

令和2年度 ZEB 等のリソースを活用した地産地消型エネルギー利用事業化可能性
調査業務 報告書

令和3年2月10日

久留米市 ZEB 等のリソースを活用した地産地消型
エネルギー利用事業化可能性調査業務共同事業体

目次

1 本業務の目的.....	1
(1) 目的.....	1
(2) 調査内容.....	1
(3) 本業務の調査体制.....	2
(4) 電気の発熱量及び排出係数について.....	2
2 ZEB 等リソース導入可能性調査.....	3
(1) 既存公共建築物 ZEB 化可能性調査.....	3
ア 調査の前提.....	3
イ 対象施設の分析(耳納市民センター 行政棟).....	6
ウ 対象施設の分析(筑邦市民センター 行政棟).....	13
エ 対象施設の分析(野中生涯学習センター).....	20
オ 対象施設の分析(総合幼児センター).....	35
カ まとめ.....	51
(2) その他再エネ等リソースの導入可能性調査.....	51
3 ローカル VPP 可能性調査.....	52
(1) 電力供給事業(エネルギーの地産地消).....	52
ア 供給電力の基礎調査.....	52
イ 使用電力の基礎調査.....	53
ウ 実現性の検証.....	59
エ 経済性の検証.....	60
(2) VPP 事業.....	64
ア 調整力の基礎調査.....	64
イ ディマンドレスポンス(DR)活用施設の調査.....	65
ウ 実現性の検証.....	65
エ 経済性(需給調整事業)の検証.....	67
(3) 事業化の検証.....	69
ア ローカル VPP 構築方針.....	69
イ エネルギー地産地消率及び地域の経済循環率の見込み.....	69
ウ 事業の採算性.....	70
エ 行政、事業者の役割整理.....	70
オ 事業の実現性評価.....	70
カ 事業実施でのコスト面以外の効果.....	70
キ 事業スケジュール.....	70
ク 事業者の提案に基づく検討資料.....	71

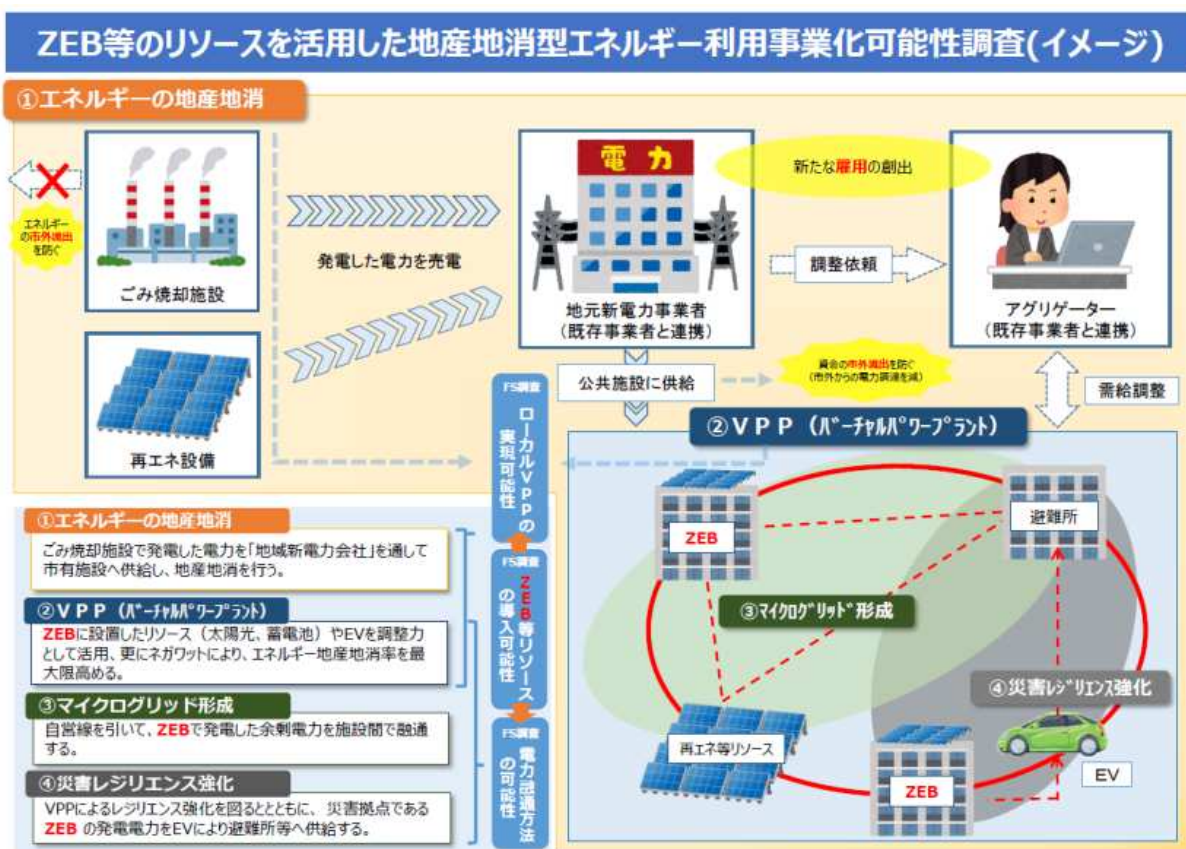
ケ 国庫補助事業活用の検討.....	72
4 電力融通可能性調査.....	73
(1) 概要.....	73
(2) 自営線を用いた電力融通.....	73
ア 調査対象施設.....	73
イ 対象施設の現状調査.....	74
ウ マイクログリッド形成の形態.....	77
エ 敷設方法の検討.....	80
オ 導入プランの提案.....	86
カ マイクログリッドの導入事例.....	94
(3) 太陽光発電とEVを活用した電力融通.....	95
ア 背景.....	95
イ 分析するモデル.....	95
ウ 分析の内容と仮定.....	97
エ 本調査で分析した再エネ導入施設.....	99
オ モデル分析.....	100
カ 導入スケジュール.....	105
キ 補助事業について.....	106
5 まとめ.....	112
6 参考資料.....	114
(1) 配電事業を活用したマイクログリッド形成.....	114
(2) 太陽光発電とEVを活用した電力融通モデルの分析結果.....	115

