

カーボンニュートラル賞

受賞名称
第6回カーボンニュートラル賞 近畿支部 奨励賞
カーボンニュートラル賞選考支部名称
第6回カーボンニュートラル賞選考委員会 近畿支部
業績の名称
関西電力南大阪営業所における環境負荷低減計画と検証・評価
所在地
大阪府堺市堺区熊野町東2丁目2-20

応募に係わる建築設備士の関与

関西電力株式会社	光野 茂生
株式会社昭和設計	谷口 勝則

応募者又は応募機関

代表応募者・機関	関西電力株式会社					
建築主	関西電力株式会社					
設計者	株式会社昭和設計					
制御開発者	株式会社アレフネット					
建物管理者						
建物利用者						
検証者						
延床面積	7,338	m ²				
階数	地上8階	地下-階	塔屋-階			
主用途	事務所					
竣工年月日	2014年8月					

支部選考委員長講評

<p>①省エネルギーへの取組・工夫 定量評価としてC02削減率が68%と高い。本建物は、低炭素都市『クールシティ・堺』の実現を目指す大阪府堺市における低炭素社会をリードする次世代型オフィスを目指し、様々な環境配慮技術を導入した。建物配置、コア計画の合理化、庇・縦ルーバー、高断熱化、Low-E複層ガラス、太陽光追尾装置付電動ブラインドの採用により空調負荷低減を図る。また、太陽光発電、昼光利用設備等自然エネルギーの活用、高効率機器の採用等により、環境共生に配慮した計画である。設計段階で実施したCASBEE堺による評価では、全項目でレベル3以上、BEE=3.1となった。</p> <p>②再生可能エネルギー、自然エネルギーの利用・工夫 照明電力消費量の低減のため、昼光の有効利用を図りため電動ブラインドを採用した。電動ブラインドを太陽光追尾装置により制御し、さらに照明を照度センサー制御した。電動ブラインドは、羽根角度を制御し曇り・雨天時にも昼光を取り入れるシステムとした。</p> <p>③業績の先進性・独創性及び汎用性・普及性 太陽光追尾装置によるブラインド制御と照度センサーの照度制御により、より効率的な昼光利用の運転のシステムを開発した。今後の普及が期待される。電気式ビルマルチ空調機の高効率化ため、屋外機の外部、室内設定温度、設定照度などを制御し、最も効率が高い40%付近の領域で運転するようにした。</p> <p>④総合判定 建物の外負荷の低減するために50mmの断熱材やLow-E複層ガラスの採用、さらには事務室からの眺望性にも配慮しつつ、南東面は水平庇、南西面は水平庇+縦ルーバーを採用した。また照明電力消費量の低減には太陽光追尾装置付きブラインドと照度センサーによる照度制御を行った。またヒートポンプ高効率運転など行っている。このように従来技術のさらに進化させ、C02削減率が68%効果を挙げているのは高い評価ができる。</p>

業績の名称： 関西電力南大阪営業所における環境負荷低減計画と検証・評価

■ 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. 業績概要

1.1 計画概要

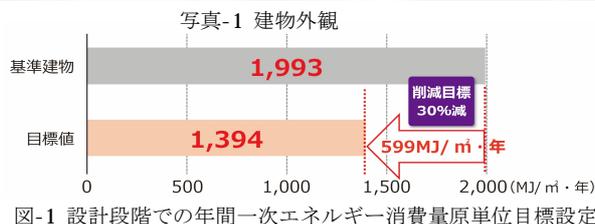
本建物は、低炭素都市『クールシティ・堺』の実現を目指す大阪府堺市のシンボルロード沿いに位置することから、地域における低炭素社会をリードする『次世代型オフィス』にふさわしい外観を目指すと共に、様々な環境配慮技術を導入した。設計段階において一般事務所ビルの年間一次エネルギー消費量原単位 (1,993MJ/m²・年) から 30% 削減した 1,394MJ/m²・年を目標値とし (図-1)、竣工後の運用実績で 662MJ/m²・年と目標値に対して約 53%の削減 (一般事務所ビル比約67%削減) を達成した。また、『防災』の観点では、南海トラフ巨大地震に備えた堺市の津波避難対策のひとつである津波避難ビルに指定され、緊急避難場所としての役割も担うことから、災害時の復旧活動拠点として施設の機能維持に必要な設備を導入した。

