

## 5. 再エネ導入施設におけるモデル検討

省エネ、再エネ設備導入、EV インフラ導入の実現可能性が高い施設として、奈良総合庁舎及び郡山総合庁舎を選定し、ZEB 化の可能性について検討を行った。

検討結果を 5.1 及び 5.2 項に示す。

また、ZEB 化を進める際の参考情報として、同規模施設の事例を収集し、ZEB ランクや ZEB 化の内容、事業費について表 5-1 に整理した。

表 5-1 同規模施設における ZEB 化の事例

	役場本庁舎	企業局庁舎
延床面積	5,109 m <sup>2</sup>	4,096 m <sup>2</sup>
竣工	1986 年	1969 年
ZEB ランク	ZEB Ready	ZEB Ready
ZEB 化の内容	Low-E 真空複層ガラス 外壁外断熱(ポリスチレンフォーム断熱) 全館空調から個別空調方式に変更 全熱交換器 LED 照明器具 ヒートポンプ式高効率給湯器 トップランナー変圧器 太陽光・蓄電池 BEMS ほか	Low-E 真空複層ガラス 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 照明器具 潜熱回収型給湯機 第二次トップランナー変圧器 太陽光・蓄電池 BEMS ほか
事業費 (税抜)	約 3.5 億(工事費)	約 3.4 億(設計費、施工費)
事業費 内訳	設備工事(空調・換気・給湯・受変電・照明) 約 1.6 億 外断熱工事(複層ガラス、外皮) 約 1.4 億 再エネ工事(太陽光) 約 0.22 億 その他(BEMS や付帯工事) 約 0.25 億	—

出典:「ZEB (Net Zero Energy Building)説明会 既築建築物の ZEB 化の実例と進め方～上級編～」(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,2022 年 2 月)、一般社団法人環境共創イニシアチブホームページ「ZEB リーディング・オーナー」([https://sii.or.jp/zeb04/leading\\_owner/](https://sii.or.jp/zeb04/leading_owner/))等を参考に作成

## 5.1 奈良総合庁舎のZEB化の可能性

奈良総合庁舎のZEB化の可能性について、表5-2に示す。

表5-2の概要は以下のとおりであり、ZEB(Ready)の達成は可能と判断されるが、外皮性能の向上が必要となる。

- ・ 設備(空調や照明)については、すでに効率化が図られており、ZEB(Ready)達成の難易度は低い。
- ・ 外皮(外断熱・窓)については、基準断熱を下回っている部位が多く、外皮性能基準(BPI)を達成しない可能性がある。
- ・ BPIを達成しなくてもZEB化の達成には影響はないが、交付金を活用する場合には達成が必要となる。

外皮性能の向上には、以下の対応が必要となるが、①だけで達成できるか、①と②の両方が必要かは、詳細な計算を行って検証する必要がある。

①高断熱ガラスへの改修(Low-e 複層ガラス)

②屋上の外断熱防水化

表5-2 奈良総合庁舎のZEB化の可能性について

1. 基本情報			
・構造	RC造・地上4階建	・建物用途	庁舎・支社等
・竣工年度	1969年(築53年)	・延床面積	3,123.45m <sup>2</sup>
・省エネ基準地域区分	6地域	・年間日射地域区分	A4
2. エネルギー消費量		※令和3年度実績	
・電気	280,758kWh	※1次エネルギー換算	9.97GJ/千kWh
・1次エネルギー量	2,740GJ/年	・みなしCO <sub>2</sub> 排出量	158.9t-CO <sub>2</sub> /年
(延床面積当たり)	877MJ/m <sup>2</sup> ・年	(延床面積当たり)	50.9kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ・年
		※みなしCO <sub>2</sub> 換算	0.058t-CO <sub>2</sub> /GJ
3. 外皮(現況)			
・屋上断熱	(室外側)陸屋根:屋根保護防水密着工法 (室内側)スラブ下:木毛セメント板20mm		△ 基準断熱(XPS1-50mm)
・壁面断熱	(室外側)タイル張り (室内側)躯体内側 無断熱		× 基準断熱(XPS1-50mm)
・窓	(建具)アルミ金属製 (窓)熱線吸収ガラス5-6mm		○ 基準窓:透明8mm
【評価】	壁面には断熱材がなく、屋上には木毛セメント板があるが基準断熱性能を下回る。窓は熱線吸収ガラスを使用しており夏場の冷房負荷を抑制する効果がある。建物全体としては外皮条件が基準を下回る可能性がある		
4. 設備(現況)			
・空調	(方式)個別空調方式 (熱源)EHP(ビル用マルチエアコン他) (熱源 COP)冷房:3.54、暖房:3.61		◎ (基準)熱源:HP (COP 冷3.24/暖3.42)

