

ZEB Ready を目指した高島市役所庁舎の建築設備計画

Building Equipment Plan for Takashima City Hall Aiming for ZEB Ready

株式会社安井建築設計事務所

YASUI ARCHITECTS & ENGINEERS, INC.

小林 陽一

Yoichi Kobayashi

キーワード：ZEB（Net Zero Energy Building）、躯体スラブ蓄熱放射冷暖房（Thermal Storage Radiation Air Conditioning System from the Concreate Slab）、井水利用(Use of well water)、自然換気(Natural ventilation)

1. はじめに ～高島の豊かな自然をつな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、冬は積雪も多い近畿地方では寒冷な地域である。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」を合築した計画である（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、さら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。



写真1 全景



写真2 生活空間と水辺（高島市内）



写真3 水辺の再現

2. 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、1階には、市民サービス窓

口をまとめて、市民が使いやすい計画とした。

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、新館建物頂部に大型の水平庇で違和感なく調和を図っている（写真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、ひと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、庁舎出入口廻りを含め雪が積もらないように笠の役目を担っており、建物の維持管理面に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、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ある構造体Ⅰ類、建築非構造部材Ⅰ類、建築設備Ⅰ類相当として計画とした。

「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、災害時における周辺インフラ供給が遮断されても、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。



写真4 新館エントランスと大庇

3. 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を基本とし、ライフサイクルを通じた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。

3.1 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ャラー、散水型空気熱源ヒートポンプチャラー、全熱交換器、躯体スラブ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はかる。

