

# 「見どころのない」ZEBをチームで実現 ～久留米市～

福岡県久留米市 環境部 環境政策課 事務主査 境 邦匡 都市建設部 建築課 課長補佐 東野 良之  
都市建設部 設備課 課長補佐 相園 讓光

## 1 はじめに

久留米市では、令和2年度に既存公共建築物として全国初の『ZEB』を実現しており、現在までに3棟のZEB改修を行っている。また、令和5年度も1棟の工事、2棟の設計を進めており、計6棟の改修ZEBを手がけている。用途も事務所、集会所等（図書館・貸館施設）、築年数も55年から24年、床面積2,000㎡から10,000㎡、空調方式も電気・ガスと様々な条件下で改修ZEBに取り組み、それを実現している。

この取り組みに関心をいただき、これまでに100件を超える視察を受け入れているが、多くの地方自治体の方からZEBが進まない三つの「ない」の声を聞く。「お金がない」「知見がない」「人手がない」が主だったものになる。加えて、縦割り行政の壁に阻まれている現状も聞く。



写真1 視察風景

久留米市が積極的にZEBを推し進めることができる要因は何か。2050年二酸化炭素排出実質ゼロ

を目指すゼロカーボンシティの表明をしており、地球温暖化対策を推進するため「久留米市地球温暖化対策実行計画」を策定し、建築物の省エネ化の促進を掲げ、特に公共施設の率先的な取り組みを謳っている。「久留米市地球温暖化対策実行計画（事務事業編）」において、これまでの温室効果ガスの削減目標▲46%を大幅に上回る「2030年度に2013年度比▲71%」と高い削減目標への見直しを予定している。このような状況はもちろんだが、最も特徴的なのが久留米市独自のZEB推進の体制であると考えている。

## 2 ZEBをチーム体制で推進

久留米市では、ZEBをチーム（ZEBチーム）で進めており、計6施設の改修ZEBを実現しており、ZEB事業の推進から視察、執筆、講演などZEBに関連する様々な取り組みをチームで連携して対応している。

ZEB推進のきっかけは、既存公共建築物で全国初の『ZEB』を実現した環境部庁舎である。1990年に竣工したこの庁舎は、約30年もの間、空調の改修が行われておらず、梅雨時期など湿気の影響で空調が度々止まり、断熱も十分でなく、夏は暑く冬は寒い、快適とは程遠い空間となっていた。

この状況を解決するため、平成30年頃に環境部の職員が営繕部門（設備課・建築課）と協議を進め、空調の改修と断熱改修を計画したが、「お金

がない」ため、事業化には至らなかった。しかし、その後も諦めが悪く何とかできないかと考え、様々な情報を収集する中で、空調の改修と断熱改修を一挙に行え、国庫補助の活用も可能で財政にやさしく、環境性能が大幅に向上する環境部としてはうってつけの「ZEB」を見つけた。

しかし、ZEB自体が聞きなれない言葉、ましてや既存建物での事例は少なく情報もあまりない。そもそも事務職の職員だけでは技術的な用語だらけの書類も難読であり検討は難航する。ここで、「知見がない」に行き当たった。そこで、以前、空調と断熱改修について協議したことのある、営繕部門（設備課・建築課）の職員に相談したことがZEBチームの結成に繋がる。相談を受けた職員は、新しもの好きで、既にZEBに目を付けていた。ここで、縦割り行政を越えて、様々な分野の知見を有する複数の有志が集まり、本格的なZEBの検討が始まった。

検討を進めた時点では、改修によってZEBを実現できると考えていたが、現実には甘くはない。各種事例研究や事業者へのヒアリングなどを進めると、改修でのZEB事例が少ないこともあり、複数の事業者よりZEBの条件を満たす省エネ性能確保のためには、多額の費用の投入が必要で、投資効果を考慮すると現実的な選択ではないとの見解をいただいた。ここで検討は暗礁に乗り上げかけたものの、既存ZEBを実現していた岡山県津山市の事例を見つけ、現地視察や事例研究を進め、関与したZEBプランナーとの意見交換などを行ったところ、設計の工夫次第では一般的な技術の組み合わせで、採算性を考慮しながらZEB化が実現できるとの判断に至り、ZEB化を進めることとなった。

環境部の職員だけでは、ZEB化を諦めていたであろう場面でも、環境部門、営繕部門を横断したチーム体制を敷くことで様々な知見を組み合わせることができ、「知見がない」で止まることなく改修ZEBは可能であるとの発展的な判断ができた実感している。



