

# ダイダン九州支社「エネフィス九州」におけるZEBと快適性の両立に関する取り組み

ダイダン(株) 花園 新太郎

■キーワード／ ZEB・快適性・直流給電・躯体蓄熱・省エネルギー

## 1. はじめに

「エネルギー基本計画」において「2030年までに新築建築物の平均でZEB」を達成することを政策目標としているように、ZEB化が喫緊の課題である。

また、ESG投資において「健康経営」が重視されるように、建築空間内の快適性の向上による執務者の健康増進が求められている。

これらを踏まえ、老朽化が顕著であった九州支社を「ZEBと快適性の両立」をめざした次世代オフィスのモデルに再生させるため建設した、ダイダン(株)九州支社・スマートエネルギーラボ「エネフィス九州」(写真-1・2)における導入設備(図-1)や運用面の取り組みを紹介する。



写真-1 東側道路からの外観

## 2. 建築概要

建築主 ダイダン(株)  
設計者 (株)NTTファシリティーズ, ダイダン(株)  
施工者 共立建設(株), ダイダン(株)  
所在地 福岡県中央区警固3丁目1-24  
構造 地下階SRC造, 地上階S造  
階数 地下1階, 地上3階  
延床面積 1,384㎡  
完成年月 2016年5月



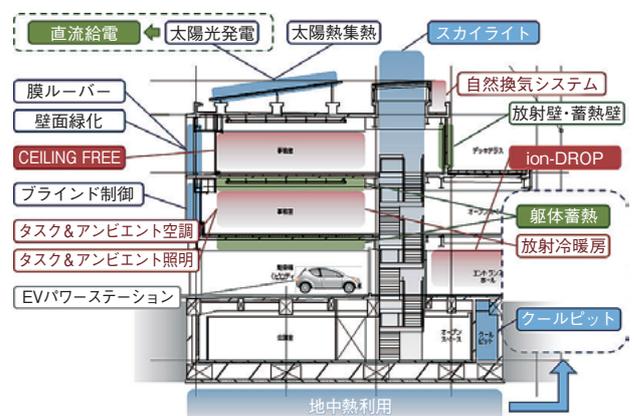
写真-2 執務室内

## 3. ZEBと快適性の両立

ZEB実現のために克服すべき建築設備の課題として、次に示す3項目を挙げ、これらの課題に対してそれぞれ解決策を講じた。

- ① 太陽光発電電力の直流／交流変換時の電力損失  
⇒直流給電システムの導入
  - ② 再生可能エネルギーの未活用  
⇒地中熱システム, 自然光利用, クールピットによる地中熱利用
  - ③ 熱源機器の過大設計による運転効率の低下  
⇒熱源機器のダウンサイジング
- 一方、快適性向上の観点から、継続的な環境調査および環境改善に取り組み、オフィス執務者の満足度向上をはかった。

以下に、これら「ZEB実現のための取り組み」および「快適性向上のための取り組み」について、概要とその効果を解説する。



## 4. ZEB実現のための取り組み

### 4-1 直流給電システムの導入

太陽光発電の電力は直流であるが、一般的な事例では、交流に変換した後に機器に給電される(図-2上)。この変換時に5%の電力損失が生じる。

一方、ここで導入した直流給電システム(図-2下)は、太陽光発電の電力を直流のまま給電できるため、理論上の電力損失を3%に抑制可能である。

ただし、直流LED照明は一般LED照明に比べて、減光時の効率が劣るため、省エネルギー効果が実測値に表われていない。また、直流照明器具の市販品は少なく、特注対応せざるをえない。今後の直流給電システムの普及に向けて、照明器具の効率向上に加えて、製品ラインナップの充実が待たれるところである。