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はかる。

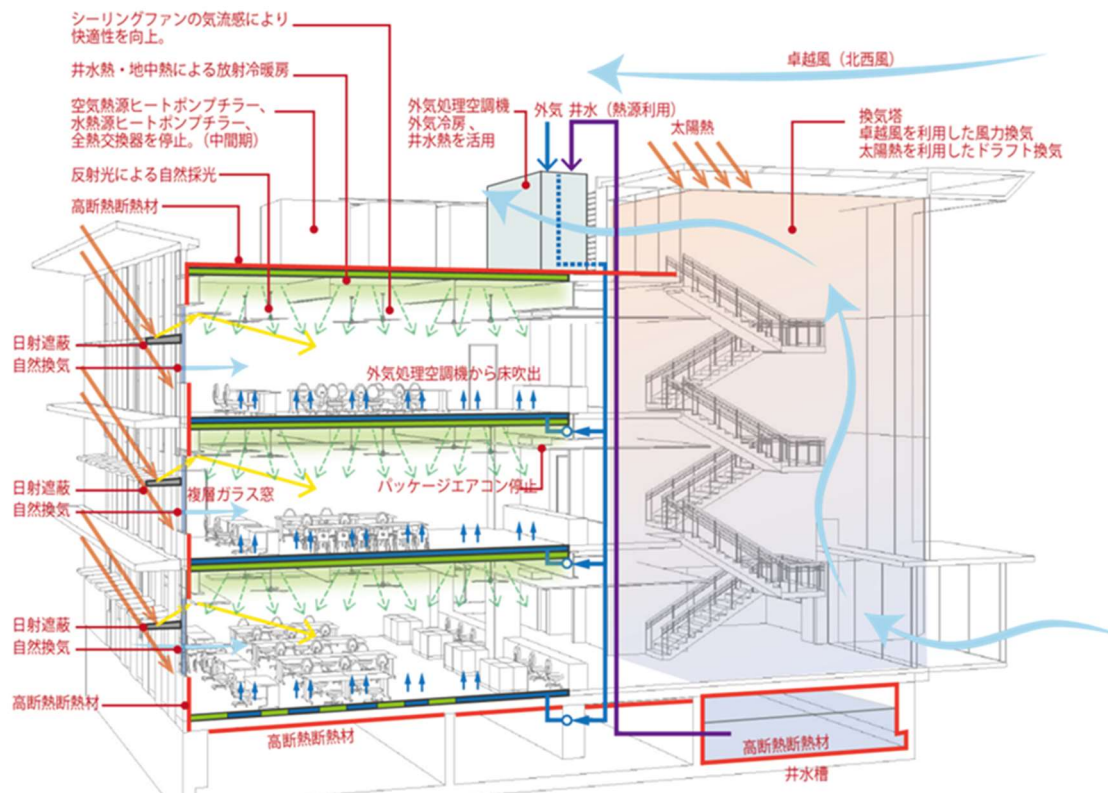


図-1 高島市役所の環境配慮対策

3.2 行政庁舎にふさわしい信頼性・安全性を確保するシステムの構築

地震、水害を始めとする自然災害時や不慮の事故災害時において、総合耐震計画基準「甲類」の基準に則り、活動の確保に必要な信頼性・安全性を持つ設備システムを構築する。

1) 飲用水、雑用水の確保

耐震性の高い上水受水槽により飲用水を3日分備蓄する。井水を利用できる雑用水槽を3日分備蓄する。給水ポンプ、井水ポンプは発電機電源とし停電時にも使用できるものとする。水害時にも飲用水、雑用水を利用できる計画とする。

2) 温熱環境、空調機能の確保

災害時にも地中熱、井水熱、自然通風換気により適切な室内環境を維持する。電算室等の重要室は発電機電源のパッケージエアコンにより停電時も機能を維持する。

3) 電源の確保

受電方式は高圧の1回線受電とする。買電の供給が完全に途絶した場合は、非常用の発電設備により電力の供給を行う。燃料は72時間分を備蓄する。災害時、南の中学校へ電源供給を行うため発電機回路から架空で道路横断を行い、災害専用電源盤を中学校に設置する。災害時にも利用可能な太陽光発電設備を計画する。

