

カーボンニュートラル賞

受賞名称
第9回カーボンニュートラル賞 中国・四国支部 奨励賞

カーボンニュートラル賞選考支部名称
第9回カーボンニュートラル賞選考委員会 中国・四国支部

業績の名称
ダイキンアレス青谷2期の自然環境と共調する建築設備計画

所在地
鳥取県鳥取市青谷町井出572-5

応募に係わる建築設備士の関与
株式会社竹中工務店 金坂 敏通

応募者又は応募機関

代表応募者・機関	株式会社竹中工務店					
建築主	ダイキン工業株式会社					
設計者	株式会社竹中工務店 大阪本店設計部					
施工者	株式会社竹中工務店 広島支店設計部					
建物管理者	ダイキンエアテクノ株式会社					
建物利用者	ダイキン工業株式会社					
延床面積	14,106	m ²				
階数	地上7階	地下1階	塔屋-階			
主用途	研修所・ホテル					
竣工年月日	2018年3月					

支部選考委員長講評

本施設は全世界150か国の拠点から人材を集め、スキルアップして送りだしていく企業研修所、兼保養所の増築として建設された。

日本海に面し、一年を通して吹き付ける海風による塩害と使用者、使用状況の多様性という課題に対し、建築主とともに議論を重ねることにより、従来の全体空調による一律の快適性確保から一步踏みだし、気象条件や個人趣向に対応した多様な「空気・空間ソリューション」の構築を模索されている。

研修室、ホワイエ、宿泊室など使用時間、使用状況が多種多様の用途に対し、熱源水蓄熱槽を設けることにより地中熱利用および熱回収による省エネを一年を通して行えるように計画された。

大空間であるホワイエに対しては、「フリーバイパスモード」「自然換気モード」などの外気有効活用と合わせて「家具スポット空調」などの各種パーソナル空調を組み合わせることで、一定条件下の自然外気を積極的に有効利用し、省エネ性と多様性に対応されている。また、地熱交換ピットを設け外気負荷の低減も行われている。

宿泊に対しては、客室シーン制御を行うことにより汎用品の活用などで多様性と省エネ性の両立を目指されており、今後広く普及できる可能性がある。

こうした様々な工夫を重ねることにより、汎用の高効率機器の組合せにも関わらず、研修所兼保養所（宿泊所）で、実績値として基準一次エネルギーに対して▲35%という高い削減率を達成している。

業績の名称： ダイキンアレス青谷2期の自然環境と共調する建築設備計画

■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に係わる取り組みの説明

1/4

1. はじめに

本施設は2008年に竣工した企業研修所、兼保養所の増築工事である。全世界150か国の拠点から人材を集め、スキルアップして送りだしていくグローバルな施設である。既存施設は大小さまざまな学座研修室と46の宿泊室からなり、今回の増築では、技能研修と開発・生産技術研修を目的とした研修室と、海外からの長期研修に対応するための35の宿泊室拡張を計画した。建築主とともに施設のありかたについてワークショップ形式により議論を行い、従来の全体空調による一律の快適性確保から一歩踏みだし、気象条件や個人趣向に対応した自然換気システムやスポット空調を導入することで、多様な「空気・空間ソリューション」を模索している。

本計画では、「塩害地環境との共調」、「個人の好みの空気を模索」、「建築運用の高度化・効率化」という基本方針に基づき計画している。(図1)

環境配慮は図1に示す多種多様な技術を採用することで実績値として基準一次エネルギーに対して**35%削減**した。なお、竣工段階における環境配慮評価として、CASBEE鳥取自治体版においてSランク、BEE値3.1、BEI値0.69と宿泊所・研修所として高い省エネ性を示すことができた。

の機能を付加することにより、高効率な熱幹線システムを構築した。(図2)

- 1) 緩衝機能にもなる熱源水蓄熱槽
- 2) 安定したエネルギーである井水熱利用ポンプ
- 3) 高効率水冷ビルマルチエアコン
- 4) 中温取り出しを行う電気空冷熱源機

熱源水としての使用限界温度帯は15~40℃と幅広く、熱源機器の不具合時でも、蓄熱槽が緩衝装置(バッファ)機能として、長時間の運転維持が可能となる。また、2次側の負荷処理要求とは関係なく熱源機をフレキシブルに運転できるので、夜間の高効率運転だけでなく、昼間の放熱によるピーク時のデマンドカット・負荷平準化が可能となる。

