

暖房用自然対流・放射形放熱器の性能評価に関する研究

Research on the Evaluation of the Performance of the Radiator

ライフサイエンス専攻 9740440 山本 直子

1. はじめに

わが国では長い間、いろり、ひばち、こたつ等を利用して直接身体を暖める採暖方法がとられてきた。しかし、近年、住宅の気密性・断熱性が向上し室内を十分に暖房することが可能になった。一方、わが国は暖房と同様に冷房の必要性が高く、暖房と冷房の切替が容易なエアコンが広く普及している。また、ファンヒーターなどの需要も高い。このように各室ごとで別々に暖房する方式を各室暖房方式という。

一方、熱源設備や熱搬送設備を一箇所にまとめ、そこで温水や温風を作り、各室まで送る方式を中央暖房方式という。中央暖房方式には温水暖房・温風暖房・蒸気暖房があるが、温水暖房は放射による放熱成分の割合が最も大きく、柔らかい感覚の暖房が実現でき、住宅に適していると言える。山本の卒業論文¹⁾では文献研究により温水暖房の基礎的研究を行ない、山崎の卒業論文²⁾では実測により放熱器を用いた暖房の有効性を評価した。本研究ではこれまでの研究を発展させ、温水暖房用放熱器の暖房特性を評価することを目的とした。

2. P社ゲストハウスでの室内温度分布測定

2.1 測定方法

2.1.1 銅-コンスタンタン熱電対とデータロガーを用いて、放熱器表面温度、室内各点での空気温度、室内表面温度、外気温を5分間隔で測定した。また、グローブ温度計と湿度センサーを用いて平均放射温度、相対湿度を5分間隔で測定した。直射日射熱の影響が予測される位置では熱電対の先端をアルミ箔で覆い測定を行なった。

2.1.2 室内に113cm×300mmのガーゼを張り、一定時間を置いてからガーゼの表面温度をサーモカメラにより測定し、熱電対による測定結果と比較した。

以上の測定を1999/1/7~9に、1Fコミュニケーションルームにおいて行なった。

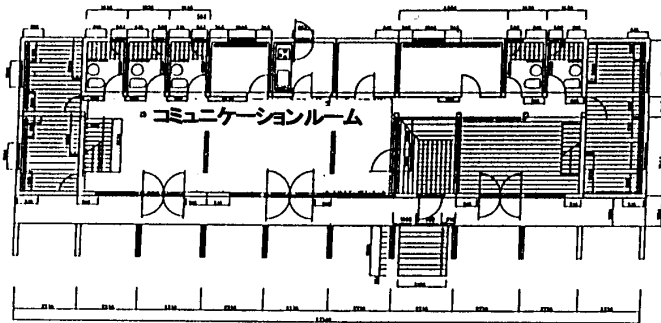


Fig.1 P社ゲストハウス1F平面図

Table1 P社岩手ゲストハウス概要

所在地	岩手県岩手郡松尾村
構造	木造2F
断熱仕様	ペアガラス・木製サッシ・グラスウール 100mm
熱損失係数	1.5kcal/m ² h°C

Table2 放熱器仕様

暖房温度(°C)	~20~
概算暖房負荷(Kcal/m ² h°C)	11420
暖房能力(Kcal/h)	1548
本体幅本/高さ/厚さ(mm)	740/2150/164

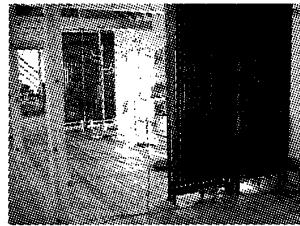


Photo1 コミュニケーションルーム

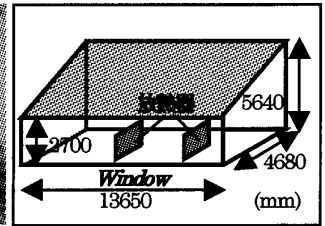


Fig.2 コミュニケーションルーム概要

2.2 測定結果

放熱器中心の高さにおいては室内全域(測定点9点)でほぼ均一な温度分布を示した。一方、高さ方向においては温度差が生じていた。ガーゼとサーモカメラによる測定結果は、窓近傍を除けば、熱電対による測定結果とほぼ一致していた。ガーゼが空気温度と著しく異なる温度の物体に近接している時、サーモカメラはガーゼの目を透してガーゼの向こう側にある物体の温度を感知すると考えられる。

