

# ZEB 設計技術実証スペースにおける取り組み～狭小空間における放射空調の適用～

黒川 美文\*

Mifumi Kurokawa

池田 開\*

Kai Ikeda

大道 将史\*\*

Masafumi Daido

## 1. はじめに

事務用途のZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の普及が進むなか、省エネルギー性能の向上に加え、利用者の知的生産性向上に寄与する快適なオフィス空間の実現が、建築主の投資効果を高めることになる。当社はZEB設計技術実証スペースにおいて、オフィス空間の省エネと快適性に関する取り組みを行っている<sup>1)</sup>。

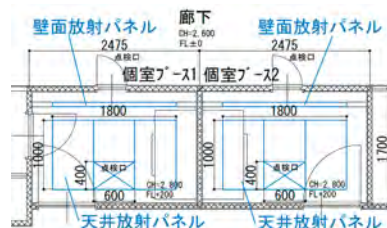
近年のオフィス設計ではWeb会議の普及により個室ブースの導入が進んでいるが、狭小空間であるために快適な温熱環境の確保に課題がある。一般的なオフィス空間と同様にマルチエアコンシステムの天井吹出空調を個室ブースに採用すると、吹出気流が利用者に直接当たって不快感が生じやすく、さらに、室ごとの数百ワット程度の負荷に対応した小容量の室内機がないために、個別の温度制御が困難であり、快適性を確保しにくい。

これらの課題に対する有効な空調方式として水熱源式の放射空調が考えられる。一般的なオフィス空間を対象とした水熱源式の天井放射空調については、設計・運用に関する取り組みを行っており<sup>2)</sup>、同システムの個室ブースへの適用を試行し、設計ノウハウの取得と温熱環境の確認を行った。

## 2. 取り組みの概要

個室ブースに放射空調を適用することで、気流は自然対流による微気流になるため不快感の低減が期待できる。さらに、水熱源式とすることで、各ブースへの熱源水の供給制御により個別の温度調整が可能となる。

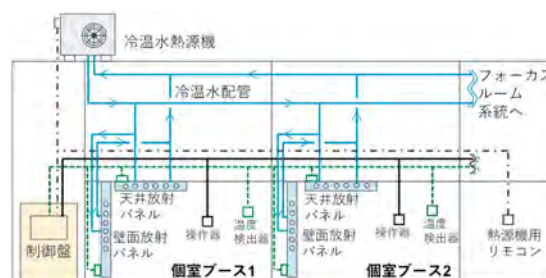
また、個室ブースは床面積に対して壁面積の比率が大きいいため、放射パネルは一般的な天井設置のほかに壁面設置も有効である。つまり、壁面は放射パネル面積を確保しやすく、天井設備との干渉も少ないため、計画上の



図一 平面図



写真一 個室ブース内観



図二 放射空調 制御系統図

自由度が高い。一方、人体の面積は上面より側面が大きく、壁面は天井より人に近いため、壁面放射の人への熱的影響には天井と異なる特徴があると予想される。

そこで、試験的に天井設置および壁面設置の両仕様で同一ブース内に放射パネルを設置し、設置位置の違いによる温熱環境および体感への影響を比較することとした。

## 3. 試験対象室と空調設備

試験対象室は床面積4.21㎡の個室ブースであり、天井および壁面に設置した放射パネルを切換えて使用する。室内には1人用の什器を配置するなど、実使用と同等な条件で評価試験が可能である（図一、写真一）。

空調設備は水熱源式放射空調システムとし、既報<sup>2)</sup>で示した設備に接続している。放射パネルは天井面1.54㎡、壁面3.22㎡とし、壁面は3系統に分割して放射面積が調整可能である。定格冷房能力77.7W/㎡であるため、天井面120W、壁面250Wの定格能力となる。また、放射パネル表面温度を冷水水供給の発停により制御し、室ごとの温度制御を行う。なお、換気設備には調湿外気処理機を使用し、換気とともに湿度制御を行う。

\* 意匠設計部 サステナブル建築設計課

\*\* 技術研究所 建築技術グループ

#### 4. 冷房時の検証結果

冷房運転時の2025年9月に、天井放射パネル使用時および壁面放射パネル使用時の室内温熱環境と在室者の心理反応を確認した。検証試験では、天井面は1.54㎡、壁面は3系統のうち1系統分である1.07㎡の放射パネルを使用した。送水温度14℃の条件下で室温が26℃程度になるようパネル設定温度を調節した。放射パネル表面温度の設定値は天井と壁面で同一であった。

##### (1) 室内の上下温度分布（室内温熱環境）

図-3に示すとおり、放射パネルの設置位置の違いで分布に差があり、壁面設置では高さ1.0m以下において床に近いほど室温が低くなった。これは壁面パネルで冷却された空気が下降し、足元に滞留するためと考えられる。着座時の頭部（高さ1.1m）と足元の温度差は1℃程度と比較的小さいが、体感評価の確認をすることとした。