1.2 建築概要

- 建築主 : 関西電力 (株)
- 建設地 : 大阪府堺市堺区熊野町東2丁目2-20
- 敷地面積 : 3,245 m²
- 建築面積 : 1,029 m² (本館棟)
- 延床面積 : 7,338 m² (本館棟)
- 構造 : 鉄骨造 (本館棟)
- 階数 : 地上8階 (本館棟)

1.3 設備概要

- < 電気設備 >
 - 受電設備仕様：高圧受電設備 / キュービクル
 - 主たる照明器具：高効率高周波点灯型蛍光灯、LED 照明
 - その他：太陽光発電設備 (20kW), エネルギー見える化設備
- < 空調設備 >
 - 熱源：電気式空気熱源ヒートポンプビル用マルチエアコン (EHP)
 - 換気：直膨コイル付全熱交換器による第1種換気 (居室)
 - 自動制御：外部指令による個別空調最適運転制御
- < 給排水衛生設備 >
 - 給水設備：加圧給水方式
 - 給湯設備：CO₂冷媒ヒートポンプ給湯システムによるセントラル給湯方式 (厨房・浴室系統)
 - 電気温水器 (便所系統)



2. 環境配慮計画

建物配置、コア計画の合理化、庇・縦ルーバー、高断熱化、Low-E 複層ガラス、太陽光追尾装置付電動ブラインドの採用により空調負荷低減を図る。また、太陽光発電、昼光利用設備等自然エネルギーの活用、高効率機器の採用等により、環境共生に配慮した施設計画とする。設計段階で実施したCASBEE堺による評価では、全項目でレベル3以上、BEE=3.1となった。

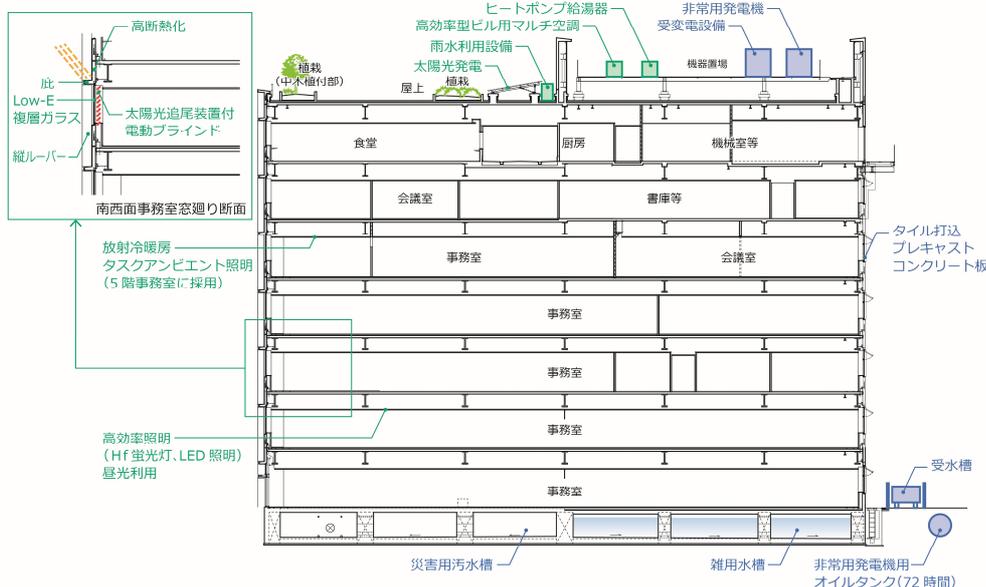


図-2 環境配慮手法計画図

業績の名称： 関西電力南大阪営業所における環境負荷低減計画と検証・評価

■ 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

2 / 4

2.1 外皮計画

本建物では、高断熱化（壁・屋上の断熱材厚さ50mm採用）と Low-E 複層ガラスの採用に加えて、各方位での最大熱負荷計算により日射負荷削減効果を比較検討し、南東面は水平庇、南西面は水平庇+縦ルーバーを採用し、出幅は全て600mmとした。また、庇の位置や縦ルーバーのピッチは、事務室からの眺望性にも配慮し、決定した（図-3）。

