

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 九州支部 奨励賞

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 九州支部

業績の名称
博多区新庁舎 九州初 大型庁舎のZEB化

所在地
福岡県福岡市博多区博多駅前2丁目8-1

応募に係わる建築設備士の関与
大成建設株式会社 豊原 範之
同上 村上 正吾
同上 石村 佳子

応募者又は応募機関
代表応募者・機関 大成建設株式会社 九州支店
設計者 大成建設株式会社一級建築事務所
施工者 大成建設九州支店
延床面積 15,224.27 m ²
階数 地上10階 地下-階 塔屋-階
主用途 官公庁
竣工年月日 2021年12月15日

支部選考委員長講評

本建物は、福岡市に建つ2021年竣工の博多区新庁舎ビルである。

免震構造を備え、災害時の拠点として防災機能の強化を図り、BCP対策、ウェルネスオフィス、再生可能エネルギーの導入等、建物の付加価値向上を行い、BELS認証制度において、大型庁舎建物として九州初のZEB Ready認証を2019年3月に取得すると共に、CASBEEスマートウェルネスオフィスのSランク評価も取得している。

■ 省エネルギーへの取り組み・工夫

- 1) 熱負荷低減のため高断熱・高遮熱な外壁仕様と外気量制御の採用
 - ・外壁の窓面積率を約26%程度に抑え熱負荷の低減を図ると同時に、前面道路に面した東面メインファサードの安定した昼光の利用を可能としている
 - ・外壁は押出成形セメント板（60mm）＋吹付ウレタン（40mm）、サッシは高遮熱型Low-e 複層ガラス、屋根はポリスチレンフォーム（30mm）を採用
 - ・外調機系統に対してVAV制御を採用することで搬送動力を削減
- 2) 自然エネルギー利用として昼光明さセンサによる照明調光制御の採用
- 3) 各種高効率機器及びLED照明の採用
- 4) 表面温度を検出する高性能なセンサにより、人の在/不在を正確に把握し不在時に無駄に消費されるエネルギーを削減し、快適性と省エネ性を両立させる制御技術を採用
- 5) 屋上緑化を行い、日射による熱取得の低減と、蒸散作用による放熱効果により建屋内への負荷低減

■ 再生可能エネルギー利用・工夫

ビル屋上だけではなく、壁や窓の外装へも太陽電池を導入できるガラス一体型太陽光発電システムを開発し導入している。外壁材やガラスとして求められる性能（透過性、断熱性、意匠性など）や多様なサイズに対応する自由度といった要求に応える製品である。

■運用状況の分析

一次エネルギー消費量の計画値は、基準値 $1,291\text{MJ}/\text{年}\cdot\text{m}^2$ に対して $639\text{MJ}/\text{年}\cdot\text{m}^2$ であり、BEI値の計画値は0.50であった。これに対し、2022年5月～2023年4月の1年間の一次エネルギー消費量の実績値は $410\text{MJ}/\text{年}\cdot\text{m}^2$ であり、BEI値は0.32となった。基準値に対して68%、計画値に対して35%の削減となり、ZEB Readyを実績値においても達成している。

■まとめ

大型庁舎建物として九州初のZEB Ready認証を2019年3月に取得し、また実績値でもZEB Readyを達成したことで、今後の大規模庁舎におけるZEB普及のモデルとして先導的な事例を示しているだけでなく、民間事務所ビル等への上記取り組みの採用が可能であり、今回のカーボンニュートラル賞支部奨励賞に相応しいと評価する。

業績の名称： 博多区新庁舎 九州初 大型庁舎のZEB化

■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に関わる取り組みの説明

1. 建物概要と設備計画のコンセプト

1.1 はじめに

我が国では、2021年の第6次エネルギー基本計画で、「2030年度以降に新築される建築物について、ZEB基準の水準の省エネ性能の確保を目指す」こととするという政策目標を達成する上で、また国が掲げる2050年のカーボンニュートラル実現のためにも省エネルギー対策の強化と再生可能エネルギーの導入拡大が重要である。

本建物（写真-1）は、福岡市に建つ2021年竣工の博多区新庁舎ビルである。1971（昭和46）年に建設された旧庁舎の新耐震基準対応を主目的とした建替え事業である。

免震構造を備え、災害時の拠点として防災機能の強化を図り、BCP対策、ウエルネスオフィス、再生可能エネルギーの導入等、建物の付加価値向上を行い、BELS認証制度において、大型庁舎建物として九州初のZEB Ready認証（図-1）を2019年3月に取得すると共に、CASBEEスマートウエルネスオフィスのSランク評価も取得している。（図-2）