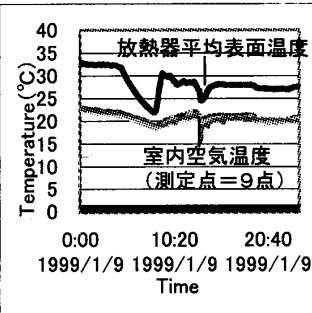


Fig.3 放熱器中心高さの空気温度分布

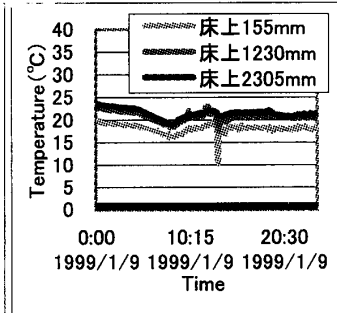


Fig.4 上下温度分布

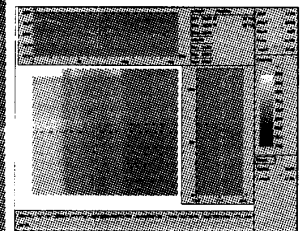
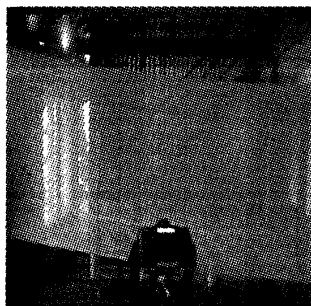


Photo2 ガーゼの表面温度分布測定状況とサーモカメラの熱画像

3. カーボンブラック面発熱体による放熱特性評価

3.1 カーボンブラック面発熱体について

カーボンブラック面発熱体は正方形に切り両端を電導ベ
ンキで塗布することで基準抵抗を有し、定電圧を与えると
均一に発熱する薄い布である。本研究で用いた面発熱体
は、大きさが30cm×30cmで基準抵抗が648Ωであった。

3.2 測定方法

面発熱体に定電圧(50V・70V)を与えて発熱させ、中心
の高さを放熱器中心の高さ(床上 1230mm)に固定し、室
内のあらゆる位置において放熱器と平行に向かい合うよう
に設置し、サーモカメラを用いて表面温度を測定した。

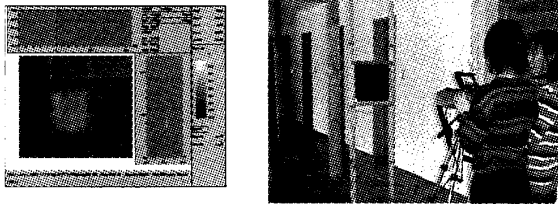


Photo3 発熱しているカーボンブラック面発熱体

3.3 測定結果

面発熱体の放熱器に対する位置による温度差、及び室内
における位置による温度差が生じた。

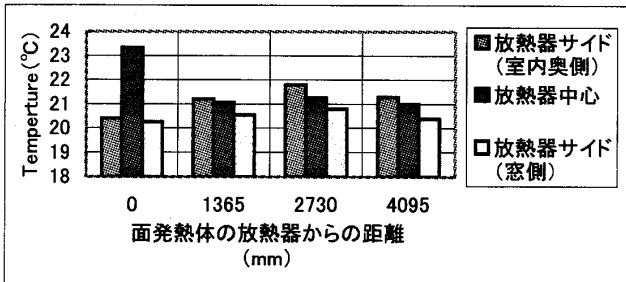


Fig.5 面発熱体表面温度(電圧 50V)

4. 放熱器及び室内表面との放射熱交換

面発熱体は薄い布であるため、放射熱交換に関しては放
熱器との熱交換、反対側の室内表面との熱交換の両方から
の影響を受けた平均値のような温度になる。よって、放熱
器や反対側室内表面の面発熱体に対する放射熱量を求め、
この関係を考察した。