採用した建築的手法の外皮負荷削減効果を検証するため、BEST を用いて、年間熱負荷係数（PAL 値）を算出し、標準建物と比較した。表-1 に比較ケースとその熱負荷削減効果を示す。高断熱化（断熱材50mm採用）と Low-E 複層ガラスの採用（CASE 4）により、標準建物（CASE1）と比較して年間熱負荷係数を約 16.5% 削減できることが分かった。さらに南東に水平庇、南西に水平庇+縦ルーバーを計画（CASE 5）し、約20%の削減を図った。

2.2 昼光ブラインド制御

事務所ビルの照明電力消費量は建物全体の約20%と多く、その消費量を削減することは建物全体のエネルギー消費量削減に寄与し、また冷房負荷低減にもつながる。本建物では事務室において、昼光の有効利用を目指し、照度センサと連動した調光機能付きの高効率照明器具を採用した（図-4）。また、天空光を積極的に取り込むため、太陽光追尾装置付電動ブラインド（図-5）を採用した。執務室の照明器具には、高効率照明器具（1、2、5 階：LED 照明器具、3、4 階：Hf 蛍光灯）を採用している。

電動ブラインドは、屋上に設置した太陽光追尾装置（図-6）と連動して、分単位で羽角度を制御することができる。太陽光追尾装置は、太陽の直射光により天候を判断しており、曇・雨天日にブラインドの羽を水平にして昼光を取り入れることで、照明器具の出力を低下させる。電動ブラインド制御により1階から5階事務室の1日の照明電力消費量合計は、制御無しの場合と比較して約12%削減できていることを確認した。

さらに、年間の照明電力消費実態を検証した。図-7に執務室の月間照明電力消費量と日照時間の推移を示す。年間を通して約3,000kWh/月で、日照時間が多い月の消費量が少ない傾向にある。2階事務室の代表日（2015/9/1：晴、2015/9/3：雨）における照明電力消費量の推移を図-8に示す。9/1と9/3を比較すると、日射強度の大きい9/1の方が昼間の電力消費量が少ない。昼光利用により、照明出力が絞られていることが分かる。特に、LED照明採用フロアでは照度500lx設定で平均照明消費電力が3.4W/m²と非常に小さい。

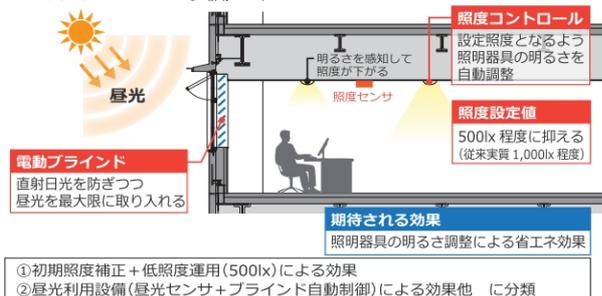


図-4 昼光利用計画

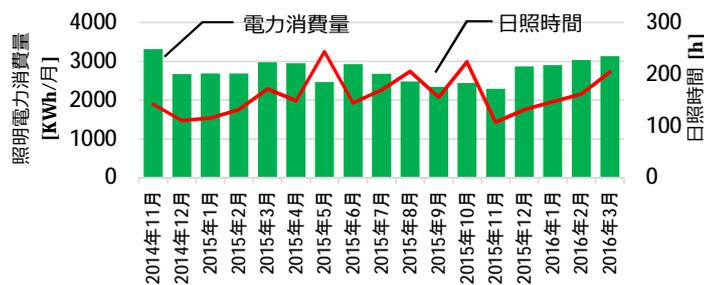
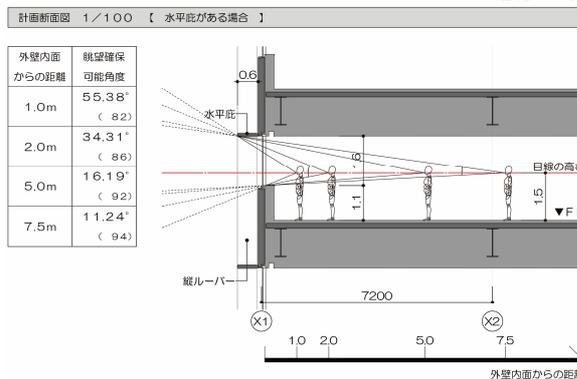
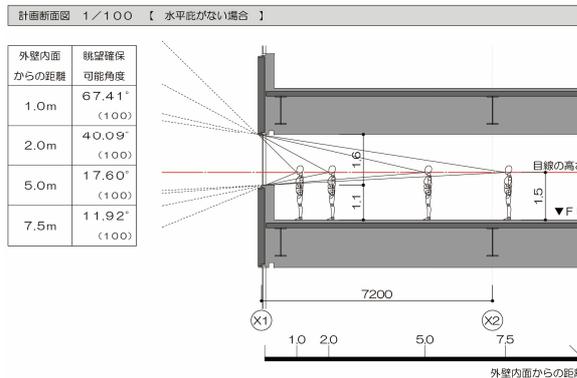