写真-1 外観写真



図-1 BELS認証



図-2 CASBEEスマートウエルネスオフィス

1.2 省エネルギーに向けた設備計画のコンセプト

ZEBを実現させるに当たり、「熱負荷の低減」、「自然エネルギーの活用」、「高効率機器の採用」の3つの設計コンセプトを掲げた（図-3）。

1) 熱負荷の低減

- ①高断熱・高遮熱な外壁仕様
- ②外気量制御

2) 自然エネルギー利用

- ①屋光明るさセンサーによる照明調光制御
- ②外気冷房

3) 高効率機器の採用

- ①LED照明
- ②高効率ビルマルチエアコン
- ③高効率チラー（外気処理用）
- ④外調機（全熱交換器組込み）
- ⑤高効率ヒートポンプ給湯器



図-3 ZEB化建物のコンセプト

設備概要

衛生設備	給水設備	上水（市水）受水槽+加圧ポンプ 中水（福岡市再生水）躯体ビット+加圧給水方式
	給湯設備	自然冷媒ヒートポンプ給湯器
	排水設備	建屋内合流方式
	衛生器具	節水器具及び自動水栓
	消火設備	屋内消火栓、スプリンクラー
空調設備	熱源設備	高効率モジュールチラー（外調用）
	空調設備	空冷ヒートポンプ式ビル用マルチエアコン
	換気設備	外調機（全熱交換器組込）
	排煙設備	自然排煙
電気設備	電力引込	高圧1回線地中引込
	受変電	屋外キュービクル式
	照明設備	グリッド天井LED照明
	昇降機	乗用15人乗り×3台 非常用15人乗り×2台
	発電機	防災/保安兼用（72H対応）
カメラ監視	BEMSIによる遠隔監視	

2. 大型庁舎で九州初 ZEB Ready認証取得の取り組み・工夫

2.1 汎用技術によるZEBの設備

1) 熱負荷の低減

高断熱・高遮熱な外壁仕様として、前面道路に面した建物の顔となるメインファサードは主方位を東面とし、外壁の窓面積率を約26%程度に抑え、熱負荷の低減を図ると同時に、東面の安定した屋光の利用を可能とした。（図-4、図-5）

外壁は押出成形セメント板（60mm）+吹付ウレタン（40mm）、サッシュは高遮熱型Low-e複層ガラス、屋根はポリスチレンフォーム（30mm）を採用した。

屋上には屋上緑化を行い、日射による熱取得の低減と、蒸散作用による放熱効果により建屋内への負荷低減を図った。

これらの熱負荷の低減により、BPI値0.76となった（図-6、図-7）。



図-4

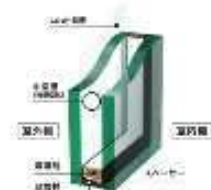


図-5

外壁の高断熱化 高遮熱Low-e複層ガラス



図-6 屋上緑化

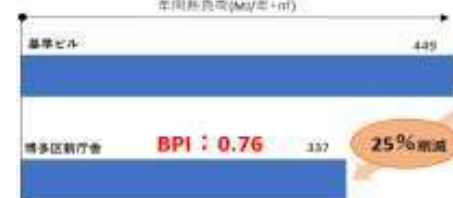


図-7 BPI値

2) 自然エネルギー利用

- ①昼光明るさセンサーによる照明調光制御 ②外気冷房

3) 高効率機器の採用

- ①LED照明 ②高効率ビルマルチエアコン ③高効率チラー（外気処理用） ④外調機（全熱交換器組込み）
- ⑤高効率ヒートポンプ給湯器 ⑥グリッド天井カセット室内機

4) きめ細かい制御方式

①次世代人検知システム

人の在/不在を高い精度で検知する人検知センサー情報に基づき、照明器具の調光制御や空調設備の抑制緩和制御を行い、エネルギーの最小化を実現するシステム（当社オリジナル技術）を採用。

②外調機VAV制御

外調機システムに対してVAV制御を採用することで搬送動力を削減。

③ファンのインバーター制御

外気風量制御連動外調機ファン、時間帯によるトイレ排気制御

④エレベータ回生電力利用

2.2 ZEBの検討

汎用制御にさらなる省エネルギー技術を加え、さまざまな省エネルギー方策の導入により、設計一次エネルギー消費量の削減率は基準ビルと比較して50%（BEI値0.50）となり、設計計画値としてのZEB Readyを確認し、BELS認証を取得した（図-1）。