夏期においては外気湿球温度が低い夜間に効率よく冷却塔フリーリング運転を行い、蓄熱することで負荷の平準化に寄与している。冬期においては、外気温の高い日中でも稼働を想定しており、研修棟の運転が停止した夜間の余力で蓄熱を行い、朝方始動時の立ち上がりピーク負荷の分散を図っている。また、中間期を主に見られる部分負荷は、従来システムの弱点でもあるが、この改善として水蓄熱槽の緩衝機能が温度を中立化し、熱源レス運転を実現させ、省エネに貢献している。

設計コンセプト

① 塩害地環境と共調する計画

敷地は素晴らしい景色を有する一方で、設備機器がおかれる環境は、塩害・砂害等を有する過酷な寒冷地である。この環境から閉鎖系のシステムによって快適な室内環境を提供するのではなく、敷地の特性と共調する半開放系の建築設備のありかたを追求した。

② 個人の好みの空気を模索する計画

一定の空気質によって空間全体をみだすのではなく、個人の多様性に適合する空気空間を提供するテスト・フィールドとして位置づけ、省エネルギー性と快適性の両立を模索した

③ 建築運用の高度化・効率化する計画

運用段階での視覚的で効率的な管理(ファンリテイナージメント)を実現する「BIM-FMモデル」を構築・提供

具体的方策

<p>【環境配慮技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> 2-1 中温バッファ水槽による熱幹線システム 2-1 熱源水VWV制御 2-2 地中熱利用熱源システム 2-3-1 自然換気自動制御システム 2-3-2 地熱交換ピットによる外気予冷予熱 2-3-3 外調機外気冷房制御 2-3-3 研修棟外調機VAV風量インバーク制御 2-3-3 宿泊棟外調機全熱交換器 2-3-4 家具・パーソナル空調の導入 	<ul style="list-style-type: none"> 2-3-5 ガラススクリーンと深い軒こよる屋光利用 2-3-5 共用部照明人感センサー制御 2-4 客室シーン制御 2-5 給湯熱源のHP化 <p>【建築運用の高度化技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空調設備系統毎の見える化 ・BIMモデルと完成図・取り扱い説明書のリンク ・BIMモデルと設備機器台帳のリンク ・タブレットによる現地での見える化
---	--

図1. 設計コンセプトと具体的方策

2. カーボンニュートラル化への取り組み

2-1. 中温バッファ水槽による熱幹線システム

従来システムとして、寒冷地等の条件下で採用される冷却塔およびボイラーを熱源とする水冷ビルマルチエアコンは、局所的な部分負荷時での熱源水ポンプ・熱源機の高効率な稼働が多く、燃料補給の手間や、周辺の自然環境への燃焼ガス排出などの課題がある。

本計画は、部屋内側では一般的なマルチエアコンと同様の操作性・快適性を得られるとともに、冷暖房の混在時には熱源水系統での熱回収による省エネルギーも可能な従来システムをさらに発展させて、以下4つ

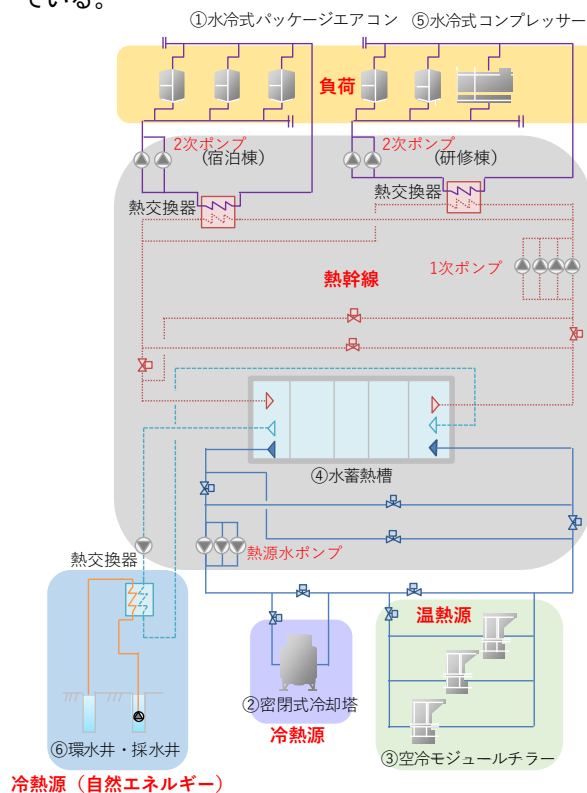


図2. 熱源システム図

2-2. 地中熱利用(空調熱源・緑地散水・融雪)

