

カーボンニュートラル賞

受賞名称
第5回カーボンニュートラル賞 関東支部
カーボンニュートラル賞選考支部名称
第5回カーボンニュートラル賞選考委員会 関東支部
業績の名称
内陸性気候に適合した甲府市役所の環境・設備計画
所在地
山梨県甲府市丸の内一丁目18番1号
応募に係わる建築設備士の関与
株式会社日本設計 榎木 学

応募者又は応募機関

代表応募者・機関	株式会社日本設計						
建築主	甲府市						
設計者	株式会社日本設計						
施工者							
建物管理者							
建物利用者							
検証者							
延床面積	27,972.61	m ²					
階数	地上10階	地下1階	塔屋2階				
主用途	事務所						
竣工年月日	2013年3月						

支部選考委員長講評

甲府市役所は、甲府市の内陸性気候の特性（夏季は日本有数の酷暑、冬季の厳しい冷え込み、豊富な日射量）を十分に理解し、また旧庁舎での自然換気による中間期空調停止の習慣に着目するなど、地域の特性を生かして省エネに取り組んでいる。具体的には①ピークカットに効果を発揮する蓄熱システム、地中熱利用、クールウォームピットによる外気の予熱・予冷、全熱交換器、Co2濃度測定による外気導入量制御を採用。②太陽光発電300Kwにより年間消費電力量の17%の供給、換気ボイドと大型引違い窓を中心とした自然換気システムによる空調関連一次エネルギーの削減。などの様々な取組みを行い、一般のビルに比べて高いCo2削減量を実現していることは高く評価できる。

関与した建築設備士の言葉

甲府市役所では、夏・冬の厳しい暑さ、寒さを特徴とする内陸性の気候に適合する環境配慮型庁舎として、自然エネルギー利用、夏期・冬期のピークカットを計画しました。
自然エネルギー利用として、太陽光発電と自然換気システム及び、その運用支援システムを、夏期・冬期のピークカット手法として、蓄熱システム、地中熱利用、全熱交換器・CO2濃度による外気負荷削減、クール・ウォームピットを導入しています。
導入した自然エネルギー利用、ピークカット手法は既存技術の適用であり、各技術の一つ一つの効果は大きくありませんが、効果を発揮する時期、効果の対象を検討し組み合わせることにより、年間を通じた省エネルギーを実現しています。
最後に多大なご協力をいただいた甲府市役所をはじめとする関係者の皆様に心よりお礼申し上げます。