1 本業務の目的

(1) 目的

本業務の目的は、久留米市の地域循環共生圏の実現を図るために、地域の特性に応じた資源を有効に活用し、地域の活力が最大限に発揮されるエネルギー循環と効率化を図る総合的な仕組みの構築の検討です。

本業務は、「エネルギーの地産地消」、「Virtual Power Plant (以下、VPP という)」、「マイクログリッド形成」、「災害レジリエンス強化」を取組の柱として、ZEB を含む市有施設の再エネ等リソースを「重要な地域資源」として位置づけ、エネルギーの地産地消と VPP 等のエネルギー管理・アグリゲーション事業を組み合わせた総合的なエネルギー事業の構築を検討するものです(図 1-1 参照)。



出典: ZEB 等のリソースを活用した地産地消型エネルギー利用事業化可能性調査業務仕様書

図 1-1 検討する事業のイメージ

(2) 調査内容

本業務では、以下の 3 つの調査を行いました。

1. ZEB 等リソース導入可能性調査
2. ローカル VPP 可能性調査
3. 電力融通可能性調査

ZEB 等リソース導入可能性調査は、対象施設の ZEB 化やその他施設の再エネなどについて、具体的な導入手法や概算費用、温室効果ガス排出量の削減効果等を算出し、国庫補助事業活用を考慮した費用

対効果を検証しました。

ローカル VPP 可能性調査は、ごみ焼却施設(宮ノ陣クリーンセンター)や市有再エネ設備で発電した電力の市有施設への供給や、再エネ等リソースを活用した需給調整によりエネルギー効率化の検討を行い、「エネルギーの地産地消」及び「Virtual Power Plant (以下、VPP という)」の事業性の検証を行いました。

電力融通可能性調査は、荘島エリアにおける「マイクログリッド形成」の実現性の検証を行いました。また、「エネルギーの地産地消」及び「災害レジリエンス強化」を目的として、電気自動車(以下、EV という)や蓄電池、太陽光発電を活用した電力融通事業の CO2 削減効果や採算性の検証を行いました。

(3) 本業務の調査体制

本業務は、図 1-2 のとおりの調査体制で行いました。調査は、備前グリーンエネルギーが、ZEB 等リソース導入可能性調査と電力融通可能性調査を担当し、グローバルエンジニアリングがローカル VPP 可能性調査を担当しました。

