

鹿島建設技術研究所 本館研究棟
Planning of System Design in Research Building of KAJIMA Research Institute

弘本真一¹⁾
Shinichi Hiromoto

1)鹿島建設株式会社 建築設計本部 設備設計統括グループ グループリーダー

ハイレベルな低炭素型オフィスが普及するためには、①コスト合理性が高い②環境の嗜好性に追従しやすい操作性③設備の高効率化④建築の長寿命化に配慮し更新性に優れる⑤メンテナンスの合理化などの要素を高いバランスで維持しなければならない。それを実現するためのプロトタイプと位置付けた本建物のコンセプトは、『ミニマムな装備で最適な知識創造環境を提供する』である。

最小限の装備で最適な環境と省エネ性を両立する手法を周到に取り込み、従来のオフィス設計にはない徹底した設備計画の合理化と室内環境設定の再定義を行っており、その妥当性の検証として、室内環境計測やエネルギー分析に加え、知的生産性の評価やコミュニケーションの実態評価も試みている。

Synopsis To popularize the high-level low-carbon office, it was required to maintain a balance between the following 5 elements.

- 1) Cost-effectiveness 2) Operability to follow environmental demands 3) High-efficiency system
4) Long life, Modifiability 5) Maintenance rationalization

The concept of this project was to "provide the most suitable Intellectual Creation Environment with minimum equipment". To verify the validity, we conducted an indoor environment measurement, energy analysis, evaluation of the intellectual productivity and communication.

建築と設備の統合, 省エネルギー, 空調効率, 明るさ感評価, 知的生産性

Integration of Design and System, Energy Saving, Air Conditioning Efficiency, Brightness Evaluation, Workplace Productivity

1. はじめに

鹿島建設技術研究所の計画にあたっては、研究者が物事の本質を探究し、そこから新しいものを発想し生み出す“知識創造の場”としてのあり方の追求から始めた。

知識創造性を引出すためには、集中とリラックス、個人思考とコミュニケーションの切替えを誘発することが必要であると考え、研究所員の日常のアクティビティを洗い出し、活動の場を再定義することから始めた。基準階のプランを図1に示す。柱スパンごとにキャビネットが緩やかにグループ間の境界を形成し、オープンスペースの中でもグループの活動拠点が分けられるようになっている。また、グループの専有エリアの中央部（コミュニケーションHUB）や外部環境の影響を受けやすいペリメータ部には人が自然に集まるコミュニケーションスペースをフロアの随所に設定。所員間の交流をより一層顕在化させ、思考のON/OFFの切替えを積極的に促そうと考えたものである。

2. 建築・設備計画概要

所在地：東京都調布市飛田給 2-19-1

設計施工：鹿島建設（株）

用途：研究オフィス

階数：地上5階、地下1階、塔屋1階
構造：RC造
延床面積：8,812.20 m²
工期：2010年4月～2011年11月
受変電：6.6kV1回線受電/トランス850kVA
照明：共用部LED/専有部デスク・アンビエント
コンセント：50VA/m²
監視：中央監視/BEMS/CO₂見える化
給水：受水槽+加圧給水/雨水散水
熱源：空気熱源ヒートポンプチラー
空調：外調機+空気熱源HPパッケージ



写真1 本館研究棟外観

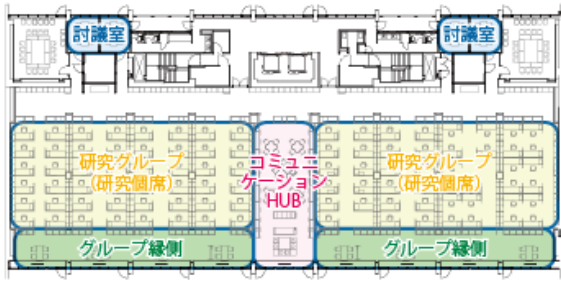


図1 基準階平面図とオフィスゾーニング

3. ミニマムな装備で適正なオフィス空間を構築

フラットスラブの構造架構をシンプルに外装に表現したデザインは、眺望と同時に日射遮蔽性能の両立を目指して計画されたものである。奥行き 1150mm の深い底形状と東西面の開口のない耐震壁、さらに屋上の全面的な緑化などにより PAL 値=193 (オフィス基準値-35%以上) を達成している (図2)。また、オフィス内装では天井レス、OAフロアレスとし、内装材を極力少なくし省資源化を試みている。天井の吸音性能を代替するものとして木毛セメント板をスパンの境界部分に設置。隣接するグループ間の音声を吸収するのが狙いである。OAフロアの機能を代替するものとしては、グループ境界の家具の巾木部分に配線スペースを設け、各個人ブースまでの通線を可能にしている。(図3)。

