

ZEB Readyを目指した 高島市役所庁舎の建築設備計画

株式会社安井建築設計事務所 環境・設備部 統括 小林 陽一

1 はじめに～高島の豊かな自然を繋ぐ まちづくりの拠点となる市庁舎～

高島市は滋賀県琵琶湖北西に位置し、冬は積雪が多く、近畿地方としては寒冷的な地域である。本プロジェクトは、2005年にマキノ町、今津町、新旭町、安曇川町、高島町、朽木村の5町1村が合併した、県下で2番目の面積を有する新生高島市の新しい顔となる市庁舎プロジェクトである。新しい高島市庁舎は、平成5年竣工の旧新旭町庁舎を改修整備する「本館」と、新しく増築した「新館」を合築しており、建築基準法上1棟である(写真1)。

本プロジェクトの基本方針として市民サービスや市庁舎機能の利便性向上、あらゆる災害に強い防災拠点整備、最新環境技術を備えたサステナブルな施設整備を目指し、更に高島市の恵まれた自

然環境と生活に溶け込んだ水辺空間の体現(写真2・3)と既存庁舎との調和する豊かな景観形成を目標とした。

本稿では、本館の改修と新館の増築における一体的なZEB Readyの達成について紹介する。

2 ZEB導入の経緯

高島市では、「高島市地球温暖化対策実行計画(事務事業編)」で庁舎施設は温室効果ガスの排出の少ない空調設備を導入することを定めていた。本プロジェクトも実行計画に基づいて実施設計を進めていた中で、平成29年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金(業務用施設等における省CO₂促進事業)の公募があり、ZEB化可能性を検討したところ、当初の設計内容に、「本館空調機の自動制御改修」、「本館照明のLED化」、「使用



写真1 陸屋根の新館(左側)と傾斜屋根の本館(右側)



写真2 生活空間と水辺(高島市内)



写真3 水辺の再現

エネルギーの見える化」を追加すれば、ZEB Readyを実現できることが確認でき、補助金の採択を受けることができた。これにより、更なる温室効果ガスの削減を実行でき、使用エネルギーの見える化により市民にも分かりやすく説明できることから、設計を見直して新館と本館改修を合わせたZEB化を図ることとなった。

3 建築計画概要

新館と本館は、1階、2階で渡り廊下により接続して相互連携を高め、本館及び新館の1階に市民サービス窓口をまとめて、市民が使いやすい配置とした。

外観計画において、本館の意匠性を持った形状を踏襲するのではなく、印象の強い本館大屋根デザインに対し、新館建物では頂部に大型の水平庇を設置し、違和感なく調和を図っている（写真1・4）。また、本館外壁材料であるタイルや打放しコンクリートの質感や色調との親和性を高めることで、新旧の市庁舎の個性を保ちながら、一つの市庁舎としての一体感を生み出すことに成功している。

大型水平庇は豪雪時の雪除けにも役立ち、庁舎出入口周りを含め、雪が積もらないように笠の役目を担っており、建物の維持管理面でも有効に働く装置となっている。

市の防災拠点の役割を果たすために、新館は現行基準の最高レベルを目指し、その性能は「官庁施設の総合耐震計画基準」内の最高耐震安全性で



写真4 新館エントランスと大庇

ある構造体I類、建築非構造部材A類、建築設備甲類相当として計画した。「庁舎から防災拠点へ」速やかな施設転用できるよう、庁舎機能と災害時の対策本部としての機能が円滑に転用できる計画とし、災害時において周辺インフラ供給が遮断しても、飲料水等の水源、排水機能、非常用電源等を確保し、災害対策機能を維持する設備を備えた計画とした。

4 設備計画概要

基本方針として、環境配慮型官庁施設の理念に基づき、ライフサイクルを通じて地球環境への負荷低減に配慮した設備計画とし、ZEB Readyを実現した。また、本庁舎は行政庁舎として災害時に求められる機能維持のため必要な信頼性・安全性を確保するシステムを導入した。