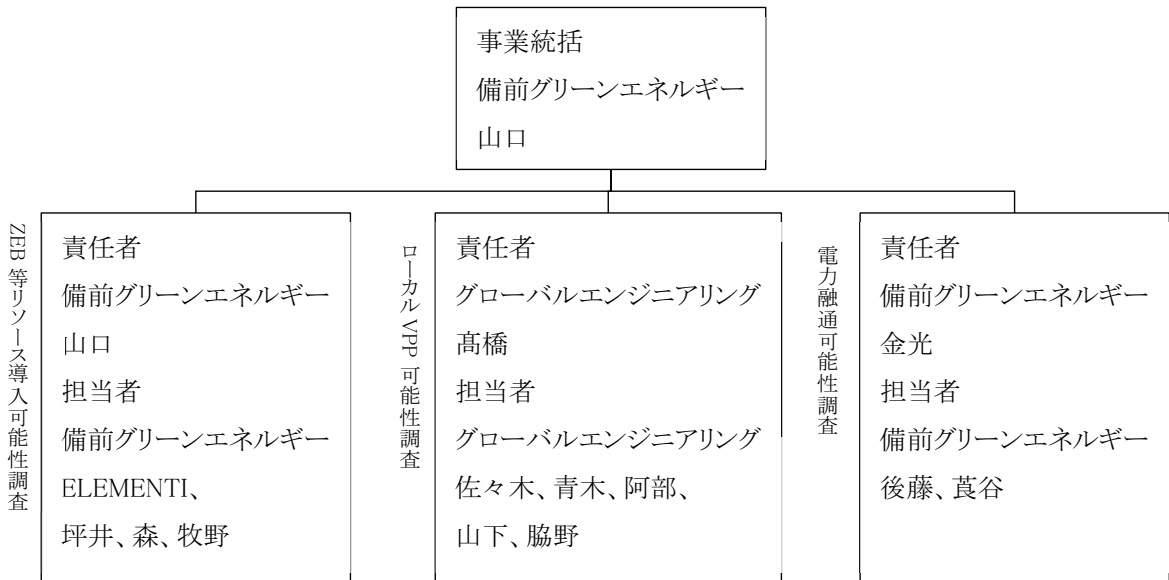


図 1-2 調査実施体制

(4) 電気の発熱量及び排出係数について

本業務を通して電気の発熱量は、一次エネルギー換算係数である 9.76MJ/kWh、電気の排出係数は 2019 年度実績の 0.445kg-CO₂/kWh を用います。

2 ZEB 等リソース導入可能性調査

(1) 既存公共建築物 ZEB 化可能性調査

ア 調査の前提

(ア) ZEB について

ZEB とは、net Zero Energy Building の略称になります。その定義は、「先進的な建築設計によるエネルギー負荷の抑制やパッシブ技術の採用による自然エネルギーの積極的な活用、高効率な設備システムの導入等により、室内環境の質を維持しつつ大幅な省エネルギー化を実現した上で、再生可能エネルギーを導入することにより、エネルギー自立度を極力高め、年間の一次エネルギー消費量の収支をゼロとすることを目指した建築物」(ZEB ロードマップ検討委員会とりまとめ 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー対策課 平成 27 年 12 月)とされています。

ZEB は、定量的定義により、現在、『ZEB』、Nearly ZEB、ZEB Ready、ZEB Oriented の 4 種類に分類されます(表 2-1 参照)。ZEB Oriented は、10,000 m²未満の建物に比べて、10,000 m²以上の建物の ZEB 化が困難なことから、平成 30 年度の ZEB ロードマップフォローアップ委員会において新たに定義された基準です。

表 2-1 ZEB の定量的定義

ZEB ランク	建物用途	一次エネルギー消費量削減率		その他要件
		省エネのみ	創エネ含む	
『ZEB』	すべて	50%以上	100%以上	-
Nearly ZEB	すべて	50%以上	75%以上	
ZEB ready	すべて	50%以上	-	
ZEB Oriented	事務所、学校等	40%以上	-	延床面積 1 万 m ² 以上 未評価技術導入
	上記以外用途	30%以上	-	

