

# 大規模 Z E B 庁舎の実現

## — 伊丹市新庁舎のグリーン化への挑戦 —

伊丹市総務部デジタル戦略室主幹 中西 寛

### 1. はじめに

伊丹市は兵庫県南東部に位置し、大阪国際空港（伊丹空港）があり、大阪市には電車を利用して約 15 分でアクセスが出来る交通利便の良い街である。

面積は約 25km<sup>2</sup>、人口は約 19 万 7 千人という、コンパクトな市域に人口が集中する都市であり、古くは清酒発祥の地として栄え、『伊丹諸白』と『灘の生一本』下り酒が生んだ銘醸地、伊丹と灘五郷』として、令和 2 年度日本遺産にも認定された歴史ある街となっている。

一方で、過去には阪神・淡路大震災を経験し、最大震度 7 を記録した地震では交通網の中心となる高架の駅舎が崩れ、メディアで相当に報道されたほどの被災地でもある（写真-1、2）。さらには、およそ 30 年以内に 70% の確率で発生するという南海トラフ地震に向けてまちの強度をより一層上げることが課題となっており、学校・園施設等の耐震化や防災拠点である公共施設の防災力強化を進めているところである。

### 2. 市庁舎整備と市民感覚

#### (1) 現在の市庁舎

現在の伊丹市本庁舎（以下、「庁舎」という）は建設後約 50 年を経過し多くの課題を抱えている。

庁舎は財政的な理由から定期的な改修なども見送りがちとなり、言わば、手付かずのまま老朽化が進んでいる。さらに、地方分権が進み自治体の業務は増加傾向のため、建設当時のスペースは狭隘化し、バリアフリー化の対応など、さまざまな課題が未対応となっている。特に、被災後に実施した耐震診断の結果では、建築基準法の耐震基準に比べ、約 40～70% の耐力不足が確認されたにも関わらず、市民利用の施設を優先した結果、補強等の対応は未実施となっている。これらは、日常の市民サービスが低下するだけでなく、有事の災害活動に支障が出るのが予想される状態である。

このような状況で、市民サービスの拠点となる庁舎整備を早々に着手するべきと考えられるわけであるが、未着手となっていたのはなぜなのか。

#### (2) 市民感覚

庁舎の建替えや整備は相当に巨額であり、その費用は税金を利用することとなる。また、庁舎という施設は、住民窓口や災害時の活動拠点である一方で、学校や病院などといった市民生活に直接的なサービスを提供する要素は少なく、間接的な市民サービスとして「行政を行う場」、いわゆる「オフィスビル」という色合いが強い。

つまり、庁舎整備に巨額な税が投じられることよりも、福祉や医療といった社会保障、教育や子育てなどといった身近で直接的なサービスに手当てされることを望むのが市民の思いである。また、庁舎整備事業を進めるうえでは、市民理解が不十分であると、この思いが過熱し、建設反対が始まり、選挙のタイミングで市長が代わるなどにより、中止や見送りといったケースが散見される。このように、市民感覚と行政の長期的な公共施設マネジメントの計画は対立しがちな要素を持つ。

市としては、そういった市民の思いを理解し、学校・園やライフラインの耐震



写真-1 阪神・淡路大震災で被災した高架の駅舎



写真-2 阪神・淡路大震災で被災した伊丹市庁舎

化、市民施設の改修等に積極的な投資を優先した結果、庁舎整備を後回しにしてきたのである。

それでは、反対される庁舎整備をどのように進めたのか。また、追加費用（追加の税金）が必要となるであろうZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビルディングの略称。）をどのように達成したのか。本稿ではその事業スキームや考え方を紹介する。

### 3. 庁舎建替えについて

#### (1) 建替え事業の経緯

庁舎整備については、耐震診断以降、本市における「公共施設再配置計画」や「庁舎対地震化計画」などの検討を経て、平成27年度の「伊丹市公共施設再配置基本計画」において、令和3年から令和12年の間に建て替えを基本とした検討を行うこととなっていた。