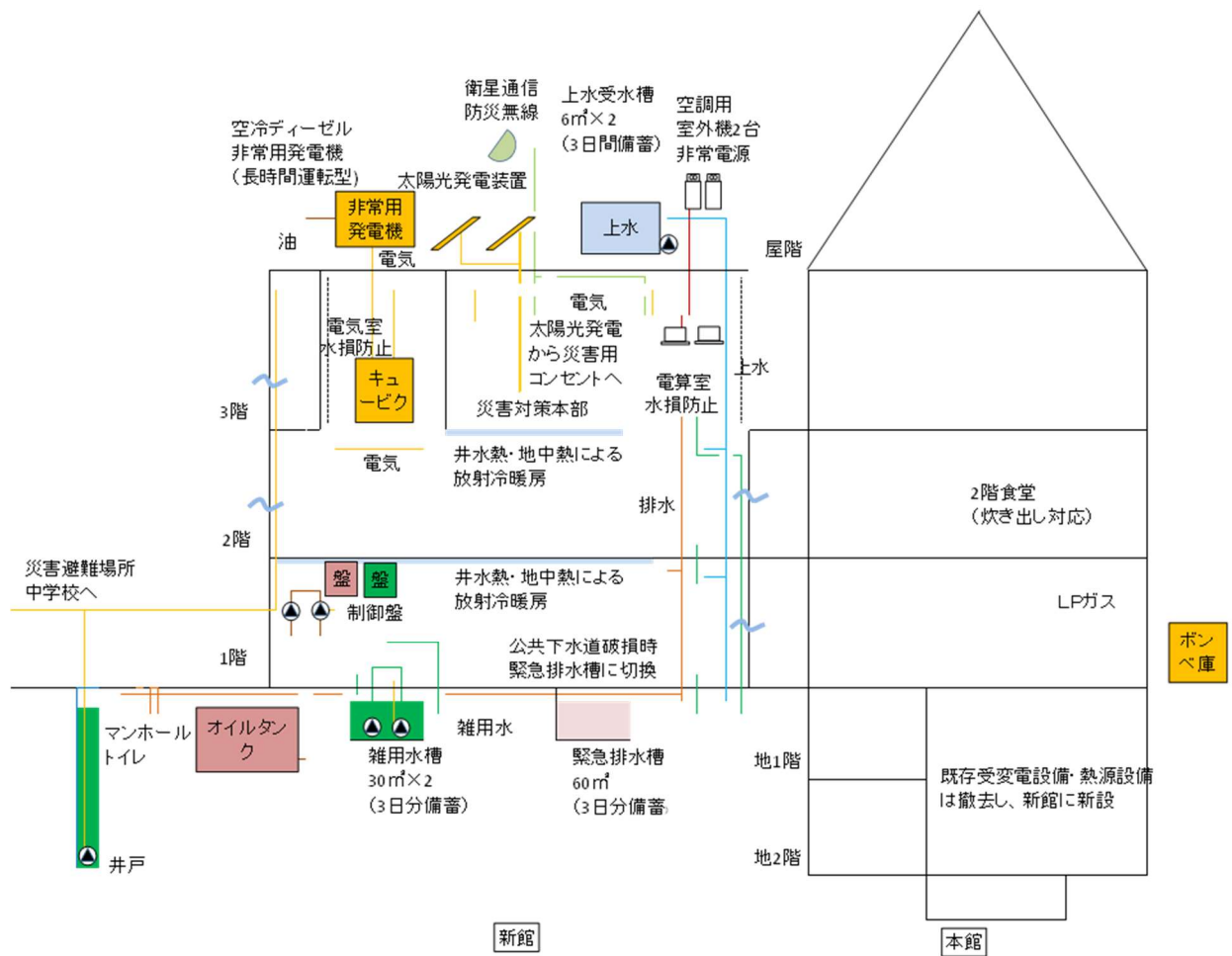


図-2 高島市役所のBCP対策

3.3 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はかり、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。

3.4 快適な執務環境の実現

1) 温熱環境

放射冷暖房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、明るさ感到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。

4. 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を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およ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。

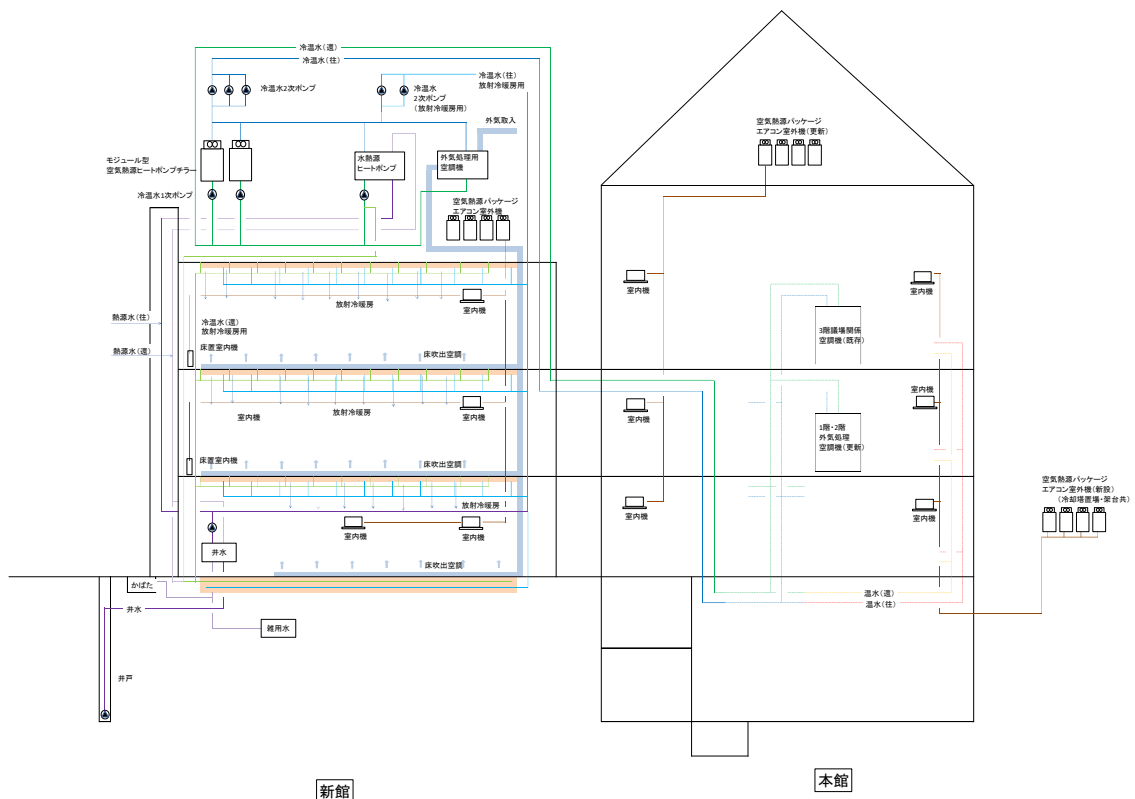


図-3 空調配管系統図

4-1 夏期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ヒートポンプチャ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。電力デマンドを押さえるため、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濃度により外気取り入れ量を制御し、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。