業績名称：内陸性気候に適合した甲府市役所の環境・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要旨

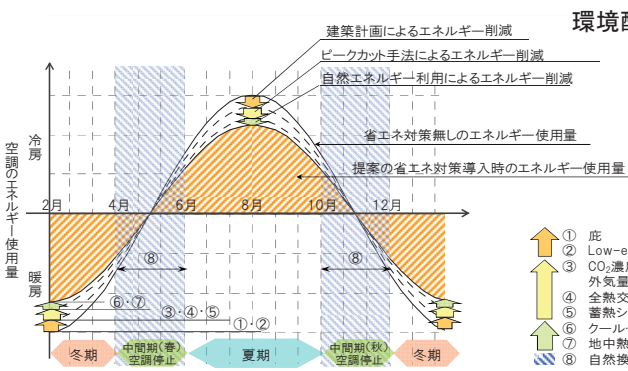
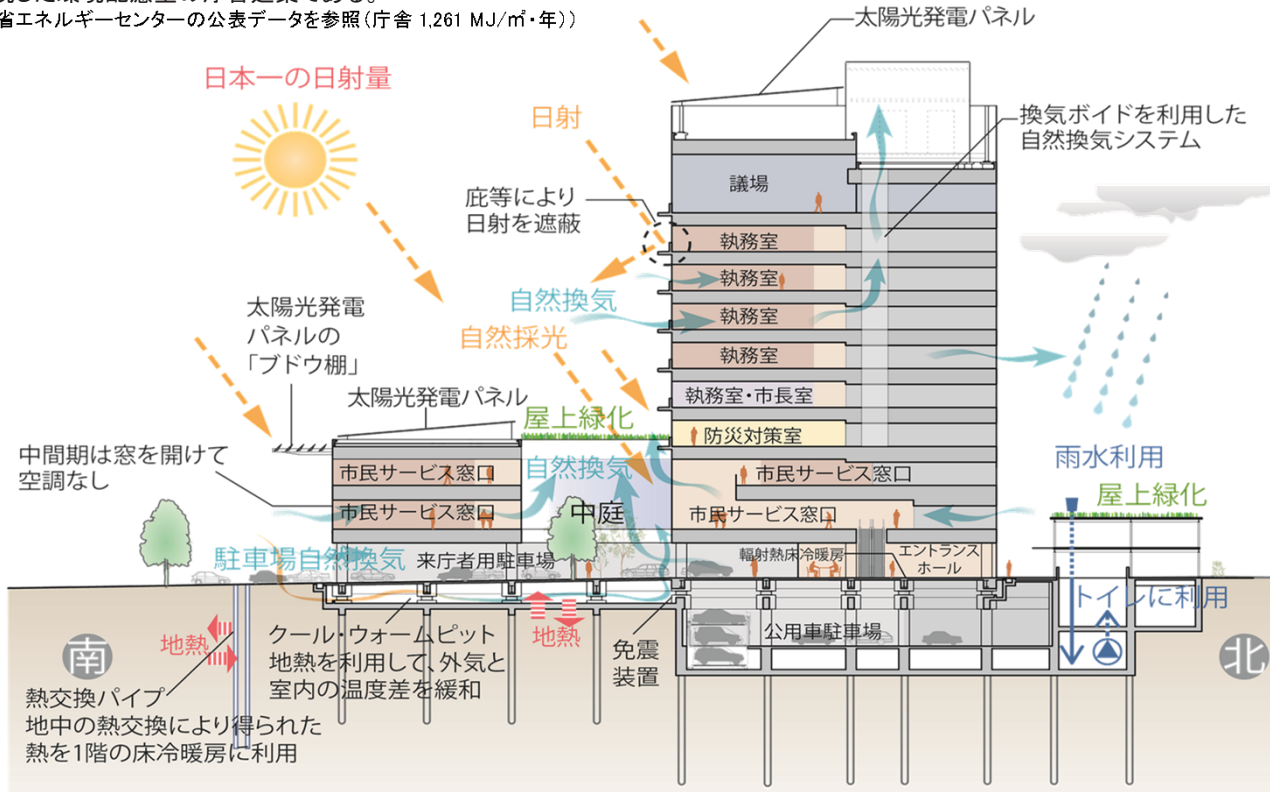
内陸性気候に適合した甲府市役所の環境・設備計画

甲府市の気候は中央高地式気候に区分されるが、内陸性(盆地性)の気候の特徴が強く、夏期は日本有数の酷暑となる一方、冬期は厳しい冷え込みとなる。年間降水量は約1,100mmと全国平均より少なく、年間平均全天日射量は約14MJ/m²で全国でも日射量が多い地域である。

設計コンセプトの一つである「環境配慮型庁舎」を目指した計画では、①自然エネルギーの活用として、豊富な日射量による太陽光発電、旧庁舎での中間期空調停止の習慣を継続することが可能な自然換気システムと、その運用支援システムを導入し、②内陸性の気候に適合する省エネルギー技術として、ピークカットに効果を発揮する、蓄熱システム、地中熱利用、全熱交換器、CO₂濃度による外気導入量制御、クールウォームピットを採用した。

これらの省エネルギー技術の組み合わせと運用努力によって、新庁舎の一次エネルギー消費量原単位は685MJ/m²・年、と一般庁舎※から約46%削減を達成しており、都市部に立地するZEB Orientedを実現した環境配慮型の庁舎建築である。

(※省エネルギーセンターの公表データを参照(庁舎 1,261 MJ/m²・年))



