

天井放射空調システムの性能検証及び在来空調システムとの比較

建築都市デザイン学科 2280110045-0 中村 安伸
(指導教員 近本 智行)

1. はじめに

放射空調は、冷房時に温度の高い人体から温度の低い放射パネルに放熱されるため気流が少なくても対流式の在来空調と同程度の快適性を得ることができる。既往研究において、放射冷暖房システムは夏期の空調設定温度を高くしても在来空調と比べて温熱感の悪化は見られなかった^{文1)}。一方、放射空調は冷水温度も緩和することが可能であると考えられる。

本研究では、熱源を選択可能（冷温水行き/還り、地中熱、太陽熱）な天井放射空調を導入した建物において、夏期と冬期の環境実測を行うことで、放射冷暖房システムの性能を検証する。また、在来空調システムとの比較を行い本システムの有効性を確認する。

2. システム概要

天井放射空調は、水熱源式天井放射空調システムで熱源は大学施設内で作られている往・還冷温水を用い、また夏期では地中熱を利用した冷水、冬期では太陽熱利用した温水をバルブの切り換えにより選択することができる。外気処理システムとして、除湿コイルユニットが設置してある。放射パネルはパンチングメタルである。図 1 にシステム概要図を示す。天井内に全熱交換器の吹出口、室内側に全熱交換器の吸込口があることにより天井内が正圧、室内側が負圧になり、パンチングメタルからのじみだしによる対流の効果での空調も期待できる。在来空調はガスヒートポンプパッケージエアコン（GHP）を使用している。

3. 実測室概要

実測は実会議室で行った。床面積は両室 70 m²、天井高は 2.6m である。放射空調室の冷水埋設放射パネルは 96 枚で面積は 34.56 m² である。在来空調室の GHP はインテリア側に設置してあり 4 方向吹出である。

4. 夏期実測

4.1 夏期実測概要

8 月下旬から 9 月上旬の 11 日間の 8 時から 17 時にかけて物理環境実測を行った。その内 4 日間で放射空調室と在来空調室を表 1 に示す解析ケースで運用し、同時計測した。表 2 に測定項目及び凡例、図 2 に測定箇所及び凡例を示す。在室者約 10 人を想定し、ペリメータ側とインテリア側に 発熱量 500W の発熱体を設置した。設定温度は、両室ともに 26℃ になるように設定した。

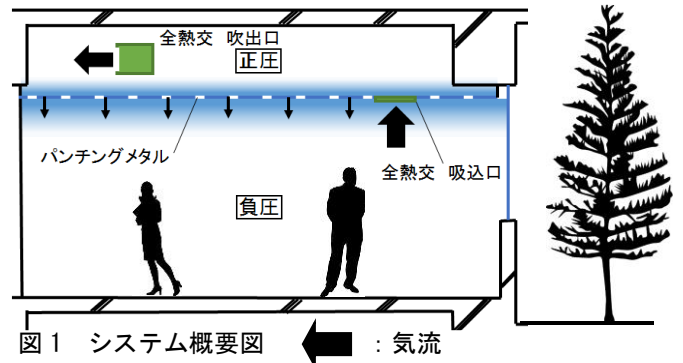


図 1 システム概要図

表 1 夏期解析ケース

| case | 放射空調 | | | 在来空調 | | |
|-------|------|-------|---------------------------|------|-------|---------------------------|
| | 熱源 | プラインド | 全熱交風量 (m ³ /h) | GHP | プラインド | 全熱交風量 (m ³ /h) |
| case1 | 往冷水 | 開 | 310 | 27°C | 開 | 330 |
| case2 | 還冷水 | 開 | 310 | 27°C | 開 | 330 |
| case3 | 地中熱 | 開 | 310 | 27°C | 開 | 330 |
| case4 | 往冷水 | 閉 | 310 | 27°C | 閉 | 330 |