ところが、平成28年4月に熊本地震が発生し、現地の市庁舎が被災したために災害活動に遅れが生じた。結果、市民生活に大きな影響を与えたことを目の当たりにした本市市長が、計画を大幅に前倒し、庁舎の建替えを決断した。その後、この災害を契機に、平成29年度に防災・減災対策を目的とした、耐震化が未実施の市町村庁舎の建替えにおける建設起債の一部を交付税として国が負担する「市町村役場機能緊急保全事業債」（以下、「保全事業債」）が創設されたことで、財源的なハードルは軽減されることとなった。

#### (2) 事業の進め方

庁舎の建替えの一般的な進め方は、規模にもよるが、基本構想から始まり、基本計画、基本設計、実施設計、施工から竣工・開庁までという流れとなり、約10年を必要とする。

一方、創設当時の保全事業債は事業完了を平成32年度までの期限としていたため、一般的な庁舎建替え事業の倍速で進めることとなる。

ここで、事業スキームを検討した結果、庁舎建替え事業は設計と施工を同時並行することにより、工期短縮を図ることが出来る「基本設計先行型デザインビルド方式」（以下、「DB方式」という）を採用することとした。

時間的制約への対応と高度な技術力を要する本事業において、DB方式は有効なスキームであり、工期短縮を可能とすることに加え、施工者からの技術提案を設

計に反映できるというメリットを最大限に活かすことで、より良い施設を期限内で完成するという目標達成には欠かせない事業方式となった。

#### (3) 市民との共創・協働

庁舎建替え事業において、保全事業債による一定の市民負担軽減や事業スキームの確立を図れたとは言え、最も重要なことは市民理解である。

そこで、「市民が求めるもの・こと」を対話形式で掘り下げることで、庁舎建替え事業を市民にとって「わがこと」にしてもらうことや「ともに創る・共有する」ということ、つまり「共創・協働」を推進した。

具体的には、市民アンケートによる意向調査やパブリックコメント、設計者を交えた市民ワークショップ（写真-3）、障がい者団体などの各種団体とのワークショップ形式の設計協議、その他、市長と設計者が直接質疑応答などを行うシンポジウムなどを実施した。

その結果、ライブ感のある意見のやりとりや設計参画による満足度は向上した。さらには、庁舎内の市民の活動スペースやその場でやりたいこと、その他ユニバーサルデザインや環境配慮を具現化することなどといったさまざまな「求めるもの・こと」の意見や要望が寄せられ、それらを設計に盛り込むことで、より一層「共創・協働」の度合いが高まっていった。

一方で、市民負担軽減においては保全事業債だけでなくさまざまな財源確保を検証することとし、結果、ZEBに関する補助についても検討を開始した。

また、防災・減災だけでなく、新型コ

ロナウイルス感染症対策やデジタルトランスフォーメーションへの対応、働き方改革、省エネ、カーボンニュートラルへの対応等といった刻々と変化する時代の要請、つまり市民ニーズに対して柔軟かつスピードのある対応をすることで、投じる税金の価値をより一層高めることとなった。

そういった経緯により、市民から理解と賛同を得ることができ、庁舎整備事業の着手に至る。

### 4. 整備計画の概要

ここで、伊丹市新庁舎の整備計画の概要を説明する。

市民との対話を経て、「市民の安全・安心な暮らしを支え夢と魅力があふれる庁舎」を基本理念に「安全・安心の庁舎」、「多機能で誰もが利用しやすい庁舎」、「質の高い行政サービスを実現する庁舎」、「環境に配慮した庁舎」といった4つの基本方針を定め庁舎整備を進めることとした（図-1）。一方、平成30年12月に保全事業債の期限延伸が決定した結果、令和4年11月に新庁舎の開庁を予定することとなった。その後は、現庁舎の解体と外構整備などを含めて令和6年にグランドオープンする予定となっている。

現地建替えであり敷地に一定の制約があることや、現庁舎と同規模程度が市民理解の上限となることから、具体的には、敷地面積約1万9900㎡、延べ床面積約2万1700㎡、地下1階地上6階の基礎免震構造を採用した庁舎となる。