図-7 執務室の月間照明電力消費量と日照時間の推移



・庇、縦ルーバー設置は、内部からの眺望も検討し、取付位置等を決定

図-3 庇による眺望の検討例

表-1 熱負荷削減効果ケーススタディ

CASE	断熱仕様	ガラス	庇	熱負荷削減効果
CASE 1	壁 25mm 屋上 50mm	フロート8mm	なし	100
CASE 2	壁 25mm 屋上 50mm	ペア6mm	なし	93.1
CASE 3	壁 50mm 屋上 50mm	ペア6mm	なし	92.7
CASE 4	壁 50mm 屋上 50mm	Low-E	なし	83.5
CASE 5 採用	壁 50mm 屋上 50mm	Low-E	南東：水平庇 南西：水平庇 +縦ルーバー	80.0



図-5 電動ブラインド



図-6 太陽光追尾装置

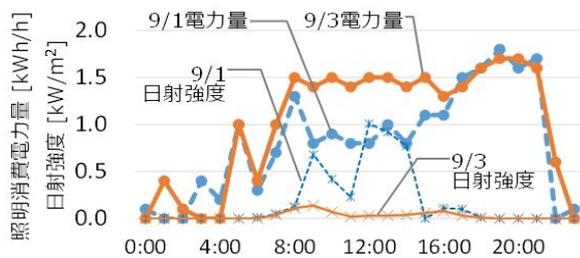


図-8 2階事務室の代表日における照明電力消費量の推移

業績の名称： 関西電力南大阪営業所における環境負荷低減計画と検証・評価

■ 業績の概要とカーボンニュートラルに係わる取り組みの説明

3 / 4

3. 外部指令による個別空調最適制御の開発概要と検証結果

3.1 開発概要

本建物の空調設備には、設計・施工が容易でコスト面に優れ、運転効率が低い電気式空気熱源ヒートポンプ方式ビル用マルチ空調機（以下、EHPと称す）を全面的に採用した。EHPは一般のユーザーには使い勝手がよいが、性能検証を行うにあたっては、処理熱量や運転挙動が把握できず、徹底した省エネルギーと室内環境、空気質などの最適性を考慮する等きめ細やかな制御を行うことは難しい。そこで、メーカーの協力のもとEHPの運転データを取得し、外部からEHPに対して運転指令を行うことができる空調・照明外部指令制御システム(図-9)を開発した。当システムにより、EHPの能力・運転状態や室内環境を監視しながら、EHP室外機出力・室内設定温度や設定照度を段階的に抑制することが出来る。導入した省エネルギー制御の一覧を表-2に示す。

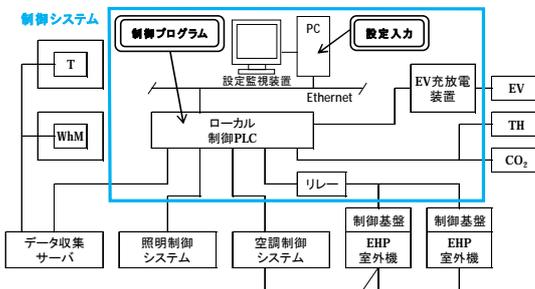


図-9 空調・照明外部指令制御システム概要図

表-2 導入した省エネルギー制御一覧

No.	制御名称	制御概要
(1)	EHP高効率運転制御	室内負荷処理用EHPの室外機を高効率な出力領域で長時間運転させる。
(2)	外気処理機温湿度制御	吹出空気に対する設定温度を持たない外気処理機に対して、室外機の出力を調整して、室内温湿度を最適な範囲とする。
(3)	外気処理機CO ₂ 濃度制御	外気処理用室内機を室内CO ₂ 濃度に応じて台数制御することで外気導入量を必要最小限とする。
(4)	連続デマンド制御	空調・照明設備に対する能力抑制、EVの充電によってデマンドを抑制する。デマンド抑制を1~10の10段階に分けて段階的に行うことで、室内環境の変化を最小限にする。

