



ZEBを取り巻く環境とその進め方

令和4年10月

備前グリーンエネルギー株式会社

山口 卓勇

プロフィール

山口 卓勇 (備前グリーンエネルギー 事業部長・執行役員)

【略歴】

2002年 デラウェア州立大学院 公共政策学部環境エネルギー政策卒 (環境エネルギー修士)

2003-2005年 株式会社住環境計画研究所 研究員

2006年- 備前グリーンエネルギー株式会社

【保有資格】

エネルギー管理士・第2種電気主任技術者・建築設備士・第二種電気工事士・CxPE (性能検証技術者)

【専門分野】

産業及び民生業務部門のエネルギー分析、機械学習を活用したエネルギーデータ分析 (主にPYTHONを用いたビッグデータ分析)、ZEB設計 (汎用設備を用いた既存建築物のZEB化を得意とする。ガス空調を用いたZEB、意匠性の高い建物でのZEBなど 複雑な建物のZEB化も行う。)

【主なZEB実績】

公共建物 : ZEB設計 久留米市環境部庁舎 他4件 ZEB化計画 福岡市、久留米市、大木町、福岡県南広域水道企業団 等

民間建物 : ZEB設計支援 新築 5件 既存建築物 5件

【ZEB普及啓発事業】

環境省 温室効果ガス排出抑制指針 (業務部門) 等の普及・啓発委託業務 (ZEB実現の普及・啓発活動業務)

建築設備技術会議 既存建築物のPEB実現 ~『ZEB』を超えたエネルギー購入ゼロの実現へ~

品川区 議員研修会、新潟市建築設計共同組合様向けZEB説明会 など

【論文等】

・Estimating energy consumption by purpose and analyse standby power in non-residential buildings in Japan (ecee Summer Study 2017)

・スマメータ・EMSデータの分析手法と省エネサービスへの活用:スマメータ等を活用した統計分析によるエネルギー診断手法の研究 (第37回エネルギー・資源学会研究発表会)

ZEBを取り巻く動向

建築物の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」)で定められた、非住宅建築物の省エネルギー基準は、今後引き上げ

年度	非住宅建築物の規制強化について
2017年4月～	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4月～	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	大規模建築物の 省エネ基準の引き上げ BEI = 0.8程度
2025年度	小規模建築物の省エネ基準への適合義務化
2026年度	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

