

## 日本人を対象とした室内温湿度条件の至適域に関する実験研究

—夏季至適域の提案—

EXPERIMENTAL STUDY ON OPTIMUM TEMPERATURE  
AND HUMIDITY CONDITIONS FOR JAPANESE

—Propose of comfort zone in summer—

志村欣一\*, 堀越哲美\*\*, 山岸明浩\*\*\*

*Kinichi SHIMURA, Tetsumi HORIKOSHI and Akihiro YAMAGISHI*

The objectives of this paper is to propose thermal comfort zone based on the experimental data of the optimum air temperature and humidity conditions for Japanese. Experiments were conducted on 650 Japanese young men and women in the summer season under 16 kinds of the following combined conditions: air temperature of 22°C, 24°C, 26°C and 28°C, and absolute humidity of 7g/kg', 10g/kg', 13g/kg' and 16g/kg' under still air in which mean radiant temperature is nearly equal to air temperature. The following results were obtained: 1) The Comfort Zone for slightly clothed (0.45clo), sedentary young Japanese is represented in the envelope in which operative temperature range extents 24.7°C to 27.6°C on the 6g/kg' absolute humidity line, and 24.1°C to 26°C on the 80% relative humidity curve. 2) The mean skin temperature stands between 33°C and 34°C in the thermal comfort conditions.

**Keywords:** optimum condition, air temperature, humidity, comfort zone, Japanese  
至適条件, 気温, 湿度, 快適域, 日本人

## 1. はじめに

日本の室内設定条件として利用されている温熱環境条件は、一般に諸外国の研究者が随時提案してきたものである。外国における至適温湿度条件に関する研究は、Yaglou<sup>1)</sup>, Koch<sup>2)</sup>, Nevins<sup>3)</sup>, Fanger<sup>4)</sup>ら多くの研究が行われているものの、その多くは欧米人を対象としたものであり、また気候風土・生活様式等の違いにより必ずしも日本人に適合したものではないと言われている<sup>5)</sup>。

国内でも三浦<sup>6)</sup>, 平山<sup>7)</sup>, 射場本<sup>8)</sup>, 小林<sup>9)</sup>, 小川<sup>10)</sup>, 成瀬<sup>11)</sup>ら多くの研究が行われ、至適温湿度条件を求める研究が行われている。最近では、田辺<sup>12)</sup>らの標準衣服を着用した比較的多数の被験者を用いて、日本人の中立温度を求め、欧米人との比較を行った研究がある。しかしながら、これらの研究は、着衣量の違いや被験者および温熱

環境条件の不足等により、至適域の提案という型には至っていないと思われる。

本研究は、人工気候室内において、温熱環境条件として気流・熱放射を一定として、気温と湿度の組合せを変化させ、同一の着衣を着用した多数の青年男女を被験者に用い、人体の生理的・心理的反応を測定し、日本人を対象とした室内の至適温湿度条件を求めることを目的として、実験を行ったのでここに発表する。

## 2. 実験計画

## 2.1 設定条件

実験は、1994年7月29日～8月15日に図1に示す人工気候室を用いて行った。温熱環境条件は、気温が22, 24, 26および28°Cの4条件、絶対湿度が7, 10, 13および16

\* 中部電力電気利用技術研究所 研究員・工修  
(名古屋工業大学大学院社会開発工学専攻  
院生)

\*\* 名古屋工業大学社会開発工学科 教授・工博  
\*\*\* 信州大学工学部社会開発工学科 助手・工修  
(名古屋工業大学社会開発工学科 内地研究  
員)

Researcher, Chubu Electric Power Co. Ltd., M. Eng. (Graduate  
Student, Dept. of Architecture, Nagoya Institute of Technology)

Prof. Dept. of Architecture, Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.  
Research Assoc., Dept. of Architecture, Shinshu Univ., M. Eng.  
(Visiting Researcher, Dept. of Architecture, Nagoya Institute of  
Technology)

g/kg'の4条件を組合せ、男女それぞれ16条件を設定した。気流は静穏気流とし、平均放射温度と気温ができるだけ等しくなるように、周囲を布製のカーテンで囲うこととした。

