

カーボンニュートラル賞

受賞名称	
第13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13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	
福山市本庁舎施設整備 老朽化設備更改および省エネ活動による温室効果ガス排出量の削減	
所在地	
広島県福山市東桜町3番5号	
応募に係わる建築設備士の関与	
株式会社NTTファシリティーズ	小脇 睦也

応募者又は応募機関

代表応募者・機関	株式会社NTTファシリティーズ 中国支店					
建 築 主	福山市					
設 計 者	株式会社NTTファシリティーズ 中国支店					
施 工 者	株式会社NTTファシリティーズ 中国支店					
施 工 者	株式会社フジタ					
建 物 管 理 者	福山市					
建 物 管 理 者	株式会社NTTファシリティーズ 中国支店					
建 物 利 用 者	福山市					
検 証 者	株式会社NTTファシリティーズ 中国支店					
延 床 面 積	37,589.1		m ²			
階 数	地上13階	地下1階	塔屋2階			
主 用 途	官公庁					
竣 工 年 月 日	2023年12月7日					

支部選考委員長講評

本件は竣工後30年が経過した福山市本庁舎について、老朽化設備の更改やBCP対策、環境負荷の低減を行うと共に、スマート庁舎として改修する整備事業である。本プロジェクトの特徴として以下が挙げられる。 1. 重要設備・老朽化設備の更新として、受電設備の更改、照明設備の更改（LED化、照明調光システムの導入、人感センサの設置）、空調熱源及び空調設備の更改を行い、ライフサイクルコストの低減、温室効果ガス排出抑制を効率的かつ効果的に実現した。 2. AIとICTの活用として、自動制御機器の更改についてAIによる空調制御技術を導入した。この技術は空調熱源設備全体の運転状態をAIが判断し指令、気温変動に応じて台数・能力を制御するものであり、整備後はAI制御により庁内空調負荷に応じて供給温度を自動制御すると共に、各執務室へ無線センサを追加配置し温湿度環境の多点監視することで快適な執務室環境を実現した。また、ICT技術を活用した見える化システムでは、庁舎全体の電力量・温湿度・照度を無線通信で収集し、リアルタイムでモニタリングすることで省エネ活動を展開した。また、これらの運用に際し、関係部署とサービス提供者間で省エネワーキンググループを立ち上げ、目標値（温室効果ガス排出量40%削減）を設定し達成を目指した。
--

3. オフィス環境に関して、個室エリアを極力縮減しペリメータ空調の本来担うべき範囲とすることで、偏った空調負荷のバランスを改善。これにより夏期室内温度1～2℃低下し空調負荷低減が実現した。また、自治体と民間企業が共同出資する地域新電力会社より受給する電力を活用し、再エネ由来の電気のため一般の電力会社と比較したCO₂排出量は約1/2となっており、さらに非化石燃料発電（再エネ100%）の電力を受給することで、当該庁舎での電気による温室効果ガス排出量は実質ゼロである。

これらにより①BCP対策および老朽化設備更新による行政機能を継続、②温室効果ガスの削減量2023年度で38%削減、2024年度は40%削減（見込み）、③オフィス環境整備による働き方改革を実現した。

以上の実績から本件をカーボンニュートラル賞支部奨励賞に選考する。

業績の名称： 福山市本庁舎施設整備 老朽化設備更改および省エネ活動による温室効果ガス排出量の削減

■ 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



写真 建物全景

1.1 背景

福山市本庁舎は、福山市行政機能の中核かつ災害時の防災拠点として重要な機能を担っている。竣工後30年が経過し、既存設備の老朽化に加え、近年の豪雨や地震などによる大規模災害に備え、行政機能の継続性を高めることが大きな課題であった。本プロジェクトにおいて、行政が共通的に抱えている老朽化設備更改、BCP対策、環境負荷低減、財政負担低減等の課題について“設計・建設・運用”をワンストップ体制として実行可能なD B O方式とし、リスクを最小限に抑え、利便性、快適性が損なわれないよう行政と事業者が一丸となり課題解決を図った。

