

第9回 人間-熱環境系シンポジウム報告集(昭和60年12月)

研究発表 27

温風暖房における室内環境の評価(5)

三菱電機商品研究所 ○菅原 作雄 原 正規
三菱電機中津川製作所 水野 久好

Relation between Comfort Sensation and Temperature, Air-flow Distribution
in Heating Residential Room (5)

Sakuo Sugawara,* Masanori Hara,* Hisayoshi Mizuno**

* Consumer Products Research Laboratory, Mitsubishi Electric Corp.

** Nakatsugawa Works, Mitsubishi Electric Corp.

In this study, we analyzed the relation between feeling and physical data in residential room heated by floor type air heater in Asahikawa city, Hokkaido district. Asahikawa is one of the coldest city in Japan.

From this result, we estimated comfortable room air temperature as air temperature around head is below 29°C, and air temperature around feet is above 18°C.

1. はじめに

北海道を代表とする寒冷地における暖房は、健康な生活を営む上で必要不可欠なものである。また、この為の暖房費も高く、省エネに対する期待と、より質の高い暖房環境実現への要求が大きい。しかし寒冷地における室内環境の把握は、十分に行なわれておらず、市販されている温風暖房機が寒冷地に適合した居住環境をつくるものであるかは疑問が多い。そこで60年1月～2月にかけて最も寒い地方に数えられる旭川市の一般住宅において、現地に住む女性(主婦)5名を被験者とし、各種温風暖房機を用いて暖房感覚実験を行い、人体温感の解析を試みた。ここでは、暖房感覚実験の実験方法と結果から求めた快適温度範囲について述べる。

2. 暖房環境の問題点

暖房された室内は、上下方向や水平方向に温度の偏りができる。また、立位状態の人体は、縦方向に長く、いろいろな温度域に接しており、この時の温熱感覚は、これらの温度を総合した結果により決定される。これは、温度だけではなく、湿度、気流、輻射温度等の環境要素についても同様である。さらに、そこで生活する人の温熱感覚は、暖房機のオンオフや、外気温の変化にともなう室内環境の時間的変化にも影響される。

したがって、実環境と温冷感や快適感など感覚との関係を検討するには、温度に注目すると、1. 上下の温度分布、2. 暖房機のオンオフなど室温制御性から決る時間的溫度変化を考慮する必要がある。

第9回 人間-熱環境系シンポジウム報告集 (昭和60年12月)

3. 実験方法

3-1 実験住宅と実験室の概要

実験住宅の概要を表1に、1階の平面図を図1に示す。北海道では平均と考えることができる断熱仕様になっているが、築後約10年を経過している。暖房感覚実験に用いた部屋は、1階のリビングルームと台所である。図に示すように被験者は5名とし、5カ所(A席~E席)に配置した。被験者の環境は、被験者に近接した位置に接置された温度測定ポールで測定した。温度測定ポールには、床から50〔mm〕、500〔mm〕、1200〔mm〕、1600〔mm〕の高さに空気温度測定用のT型熱電対と、床から1200〔mm〕の高さに黒球温度計を取り付けた。これらの測定点はそれぞれ足部、椅座位頭部、立位頭部を代表するものとした。また、A席~D席は椅座位、E席は、台所における作業を想定し立位とした。また、リビングルームはじゅうたん敷、台所はリノリウム敷のため、D席とE席はスリッパを着用することにした。なお、実験中の日射の影響を防ぐため、南西と南東のテラス窓には、厚手のカーテンを使用した。

3-2 被験者

被験者は現地でパートの形で採用した。被験者の平均像は、年齢37才、身長153 cm、体重47 kg、断熱材100 mmの木造住宅に住む、北海道生まれ北海道育ちの主婦である。(表2)

3-3 タイムスケジュール

実験は、60年1月28日~2月4日にかけて行った。実験住宅に到着後被験者は、予備室(1階6畳)入り、室内着になり体を慣らす。予備室の室温制御は、被験者に任せた。被験者には冬期の室内着を義務付け、着衣量は、約0.9~

1.0〔clo〕である。(図2)