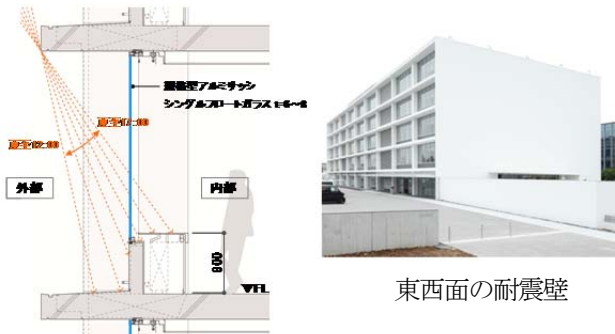


図2 日射負荷を抑制した外装デザイン

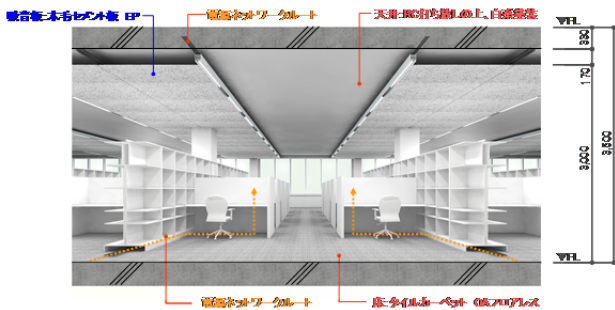


図3 機能統合化されたオフィス内装

4. 空調設備計画

流体が平滑な面に付着する特性「コアンダ効果」を利用してフラットスラブに空調空気を付着させて搬送する方式

を採用し、外気処理と除湿および照明などベース負荷を処理するアンビエント外調機の送風に適用した (図4、5、表1、2)。これにより、①フラットスラブと組み合わせ、天井高 (3,170mm) の確保と階高の低減 (3,500mm) を同時に実現していること、②ファン動力低減による省エネルギーとダクト削減による省資源化を実現できた。竣工直後の夏期の室内のドラフト環境と上下温度分布について図6に検証結果を示す。居住域での空調気流は0.3m/s以下に抑えられている。

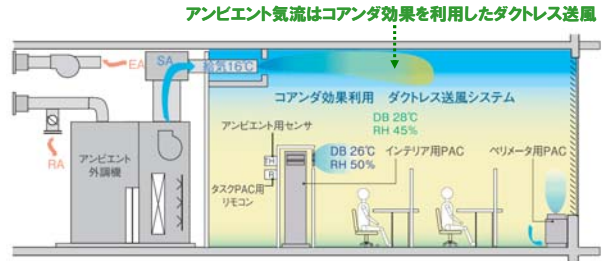


図4 基準階オフィス空調システム

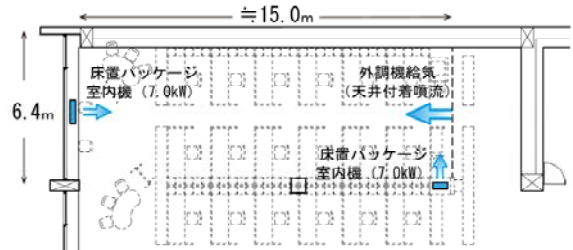


図5 基準階標準スパンの空調平面図

表1 外調機(アンビエント空調) 機器仕様

外調機能力								
コイル能力		風量		温度		送風機動力 [kW]	加温能力 [kg/h]	風量制御
冷却 [kW]	加熱 [kW]	総風量 [m³/h]	吹出口風量 [m³/h]	吹出温度 [°C]	室温設定 [°C]			
29.0	26.0	1830	610	16.0	26.0	1.5	16.6	INVによる変風量制御