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。

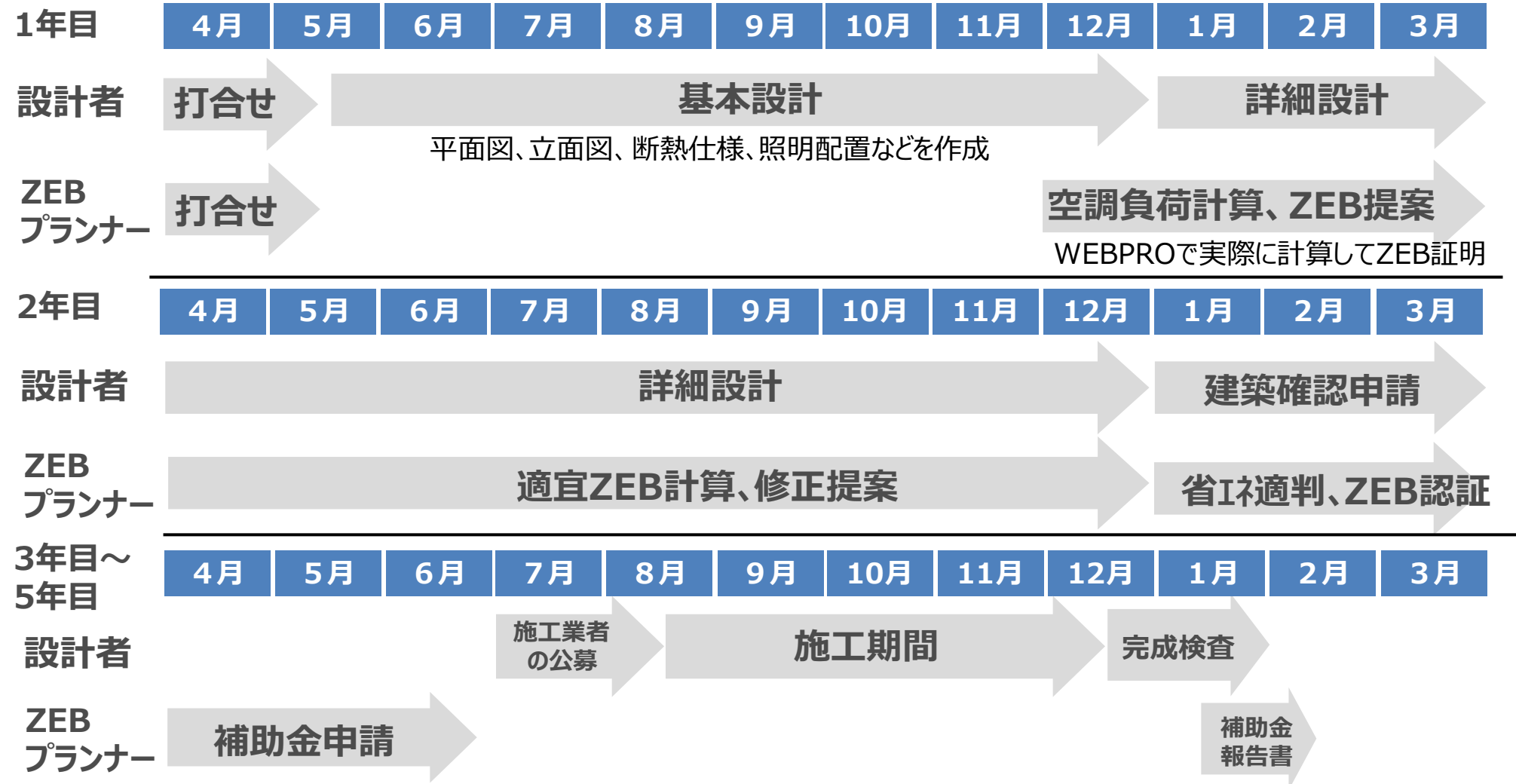
※2 公的主体以外

※3 地方公共団体、都市再生機構

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

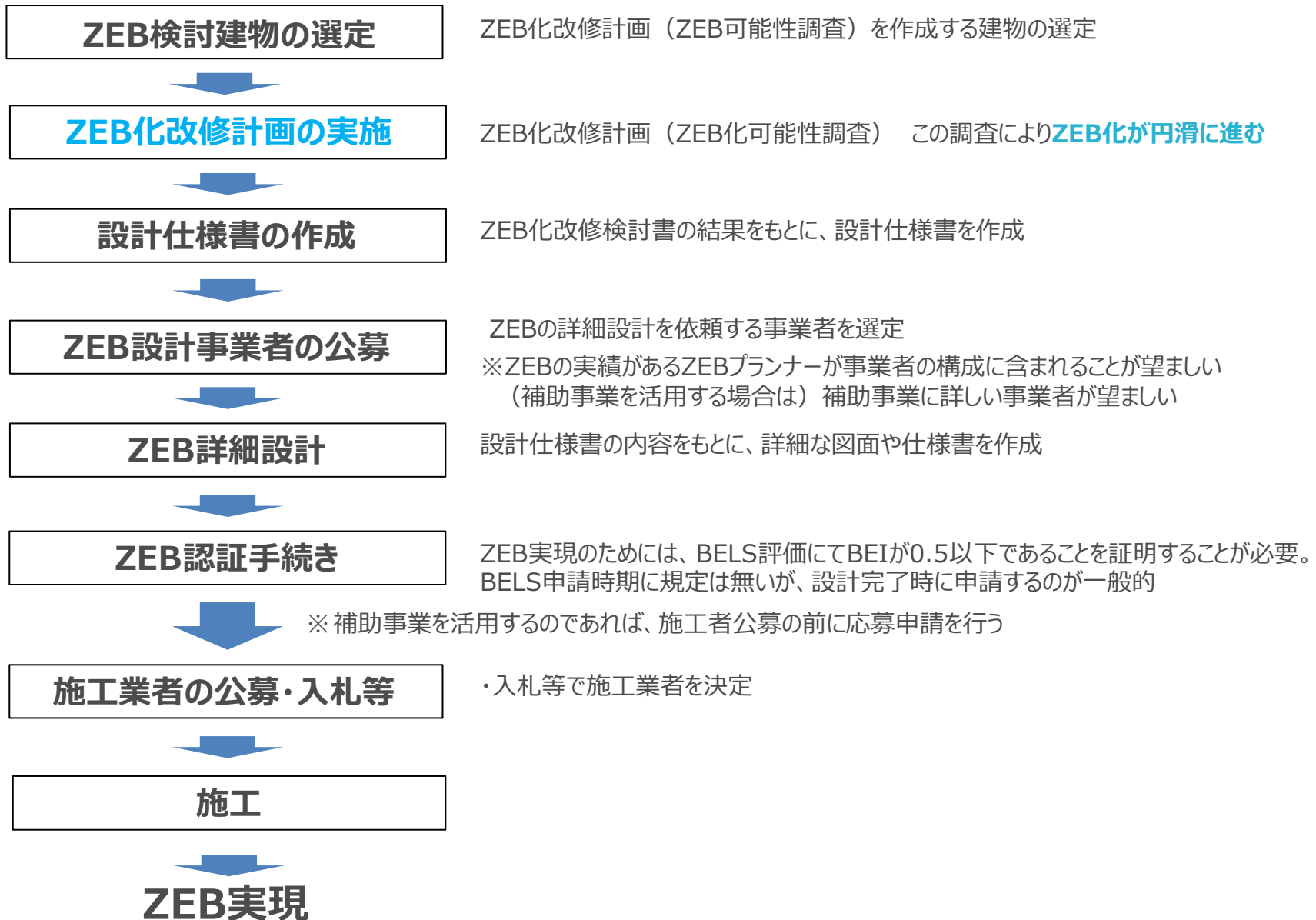
※5 気候風土や高層等によりやむを得ない場合は除く。

ZEB化実現までのスケジュール（新築）



弊社では、既存建築物での経験を活かし、基本設計内容からZEB提案が可能です。
設計者の方々に、設計に専念していただき、ZEBに必要な設備仕様提案を行います。

久留米市既存建築物ZEB化改修の進め方



ZEB化改修計画（ZEB可能性調査）について

ZEB化改修計画（ZEB化可能性調査）は、既存建築物のZEB化を進めるにあたって最も重要。既存建築物のZEB化では、一般的な空調改修と異なり、その費用が全くわからない。ZEB化改修計画を行い、実現可能なZEBのクラス（『ZEB』, Nealy ZEBなど）、具体的な仕様、事業費の算出、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明確にして、予算を司る部署と協議することで、その後の設計、施工をスムーズに進めることができる。

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

久留米市の事例 既存公共建築物ZEB化改修計画の結果 (R1)

- +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ランクを確定



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

久留米市の事例 既存公共建築物ZEB化改修計画の結果 (R2)

- + 可能調査を行った4施設すべてZEB化が可能
- + 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
- + ZEB化可能性調査を行った建物は順次ZEB化を実現していく



野中生涯学習センター (築42年)

Nearly ZEB

ZEB Ready

- ・用途 : ホール、宿泊施設
- ・面積 : 3,195m²
- ・構造 : RC造



総合幼児センター (築41年)