また、基本設計、工事監理および実施設計監修においては、新国立競技場の設計者で世界的にも著名な隈研吾氏が手掛け、デザインと機能が調和する庁舎となる。



写真-3 設計者を交えた市民ワークショップの様子

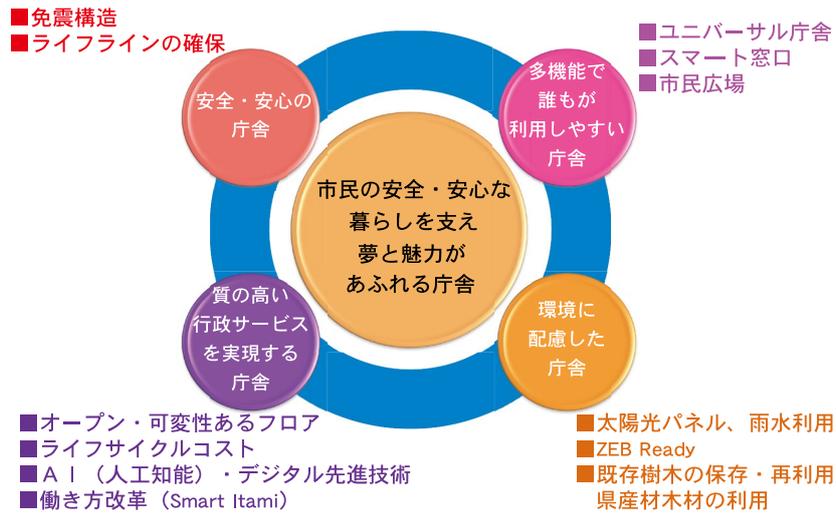


図-1 基本方針と基本理念の概念図



図-2 伊丹市新庁舎の完成予想パース

具体的には、伊丹市の特徴である酒蔵をモチーフにしたデザインを基本とし、外周にまわる庇と木パネルによりリズムカルで繊細な外観となる一方で、その庇や木パネルは屋内の日射遮蔽機能を有している。

そのほか、スケルトン・インフィルの採用やユニバーサルデザインに配慮すること、環境面では太陽光発電システムや雨水利用などといったさまざま特徴が挙げられる庁舎となっている（図-2）。

ここで、環境面について、そもそも自治体は環境政策をその業務の大きな柱の一つとしており、その庁舎は当然に環境負荷の低減が求められる。そのような中、市民からの要請もあった「環境配慮」について検討することに至る。

結果、「ZEB」を検討し可能性を探ることで、技術的な工夫が随所に発揮され、令和2年11月に建築物省エネルギー性能表示制度（BELS）によるZEB Ready認証を取得し、5段階評価で最高ランクを獲得した（図-3）。これは、延床面積

2万㎡を超える大規模庁舎では西日本初となり、さらに、環境省が実施する「レジリエンス強化型ZEB実証事業」の採択に至った。尚、この採択においては同規模庁舎において全国初となる。

最近ではよく耳にする「ZEB」であるが、達成した建物件数はまだまだ多くない。これは、技術的な対応や費用の制約などに加え、市民を含めた関係者の理解獲得が課題と考察する。その解決のためには、「ZEB」のロジックや費用の整理等において検討する際に、トライアンドエラーを繰り返し、結論を導き出す「熱意」が重要であると考えられる。