	(1次ポンプ)なし (2次ポンプ)なし (送風)室内直吹き (制御)室内機回転数制御 (全熱交換器)あり (対象エリア)施設全体の62%	1次・2次ポンプあり ダクト吹き・定風量運転 全熱交換器あり
・換気	(機械室・電気室)第三種換気・有圧扇 (各室)第一種換気・全熱交換器 第三種換気・天井扇 (WC・湯沸室)第三種換気・ダクト	○ (基準)ダクト 機械室・電気室:第一種 WC・湯沸室:第三種
・照明	※主たる室用途:事務所における評価 (照明器具)FHF32 (消費電力)9.1W/m <sup>2</sup> (事務所エリア)施設全体の44%	○ (基準)FHF32 基準設定消費電力 16.3W/m <sup>2</sup>
・給湯	(湯沸)電気温水器(エネルギー効率0.37) (利用用途)洗面・手洗い (利用対象室)事務所 (節湯器具)なし ※湯沸室	△ (基準)ガス給湯 エネルギー効率0.86
・昇降機	(台数)1台 (速度制御方式)VVVF(インバーター方式) 電力回生なし (積載・速度)750kg・60m/min	○ (基準と同等)
・太陽光発電	無	—
【評価】	<p>空調設備は全館個別空調方式(EHP)のため熱源 COP が高く、室内機送風も直吹きでありダクトを使用していないため送風効率が良い。全熱交換機により外気負荷を低減しており、基準と比較しても空調の消費エネルギーの抑制が図られていることから空調の1次エネルギー量は低いと推定できる。空調エリアは施設全体の62%と広範囲が対象となっており、ZEB化にあたっては空調設備の占める1次エネルギー量が大半となることから現況の空調1次エネルギー効率が高いことはZEB化到達の難易度が低いと考えられる。</p> <p>次に1次エネルギー量が多いと想定する照明設備は事務所エリアの割合が高く、単位面積当たりの照度は基準を下回っている。ZEB化到達に向けた改修の難易度はこちらも低いと考えられる。</p> <p>その他、換気設備、給湯設備、昇降設備は空調・照明に比べて設備使用の割合が低く、基準設定を超えるものは見受けられないため1次エネルギー量はそれほど高くないと推定する。</p>	
5. ZEB化に向けた具体的な方策(代表的な方策)		
・外皮断熱性能の向上	①高断熱窓への改修 Low-e 複層ガラスにより断熱性を高め、暖房に係る空調エネルギーの低減に	

	<p>つながる。日射遮蔽型の場合は遮熱効果も見込めるため冷房効率を高める。</p> <p>②屋根保護防水密着断熱工法(外断熱防水)</p> <p>屋根スラブの外側に断熱材を設け屋上からの熱の伝達を抑制する。屋上防水の経年劣化による改修に合わせて行うことが有効である。</p> <p>※既存建築物の外皮性能向上は改修費用が高く、費用対効果があまり見込めないことから最小限に留めることが理想的である。</p>
・空調負荷の見直し 及び空調設備の高効率化	<p>室負荷処理の基準値を大きく上回る空調能力のため、改修に向けては適正化(ダウンサイズ)を図り熱源 COP の向上を図る。外皮断熱性能の向上を同時に行う場合は空調に係る熱負荷を更に低減することが可能なため、より消費エネルギーの削減が見込める。</p> <p>※参照 単位面積当たり負荷</p> <p>・基準(事務所用途) 冷房:146W/m<sup>2</sup> 暖房:158W/m<sup>2</sup></p> <p>・現況(施設全体平均)冷房:208W/m<sup>2</sup> 暖房:234W/m<sup>2</sup></p>
・照明機器の高効率化 及び照度の適正化	<p>JIS 規格の照度基準(JIS_Z9110)においては事務所用途では 300~750lx としており、省エネ法では 750lx を標準として負荷を算定している。従って JIS の照度基準内で適正照度を再設計し、より高効率な照明器具(LED 等)へ更新することで照明のエネルギー効率の向上を図る。</p> <p>※事務所用途の照度</p> <p>・基準 750lx 16.3W/m<sup>2</sup> ・ZEB(目安) 500lx 5W/m<sup>2</sup></p>
・照明制御の高度化	<p>①事務室等の明るさ感知による自動減光制御</p> <p>昼光が入射する側窓の近傍エリアにおいて、入射する昼光の明るさに応じて当該エリアの照明設備を自動的に調光制御することで消費電力量の低減を図る。</p> <p>②トイレや湯沸室、階段等の在室検知制御</p> <p>室内に設置された人感センサーにより人の動きを感知し、在室時には一括点灯、不在時には消灯するよう自動制御を行う。</p>
<b>6. 再生可能エネルギーの利用</b>	
・ZEB ランク向上に必要な太陽光発電設備容量	<p>設備改修により BEI=0.50 まで引き下げた場合、NearlyZEB へ到達するために必要な太陽光発電容量は約 120kW と推定する。(設置面積は約 700~1000m<sup>2</sup>程度必要となる。)</p>
・導入の可能性	<p>建物屋上陸屋根の一部に太陽光発電設備の設置が考えられる。</p> <p>・想定設置容量 :約 30~40kW(約 150~200m<sup>2</sup>)</p> <p>・想定 1 次エネルギー削減量:約 280~380GJ/年</p> <p>・想定電力削減量 :約 19,000~26,000kWh(施設稼働率 66%)</p> <p>※NearlyZEB へ到達するためには不足分の太陽光発電設備の地上設置が必要となる。</p>

