

関西電力南大阪営業所における省エネルギー計画と運用実績の検証・評価

Study on Verification and Evaluation of Environmental Design and Energy Performance
of Minami Osaka Office of The Kansai Electric Power Co., Inc.

関西電力株式会社

The Kansai Electric Power Co., Inc.

山口 麻有、井野 邦子、岸本 卓也

Mayu Yamaguchi, Kuniko Ino, Takuya Kishimoto

キーワード：省エネルギー(Energy Conservation)、個別分散空調システム (Variable Refrigerant Flow(VRF) System)、性能検証(Performance Verification)、EHP、最適制御 (Optimal operation control)

1. はじめに

南大阪営業所は、昭和 32 年の新築以来、地域の業務拠点としてその役割を果たしてきたが、建物の老朽化や狭隘化が進み、業務運営上の安全性や効率性の向上を目指して、建替えを行うこととなった。「低炭素社会の実現」、「サステナブル建築」、「女性が働きやすい社会」が求められる時代において、関西電力は環境問題への取り組み、地域社会への貢献、良好な職場環境の構築等の方針に基づき活動しており、建替えにあたって、『環境』・『防災』・『快適』をキーワードに掲げて計画を検討した。特に『環境』の観点では、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。また、『防災』の観点では、災害時の復旧活動拠点であることに加え、南海トラフ巨大地震に備えた堺市の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、施設の機能維持に必要な設備を導入した。

環境と共生する営業所

- ・空調負荷低減（庇・縦ルーバー、高断熱化、Low-E複層ガラス等）
- ・自然エネルギーの活用（太陽光発電、昼光利用、雨水利用）
- ・高効率機器の採用（空調、照明、給湯）

防災の砦となる営業所

- ・耐震性の高い建物構造（耐震ブレース、外壁剥離対策）
- ・非常用電源の確保（非常用発電設備、受変電設備等の屋上設置）
- ・非常時給水設備等の確保（受水槽の津波漂流物対策、雑用水槽による便所洗浄水確保、災害用汚水槽等）

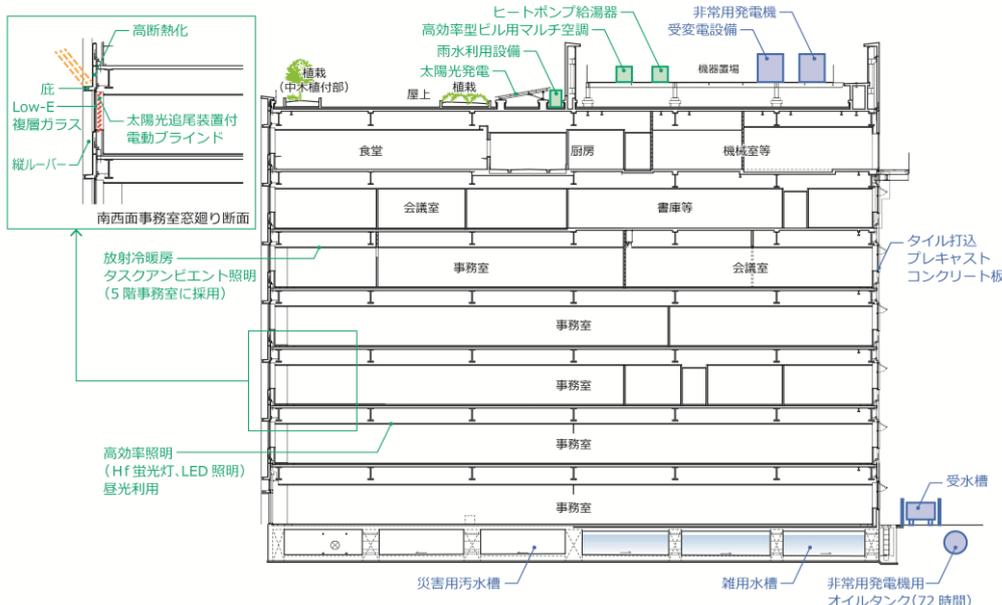


図-1.1 計画意図（コンセプト）と具体的な取り組み

2. 計画概要

南大阪営業所の建築概要及び設備概要を以下に示す。また、建物外観を図 2-1 に示す。

建築概要

建築主 : 関西電力(株)
 設計 : (株) 昭和設計
 工事監理 : 関西電力(株)
 施工 : 建築/(株) 竹中工務店
 電気・空調・衛生/(株)
 かんでんエンジニアリング
 建設地 : 大阪府堺市堺区熊野町東 2 丁 2-20
 地域地区 : 商業地域、防火地域、駐車場整備地
 区、埋蔵文化財包蔵地、法 22 条区域
 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)



図-2.1 建物外観

設備概要

< 電気設備 >

受電方式: 高圧 2 回線受電
 受電電圧・周波数: 3 相 3 線 6600kV 60Hz
 受電設備仕様: 高圧受電設備/ キュービクル
 発電機仕様: ディーゼル発電機 300kVA 地下オイルタンク 7000L (72 時間分)
 配電方式: 電灯/ 単相 3 線 210/105V、動力/ 3 相 3 線 210V
 主たる照明器具: 高効率高周波点灯型蛍光灯、LED 照明
 通信・情報設備: 放送、テレビ共聴、入退室管理、ITV カメラ
 防災設備: 自動火災報知設備
 その他: 太陽光発電設備、見える化設備

< 空調設備 >

熱源: 電気式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)、第 3 種換気 (便所・倉庫)
 自動制御: PLC 方式、最適運転制御設備

< 給排水衛生設備 >

給水設備: 加圧給水方式
 給湯設備: 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)
 排水設備: 汚水、雑排水、厨房排水
 通気: ループ通気
 消火: 屋内消火栓、連結送水管

< 搬送設備 >

エレベーター: 2 台

3. 合理的な環境負荷低減手法の導入計画と BEST ツール^{注)} を用いた検証・評価

3.1 配置計画・平面計画

堺市のシンボルロードに面して本館棟を配置する計画とした。(図-3.1)。

執務室は約 15m スパンの無柱空間を確保するとともにモジュール寸法を採用することで、建物利用者の快適性や将来の更新に対する柔軟性の向上を図った。また、コアを西側に計画し、西日の日射負荷抑制を図ると同時に、周辺地域へのプライバシーに配慮した(図-3.2)。