表2 個別分散型HPパッケージ 機器仕様

ペリメータ室内機能力		インテリア室内機能力		室外機能力			運転動作
冷却 [kW]	加熱 [kW]	冷却 [kW]	加熱 [kW]	冷却 [kW]	加熱 [kW]	消費電力 [kW]	
7.0	7.5	7.0	7.5	14.0	15.0	6.09 (冷房時)	室内機2台の同時運転タイプ

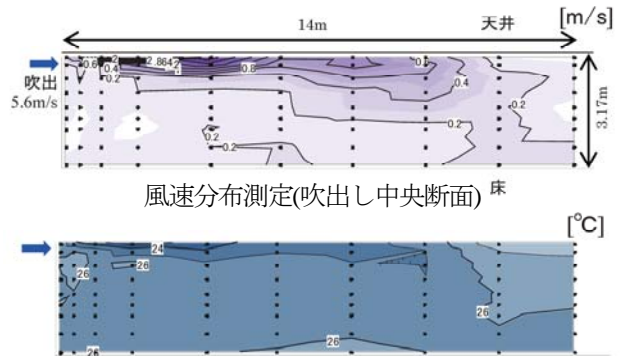


図6 夏期の風速/温度分布測定結果 (室温 26°C, 吹出温度 16°C)

5. 中央方式と個別分散型HP方式の効率評価

図7に、アンビエント外調機(=中央方式)とタスクシステムの個別分散型HPパッケージの月別積算空調処理熱量の実績を示す。安定的に負荷がかかるアンビエントシステム(=ベース運転)と、負荷の追従運転やゾーンの温度嗜好性などをタスクシステム(=間欠運転)とする計画の主旨にあった運用が通年で実現できている。中間期については外気冷房制御や自然換気運用が計画的に行われている。

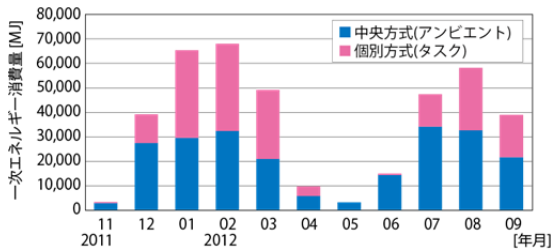


図7 月別積算空調処理熱量実績

図8に空冷HPチャラーの月別平均システムCOP(2次エネルギー換算)を示す。図は内蔵されている冷温水ポンプを含むCOPである。中間期については、外気冷房制御に加えて自然換気運用となっているため処理熱量が少なく、結果的にCOPが小さい。冷温水ポンプはチャラーの最低流量確保のために負荷処理量が無くても最低周波数で稼働する。このように補機類のベース運転があることにより、負荷処理量が減ることがCOP低下に直結する。

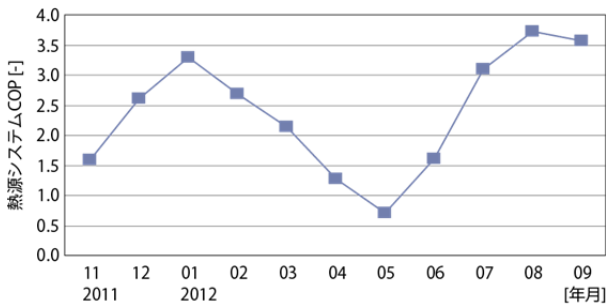


図8 空冷ヒートポンプチャラーの月別平均COP

図9に空冷ヒートポンプチャラーの頻度区間ごとの積算電力消費量を示す。システムCOPが2.5~3.5という比較的高効率な状態で運転を行っている時間が多い。

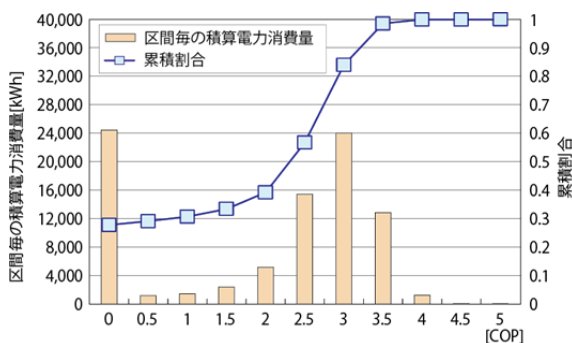


図9 空冷HPチャラーのCOPと積算電力消費量

タスクシステムに採用している個別分散型HPパッケージは、2台の室内機を一つの膨張弁にて制御するタイプでビル用マルチ型と比較すると負荷追従性が高く、低い負荷率でもCOPが高い特徴がある。このため、部分負荷運転が多くなるタスク空調の運用に適した機器である。図10にタスクシステムの月別平均COPを示す。運用上、負荷処理量の多い冬期においてCOPが上昇している。中間期、特に5月については、アンビエントシステムのみで負荷処理が可能ため運転時間が無かった。

