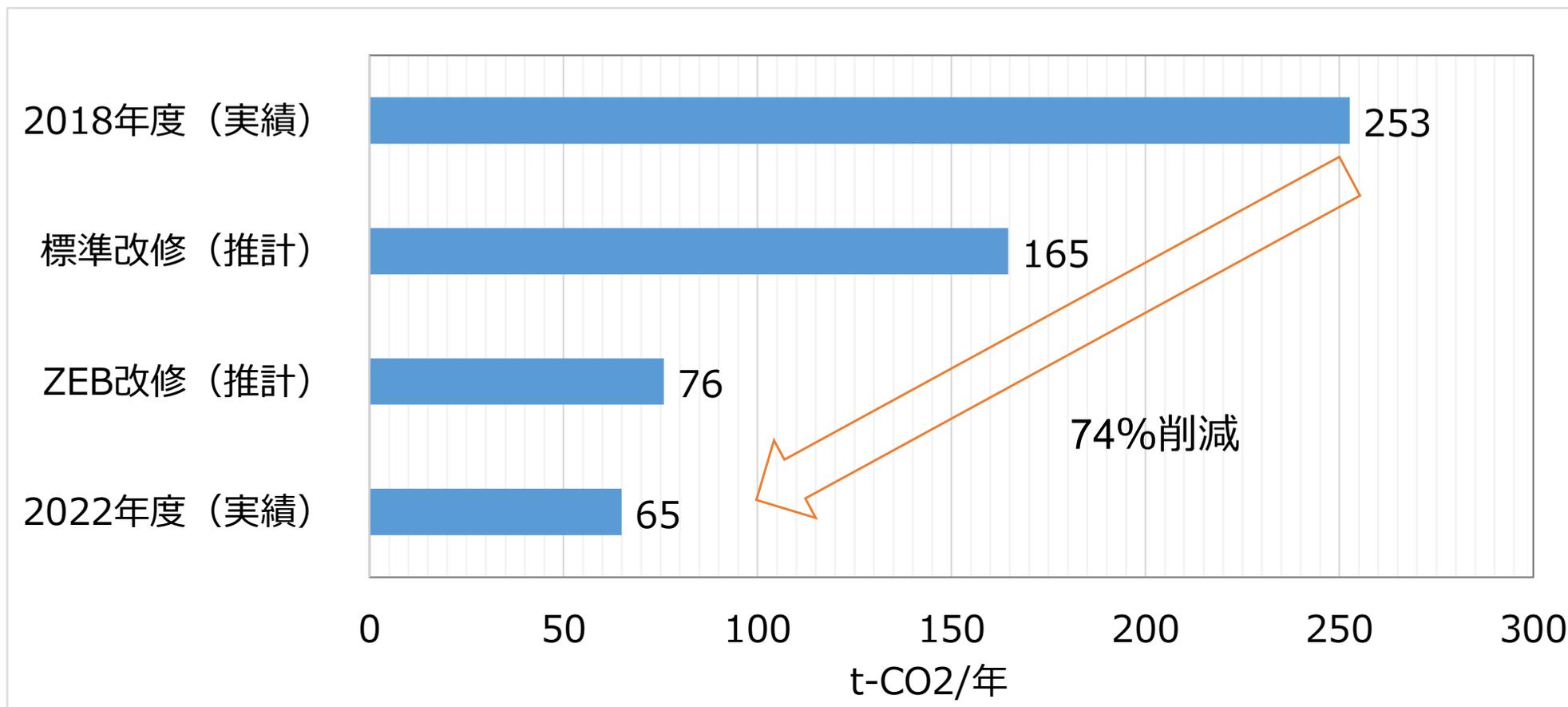


	標準改修	ZEB化改修
改修内容	老朽化に伴う空調設備の更新（熱源、冷却塔、冷温水ポンプ、ファンコイルユニットの更新）、ガス給湯器の更新、受変電設備の更新	真空ペアガラス、硬質ウレタンフォーム断熱、GHP、一部EHPの導入、全熱交換器、LED照明、ガス給湯器、受変電設備、太陽光・蓄電池ほか
ZEB化費用（※1）	1億150万円	3億7000万円
国庫補助金	—	1億6000万円（補助率：2／3）
交付税措置	—	2150万円
実質負担額	1億150万円	1億9000万円（補助率：2／3）
年間コスト削減額	12万円／年 （現在単価で20万円／年）	524万円／年 （現在単価で1,011万円／年）
実質回収年数（※2）	—	17.3年（補助率：2／3）