図-3.1 配置計画

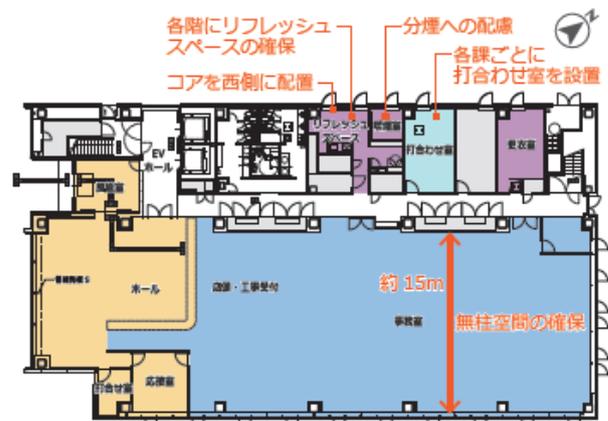


図-3.2 平面計画

3.2 外皮計画

空調エネルギー消費量の削減には外皮負荷の抑制が重要である。本建物では、高断熱化(断熱材 50mm 採用)と Low-E 複層ガラスに加えて、庇・縦ルーバーを採用した。最大熱負荷計算により日射負荷削減効果を比較検討し、出幅は全て 500mm、南東面は水平庇、南西面は水平庇+縦ルーバーとした(図-3.3)。庇の位置や縦ルーバーのピッチは、事務室からの眺望にも配慮して決定した(図-3.4)。外皮負荷削減効果を検証するため、BEST ツールを用いて、年間熱負荷係数(PAL 値)を算出し、標準建物と比較した。表-3.1

に比較ケースとその熱負荷削減効果を示す。CASE1（標準建物）と比較して、高断熱化（50mm）とLow-E 複層ガラスに加えて、南東に水平庇、南西に水平庇+縦ルーバーを計画したCASE 5は、約20%の削減効果が期待できる。

さらに、太陽光追尾装置を用いた自動制御ブラインドにより、直射日光の遮蔽と昼光利用の両立を図った。

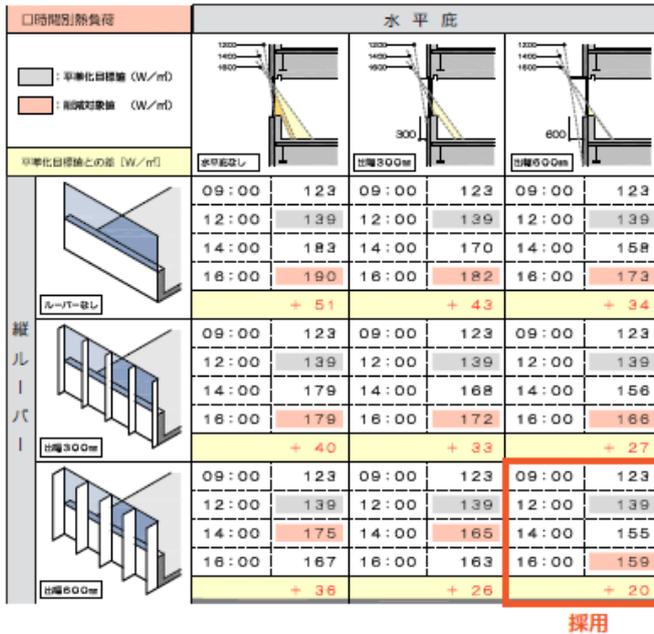


図-3.3 庇の寸法・形状による熱負荷の検証例（南西面）

3.3 合理的な環境負荷低減手法の導入計画

環境負荷低減手法は多岐にわたり、省エネルギー効果は個々の手法により様々である。本建物では、計画段階において、環境負荷低減手法のコストと効果を整理し、費用対効果の高い手法から優先的に導入することで目標の達成を図った（図-3.5、図-3.6）。

また、運用開始後に性能検証を行い、目標性能が発揮されていることを確認した。

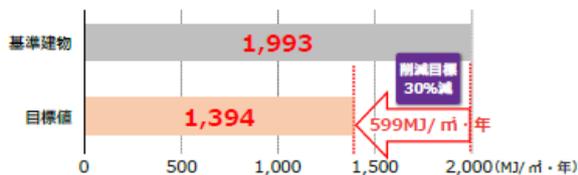


図-3.5 一次エネルギー消費原単位削減目標

4. ビル用マルチエアコンの高度な制御手法の開発と検証・評価

本建物では、電気式ビル用マルチエアコン（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、性能検証にあたっては、処理熱量や運転挙動が把握できず、制御の自由度も低いため、徹底した省エネルギーと室内環境の維持の両立を追及することは難しい。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

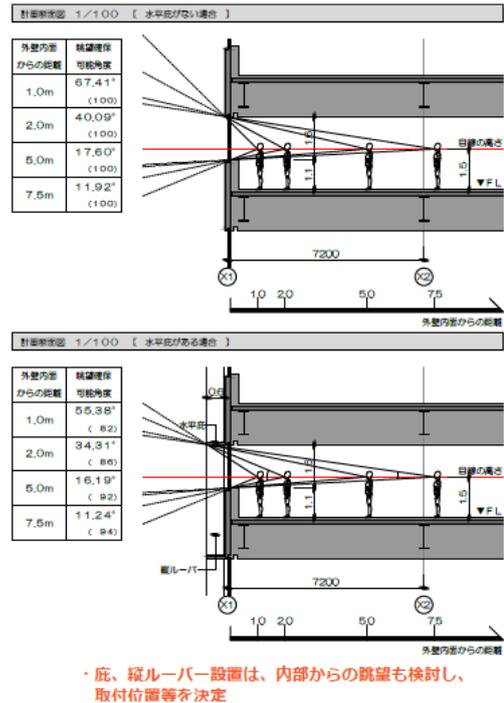


図-3.4 庇による眺望の検討例

表-3.1 PAL 値ケーススタディ

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	壁 50mm 屋上 50mm	Low-E	南東：水平庇 南西：水平庇 +縦ルーバー	80.0

