

脱炭素を目指したイノベーション施設

第2報 開発空調システムの概要

福井 雅英^{*1}
羽鳥 大輔^{*2}
田辺 新一^{*3}

坂本 裕^{*1}
平須賀 信洋^{*2}

はじめに

当施設は環境エンジニアリング企業の研究施設で、開所30年の記念事業として敷地内施設の再構築を実施した。

再構築に伴い空調設備は多数の独自技術を開発した。

本報では、開発主旨や概要を報告し、技術詳細については続報を参照されたい。

1. 設備計画が目指したこと

空調設備計画については、主に以下を目標として技術開発に取り組んだ。

- 2030年までに研究開発活動からのCO₂排出実質ゼロの目標に対し、イノベーションハブ本館完成段階では、徹底的な省エネルギー化を目指した。具体的には、イノベーションハブ本館では認証『ZEB』を取得し、敷地からのCO₂排出量を2009年の排出量(削減目標基準)から50%削減する。
- ABW+eを働き方のコンセプトに対して、執務者が働く場所を選ぶことができる多様な空調環境を提供する。
- イノベーション施設は、当社の技術ショールームと位置づけ、独自技術の活用やユニークな発想を高い技術レベルで具現化する。

2. 空調冷熱源システムの概要

2.1 3管式熱源システム

当敷地では、エネルギーセンター棟に空調用熱源を集約し各棟に冷水・温水・蒸気などを供給している。

今回開発した3管式方式は、従来の潜熱分離熱源方式のメリットを得ながらデメリットを解消している。さら

に、3管式熱源にしかできない最適制御方法を考案し、従来潜熱分離熱源方式から省エネルギー性能を向上させている。システム開発にあたっては実験での妥当性検証を経て実装した。

2.2 TAW(温度・空気・水)最適制御

環境エンジニアリング企業として、汎用製品を組み合わせることで“うまく使う”ことで省エネルギー性能を極限まで引き上げる方法を検討した。

従来、このような空調システム全体の最適制御を実装するには、複雑な演算やプログラムを要していたが、空調機のコイルや熱交換器の往還温度差をパラメータにするシンプルな制御方法で熱、空気、水量の全体最適化を実現する方法を見出した。

これらの検討結果から、今回導入した一連の空調システムでは、熱源側も負荷側も高温冷水の送水温度を固定せず、動的(ダイナミック)に温度レンジを最適値に可変することから“3管式ダイナミックレンジ熱源システム”とし、CO₂排出削減効果が期待される(図-1)。

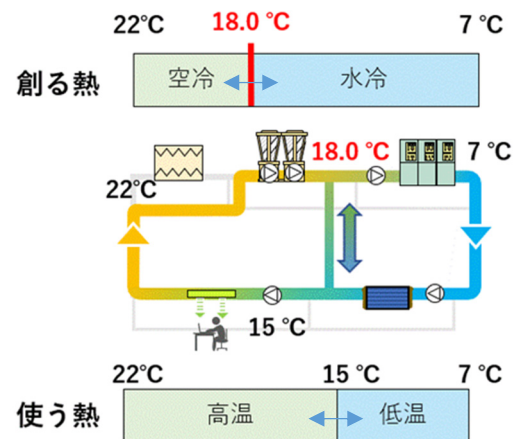


図-1 3管式ダイナミックレンジ熱源システム

^{*1} 三菱冷熱工業株式会社

^{*2} 株式会社三菱地所設計

^{*3} 早稲田大学創造理工学部建築学科・教授 博士(工学)

3. ワークプレイスの空調システム概要

ワークプレイスには、自然環境に近いおらかな環境から局所的に環境コントロールされたエリアなど多種・多様な空調方式により“環境グラデーション”を形成し ABW+e を促進する。これら空調方式に対して、ほぼ全てに新開発、もしくは独自技術で対応した（図-2）。



図-2 ワークプレイスに導入した独自技術

ここでは、2F、3Fのワークプレイスに導入した空調技術の概要を述べる。

3.1 4D ミニエン空調

3Fワークプレイスは、最上階で天井高さが高いことなどからタスクアンビエント空調を計画した。アンビエント空調にはOAフロアパネル下に冷温水配管を敷設する乾式床冷暖房としたが、OAフロアの仕上材はカーペット素材で熱抵抗が大きく、床上よりも床下に無駄に放熱してしまうことが懸念された。そこで、赤外線アレイセンサーと正逆回転・任意回転数制御ができるリバーシブルファンを取付けた床制気口を分散設置し、OAフロア下への放熱を床下にくみ上げ、図-3のように人が居る箇所まで空気の循環による局所空調装置を形成させるタスク空調設備として活用した。