また、「竣工後30年経過した福山市本庁舎をスマート庁舎に改修し蘇らせること」をテーマに、3つの整備方針を定め各種データに基づいて意思決定を行うデータドリブン手法を活用しカーボンニュートラルの実現化を試みた。

- ① B C P 対策および老朽化設備更改による行政機能の継続
- ② 温室効果ガス排出量の約40%削減（対2013年度比）
- ③ オフィス環境整備による働き方改革の実現

1.2 プロジェクトの特徴

SEG 1

重要設備・老朽化設備更改

災害時にも行政機能が維持できるように、地下に配置していた設備（以下「重要設備」という）および竣工後30年を迎える老朽化設備の更改を同時期に行った。－①省エネ

SEG 2

A I と I C T の活用

居室環境に応じた運転・電気使用量や温湿度環境・照度をリアルタイムで見える化することで温室効果ガス排出量の削減に貢献した。－①省エネ

SEG 3

オフィス整備

業務時間外に什器レイアウトを再編し、室内温度のばらつき改善、夏季室内温度1～2℃低下、空調負荷低減などの省エネ効果があった。－①省エネ

SEG 1－①省エネ

重要設備・老朽化設備更改

高効率な最新機器の導入
照明器具 L E D 化
照明調光システム(照度センサ)の導入
人感センサの設置



SEG 3－①省エネ

オフィス整備

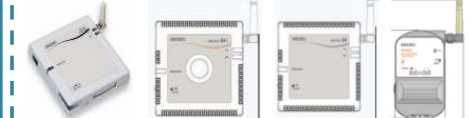
行政棟



SEG 2－①省エネ

見える化(I C T)

無線通信・電源レスのセンサで見える化システムを構築
電気使用量・温湿度環境・照度をリアルタイムでモニタリング(防災センターにて常駐で運転監視)



ベースルーター 照度計 温湿度計 電流計

SEG 2－①省エネ

空調制御(A I)

先進空調制御技術の導入

会議棟

空調熱源設備

設備棟(増築)

発電機

東棟

SEG 1 重要設備・老朽化設備更改ー①省エネ

前述のとおり、災害時の事業継続を図るため、重要設備を氾濫想定水位以上に構築した。既存設備で更改の必要性がある設備(表1)を確認し、法定耐用年数を超えた設備（以下「老朽化設備」という）を更改する計画とした。また、重要設備以外の、老朽化し省エネ性が低い設備の更改を同時に行うことにより、ライフサイクルコストの低減、温室効果ガス排出抑制を効率的かつ効果的に実現した。

受電設備の更改

- 部分救済対象であった非常用発電設備を全庁救済対象とし、救済対象設備の再整理を行い容量を増加し更改（72時間運転）

照明設備の更改

- 省エネを考慮し、LED照明器具へ更改、一部照明は安定器とソケットを交換しLEDランプ取付（更改範囲は全棟）
- 事務室に明るさセンサを設置し、外光による自動調光設備を導入
- トイレ、湯沸室は人感センサおよび手動スイッチを設置し、非接触かつ省エネを意識した運営を実現

空調熱源、空調設備の更改

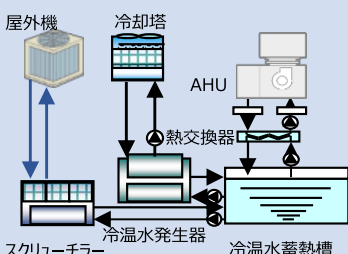
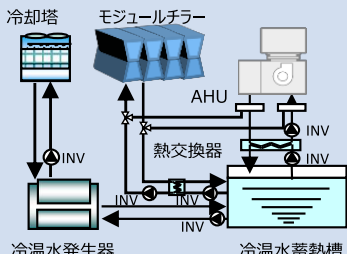
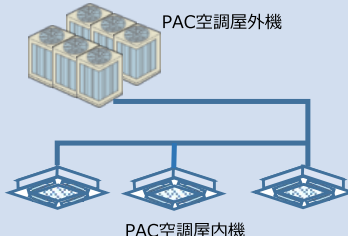
- 既存空調システムに対し、BCP、電気・ガス容量、エネルギー消費量、CO2排出量、イニシャル・ランニングコスト等について比較を行い最も適した空調システムを選定(表2)
- 老朽化した空冷スクリーヒートポンプチャラーの使用を取りやめ、重量や据付スペースが小さく、省エネ性の高い空冷モジュールチャラーを会議棟の屋上に設置し、夜間蓄熱および昼間のベース運転の実施
- 会議棟の屋上へ荷重分散や将来の屋上防水改修を考慮した設備架台を構築し、モジュールチャラーおよび冷温水一次ヘッダー、冷温水二次ヘッダー、冷温水二次ポンプを設置
- モジュールチャラーは高効率タイプとし、冷温水ポンプはインバータによる容量制御ができるものを採用
- 既設蓄熱槽を利活用し、昼間のピークカットおよび特別高圧受電を回避する等、総合的なメリットを考慮