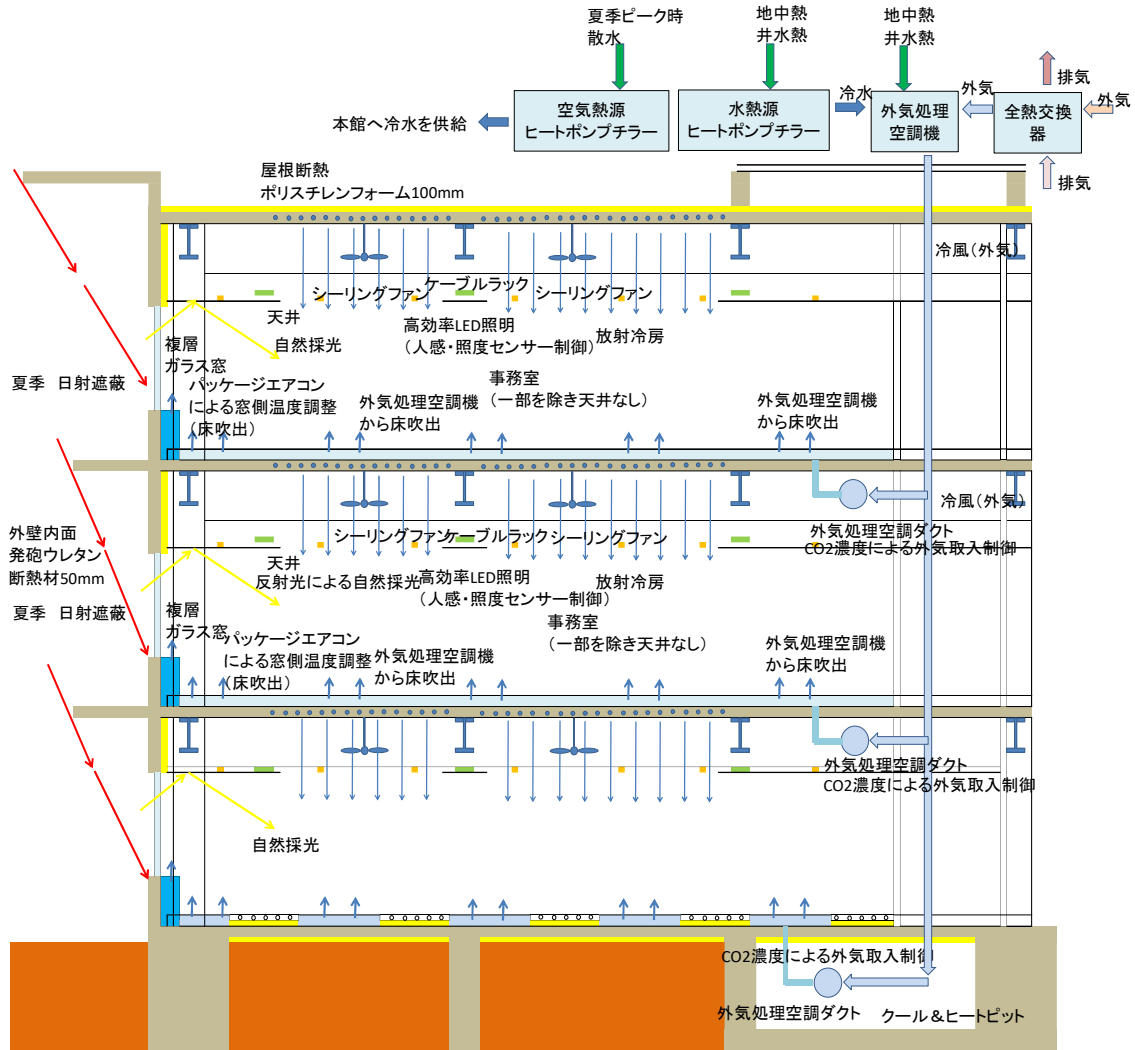


図-4 夏季の空調システム概要

4-2 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。さらに、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。さらに、シーリングファンの気流により快適性を高める。

