

カーボンニュートラル賞

受賞名称
第12回カーボンニュートラル賞 中国・四国支部
カーボンニュートラル賞選考支部名称
第12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
宇部市庁舎 1 期棟
所在地
山口県宇部市常盤町一丁目 7 番 1 号

応募に係わる建築設備士の関与

株式会社佐藤総合計画	田村 富士雄
同上	前山 薫
同上	鷹野 亮

応募者又は応募機関

代表応募者・機関	株式会社佐藤総合計画 九州オフィス				
建築主	宇部市				
設計者	株式会社佐藤総合計画				
設計者	株式会社美建築設計事務所				
施工者 (建築主体工事)	大成建設・宇部工業・大栄建設共同企業体				
施工者 (電気設備工事)	サンテック・鶴谷秀電社・前村電気工事共同企業体				
施工者 (機械設備工事)	三建設備・富士管工・中国産建特定建設工事共同企業体				
施工者 (地盤補強工事)	宇部興産コンサルタント 株式会社				
建物管理者	日本管財株式会社				
検証者	名古屋大学名誉教授、名古屋産業科学研究所上席研究員 奥宮正哉				
検証者	名古屋大学大学院環境学研究科助教 鵜飼真貴子				
検証者	山口大学工学部感性デザイン工学科教授 三浦克弘				
検証者	山口大学工学部感性デザイン工学科准教授 桑原亮一				
検証者	立命館大学理工学部建築都市デザイン学科教授 近本智行				
検証者	北九州市立大学国際環境工学部建築デザイン学科教授 白石靖幸				
延床面積	15,828	m ²			
階数	地上6階	地下-階	塔屋1階		
主用途	官公庁				
竣工年月日	2022年2月28日				

本件（宇部新庁舎1期棟）では、「まちづくりを先導する」「共生社会を先導する」「環境先進都市宇部にふさわしい環境共生」「匠の技をいかす」「アートを楽しむ」という5つの「あるべき庁舎」像の下、産官学（宇部市×設計者×大学）が協力して建築・設備計画を行い、瀬戸内の気候特性や周辺都市環境と調和させながら、カーボンニュートラル（CO₂削減率65%）、BCP、ウェルネスの3つを満たすスマート庁舎を実現しています。

旧庁舎は昭和33（1958）年に建設されたもので、老朽化が著しく、利用者に我慢を強いるような光・温熱・空気環境となっていました。またウェルネス、耐震性、防災拠点機能等にも問題を抱えていました。そこで宇部市では、平成27（2015）年3月から平成31（2019）年3月にかけて、基本構想・基本計画を策定し、基本設計・実施設計をとりまとめ、庁舎建替えの準備を進めました。そして令和元（2019）年10月に新庁舎1期棟新築工事を開始し、令和4（2022）年2月末に竣工、同年5月6日に開庁しました。

新庁舎における省エネルギーへの取り組み・工夫としては、まずパッシブな手法が挙げられます。その一つが空調負荷を削減し昼光を利用するファサード計画です。空調負荷削減のため、南面にバルコニー・水平ルーバー・グラデーションブラインドを配置し、日射侵入熱量を低減しています。また、昼光利用のため、水平ルーバーとグラデーションブラインドにより間接光を室内に導き、照明用エネルギーを削減しています。もう一つのパッシブな手法としては、庁舎中央に自然換気を行うボイドを設けていることが挙げられます。夕風時や悪天時においてボイドによる自然換気が不足する場合には、換気をアシストする小型ファンを稼働させることにより、ハイブリッド換気を実現しています。

省エネルギーのためのアクティブな手法としては、エントランスや待合ロビーにおけるオンデマンド環境制御システムが挙げられます。同システムでは、天井に埋設した赤外線アレイセンサにより滞在者の数と位置を把握し、これに応じてデシカント外調機の外気量および空調機の給気温度・風量の制御を行うことでエネルギー消費を抑制しています。また、時間の経過や昼光の変化に対応するタスクアンビエント照明を導入することで、照明用エネルギーを削減しています。