感覚実験は二つに分け、午前実験室の代表室温を27℃に設定した高温感覚実験、午後代表室温を23℃にした低温感覚実験を行った。被験者は、立ち上り実験終了20分後より20分間隔で、図1に示したA席~E席の各位置の感覚を申告する。実験に用いた暖房機は、能力、燃焼方式、温風吹出口、室温制御機能の異なる強制給排気式温風暖房機7機種である。

Table 1. Test House

| | |
|-----|-----------------|
| 所在地 | 北海道旭川市忠和 |
| 住宅 | 木造二階建 戸建住宅 |
| 床面積 | 約78㎡ (1階部分 44㎡) |
| 断熱材 | 100 mm |
| 建築年 | 昭和50年 (推定) |

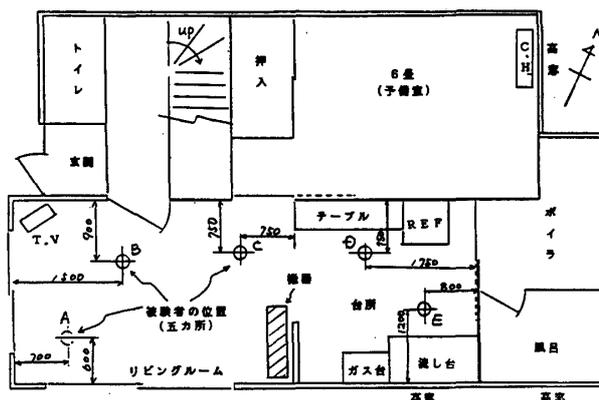


Fig. 1 Top view of Test House(1st Floor)

Table 2. Profile

| 氏名 | 年齢 | 身長 | 体重 | 出生地 | 住居 | 住居断熱厚さ |
|-----|-----|-----|------|-----|--------|--------|
| M J | 38才 | 153 | 42kg | 北海道 | 木造 | 200 mm |
| M K | 38才 | 150 | 45kg | 北海道 | 木造 ㊦㊦㊦ | 100 mm |
| J F | 35才 | 157 | 51kg | 北海道 | 木造 ㊦㊦㊦ | 50 mm |
| T K | 35才 | 153 | 49kg | 北海道 | 木造 ㊦㊦㊦ | ? |
| H K | 36才 | 150 | 46kg | 北海道 | 木造 ㊦㊦㊦ | 100 mm |

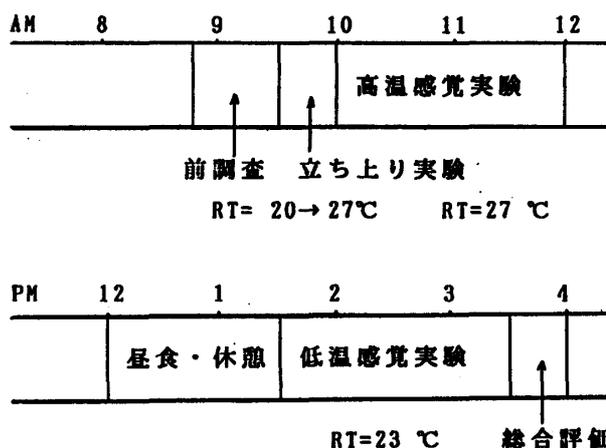


Fig. 2 Schedule

3-4 申告表

申告は、表3に示す申告表により行った。温冷感は7段階、快適感
 6段階、気流感は4段階とした。また、今回特に、環境の時間
 的変化に対する感覚の申告を受けるため、4段階の環境変化感、こ
 の環境変化の満足感を示す7段階の環境変化満足感を設けた。

Table 3. Category scales of thermal sensations

| | | | |
|--|---|--|--|
| <p>温冷感</p> <p>1 非常に暑い</p> <p>2 暑い</p> <p>3 暖かい</p> <p>4 どちらでもない</p> <p>5 涼しい</p> <p>6 寒い</p> <p>7 非常に寒い</p> | <p>快適感</p> <p>1 快適</p> <p>2 やや快適</p> <p>3 どちらでもない</p> <p>4 やや不快</p> <p>5 不快</p> <p>6 非常に不快</p> | <p>環境変化満足感</p> <p>1 非常に満足</p> <p>2 満足</p> <p>3 やや満足</p> <p>4 どちらでもない</p> <p>5 やや不満</p> <p>6 不満</p> <p>7 非常に不満</p> | <p>気流感</p> <p>1 感じない</p> <p>2 やや感じない</p> <p>3 感じる</p> <p>4 非常に感じる</p> |
| | | | <p>環境変化感</p> <p>1 感じない</p> <p>2 やや感じない</p> <p>3 感じる</p> <p>4 非常に感じる</p> |