被験者の着衣条件は、表1に示すとおり衣服による影響を避けるため、下着を除き男女とも同一のものを使用した。今回使用した衣服は、下着を除けば男性用である。衣服のクロ値は重量法<sup>13)</sup>により男性用の推定式を用いて算出し、その結果0.45cloとなった。

実験スケジュールを図2に示す。実験は1日2条件を午後に実施した。被験者は、実験室入室前に指定の衣服に着替え、曝露実験開始40分前に実験室に入室した。実験室入室後各被験者は、所定の位置に移動し、熱電対の取付や被験者の年齢・身長・体重・出身地・その日の食事・健康状態等の調査および申告方法の説明などを約20分間で行ない、曝露実験開始まで椅座安静状態を保った。実験室入室40分後から60分間曝露実験を行い、生理的・心理的反応を測定した。2条件目は被験者の感覚に変化を来たさないうちに屋外で50分間安静状態で休憩させた後、同様の実験を繰り返した。

実験に使用した椅子は、折り畳み式の座面と背もたれ部分がナイロン製のものを使用し、実験中被験者には、ナイロン製のスリッパを使用させた。

## 2.2 被験者

被験者は健康な青年男女延べ650名を用い、設定環境条件によって最大で27名、最小で12名となっている。被験者は、図1の右側から順次着席させた。被験者は特定せず、設定環境条件毎に何回でも参加可能とした。被験者の身体データを表2に示す。実験中は被験者の読書を許可し、適切な報酬が支払われた。

## 2.3 測定項目および方法

### 2.3.1 温熱環境条件

気温・湿度・風速・グローブ温度は、図1の▲位置の床上90cmに測定器を設置し、床および周囲カーテンの表面温度は、それぞれの面中央床上90cmに設置して、30秒間隔で測定した。測定機器を表3に示す。

### 2.3.2 人体の生理的反応

被験者の内13名は、生理的反応として皮膚温・舌下温・着衣表面温度を30秒間隔で測定した。また参考値として着衣状態での体重減少量を測定した。測定機器を表3に示す。皮膚温は、Hardy-DuBoisの7点の部位<sup>14)</sup>で測定し、各部位の面積による重み係数により平均皮膚温を算出した。着衣表面温度は、腹部・前腕・下腿付近の3点を測定した。

### 2.3.3 人体の心理的反応

温冷感・快適感・乾湿感は、図3に示すとおりそれぞれ2種類の評定尺度を用い、曝露実験中15分間隔で被験者に評定させた。数値評定尺度・直線評定尺度とも対象

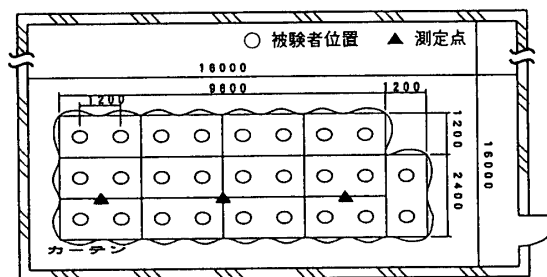


図1 実験室

表1 着衣条件

衣 服	重量	クロ値
Tシャツ、三分袖Yシャツ、靴下 パンツ(パンティ)、薄手ズボン	651 g	0.45 clo



▼心理測定(15分間隔)

図2 実験スケジュール

表2 被験者身体データ

	人数	年齢	身長 cm	体重 kg
男性	324	19.4 (1.4)	170.7 (5.5)	65.7 (12.7)
女性	326	19.8 (1.2)	159.5 (5.8)	51.1 (5.1)

( )は標準偏差を示す

表3 測定項目および機器

項 目	機 器
気温、湿球温度	アスマン通風乾湿球湿度計
表面温度	熱電対(T型) 0.3mm φ
風 速	熱線式微風速計
グローブ温度	グローブ温度計 15cm φ
皮膚温、舌下温	熱電対(T型) 0.2mm φ
体重減少量	デジタル台秤