脱炭素燃料への取り組みとしては、山口県の公共建築では初となるグリーン水素燃料電池システムの導入が挙げられます。新庁舎においては、太陽光発電の余剰電力を利用してCO₂を排出せずに水素を生成・貯蔵し、水素燃料電池によって電力と温水の供給を行うという先進的なシステムを導入しています。これはライフラインに依存しない自立発電システムであり、災害時には「市民協働エリア」などへの電力および給湯の供給が可能です。

再生可能エネルギーの利用・工夫としては、上述の昼光利用、太陽光発電に加えて、太陽熱集熱器の導入が挙げられます。太陽熱とコジェネレーション排熱を排熱投入型吸収冷温水機やデシカント外調機除湿ローターの再生熱に利用することで熱源の複数化を図り、季節に応じて適切なものを選択可能としています。

先進性の観点からは、深化拡張型BEMSを導入していることを特徴として挙げる事ができます。運用ノウハウデータベースと負荷予測情報に基づき、BEMSが設備運転ガイドランスやエネルギーフォルト通知を行い、運転管理者の判断を支援することで、設備運用の効率化を促進しています。

独創性の観点からは、本件（宇部市庁舎建替え）の設計・施工・運用の各フェーズにおける産官の連携体制もまた特筆すべき点として挙げられます。設計段階では宇部市・設計者・大学が連携し、平常時においてウェルネスとカーボンニュートラルを実現するとともに、災害時の防災拠点としても機能する庁舎を目指して、様々なアイデアを交換しています。旧庁舎の環境測定および環境アンケート調査をはじめ、構想段階から地元・山口大学が関わってきたことは、教育研究上、とくに地域の次世代の建築設備技術者を育成する上で参考になる好事例であると考えられます。設計・運用段階ではさらに施工者とメーカーが加わり、システム性能およびウェルネスの向上に努めています。その結果として設計段階でZEB Orientedの認証を取得し、施工段階での見直しによりZEB Readyを達成、開庁後1年の実績値でもZEB Readyを実現しています。さらにCASBEE建築Sランクの評価を得ています。

以上のように、「あるべき庁舎」の姿を明確にし、産官の連携体制の下で建築・設備計画をまとめ、施工・運用を進めたこと、そして特色ある省エネ・創エネ（グリーン水素燃料電池）・再エネ技術を相互に連携させながら運用し、その結果としてCO₂排出量を大幅に削減していることは、地域に根ざしたカーボンニュートラル建築を実現する上で参考になる事例であると言えます。これらの点を理由として、本件をカーボンニュートラル賞に推したいと考えます。

関与した建築設備士の言葉

「SDGs 未来都市」宇部市は新庁舎の目標として、まちづくりを先導する環境親和庁舎の実現を掲げた。これらを受け設計にあたり①費用対効果の高い省 CO₂技術と先進的な省 CO₂技術をバランス良く導入し、まちづくりの先導的役割を担う、②安全で快適なウェルネス庁舎とすることを目指した。特に「庁舎」は何をなすべきかを考え、建築・設備機能が平常時に省 CO₂効果を発揮するとともに、それらが災害時の防災拠点として機能すること、省 CO₂効果がウェルネスの向上に寄与することを重視した。言いかえると ZEB, BCP, ウェルネス, 先進性が「シームレス」に機能することを主眼にした。設計時から現在まで官×産×学の協働でエネルギーマネジメントを実施し、さらなる ZEB 化とウェルネスの向上を目指している。受賞にあたり、宇部市殿をはじめ、工事関係各社、多大なご協力をいただきました皆様に深く感謝いたします。

(田村富士雄：株式会社佐藤総合計画)