4.1 地球環境・地域環境に配慮した庁舎

環境に配慮した庁舎として、環境負荷低減を行う。また最新の技術と自然エネルギーを組み合わせた設備システムを計画する。

1) 負荷の削減

高断熱仕様、複層ガラス窓、庇・ルーバー等による日射遮蔽など空調負荷を低減する。

2) エネルギーの有効利用・高効率利用

井水を熱源とした水熱源ヒートポンプチラー、散水型空気熱源ヒートポンプチラー、全熱交換器、躯体スラブ蓄熱放射冷暖房システム、LED照明などの高効率機器・システムを採用する。インバータ制御により空調設備の搬送動力を低減する。照明設備の在室検知制御や昼光制御による照明電力の低減を図る。

3) 自然エネルギーの利用

井水熱、地中熱、自然通風換気、自然採光など自然エネルギーを活用する。太陽光発電設備を採用する。

4) エコマテリアルの採用、資源の有効利用

ポリエチレン配管、エコケーブルなど長寿命で環境負荷の少ない材料を採用する。井水利用など水資源の有効利用を図る。

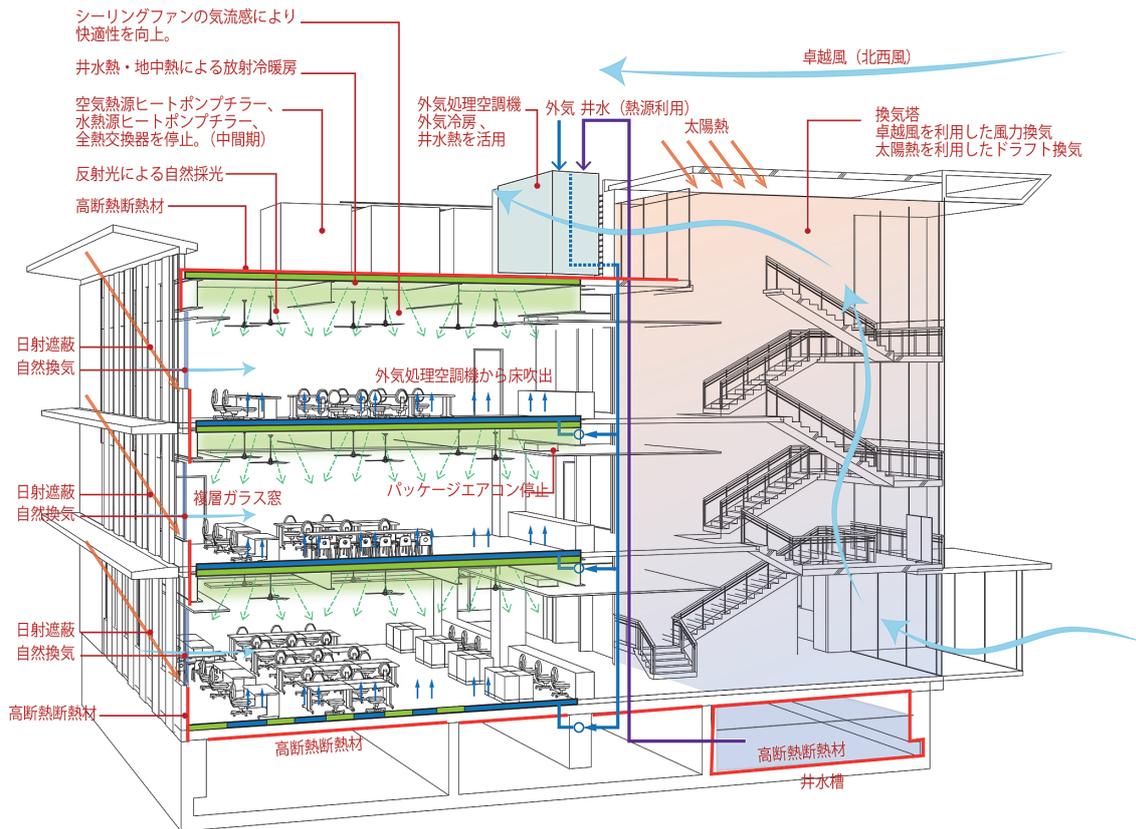


図1 高島市役所の環境配慮対策

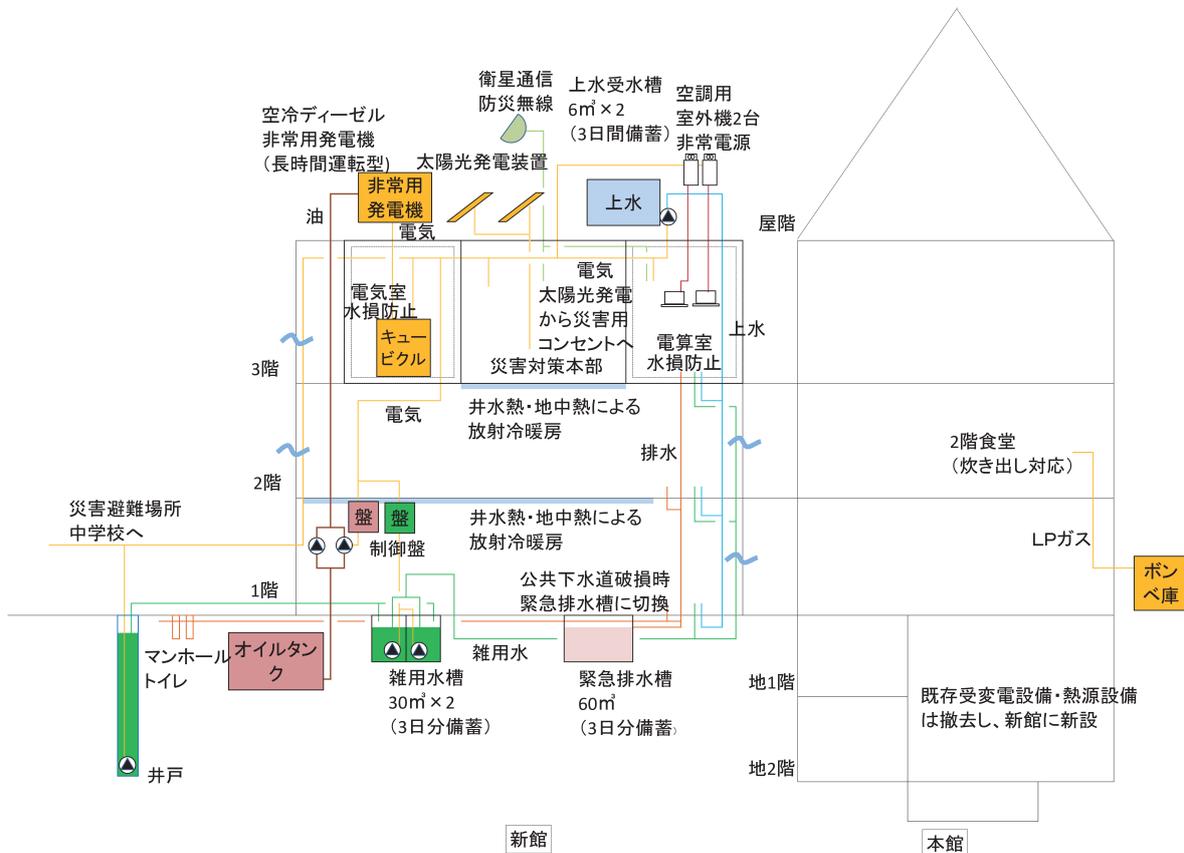


図2 高島市役所のBCP対策

4.2 ライフサイクルコストを考慮した経済性

建設費だけでなく運営にかかるエネルギー費、保守・管理費、更新費を総合した設備のライフサイクルを通してコストの低減を図る。

1) 環境配慮型機器・システムの採用

床スラブ放射冷暖房システム、床吹出空調、シーリングファンの併用により省エネルギー、ランニングコストを低減した快適環境を実現する。CO₂濃度による換気制御など高効率で無駄のない計画を行う。卓越風を利用した中間期の自然換気、井水熱・地中熱利用などの自然エネルギーを積極的に活用する。BEMS (ビルエネルギーマネジメントシステム) を採用し、エネルギー消費量の見える化を図り、運営・管理段階でのエネルギー利用効率の計測・見直しによる運用改善が行える計画とする。