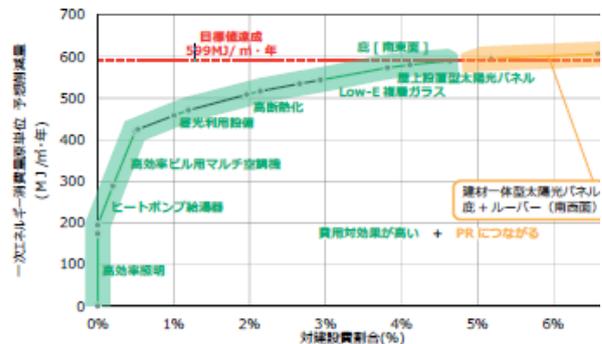


図-3.6 各種手法による費用対効果

ができる空調・照明外部指令制御システムを開発し、本建物に採用した。当システムを活用し、室温を考慮しながら EHP の COP 向上を図った。また、室内温湿度や CO₂ 濃度に応じて外気処理用 EHP を最適に制御することで、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。運用開始後には実証試験を行い、これらの制御による省エネルギー効果と快適性を評価した。

4.1 システム計画概要

1) 概要

室内機は天井内埋込のダクト方式とし、給気は天井高 2.8m からの拡散性を考慮して、アネモ吹出口を採用した。外気処理機には床置型の全熱交換器付き外気処理用 EHP を採用した。当該建物での執務室の空調システム概要図を図-4.1 に示す。

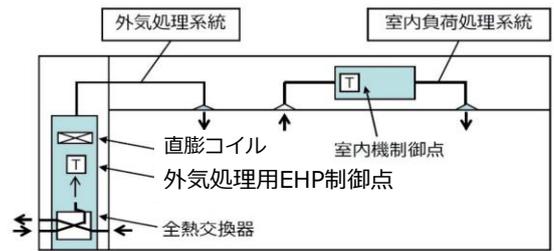


図-4.1 執務室空調システム概要図

2) 空調・照明外部指令制御システムの開発

EHP はその制御内容がメーカー独自の方式となっており、処理熱量や運転挙動の把握が困難であることから、性能検証を行うにあたっては意図する制御の実現が難しい。そこで、メーカーの協力を得て、外部から EHP の運転データを取得することでその制御状況を「見える化」し、かつ外部から EHP に対して運転指令を行うことが可能な空調・照明外部指令制御システムを開発し、本建物に導入した（図-4.2）。なお、制御対象については、全館に採用している EHP のうち、長時間使用される執務室系統とした（表-4.1）。制御システム側からみた EHP の入出力信号の一覧を表-4.2 に示す。

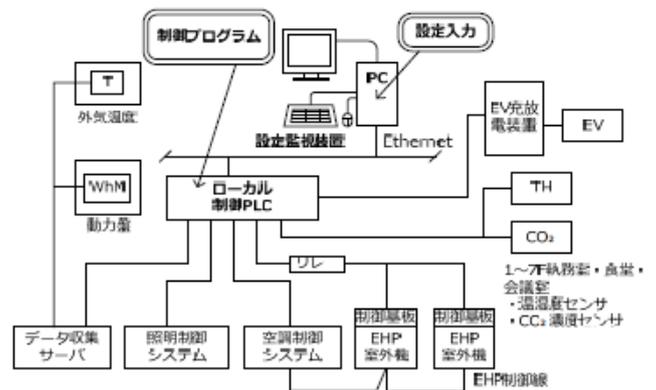


図-4.2 空調・照明外部制御システム

表-4.1 EHP 機器一覧

対象	階数	機器記号	系統	能力[kw]		
				冷房	暖房	
制御対象	1階	ACP1-1	北側系統	69	78	
		ACP1-3	外気処理機	34	38	
	2階	ACP2-1	南側系統	45	50	
		ACP2-2	北側系統	56	63	
	3階	ACP2-5	外気処理機	34	38	
		ACP3-1	南側系統	56	63	
	4階	ACP3-3	外気処理機	28	28	
		ACP4-1	南側系統	56	63	
	5階	ACP4-2	北側系統	34	38	
		ACP4-3	外気処理機	28	32	
	6,7階	ACPS-1	南側系統	45	50	
		ACPS-5	外気処理機	28	32	
	制御対象外	合計	ACP7-1	食堂系統	56	63
			ACP-NW-3	外気処理機	45	50
合計				613	683	
合計				321	367	

4.2 EHP 高効率運転制御の開発

1) 制御概要

当該制御システムを利用することで、EHP の能力を把握できる。一定期間の運転を経て、負荷率と COP の関係をプロットした結果、一定の負荷率領域で EHP の COP が最大となる傾向を確認できた。また、一般的には EHP は設計容量が過大であり、低負荷率での運転頻度が多くなる傾向にある。これらの傾向を踏まえて、室温に配慮しながら、EHP を高効率な負荷率帯で運転させる制御手法を開発した。図-4.3 に、冷房期間での制御イメージを示す。特徴は、以下の通りである。

① 室外機に出力上限指令を与えて能力を抑制する。

表-4.2 EHP 入力出力信号一覧

機器種別	入出力	ポイント名	内容
室内機	入力	発停状態	運転 / 停止
		運転モード	冷房/暖房/送風/ドライ/自動
	出力	室温 (吸込温度)	-50.0~100℃
		設定温度	15.0~35.0℃
室外機	出力	発停指令	運転 / 停止
		設定温度	15.0~35.0℃
	入力	能力	1時間の積算値, 毎時00分に算出
		COP	1時間の平均値, 0.0~9.9, 毎時00分に算出
		電流	電流値 (0.0-999.9A), 1分毎に算出
		定格電流比率	1分毎に算出, 定格電流に対する現在電流比
出力	電力	データ収集サーバより1分毎に算出	
	能力積算	能力 (=処理熱量)の積算カウンタ	
出力	出力上限値設定	停止, 40%, 70%, 開放の4Step	

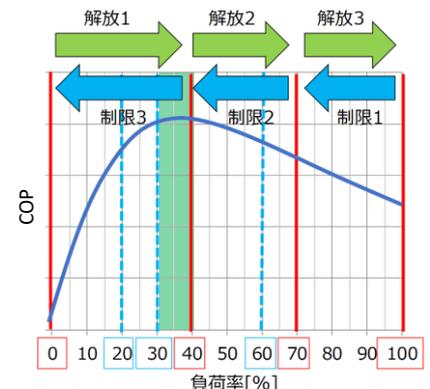


図-4.3 EHP 高効率運転制御イメージ

- ②室温と設定温度の温度差を考慮して出力上限を変化させる。
- ③室外機出力 20% 以下では強制的にサーモ OFF させて、低負荷運転を回避する。

2) 検証結果

制御無効日と制御有効日を切替えながら運用し、外気温度が近い日の実績を比較した。図-4.4 に、代表日として2015年7月3日（制御無効日）と7月8日（制御有効日）の2階事務室の冷房期における運転実績を示す。制御を有効にすることで、室外機出力の変化幅は小さくなり、安定した運転となっている。また、制御無効時に比べて室温の大きな変化は見られなかった。図-4.5 に示すように、負荷率30%~40%の運転時間が29% 増加した点、室外機出力の変化幅が小さくなった点が、EHP 効率向上の要因である。図-4.6 に冷暖房期間中の制御無効時に対する有効時のCOP 向上率を示す。制御を有効にすることで、COP は冷房期23.2%、暖房期7.4%向上した。暖房期は元々空調負荷が小さく、高負荷抑制の機会が少ないため、冷房期よりも効果が小さい結果となった。全フロアでの制御対象室外機全ての電力消費量で比較すると、冷暖合わせた1日平均で19.7%の電力消費量を削減できた。