## 5.2 郡山総合庁舎のZEB化の可能性

郡山総合庁舎のZEB化の可能性について、表5-3に示す。

表5-3の概要は以下のとおりであり、ZEB(Ready)の達成は可能と判断されるが、外皮性能の向上が必要となる。

- ・ 設備(空調や照明)については、すでに効率化が図られており、ZEB(Ready)達成の難易度は低い。
- ・ 外皮(外断熱・窓)については、基準断熱を下回っている部位が多く、外皮性能基準(BPI)を達成しない可能性がある。
- ・ BPIを達成しなくてもZEB化の達成には影響はないが、交付金を活用する場合には達成が必要となる。

外皮性能の向上には、以下の対応が必要となるが、どこまでの対応が必要になるかは、詳細な計算を行って検証する必要がある。

①高断熱ガラスへの改修(Low-e 複層ガラス)

②屋上の外断熱防水化

③外壁の外断熱

表 5-3 郡山総合庁舎の ZEB 化の可能性について

1. 基本情報			
・構造	RC 造・地上 4 階建	・建物用途	庁舎・支社等
・竣工年度	2011 年(築 12 年)	・延床面積	10,540m <sup>2</sup> (庁舎:8360.9 m <sup>2</sup> )
・省エネ基準地域区分	6 地域	・年間日射地域区分	A4
2. エネルギー消費量		※令和 3 年度実績	
・電気	491,677kWh	※1 次エネルギー換算	9.97GJ/千 kWh
・1 次エネルギー量	4,902GJ/年	・みなし CO <sub>2</sub> 排出量	284.3t-CO <sub>2</sub> /年
(延床面積当たり)	465MJ/m <sup>2</sup> ・年	(延床面積当たり)	27.0kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ・年
		※みなし CO <sub>2</sub> 換算	0.058t-CO <sub>2</sub> /GJ
3. 外皮(現況)			
・屋上断熱	(室外側)陸屋根:不明 (室内側)スラブ下:不明		— 基準断熱(XPS1-50mm)
・壁面断熱	(室外側)不明 (室内側)躯体内側 不明		— 基準断熱(XPS1-50mm)
・窓	(建具)アルミ金属製 (窓)熱線吸収ガラス 5-6mm		— 基準窓:透明 8mm
【評価】	図面未記載のため詳細は不明だが、改修前の建物用途が学校であったことより壁面・天井面の断熱材がないと想定され、その場合は基準断熱性能を下回る。(窓仕様は不明。) ※改修時にも断熱材施工なし。 建物全体としては外皮条件が基準を下回る可能性がある		

4. 設備(現況)		
・空調	(方式)個別空調方式 (熱源)EHP(ビル用マルチエアコン他) (熱源 COP)冷房:3.77、暖房:3.74 (1次ポンプ)なし (2次ポンプ)なし (送風)室内直吹き (制御)室内機回転数制御 (全熱交換器)あり (対象エリア)施設全体の56%	◎ (基準)熱源:HP (COP 冷 3.24/暖 3.42) 1次・2次ポンプあり ダクト吹き・定風量運転 全熱交換器あり
・換気	(発電機室)第三種換気・有圧扇 (各室)第一種換気・全熱交換器 第三種換気・シロッコファン・天井扇 (WC・湯沸室)第三種換気・シロッコファン	○ (基準)ダクト 機械室・電気室:第一種 WC・湯沸室:第三種
・照明	※主たる室用途:事務所における評価 (照明器具)FHF32 (消費電力)11.7W/m <sup>2</sup> (事務所エリア)施設全体の31%	○ (基準)FHF32 基準設定消費電力 16.3W/m <sup>2</sup>
・給湯	(湯沸)電気温水器(エネルギー効率 0.37) (利用用途)洗面・手洗い (利用対象室)事務所 (節湯器具)なし ※湯沸室	△ (基準)ガス給湯 エネルギー効率 0.86
・昇降機	(台数)1台 (速度制御方式)不明 (積載・速度)不明	○ (基準) VVVF(インバーター方式) 電力回生なし
・太陽光発電	(太陽電池の種類)単結晶系シリコン太陽電池 (設置場所)建物屋上 ※陸屋根 (設置方式)架台設置型 傾斜 20度 (システム容量)240W×84枚=20.16kW (パネル方位角)南 ※蓄電池(20kWh)あり。 特定負荷:各階多目的トイレ照明、EPS内コンセント	—
【評価】	空調設備は全館個別空調方式(EHP)のため熱源 COP が高く、室内機送風も直吹きでありダクトを使用していないため送風効率が良い。全熱交換機により外気負荷を低減しており、基準と比較しても空調の消費エネルギーの抑制が図られていることから空調の1次エネルギー量は低いと推定できる。空調エリアは施設全体の56%と広範囲が対象となっており、ZEB化にあたっても空調設備の占める1次エネルギー量が大半となることから現況の空調1次エ	