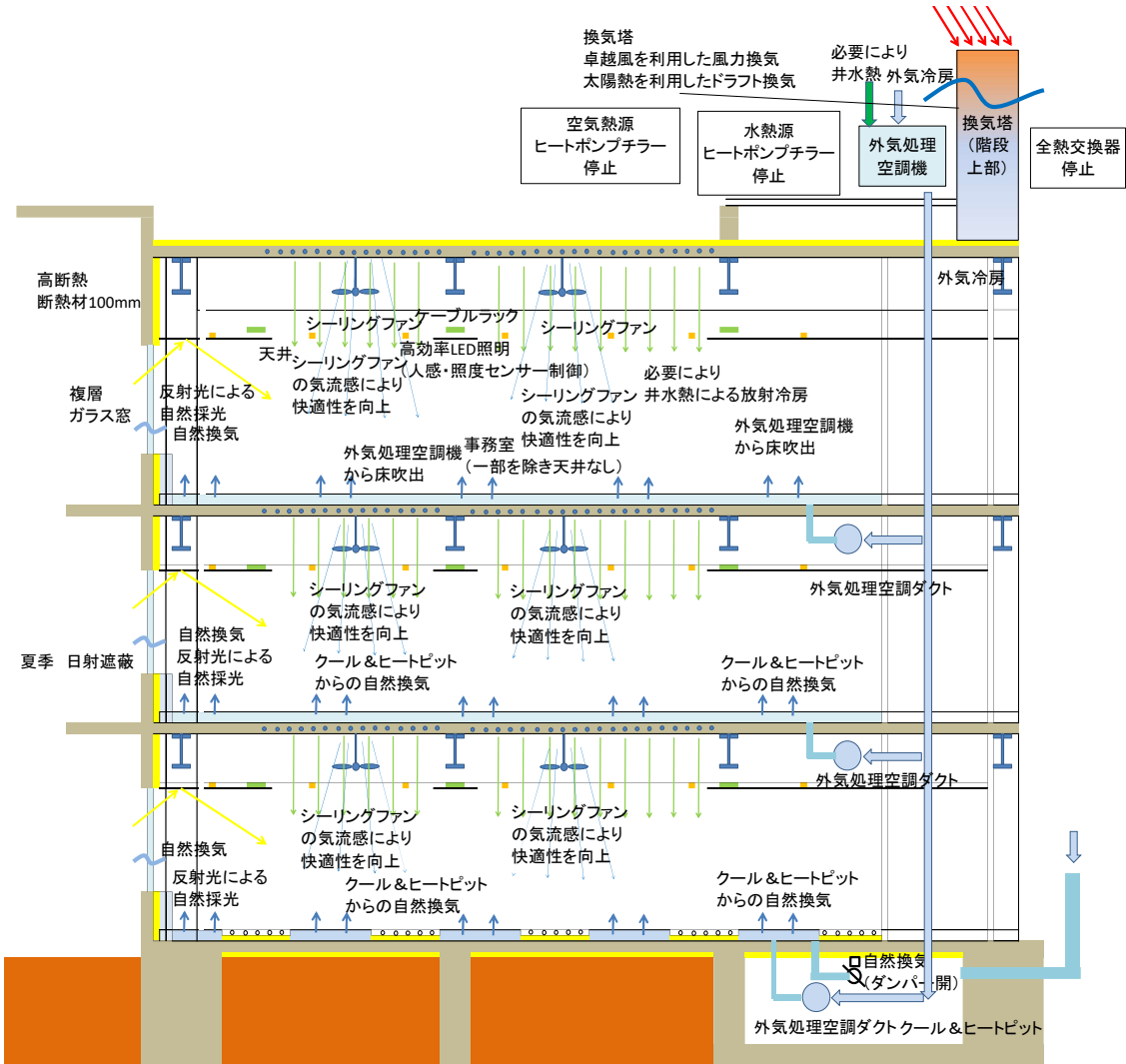


図-5 中間期の空調システム概要

4-3 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たまった暖気を吹き降ろす。

