

技術実証棟“SUSTIE”の ウェルネスオフィス運用技術

浮穴朋興*
Tomooki Ukiana
藤井洋一*
Yoichi Fujii
飯田隆義*
Takayoshi Iida

Wellness Office Operating Technologies for net Zero Energy Building Test Facility "SUSTIE"

要 旨

近年、従業員が健康的に働くことができる環境を提供する“ウェルネスオフィス”が注目されている。ウェルネスオフィスは、意匠、設備、什器(じゅうき)、運用管理等あらゆる要素を“ウェルネス(健康)”の視点で設計したオフィスである。認証制度も整備済みであり、北米は“WELL Building Standard”が2014年から開始され、日本国内は“CASBEE(建築環境総合性能評価システム)-ウェルネスオフィス認証”が2019年から開始されている。

三菱電機は、技術実証を目的にした新しいオフィスビル“SUSTIE(サスティエ)”を2020年10月に竣工(しゅんこう)した。SUSTIEは、CASBEE-ウェルネスオフィス認証の最高ランクであるSランクと省エネルギー性能を示すZEB(net Zero Energy Building)認証の最高ランク『ZEB』

を取得した。これによって、高いレベルで健康性と省エネルギー性を両立できていることを証明した。

SUSTIEにはウェルネスオフィスを実現する様々な工夫を取り入れている。快適なオフィス空間を提供するためには、時々刻々と変わるオフィス環境を把握して運用改善を継続することが重要になる。そのような運用を支援するため、環境センシング用の各種センサを計330点設置し、独自の可視化システムによって環境把握を容易にしている。また、快適な温熱環境を提供するため、空調は快適性に優れた天井チャンパ型空気式放射空調システムを導入している。照明は照度を下げつつ明るさ感を維持するレンズ制御タイプ照明を導入し、換気は換気量の確保と熱負荷低減を両立させる全熱交換器やクールヒートチューブを導入している。



技術実証棟“SUSTIE(サスティエ)”

技術実証棟SUSTIEは、2020年10月14日に竣工した。神奈川県鎌倉市にある当社東部研究所地区内に建設し、建築面積1,954m²、延べ床面積6,456m²の4階建て鉄骨造である。室内は九つのエリアに分かれたオフィスをメインとし、1階には地区内の食堂機能も持っている。CASBEE-ウェルネスオフィス認証の最高ランクであるSランクとZEB認証の最高ランクである『ZEB』を取得しており、両最高ランクの同時取得は国内初^(注1)になる。

(注1) 2020年1月31日時点、当社調べ

1. ま え が き

近年、従業員が健康的に働くことができる環境を提供する“ウェルネスオフィス”が注目されている。ウェルネスオフィスは、意匠設計、設備設計、什器選定、運用管理等のあらゆる要素を“ウェルネス(健康)”の視点で設計したオフィスである。

ウェルネスオフィスの性能を客観的に示す認証制度も既に整備されている。北米では“WELL Building Standard”が2014年から開始され、国内では“CASBEE-ウェルネスオフィス認証”が2019年から開始されている。

当社は、技術実証を目的にした新しいオフィスビル“SUSTIE”(サスティエ)を2020年10月に竣工した。SUSTIEは、CASBEE-ウェルネスオフィス認証の最高ランクであるSランクと省エネルギー性能を示すZEB認証の最高ランクである『ZEB』を取得した。これによって、高いレベルでの健康性と省エネルギー性を両立できていることを証明した⁽¹⁾。

本稿では、SUSTIEの計画時点から検討してきたウェルネスオフィス実現に貢献する運用技術と設備システムに焦点を当てて述べる。

2. ウェルネスオフィスの運用技術

ウェルネスオフィスを実現するためには多岐にわたる要件を高いレベルで満たす必要がある。例えば、国内のウェルネスオフィス認証制度である“CASBEE-ウェルネスオフィス認証”では、健康性・快適性、利便性向上、安全性確保、運営管理、プログラムという五つの評価基準があり、最高ランクを取得するためには各項目に対して高得点を取る必要がある。また、北米の認証制度である“WELL Building Standard”の最新版(v2)では、空気、水、食物、光、運動、温熱快適性、音、材料、こころ、コミュニティ、イノベーションと11個の評価基準があり、こちらも高い評価を得るためには各項目で高得点を取る必要がある。