## 5. ZEBの実現のために

### (1) ZEBの考え方

それでは、いかに大規模ZEB庁舎に至ったか。

ZEBとは、快適な室内環境を実現しながら、建物で消費する年間の一次エネルギーの収支をゼロにすることを目指した建物となる。

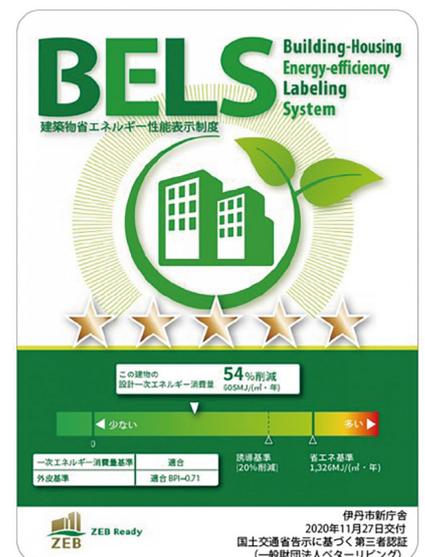


図-3 BELSの認証（伊丹市新庁舎・ZEB Ready）

その手法は、まず日射遮蔽や外皮の断熱などといったパッシブ技術と高効率空調などといった設備を利用したアクティブ技術によって50%以上の省エネルギーを実現すること。これがZEB Readyとな

る。そして、50%以上の省エネルギーを実現した上で、太陽光発電やバイオマス等の再生可能エネルギーといった創エネルギーにより、エネルギー消費量を正味(ネット)でゼロにすること。これでZEBとなる。

この概念を解りやすく整理すると、「①エネルギーを減らす」、「②エネルギーを無駄なく使う」、「③導入設備・技術を見直す」の3点がポイントとなる。

これら3点のポイントによりZEBの実現可能性を整理し、技術面におけるZEB導入に至った。

## (2) ZEB化費用の考え方

次に課題となるのが、ZEB化による費用負担が挙げられる。庁舎建替えにおいて費用の増嵩は庁内をはじめ、市民理解を得るのに困難となる。そこで、この点についてもシンプルに整理した。

ZEB化に係る費用については、(一社)環境共創イニシアチブによると、WEBプログラム上の基準建物(以下、「基準建物」という)に対して事務用途(庁舎用途)では、10%程度増嵩すると試算されている。

一方で、自治体が整備する公共建築物の建物仕様は基準建物に比べて高水準に位置しており、ZEB化を目指さなくても建築単価は一般的に高額となっている。

費用対効果の試算対象において、ZEB化により増嵩する費用を明確にするには前述の10%程度を使うのではなく、公共建築としての伊丹市仕様の建築物とした。その結果、伊丹市仕様の建築物に対して約5%の費用増嵩となり、この費用を光熱費の回収コストで試算すると、10年ほどで回収される結果となった。

つまり、建物をZEB化することで約10年後にはその初期投資分が回収されることとなる。これは、ライフサイクルコストの考え方としても合理的な結果となることに加え、時代の要請たるカーボンニュートラルの観点でも利益が生まれることとなる。

さらに、環境省が実施する「レジリエンス強化型ZEB実証事業」の採択により、ZEB化における経費の3分の2(年間5億円を上限)が補助対象となり、ZEBを採用しないという選択肢は無くなった。

## (3) ZEB化の導入技術

具体的にはどのような技術を採用し大規模ZEB庁舎に至ったかは次のとおりと

なる。

### ① エネルギーを減らす

施設のエネ消費の4割は空調の熱源と熱搬送が占め、次に照明が2割を占める。すなわち、空調関連と照明のエネ消費が全体の6割を占めることになるので、そこをいかに低減させるかが必須の課題となる。

そこで、空調関連に着目し、外皮性能と断熱性能の向上を図った。新庁舎では、建築デザインにおける合理的な効果のある環境配慮デザインを目指し設計を進めた。前述のとおり、熱負荷を低減し効率的に空調を働かせることが非常に重要となることから、外観デザインにも優れ、遮蔽効果の高い水平庇と日射遮蔽フィンを設けることや、外壁断熱材を40mm厚、屋根断熱材を100mm厚、開口部にはLow-eガラスを採用することで屋内の快適な環境を維持しながら、空調負荷の低減を可能とした。加えて、自然換気シミュレーションを行い、卓越風を効果的に捉

える設計も導入している(図-4)。

### ② エネルギーを無駄なく使う

エネルギーの効率的な利用では、高効率機器といった設備機器の設置とセンサー類によるセンシングが重要となる。

空調設備機器においては、熱源、個別空調機器ともに高効率空調機を採用することで、高COP(エネルギー消費効率)と最適な容量と台数を実現している。また、換気による熱効率を高めるために全熱交換機とともに、熱交換を無駄なく行う外気冷暖房制御を採用している。