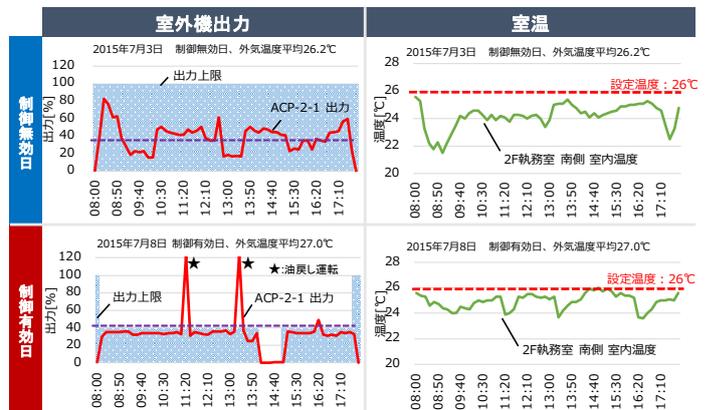


図-4.4 EHP 高効率運転代表日の運転実績比較

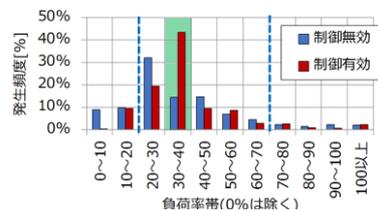


図-4.5 負荷率発生頻度（冷房）



図-4.6 COP 向上率

4.3 EHP 外気処理機最適運転制御法の開発

1) 温湿度制御

今回対象とした外気処理用 EHP は、図-4.1 に示す外気処理用 EHP 制御点の温度と設定値（冷房 25°C・暖房 21°C）の大小関係で冷却加熱量を一律に決定するため、給気温度を制御できず、必要以上に顕熱及び潜熱処理を行う要因となる。また、加湿方式は滴下浸透式であるが、湿度調節器を適切に設置していないため、湿度設定ができず加湿量は成り行きとなっている。このような事例は一般にも散見される。このため、室内負荷が小さい条件では、過剰な熱処理が生じ、適正な室内環境の維持と省エネルギーが実現できない要因になっている。そこで、室内温湿度により外気処理用 EHP の出力を調整する温湿度制御を導入した。

暖房を例にした制御概要図を図-4.7 に示す。制御無効時は、制御点の温度と設定値の差によって、室外機の出力が制御されている。外気は直膨コイルを通過後に加湿され、吹出空気の状態が決まる。全熱交換器を介して室内の影響を若干は受けるものの、直接的には室温を制御対象としていないため、室内低負荷時には、外気処理用 EHP が過剰に負荷処理する場合もある。これに対して、温湿度制御有効時は室内の温湿度が設定値よりも高い場合に、室外機の出力を抑制して直膨コイルによる温度上昇を抑える。温度が低下することで加湿量も減少し、吹出空気は温度・湿度ともに抑えられることになる。

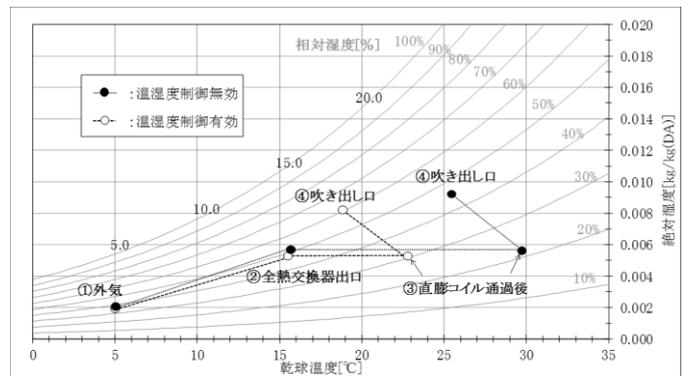


図-4.7 外気処理 EHP 温湿度制御概要図

なお、本制御は温度制御を優先し、湿度は温度が適正範囲である場合にのみ制御判断に使用する。

温湿度制御有効・無効時の暖房代表日における室外機出力と室内温湿度の推移を図-4.8に示す。制御無効日には外気処理用 EHP は出力 100%付近で運転し、室温は設定値よりも高く推移し、室温度も上昇を続けている。これに対し、制御有効日には外気処理用 EHP の出力は 40%付近で抑えられ、温湿度ともに設定値に近い値で推移している。図-4.9に代表日における EHP 室外機の日積算電力消費量を比較して示す。温湿度制御により、外気処理用 EHP の電力消費量は 51.7kWh から 17.7kWh へ約 66%削減された。一方で、室内負荷処理用 EHP の電力消費量がやや増加した。

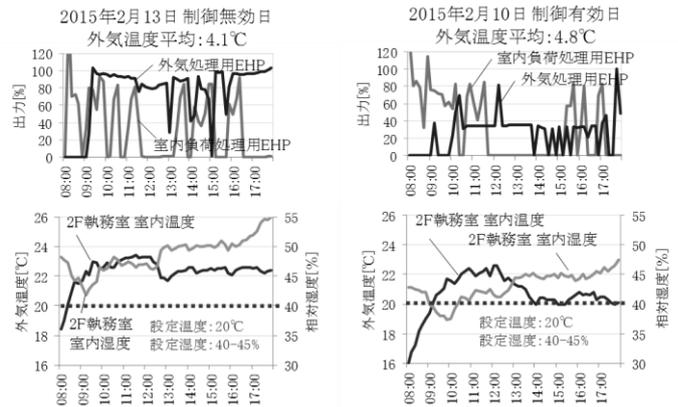


図-4.8 外気処理 EHP 温湿度制御運転実績

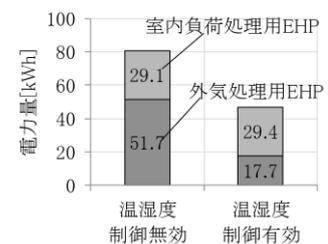


図-4.9 EHP 室外機の日積算電力消費量比較結果

2) CO₂濃度制御

CO₂濃度制御は、EHP での採用事例が少なく、特に複数の外気処理用 EHP の台数制御に踏み込んだ事例は見られない。そこで、外部指令制御システムを活用して、外気処理用 EHP 室内機の運転台数を増減する制御を組み込んだ。2台1組の構成における制御概要図を図-4.10に示す。