写真2 久留米市ZEBチーム

### 3 ZEB化可能性調査

まず、新築建物のZEB化は設計の自由度から比較的容易だが、既存建物の改修によるZEB化は構造的・スペース的な制約によりZEB化が難しいケースがあるために、事前に基本設計を行うレベルの可能性調査が必要になる。

しかし、「お金がない」中で、効果が判然としない設備導入に対する可能性調査に対して予算確保は難しい状況であった。ここでも、ZEBチームで様々な情報を収集し、福岡県の再エネを活用するモデル構築に取り組む市町村の支援を目的とした「エネルギー利用モデル構築促進事業費補助金」があることが分かった。チームで申請書の作成を行い採択されたことで、補助を活用して令和元年度に4施設のZEB化可能性調査を実施した。更に、令和2年度にも、環境省の補助を活用して4施設のZEB化可能性調査を行い、合計8施設のZEB化可能性調査を完了している。

それぞれ活用した補助は、ZEBの可能性調査が対象との記載があるわけではない。補助金に関する情報を広く収集して分析することで、補助の活用が可能と判断できたことから補助獲得に繋がっている。「お金がない」で終わらずに、チームで粘り強く情報の分析を行った結果である。

いずれの施設も現状と利用状況を調査した上で、ZEB Readyを満たすために必要な省エネ改修内容の検討、次にNearly ZEB、『ZEB』を満た

すために必要な再生可能エネルギーの導入量の検討を行い、ZEBランク毎の導入コスト、省エネ額、CO<sub>2</sub>削減量などを比較した。すべての施設で、環境面と財政面を考慮しながらZEBにできる可能性があることが確認できている。

この可能性調査は、ZEB化改修において大変重要な調査となる。躯体断熱強化の程度により空調ダウンサイジングの規模が変化するからである。躯体断熱強化はZEB Ready以上に求められる躯体断熱性能のラインを突破する必要があるが、強化すればするほど躯体断熱改修に必要な経費は増大するため、空調ダウンサイジングとの効果を天秤にかけた検討が必要となる。

可能性調査においては、狙ったZEBランクを達成するための最も投資効果の高い躯体断熱強化プランと空調改修プランを見つけ出す視点で取り組む必要がある。

## 4 調査対象施設の選定

調査対象施設の選定にあたっては、事務用途の施設において使用されるエネルギーの約5割が空調由来、約2割が照明由来と言われるように、エネルギー使用量の約7割を占める空調・照明設備の省エネ改修を行うことが、最も効率的かつ効果的に既存建築物のZEB化を進めることができると考え、2030年度までに空調の改修が予定されている施設の中から複数の候補を挙げ、その中から、今後の参考となるように、異なる用途、建築時期、床面積の建物を調査対象に選定している。また、複数の建物を同時に調査した理由としては、基本設計を行うレベルの調査が必要であり、一括して調査の方が事務面、費用面、調査期間、結果判明後の改修計画が進めやすいなど、効率的だと考えたからである。

## 5 ZEB化可能性調査の結果

これまでの、既存建築物のZEB化可能性調査に

より、一般的な鉄筋コンクリート造建物については、ZEB Readyの達成は十分に可能性があることが分かっている。建物の省エネを考える上で、室内外の熱の出入りに着目した場合、開口部のウエイトの高さはよく知られている（冬季で6割、夏季で7割の熱が、開口部を通じて出入りする）。鉄筋コンクリート造建物の壁・天井は、既に一定以上の断熱性を持っているため、開口部を断熱改修するだけで、建物全体の外皮性能が一気に向上する。

調査結果の分析では、吹き抜けの大空間やカーテンウォールなどを持たないシンプルな平面形状で床面積に対し、外壁面積が比較的少ない平凡な建物ほど、開口部の改修による省エネ効果が大きくなる傾向があり、建物全体でなく一部分の断熱改修だけでもZEBになる可能性がある。

建物の構造・特性に応じた改修内容は、ZEBプランナーと協議し検討を重ねることで、ZEB化の可能性はより高まることを実感している。

## 6 実施設計におけるポイント

実施設計に係る委託業務の内容は、「実施設計」、「コミッショニング」、「認証取得業務」の3本である。この中でも、ZEB化を担保するものとして、コミッショニングが重要と考えている。施工管理において、実施設計における要求性能を確実に盛り込むこととしており、随時、性能を満たしているか確認作業を行うことで、ZEB化を実現している。

実施設計の公募要件として、ZEBプランナーの登録を条件とし、実施設計から工事までの一括発注は行わず、工事に関しては、設備、照明、機械、外部改修など個別発注とすることで、地場企業の受注の機会を確実に設け、ZEBへの理解と関連する技術力の向上を図っている。そうすることで、地域での継続的なZEB普及に貢献することができると考えている。