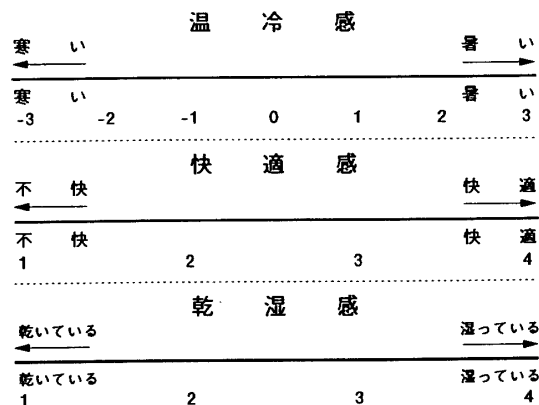


図3 評定尺度

表4 温熱環境条件(男性)

条件	気温 °C	絶対湿度 g/kg'	風速 m/s	記号
M01	27.8(0.08)	14.7(0.50)	0.09(0.09)	×
M02	27.9(0.26)	16.7(0.51)	0.07(0.06)	◆
M03	26.1(0.27)	14.1(0.20)	0.10(0.07)	■
M04	26.2(0.38)	17.0(0.55)	0.10(0.07)	×
M05	24.1(0.34)	13.9(0.35)	0.10(0.08)	◇
M06	24.2(0.24)	16.5(0.25)	0.10(0.07)	△
M07	22.2(0.50)	13.6(0.41)	0.13(0.07)	■
M08	22.6(0.25)	15.0(0.17)	0.14(0.07)	□
M09	28.0(0.09)	7.4(0.25)	0.07(0.07)	▲
M10	28.1(0.09)	10.4(0.19)	0.07(0.07)	■
M11	26.1(0.12)	6.6(0.13)	0.10(0.06)	-
M12	26.1(0.13)	10.2(0.18)	0.10(0.07)	+
M13	24.2(0.16)	6.8(0.22)	0.10(0.07)	■
M14	24.3(0.16)	10.4(0.15)	0.10(0.07)	△
M15	22.2(0.27)	7.0(0.10)	0.12(0.07)	○
M16	22.3(0.29)	10.0(0.08)	0.12(0.07)	●

( ) は標準偏差を示す

表5 温熱環境条件(女性)

条件	気温 °C	絶対湿度 g/kg'	風速 m/s	記号
W01	27.9(0.10)	13.8(0.16)	0.12(0.08)	×
W02	28.3(0.36)	16.2(0.27)	0.06(0.06)	◆
W03	26.3(0.50)	12.5(0.29)	0.09(0.07)	■
W04	26.4(0.55)	16.3(0.53)	0.09(0.08)	×
W05	24.3(0.61)	13.3(0.48)	0.10(0.08)	◇
W06	24.6(0.74)	16.0(0.15)	0.11(0.06)	△
W07	22.7(0.77)	13.9(0.75)	0.13(0.08)	■
W08	22.8(0.82)	15.0(0.73)	0.13(0.08)	□
W09	27.9(0.12)	6.9(0.13)	0.05(0.05)	▲
W10	28.2(0.11)	11.1(0.10)	0.06(0.06)	■
W11	26.3(0.18)	7.1(0.23)	0.10(0.08)	-
W12	26.2(0.29)	11.0(0.16)	0.11(0.09)	+
W13	24.2(0.29)	7.5(0.21)	0.09(0.06)	■
W14	24.4(0.50)	10.8(0.31)	0.08(0.06)	△
W15	22.6(0.63)	7.4(0.13)	0.09(0.06)	○
W16	22.6(0.55)	10.3(0.16)	0.09(0.08)	●

( ) は標準偏差を示す

評定形容詞対の方向のみを与え、直線尺度による評定は、“寒い”“不快”“乾いている”を基点とし、全体を任意尺度100として数値に置換して処理した。以下この数値を直線尺度の値として用いる。