CO₂濃度が設定値を超えた場合には、外気導入量が不足していると判断して外気処理用 EHP 室内機の運転台数を増段する。一方、CO₂濃度が設定値を下回った場合には、外気処理用 EHP の室内機を減段する。室内の CO₂濃度センサーで制御する場合は全停止(0台)まで減段するが、還気ダクト内にセンサーがある場合には、CO₂濃度が計測できなくなるため間欠運転を最小とする。

図-4.11に CO₂濃度制御有効日の代表日における運転実績を示す。CO₂濃度制御を有効にし、外気処理用 EHP 室内機を2台運転から、必要に応じて1台や0台運転にすることで過剰に導入していた外気量が削減されて、外気処理機運転時間を 43%減少させることができた。

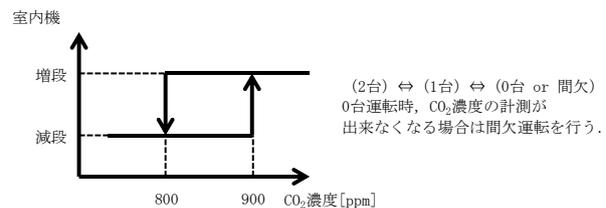


図-4.10 外気処理 EHP CO₂濃度制御概要図

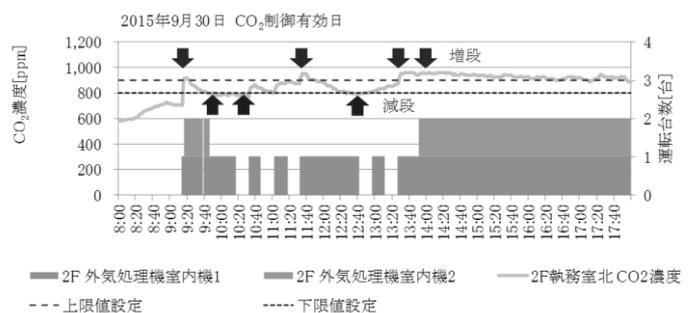


図-4.11 外気処理 EHP CO₂濃度制御運転実績

4.4 EHP 空調最適運転制御の効果検証

EHP 高効率運転制御および EHP 外気処理機最適運転制御を同時に有効にした制御を、EHP 空調最適運転制御と称する。図-4.12に EHP 空調最適運転制御の無効日を 100%とした際の制御有効日の処理熱量、電

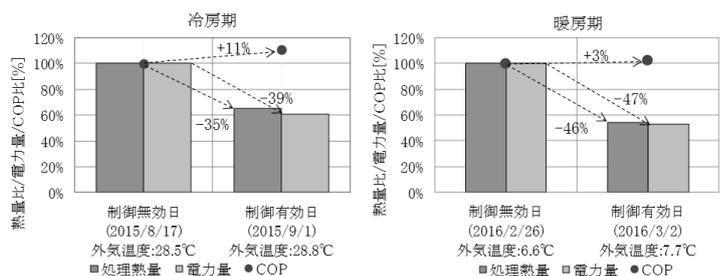


図-4.12 EHP 空調最適運転制御有効時の効果検証結果

力消費量、COP の比率を示す。制御有効日、無効日ともに冷暖負荷ピーク日を代表日とした。EHP 空調最適運転制御を有効にすることで、処理熱量と電力消費量はともに削減された。EHP の運転効率も向上した結果、冷房期は電力消費量を 39%削減、暖房期は 47%削減することが出来た。また、冷房期間における制御有効時と無効時のアンケート結果を図-4.13 に示す。アンケート結果より、制御無効・有効どちらにおいても、温湿度環境にやや不満・不満と回答した割合は 30%未満であり、どちらともいえないも含めて過半数は不満がないという回答であった。また、制御を有効にしても、無効の場合に比べて不満の割合が増えるということもなく、EHP 空調最適運転制御によって体感上も室内環境の悪化はなかったと評価できる。実験期間を通じて、EHP 空調最適運転制御を要因とする不満やクレームはなかった。

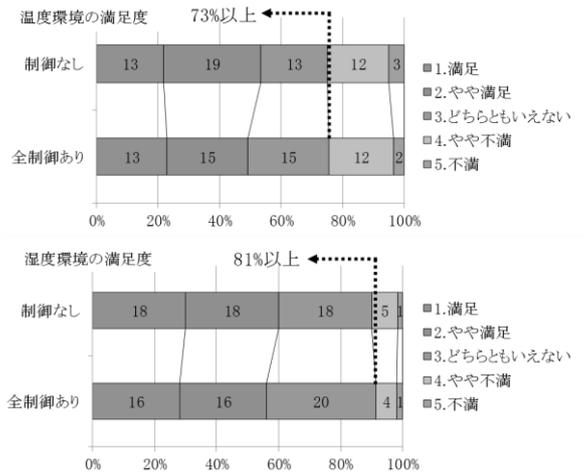


図-4.13 EHP 空調最適運転制御時の室内環境アンケート結果

4.5 連続デマンド制御手法の開発

1) 連続デマンド制御手法の概要

EHP と点消灯・調光機能を備えた照明設備に対して、室外機出力や設定温度、照明照度を段階的に制御することにより、対象機器の ON-OFF による室内環境の急な変化を伴わずに、デマンドを抑制できる空調・照明統合連続デマンド制御手法を開発した。図-4.14 に連続デマンド制御のイメージを、表-4.3 に冷房期のデマンドレベル設定一覧を示す。また、図-4.15 に連続デマンド制御の概要図を示す。本制御の制御手法は以下の通りである。