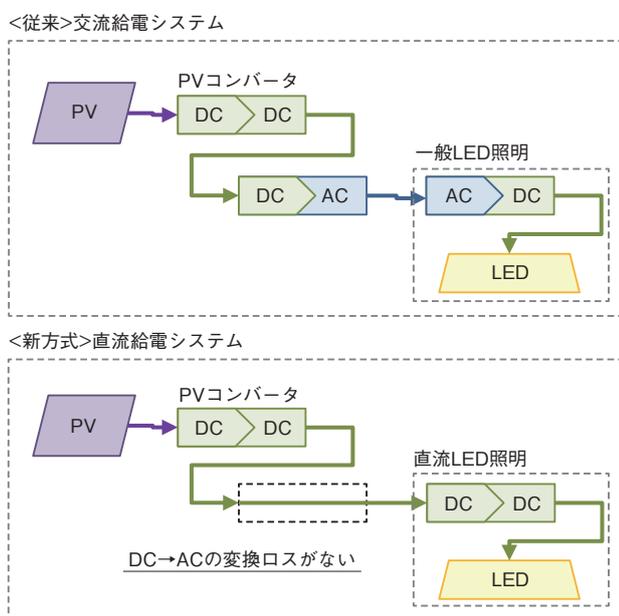


図-2 交流給電システムと直流給電システムの比較

### 4-2 地中熱システムの導入

再生可能エネルギーの利用拡大のために3種類の地中熱交換器を導入(図-3)し、それぞれ熱源として利用しながら性能検証した。たとえば、ボアホール型の場合、最大40W/m程度の採熱が可能であったが、時間経過により徐々に採熱量が減少した。この結果に基づき適切な運用となるようチューニングしている。

これら地中熱交換器で得られる冷水を、図-4に示すとおり、夏期にはヒートポンプを使わずに、水-水熱交換器を介して床スラブ内の配管(写真-3)に送ることで躯体に蓄熱した。その結果、ピーク熱負荷を51W/m<sup>2</sup>に抑制することができ、次項に示すとおり、熱源容量を大幅にダウンサイズすることが可能となった。

ただし、躯体に蓄熱させるためにポンプの運転時間が

長くなるため、搬送動力削減の観点から運転時間の最適化が重要となる。ここでは、夜間から朝にかけてのみ地中熱システムを運転させることで、省エネルギーをはかり、最大限に地中熱を有効活用している。

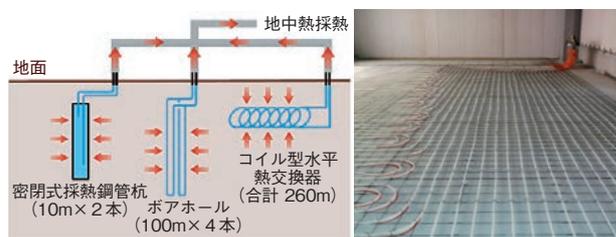


図-3 3種類の地中熱交換器

写真-3 躯体蓄熱配管

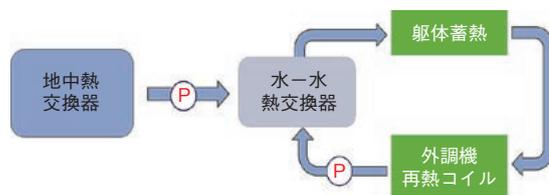


図-4 躯体蓄熱システム

### 4-3 熱源機器のダウンサイジング

内部負荷・外部負荷の削減、躯体蓄熱によるピーク負荷の削減を実施し、熱源機器をダウンサイズさせた。

内部負荷の削減は、図-5のとおり、OAセンターを設けることによりコピー機などの発熱機器を集約させ、30W/m<sup>2</sup>程度に低減した。外部負荷の削減は、南側壁面に膜ルーバー・壁面緑化(写真-4)を設置することや、壁面に放射パネルを敷設することにより壁面からの貫熱を抑制する放射壁を設置することで、エネルギー消費性能プログラムで算出される年間熱負荷係数(BPI)を0.68に削減した。そのほか、躯体蓄熱によりピーク負荷を10~20%削減できることが見込まれた。

これらのピーク負荷削減効果により、熱源機器容量を約60W/m<sup>2</sup>と、一般的な設計値(100~200W/m<sup>2</sup>)に比べて40%以上ダウンサイズさせた。

冬期における地中熱ヒートポンプの運転実績(図-6)を見ると、定格値(45.2kW)の85~100%の範囲にプロットが集中しており、高い負荷率で運転していたことが分かる。この地中熱ヒートポンプは高い負荷率で効率が良くなる特性を有していることから、期間平均COPは5.6と、定格COP(=4.5)より高い値となった。このように、熱源容量を適切に設定することで、効率の悪い低負荷運転を抑制し、高効率な運転を実現した。