(イ) ZEB 化改修に活用できる国の補助事業

地方公共団体が ZEB 化改修に活用できる国の補助事業は、ZEB 実現に向けた先進的省エネルギー建築物実証事業、建築物等の脱炭素化・レジリエンス強化促進事業の 2 種類となります(表 2-2 参照)。

ZEB 実現に向けた先進的省エネルギー建築物実証事業は、一般的な ZEB の補助事業です。建物を ZEB 化するために必要な設備導入に対して、一定割合の補助金を支援します。ZEB の種類に応じて、補助率が異なります。また、延床面積が 2,000 m²未満の ZEB Ready は、補助対象外となります。

建築物等の脱炭素化・レジリエンス強化促進事業は、避難施設、防災施設を対象とした ZEB の補助事業です。レジリエンス強化条件として、災害時自立運転する蓄電池とその充電のための太陽光発電設備の導入が必須となっています。これら蓄電池、太陽光発電は平時も活用することとしています。ZEB Oriented は補助対象外としています。これら条件に合致した ZEB をレジリエンス強化型 ZEB と呼んでいます。

表 2-2 ZEB 化改修に活用できる国の補助事業

補助事業名	ZEB 実現に向けた先進的省エネルギー建築物実証事業	建築物等の脱炭素化・レジリエンス強化促進事業	
対象施設	すべての業務用施設	避難施設、防災施設	
レジリエンス強化条件		災害時自立運転する蓄電池とその充電のための太陽光発電設備の導入が必須	
補助率	『ZEB』	3/5	2/3
	Nearly ZEB	1/2	3/5
	ZEB Ready	1/3※	1/2
	ZEB Oriented	1/3	-
※延床面積 2,000 m ² 未満は対象外			

(ウ) 調査対象施設

本業務で ZEB 化を検討した施設は、耳納市民センター 行政棟、筑邦市民センター 行政棟、野中生涯学習センター、総合幼児センターの 4 施設となります。

(エ) ZEB 調査の流れ

ZEB 可能性調査の手順は次のとおりとなります。1) 図面の確認、現場調査、2) 建物断熱手法の検討、3) 設備、制御方法の検討、4) エネルギー消費性能計算プログラム (非住宅版) への入力、5) 再エネの検討、6) BEMS、蓄電池の検討、7) 改修費用の算定、8) 補助事業の検討となります (図 2-1 参照)。

1) 図面の確認、現場調査

既存建物の図面の確認と現場調査を行いました。図面の確認では、建物の断熱構造や既存システムを確認します。現場調査では、実際の設備の配置や、現状及び将来の建物の使い方を確認しました。

2) 建物断熱手法の検討

断熱対策は、実施しやすさや導入費 (投資効果) から、1) 窓ガラスの改修、2) 室内側からの断熱、3) 外壁断熱の順に検討を進めました。

3) 設備、制御方法の検討

ZEB 化のための設備、制御方法の検討を行いました。初めに全熱交換換気システムの導入可能性を検討しました。断熱向上と全熱交換換気システム導入を考慮した上で、最適な空調負荷を計算して、空調のダウンサイジングを図りました。続いて、照明、空調、換気、給湯等の設備を選定しました。選定する機器は、一般的な機器を選択することで、設備費の抑制と調査対象外施設への展開を容易にします。照明も明るさが過剰と考えられる場合は、照度計算の上、照明のダウンサイジングを図りました。最後に人感や照度、CO₂ 等のセンサ利用や外気空調等の制御を検討しました。

4) エネルギー消費性能計算プログラム (非住宅版) への入力

これまでの検討内容をエネルギー消費性能計算プログラム (非住宅版) に入力して、ZEB の性能を満たしているか確認しました。ZEB は、省エネのみで 50% 以上のエネルギー削減が必要であるため、再エネの検討を行う前に、エネルギー消費性能計算プログラム (非住宅版) に入力して、エネルギー削減率を確認します。

5)再エネの検討

再エネの検討では、太陽光発電の導入可否と導入量を検討し、最大導入量を提案しました。

6)BEMS、蓄電池の検討

国の ZEB 補助事業は、BEMS(Building Energy Management System)の導入が応募条件になっています。また一部の ZEB 補助事業では、停電時に自立運転する蓄電池の導入が応募条件になっています。そのため、必要な BEMS、蓄電池の検討を行いました。