特に、エネルギー削減に効果があった設備は、照明（エネルギー75%削減）、空調（エネルギー49%減）であった（図-8）。



図-8 一次エネルギー消費量の比較

2.3 更なる省エネルギー化を図るための技術の採用

1) 次世代節電・省エネ自動環境制御システム

表面温度を検出する高性能なセンサにより、人の在/不在を正確に把握し不在時に無駄に消費されるエネルギーを削減する、快適性と省エネ性を両立させる制御技術である。当センサは人の在/不在を正確に検出できるため、従来型の人感センサにありがちな長時間静止していると不在と誤判定し設備が停止したり、通り抜けただけでも設備が稼働したりといった不快感や無駄な運転を防いでいる（図-9）。

1つのセンサの検知する範囲は3.6m×3.6mであるが、それを4分割した1.8m×1.8mのエリア毎に在/不在の判定が可能である（図-10）。特に照明制御は、LED照明により減光が柔軟に行えるようになったため、人の在席状況に応じて適切に調光し、不快感なく省エネルギーを図ることができる（図-11）。



図-9 T-Zone Saverによる制御概念



図-10 従来型人感センサとの違い

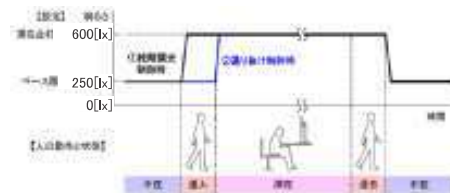


図-11 T-Zone Saverによる照明制御

2) 空調設定温度緩和制御

照明制御と同様、不在時に室内空調を低出力で稼働させる制御を加えることで省エネルギーが期待できる。

空調室内機のゾーン毎に人の在/不在に合わせた設定温度の緩和制御を行っている、

この制御の途中で人を検知すると、自動的に初期の設定温度に復帰する設定としている（図-12）。また不在が続く場合は運転を停止させることも可能であるが、快適性の確保のため本プロジェクトでは採用していない。

【冷房運転時の基本動作】
不在時の設定値：不在になり「10分」経過後に設定温度より「+1.0℃」変更
不在時の設定値：不在になり「10分」経過後に設定温度より「+2.0℃」変更

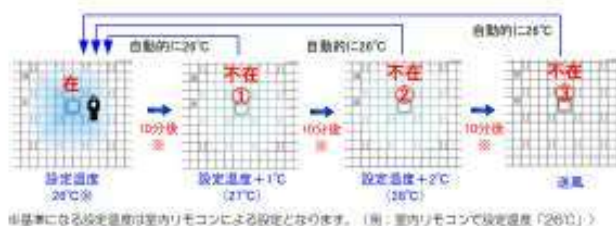


図-12 空調設定温度緩和制御

3) 冷媒蒸発温度制御・窓開け推奨LED表示

メーカーが提供している「高顕熱モード運転」を人検知センサ情報と組み合わせて効果的に運用することで、省エネルギーを図る「冷媒蒸発温度制御」を計画した（図-13）。また、窓開けによる外気取入れが有効な状況の時、人検知センサのLED表示ランプを青色に点灯することで窓開けを促す「窓開け推奨LED表示機能」を導入した（図-14）。



図-13 冷媒蒸発温度制御の概要

図-14 LED表示ランプ

2.4 再生可能エネルギーの利用

本建物は、オフィスに求められる環境として、ZEB（省エネ性）に加えて、WELL（快適性）の向上にも取り組んだ。

1) 外装一体型太陽電池モジュールの開発

ZEB実現のためには「省エネ」に加えて「創エネ（発電）」技術が必要とされる。また、レジリエンス向上の観点から、建物のエネルギー自給の必要性も重要である。

都市部の建物では屋上が狭い等の設置場所の制約から太陽光発電は十分な普及が進んでいない。そこで、ビル屋上だけではなく、壁や窓の外装へも太陽電池を導入できる製品を開発し、本施設にも導入を図った。

今回、外壁材やガラスとして求められる性能（透過性、断熱性、意匠性など）や多様なサイズに対応する自由度といった要求に応えるガラス一体型太陽光発電システム（図-15）を開発した。



図-15 ガラス一体型太陽光発電システム

2) 設置部位と運用実績

当施設における設置部位を図-16に示す。外装材をソリッドタイプで置き換えている部分（図16 9F窓上部）については、その他の部分に配置されている外装材と見た目がほぼ同等となっており、本製品で目指した意匠性の高さを発揮できたと考えている。また、バルコニーのガラス手摺にもシースルータイプ（合わせガラス仕様）を採用することで、来庁者にもガラス一体型太陽電池の特長を身近に感じてもらえるようにした（図-16手摺り）。