4. 実験結果

A~C席はスリッパを着用せず、D・E席は着用して
 いるが、平均温度と温冷感の関係によれば両者の相違を
 分離することはできなかった。また、A~D席は椅座位
 、E席は立位であるが、スリッパの着用有無と同様に明
 確な分離ができない。尚、各感覚値は5名の被験者の平
 均とした。

温冷感と快適感の関係を図3に示す。快適感は、温冷
 感の二次関数的相関があることがわかる。また、快適感
 が温冷感の中庸のところではなく、少し暖かめで最高を
 示している。快適感と環境変化満足感の関係を図4に示
 す。快適感と環境変化満足感は、一次関数的相関がある。
 また、環境変化満足感の”どちらでもない”は快適感の
 ”どちらでもない”に対応していることがわかる。環境
 変化満足感と環境変化感の関係を図5、快適感と気流感
 の関係を図6、快適感と環境変化感の関係を図7に示す。

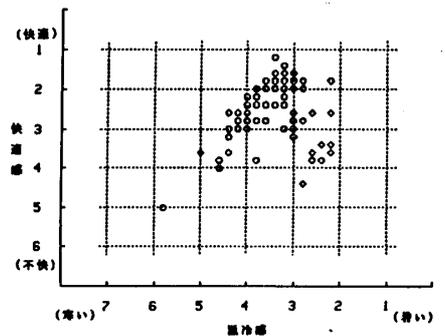


Fig. 3 Relation between thermal Sensation and Comfort Sensation

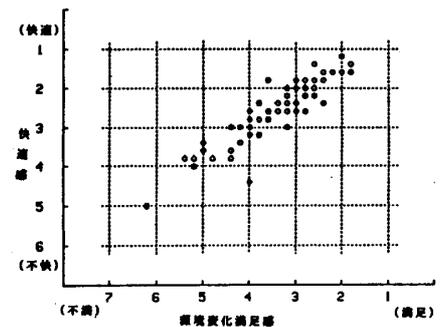


Fig. 4 Relation between Sensation of Satisfaction and Comfort Sensation

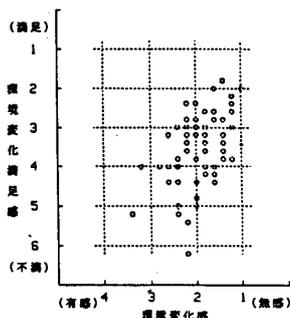


Fig. 5 Relation between Sensation of Change and Sensation of Satisfaction

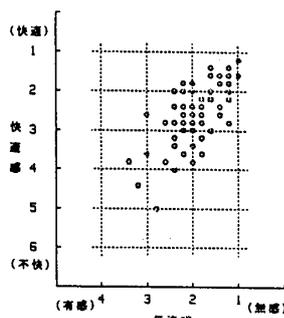


Fig. 6 Relation between Air Velocity sensation and Comfort Sensation

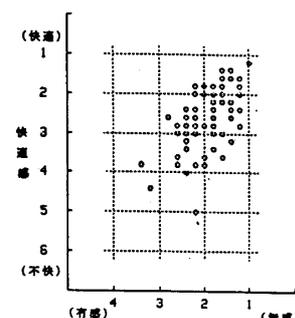


Fig. 7 Relation between Sensation of change and Comfort Sensation

第9回 人間-熱環境系シンポジウム報告集 (昭和60年12月)

5. 快適感の推定

筆者らは、これまで定常状態の人体温度の評価を行い、足部付近の温度 (以下足部温度) と頭部付近の温度 (以下頭部温度) が、特に全身の快適感に影響を与えることを把握していた。これは、足部と頭部が人体の肌が露出あるいは露出に近い着衣の部位であり理解できる。特に足部は冷感覚に、頭部は暑感覚に大きな関係があると考えられる。