業績の名称： 宇部市庁舎1期棟（庁舎だからこそ『環境先進まちづくり』を先導する）

■ 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

庁舎だからこそ『環境先進まちづくり』を先導する

「SDGs未来都市」を牽引する環境親和庁舎

宇部市新庁舎1期棟は2022年2月に完成、5月に開庁した。2018年6月に「SDGs未来都市」に選定された宇部市は、2030年のあるべき庁舎の姿として、まちづくりを先導する庁舎、共生社会を先導する庁舎、環境先進都市宇部にふさわしい環境共生庁舎、匠の技をいかす庁舎、アートを楽しむ庁舎、の5つを掲げた。これらを実現するため、具体的には以下の2つをテーマにプロジェクトに取り組んだ。

- ① 多種多様な費用対効果の高い省CO2技術と先導的(先進的)な省CO2技術をバランス良く導入し、環境先進都市を目指す宇部におけるまちづくりの先導的役割をになう
- ② 共生社会ホストタウンとしてユニバーサルデザインを徹底した快適なウェルネス庁舎とするとともに、平常時に省CO2効果を発揮する建築・設備機能が、災害時の防災拠点として必要な機能としても有効となる、各機能がシームレスな(無駄のない)庁舎とする

その結果、設計段階でZEB Orientedの認証を取得、施工段階での見直しによりZEB Ready (BEI=0.39)を達成し、開庁後の1年間の実績値(BEMSデータ)でもZEB Ready(-62%)を実現した(図-1、3)。また、環境品質としてCASBEE建築Sランク評価認証を取得している(図-2)。



写真-1.宇部臨海工業地帯の中で環境先進都市におけるまちづくりの先導的役割を担う新庁舎



図-1.BELS認証(設計時)

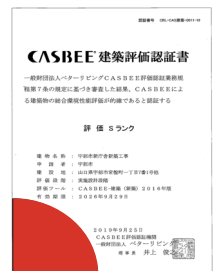
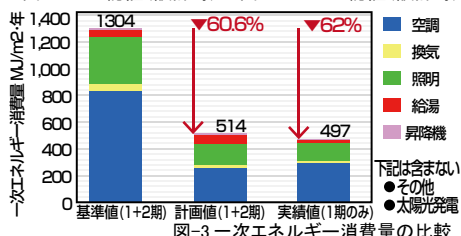


図-2.CASBEE認証(設計時)



街をいきいきと活性化し100年の未来をつくる

自然・風景を取込み、まちのハブとなる環境親和庁舎

本庁舎は「緑の軸」と「水の軸」が交差する場所に位置する(図-4)。設計に当たり、これらの軸に導かれる人の流れや自然・風景を取り込むことを意図した。それにより、本庁舎が市内各エリアをつなぐハブとなり、「街をいきいきと活性化し100年の未来をつくる街づくり」を先導することをめざした。

建設プロセス策定におけるカーボンニュートラルへの配慮

仮設が不要な配置・建替えにより、仮設庁舎の建設・解体に伴うCO2排出量の削減を図った(図-5)。



図-4.まちのハブとなる環境親和庁舎の位置図

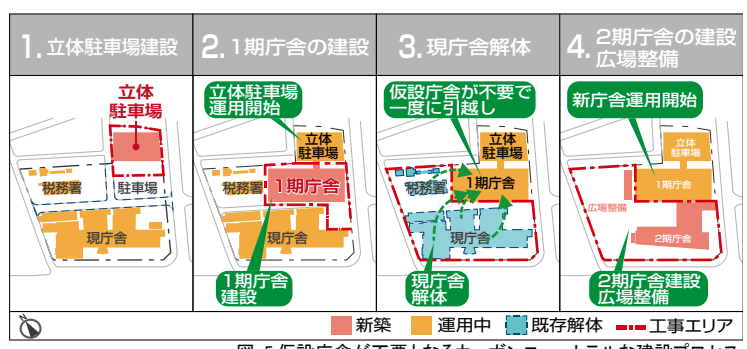


図-5.仮設庁舎が不要となるカーボンニュートラルな建設プロセス

カーボンニュートラル庁舎がBCP性能とウェルネスの向上に繋がる

「ZEB(CN)」 「BCP」 「ウェルネス」 がシームレスに効果を発揮

庁舎の建築・設備機能は、①平常時に省CO2効果を発揮するとともに、それらが災害時には防災拠点として有効に働くこと、②省CO2効果がウェルネスの向上にも寄与すること、の2点が重要と考えた。そこで、ZEB(カーボンニュートラル)、BCP、ウェルネスの3つがシームレスに効果を発揮するとともに、公共建築として先進性(先導性)を持つことを主眼点に計画を行った(図-6、7)。