3. 実験結果

3.1 温熱環境条件

実験中の気温・絶対湿度・風速の実験60分間の平均値および標準偏差を表4、5に示す。床・周囲カーテン表面温度は、設定気温26°C以上の実験条件では設定気温±0.3°C、設定気温24°C以下の実験条件では設定気温+1°Cの範囲内となった。気温と周囲表面温との間には若干の差があるので、温度条件は以下の考察では作用温度を用いることとする。なお本論文では、図中の凡例における「M」は男性「W」は女性を表す。

3.2 人体の生理的反応

3.2.1 舌下温、平均皮膚温の時間的変動

曝露中の舌下温と平均皮膚温の時間的変化を図4、5に示す。図を見やすくするために、設定環境条件毎の平均値のみで表示した。なお、図中の記号は、表4、5の記号欄の記号に該当し、各設定環境条件を表す。

設定環境条件毎に曝露実験開始時と60分経過時の舌下温・平均皮膚温の平均値の差についてt検定(5%有意水準)を行った結果、舌下温については、男性ではM07、13の2条件に、女性ではW07の1条件に有意差が認められたものの、男女ともほぼ安定しており、人体と環境との間の熱平衡が保たれていたと考えられる。舌下温は、設定気温に比例して上昇し、設定気温が22~28°Cの範囲で約0.5°C上昇している。

平均皮膚温については、男性ではM06~09、11、13、15、16の8条件に、女性ではW03、05~08、11、13~16

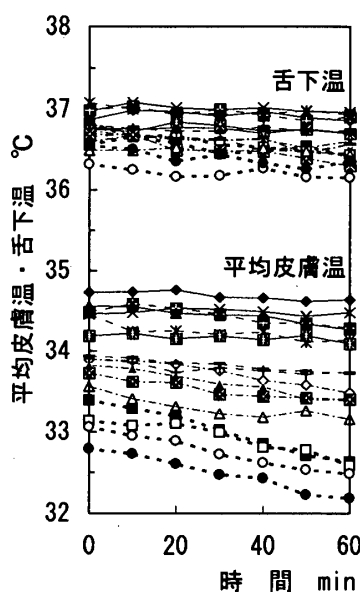


図4 平均皮膚温の時間的変動(男性)

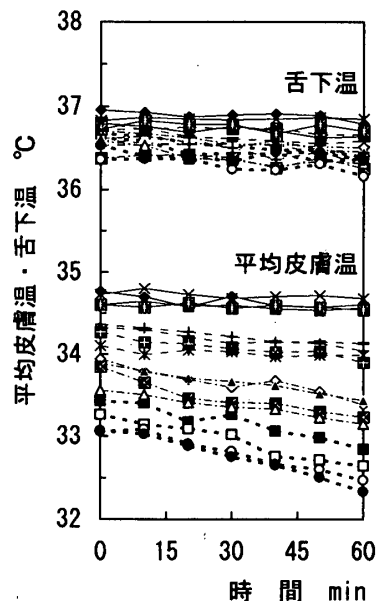


図5 平均皮膚温の時間的変動(女性)

の10条件に有意差が認められ、男女とも作用温度が25°C以下の低温条件では、時間の経過とともに平均皮膚温が低下し、作用温度23°Cでは、平均皮膚温は60分間で約0.5°C低下している。なお、以下の統計的検定では、有意水準をすべて5%としている。

平均皮膚温を測定した全被験者に対して、Two-node Modelにより算出された平均皮膚温と実験60分後の実際の平均皮膚温との関係を図6、7に示す。回帰直線に従うと、男女とも計算値と実測値は、ほぼ正比例の関係を示している。設定環境条件毎に算出された平均皮膚温と実験60分後の実際の平均皮膚温の平均値の差のt検定を行った結果、男性ではM02、06、11、13、14、16の6条件、女性ではW01、04~07、13、14、16の8条件で有意差が認められ、男女とも作用温度25°C以下の実験条件で、実際の平均皮膚温より計算された平均皮膚温の方が高くなっている。