環境配慮設備導入イメージ

環境コンセプト	導入した対策
①甲府の豊かな自然エネルギーを活用	
年間を通しての太陽光利用 (甲府市は県庁所在地では日本一の日射量)	太陽光発電設備300kW
中間期の風エネルギー利用	自然換気システム
夏期・冬期の地中エネルギー利用	地中熱利用設備、クール・ウォームピット
②内陸性気候に適した省エネルギー手法の採用	
負荷削減のための建築的手法	建築外皮性能の向上(Low-e、庇) (PAL値:221.5 MJ/m ² ・年)
建物のベース負荷となる ピーク期間の省エネルギー対策	全館LED、初期照度補正制御、 星光利用照明制御
ピークシフトを行う熱源システム	水蓄熱システム、地中熱利用システム
外気負荷の削減	全熱交換器、CO ₂ 濃度による外気量制御、 クール・ウォームピット
冷暖房効率の良さと快適性の両立	天井の高いエントランスホール、 市民プラザ

建物の消費エネルギー削減のイメージ

建物概要

名称	甲府市役所
所在地	山梨県甲府市丸の内一丁目18番1号
敷地面積	8,729 m ²
建築面積	4,392 m ²
延床面積	27,972 m ²
構造・階数	地上:S造、一部SRC造、地下:RC造
	地上10階、地下1階、塔屋2階

設備概要

空調設備	空冷ヒートポンプチラー 地中熱対応水冷式ヒートポンプ 冷温水2管式、変流量方式
熱源設備	執務室: 外調機(単一ダクト方式+VAV方式)+ガス 式ヒートポンプビル用マルチパッケージ 2、3階共用部: 外調機(単一ダクト方式+VAV方式)+ファン コイルユニット

空調設備	1階エントランスホール・市民プラザ: 床冷暖房+単一ダクト方式+VAV方式 防災対策室・1階管理室・サーバー室・売店・金 融機関他: 電気式ヒートポンプビル用マルチパッケージ
電気設備	
受電設備	高圧6.6kV受電(地中引込)
照明設備	全館LED 太陽光発電 設備 300kW(屋上設置)

この資料は、受賞者に了解を得て建築設備技術者協会より公開している資料です。個人に利用するに留め、無断転載等を禁止します。

1. 甲府の豊かな自然エネルギーを活用

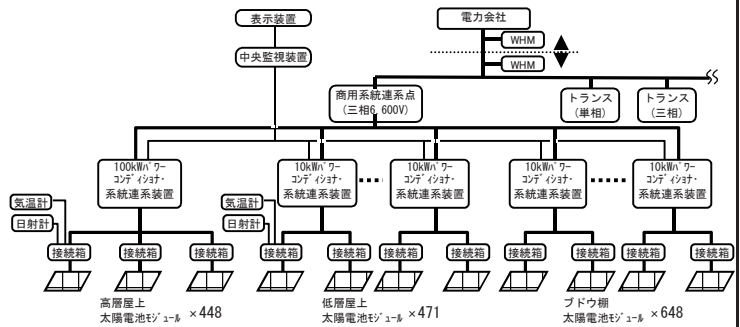
1.1 太陽光発電システム

内陸性気候の豊富な年間の日射を活用するため、庁舎建築としては、最大規模となる太陽光発電システムを設置した。

単結晶系ハイブリッド型太陽電池モジュール(233W)を高層屋上に448枚、低層屋上に471枚、単結晶太陽電池モジュール(133.5W)をブドウ棚(3階庇)に648枚設置しており、合計発電容量は300.635kWである。低層屋上システムの10kWパワーコンディショナ11台の内、3台は自律運転機能を持ち、停電時にも専用発電盤から電力供給が可能である。

発電量などの太陽光発電システムの運用情報は、1階市民プラザに設置したデジタルサイネージに表示され、市民へ発信されている。

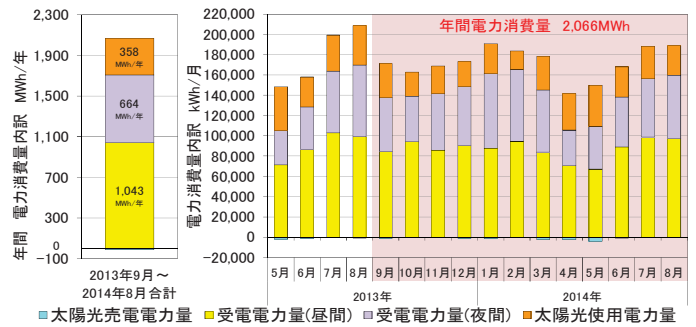
甲府市役所の年間使用電力量は2,066MWh/年、太陽光発電電力量は358MWh/年である。太陽光発電電力により年間使用電力量の17%を供給した。