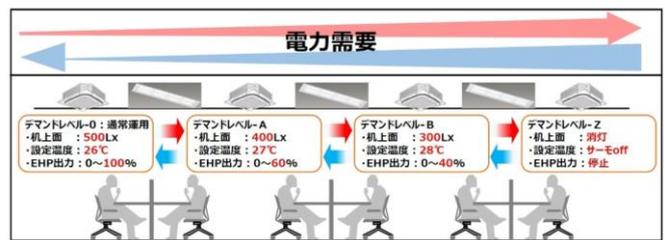


図-4.14 連続デマンド制御のイメージ

- 30 分デマンド時限の中での各時刻 (t) における積算電力量 (P) が目標上限線を超えるとデマンドレベルを上昇させ、目標下限線を下回るとレベルを低下させる。上限線と下限線の間では、デマンドレベルを変動させない。

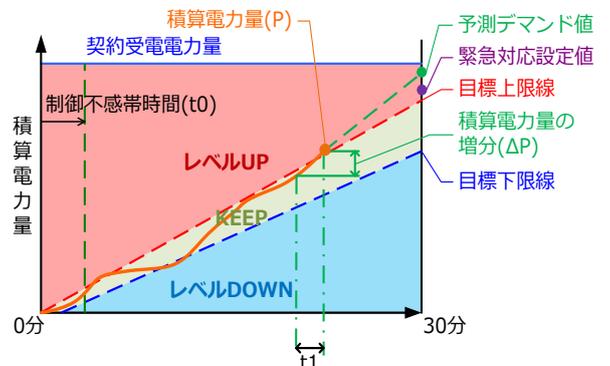


図-4.15 連続デマンド制御の概要図

- 過去の積算電力量の傾き ($\Delta P/t$) から 30 分デマンド時限の予測デマンド値を求める。この予測デマンド値が緊急対応設定値を超えても、デマンドレベルを上昇させる。
- 30 分デマンド時限経過後もデマンドレベルはリセットせず、次のデマンド時限に持ち越す。

表-4.3 デマンドレベル設定一覧表 (冷房時)

■空調機器設定												
空調範囲	制御対象	レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	レベル6	レベル7	レベル8	レベル9	レベル10
執務室	室外機	100%	100%	70%	70%	70%	70%	40%	40%	40%	40%	OFF
	室内機(半分)、小部屋	26.0℃	26.0℃	26.0℃	26.5℃	26.5℃	27.0℃	27.0℃	27.0℃	27.5℃	27.5℃	27.5℃
	室内機(半分)	26.0℃	26.5℃	26.5℃	26.5℃	27.0℃	27.0℃	27.0℃	27.5℃	27.5℃	27.5℃	27.5℃
外気処理機	室外機	100%	70%	70%	70%	70%	40%	40%	40%	40%	OFF	OFF
	室内機(*2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	OFF	OFF
外気処理機(2Fのみ)	室外機	100%	70%	70%	70%	70%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
	室内機(*2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
自販機・湯沸し	室内機	26.0℃	26.0℃	27.0℃	27.0℃	27.0℃	27.0℃	27.0℃	27.0℃	27.5	27.5	27.5℃
	室外機	100%	100%	70%	70%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	OFF
	室内機(半分)	26.0℃	26.0℃	26.5℃	26.5℃	27.0℃	27.0℃	27.5℃	27.5℃	27.5℃	27.5℃	27.5℃
食堂	室内機(半分)	26.0℃	26.0℃	26.5℃	26.5℃	27.0℃	27.0℃	27.5℃	27.5℃	27.5℃	27.5℃	27.5℃
	室内機(半分)	26.0℃	26.5℃	26.5℃	27.0℃	27.0℃	27.5℃	27.5℃	27.5℃	27.5℃	27.5℃	27.5℃

※ 暖房期は、レベル10で室内機をすべて停止にする。冷房期は送風運転とする。

■照明機器設定											
照明範囲	レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	レベル6	レベル7	レベル8	レベル9	レベル10
執務室 壁際/ロカー	500Lx	460Lx	420Lx	380Lx	340Lx	300Lx	300Lx	300Lx	300Lx	300Lx	300Lx
執務室 営業所員座席	500Lx	480Lx	460Lx	440Lx	420Lx	400Lx	380Lx	360Lx	340Lx	320Lx	300Lx
会議室	500Lx	480Lx	460Lx	440Lx	420Lx	400Lx	380Lx	360Lx	340Lx	320Lx	300Lx
廊下・ELVホール	ON	1/3引き	1/3引き	1/3引き	1/3引き	2/3引き	2/3引き	2/3引き	2/3引き	2/3引き	2/3引き
自販機・湯沸し	ON	ON	ON	OFF							

③により、30分のデマンド時限で制御が完結せず、次のデマンド時限でも連続的に制御を行うことができる。

2) 検証結果

連続デマンド制御無効/有効日を設定し、運転実績を比較した。図-4.16に冷房期間の代表日における運転実績を示す。制御有効時は、室内温度が上昇しているが、適正な範囲内で制御できた。電力デマンドについても、制御有効時はデマンドレベルを上昇させること

で、デマンド目標値（緊急対応設定値）以下に制御できている。月別最大デマンドの推移を図-4.17に示す。削減効果を月別にみると、連続デマンド制御により冷房ピーク期で最大57.4kW（約20%）、暖房ピーク期で最大14.6kW（約9%）削減することができた。また、期間全体を通して、デマンド目標値以下に抑制することに成功した。なお、開発した制御は蓄電池と連携した制御機能も併せ持ち、デマンドレスポンス制御への対応も可能であり、汎用性を高めている。