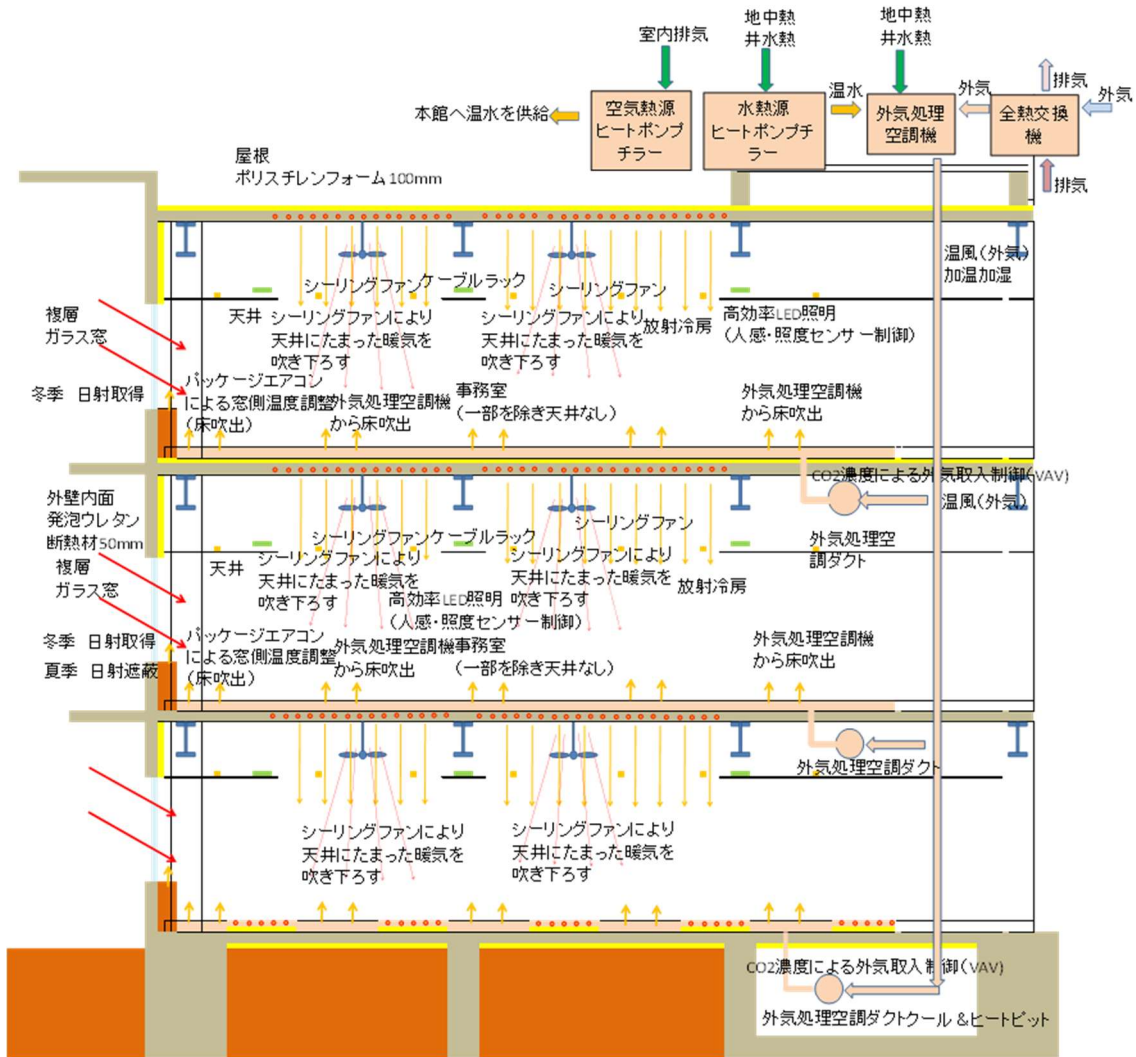


図-6 冬季の空調システム概要

5. 省エネルギー性能

5.1 BELS 認証

上記に記載した負荷削減、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-7)