7)改修費用の算定

上記の改修にかかる設備工事費を算定しました。事業者から見積をとり、精度の高い改修費用の算定を行いました。

8)補助事業の検討

それぞれの施設の ZEB 化改修に活用することができる国の補助事業を提案しました。

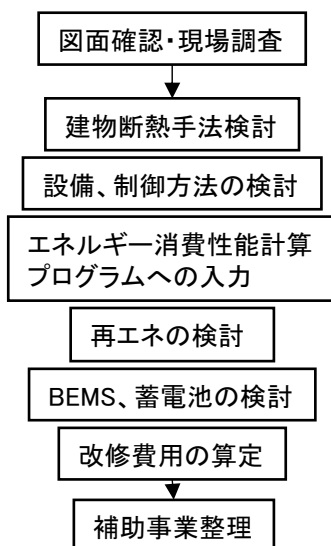


図 2-1 ZEB 調査の流れ

ウ 対象施設の分析(筑邦市民センター 行政棟)

本調査では、筑邦市民センター 行政棟の ZEB 化改修の検討を行っています。隣接する筑邦市民センター 多目的棟の検討は行っていません。

(ア) 現状把握

現在の筑邦市民センター 行政棟の状況は、次のとおりとなります。

a. 建物概要

① 構造

鉄筋コンクリート造平屋建て、延床面積 327 m²

② 用途

事務所

③ 所在地・竣工

福岡県久留米市大善寺町宮本165-12

1993 年竣工

b. 主な仕様

① 外皮(屋上屋根)

アスファルト保護防水

② 外皮(外壁)