* (1)~(3)を合わせて個別空調最適制御と呼ぶ。EV：電気自動車

EHP高効率制御では、図-10に示す通り、当該建物のEHPは負荷率40%付近の領域でCOPが高くなることから、この時間帯での運転を長時間化する制御とした。また、室内温湿度やCO₂濃度に応じて外気処理用EHPの室外機出力や運転台数を制御することで、徹底した省エネルギーと適正な室内環境の両立を目指した。さらに、EHP室外機の出力制限や室内温度・照度設定を最大デマンドに応じて段階的に抑制する制御（連続デマンド制御と称す）も導入している。これらの省エネルギー制御を運用開始後から実証試験を行い、その効果と快適性を評価し有効性を確認した。

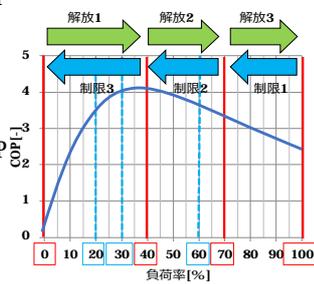


図-10 EHP高効率制御概要図

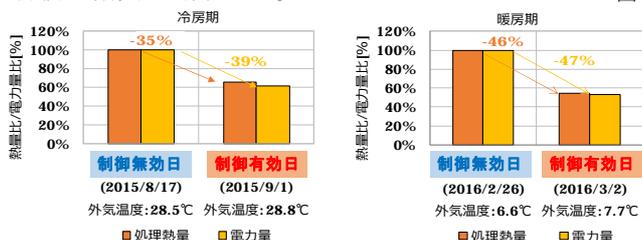


図-11 個別空調最適制御結果

3.2 個別空調最適制御の検証結果

図-11に個別空調最適制御の代表日における結果を示す。外気温度の近い日で制御無効日と制御有効日の空調電力消費量を比較した結果、冷房期で39%、暖房機で47%の削減を達成した。個別空調最適制御を年間を通じて有効にした場合の効果等を推定したところ、夏季(7月~9月)は約21%、夏季以外は約20%の電力消費量削減効果があると試算された。

図-12は冷房期における個別空調最適制御を行った時の室外機の運転状況および代表室内温湿度である。制御無効日は外気処理用EHPが給気温度の設定値を持たないため、室内負荷処理用EHPの設定温度26度以下に冷房していた。それに対して、制御有効日はEHPの出力が抑えられ、室内温度は設定値に近づく結果となった。

図-13は外気処理機CO₂濃度制御の制御結果である。室内CO₂濃度に合わせて外気導入量を必要最小限に調整することで、外調機の延べ運転時間を常時2台運転に比べ43%削減し、外気負荷を抑制することが出来た。

個別空調最適制御の無効日・有効日それぞれにおいて、在室者へのアンケートを実施した。温度環境・湿度環境ともに制御無効日と制御有効日で満足度の差は見られず、温度環境は7割以上、湿度環境は8割以上が不満ではないとの回答であった。このアンケート結果と図-12より、在室者は個別空調最適制御によるわずかな室内環境の変化に気づかなかったと考えられる。