どちらの認証制度でも、ウェルネスオフィスを実現するためには、設計・施工の配慮に加えて、継続的な運用改善を必要としており、認証項目として組み込まれている。

この章では、ウェルネスオフィスの継続的な運用改善を目的に、当社が開発したセンサデータ収集システム及び分析可視化技術と、運用時での快適性と省エネルギー性の両立を支援するビルシミュレーション技術を述べる。

2.1 センサデータ収集システム

運用改善のためには、正確な現状把握が必要になる。

SUSTIEでは、10種類以上の環境センサ(温湿度、照度、CO、CO₂、PM(Particulate Matters)10、PM2.5、花粉、TVOC、ラドン、ホルムアルデヒド、オゾン等)を各エリアに計330点設置しており、室内環境を正確に把握できる(図1)。これらのセンサは、CASBEE-ウェルネスオフィス認証の健康性・快適性及びWELL Building Standardの空気・光・温熱快適性の評価項目に合わせて選定している。取得した膨大なセンサデータは、当社のビル管理システムに保存される。

2.2 センサデータ分析可視化技術

保存された各種センサデータは、ビル管理システムによって可視化できる。可視化システムは、センサデータを3Dマップ上にグラフィカルに表示する(図2、図3)。表示はリアルタイムに更新されるため、ビル管理者は温度が低いエリア、CO₂濃度が高いエリア、暗いエリア等を直感的に把握でき、運用改善に迅速に対応できる。

センサの設置が少ない場合では、データ補間技術によって全体の傾向を把握できる。また、過去のセンサデータも同様に表示できるため、過去に遡って分析することもできる。

2.3 ビルシミュレーション技術

ウェルネスオフィスの運用では快適性の維持に加えて、一般的な要件である地球環境への配慮、すなわち高い省エネルギー性も求められる。これらの両立はエネルギーの観点では相反する要素になるため、バランスの取れた計画の立案が不可欠である。

図4に示すBIM(Building Information Modeling)を活用したビルシミュレーション技術は、ビル設備の動作と各エリアの環境(温熱、空気質、光、音)をシミュレーション可能であり、一年間のエネルギー収支と快適性を予測できる。