コンクリート

③ 窓

アルミサッシ、単板ガラス

④ 空調設備

電気式マルチエアコン

⑤ 照明設備

LED、一部蛍光灯

⑥ 換気設備

天井扇

⑦ 給湯設備

小型ガス湯沸器

⑧ 昇降機

なし

⑨ 再エネ設備

なし

(イ) CO₂ 排出量とエネルギー使用量

CO₂ 排出量とエネルギー使用量は、筑邦市民センター 行政棟だけで取得できず、筑邦市民センター 多目的棟と合算した値になります。

a. CO₂ 排出量

CO₂ 排出量は、年々わずかに減少傾向にあります。令和元年度の CO₂ 排出量は、100.9t-CO₂/年で

す。

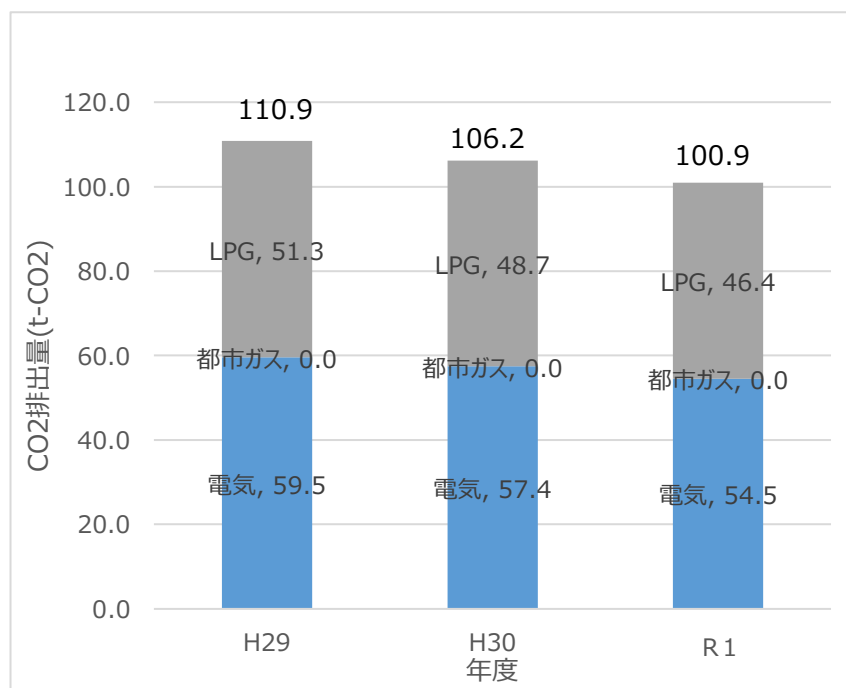


図 2-4 CO₂ 排出量【筑邦市民センター】

b. エネルギー使用量

エネルギー使用量は年々わずかに現状傾向にあります。令和元年度のエネルギー使用量は、2,010GJ/年です。

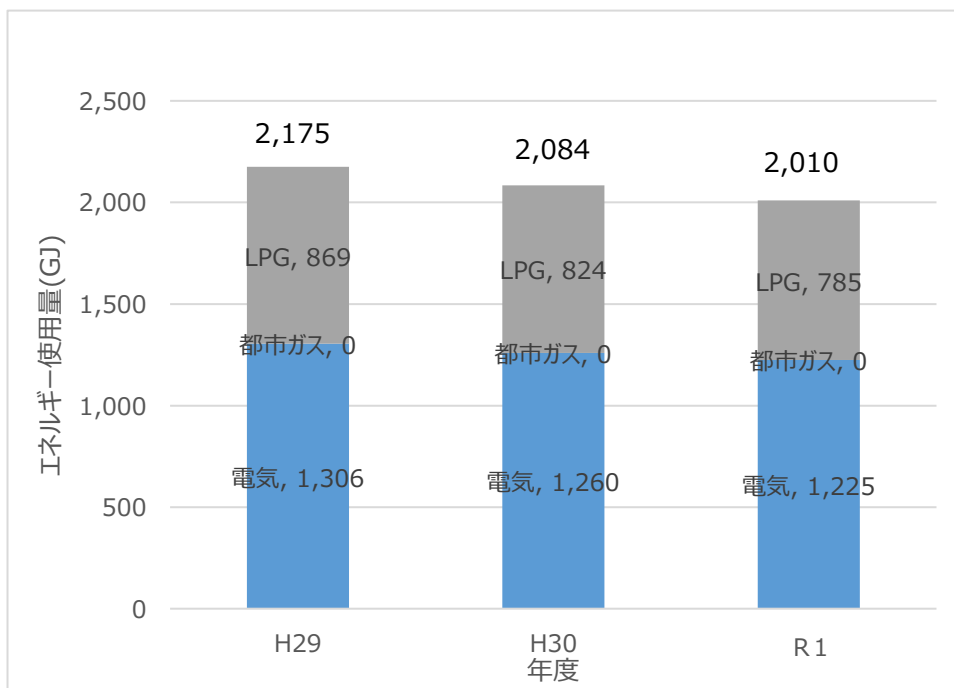


図 2-5 エネルギー使用量【筑邦市民センター】

(ウ) ZEB の検討

a. 改修方針

本建物は、Nearly ZEB 又は ZEB Ready にすることができます。令和 3 年度より延床面積 2,000 m²未満の ZEB Ready の建物は補助対象外となっているため、本提案では、Nearly ZEB のみ提案します。

b. 改修内容

① 外皮

空調を用いる部屋に面する単板ガラスを真空ペアガラスに更新します。

② 空調

空調を用いる部屋には、全熱交換換気システムを導入します。空調負荷の削減により、省エネと空調機のダウンサイジングを図ります。

マルチエアコンをパッケージエアコンに更新します。効率の向上が図れます。また、故障による施設の全体的な停止を避けることができます。

③ 換気

DC ブラシレスモーターの更新を図ります。

④ 照明

多くの照明が LED に更新されているので、更新されていない部分の更新を提案します。

⑤ 給湯

LPG 小型湯沸器が入っていますが、使用頻度が少ない様子なので、撤去し電気ポットを入れることを提案します。

⑥ 太陽光発電システム、蓄電池システム

発電容量が 10kW の太陽光発電設備を導入します。太陽光発電の発電容量は建物に対して、若干大きめと思われます。行政棟で使い切れない発電量は多目的棟で吸収されるため、余剰電力は発生しないと考えられます。

蓄電池システムは、電灯に供給する安価な家庭用蓄電池を 2 システム並列して構成します。家庭用蓄電池でも耐久性、信頼性は向上しています(例:15 年間、蓄電容量が 60%以上維持することを保証する)。課題として、停電時に並列する 2 システム間での電力融通することができないこと、停電時に蓄電池の残容量を確認することが難しいことが挙げられます。