表 2 測定項目と凡例

| 凡例 | 測定項目 | 測定高さ | 点数 |
|----|---------|--|----|
| ● | 上下温度分布 | FL+0.1m / 0.4/0.7/1.0/1.3/1.6/1.9/2.2/2.5m | 8 |
| ○ | 水平温度分布 | FL+1.1m | 24 |
| ◆ | 天井表面温度 | 天井面 | 24 |
| ◇ | 窓表面温度 | 窓面 | 4 |
| ■ | 壁表面温度 | 壁面 | 28 |
| ▲ | 床表面温度 | 床面 | 24 |
| ▲ | 放射温度 | FL+1.1m | 4 |
| □ | 全熱交吸込温度 | 制気口 | 4 |
| ■ | 全熱交吹出温度 | 制気口 | 4 |
| + | 平面気流速度 | FL+1.1m | 4 |
| + | 日射量 | FL+1.1m | 1 |
| ○ | 微差圧 | 天井内 | 1 |

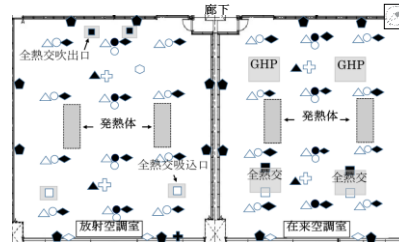


図 2 測定箇所

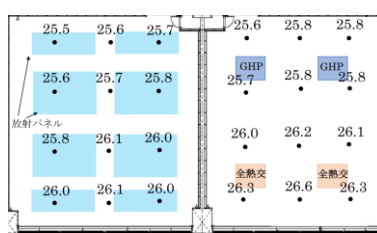


図 3 平面温度分布 (FL+1100 mm)

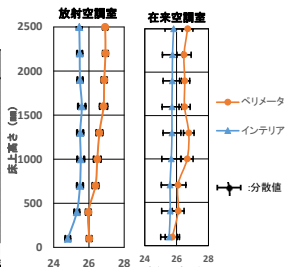


図 4 上下温度分布

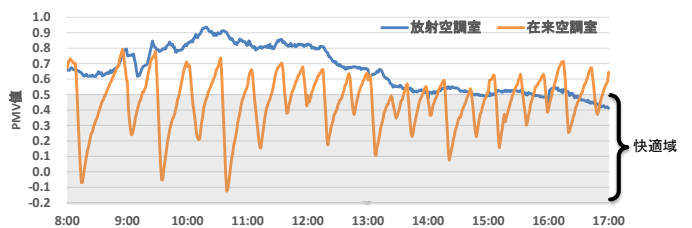


図 5 PMV

4.2 夏期実測結果

図3にcase1の13時～14時における在来空調室、放射空調室の1100mm地点の平均平面温度分布を示す。放射空調室は最大温度差0.6℃となった。在来空調室は最大温度差1.0℃となった。放射空調では、在来空調よりも温度分布が生じにくいことが確認できた。

図4にcase1の13時～14時における放射空調室、在来空調室の平均上下温度分布を示す。両室においてペリメータ側の温度が高くなったことから両室とも外部負荷の影響を受けやすいこと、また放射空調室は1時間あたりでの温度の分散がほとんど見られないことが確認できた。

図2にcase1における在来空調室、放射空調室のPMV値を示す。在来空調室は、サーモ on・offの影響を受け一定間隔で値が上下しているが-0.5～0.5の快適域を推移している時間が長くなった。放射空調室では、直達日射の影響でPMVが高くなり直達日射が無くなると緩やかに下がっているが完全に快適域を推移しなかった。これは放射空調の放射温度が一定なため急速な熱処理が行われないことが考えられる。

図6に温熱環境の快適感申告、図7に気流の快適感申告のアンケート結果を示す。図6から放射空調室は在来空調室より不快側の申告が少なかった。これは、気流の快適感申告で不快に感じる人が少なかったことが要因のひとつだと考えられる。

5. 冬期実測

5.1 冬期実測概要

12月中旬から12月下旬の10日間の8時から17時にかけて物理環境実測を行った。表3に解析ケースを示す。また測定項目、測定箇所は夏期と同様である。設定温度を両室ともに22℃になるように設定した。

5.2 冬期実測結果

図8にcase1における在来空調室、放射空調室の1100mm地点の平面温度分布を示す。放射空調室は最大温度差0.4℃となった。在来空調室は最大温度差0.8℃となった。放射空調は、在来空調よりも温度分布が生じにくいことが確認できた。