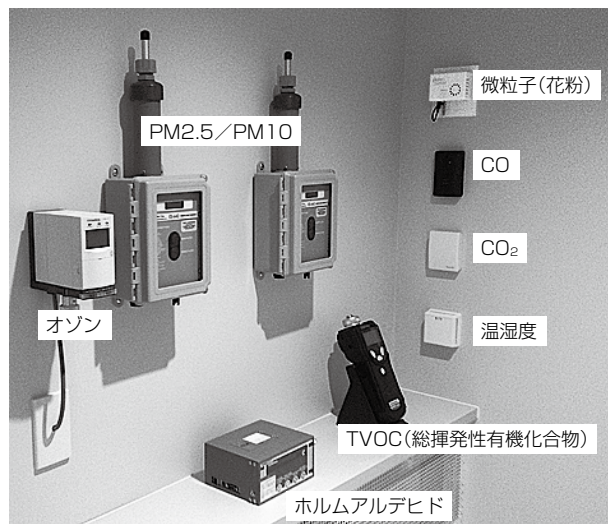


図1. SUSTIE内の各種センサ例

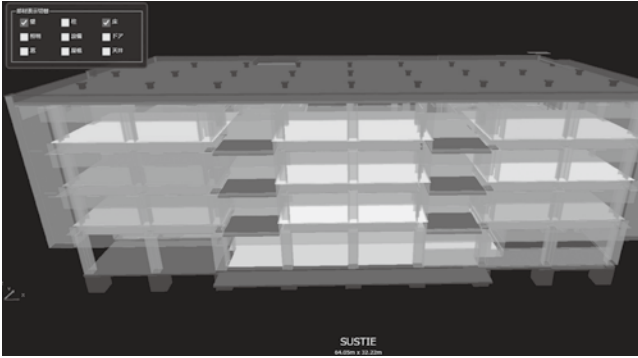


図2. 可視化システム(全体の把握例)

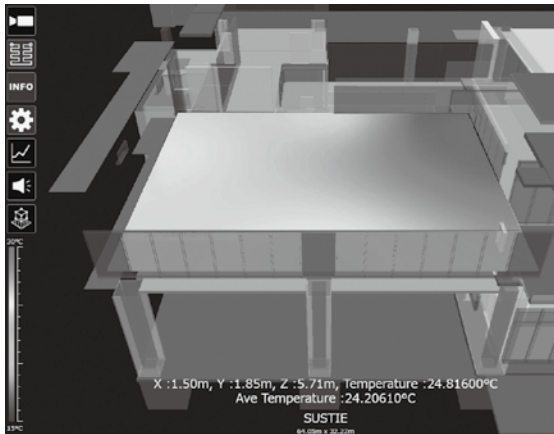


図3. 可視化システム(温度分布の把握例)

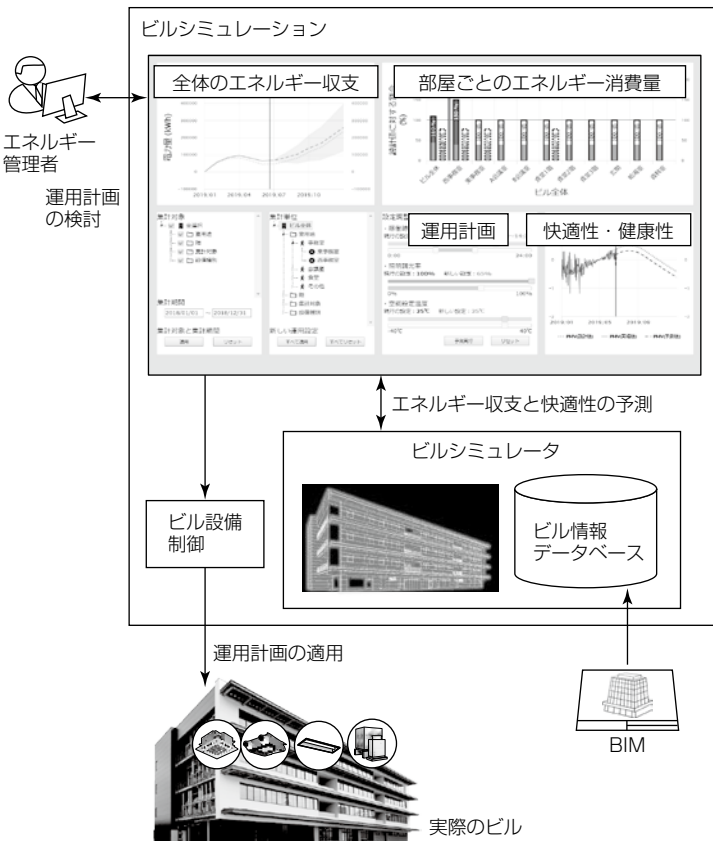


図4. ビルシミュレーション技術

ビルシミュレーションでは、一年を通じた設定温度や運転スケジュール等の運用パラメータを設定できるため、夏期、冬期、中間期ごとの快適性や省エネルギー性を事前に把握できる。そのため、運用開始前から年間を通じて快適性と省エネルギー性のバランスが取れた運用方法を検討できる。また、最適な運用パラメータを自動探索する機能を持っているため、手作業による試行錯誤の回数を減らすことができ、効率的な検討が可能である。