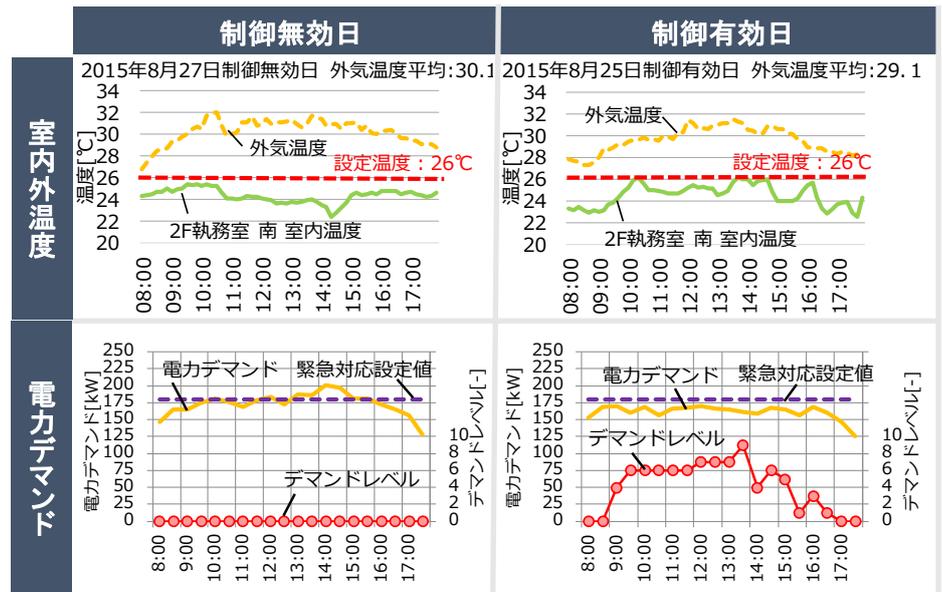


図-4.16 冷房期代表日連続デマンド制御運転実績

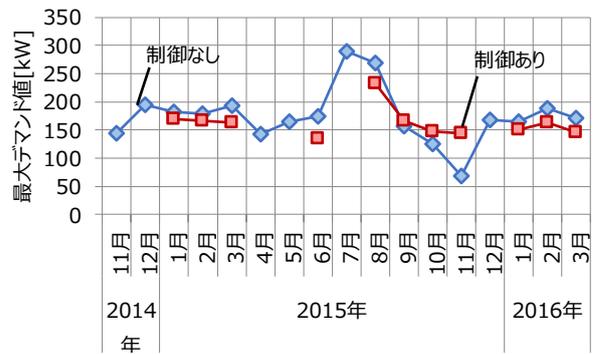


図-4.17 月別最大デマンドの推移

5. エネルギーマネジメントシステムの構築と用途別消費量の分析・評価

本建物には、各設備用途別・機器別の電力消費量、使用水量、外気温度など約140点の計測ポイントをもつ自動データ収集システム（エネルギーマネジメントシステム）を構築した。収集データは、各建物利用者のパソコンから閲覧が可能であり、また、建物各所に分析結果を表示するモニタを設置するなど、リアルタイムで状況を把握できるようにすることで、建物利用者の省エネ意識を高める工夫を施した（図-5.1）。また、前項で開発した空調・照明外部指令制御システムからEHP熱量、室温、設定温度などの空調運転データが取得できる。このエネルギーマネジメントシステムを活用し、建物利用者と連携して、建物のエネルギー使用状況の分析・評価・改善を行うエネルギーマネジメント活動を展開している（図-5.2）。

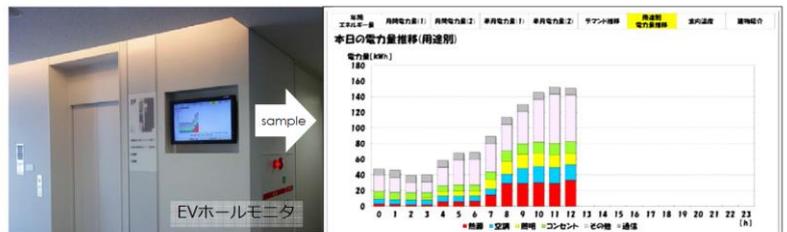


図-5.1 エネルギー見える化システム



図-5.2 エネルギーマネジメント活動概要図

5.1 不具合自動検知システムの開発

1) システム概要

エネルギー分析では、収集データから建築設備機器の故障や不適切な運用を発見することが主目的であるが、その分析に労力と時間を要する点に課題がある。さらに、建物管理者が不在の物件では、現地の設備運転の設定変更等を把握することができず、データ収集から不適切な運転の発見までタイムラグが生じる。そこで、不具合を早期発見し、省エネルギー効果や施設運用停止リスクの軽減に役立てていくために、不具合自動検知システムを開発した（図-

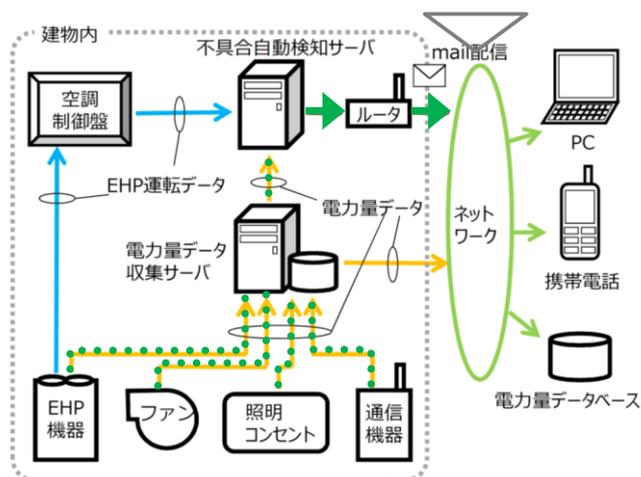


図-5.3 不具合自動検知システム概要図

5.3)。不具合の判定手法は以下の通りである。

- ① エネルギーマネジメントシステムと空調・照明外部指令制御システムと連携して、計測データを取得する。
- ② 計測データごとに、例えば、電力量であれば時間電力量や日電力量の閾値（はずれ値）を設定して、自動判定する。
- ③ 不具合と判定された場合には、不具合情報を通知（メール発信）する。このとき、関連する時系列のデータが添付される。

2) 活用事例

開発したシステムを本建物に導入し、検知された2件の不具合判定実績を以下に示す。本システムにより、いずれも早期の実態把握もしくは運用改善対策を図ることが出来た。

① 執務室のCO₂濃度(図-5.4)

CO₂濃度が1,000ppmを超過した時に、不具合と判定する。事務室の外調機は9:00～18:00が運転時間であるが、運転開始直後と運転停止後にCO₂濃度が急増して、不具合と判定された。営業所の使用実態として、9:00前から人が増えること、18:00以降も残業していることから、9:00～18:00の空調運転時間を見直して、8:00～20:00に延長した。その結果、CO₂濃度を1,000ppm以下に抑えることができた。