Nearly ZEB

ZEB Ready

- ・用途 : 保育所、子育て支援
- ・面積 : 1,854m²
- ・構造 : RC造

Nearly ZEBに向け設計済



耳納市民センター (築27年)

Nearly ZEB

ZEB Ready

- ・用途 : 事務所
- ・面積 : 337m²
- ・構造 : RC造



筑邦市民センター (築27年)

Nearly ZEB

ZEB Ready

- ・用途 : 事務所
- ・面積 : 327m²
- ・構造 : RC造

久留米市と備前グリーンエネルギーのZEBの方向性

基本方針：ZEBを普及させる！！ ZEBを普通にする！！

行政のルールに沿った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
(設計施工一括発注できるならそれでもかまわない)

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

久留米市と備前グリーンエネルギーのZEBの方向性

基本方針：ZEBを普及させる！！ ZEBを普通にする！！

働く人、利用者の快適性を向上する

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

		快適性の向上		
		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	大きい	×	○	○
	快適性	不快 (人アイコン)	我慢 (人アイコン)	快適 (人アイコン)

ZEBのノウハウは公開

- 久留米市では、数多くのZEB視察に対応
- 備前グリーンエネルギーはZEBのための標準入力法講習を実施
- ZEBの講演、問い合わせは可能な限り対応

→ ちなみに、久留米市のZEB建物を**視察しても、面白くない**

久留米市中央図書館（石橋文化センター）は美しい

久留米市環境部庁舎の事例

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

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

Z E B 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
一次エネ削減率	106%



既存建物のZEB化普及促進の取組を評価され
 ・2021エコプロアワード 国土交通大臣賞受賞
 ・2021省エネ大賞資源エネルギー庁長官賞受賞



環境部庁舎の導入設備(断熱)

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

環境部庁舎の導入設備（断熱）

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**

環境部庁舎の導入設備（照明）

照明設備改修

- 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、スイッチの割当て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
- コミッシュニング（設定調整）で更に省エネ



改修後



設定用タブレット

	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%)	

環境部庁舎の導入設備（空調）

空調設備改修

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



改修前



改修後

	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%)

環境部庁舎の導入設備（太陽光発電、蓄電池）

太陽光発電、蓄電池



太陽光



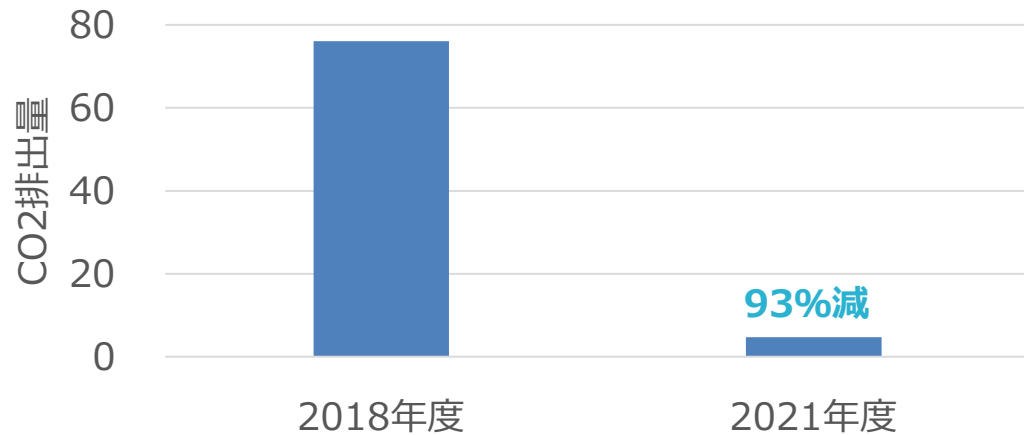
蓄電池

- 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気を賄う
空調、照明を節電モードにすることで1.5時間の電力供給可能

	太陽光発電	蓄電池
仕様	52.1kw	89.2kw
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 <u>余剰売電あり</u>	