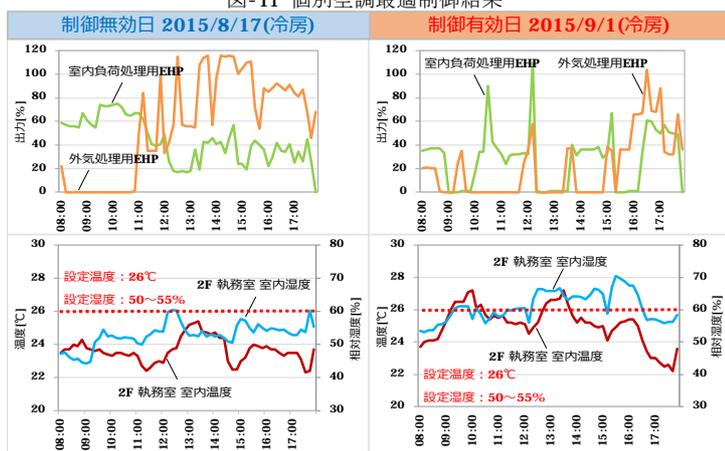


図-12 個別空調最適制御時の室内環境

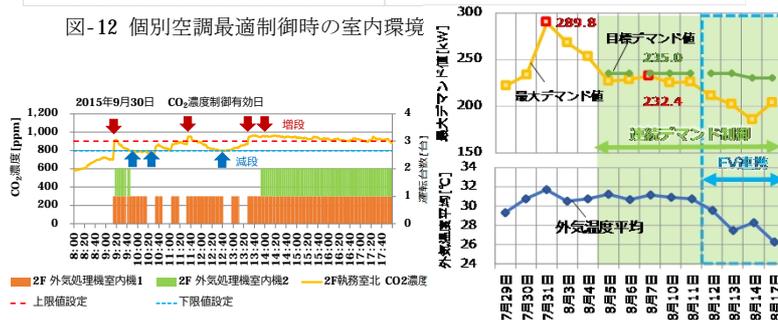


図-13 外気処理機CO₂濃度制御結果

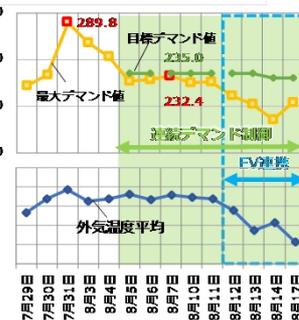


図-14 連続デマンド制御結果

3.3 連続デマンド制御検証結果

図-14には連続デマンド制御の結果を示す。制御無効日の最大デマンド値289.8kWに対して、制御有効日は空調・照明能力を段階的に抑制することで最大デマンド値は232.4kWとなり、57.4kW(約20%)のデマンド抑制効果が見られた。

業績の名称： 関西電力南大阪営業所における環境負荷低減計画と検証・評価

■ 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

4. 太陽光発電設備の計画と実績

4. 1 太陽光発電設備の計画

本建物には、7階の屋上部（8F）、8階の屋上部（RF）に据置型の、階段室窓に建材一体型（採光型）の太陽光発電設備を計20kW 設置している（図-15）。

4. 2 太陽光発電実績

図-16に太陽光発電電力量の実績値を示す。2015年4月は、パワーコンディショナーの設備不良により、発電量が計測されていないが、2016年3月に月最大発電量(2,029kWh)を計測し、年間では約16,255kWh 発電した。これは建物全体の電力量の約3.4%に相当する。図-17に13時における発電量と全天日射量との相関を示す。日射量が増加するに伴い発電量も増加し、最大14.4kW (2016/3/12 13:00)を計測した。建材一体型（階段室窓）の発電電力量は、最大5.4kW (2016/1/25 14:00)を計測し、設備容量の65.1%であった。垂直面への設置ということもあり、据置型と比較すると稼働率が低くなった。