太陽電池システムに6.5kWhの蓄電池を併設し、災害時でも外装一体型太陽電池と併用することで、2階ロビー等のコンセントに安定した自立電源の供給を行えるようになっている。携帯電話の充電等に活用でき、レジリエンス性の高さにも配慮した計画となっている。

2022年2月～2023年1月まで期間における実績発電量を確認すると、概ね期待通りの発電量が得られていることがわかる（図-17）。（ただし、2022年10月はデータ計測の欠損があったため省いた）



図-16 本施設における設置部位

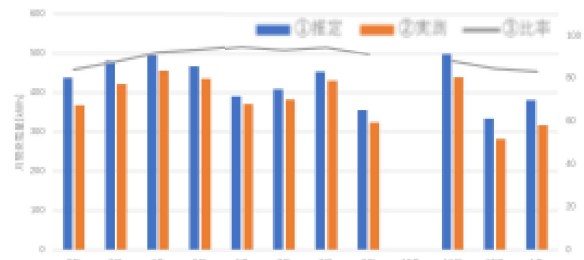


図-17 年間の発電実績（2022年2月～2023年1月）

3. 庁舎初CASBEEスマートウェルネスオフィスSランク取得

本建物は、建物利用者の健康に配慮したオフィスとしてCASBEE-ウェルネスオフィスSランクを取得し（図-18）、さらに省エネ環境配慮のオフィスとしてCASBEE-建築Sランクを取得した（図-19）。

両者を合わせて、「CASBEEスマートウェルネスオフィスSランク」を国内の庁舎建物で初めて獲得した（図-2）。



◀図-18 CASBEE-WO Sランク取得



図-19 CASBEE-建築 Sランク取得

4. 竣工後の運用 実績での ZEB Ready 実現

4.1 運用実績でのZEB Ready達成

1) 月別計画値との比較

月別計画値は年間値を月別比率で比例配分した値とした。

運用実績として、対象期間の全ての月において実績値が計画値を

下回っていることを確認した。（図-20）



図-20 月別計画値と実績値の比較

2) 年間計画値との比較

図-21に年間用途別一次エネルギー消費量を示す。一次エネルギー消費量の計画値は、基準値1,291MJ/年・㎡に対して639MJ/年・㎡であり、BEI値の計画値は0.50であった。これに対し、2022年5月～2023年4月の1年間の一次エネルギー消費量の実績値は410MJ/年・㎡であり、BEI値は0.32となった。基準値に対して68%、計画値に対して35%の削減となり、ZEB Readyを実績値においても達成したことを確認した。

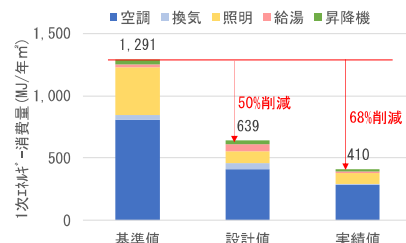


図-21 年間用途別一次エネルギー消費量

4.2 独自組織エネルギーサポートセンターによる運用サポート

1) エネルギーサポートセンター

竣工後のエネルギー管理体制として、当施設を使用する福岡市様と「エネルギーサポート」を担当する大成建設本社クリーンエネルギー・博多区環境事業推進本部が連携する管理体制を構築した。

エネルギーの分析、運用改善の検討を行うための「エネルギーサポートセンター」は本社(東京都新宿区)のクリーンエネルギー・環境事業推進本部内に設置されているが、博多区新庁舎は九州に位置しており、遠隔地であるため、データの収集や監視については、WEBを利用した遠隔BEMSを採用している(図-22)。

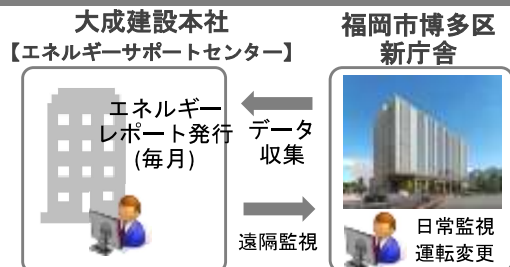


図-22 エネルギーサポートセンターにおける遠隔BEMSの運用

2) エネルギーレポート

エネルギーの実績を詳細に確認し、運用実績値におけるZEBの達成を確実にを行うために、月に1回エネルギーレポートを発行し、現地管理者への運用改善提案に役立てている。