環境性 (環境部庁舎)

CO2排出量は93%減 (EV等の新たな負荷が増加)



	単位	2018年度	2021年度	比率
電気	t-CO2	50	13	27%
都市ガス	t-CO2	26	0	0%
売電	t-CO2	0	-9	
合計	t-CO2	76	5	7%

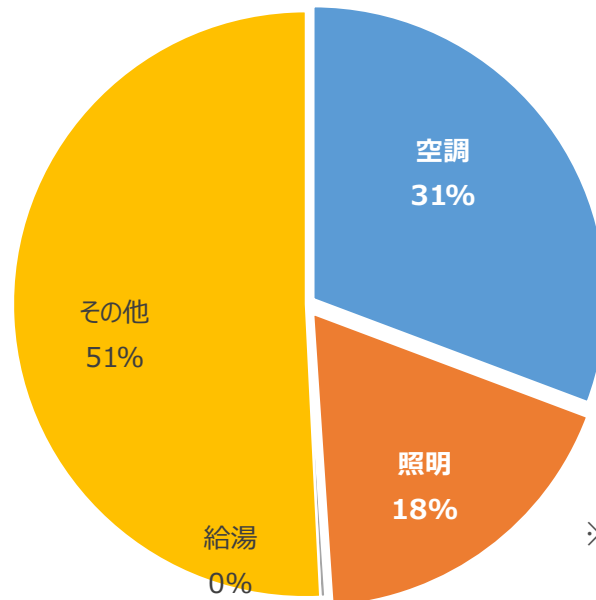
※電気の排出係数は0.579kg-CO2/kWhで固定

用途別CO2排出量割合

用途別CO2排出量は

- 空調 31%
- 照明 18%
- その他 51%

その他の割合が大きくなる



※電気の排出係数は0.579kg-CO2/kWhで固定

経済性（環境部庁舎）

	標準改修	ZEB化改修
改修内容	照明のLED化、熱源、冷却塔、冷温水ポンプ、ファンコイルユニットの更新	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、全熱交換器、LED照明、太陽光・蓄電池、BEMSの導入
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	290万円／年 （実績324万円／年 2018年-2021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 $(\text{実質負担額_ZEB改修} - \text{実質負担額_標準改修}) / (\text{年間コスト削減額_ZEB改修} - \text{年間コスト削減_標準改修})$

※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。

ZEB化実現までのスケジュール（既存建築物）



ZEBの進め方と支援

ZEBを実現を支援するZEBプランナーを設計者、施工者と別に依頼することで、ZEBに精通しなくてもZEB化可能

- 設計者は、建物の使い勝手と省エネに配慮して建物を設計（ZEBに精通していなくてよい）
- 施工者は、設計通りに正確に施工（ZEBに精通していなくてよい）
- ZEBプランナーは、設計者の設計を元に、ZEBになる断熱、設備仕様を提案
 入札資料を確認して、ZEB性能が担保されるように入札資料作成の助言
 施工内容を確認して、変更時はZEBになるように仕様を提案

	内容	弊社（ZEBプランナー）の支援
基本設計	建物設計の基本設計 ZEB化を検討	平面図、断熱計画などを元にZEBになる 設備選定一次エネルギー消費量計算書でZEBを示す
設計	ZEBの詳細設計	
省エネ適判 ZEB認証	省エネ適判、ZEB認証取得	一次エネルギー消費量計算書 省エネ適判申請やZEB認証のBELS申請の支援
入札	入札	施工者の入札資料作成支援 ZEBの場合、性能を担保した入札が必要 補助事業の場合、入札時に補助の特殊条件を加える必要あり
工事監理	工事監理	設計変更時してもZEBの性能を満たすことを確認 ZEBを満たすように変更方法の助言
補助事業支援	補助事業の様々な事務事業が発生	補助事業の申請から報告までの一括支援
性能評価業務	建物の性能検証（必要に応じて実施）	建物の省エネ性能、環境性能、機能が想定通りに実現するように設計から施工まで確認 竣工後、省エネ性能、環境性能、機能が想定通りに実現していることを検証
BEMS活用 運用改善	エネルギー使用量計測システム（BEMS）を活用して、実測、運用改善(補助事業の場合は必須)	BEMS導入提案から活用まで一括支援 運用時のデータ分析、運用改善提案を行う