## 7 久留米市の改修ZEBは「見どころがない」

久留米市のZEB推進のきっかけとなった環境部庁舎は多くの視察を受け入れているが、外観も内観も、何の変哲もない事務所建物だ。実際に現地を見た多くの人が、古い普通の事務所で本当にZEBなのかと疑問に感じるようである。これは、事実であり、全く「見どころのない」建物である。しかし、久留米市のZEBは、正にこの“見どころがないところが「見どころ」”である。なぜ、見どころがないのかは、汎用技術（LED、Low-Eペアガラス、高効率空調、全熱交換換気扇等）の組み合わせで改修ZEBを実現しているためである。



写真3 環境部庁舎

この汎用技術を使ったZEBの利点としては、地場事業者が有する技術で施工・維持・管理ができる点である。もちろん、先進的な技術の活用は魅力的であり、未来のために大いに必要ではあるが、特定の事業者の技術である間は、効率的にたくさん建物改修を進めることには適さない。汎用技術でのZEB改修は、今後、ZEB化を目指す地方自治体には大きなメリットになる。

また、久留米市の改修ZEBの特徴としては、「居たまま改修」を基本としている点である。事務所としての機能を維持したまま、レイアウト変更なども行わずに、職員が業務を行いながら改修を実施している。現在改修を進める保育所と子育て

支援施設が入る建物も同様に子どもたちを預かりながら改修を進めるなど、居たままの改修を行っている。ただし、市民の出入りが多い集会所等（図書館・貸館施設）などでは工事の内容によっては部分的な閉鎖や閉館を実施する場合もある。

いずれも施設管理者、ZEBプランナー、ZEBチームが連携して、それぞれの施設の用途や使われ方、工事内容などの条件を考慮し工事のスケジュールを検討している。

## 8 環境部庁舎の改修内容

ここでは、環境部庁舎の改修内容を詳しく紹介する。平成2年に清掃収集車の車両基地として建設された建物が、その後、ごみ収集業務の全面民間委託化に伴い建物の活用方針が見直され、平成29年に「事務庁舎」としてリニューアルされたものである。元が車両基地であったため、1階が吹きさらしのピロティ、2階が事務所という建物形式にもかかわらず、2階床スラブ裏に断熱が施されておらず、特に冬季は、室内に著しい温度むらが生じるなど、劣悪な執務環境に置かれていた。更に、建設後30年近く更新されていなかった空調設備は故障が頻発し、改善が急務とされていた建物であった。

改修に際しては、まず、建物の南面の外部サッシの単層ガラスを、サッシ枠そのままLow-E真空ガラス（厚さ8.2mm）に交換し、更に、2階床スラブ裏にウレタン系断熱材（不燃）を吹き付



写真4 Low-E真空ガラス（既存サッシ枠を活用）

けることで、建物全体の断熱性能を従前から大幅に向上させている。

窓の改修に関しては、既存サッシ枠のサイズに合わせて作られた真空ガラスを現場に持ち込み、既存サッシ枠に取り付けをするだけのため、工事に要した期間は実質4日間とごく短いものであった。

なお、建物の北面のガラスについては、準防火地域に位置しており、隣地境界から一定範囲の建具は、防火戸にする必要があるが、ガラス交換のみでは防火戸の認定は取れないため改修を行っていない。その分、断熱性能を補うため2階床スラブ裏のウレタン系断熱材の厚みを25mmから35mm厚に増している。

空調設備については、旧型の吸収式冷温水機から電気式パッケージエアコンに更新。建物の断熱性能の向上と、換気設備をダクト用換気扇から全熱交換換気扇に変更した効果により、空調設備の能力については冷房44%・暖房36%削減と大幅なダウンサイジングを達成している。このダウンサイジングは、次の空調設備入れ替え時にも同様の出力の空調設備を導入すればよいので将来的なイニシャルコスト削減策ともなる。

ZEB化改修においては、建物の断熱性能の向上に加え、空調負荷低減のため換気設備を全熱交換換気扇に改修することは重要なポイントとなるが、今回の全熱交換換気扇への改修では既存のダクト用換気扇のダクトルートを流用するなどの工夫もしている。また、蛍光灯ベースであった照明をすべてLED照明に変更し、事務室では照度センサ、トイレでは換気扇と連動した人感センサなど、各種センサにより省エネを図り、照明設備の消費電力量は50%程度の削減を達成している。

更に、創エネルギーとして太陽光発電設備(52.1kW)と蓄電池(89.2kWh)も設置している。これらはすべて、汎用的な技術の組み合わせに



写真5 庁舎内(LED、空調等)