5.2 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

建築物の所在地		地域区分	5	評価結果
滋賀県高島市新旭町北畑565番地				
名称 高島市役所庁舎整備建築工事				
建築物に関する基本的事項				
階数	地上4階 地下2階	構造	鉄骨・鉄骨鉄筋コンクリート	
延べ面積	9,687.00㎡			
新築竣工時期(計画の場合は予定時期) 2019年03月31日				
申請対象部分に関する基本的事項				
用途	事務所等(市役所庁舎)			
改修の竣工時期(※1)				
※1申請対象部分を改修する場合のみ記載されます。				
評価結果				
■一次エネルギー消費量基準				
評価手法(※2)	非住宅部分	従来の計算法(従来の基準)	住戸部分	対象外
BEI の値(削減率)(※3)	新築(改修後等)	0.46 (54%削減)	改修前	
単位面積当たりの一次エネルギー消費量(MJ/㎡・年)	設計値(その他除く)	485	設計値(その他含む)	760
	基準値(その他除く)	1,066	基準値(その他含む)	1,342
■外皮性能基準				
外皮性能	非住宅部分	適合 BPI=0.72	住戸部分	
特記事項				
■「ZEB マーク」又は「ZEH マーク」、「ゼロエネ相当」、「ZEH-M マーク」に関する事項				ZEB Ready
再生可能エネルギーを除いた設計一次エネルギー消費量の基準一次エネルギー消費量からの削減率(※4)				54%削減
再生可能エネルギーを加えた設計一次エネルギー消費量の基準一次エネルギー消費量からの削減率(※4)				
※1-一次エネルギー消費量は、「その他一次エネルギー消費量」を除きます。また、再生可能エネルギーは数値内(オンライン)に設定し、自家消費に加え、売電も算入されています。				

図-7 BELS 評価書

まかにはWEBプログラム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れるため大きくなっていると考えられる(図-8)。

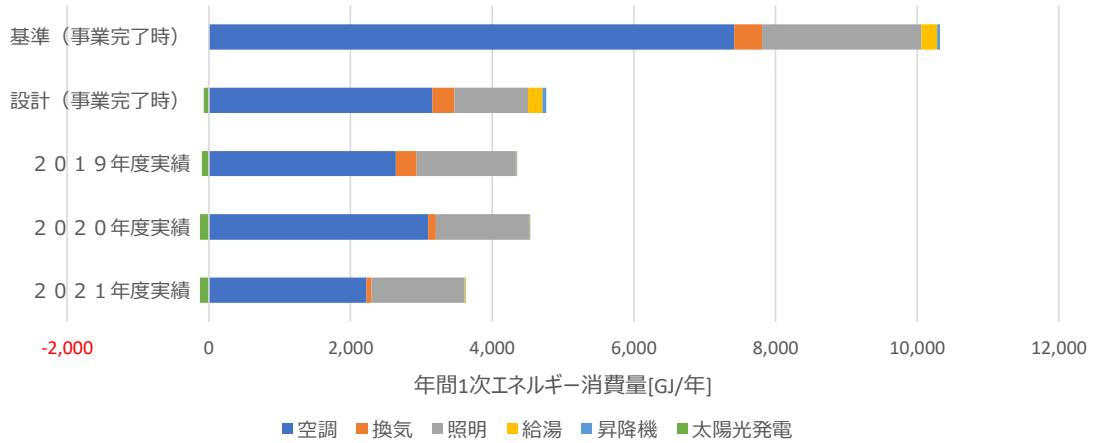


図-8 年間1次エネルギー消費量実績値

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-9)。

6. 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、冬期及び夏期を対象にアンケート調査を行った。夏期の調査期間は2019年8月1日～8月29日までの約1カ月程度、庁舎ではたらく職員133人を対象に行った。冬期の調査期間は2020年2月下旬～3月2日までの間、庁舎ではたらく職員141人を対象に行った。

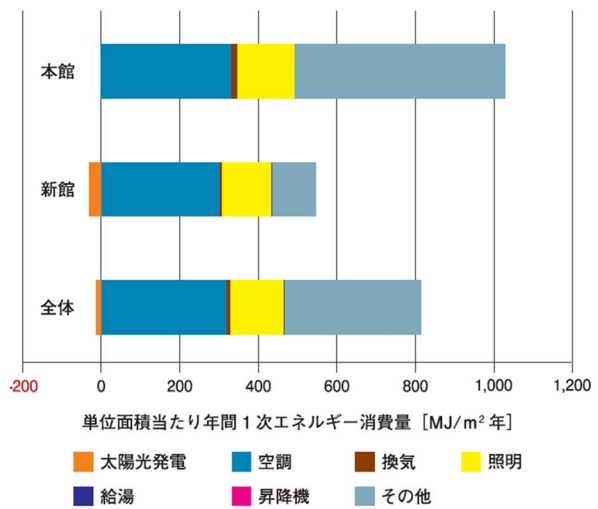


図-9 新館と本館の1次エネルギー消費量実績値

夏期の結果より、暑さ、寒さの結果から、「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-10)