久留米市のZEB推進の特徴

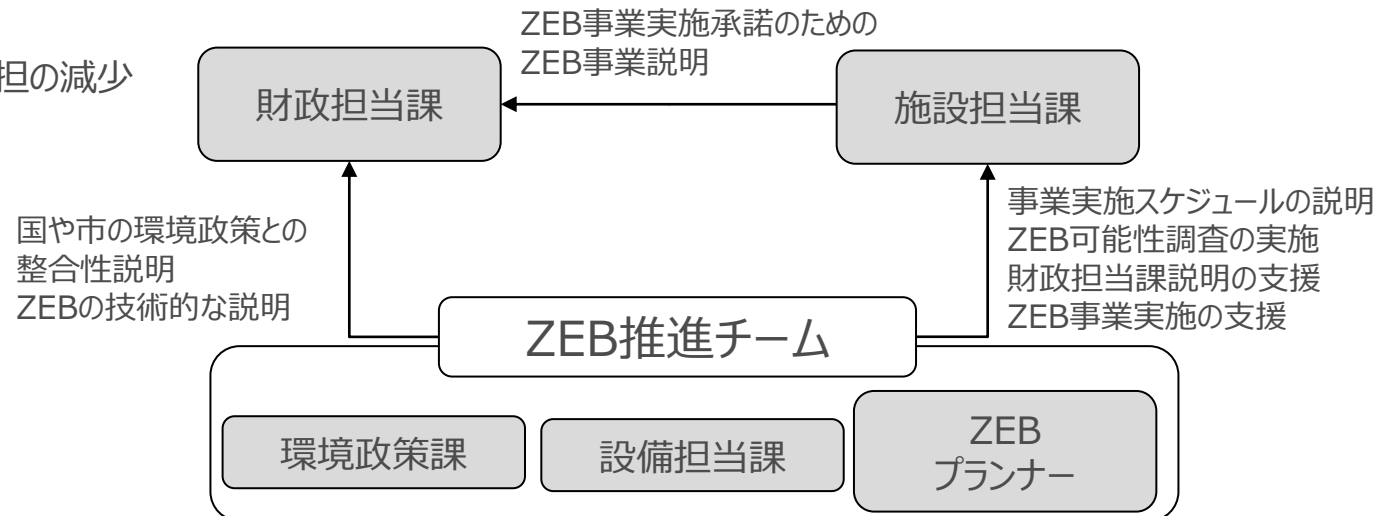
ZEB実現をチーム（ZEBチーム）で対応することで継続的なZEBの実現

■ それぞれの役割

- + 施設担当課：ZEBの内容整理、事業スケジュール作成、財政担当課への説明
補助事業の申請・報告書提出、入札仕様書の作成
- + 財政担当課：ZEB事業実施可否の判断
- + 環境政策課：ZEB化改修事業と久留米市の温暖化対策計画の整合性に対する助言
補助金、交付金額算出の支援、各種資料作成支援
- + 設備担当課：ZEBの技術的内容、補助事業の実施スケジュール作成の助言
- + 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支援、入札仕様書の作成支援
施工時設備性能確認、竣工時ZEB性能検証

■ 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



連絡先

ご質問・ご連絡は以下にお願いします。

連絡先

提案者 備前グリーンエネルギー株式会社

担当者 山口 卓勇

電話：0869-63-3600 (080-7733-4761) FAX：0869-63-6500

メール：takuo@zeb.asia