地下水が豊富な計画敷地において、広大な緑地の散水及び冬期の道路融雪用に井水を利用する計画をしている。これらの井水を最大限活用するため、安定した熱ポテンシャルを空調熱源として利用する計画とした。負荷・補給水要求とは関係なく蓄熱できる蓄熱槽への採熱、還水井戸を計画した。地中熱利用状況について、採水温度は通年16℃程度で安定しており、蓄熱槽の目標25℃に対して十分利用できる温度帯であり、高効率冷熱源とできた。

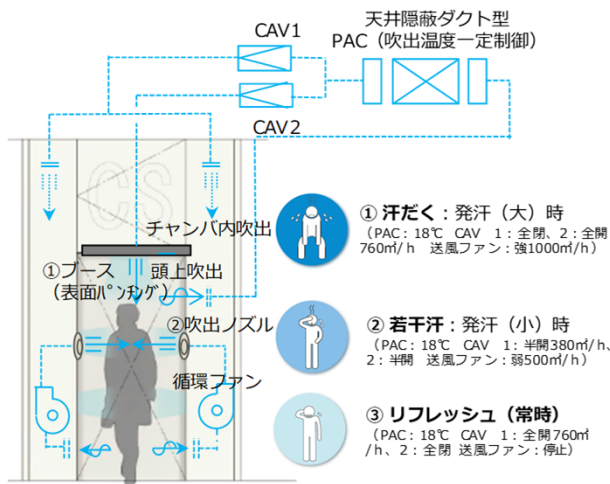


図6. クールスポット空調概要図

2-3-5. 照明制御

軒の深い庇と4周ガラス張りのファサードは、直接光を遮り、間接光のみで非常に明るい快適な視環境を提供してくれるが、曇天時などはその効果が大きく変化する。そこで、省エネルギー及び空間演出として、調光・調色照明を用いたスケジュールシーン制御に、照度センサーを加えることで、外気状況に応じた照明制御ができるシステムとした。その他、共用廊下はスケジュールによる人感センサーを採用し、夜間のエネルギー削減を図った。

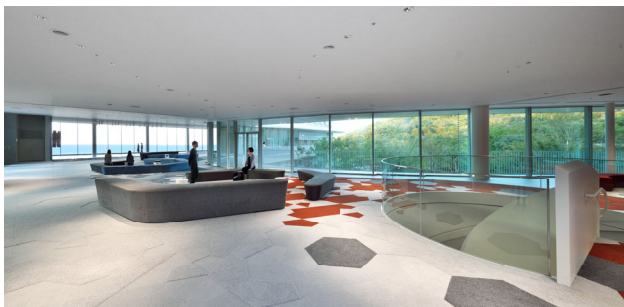


図7. ホワイエ写真

2-4. 客室シーン制御

客室設備を多機能化しても、利用目的にあわせて温度や照明をそれぞれ適切に設定したり、切り替えることは煩雑となる。そこで、利用シーンに応じて推奨する環境シーンをプリセットして用意し、利用者がタブレットで選択できるようにした。空調機（温度・気流）、照明（明るさ・色）、アロマユニット（香り）の制御が可能である。シーンは時間軸で自動的に変化するように、独自にプログラムを組んでいる。適切な利用をすることでエネルギーの削減を図っている。（図8）



図8. 客室シーン制御概要図

2-5. 給湯設備

各客室など給湯使用量の多い部分は中央給湯方式を採用している。熱源として、CO2冷媒ヒートポンプパッケージと開放型貯湯槽を設置した。高効率HP熱源を採用することで、省エネを図った。また、便所の手洗い及び流しなどは局所式とし、貯湯式電気温水器を設置している。その結果、中央給湯方式の配管長を大幅に削減でき、放熱ロス最低限に抑えることが可能となる。

3. エネルギー使用量実績データ分析

3-1. 1次エネルギー消費量実績値

1次エネルギー消費量の実測値は、「国立研究開発法人 建築研究所発行エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）ver2.4.0」におけるホテル・事務所の参照値により1774.18[MJ/m²・年]に対して竣工2年目の実測値は 1149[MJ/m²・年]となり35%程度の削減率であった。客より受領した施設利用人数は年間17,000人（既存含む）を超える高い利用率にも関わらず、1次エネルギー消費量は想定より下回っていることから、採用した省エネ技術による効果が発揮されている