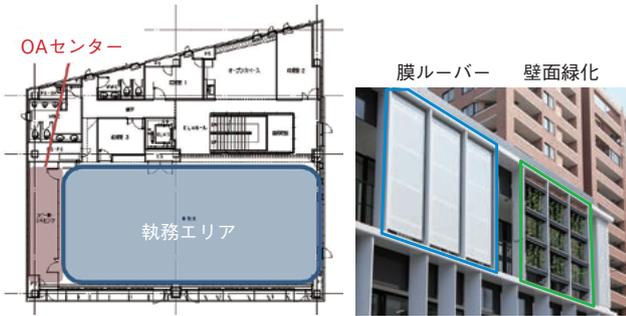


図-5 室内レイアウト

写真-4 膜ルーバー・壁面緑化

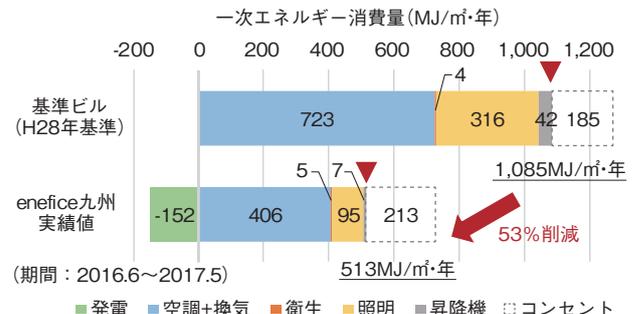


図-7 一次エネルギー消費量

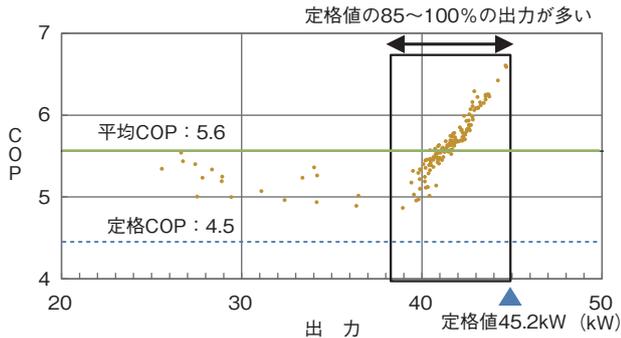


図-6 地中熱ヒートポンプのCOP(2016年2月)

#### 4-4 継続的な運用改善による省エネルギーの推進

九州支社在勤の空調設備技術者と電気設備技術者が主体となって、日々のBEMSデータから省エネルギーが見込まれる運用改善を立案・実行し、この効果を確認できるよう「設備日誌」(表-1)として記録しながら、季節ごとに設計者・施工者を交えて運用会議を開催した。このように執務者・設計者・施工者が連携することで、省エネルギーを強力に推進することができた。

表-1 設備日誌の一例

	問題	対策
2016/12	地中熱システムの一次ポンプの搬送動力が過大	インバーター周波数を低減
2017/6	躯体蓄熱システムの二次ポンプの搬送動力が過大	熱負荷に応じて発停するよう制御を最適化
...	...	...

#### 4-5 実績ベースでのZEB Ready達成

2016年6月から2017年7月の1年間の一次エネルギー消費量(図-7)の実績値を見ると、513MJ/m²・年を示し、WEBプログラミングで計算された基準ビルの値(1,085MJ/m²・年)に比べて、53%低い値となり、実績ベースでのZEB Readyを達成した。発電分(152MJ/m²・年)を反映すれば、67%低い値となり、基準ビルの1/3程度の一次エネルギー消費量での運用が可能であるといえる。

内訳を見ると、基準ビルの値に比べて、空調で44%、照明で70%削減されており、高効率設備の導入および運用改善の効果が表れている。

## 5. 快適性向上のための取り組み

### 5-1 設備機器ユニットによるドラフトレス空調および良好な明るさ感照明

空調機器と照明機器を一体化させた設備機器ユニット「CEILING FREE®」(写真-5)を導入した。

空調部分にはアクティブチルドビームを用いており、執務者に気流を感じさせないドラフトレスな環境を形成した。実際の執務環境において、風速は0.1~0.3m/s程度であり、低風速な環境となることを確認した。

照明部分は、机上面だけでなく壁面などを明るくすることにより「明るさ感」を高める形状のデザインにした。明るさ感指標であるNB値は、推奨値の7以上を満足する8~11以上となった。