そこで、暖房機のオンオフ時の頭部温度の最高値と足部温度の最低値で、快適感の推定を試みる。図8は、縦軸に頭部温度の最高値、横軸に足部温度の最低値をとり、申告表の快適感3を超えるデータを不快、快適感3以下を快適としてプロットしたものである。図によれば、快適領域は、頭部温度が29[°C]以下、足部温度が18[°C]以上に集中しているのがわかる。この温度範囲を満足すれば、快適であると考え、頭部と足部の温度データより、快適、不快の判定ができる。表4は、感覚実験70データについて、上記の判定値と感覚値を比較したもので、良い一致を示していると言える。従ってこの快適温度範囲より快適、不快の判定ができる。

図9は、温冷感の値ごとの判定率を示したものである。判定率は温冷感が3~4の付近で小さい値を示し、暑いあるいは寒い環境で大きい値を示す。暑いあるいは寒い環境では、はっきりと人が不快と感じ、温冷感的に中庸な環境では区別しにくいとためと考えられる。

6. まとめ

寒冷地で生活する女性を被験者にし、暖房感覚実験を行った。その結果、暖房機のオンオフにより変化する環境の快適温度範囲を求めることができた。今後、更に検討を加え、動的室内環境の評価方法の確立を計るとともに、寒冷地に適合する暖房機開発に努力したい。

<参考文献>

1. 菅原他、温風暖房における室内環境の評価, 第5回人間-熱環境系シンポジウム論文集 (S56.12)
2. 菅原他、寒冷地における暖房時の室内環境の評価, 空気調和衛生工学会学術論文集 (S60.9)

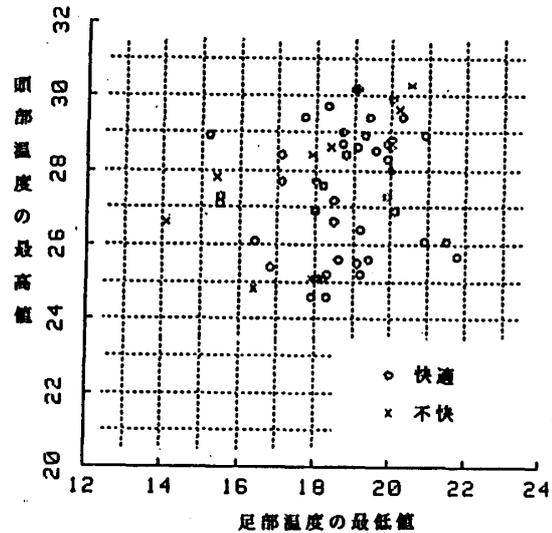


Fig. 8 Distribution of Comfort Sensation

Table 4. Comparison test result and Comfort estimation

| 実験判定結果 \ 結果 | 快適 | 不快 |
|-------------|----|----|
| 快適 | 35 | 1 |
| 不快 | 20 | 14 |

$$\text{判定率} = \frac{\text{一致したデータ数}}{\text{全データ数}} = \frac{35+14}{70} = 70\%$$

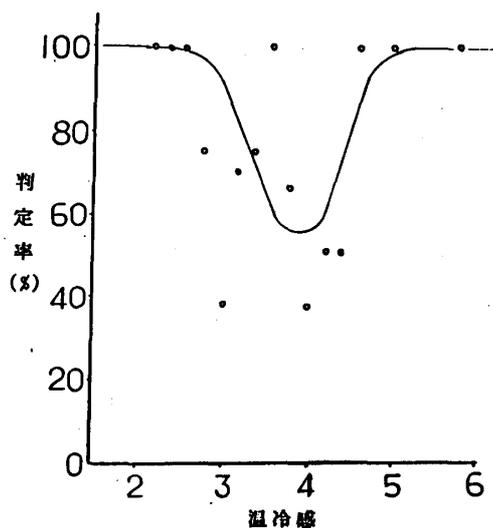


Fig. 9 Distribution of judgement