加えて、部屋の温度センサーで吹き出し風量と空調機風量を調整するVAV方式を採用するなど、省エネルギー制御を実現することとしている。換気についても大風量ファンにはインバータ制御による風量調整を行うことや、電気室といった温度変化のある室ではサーモセンサーによる自動換気発停を導入している(図-5)。

このように、効果的な機器選定とセン

## ■ 建築：BPI、BEI/AC(空調)の向上に反映された技術

- ・日射遮蔽効果の高い庇とフィンを組み合わせた外装

北西面、南西面：木調日射遮蔽アルミフィン  
北東面、南東面：アルミプレート水平庇

- ・開口部と外壁、屋根の断熱強化

開口部：Low-e二層ガラス  
外壁：吹付硬質ウレタンフォーム40mm  
屋根：押出ポリスチレンフォーム100mm

- ・中廊下型レイアウトの採用による効果的な自然採光

横連窓から日射制御された光を効果的に取り込む

- ・卓越風を効果的に捉える自然換気

対面する外壁の両面開口により、効果的な自然換気

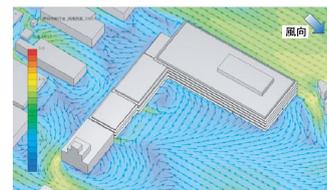
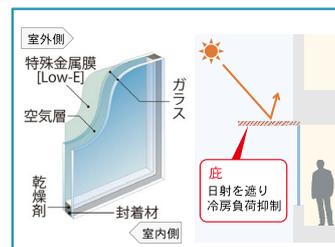


図-4 導入技術(建築的手法)

## ■ 空調：BEI/AC(空調)の向上に反映された技術

- ・高効率空調機器の採用

熱源：高効率ヒートポンプモジュールチラー(高COP 最適容量・台数制御)  
個別空調機：高効率エアコン(高COP冷暖切替)

- ・空調の省エネルギー設備と制御

換気によって失う室内の熱エネルギーを無駄なく回収する全熱交換機の採用  
外気が涼しく、冷房が必要な時に熱交換を自動で中止する外気冷房制御付き

- ・空調の省エネルギー制御

熱負荷に応じた風量に調整する変風量制御(VAV)  
熱負荷に応じた水量に調整する変水量制御(VWV)  
予冷予熱運転時に外気導入を停止する制御

- ・換気の省エネルギー設備

大風量換気ファンのインバータによる風量調整  
電気室のサーモセンサーによる自動換気発停

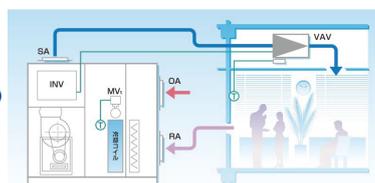
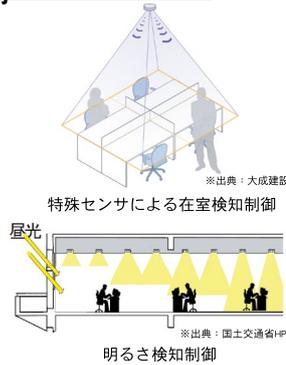


図-5 導入技術(空調関連)

## ■照明：BEI/L（照明）の向上に反映された技術

### ・照明の省エネルギー制御

- ① **在室検知制御 A**：2～4階大部屋執務室（センサ約290個）  
赤外線を使用した特殊人検知センサにより、不在部を自然な範囲で減光（**下限調光方式**）
- ② **在室検知制御 B**：トイレ、廊下、階段室（センサ約220個）  
人感センサによりトイレ、廊下は不在時消灯（**点滅方式**）  
階段室は不在時減光（**減光方式**）
- ③ **明るさ検知制御**：窓のある居室（センサ約100個）＋①  
照度センサにより、昼光がある場合に照明を減光
- ④ **初期照度補正制御**：①の対象室  
照度センサにより、照明器具の初期の明るすぎを抑え減光