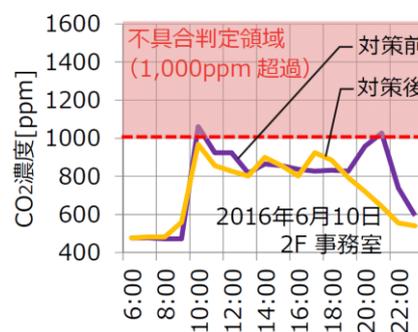


図-5.4 執務室のCO₂濃度不具合判定実績

② 別棟エレベータの運用変更(図-5.5)

別棟のエレベータの日積算電力量が閾値を超過したため、不具合の判定がなされた。早期に現地の確認を行なったところ、エレベータの換気ファンの運転を開始させた結果、ファンの電力量が増加したことが判明した。本件は適正な利用の範囲であり、経過観察を行なうこととしたが、建物管理者不在でも本システムを利用して運用変更実態を迅速に把握することができた。

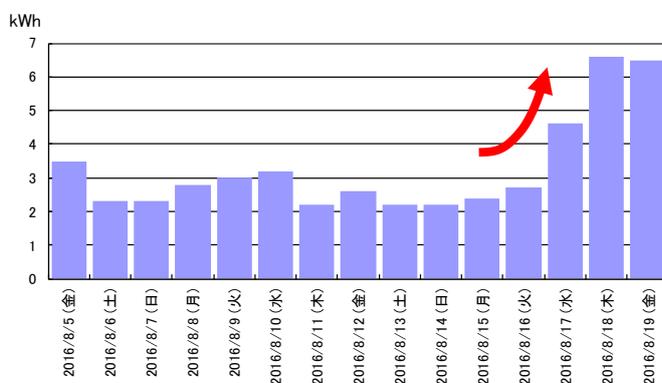


図-5.5 別棟エレベータの運用変更検知事例

5.2 エネルギー消費量の分析

1) 電力消費量・最大電力量実績

図-5.6 に建物全体の月間電力消費量の推移を、図-5.7 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ている。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% を占めている。

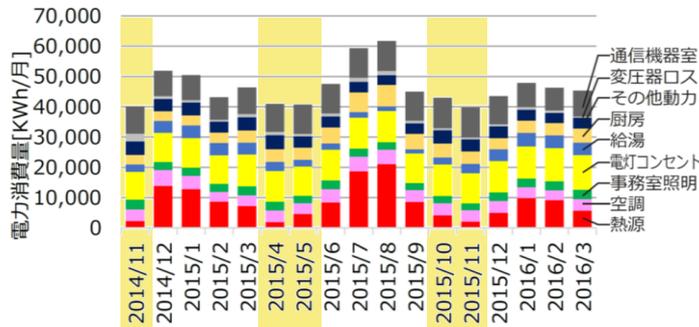


図-5.6 月間電力消費量の推移

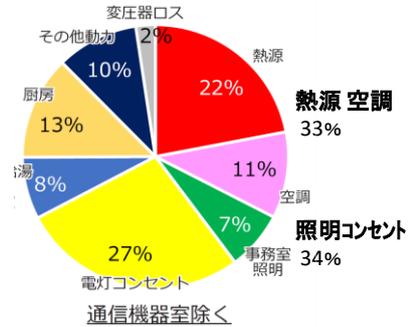


図-5.7 年間電力消費量の用途別比率

2) 一次エネルギー消費量原単位

図-5.8 に 2015 年度の年間一次エネルギー消費量原単位を示す。計画目標値 $1,394 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{年}$ に対して、実績値 $654 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{年}$ と 53% 削減を達成している。また、BEST ツールで計算した値 $1,005 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{年}$ に対し、35% 削減となった。図-5.9 に、ZEB 評価指標を示す。基準建物の原単位を $1,993 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{年}$ と想定すると、本建物は、ZEBready クラスの性能を発揮できている。

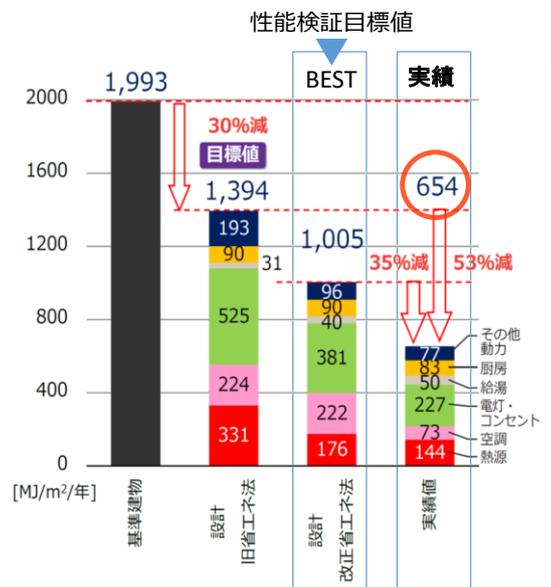


図-5.8 年間一次エネルギー消費原単位

6. おわりに

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限られたコストで最大限に導入するとともに、ビル用マルチエアコンの高度な制御手法を開発し採用した。竣工以後、計測データや実証試験により室内環境やエネルギー性能を検証・評価した。その結果、当初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 30% 削減した $1,394 \text{ MJ/m}^2$ に対して、実績で約 53% の削減を達成した。

今後も、不具合の早期発見およびエネルギー分析の省力化を目的に開発した不具合自動検知システムを活用し、建物使用者と連携して継続的に省エネルギー活動を実施し、性能の維持および更なる向上に努めていく。また、ビル用マルチエアコンの高度な制御手法や不具合自動検知システムについては、実証試験を継続して精度を向上させるとともに、情報発信を引き続き行っていく所存である。

【注記】

注) 一般財団法人 建築環境・省エネルギー機構 / BEST 平成 25 年省エネ基準対応ツール

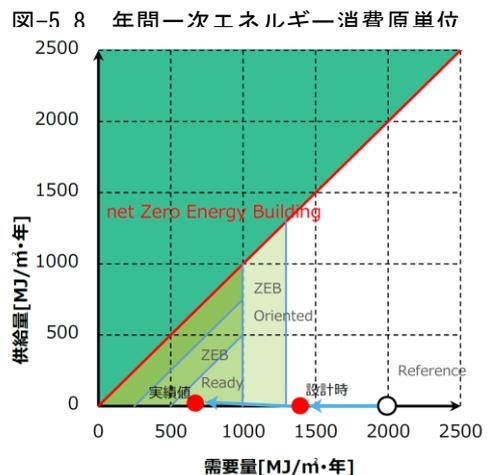


図-5.9 ZEB 評価指標