太陽光発電システム図



太陽光発電システム写真



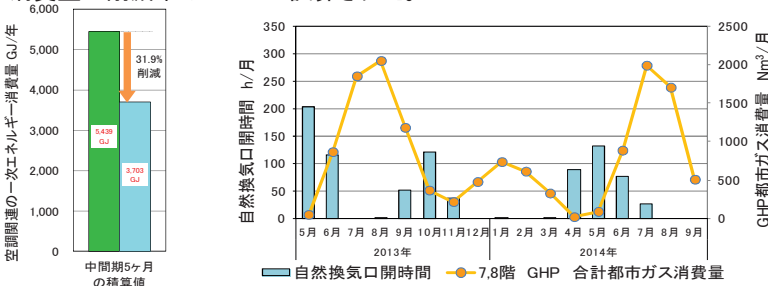
年間・月別受電電力量と発電電力量

1.2 自然換気システム

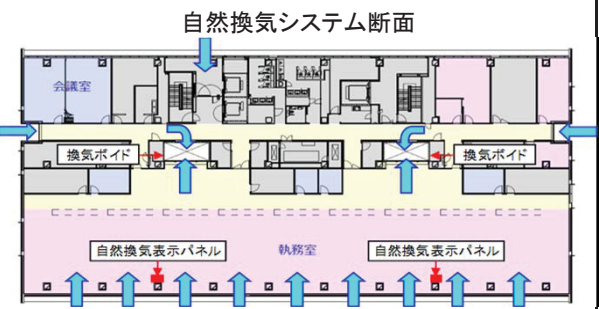
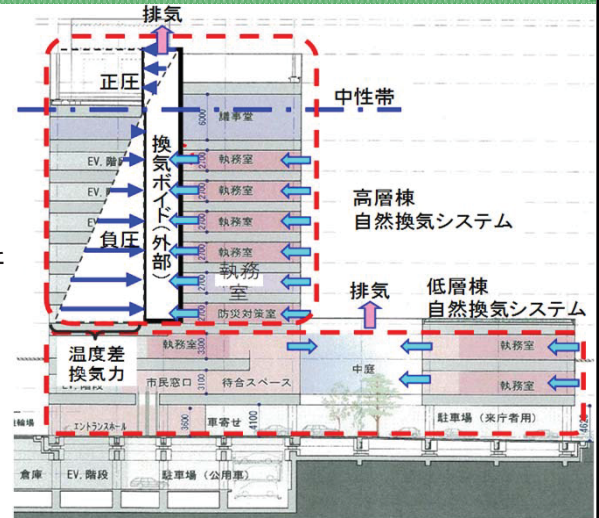
旧庁舎では、中間期に熱源・空調機を停止し、自然換気により、執務空間の温熱環境を維持していた。大規模・高層化した新庁舎においても、この自然換気による中間期の空調停止が行えるよう、高層部に設けた換気ボイドと大型引違い窓(図1~3)を中心とした自然換気システムを計画した。中央監視装置では、外気の温湿度から、自然換気の有効/無効を判定し、執務室内の表示パネルにガイダンスを表示する。(図4)

年間の自然換気により除去された熱量を推定するため、Building Energy Simulation Tool(以下、BEST)を用いて新庁舎をモデル化し、BESTにより算出した自然換気を行わなかった場合の一次エネルギー消費量と新庁舎のBEMS計測値に基づく一次エネルギー消費量を比較し、自然換気の効果算出した。自然換気は主に、4・5・6月、9・10月の中間期5ヶ月に実施されていることが、この期間、室内負荷を処理する個別ガス空冷ヒートポンプのガス消費量が少ないことから確認された。

5ヶ月間のBEST計算値とBEMS計測値の差を自然換気による一次エネルギー消費削減効果とした。削減量は約1,736GJとなり、空調関連の一次エネルギー消費量の削減率は31.9%と試算された。