図-15 太陽光発電設備定格容量

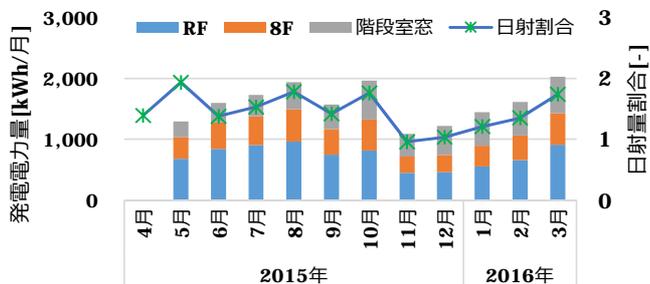


図-16 太陽光発電電力量の実績値

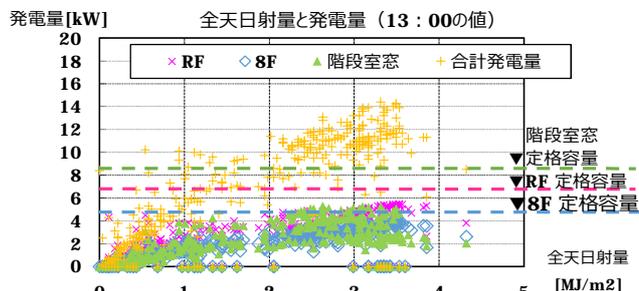


図-17 全天日射量と発電電力量の相関

5. 2015年度エネルギー消費実績・エネルギー消費量原単位

5. 1 月間電力量および年間電力量の用途別比率

図-18に建物全体の月間電力消費量を、図-19に2015年度の年間電力消費量の用途別比率を示す。空調負荷が大きい夏、冬に熱源電力消費量が多く、建物全体では8月にピークが発生した。特殊用途である通信機器室を除いた用途別電力消費量比率では、年間を通して電力を消費している「電灯コンセント」の比率が27%と最も多く、次に「熱源」が22%、「厨房」が13%を占めた。

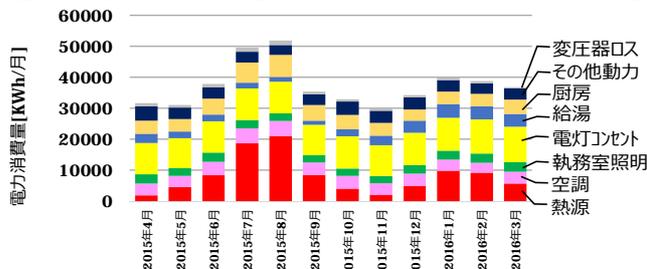


図-18 月間電力消費量の推移

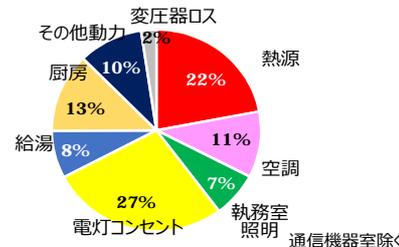


図-19 年間電力量の用途別比率

5. 2 通信を除く一次エネルギー消費量原単位

図-20に2015年度（2015年4月～2016年3月）の年間一次エネルギー消費量原単位を、図-21にZEBチャートを示す。基準建物の原単位を1,993MJ/m²・年とすると、実績値は662MJ/m²・年（CO₂排出量換算値33.6kg-CO₂/m²・年）と約67%削減を達成しており、本建物は、ZEBreadyクラスの性能を発揮できている。熱源・空調の削減効果については使用者による省エネルギー活動（運転エリアや運転時間の適正化）による効果が大きい。その他に、中間期における外気冷房運転や個別空調最適制御導入の効果、電灯では、昼光ブラインド制御や使用者による省エネルギー活動（点灯エリアや点灯時間の適正化）による効果が、主な削減要因として挙げられる。

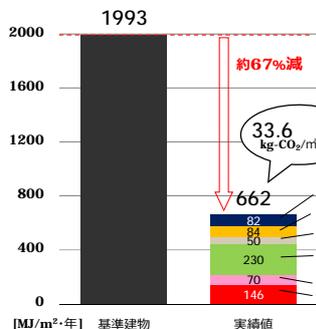


図-20 年間一次エネルギー消費量原単位

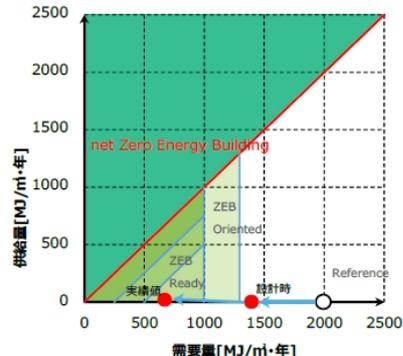


図-21 ZEBチャート

5. 3. まとめ

南大阪営業所は、『環境・人にやさしい次世代型営業所』を目指して、多種多様な環境負荷削減手法を可能な限り低コストで導入するとともに、外部指令による個別空調最適制御手法を開発し採用した。竣工以後、性能検証WGを定期的に開催し、計測データや実証試験結果を用いて室内環境やエネルギー性能を検証・評価した。その結果、設計当初の目標である一般事務所ビルの年間一次エネルギー消費量原単位から約67%の削減を達成した。今後も継続的な省エネルギー活動を推進していく。