表1 老朽化設備一覧

設備の種別	重要設備	更改の必要性	更改の必要がある理由
受変電設備	○	○	老朽化
蓄電池設備	○	○	老朽化
発電設備	○	○	老朽化
自動火災報知設備	○	—	設備更改済
非常放送設備	○	—	設備更改済
中央監視設備	○	○	重要室の移設及び監視制御点数の増加
セキュリティ設備	○	○	老朽化
熱源設備	○	○	老朽化
消火設備	○	○	老朽化
照明設備		○	老朽化し省エネ性が低い
非常照明設備		○	老朽化し省エネ性が低い
時計・インターホン・誘導灯信号装置		—	故障時に対応
空調設備		○	老朽化し省エネ性が低い
衛生設備配管類		○	老朽化

回避する等、総合的なメリットを考慮

表2 空調システム比較

	既存システム	採用	空冷モジュールチャラーを主熱源へ更改	空冷パッケージ空調機に更改	
					
概要	夜間スクリーチャラー(電気)で蓄熱槽に冷(温)水を貯め、昼間利用する。冷水が温まると冷温水発生器(ガス)で不足を補う。	夜間モジュールチャラー(電気)で蓄熱槽に冷(温)水を貯め、昼間のピークカットで利用する。基本モジュールチャラーで空調し、電気料金を抑えるため、デマンドにて温水発生器(ガス)で空調する。また、水配管方式の効率的な運転を目的とし、AIによる空調制御を行うことで、CO2排出量をミニマム化。	冷媒ガスを利用して空冷パッケージ(電気)に空調を行う。		
改修概要	—	スクリーチャラーを取り止めモジュールチャラーを会議棟の屋上に設置する。一次側の冷温水配管の改修が必要。二次側の配管は利用可能。	各棟の屋上に屋外機を設置し、各事務室の天井に空調機を設置する。冷媒配管の新設が全館で発生するため工事範囲が多岐にわたる。		
電気容量	100%(基準)	160% ガス(冷温水発生器)が電気(モジュールチャラー)に置き換わるため容量増。 蓄熱槽利用でピークカット容量および特高受電回避。	○	180% 蓄熱槽が使用できないため、ピーク時の能力確保のため電気容量増。 ピークカットできないため、特高受電になる。	×
エネルギー消費量 Co2排出量	100%(基準)	83% 高効率機器、INVの採用で効率が向上。 蓄熱槽を利用するため、外気が低い夜間に効率よく冷水を貯められるため効率が良い。	○	80% 高効率機器の採用で効率が向上。 蓄熱槽が使用できないためモジュールチャラーより増。	◎
イニシャルコスト	(同様のシステムで機器更新した場合) 90% 配管がほぼ使用できるため若干安くなる。	100%(基準)	◎	120% 工事範囲が大きくなるため、建築工事および仮設費用が増大。換気設備が単独で必要になる。既設利用できないものがない、特高受電となる。(特高受電費用含まず)	△
ランニングコスト	100%(基準)	95% 高効率機器、INVの採用で効率が向上。 蓄熱槽を利用するため、外気が低い夜間に効率よく冷水を貯められるため効率が良い。契約電力があがるため、ガス使用量削減、電気代がUP。	◎	110% 高効率機器の採用で効率が向上。 蓄熱槽が使用できないためモジュールチャラーより増。 契約電力があがるため、ガス使用量削減、電気代がUP。	○
評価	—	◎	△		