自然換気窓開閉時間と一次エネルギー消費量削減効果



自然換気システム基準階平面図



図1 南面大型引違い窓



図2 換気ボイド、バランス換気窓



図3 基準階執務室



図4 自然換気表示パネル

2. 内陸性気候に適した省エネルギー手法の採用

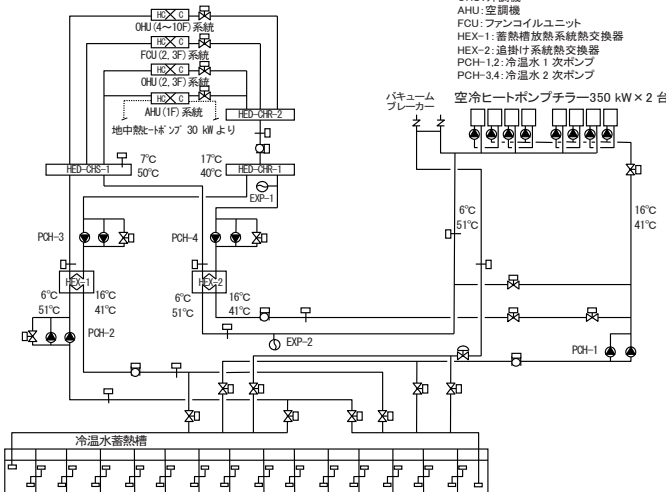
2.1 ピークシフトを行う蓄熱システム・地中熱利用システム

新庁舎の空調は、冷温水2管式の中央熱源に接続された外調機と個別熱源ガス式空冷ヒートポンプパッケージの組み合わせを基本とした。

内陸性気候により、大きく負荷が変動する外気処理を行う中央熱源にはピークシフトのため蓄熱システムを導入し、機器容量を低減するとともに、安価な深夜電力により、ランニングコストの削減を図った。

中央熱源の年間電力消費量は507MWh/年であり、市役所の電力消費量の約25%を占める。蓄熱システムにより、中央熱源の年間電力消費量の約61%で深夜電力を使用し、ランニングコストの削減を図っている。

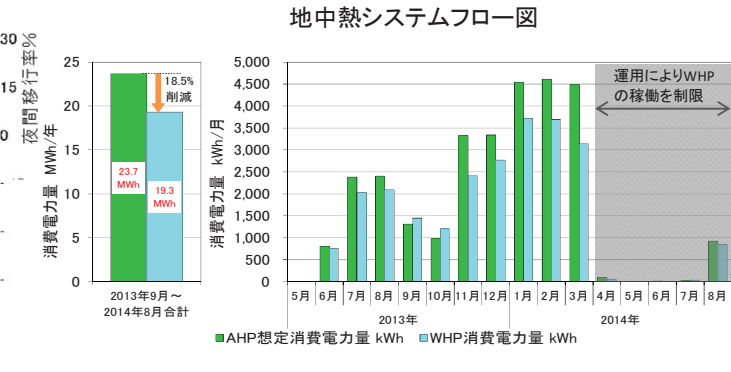
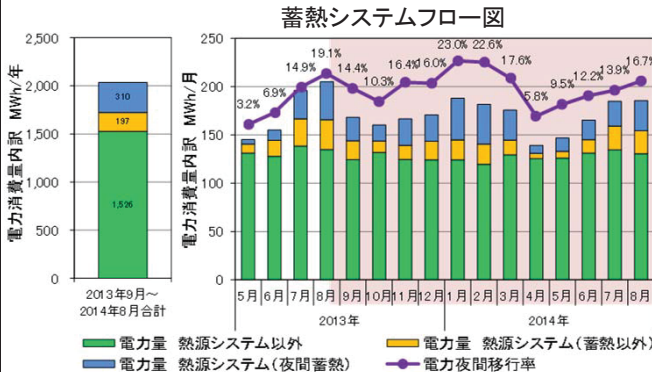
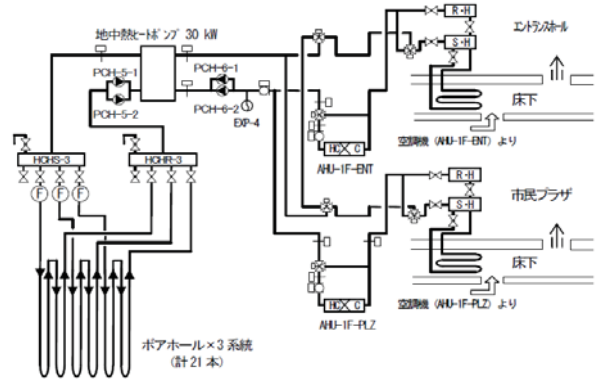
〔凡例〕
OHU:外調機
AHU:空調機
FCU:ファンコイルユニット
HEX-1:蓄熱槽放熱系統熱交換器
HEX-2:追掛け系統熱交換器
PCH-1.2:冷温水1次ポンプ
PCH-3.4:冷温水2次ポンプ