2) 保守性、長寿命性に優れる機器・材料・システム採用

ポリエチレン配管など錆びない、長寿命材料を使用する。設備機器等は更新が容易な計画とする。日常メンテナンスにも配慮した計画とする。

4.3 快適な執務環境の実現

1) 温熱環境

放射冷暖房を併用した空調により快適性の高い温熱環境を実現する。建物の断熱性能を高め、床吹出空調の併用により、冬季も足元から暖かい空間を実現する。

2) 光環境

自然採光と人工照明を組み合わせ、明るさ感に配慮した照明計画とする。

3) 音環境

遮音性能、吸音性能、空調設備の騒音対策に配慮する。床スラブ放射冷暖房システムにより静かな空間を実現する。

5 空調システムの特徴

既存本館は中央熱源システムを採用しており、ガス吸収冷温水機を本館地階機械室に設置していた。しかし、約20年を経過して機器が劣化していること、水害対策として地上階に熱源の移設が望ましいことから、新館の屋上に熱源を新設して新館と本館の両方に冷温水を供給することとした。新館の空調システムは省エネルギーと快適性を両立するため、中央熱源で外気処理及び床スラブ放射冷暖房を行い、個別温度制御用として空冷パッケージエアコンを採用した。

5.1 夏季の空調システム概要

躯体スラブ蓄熱放射冷暖房システムは各階の事務室等の主要な室に導入している。放射冷暖房用の金属強化ポリエチレン配管を、2階床スラブ、3階床スラブ、屋上床スラブに埋設している。