	<p>エネルギー効率が高いことは <u>ZEB 化到達の難易度が低いと考えられる</u>。</p> <p>次に 1 次エネルギー量が多いと想定する照明設備は事務所エリアの割合が高く、単位面積当たりの照度は基準を下回っている。<u>ZEB 化到達に向けた改修の難易度はこちらも低いと考えられる</u>。</p> <p>その他、換気設備、給湯設備、昇降設備は空調・照明に比べて設備使用の割合が低く、基準設定を超えるものは見受けられないため 1 次エネルギー量はそれほど高くないと推定する。</p>
5. ZEB 化に向けた具体的な方策(代表的な方策)	
・外皮断熱性能の向上	<p>①高断熱窓への改修 Low-e 複層ガラスにより断熱性を高め、暖房に係る空調エネルギーの低減につながる。日射遮蔽型の場合は遮熱効果も見込めるため冷房効率を高める。</p> <p>②屋根保護防水密着断熱工法(外断熱防水) 屋根スラブの外側に断熱材を設け屋上からの熱の伝達を抑制する。屋上防水の経年劣化による改修に合わせて行うことが有効である。</p> <p>③外断熱 建物外壁に断熱材を設け壁面からの熱の伝達を抑制する。 ※既存建築物の外皮性能向上は改修費用が高いことから最小限に留めることが理想的である。</p>
・空調負荷の見直し 及び空調設備の高効率化	<p>室負荷処理の基準値を大きく上回る空調能力のため、改修に向けては適正化(ダウンサイズ)を図り熱源 COP の向上を図る。外皮断熱性能の向上を同時に行う場合は空調に係る熱負荷を更に低減することが可能なため、より消費エネルギーの削減が見込める。</p> <p>※参照 単位面積当たり負荷 ・基準(事務所用途) 冷房:146W/m<sup>2</sup> 暖房:158W/m<sup>2</sup> ・現況(施設全体平均)冷房:201W/m<sup>2</sup> 暖房:225W/m<sup>2</sup></p>
・照明機器の高効率化 及び照度の適正化	<p>JIS 規格の照度基準(JIS_Z9110)においては事務所用途では 300~750lx としており、省エネ法では 750lx を標準として負荷を算定している。従って JIS の照度基準内で適正照度を再設計し、より高効率な照明器具(LED 等)へ更新することで照明のエネルギー効率の向上を図る。</p> <p>※事務所用途の照度 ・基準 750lx 16.3W/m<sup>2</sup> ・ZEB(目安) 500lx 5W/m<sup>2</sup></p>
・照明制御の高度化	<p>①事務室等の明るさ感知による自動減光制御 昼光が入射する側窓の近傍エリアにおいて、入射する昼光の明るさに応じて当該エリアの照明設備を自動的に調光制御することで消費電力量の低減を図る。</p> <p>②トイレや湯沸室、階段等の在室検知制御 室内に設置された人感センサーにより人の動きを感知し、在室時には一括点灯、不在時には消灯するよう自動制御を行う。</p>

6. 再生可能エネルギーの利用	
・ZEB ランク向上に必要な太陽光発電設備容量	設備改修により BEI=0.50 まで引き下げた場合、NearlyZEB へ到達するために必要な太陽光発電容量は約 315kW と推定する。すでに建物屋上へ 20kW の太陽光発電設備が設置されているため、新たに必要な太陽光発電容量は約 295kW と推定する。(設置面積は約 1,800m <sup>2</sup> 程度必要となる。)
・導入の可能性	<p>隣接する体育館の屋根の一部に太陽光発電設備の設置が考えられる。</p> <p>・想定設置容量 :約 270kW(約 1,350m<sup>2</sup>)</p> <p>※想定設置面積は体育館屋根面積×50%にて試算</p> <p>・想定 1 次エネルギー削減量:約 2,600GJ/年</p> <p>・想定電力削減量 :約 176,000kWh(施設稼働率 66%)</p> <p>※NearlyZEB へ到達するためには太陽光発電設備を更に屋上又は地上に設置が必要。</p>