3. ウェルネスオフィスの導入設備

快適な室内環境を提供するために導入した、空調システム、照明システム、換気システムについて述べる。

3.1 空調システム

温熱環境の快適性を向上させるために、一部のオフィスエリアには“天井チャンバ型空気式放射空調システム”を導入した。このシステムの特長は、ビル用マルチエアコンを使用しながらも放射空調システムを実現している点にある。

放射空調システムとは、熱移動の3要素、伝導、対流、放射のうち、放射の要素を最大限活用した空調システムである。このシステムでは、人体に熱を伝える方法として主に放射熱を活用するため、空気の対流が少なく不快の要因になる気流(ドラフト)を抑制できる。また室内の温熱環境が均一になる特長もあり、座る場所に影響されない同じ快適性を提供できる。

図5にSUSTIEで採用した天井チャンバ型空気式放射空調システムを示す。このシステムでは、天井をグリッド天井対応のアルミニウム製放射パネルとし、高断熱化した天井裏空間(チャンバ)を冷暖房することで、空気式の放射空調システムを実現している。換気のために、放射パネルの一部を多孔パネルとし、天井裏から緩やかな気流によって新鮮な外気を提供するとともに、天井裏の冷暖気も同時に室内に流すことで効率的に室内を冷暖房できる。

このシステムは、快適性と省エネルギー性を両立させるために、単純な温度制御でなく、人の温冷感を推定する指標であるPMV(Predicted Mean Vote：予想平均温冷感申告)に基づいて制御している。これによって、人の感覚を反映したより快適な温熱環境が実現できる。このシステムは、実験環境で快適性及び省エネルギー性の両立を確認している⁽²⁾。

また、吹き抜け空間を備える共用部エリアでは、水方式の放射空調システムを人の集まる場の近くに配置し、局所的に空調することで共用部エリアの快適性と省エネルギー性を両立させている。

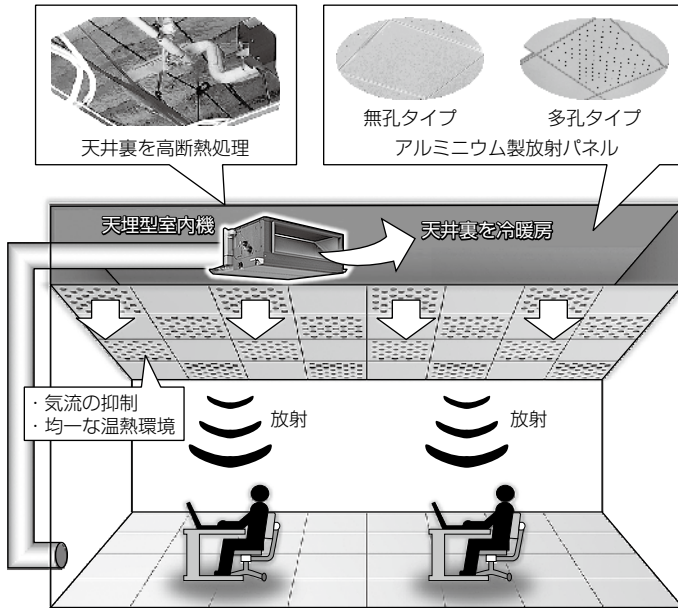


図5. 天井チャンバ型空気式放射空調システム

3.2 照明システム

オフィスエリアでの光環境の快適性と省エネルギー性を両立させるために、“レンズ制御タイプ照明”を導入した。この照明は、以前から照明の明るさの指標として使われている“照度”だけでなく、人が感じる明るさを考慮した“明るさ感”の考えを取り入れた照明器具である。天井面への反射光を増やすことで人が感じる明るさ感が増すという特性を活用し、特殊なレンズを備えた照明器具を導入した(図6)。これによって机上面照度を抑えつつ十分な明るさ感を確保することが可能になり、快適性と省エネルギー性を両立できる。ただし、作業内容によっては照度が不足す