図11に夏期における個別分散型HPパッケージの負荷率とCOPの相関を示す。間欠運用のため、夏期、冬期ともに低い負荷率であるが、全体としては比較的高いCOPでの運用が実現できている。

図12にタスクシステムに採用した空冷ヒートポンプパッケージのCOPと頻度区間ごとの積算電力消費量を示す。間欠運転のため、アンビエント系統熱源と比較して電力消費量が小さいが、COPが2.5以上の区間での電力消費時間が多く、比較的高効率で運用できていることが判った。

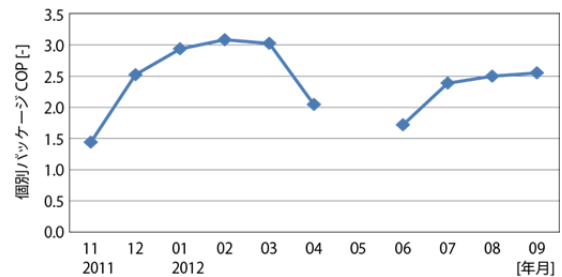


図10 タスク用空冷HPパッケージの月別平均COP

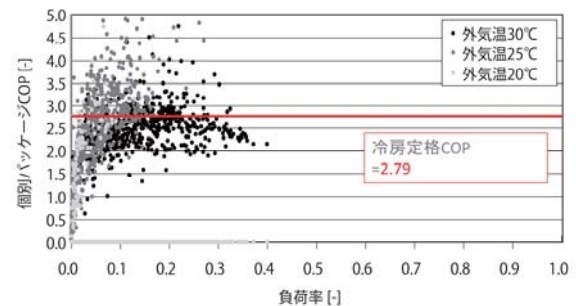


図11 タスク用空冷HPパッケージの負荷率とCOP

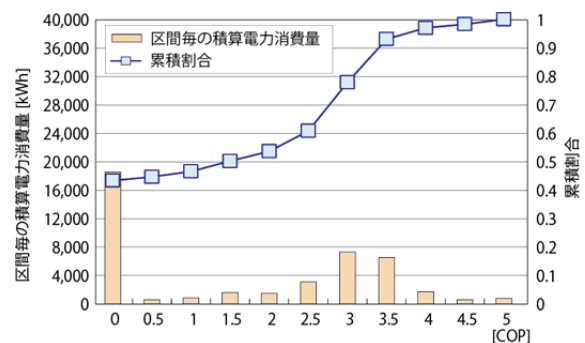


図12 空冷HPパッケージのCOPと積算電力消費量

6. オフィス照明電力量の実測結果

オフィス照明電力量の測定結果を図13に示す。平均電力は6.8W/m²で、うちタスク照明は0.2W/m²となっている。タスク照明利用率は昼間30%～夜間65%であった。

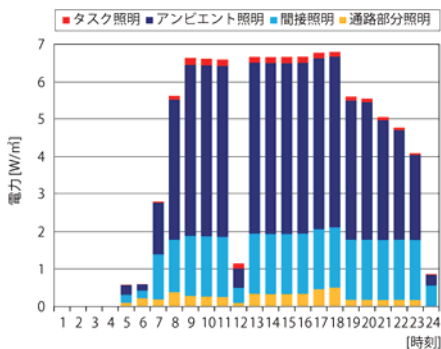


図13 3～5階平日オフィス照明電力量

7. 輝度設計の実践と視環境の質的評価

実測による明るさ感の評価結果を図14に示す。照度は400lxながら、間接照明を活用することにより、当社独自の評価による明るさ感指標値は一般オフィスと比較して同等以上の値を示している。