写真6 太陽光発電設備

表1 標準改修との比較

	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(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
費用(※1)	6,300万円	2億500万円
国庫補助金	-	1億3000万円(補助率:3/4)
実質負担額	6,300万円	7,500万円(補助率:3/4)
年間コスト削減額	111万円/年(現在単価では87万円/年)	290万円/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)

表2 コスト削減効果

期間	買電量(kWh)	太陽光(kWh)		電気使用量(kWh)	都市ガス使用量(m³)	光熱費(千円)	
		自家使用量	売電量				
改修前	H30.4~R1.3	86,374	0	86,374	11,791	3,342	
改修後	R3.4~R4.3	23,618 ▲72.7%	39,699	15,237	63,317 ▲26.7%	46 ▲99.6%	563 ▲83.2%
	R4.4~R5.4	21,800 ▲74.8%	36,419	17,869	58,219 ▲32.6%	43 ▲99.6%	956 ▲71.4%

よるものであり、特殊な設備、先進的な設備は一切使用していない。環境部庁舎の改修により、ZEB改修が決して特別なものではないことの証となったと考えている。

また、この建物では環境省の補助金を活用しており、約2億500万円の工事費用から、国庫補助を差し引くと実質的に約7,500万円（交付税措置の考慮なし）の負担額となっている。年間の光熱費は約8割近い削減効果が出ている。

## 9 ZEBチームでの支援

改修ZEBについては、自治体、民間問わず、複数の事例が出てきており、我々の考え方と同様に汎用技術を用いたZEB改修も方々で聞くようになってきている。しかし一方で、ZEB化をどう進めたらよいのかと頭を悩ませている自治体も多いようである。今回、自治体の視点で本稿を作成させていただいているが、冒頭の書き出しにあるように「人手がない」の部分についてもチーム体制での支援でクリアできると考えている。

久留米市では、各部局の施設所管課が建物の維持管理に関する事務を行う。大規模な空調改修を予定する建物を中心にZEB化を進めているが、施設所管課の担当者からすれば、空調の改修だけでよかったものが、ZEBの実施となればプロポーザル方式で可能性調査と実施設計、改修工事は断熱、照明、空調、換気、太陽光などを発注、国庫補助の申請、効果の評価、庁内や議会対応、庁内外との調整、温暖化対策実行計画との整合など複数の業務が追加で発生することが、心理的な負担となって計画に後ろ向きになることがあった。施設所管課の限られた人員の中でスケジュールどおりに事業を進めることは困難だと感じるようだが、ここで、ZEBチームが技術面や環境面など様々な助言や支援を行い、ZEBプランナーとの協議にも同席するなど、担当者の業務負担を軽減することで、「人手がない」中で円滑にZEBを進めることを可能としている。

## 10 おわりに

これまでは、空調が劣化したら空調を改修、外

壁が劣化したら外壁を改修といった対応に終始しており、外壁改修と空調改修をセットで考えることはなかった。しかし、改修ZEBの検討を通じて、空調設備の劣化による大規模更新をZEB改修の絶好の機会と捉え、躯体断熱強化を同時に行い、空調設備のダウンサイジングと大幅な省エネ対策を実施することができた。一度躯体断熱強化を実施すれば、建物を解体するまで断熱強化の効果は継続されることになり、その間に何度か訪れる空調整備改修の工事費削減のメリットは続く。

この取組みにより、空調の大規模改修という減多にない機会を省エネ改修のチャンスであると捉えるようになり、“躯体断熱強化も一緒に実施したらどうだろう”という施設改修をトータルで考えるなど、職員の意識改革にも繋がっており、今後の久留米市の施設運営において大変よい変化をもたらしてくれたと感じている。

また、久留米市のZEBのポイントでもある「汎用技術の活用」「地元事業者での施工」「チームで推進」の3点もZEBを進める上での強みとなった。既存改修でのZEBはハードルが高いと考えられていたものを、地元事業者の技術など地域資源を活用して実現できたことは大きな成果だと考えている。今後、継続的に、当たり前ZEBを進めるために、普通の技術の組み合わせで、地元の力を活用して、庁内で連携して、更にZEBの実績を積み重ねていきたい。

なお、久留米市のZEBチームのメンバーは「総務省 地方公共団体の経営・財務マネジメント強化事業」のZEB関係のアドバイザーに登録しており、公営企業や市区町村への派遣が可能となっている。改修でZEBの検討をする自治体でお困りのことがあれば、ノウハウや知見を提供できると考えている。是非、この制度のご利用をいただきたいと考えている。

(参考)

地方公共団体の経営・財務マネジメント強化事業

<https://www.soumu.go.jp/iken/management/index.html>