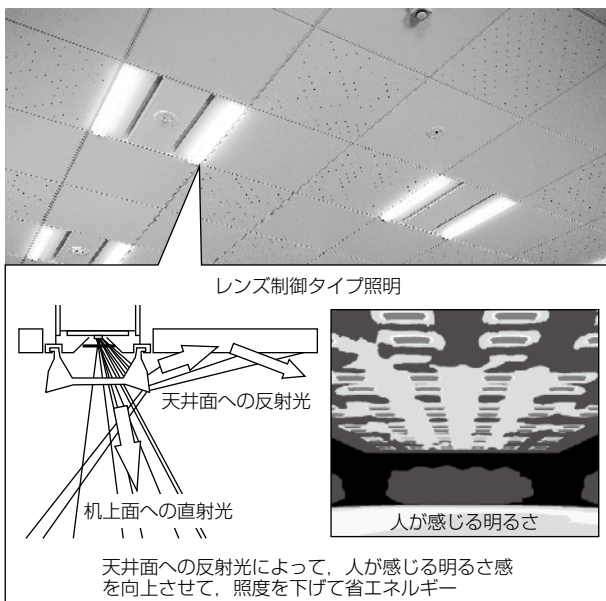


図6. レンズ制御タイプ照明

る場合も想定されるため、必要時はタスクライトを併用できるタスク&アンビエント照明システムにしている。

また、オフィスエリアのグレア対策として、開口率の高い南面の窓全体にひさしを設けて、全ての窓に自動制御のブラインドを備えている。共用部エリアでは北面窓からの外光を積極利用するとともに、間接照明、天井・壁面照射を利用し、照明器具のグレア対策を行っている。

3.3 換気システム

ウェルネスオフィス認証の基準を満たすためには、換気量を一般的な換気設計基準より多くする必要があるが、換気量を増やすと空調のエネルギー消費量が増加する。そこで、SUSTIEでは、換気に対してエリアごとに異なる熱負荷低減の工夫をすることで、換気量の確保と熱負荷低減を両立させている。

オフィスエリアは当社の全熱交換器“ロスナイ”による機械換気システムを導入し、吹き抜けや廊下等の共用部はクールヒートチューブと呼ばれる地中熱を利用した換気システム及び電動窓の自動開閉による自然換気システムを導入している。

機械換気システムでは、外気導入ダクトにWELL Building Standardの基準に対応したフィルタを装着しており、花粉やPM2.5といったアレルゲン物質を除去した上で室内に取り込む仕組みにしている。自然換気は外気条件が温熱環境及び空気質の良い条件になる場合に外気を取り込む仕組みである。また、更なる省エネルギーの工夫として、入退室管理システムで計測したオフィス在室人数に基づき、換気量をきめ細かく制御する機能も導入予定である。

4. む す び

SUSTIEでウェルネスオフィスを実現するために導入した運用技術及び設備システムについて述べた。本稿で述べた技術とシステムに加えて、建築的な工夫やアクティビティ・ベースド・ワーキング(ABW)に代表される働き方の新しい取組みを含めることで、CASBEE-ウェルネスオフィスの最高ランクになるSランクを取得した。今後は快適・健康なオフィスを継続的に運用するとともに、WELL Building Standardの認証取得も目指す予定である。

参考文献

- (1) 藤井洋一, ほか: ZEB+(ゼブプラス)関連技術を結集した実証棟の設計および運用検証(第2報)『ZEB』とWELLNESSの実現に向けた取り組み, 空気調和・衛生工学会, 49~52 (2020)
- (2) 田村夏美, ほか: 天井チャンバ型空気式放射空調システムにおけるPMV制御方式の評価, 空気調和・衛生工学会大会 学術講演論文集, 3, 329~332 (2017)