外気と比較し地中は年間を通して温度が安定している。内陸性気候の厳しい夏期、冬期に熱源の高効率化を図るため地中熱利用システムを導入した。

地中と熱交換を行うことによる高効率化に加え、冷温水の供給温度を冷房時は高く、暖房時は低く設定できる床冷暖房システムを地中熱利用システムの供給先とすることで、さらにCOPの向上を図った。床冷暖房の冷温水需要が小さい場合は、エントランスホールおよび市民プラザ系統の空調機へ余剰分を供給し地中熱を最大限に利用している。

地中熱利用システムによる電力量削減効果を空冷チラーとの比較から算定すると、年間の電力削減量は約4.4MWh/年であり、削減割合は18.5%である。



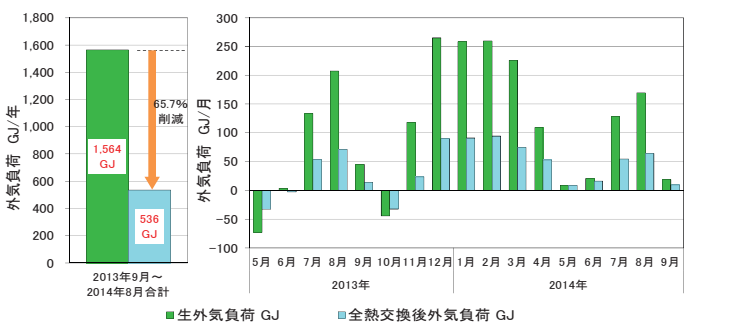
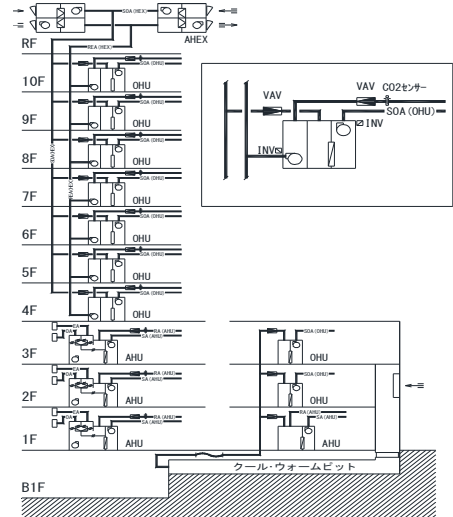
2.2 外気負荷削減システム

夏期・冬期のピーク期の空調負荷において外気負荷の占める割合は大きい。新庁舎では全熱交換器、CO₂濃度による外気導入量制御、クールウォームピットを導入し、徹底した外気負荷削減を図った。

全熱交換器

屋上に設置したローター型全熱交換器を介して基準階の各外調機へ外気を供給している。自動制御にて外気冷房の有効/無効を判定しており、外気冷房有効時はローターは停止され、熱交換を行わずに外気を供給している。

各階に設置された空調機(AHU)および、外調機(OHU)について、外気を直接導入した場合と、全熱交換器(AHES-PH1F-1,2)通過後の外気を導入した場合との外気負荷量を比較した。年間の外気負荷削減量は1,028GJ/年であり、削減率は65.7%であった。