3-2. 改善提案の実施

今回、施設の利用特性に適した制御・運営の効果があり、想定よりエネルギー利用が抑えられた。しかし、施設全体の1次エネルギー使用状況のうち、空調に占める割合が非常に大きいことから、中央監視実負荷データを用いて、メーカー性能特性に基づく熱源シミュレーションモデルを作成し、想定消費電力との比較を実施した。その結果、搬送動力（熱源水ポンプ）の占める割合が想定より大きく、改善の余地があることが発覚した。その結果をもとに実際の稼働状況であるピーク負荷に合わせて、ポンプインバータの設定値調整を行った。結果を図9に示す。熱源水ポンプの余剰運転が削減でき、電力消費量を大きく削減することができた。

一方、施設利用エネルギーに占める「空調」の割合が高いため、蓄熱槽を有効に活用し、熱源運転方式も含めたチューニングを引き続きを行い、更なる省エネルギーを図りたい。

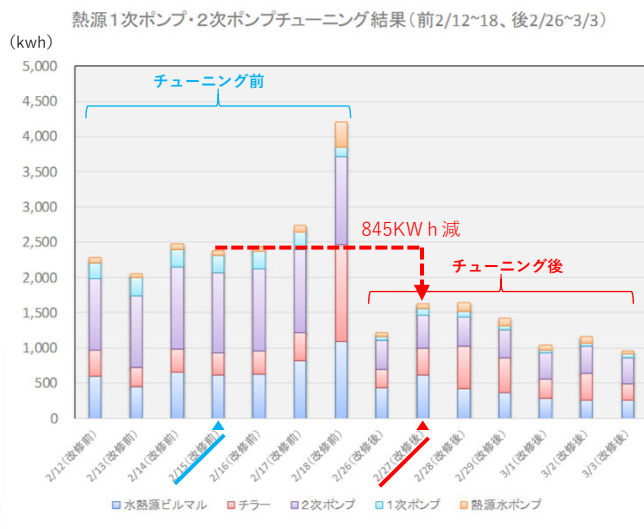


図9. 熱源水ポンプチューニング結果

塩害地における蓄熱槽を持つ空調熱源システムの検証

今回採用した熱源システムは『塩害地』・『寒冷地』という地域性を考慮し、外部設置機器の最小化を図れる水熱源システムを採用した。また、『遠隔地』・『グローバル研修所』という側面から、蓄熱槽（バッファ水槽）を付加し、パッケージエアコンを採用することで、熱源システム・二次側システムの運転自由度を高め、多種多様な利用要求に対応可能としつつ、メンテナンス性の高いシステムとした。また、季節別に容易に運転方法を選択できるようモード化した。（図10）

しかしながら、主熱源に空冷ヒートポンプチャラー及び密閉式冷却塔を採用したことで、熱源運転の自由度を高めたが、運転方法によっては熱源の運転が頻発し、搬送動力が過大となり、システム効率の低下の要因となる

そこで、竣工後も空調負荷状況に応じた適切な運転ができるよう、シミュレーションモデルによる検証を行っている。実際の空調負荷を入力し、想定されるシステム効率を実現できているかを検証する。それらの経過を図11、12に示す。現状、削減効果が予測値より低いことなどから、この取組により、熱源システムの運転が最適化できるよう継続して運転方式の検証を進め、より実態に合った運転を目指していく予定である。