図9にcase1の13時～14時における放射空調室、在来空調室の平均上下温度分布を示す。放射空調室は上下温度差が快適範囲ではないが在来空調室に比べ、上下温度差はみられなかった。放射空調室は1時間あたりでの温度の分散がほとんど見られないことが確認できた。

図10にcase1における在来空調室、放射空調室のPMV値を示す。両室ともに空調の立ち上がりに2時間程かかるので、PMVが安定するまでに時間がかかるが安定してからは、放射空調室では、0～0.2と快適域を推移した。在来空調室ではサーモ on・offの影響を受け一定間隔で値が上下しているが放射空調室と同様に-0.3～0.2、と快適域を推移した。

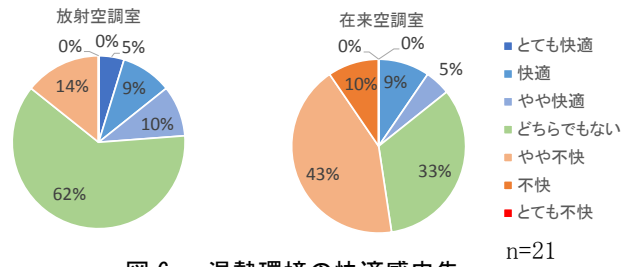


図6 温熱環境の快適感申告

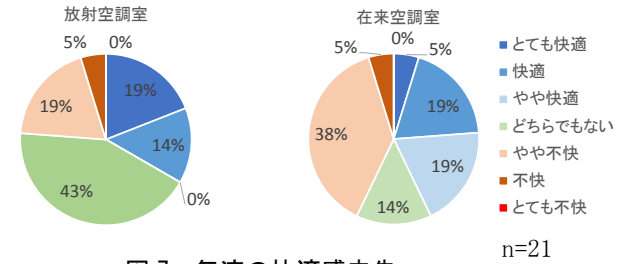


図7 気流の快適感申告

表3 冬期解析ケース

| case | 放射空調 | | 在来空調 | | ブラインド |
|-------|------|--------------|------|--------------|-------|
| | 熱源 | 全熱交風量 (m³/h) | GHP | 全熱交風量 (m³/h) | |
| case1 | 還温水 | 310 | 22℃ | 330 | 閉 |
| case2 | 往温水 | 310 | 22℃ | 330 | 閉 |
| case3 | 往温水 | 500 | 22℃ | 500 | 閉 |

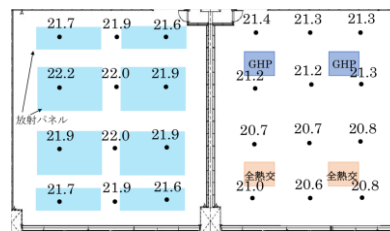


図8 平面温度分布 (FL+1100 mm)

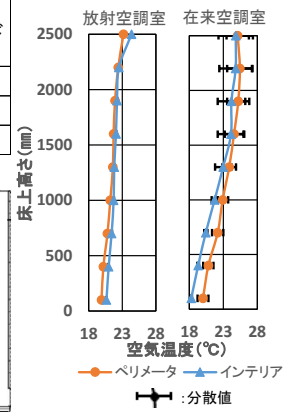


図9 上下温度分布

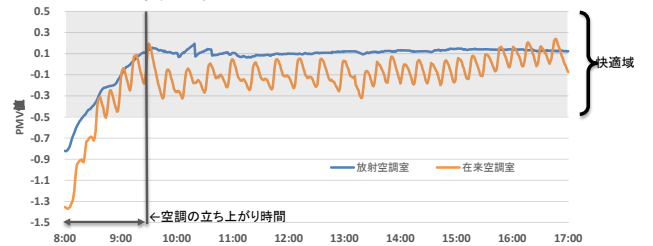


図10 PMV値

5. まとめ

本研究では、夏期、冬期における天井放射空調と在来空調の比較を行った。放射空調室は在来空調室より気流感が少なく温度分布が生じにくいことから、両室の室内の設定温度が同等の場合、温熱環境は同等もしくは快適な環境だと考えられる。

参考文献

文1) 瀬沼央、武田仁ら：放射冷暖房システムに関する研究、空気調和・衛生工学会論文集, pp. 57-63, 1999年4月