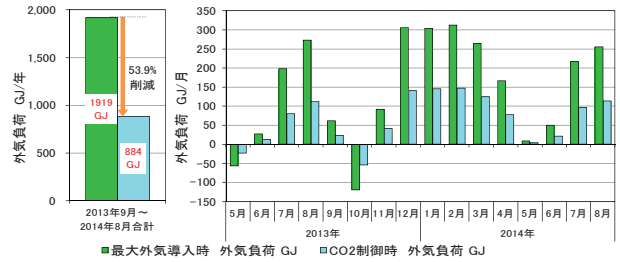


2.2 外気負荷削減システム

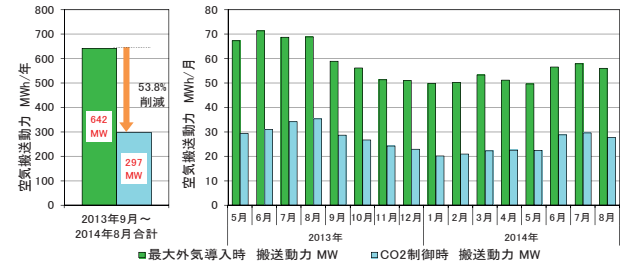
CO₂濃度による外気導入量制御

各階の空調機、排気ダクトに設置したCO₂センサーにより室内CO₂濃度を計測し給気VAVの比例制御を行い、各階の在室人員に応じた必要外気量を供給する。各階の空調機・外調機に対して、室内の在室人数に対する設計上の必要外気量を導入した場合と、CO₂濃度により外気導入量を制御した場合の外気負荷量を比較した。

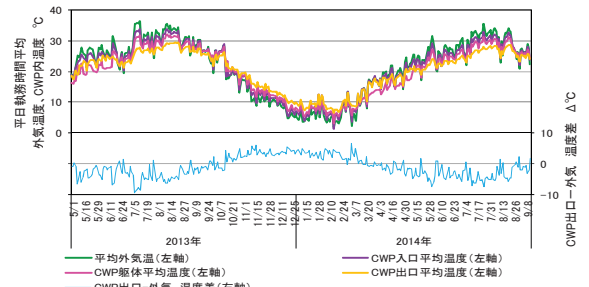
年間の外気負荷削減量は1,035GJ/年であり、削減率は53.9%であった。また外気量削減に伴う空気搬送動力については、345MWh/年の削減となり、削減率は53.8%であった。



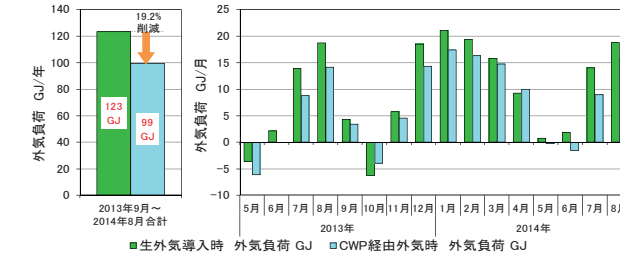
CO₂濃度制御による外気負荷削減効果



CO₂濃度制御による搬送動力削減効果



クールウォームピット通過空気と外気温度



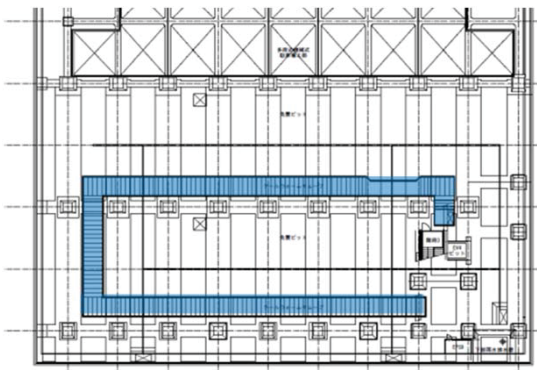
クールウォームピットの外気負荷削減効果

クールウォームピット

クールウォームピットは地階が無く、建物躯体が直接地面に接するピロティ-駐車場下の免震ピット内にトレンチ状に設置されている。空調機及び外調機へ取り込む外気をクールウォームピット内に通過させることで外気の予熱・予冷を行い負荷を削減している。