これら空調と照明を一体にすることで、快適性を向上させつつ、施工性とメンテナンス性を向上させた。また、天井材を必要としないデザインのため、工期短縮も実現できた。

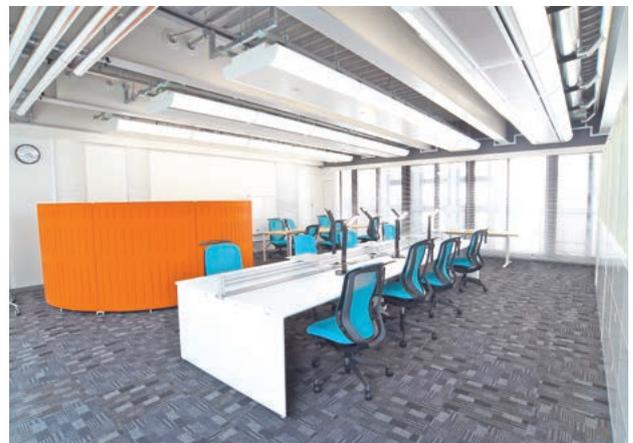


写真-5 設備機器ユニット「CEILING FREE」

### 5-2 継続的な温熱環境測定による環境モニタリング

室内の上下温度分布を継続的に測定し、快適範囲内の温熱環境が実現されているか評価した。その結果、夏期のペリメータにおける温度分布を例に挙げると、図-8のとおり、足元(床高100mm)と頭部付近(床高1,500mm)の温度差は1℃以下であった。

また、夏期および冬期には短期測定を実施した。卓上ロガー(写真-6)により、放射温度および温湿度を測定したところ、図-9に示すとおりASHRAE Standard 55-2013の推奨範囲内であった。この結果から、良好な温熱環境が形成されていることを確認した。

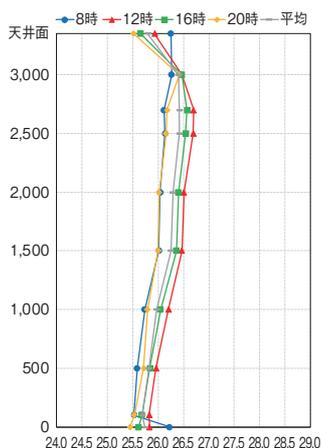


図-8 温度分布



写真-6 卓上環境ロガー

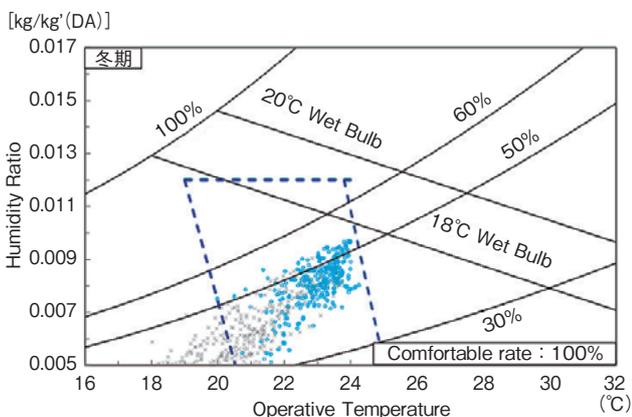


図-9 卓上の温湿度分布

### 5-3 季節ごとのアンケート調査による不満項目の抽出

執務者の感じている不満項目を抽出するため、季節ごとにアンケート調査を実施した。一例を取り上げると、「A1サイズの設計図面を見るには、現状のタスク照明では照らす範囲が狭い」という意見が挙げられたため、設計部門の社員には広配光角のタスク照明(写真-7)に交換するなど、きめ細やかな環境改善を実施した。



写真-7 広配光角のタスク照明の導入

### 5-4 「過ごしやすさ」の増進

このような環境改善により、総合的な満足度と考えられる「オフィスの過ごしやすさ」について調査した。その結果、図-10に示すとおり、「過ごしやすい」と答える割合が初年度に比べて30%増加し、60%以上の多数の執務者が「満足」と感じるオフィスへと発展できた。

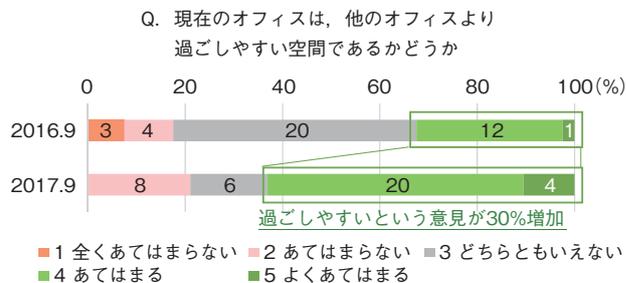


図-10 「過ごしやすさ」の推移

## 6. おわりに

直流給電システムおよび地中熱システムの導入、熱源機器のダウンサイジング、継続的な運用改善により、実績ベースでZEB Readyを達成した。また、継続的な環境モニタリングおよび環境改善によって、オフィスでの過ごしやすさが増進し、快適性の高い空間形成を実現した。

今後当社は、ZEBリーディングオーナーおよびZEBプランナーとして、このエネフィス九州の検証で得た実績やノウハウを活用し、ZEBの普及・展開に貢献していきたい。