### ・高効率LED照明の採用

最新の高効率LED照明器具  
（システム天井用器具・ダウンライト等）

## ■給湯・昇降機：BEI/HW・EVの向上に反映された技術

### ・排熱回収型ガス給湯器の採用 排気ガスの排熱を回収する省エネ給湯器

### ・可変電圧可変周波数制御方式（VVVF） 再生装置ありの採用

図-6 導入技術（照明等）

サー類による制御により、無駄なく効率的に機器を運転・稼働することで、大きな省エネルギー効果を実現した。

そして、照明機器では、高効率LED照明の採用と室の種別・ゾーニングごとによるセンサー配置と制御の採用により省エネルギー化を可能としているが、照度分布が利用者の満足度に直結するため、明るさ検知や初期照度補正の制御も導入している（図-6）。尚、これらのセンサー類は施設内に合計900を超える点数で設置している。

### ③導入設備・技術を見直す

最後に、ZEBの設計において過剰設計としないことが最重要となる。

例えば、設計条件における人員密度、OA機器の発熱量、空調容量などといった見込み数量については、過剰な設計とならないよう、実情・実運用に則した条件設定と設定値を導入する設計を行い、過剰な機器選定を抑制することで、消費エネルギーの削減に繋がる。

## 6. ZEB達成の結果・効果

伊丹市新庁舎の一次エネルギー消費量結果は基準建物に対して、「トータル55%削減」となり、ZEB Readyの実現に至った。また、太陽光発電システムの導入では2%ほどの創エネルギーとなり、施設全体では57%の省エネルギーとなった。

内訳としては、空調設備で55%、照明設備で72%の省エネルギー効果となり、空調設備と照明設備におけるエネルギー削減がBEI（省エネルギー性能指標）低減の効果として大きいことも考察され

る。さらに、二酸化炭素排出量においても、基準建物に対して56%削減という効果を生み出している。

特筆すると、庁舎という特性上、中間期は積極的に自然換気を行い、冷暖房を同時に行う機器がないことが空調負荷としては有利に働いている。施設の用途によって冷房も暖房も選択できる冷暖フリー機器の設定をすることがあるが、これはWEBプログラムの計算上、BEIの値を悪化させることも考察された。

これらの結果については、今後、ZEB化の導入に当たってZEBの概念からその試算と設計の考え方に至る各フェーズにおいて参考頂ける内容となっているのではないかと考える。

## 7. おわりに

全国的に施設整備が行われる中、環境負荷低減といった社会的ニーズへの対応の一つとしてZEBがある。前述の内容のように、まずはZEBを目指してみようという「意思」がなければならない。次いで、関係者への説得・理解を求めること。それには、環境面と長期的な経費面の両面の効果からフェーズごとにシンプルに考えるとZEB化のハードルは下がるのではないかと考える。

また、自治体における大規模施設整備では、いかに利用者目線でかつ費用を意識しながら変化するニーズにスピード感をもって応えるかが重要なロジックになり、そのアイデアと整理が重要となる。

最後に、全国的な課題となっている、高度経済成長期の建設施設の更新問題に対する捉え方を提起する。

伊丹市でも例外なくこの課題に直面し、今後の更新費用は30年間で約2,000億円を要すると試算している。人口減少社会において、費用を捻出する税収が見込めない未来に対して、いかに費用を抑制するかが大きな課題となっている。そのために、施設の統廃合やライフサイクルコストの抑制等が必須となっている中、ZEB化は光熱費といった運営費用の削減の観点で有効手段の一つだと考える。

さらにはデジタルトランスフォーメーションへの対応によるいわゆるスマート化によって、施設のスリム化も有効手段の一つとなると考える。こうしたさまざまな課題やニーズへの対応については、官民間問わず、共創のもと情報・技術の連携がより一層重要となる。

この伊丹市新庁舎整備事業が、来る未来に向けて明るい一助となることを期待し、本稿を閉じる次第である。