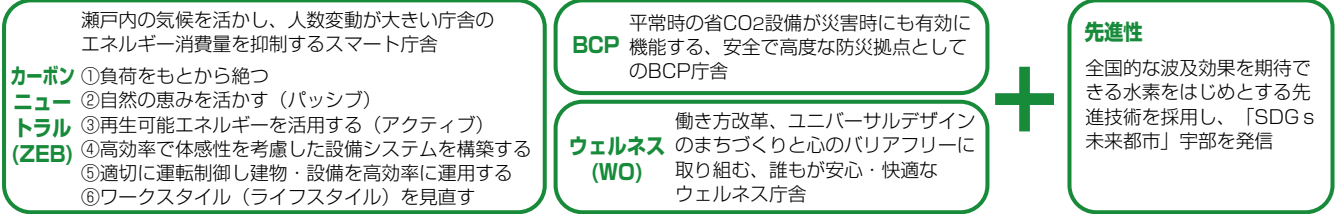


図-6.環境親和庁舎を実現する4つのポイント

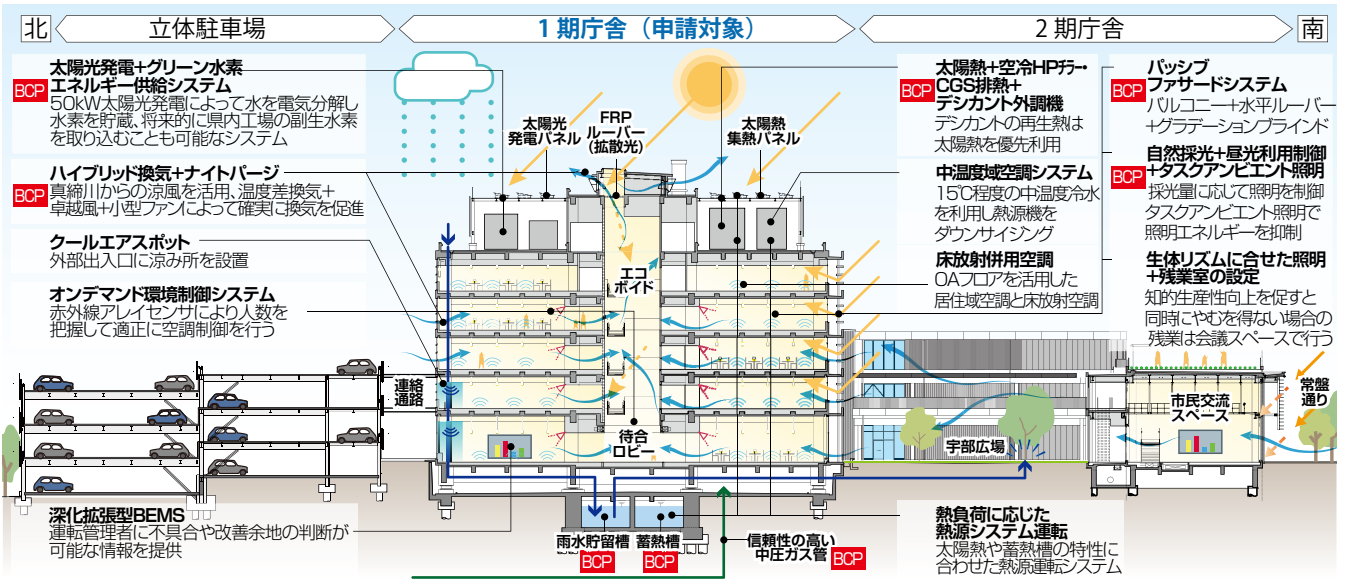


図-7.環境親和庁舎への具体的な取り組み

「宇部らしさ」から手法を導く

気候特性から環境・設備手法を導く

宇部の地域(気候)特性や庁舎としての特性、微気候の把握に努めた(図-8)。それらから導かれる多様な環境手法を抽出・構築し、カーボンニュートラルに加え、誰もが「安全」で「快適」に利用できる庁舎の実現をめざした。