※1 設計費、施工費、消費税

※2 $(\text{実質負担額}_{\text{ZEB改修}} - \text{実質負担額}_{\text{標準改修}}) / (\text{年間コスト削減額}_{\text{ZEB改修}} - \text{年間コスト削減}_{\text{標準改修}})$

久留米市企業局 合川庁舎のCO₂排出量



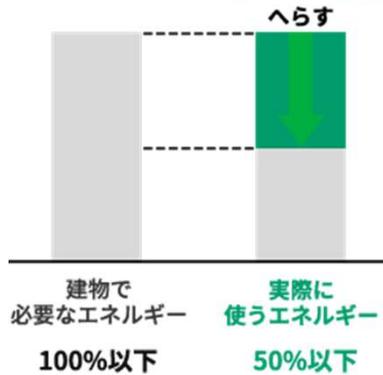
電気排出係数 2018年度0.579kg-CO₂/kWh 2022年度 (推計値の計算にも利用) 0.296kg-CO₂/kWh
都市ガス排出係数 2.21kg-CO₂/m³

既存ZEBの設計手法～ZEBのメリット～

Merit 1

CO₂排出量の大幅削減

『省エネで50%以下まで削減』 CO₂削減率は50%以上
 (※建築物の使い方による)



Merit 2

省エネと快適性の両立が可能

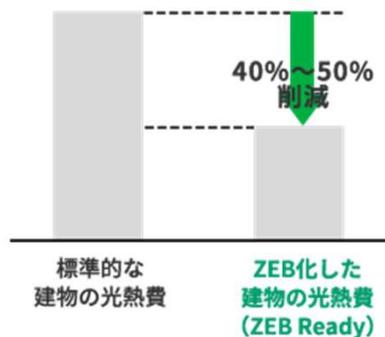
	従来の建物	ZEB
エネルギー消費量	エネルギーを浪費して快適 × 大きい	快適に省エネ ○ 小さい
快適性	快適 ○	我慢 ○

照度、室内温度の安定
十分な換気量の確保

Merit 3

ランニングコスト削減、補助金の活用が可能

『ZEB化による光熱費削減の試算』 省エネ額が大幅に増加
 実質投資回収年数は15年程度
 (※補助率2/3 建築物の使い方による)



次回設備改修費用が大幅に削減
 空調ダウンサイジングにより次の更新費を削減
 (環境部庁舎は600万円程度と試算)

Merit 4

事業継続性の向上



太陽光発電、蓄電池を導入することで停電時の電力供給可能

蓄電池が余剰電力を活用することでZEBの経済性が向上

既存ZEBの設計手法～まとめ～

- 既存建築物ZEB化の可能性
 - + ほとんどすべての建物で可能
 - + 経験豊富なZEBプランナーによりZEB支援が可能
- ZEB化は様々なメリット
 - + CO2削減
 - + 省エネ額増加
 - + 投資回収年数短縮
 - + 次の設備改修費用が大幅に削減
 - + 室内環境の改善
- ZEBチーム
 - + ZEBの継続的実現にはZEBチームが不可欠
- ZEB化改修計画作成
 - + 既存建築物のZEB化は具体的なZEB化改修計画を作成することが重要

Q1.既存建物はZEBにすることができますか？

A1.できます。

Q2.GHPや吸収式冷温水発生機を使ってZEBにすることはできますか？

A2.できます。

Q3.未評価技術とはなんですか？

A3.現在の一次エネルギー消費量計算で、その省エネ効果が計算に含まれていない技術です。

詳しくは、空気調和・衛生工学会の解説をご確認ください。

Q4.ZEBにすると、エネルギー消費がゼロになるのですか？

A4.ゼロにならないことが多いです。

ZEBは、一次エネルギー消費量50%減のZEB Readyから100%以上減の『ZEB』まであります。

設計図面を用いた計算ですので、実際のエネルギー消費と乖離があります。

Q5.『ZEB』は、蓄電池で需要と供給を一致させる必要があるのですか？

A5. 必要ありません。

『ZEB』は、太陽光発電の年間発電量 > 建物で使用するエネルギー消費量の状態です。

Q6.『ZEB』やNearly ZEBは全量売電できますか。

A6.できません。全量売電の場合は、発電分がZEB評価にカウントされません。
但し、余剰電力を売電することは可能です。

Q7.ZEBの補助金は必ずもらえるのですか？

A7.必ずもらえるわけではありません。
国の予算の範囲内で、提案が望ましい順に採択されます。
どのような提案が望ましいかは、補助執行機関の募集要項で確認することになります。