⑦ BEMS

建物の電気の使用量を用途別に計測できるように BEMS を導入します。また、BEMS はデータをインターネットで ZEB プランナーと共有し、ZEB プランナーが省エネに関する運用上の助言を行える仕様としています。

表 2-8 設備改修内容【Nearly ZEB 筑邦市民センター 行政棟】

現状			ZEB化改修方針						
部位	主な仕様 (改修前)		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	コンクリート	パッシブ	外皮	外壁	コンクリート	470	373	0.8
	屋根	アスファルト保護防水 一部金属屋根			屋根	アスファルト保護防水 一部金属屋根			
	窓	アルミサッシ、単板ガラス ※一部ペアガラス			窓	アルミサッシ、真空ペアガラス			
	遮蔽・遮熱				遮蔽・遮熱				
	その他				その他				
空調	熱源	マルチエアコン	空調	熱源	電気式パッケージエアコン	261.3	129.0	0.5	
	システム	中央熱源方式		システム	個別分散方式				
換気	機器	天井扇	アクティブ	換気	機器	全熱交換換気 トイレ等はDCモーターによる個別換気	16.2	6.8	0.43
	システム				システム				
照明	機器	LED照明 一部蛍光灯	照明	機器	LED照明	139.9	71.8	0.52	
	システム			システム					
給湯	機器	通常ガス給湯器	給湯	機器	撤去				
	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	BEMS	-	-	-	
合計①						417.3	207.6	0.50	
効率化	コジェネ								
	再エネ		太陽光発電システム(10kW)				107.6		
	蓄電池		Li-ion蓄電池(20kWh)				-	-	
合計②						0.0	107.6	-	
合計 (①-②)						417.3	100.0	0.24	

(エ) スケジュール

補助事業の応募の日程を考慮に入れた事業実施スケジュールは、令和5年度当初のZEB実施の補助事業への応募を目指し、令和3年度中に設計を行うことが考えられます(表2-9参照)。令和5年5月～6月にZEB補助事業へ応募申請を行い、令和5年9月に工事入札・発注を行います。工期は令和5年10月～12月の3ヶ月程度ですが、建物の大きさから十分可能と考えられます。

表 2-9 スケジュール案【筑邦市民センター 行政棟】

	令和4年度												令和5年度													
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
詳細設計				入札	詳細設計業務																					
改修工事																	入札	ZEB改修工事 (3ヶ月)					竣工			
補助金															応募申請	採択								実績報告		
BELS認証																										

(オ) 国庫補助の検討

筑豊市民センターは、浸水高さより高い位置に建てられ、浸水の恐れがないため、以下の補助事業が最も有望と考えられます。

建築物等の脱炭素化・レジリエンス強化促進事業

(業務用施設等におけるネット・ゼロ・エネルギー・ビル(ZEB)化 ・省 CO2 促進事業)

補助率: ZEB の実現にかかる設備工事費の 1/2(ZEB Ready) 3/5(Nearly ZEB)

本補助事業は、避難施設・防災施設の ZEB による CO2 削減とレジリエンス強化の同時実現を目指し、ZEB の実現とともに、災害時に建物へエネルギー供給が可能なように再エネ設備と蓄電池の導入する事業です。ZEB の実現にかかる設備工事費が補助対象になります。照明更新費、潜熱回収型給湯器、給湯機器からカラマまでの配管、撤去費、建築費などが補助対象外となります。また、太陽光発電からの電力のみを蓄電し、停電時に自立運転可能な蓄電池を導入する必要があります。

本補助事業に応募できる建物は、避難施設・防災施設は、防災協定や地域防災計画に記載ある建物に限られます。補助率が高く、優先採択され、太陽光発電、蓄電池が補助対象であるため、防災対応を迫られている自治体でニーズが高い補助事業です。

今回は、Nearly ZEB の補助率 3/5 で計算します。事業費から国庫補助額を引いた差額の充当に地域活性化事業債を活用します。充当率 90%、交付税措置 30%となるため、差額×充当率 90%×交付税措置 30%の金額を後年度の交付税措置として見込みます。

(カ) 概算工事費と補助金額

表 2-10 に筑邦市民センター 行政棟を Nearly ZEB にするための概算費用を示します。事業総額は、

65,364 千円(税込)です。補助金額は 33,768 千円、交付税措置は 8,530 千円と推計されますので、実質負担額が 23,066 千円(税込)となります。