3.2.2 平均皮膚温と作用温度

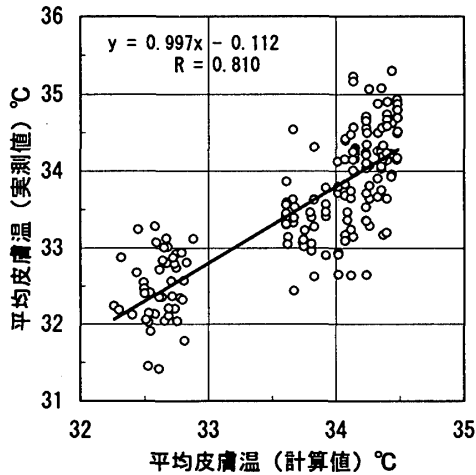


図6 平均皮膚温の計算値と実測値との関係(男性)

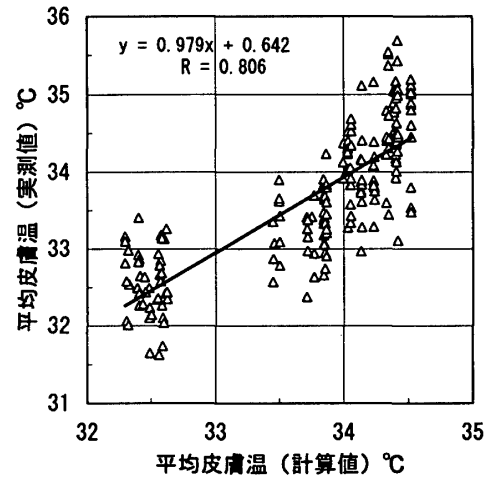


図7 平均皮膚温の計算値と実測値との関係(女性)

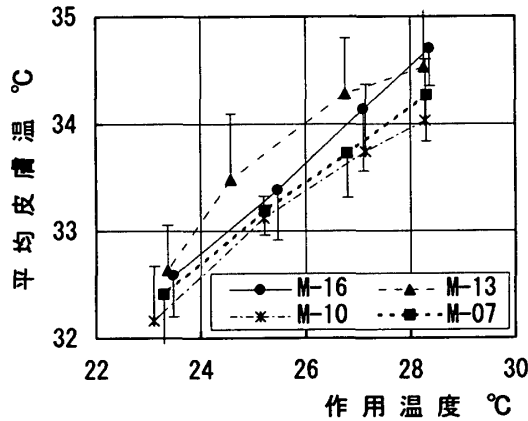


図8 作用温度と平均皮膚温との関係(男性)

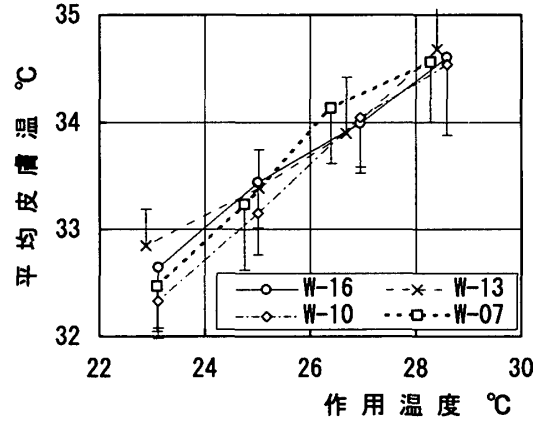


図9 作用温度と平均皮膚温との関係(女性)

設定環境条件毎の平均皮膚温と作用温度との関係を図8, 9に示す。図中の平均皮膚温は実験60分後の平均値であり、標準偏差を片側のみ示し、凡例の数字は設定絶対湿度を表す。平均皮膚温は、男女とも作用温度の増加にともない上昇し、作用温度23~28.5°Cに対して、32~34.5°Cとなっている。男女間について、平均皮膚温の平均値の差のt検定を行った結果、実験条件M11のみ有意差が認められた。湿度間については、同じ作用温度段階での平均皮膚温の差の分散分析を行ったが、男女とも有意差は認められない。