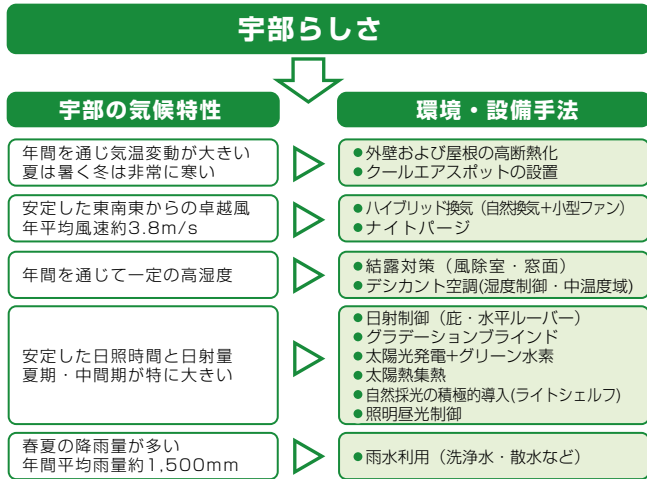


図-8.気候特性から環境・設備手法を導く

カーボンニュートラル環境親和手法

4つの方針から環境親和手法を立案・構築

①負荷を元から断つ、②再生可能エネルギーを活かした設備システム、③運転制御やワークスタイルの見直し、④先進技術の波及、の4つの方針から具体的な手法を立案・構築して、CO2排出量の大幅な低減を目指した(図-9)。

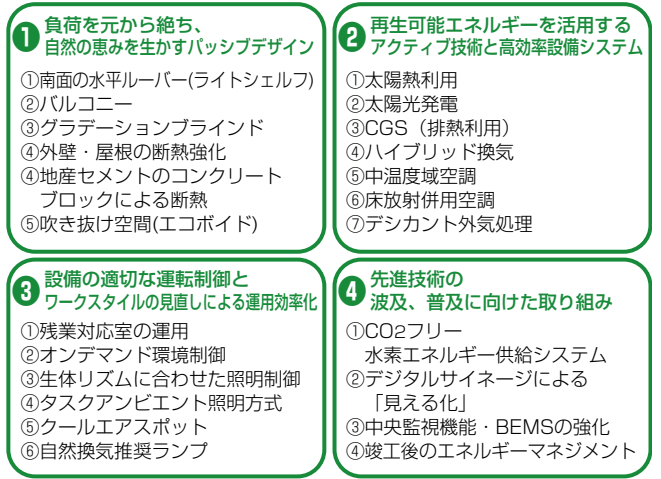


図-9.多様な環境・設備手法を立案・構築

負荷を元から絶ち、自然の恵みを生かすパッシブデザイン

空調負荷削減と太陽光(昼光)利用を両立するファサードシステム

ファサード計画は、まず負荷を元から断つため、夏期の日射量の多さに対して、南面はバルコニー+水平ルーバー+グラデーションブラインドで空調負荷(日射侵入熱量)を低減した。

一方、自然の恵みを生かすため、水平ルーバー(ライトシェルフ)、グラデーションブラインドにより間接光を室内に導き昼光制御と連動させ、照明用エネルギー消費を削減している(図-10)。