Q8.ZEBを行うための参考になる資料はありますか？

A8. 環境省ZEBポータル
環境共創イニシアチブ ZEB設計ガイドライン
環境共創イニシアチブ ネット・ゼロ・エネルギー・ビル実証事業 調査発表会2020
空気調和・衛生工学会「ZEB in Japan～ZEB(ネット・ゼロ・エネルギービル)先進事例集～」

Q9.太陽光発電は乗せれないのですが、ZEBになりますか？

A9.ZEB Readyなら問題ないです。

Q10.すでにLED更新していますが、ZEBになりますか？

A10.導入したLEDがJISに沿った仕様書を持っている場合、その内容を含めてBEIを計算して、ZEBの条件を満たすことが確認できれば、ZEBになります。

Q11.既存建物のZEB化で、外断熱は必要ですか？

A11.必ずしも必要ではありません。

一般的には、開口部の断熱⇨屋上の断熱⇨壁の断熱の順で考えます。

Q12.コージェネレーションシステムの導入は必要ですか？

A12.必ずしも必要ではありません。

導入すれば、評価されます。排熱利用設備を丁寧に選定することが必要です。

Q13.ZEB評価（BELS）をとった後に、設計変更を行った場合、ZEBは取り消されますか？

A13.取り消されません。

BELS評価書には、「評価結果については、提出を受けた図書にて評価したものであり、それ以降の計画の変更や時間経過などによる変化がないことを保証するものではありません。」と記載があります。ただし、ZEB補助金では、**竣工時の確認でBEIが上がった場合、補助金返還の可能性**があります。

Q14.ESCOでZEBはできますか？

A14.制度としてはできます。BEIと回収年数は反比例するため、以下の点をはっきりさせたほうが良いと考えます。

ESCOをしたい場合に、ZEBにする必要があるか。

ESCOは、コストパフォーマンスの良い設備を導入して、運用改善で経済性を高める手法が取られます。運用改善は、ZEBでは評価されません。コストパフォーマンスの良い設備ではZEB実現には、性能が足りない可能性があります。

まだ使える設備もZEBにするために更新する必要があることがあります。

ZEBにすることで、**費用対効果が悪化する可能性**があります。

事前にZEBになることを確認していない場合、技術的に無理なことを求めている可能性があります。

ZEBにしたい場合に、ESCOにする必要があるか。

ZEBは、建物一棟の省エネ性能が高いことを認証するものです。

実際の省エネ性能は運用によって異なります。必ずしも費用対効果の高い省エネ提案ではありません。

省エネ額でZEB改修費を回収できるESCO事業が成り立つことは、一般的なESCO以上に困難です。

ESCOは省エネ保証が得られますが、省エネ保証のための検証費用を支払う必要があります。

省エネ保証以外は、リースによるフルサービスでほぼ同様のサービスを得られます。

ESCO事業で行う必要があるか、しっかり検討したほうが良いと考えます。

どちらの場合でも、参加者は、ESCOの省エネ計算、積算に加えて、ZEB検討、BEI計算が必要となります。

参加者に提案にかかる大きな負担を強いることとなります。

その他～ZEB情報サイトの紹介～



- ZEB補助事業（民間）、ZEB事例、ZEBプランナーなど
+ 一社）環境共創イニシアチブ ZEB事業サイト
+ <https://sii.or.jp/zeb03/>
- ZEBの一般的な情報
+ 環境省 ZEBポータルサイト
+ <http://www.env.go.jp/earth/zeb/>
- ZEB設計ガイドライン/パンフレット
+ 一社）環境共創イニシアチブ ZEB設計ガイドライン/パンフレット
+ https://sii.or.jp/zeb/zeb_guideline.html

著作権について/免責事項

著作権

- 本資料の著作権は、参照したものを除き、原則として環境省に帰属します。
- 本資料内容について、出所を明示することにより、引用・転載・複製することができます。ただし、無断転載を禁じる旨の注記があるものを除きます。
- 本資料の中には、第三者が著作権その他の権利を有している場合があります。特に権利処理済であることが明示されているものを除き、利用者の責任で当該第三者からの利用の許諾を得てください。第三者が権利を有しているかどうかは、利用者の責任において確認してください。

免責事項

- 本資料に掲載しております情報について、正確性および完全性を保証するものではありません。本資料に掲載されているいかなる情報についても、必ずしも常に最新情報が反映されるものではありません。これらによって生じるいかなる損失に関し一切責任を負うものではありません。