放射冷暖房配管に井水熱を熱源とした水熱源

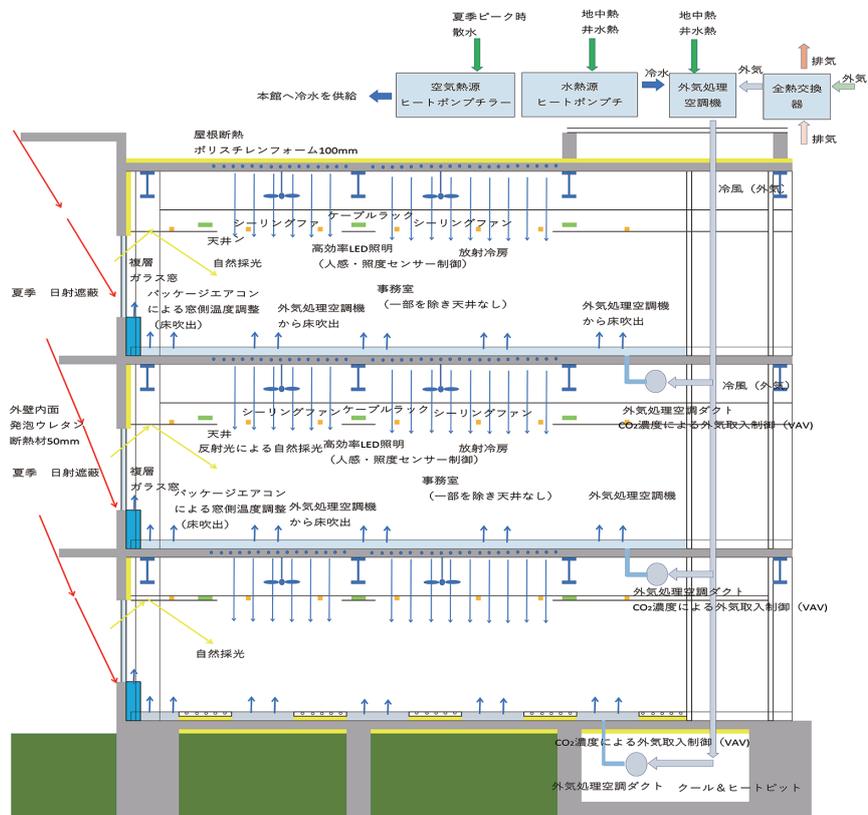


図3 夏季の空調システム概要

ヒートポンプチラーの冷水を循環し、放射冷房を行う。窓側についてはパッケージエアコンによる冷房も行い、パッケージエアコンは個別運転も可能とする。電力デマンドを抑えるため、室外機に散水機能を有する。外気は全熱交換器より取り入れ、外気処理空調機により冷却除湿する。室内CO₂濃度により外気取入れ量を制御し、空調機ファンをインバータ制御する。空調された外気は床下(OAフロア)より吹出する。

5.2 中間期の空調システム概要

中間期は屋上階段上部に卓越風(北西風)による換気開口を設け、自然換気を促進する。また、階段室上部に太陽熱を集熱する空間を設け、風のない日は温度差によるドラフトで自然換気を促進する。屋外と室内の温湿度を比較し、自然換気が有効な場合には執務室に「自然換気有効」の表示を出す。

室内にいる人は窓を開けて自然換気を行う。ただし、降雨時、強風時は自然換気を行わない。更に、地下ピット内のクールアンドヒートピットを通じて外気を1階床下に導入し、冷却する。

中間期に冷房が必要な場合はスラブ放射冷暖房配管に熱交換器を介して井水熱の冷水を直接循環し、放射冷房を行う。外気処理空調機は外気冷房を行う。更に、シーリングファンの気流により快適性を高める。

5.3 冬季の空調システム概要

スラブ放射冷暖房配管に井水熱を熱源とした水熱源ヒートポンプチラーの温水を循環し、放射暖房を行う。1階床の温水式床暖房にも温水を循環する。また、シーリングファンにより天井部に溜まった暖気を吹き降ろす。

6 省エネルギー性能

6.1 BELS認証

前述した負荷削減、省エネルギーシステム、自然エネルギー利用の採用により、本建物はBELS認証でZEB Readyを実現することができた。その他を含まない1次エネルギー削減量は54%である(図4)。

る(図4)。



図4 BELS評価書

6.2 運用実績

2019年度～2021年度の用途別の1次エネルギー消費量実績値を示す。用途別のエネルギー使用量の割合は、空調、照明等大まかにはWEBプログラム¹の計算結果と一致している。実績のその他エネルギーには、敷地内の付属建物や外灯等が含ま

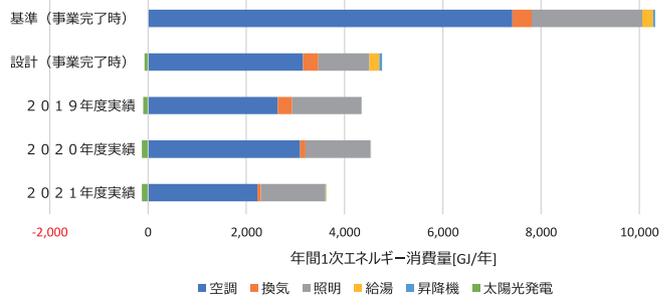


図5 年間1次エネルギー消費量実績値

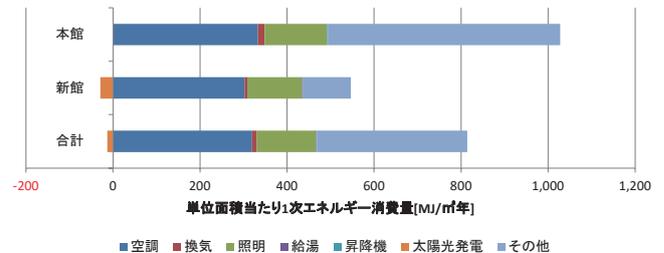


図6 新館と本館の1次エネルギー消費量実績値

1 エネルギー消費性能計算プログラム (国立研究開発法人建築研究所公表)