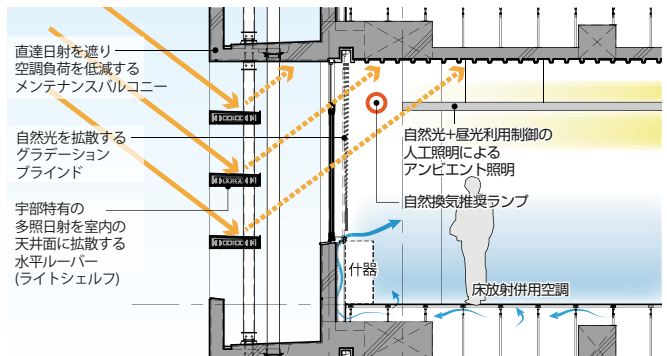


図-10. 侵入熱量低減と自然採光を両立するファサードシステム

夕風、曇り空でも機能するハイブリッド換気(自然換気+小型ファン)・ナイトパーズ

安定した自然換気量を得るため、風力換気に加え温度差換気・誘引換気を行えるように、庁舎中央にポイド(11m×6m、高さ30m)を設けた。

さらに室内外のエンタルピー差、ポイド上部の風速、外部風速、降雨の有無などから、自然換気のみでは外気導入量の確保が難しいと判断された場合、ポイド上部の小型ファンを稼働し外気導入をアシストするハイブリッド換気システムを構築した。1年間の実測値分析から有効性を確認済である。

外気(自然の風)の導入が適切と判断された場合、各執務室に設置した「自然換気推進ランプ」が点灯し、職員に手動で窓の開放を促す。また同様の流れでナイトパーズも行っている(図-11)。

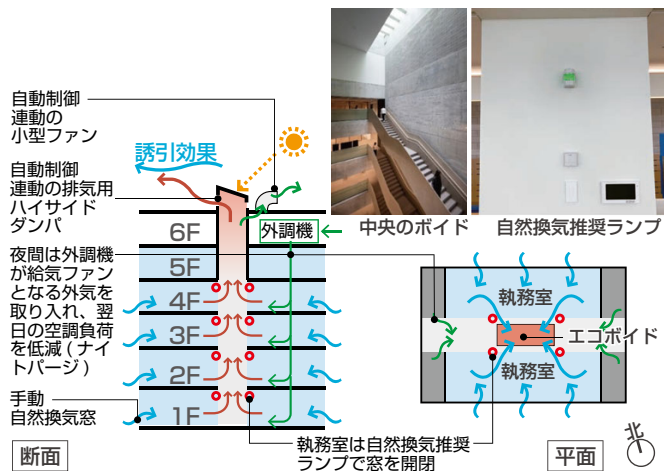


図-11. ハイブリッド換気システム

設備の適切な運転制御とワークスタイルの見直しによる省CO₂の促進

オンデマンド環境制御システムによる無駄なエネルギー消費の排除

人数変動の大きなエントランス・待合ロビーなどには、当社が近年、積極的に展開している(導入数21件)オンデマンド環境制御システムを導入し、無駄なエネルギー消費を抑制している。

天井面に物体の表面温度を検知する赤外線アレイセンサを分散設置し、人の数・位置を把握する。その人数に応じてデシカント外調機の外気量制御および空調機の給気温度・給気風量制御を行っている(図-12)。

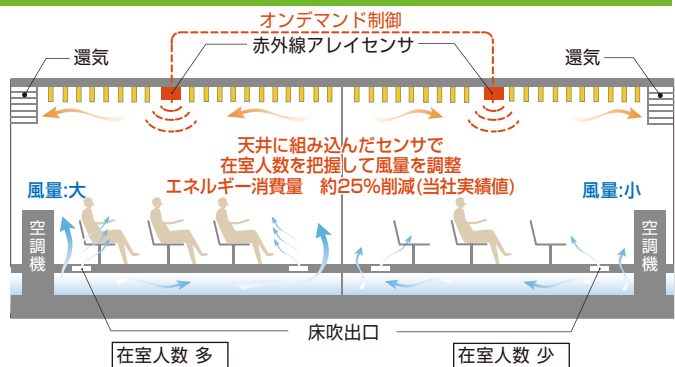


図-12. オンデマンド環境制御システム

働き方改革への一助: 知的生産性+省CO₂の向上

タスクアンビエント照明により無駄な照明エネルギーを低減。さらに「生体リズム」に配慮したきめ細やかな制御で「健康性・知的生産性」の向上を促す。昼間は高い色温度の覚醒作用で集中力を高め、残業時間は低い色温度で体内リセットを促進させる。また、昼光制御との連動により照明用エネルギー消費を削減する(図-13)。