### 3.3 人体の心理的反応

#### 3.3.1 時間的変動

温冷感・快適感・乾湿感の平均値の時間的変化を、測定開始と終了時およびその中間時の3時点を選んでそれぞれ図10~15に示す。なお、図中の記号は図4, 5と同様である。設定環境条件毎に、曝露実験開始時と60分経過時の温冷感の平均値の差のt検定を行ったところ、男性は有意差が認められず、女性は実験条件W02, 04, 07, 08, 12の5条件に有意差が認められ、女性の場合、比較

的絶対湿度が高い条件で時間の経過によって寒い側に変化している。

快適感について、温冷感同様の検定を行ったところ、男女とも実験条件M02, W02のみ有意差が認められ、時間の経過により不快側に変化している。

同様に乾湿感は、女性の実験条件W05のみ有意差が認められ、時間の経過により乾いている側に変化している。

#### 3.3.2 作用温度の影響

温冷感・快適感・乾湿感について、実験60分後の全被験者申告の平均値と作用温度との関係を図16~21に示す。温冷感は図16, 19のとおり男女とも作用温度の上昇にともない暑い側の申告を示し、作用温度26.5~27.0°Cのとき熱的中立(尺度50)となる。男女間の平均値の差のt検定を行ったところ、作用温度23°Cの場合、絶対湿度が13, 16g/kg'の高湿度条件で有意差が認められ、女性の方が男性より寒い側の申告を示し、作用温度28.5°Cの場合、絶対湿度16g/kg'の高湿度条件で有意差が認められ、女性の方が男性より暑い側の申告を示している。湿度間について、同じ作用温度段階での平均値の差の分散

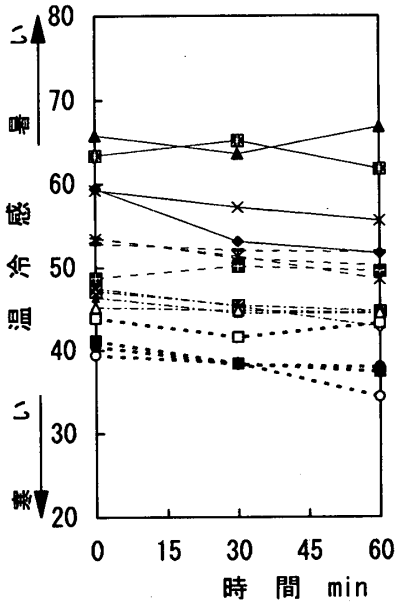


図10 温冷感の時間的変動(男性)

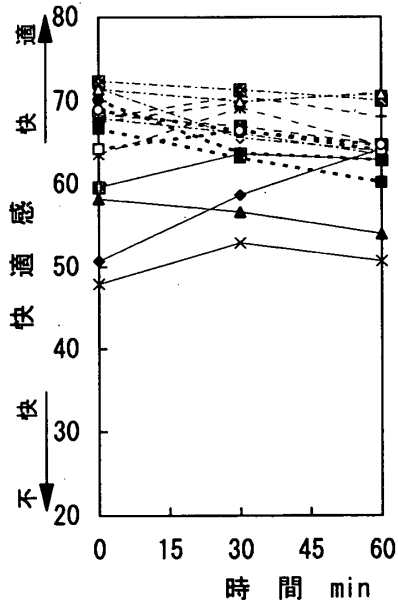


図11 快適感の時間的変動(男性)

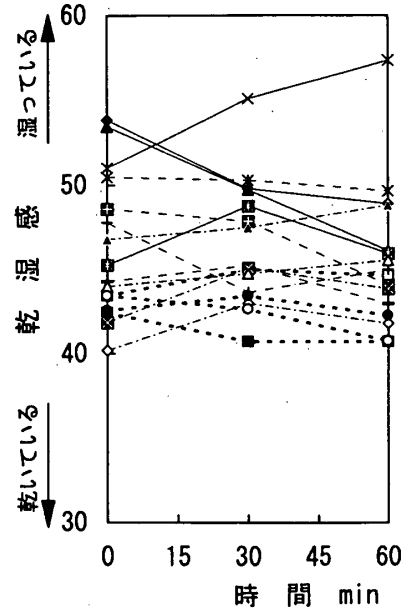


図12 乾湿感の時間的変動(男性)