れるため大きくなっていると考えられる(図5)。

新館と本館の単位面積当たり1次エネルギー消費量を示す。新築した新館は本館の83%のエネルギー消費量となっている(図6)。

7 アンケート調査

対象建物における温熱環境を調査するため、夏季及び冬季に新館庁舎で働く職員を対象にアンケート調査を行った。夏季の調査期間は2019年8月1日～8月29日までの約1ヵ月程度、133人を対象に行った。冬季の調査期間は2020年2月下旬～3月2日までの間、141人を対象に行った。

夏季の結果より、暑さ、寒さの調査で、「涼しい」「やや涼しい」「どちらでもない」と回答した人が約6割、「暑い」と回答した人も2割程度存在した。総合的な温熱環境では「快適」「やや快適」「どちらでもない」が8割程度であった。「上下温度差」「体に当たる気流」については、「感じない」と回答した人が約7割を占めており、上下温度差がなく、気流感を感じない環境が実現できていると考えられる(図7)。

冬季の結果より、昼、夕に関しては「寒い」と答えた人は10%以下と少なく、良好な温熱環境を形成できていると言える。ただし、朝に関しては、「寒い」と答えた人は23%であり、他の時間帯に比べて多い結果となった。これは運転開始から暖房が効き始めるまでに時間がかかるためと考えられ、今後改善が必要である。また、「体に当たる気流」に関しては、「感じない」と回答した人が9割近い結果となったが、上下温度差については「感じる」と回答した人が3割を超える結果となった。シーリングファンの使用状況に着目すると、夏季に比べて利用率が低いことが分かり、冬季の利用を呼びかける等の活動が必要であると思われ、利用率を高めることが、上下温度差の解消にも繋がると考えられる(図8)。

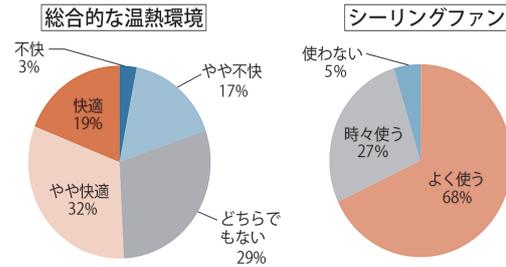


図7 夏季アンケート結果

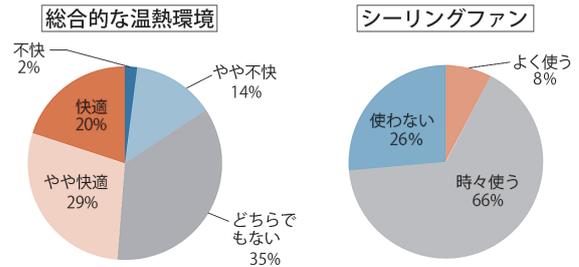


図8 冬季アンケート結果

8 あとがき

高島市役所庁舎では、2015年9月の基本・実施設計業務プロポーザル以降、基本設計を進めてきた。実施設計を開始する2016年4月に建築物省エネ法が施行され、WEBプログラムの運用も始まったことから、ZEB建築への取組みを行うこととなった。当初の計画に含まれていた消雪井戸を空調熱源・雑用水に活用することや、環境省CO₂排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業で開発していた「躯体スラブ蓄熱放射冷暖房システム」を採用するなど、地域特性に配慮した省エネルギー対策に取り組んだ。

既存本館における受変電設備・空調熱源設備は新館へ統合、更新を行うが、他は基本的に再利用の計画であったため、「二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金(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)」の採択を受けて、既存本館の照明をすべてLED高効率照明に更新することができ、ZEB Readyを達成した。運用開始後、3年間運用データの分析・評価を行い、ZEB Readyが実現できていることを確認した。