PCモバイル化などの働く場所を選ばない執務環境があるため、残業は限定された会議室(残業対応室)に移動して行く。その室のみ照明・空調を行い、さらなる省CO₂を図っている。

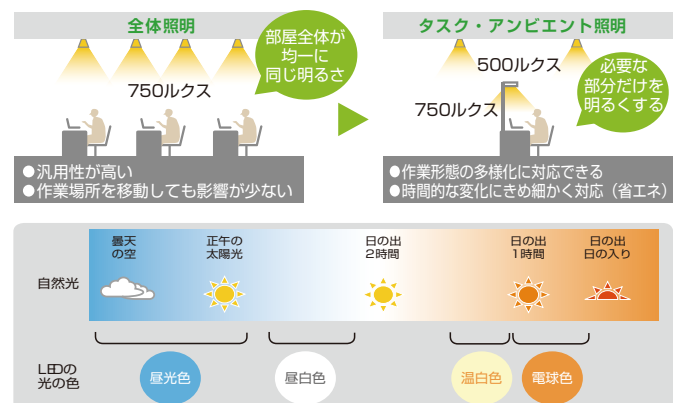


図-13. タスク・アンビエント照明と生体リズムに配慮した照明色温度制御

太陽熱とCGS排熱を有効利用したハイブリッド熱源・デシカント外調機

平常時の省CO2だけでなく、災害時に有効に活用できる空調・熱源システム

中央式熱源設備は、空冷ヒートポンプチャラー(標準型、冷暖同時取出型)、排熱利用吸収冷温水機、冷水蓄熱槽(600m³)に、太陽熱集熱設備やCGS排熱の利用を組み合わせたハイブリッド熱源システムを構築した(図-14)。

日射量が大きい気候を活かした太陽熱集熱、CGS排熱はデシカント外調機除湿ローターの再生熱および排熱投入型吸収冷温水機に利用する。また、中温度域冷温水システム(冷水15°C、温水45°C)とすることで熱源機器の運転効率(COP)を最大36%向上させた。

熱源のハイブリッド化により季節・熱負荷に応じて最適な熱源パターンで運転することで、高いCOPを実現するとともに、災害時対応の強化にも寄与する。災害時、蓄熱槽水は雑用水として利用する。