また、ZEB実現に向け管理標準を主要なテナントと共有しており、運用状況との差異を確認しヒアリングを行い、快適な執務環境を保ちながら、ZEBの実現を目指した。

- エネルギー消費量実績
- 月別エネルギー実績値と計画値の比較
- 年間一次エネルギー消費量
- 設備毎のエネルギー使用実績分析
- 日別電力消費量の実績
- 考察

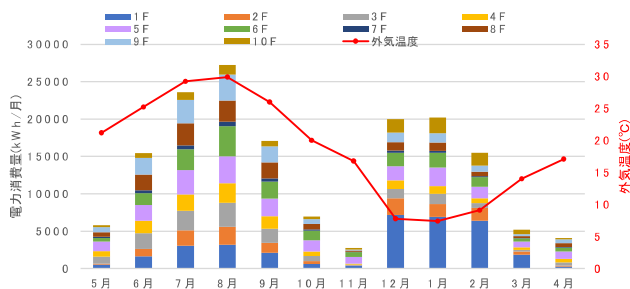


図-23 月別ビルマルチ空調機屋外機電力消費量

3) エネルギー分析

(1) ビルマルチ空調機屋外機の電力消費量

ビルマルチ空調機屋外機のフロア別電力消費量を図-23に示す。執務室は東西二面に窓があり自然換気による外気冷房を積極利用しており、中間期11月の電力消費量は低く抑えられている。

(2) 在所率とエネルギー消費量の関係

当施設においては、人検知センサーによる照明の調光制御、ビルマルチ空調機の冷媒温度緩和制御を行っている。図-24に、2022年8月1日～7日における時刻別在所率、ビルマルチ空調機屋外機・照明電力消費量を示す。

図-24より、人検知センサーによる制御により、在所率と照明電力消費量は類似した変動パターンとなっていることがわかる。また、ビルマルチ空調機屋外機の消費電力は、朝の冷房起動時が最も大きく、夕方になるにつれ少なくなる傾向がみられ、残業時間帯においては在所率の変動パターンに近くなっている。

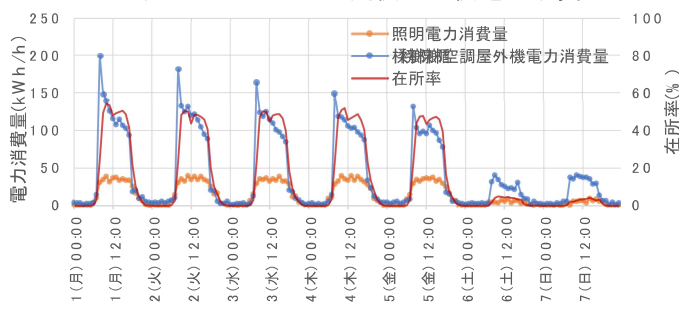


図-24 時刻別在所率、ビルマルチ空調機屋外機・照明電力消費量 (8/1～8/7)

(3) 在所率とビルマルチ空調機消費電力の関係

当施設は単相電源であるビルマルチ空調機室内機の電力量も計測しており、図-25に在所率との関係を示す。室内機の電力消費量にも在所率との相関が見られ、冷媒温度緩和による屋外機の電力消費量削減と両立した、ビルマルチ空調システムの電力消費量削減が行われている。

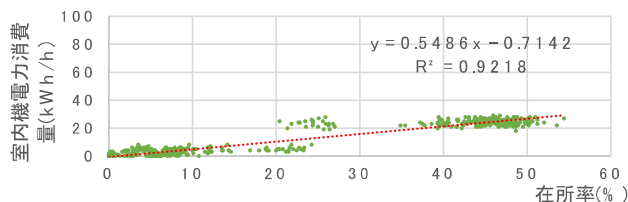


図-25 在所率と1時間当たりビルマルチ空調機室内機電力消費量の関係 (8/1～8/31)

4.3 ZEB普及に向けての社会的貢献

建築の高断熱化と窓面積率の縮小による熱負荷の低減と、汎用高効率設備の採用により、基準一次エネルギー消費量から50%削減のZEB Ready認証を取得し、運用ではさらに、エネルギーの遠隔監視や、WEBプログラムでの未評価技術の効果などから計画値の18%削減となり、運用でもZEB Readyを実現することができた。

ZEB Readyを達成したことで、今後の大規模庁舎におけるZEB普及のモデルとして先導的な事例を示すことができた。ZEBの実績値については順調に推移しており、1年間の実績値を纏め正しい運用が行われているのかを分析し、更なる省エネルギーを促進していく予定である。