クールウォームピット出口温度と外気温度を比較すると、冷房期は6/16~9/15の3ヶ月平均で3.6°C温度が低下し、暖房期は12/16~3/15の3ヶ月平均で3.2°C温度が上昇した。

クールウォームピット通過後の外気を導入している空調機1台、外調機2台について、外気を直接導入した場合と、クールウォームピット通過後の外気を導入した場合との外気負荷量を比較すると、7・8月と1・2月にクールウォームピットによる外気負荷削減効果が大きい。1年間の外気負荷削減量は約24GJ/年であり、削減割合は19.2%であった。

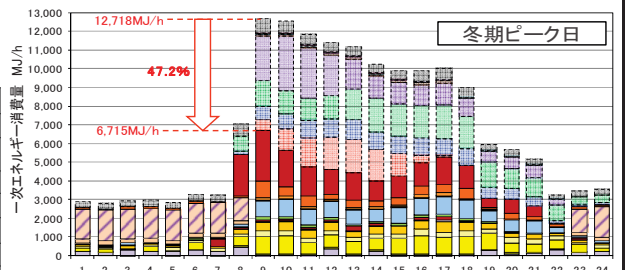
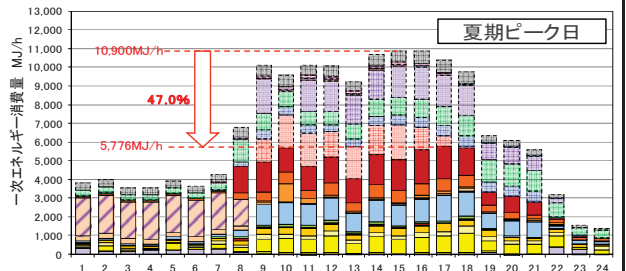
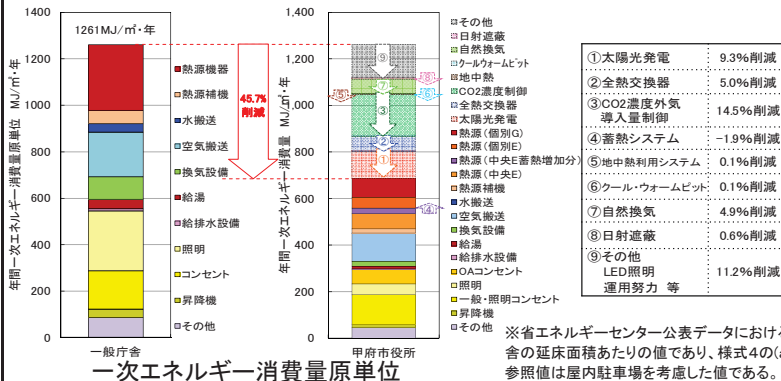


クールウォームピット平面図

3. 甲府市役所のエネルギー消費量実績

各省エネルギーシステムにより新庁舎の一次エネルギー消費量原単位は685MJ/m²・年となり、一般庁舎の1,261MJ/m²・年※に比べて約46%削減されている。年間の一次エネルギー消費量構成において、空調・換気、照明・コンセントの割合が一般の庁舎と概ね一致しており、建築外皮性能の向上、照明のLED化などによる省エネルギー化により負荷が削減され、これに応じて空調・換気設備でのエネルギー消費量が削減されている。施設全体でバランス良く省エネルギー化が図られたと考えられる。

内陸性気候に適合しピーク負荷を削減する各種省エネルギー手法により、夏のピーク日には、最大一次エネルギー消費量を10,900MJ/hから、5,776MJ/hに47%削減した。また、日積算一次エネルギー消費量を158GJ/日から、90GJ/日に43.1%削減した。同様に冬のピーク日には、最大一次エネルギー消費量を12,718MJ/hから、6,715MJ/hに47.2%削減し、日積算一次エネルギー消費量を164GJ/日から、89GJ/日に45.5%削減した。



ピーク日の一次エネルギー消費量

この資料は、受賞者に了解を得て建築設備技術者協会より公開している資料です。個人に利用するに留め、無断転載等を禁止します。