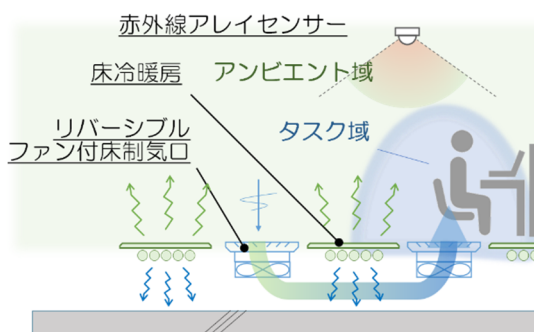


図-3 4D ミニエン空調概要

また、着座時間経過とともに代謝量が変化することなどから、時間軸や屋外環境や季節なども局所環境制御のロジックに取り入れた。

3.2 CFD 連携 PMV 制御

気流解析（CFD：Computational Fluid Dynamics）技術を用いた2Fワークプレイスの空調システムに取り入れた。天気予報や室内の人員、照明、コンセント、空調設備運用情報などから CFD 解析によって1時間後の執務エリアの PMV 値を予測し空調設定温度を最適制御することで快適性の維持とともに、無駄な加熱や冷却を回避する（図-4）。

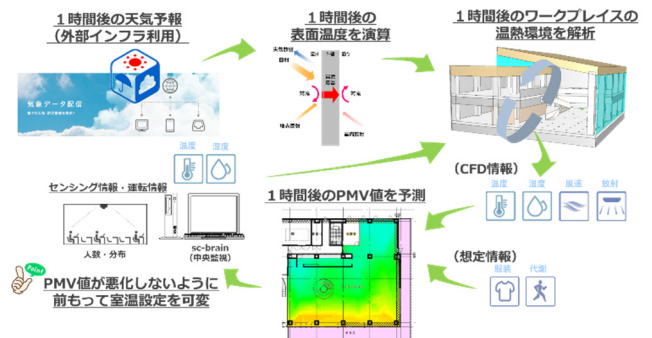


図-4 CFD 連携 PMV 制御概要

3.3 潜熱 VAV システム

ワークプレイス全体には、高飽和効率かつ低圧損の特長を持つ加湿メディアを利用したエコ加湿システムを開発・導入した。この加湿システムでは、従来の水式加湿では困難であった露点温度一定制御を可能とするだけでなく、空気搬送動力を低減し、従来の気化式加湿器は加湿量の数倍の水を浪費するという課題に対して極限まで節水をはかるなど徹底したエコ加湿システムとした。

この加湿システムを常温再生デシカント外調機に搭載し、潜熱とCO₂濃度による変風量システムとし、換気空気の搬送動力も徹底して低減している。

4. Excel 連携最適制御

ここで紹介した制御技術やツールは、複雑な演算を要することや、運用後も高頻度でソフト改良やチューニングの必要が生じることが予見された。そこで、図-5に示す通り、開発技術の主要演算を汎用表計算ソフト Excel で実行する最適制御システムを導入した。建築設備側から制御演算に必要なデータを Excel にインプットし、最適解を建築設備の設定値にアウトプットする一連の動作を定期的に繰り返し最適化する。

プログラムツールに汎用性の高い表計算ソフトである Excel を用いることで、開発エンジニア自らのチューニングが容易になり、運用後の技術精度向上や技術進化が促進されることが期待される。

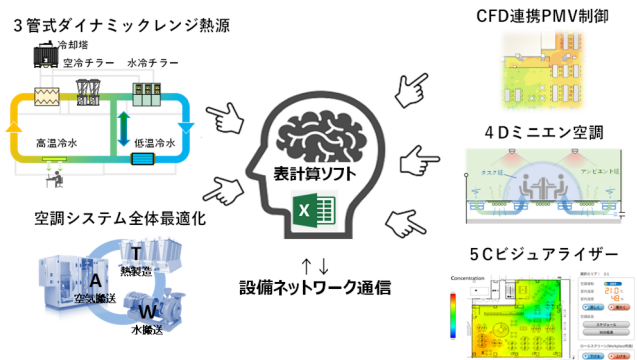


図-5 表計算ソフトによる最適制御

さらに、Excel には統計分析用の関数が標準搭載していることから、運転データを Excel に蓄積し自動分析・学習・オートチューニングも可能で、例えば、冷却塔の経年劣化による性能変化による最適解の変化に最適解を自動追従させることも検討している。

おわりに

CO₂ 排出量削減を最大の目的に、様々な空調技術を開発し導入した。今後、運用データの詳細分析などにより、開発技術のさらなる性能向上に注力する予定である。