SEG2 AIとICTの活用ー①省エネ

老朽化設備更改に伴い自動制御機器の更改を行い、AIによる空調制御技術を導入した。この技術は、①空調熱源設備全体の運転状態をAIが判断し指令、②気温変動（熱負荷および執務室温湿度）に応じて台数・能力を制御といったものである。各階制御機器については、既存利用とし、計測機器・二方弁などは更改を行った。また、各所に温湿度センサーを設置し状況を把握し制御を行っている。導入前は始業時（空調開始時）と終業時（空調終盤時）で蓄熱槽の冷温水温度が変動し、庁舎内空調温度が不安定となる日が発生していたが、整備後はAI制御により庁内空調負荷に応じて供給温度を自動的に制御するとともに、各執務室へ無線センサを追加配置し温湿度環境の多点監視することで快適な執務室環境を実現した。また、この技術による温室効果ガス削減効果は▲4.0%となった。（図1、2 参照）

熱源設備の基本制御は次のとおりである。

■ 熱源の運転順序

- ・①モジュールチラー(AHP-1、2) ②蓄熱槽(HE-1)の順で運転
- ・モジュールチラーをベースで運転(直送運転)
- ・蓄熱槽はデマンド対応を目的としてピークカット的に運転
- ただし、蓄熱量をすべて使い切るように、前日までの運転状況を演算してモジュールチラーを運転
- ・既存の冷温水発生器は、蓄熱槽の残蓄熱量が不足する場合のみ運転

■ 蓄熱対応（図3 参照）

- ・夜間はモジュールチラー1組(8台)を蓄熱運転に切替
- ・夜間蓄熱は日ごとでローテーション運転する
- ・昼間、蓄熱槽の残蓄熱量が不足し、かつデマンドを超えそうな場合、手動で冷温水発生器で蓄熱運転を行い不足分を補填

■ 機器の制御について

- ・地下の機器に関してはB1Fに制御盤を設置、および既設制御盤の既設利用（浸水時の利用不可）

1. 熱源運転台数制御

- ・中央監視からの群発停・負荷流量により運転台数を切替
- ・AHP-1と2は、運転時間を均一化のためローテーション
- ・熱源機の故障時は、次号機への自動切替
- ・AHP-1、2のデマンド制御(警報発報および減段制御)

2. 2次ポンプ(PCH-2)運転台数制御

- ・中央監視からの群発停・負荷流量により運転台数を切替
- ・運転時間均一化のためローテーション・ポンプ故障時は、次号機への自動切替

3. 2次ポンプ前後差圧制御

- ・往還ヘッダー間差圧でポンプ回転数(INV)制御とバイパス弁開閉(最小流量確保)
- ・差圧設定値は負荷流量により自動変更

4. 熱源1次ポンプ変流量制御-1

- ・2次側と1次側の水量が等しくなるよう1次ポンプの回転数(INV)を制御

5. 熱源1次ポンプ変流量制御-2

- ・1日の空調終了時に残蓄熱量が0に近くなるよう熱源機器の能力配分を変更

6. 蓄熱槽運転制御

- ・夜間に蓄熱運転、それ以外の時間は放熱運転
- ・モードに合わせた切替弁制御

【蓄熱モード】

- ・残蓄熱量が設定値となるよう蓄熱運転
- ・蓄熱量は槽内温度により演算
- ・熱源は1台のみ運転でローテーションと故障時のスキップ対応
- ・蓄熱時の送水温度変更
- ・蓄熱ポンプは熱交換器の蓄熱側出口温度が一定になるよう回転数(INV)を制御

【放熱モード】

- ・熱交換器2次側ポンプは、演算された運転データ結果により中央監視からの指令により運転
- ・熱交換器1次側ポンプは、熱交換器の放熱側出口温度が一定になるよう回転数(INV)制御
- ・放熱完了信号 → 必要ならR-1、2、3を運転(手動)