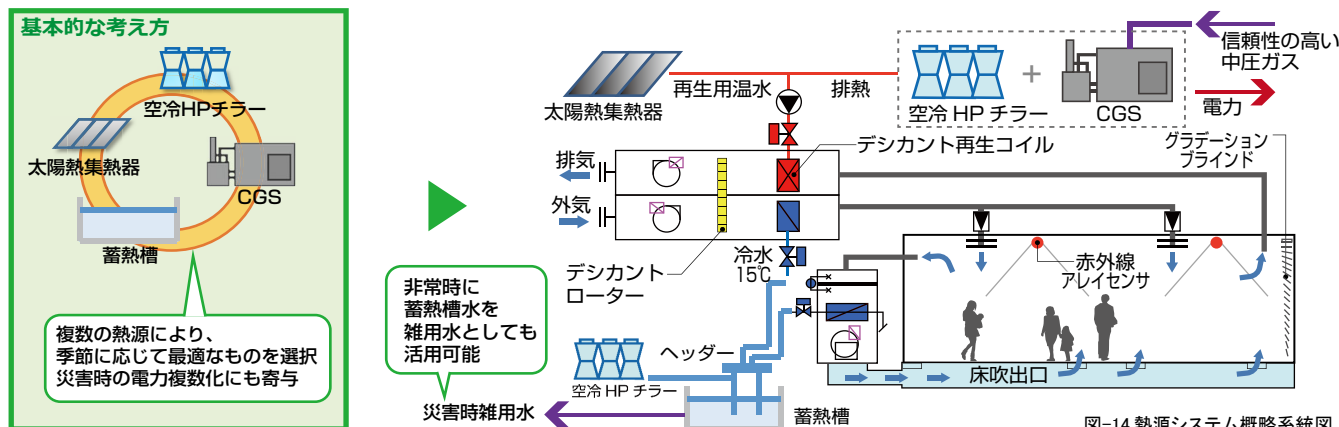


図-14.熱源システム概略系統図

豊かな日射量・少雨気候を活用したグリーン水素燃料電池システム

水素利用を先導する、太陽光発電と組合わせた自立型水素エネルギー供給システム

次世代のエネルギーのひとつと考えられる「水素」の利用波及に向けた先導モデルとなることを目的に、グリーン水素燃料電池システムを導入した(図-15)。

太陽光発電の余剰電力により水電解を行い、グリーン水素(CO₂を排出せずに生成した水素)を生成・貯蔵し、純水素型燃料電池で電力と温水を製造、供給する。水素先進県といわれる山口県でも公共建築では初の導入となった。

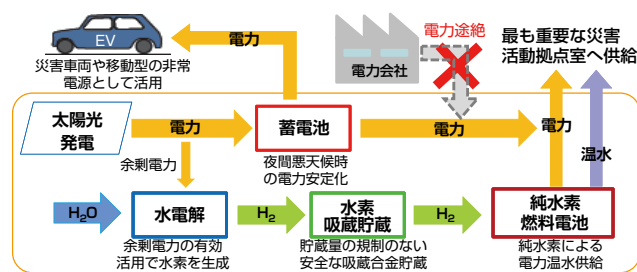


図-15.グリーン水素燃料電池システム

「産×官×学」環境共創連携とBEMSデータ分析で運用改善を継続

設計-施工-運用の各フェーズで環境共創

設計段階では「宇部市×設計者×大学」で本庁舎に適した環境・設備システムを追求した。施工段階~運用段階では「施工者×メーカー」が加わり、環境・設備システム性能とウェルネスのより一層の向上に努めた(図-16)。

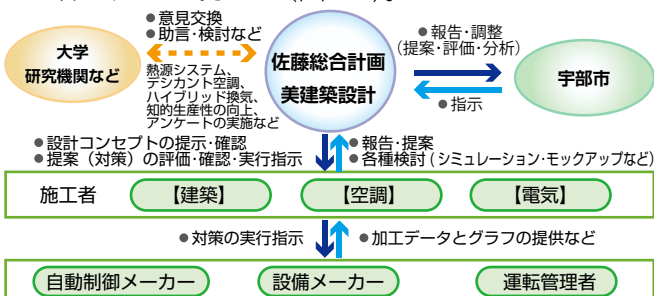


図-16.ZEB・環境検討委員会(施工段階)の体制

運転管理者を支援する深化拡張型BEMS

BEMSは計量計測ポイントの充実をはかり、「見える化」機能を高めることに加え、エネルギーマネジメントに寄与できるBEMSとし、日常的に活用している。運転管理者の改善余地の判断を支援するガイダンスを提供し、運用の効率化を促進している(図-17)。

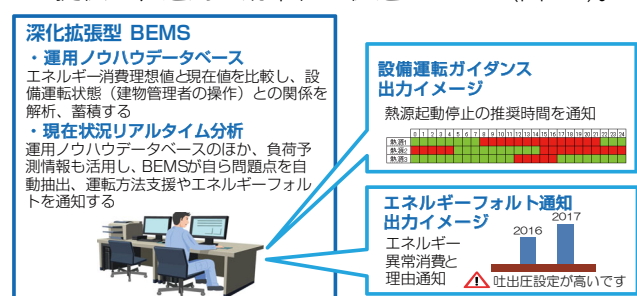


図-17.深化拡張型BEMSの特徴