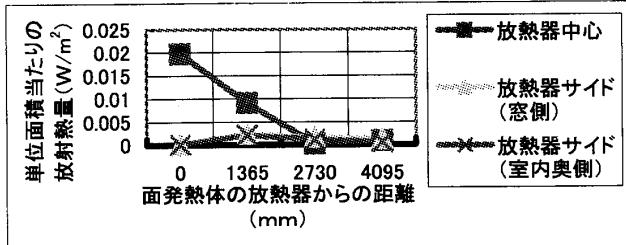


Fig.6 放熱器と室内表面の面発熱体に対する放射熱量(電圧 50V)

5. 3次元数値シミュレーションによる解析

熱流体解析システム(Stream for Windows)を用いて、
コミュニケーションルームの温度分布を解析した。

5.1 解析条件

【物性値】放熱器:鉄の物性値を使用。

【境界条件】

流入流出条件	なし
壁面心力条件	対称面の free slip 条件
壁面熱移動条件	温度の対数則・乱流熱伝達 外部との熱移動あり(対数則・乱流熱伝達) 外部温度 床:18.7°C ¹⁾ 、窓:16.6°C ²⁾ 、天井:23.1°C ³⁾ その他の壁面:20.9°C ⁴⁾ 1,2,4)1999/1/9の平均測定値を使用 3)サーモカメラにより測定。

【初期条件】

全域	20.3°C(平均放射温度の平均測定値)
放熱器①	28.3°C(放熱器表面温度の平均測定値)
放熱器②	31.7°C(放熱器表面温度の平均測定値)

【温度固定】放熱器①:28.3°C、放熱器②:31.7°C

5.2 解析結果

解析結果は熱電対による測定結果とほぼ一致していた。

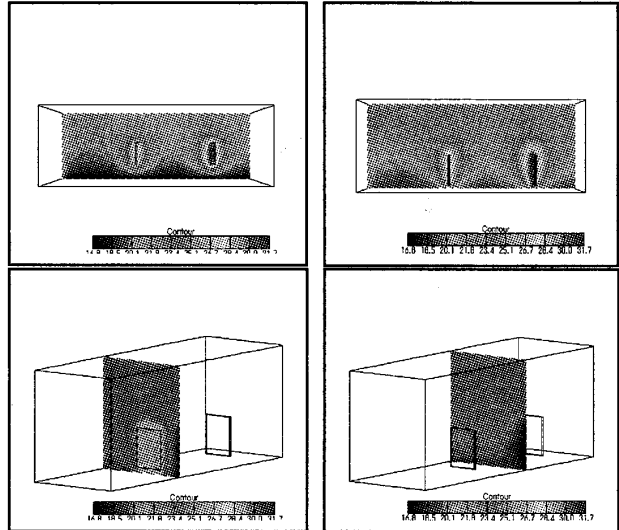


Fig.7 解析結果の一例

6. 総括

放熱器により暖房が行われている室内の温度分布を測定
した。ガーゼとサーモカメラを用いた空気温度分布測定を
試みた。カーボンブラック面発熱体を用いた放熱器の放熱
特性評価を試みた。測定結果より、この方法により部屋の
熱特性も含めて放熱特性を評価できることが半明した。3次
元数値シミュレーション(熱流体解析システム「Stream for
Windows」)を用いて室内空気温度分布を解析し、室内が
放熱器の暖房特性を考察した。

7. 参考文献

- 1)山本直子:温水暖房用放熱器と低温暖房の有効性についての研究 平成 8 年度お茶の水女子大学卒業論文
- 2)山崎百恵:放射を主成分とする放熱器による暖房・冷房に関する実験研究 平成 9 年度お茶の水女子大学卒業論文
- 3)水野宏道:放射計を用いて得た放熱器放射放熱量の評価(輻射・対流形放熱器の放熱特性:第30報) 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集(1997)
- 4)田中辰明:防寒構造と暖房 理工図書(1993)
- 5)田中辰明:放熱器の配置が熱的快適性と熱損失にいかに関与するか 空気調和・衛生工学 第61巻 第9号

指導教官 田中辰明