図1 AI制御の概要



図2 AI制御の省エネ効果



図3 蓄熱槽の運転

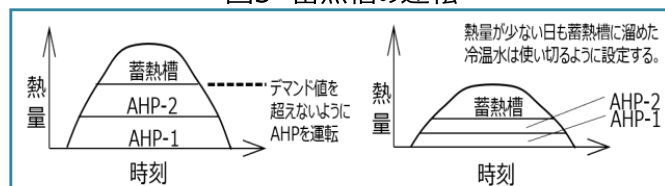


図4 整備前 熱源系統図

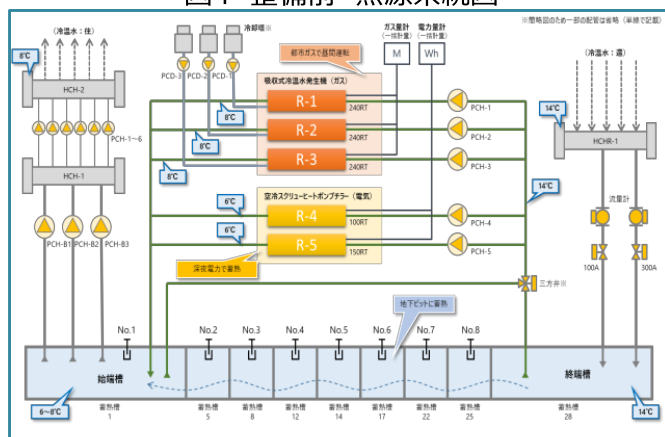
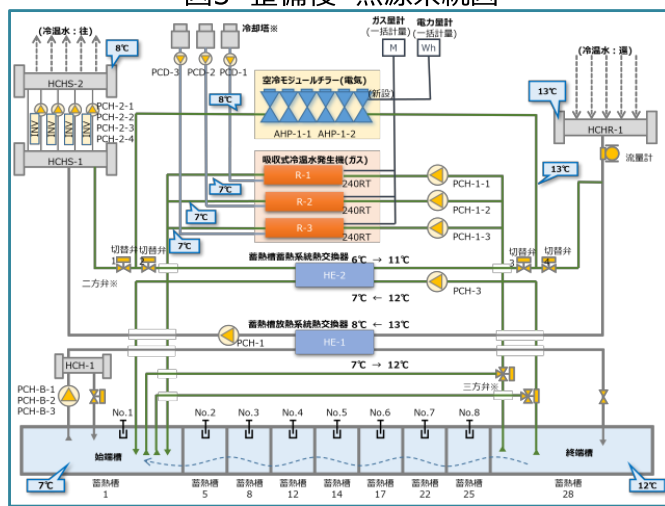


図5 整備後 熱源系統図



運用面においては、ICT技術を活用した見える化システムは、電気工事等の施工を必要としないため、施工フェーズ以前の設計フェーズにシステムを構築することで、プロジェクト初期からデータ収集し、更改前後のデータを比較し、実績根拠に基づいた省エネ活動を展開した。また、膨大なデータを処理する集計ツールも独自開発し、省エネ活動の定着を図っている。省エネ活動を展開していくため、関係部署（総務課・環境総務課・設備課）とサービス提供者で省エネワーキンググループ（省エネWG）を2021年度より毎月開催し、温室効果ガス排出量の全体削減目標40%のうち、運用面における目標値を6.3%相当と定め、省エネWGでの取組で達成をめざしている。（対2013年度比）

トップランナー機器や高効率機器への更改に合わせ、運転効率の最大化を目的とした、AIによる先進的な空調制御技術の導入を行うとともに、運用面においても、“電力量の見える化”の早期構築を実現することで、温室効果ガス排出量削減のための施策展開を図り、温室効果ガス排出量は、2023年度で38%削減、2024年度においては40%削減目標を達成する見込みである。（対2013年度比）