表 2-10 概算費用【筑邦市民センター 行政棟】

内容	金額(税込)	内容	金額(税込)
設計費等		電気工事	
補助対象	0	太陽光発電、蓄電池等工事	
補助対象外	6,043,060	補助対象	12,484,000
		補助対象外	0
建築工事			
ペアガラス工事		LED照明導入工事	
補助対象	3,141,626	補助対象	0
補助対象外	175,487	補助対象外	476,400
建築工事間接経費		エネルギー計測装置工事	
補助対象	1,701,891	補助対象	2,466,800
補助対象外	70,912	補助対象外	0
機械工事		電気工事間接経費	
空調・換気設備導入工事		補助対象	4,786,454
補助対象	20,515,700	補助対象外	199,436
補助対象外	1,040,000		
		合計	59,422,075
機械工事間接経費		消費税	5,942,207
補助対象	6,067,497		
補助対象外	252,812	補助対象	56,280,364
		補助対象外	9,083,918
		事業総額	65,364,282
		補助想定額	33,768,000
		交付税措置	8,530,000
		実質負担額	23,066,282

(キ) 経済性分析

表 2-11 に Nearly ZEB に改修した場合と空調改修のみの場合の光熱費と CO₂ 排出量の比較を示します。筑邦市民センター 行政棟だけの電気使用量は把握できないため、ZEB の評価に用いる建築物のエネルギー消費量計算プログラム(非住宅版)に想定数値を入れて計算しました。電力単価は 25 円/kWh と仮定しました。

Nearly ZEB に改修した場合は、電気代が 398 千円/年、CO₂ 排出量が 7t-CO₂/年に対して、空調改修のみ場合は、電気代が 1,073 千円/年、CO₂ 排出量が 19t-CO₂/年となります。

表 2-11 光熱費とCO₂排出量の比較【筑邦市民センター 行政棟】

	ZEB 化改修 (Nearly ZEB)	照明、空調改修(換気扇含む)
空調(kWh)	13,220	27,840
空調以外の機械換気(kWh)	700	2,070
照明(kWh)	7,350	7,350
その他(kWh)	5,670	5,670
太陽光発電(kWh)	-11,020	
合計(kWh)	15,920	42,930
電気代(25 円/kWh) (円)	398,000	1,073,250
CO ₂ 排出量(t-CO ₂)	7	19

表 2-12 に Nearly ZEB に改修した場合と照明、空調改修の場合の経済性比較を示します。同じシステムを 15 年間利用すると仮定した場合の総負担額で比較します。照明、空調改修の場合の空調改修費用は、久留米市資料 ZEB 改修概算算出用単価 空調設備全面改修(※換気設備含む)44,269 円/m²より計算しました。照明は、Nearly ZEB 改修内容と同等としています。

Nearly ZEB に改修した場合の 15 年間負担額は 29,036 千円になります。空調改修のみの場合の 15 年間負担額は 33,991 千円となります。Nearly ZEB に改修した場合は、経済的負担が小さく、CO₂ 排出量も少ないプランとなります。

表 2-12 経済性比較【筑邦市民センター 行政棟】

(単位：円、税込)

項目	ZEB 化改修 (Nearly ZEB)	空調改修(換気扇含む)
設計費+コミッション等	6,647,366	1,275,120
ペアガラス工事	5,598,907	0
空調・換気設備導入工事	30,663,610	15,923,559
太陽光発電、蓄電池等工事	18,170,551	0
LED 照明導入工事	693,404	693,404
エネルギー計測装置工事	3,590,445	0
合計	65,364,282	17,892,083
補助金額	33,768,000	0
地方債交付税措置	8,530,000	0
実質負担額	23,066,282	17,892,083
光熱費	398,000	1,073,250
15 年間負担額	29,036,282	33,990,833

(ク) ZEB 実現性の整理等

本建物は、Nearly ZEB の達成が十分可能です。事業は令和 4 年度設計、令和 5 年度工事で実現可能です。国の ZEB 化改修の補助事業の実施期間は、令和 5 年度までで、令和 6 年度以降の継続は不明です。国の補助事業を活用するのであれば、遅くとも令和 4 年度には詳細設計を行うことが必要です。