冬期の結果より、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冷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、「体にあたる気流」に関しては「感じない」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結果に着目すると、夏期に比べて利用率が低いことが分かり、冬期の利用を呼びかける等の活動が必要であると思われる、利用率を高めることが、上下温度差の解消にもつながると考えられる。(図-11)

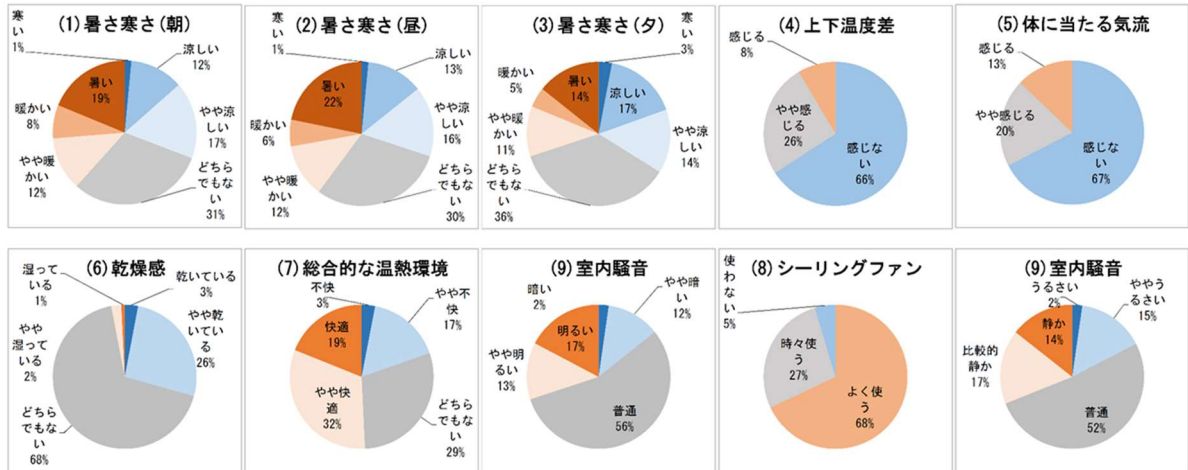


図-10 夏季アンケート結果

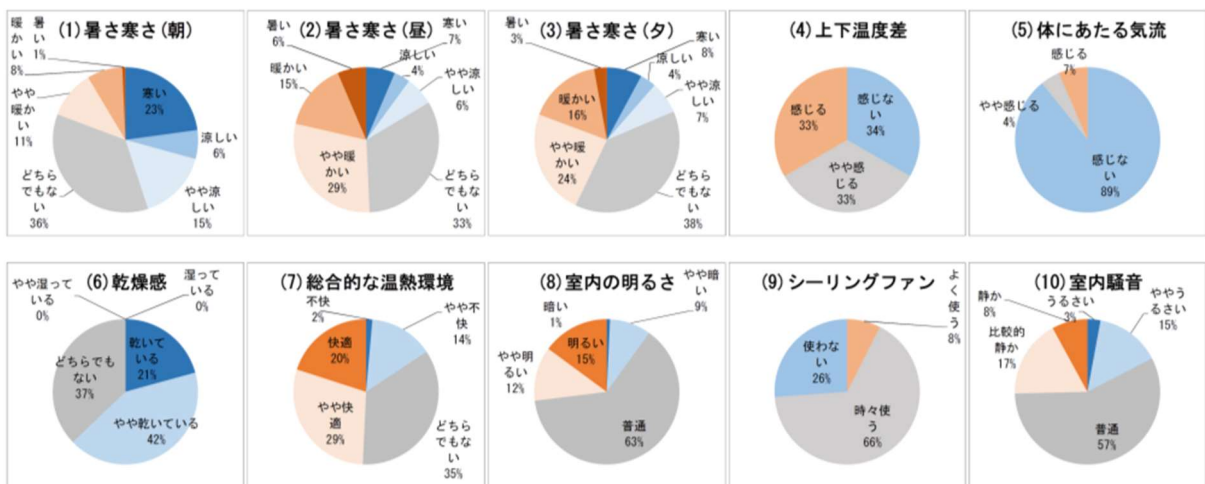


図-11 冬季アンケート結果

7. あとがき

高島市役所庁舎は、2015年9月の基本・実施設計業務プロポーザル以降、基本設計を進めいえきた。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建築への取り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。既存本館は受変電設備・空調熱源設備は新館に統合、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。