パターン	一般オフィス	本館/間接照明なし	本館/間接照明あり
内観			
照度	750 lx	300 lx	400 lx
明るさ感画像			
明るさ感指標値	7.4	7.2	7.5

図14 着席時の明るさ感指標値の評価

8. 建物全体のエネルギー消費実績

計画当初、運用時のCO₂排出量は一般ビル比で-50%達成を目標とした。「東京都省エネカルテ(H19年度)」の事務用途の値を参考とし、年間で100 kg-CO₂/m²・年として比較を行った。2012年04月～2013年03月までのデータに基づく本建物の実績値は、年間CO₂排出量で37.5 kg-CO₂/m²・年となり、基準ビルと比較して、約62.5%のCO₂排出量削減が達成されている(図15)。

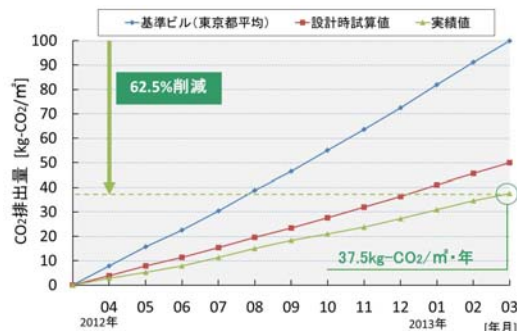


図15 年間CO₂排出量の実績

9. 国内トップレベルのCASBEE認証スコア

CASBEEにおいては、国内でトップレベルのスコア『BEE=8.3』(図16)で2011年に第三者認証を取得した。建物本体の省エネ性能だけでなく、解体時のコンクリート廃材から骨材を再生する技術の採用や、研究本館を含む飛田給エリア全体が『生物多様性保全につながる企業のみどり100選』に選出されるなど地域環境保全と野生生物との共生の試みについても評価された。

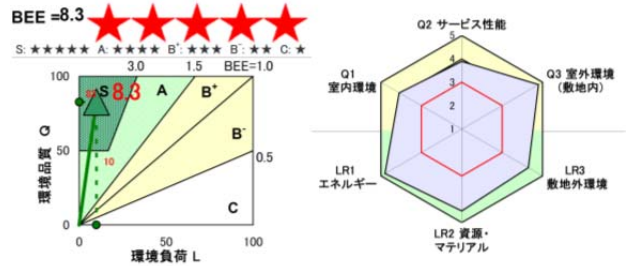


図16 CASBEEスコアシート(第三者認証)

10. SAPによる環境満足度の評価結果

光環境、温熱環境、空気環境、音環境それぞれの環境要素に対して、下記スケールを用いて満足度を調査した。それぞれの環境要素に対する満足度の平均値を図17に示す。全体的に入居後の満足度が高く、特に温熱環境と空気環境で向上している様子が見られた。建替により環境満足度は向上していると判断できる。

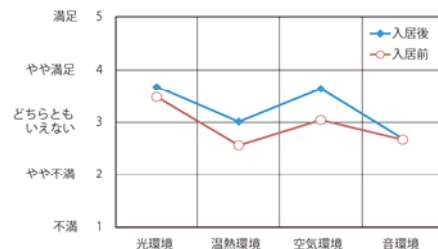


図17 環境満足度評価結果

11. おわりに

本業績では、コスト合理性に配慮した上で、低炭素化と知的生産性向上に同時に貢献する汎用プロトタイプとしての検証を重ねてきた。本計画にて計画当初より主旨に賛同いただいた技術開発関係者、施工者、メーカーの方々をはじめ多くの方々に深く感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 弘本ほか：鹿島技術研究所本館研究棟 空気調和・衛生工学会賞技術賞報告 空気調和衛生工学 2013. 07 月号
- 2) 弘本ほか：日本建築学会 第9回建築設備シンポジウム 鹿島技術研究所本館研究棟 2013. 10. 24
- 3) 弘本ほか：低炭素型オフィスの計画とワークプレイスの環境性能評価(その1)～(その3) 平成24年度空気調和・衛生工学会大会学術講演梗概集
- 4) 弘本：鹿島技術研究所 本館研究棟 第48回空気調和・冷凍連合講演会講演論文集 2014. 04. 15