##### (2) PMVと在室者の温冷感・快適感の主観評価

在室者の体感・心理反応の調査として、20代男女各3名による被験者実験を実施した。入室後に一定時間PC作業を実施した後にアンケートに回答し、温冷感と快適感に関する主観評価を得た（写真-2）。

図-4(a)に全身温冷感と快適感の結果を示す。室内環境測定値から算出した全身温冷感の予測値PMVは、熱的中立に近い0.4程度であった。主観評価の全身温冷感は、平均では予測の通り中立であったが、個人差が若干みられた。一方、快適感の個人差は小さく、やや快適～快適の範囲の評価であった。壁面設置と天井設置はほぼ同等の温冷感および快適感の評価となることが確認できた。

図-4(b)に体の部位毎の評価である局所温冷感の主観評価結果を示す。手の評価において分布に差がみられるが、設置位置の違いによる顕著な差がみられない。壁面設置では、冷却面が利用者に近いことと床面近くの気温低下が観測されたために冷えを感じる懸念があったが、どの部位でも暖かい側の評価となり、天井設置との評価の差も小さく、壁面設置の採用に障害はないといえる。

#### 5. まとめ

水熱源式放射空調の個室ブースへの適用により、気流による不快感をなくし、個別の温度制御を実現した。また、放射パネルの設置位置の違いによる室内温熱環境および心理反応の検証を行い、計画上の自由度が高い放射空調パネルの壁面設置が有用であることを確認した。壁面放射の特性によって冷えを感じる懸念があったが、温冷感および快適性に天井放射との差はなく、概ね良好な環境が得られた。空調システムとしてのエネルギー効率については今後確認を行う予定である。

**謝辞。** 被験者実験にあたり、東京電機大学小笠原研究室の学生の方々にご協力を頂きました。深謝申し上げます。

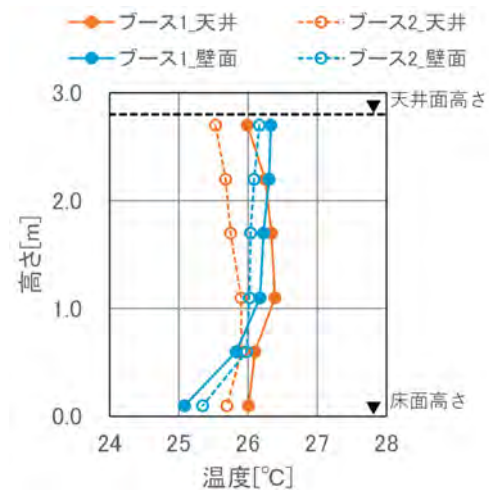
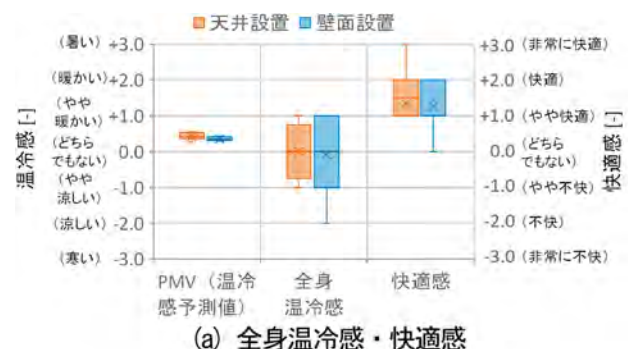


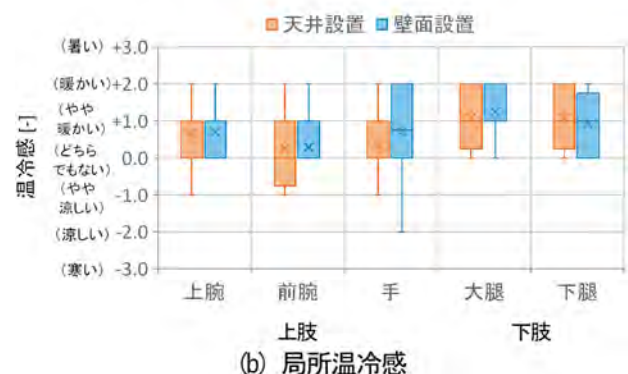
図-3 室内の上下温度分布



写真-2 被験者実験の様子



(a) 全身温冷感・快適感



(b) 局所温冷感

図-4 在室者の温冷感・快適感申告とPMV

#### 参考文献

- 1) 大道将史他：ZEB 設計技術実証スペースにおける取り組み，西松建設技報 Vol. 47, 2024
- 2) 大道将史他：ZEB 設計技術実証スペースにおける取り組み，西松建設技報 Vol. 48, 2025