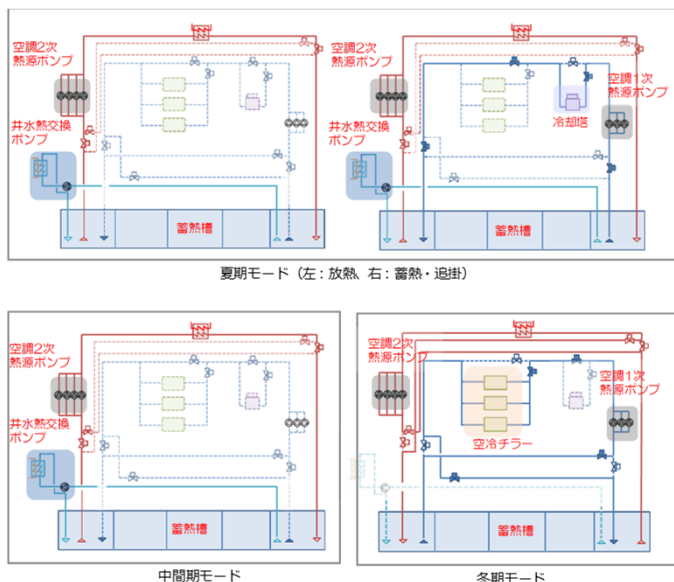


図10. 空調熱源システム 運転モード概要

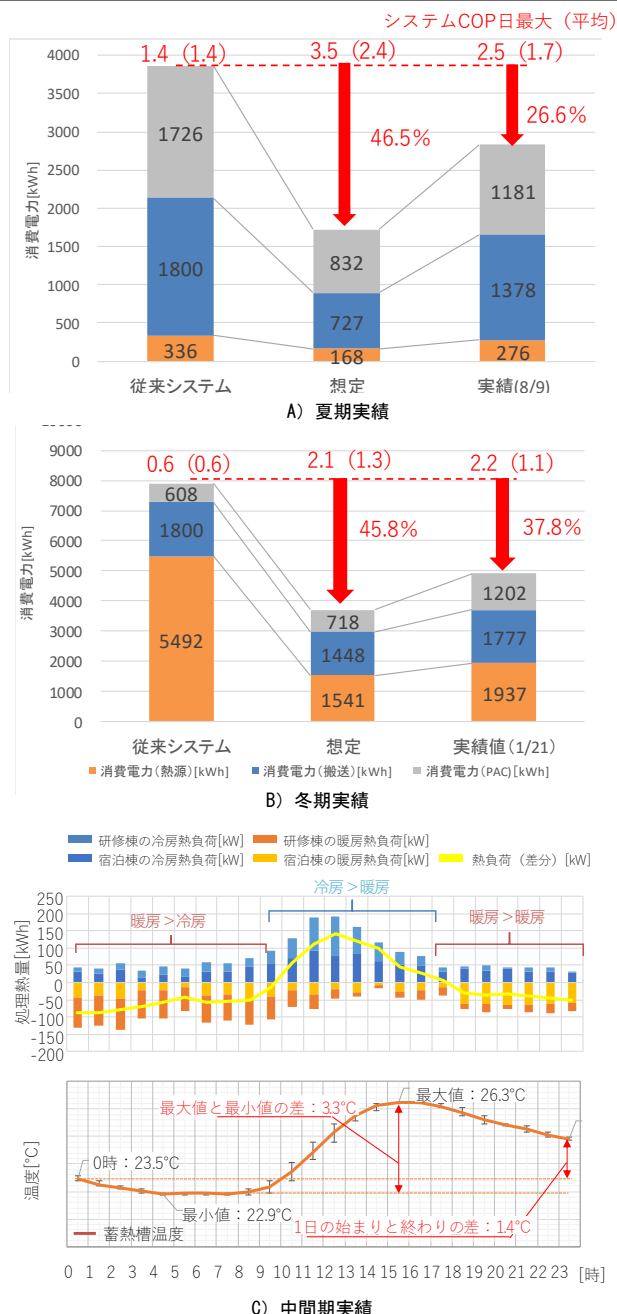


図11. 空調熱源システム モード別運転実績

比較項目	比較内容	比較ケース																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
対象日	夏季: 2019/8/24 冬季: 2019/1/27 中間期: 2019/11/10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
一次ポンプ 流量制御	熱交換器二次側目標温度	24		26				28				30			32			34			36
空冷チャラー	冷房時: 冷却塔バックアップ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	冷房時: 停止											○			○			○			○
	冷水出口設定温度	10	15	15	20	15	20	25	-	20	25	-	20	25	-	25	-	25	-	-	-

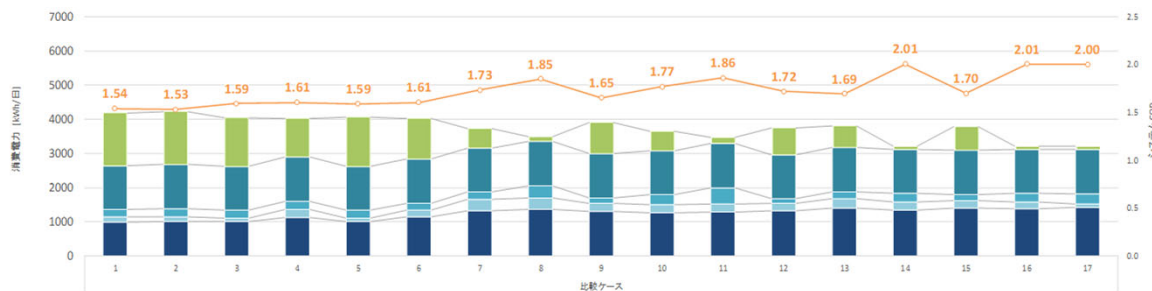


図12. 空調熱源システム シミュレーション比較