図6 ICT技術を活用した見える化システム

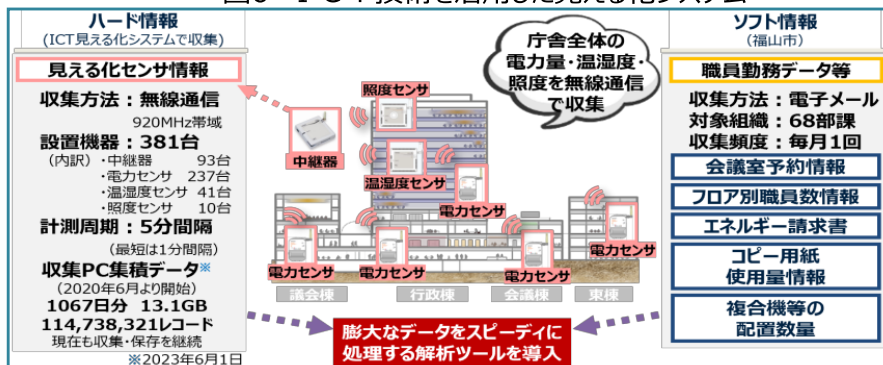
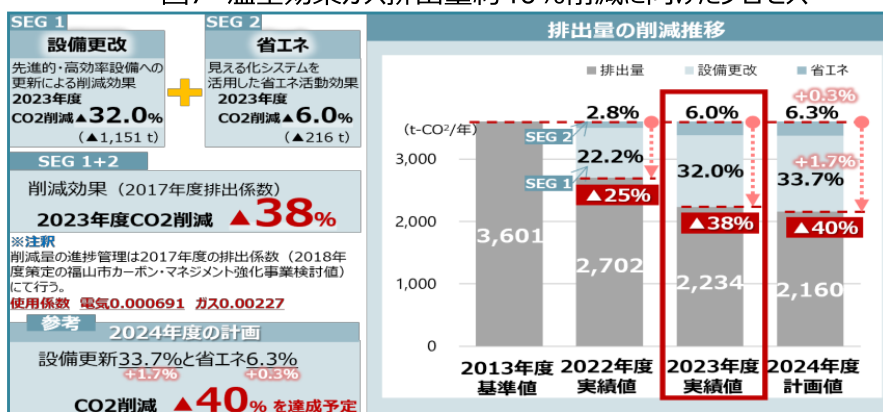


図7 温室効果ガス排出量約40%削減に向けたプロセス



SEG 3 オフィス整備ー①省エネ

整備前の庁舎オフィスエリアは、個室の占める割合が竣工当初と比べ増加しており、かつ窓際に寄せた個室レイアウトにより、ペリメーター空調（FCU）の冷暖房を個室が遮蔽してしまうため、フロア全体の空調効率が低下していた。

整備後はオフィス内の個室エリアを極力縮減し、ペリメーター空調が本来担うべき範囲とすることで、偏った空調負荷のバランスを改善した。課ごとで区切らない席配置および遮蔽物がなくなったことにより、空調が効きやすい環境となり、室内温度のばらつきの改善、夏季の室内温度1～2℃低下、空調負荷の低減という省エネ効果を得ることができた。更に、働き方に関わる副次的・間接的な効果を定量的に測定し、市民サービス向上にも貢献した。

図8 オフィス整備前後



地域新電力の活用ー③再エネ

福山市本庁舎では、福山未来エナジー(株)より電気を受給している。この福山未来エナジー(株)は福山市、JFEエンジニアリング(株)、(株)広島銀行が共同出資し設立した地域新電力会社である。2019年4月1日より福山リサイクル発電所等から低炭素な電力を調達し、福山市内をはじめとする公共施設に、安定的に電力の供給を始めた。自治体出資の電力会社としては、国内最大級の規模になる。再生可能エネルギー由来の地産電源を公共施設で使用するにより、再生可能エネルギーの地産地消を推進するとともに、温室効果ガスの削減と公共施設の電気料金の削減に貢献している。また、電力の供給先や再生可能エネルギーの電源調達について、備後圏域各市町に拡大することで、圏域全体での低炭素型まちづくりの推進に取り組んでいる。

図9 備後圏域全体での低炭素型まちづくりの推進



再エネ由来の電気のため一般の電力会社と比較したCO₂排出係数は約1/2となっており、さらに本庁舎では今年8月から非化石燃料発電（再エネ100%）の電力を受給することで、本庁舎での電気による温室効果ガス排出量は実質ゼロとなる。