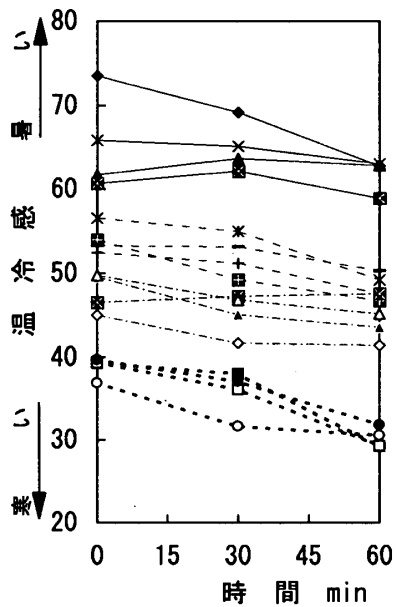


図13 温冷感の時間的変動(女性)

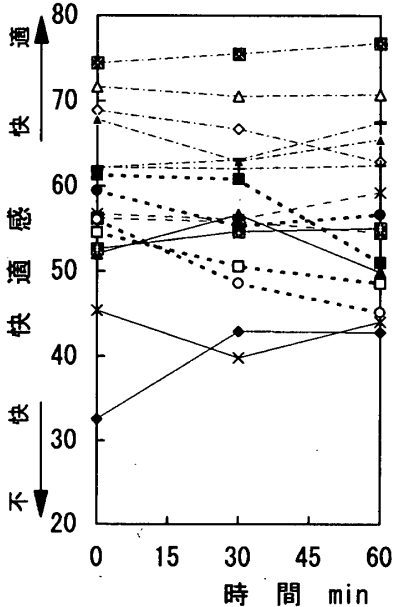


図14 快適感の時間的変動(女性)

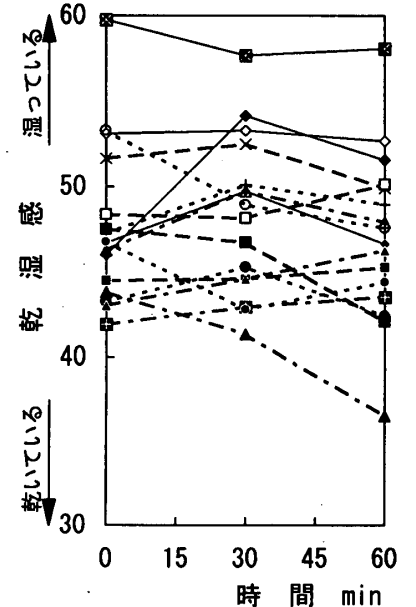


図15 乾湿感の時間的変動(女性)

分析を行い、男性の場合に作用温度 $28.5^{\circ}\text{C}$ の高温側で、有意差が認められたため、多重比較を行った結果、絶対湿度 $7\text{ g/kg'}$ と $16\text{ g/kg'}$ との間に有意差が認められる。

快適感は、図17, 20に示すとおり、男性は大部分の実験条件に対して快適感が尺度60以上と快適側の申告となっているが、女性は、作用温度 $25^{\circ}\text{C}$ を極大(申告尺度65~75)として前後に不快側の申告がみられる。男女間について、温冷感同様の検定を行ったところ、作用温度 $23^{\circ}\text{C}$ および $28.5^{\circ}\text{C}$ の場合、絶対湿度 $16\text{ g/kg'}$ の高湿度条件で有意差が認められ、女性の方が不快側の申告となっ

ている。同様に湿度間については、女性の場合に実験条件 W03と W11との間に有意差が認められる。

乾湿感は、図18, 21のとおり、大部分の実験条件に対して、乾湿感が直線尺度で45付近とやや乾いている側の申告を示している。男女間および湿度間について、温冷感同様の検定を行ったが、両方とも有意差は認められない。

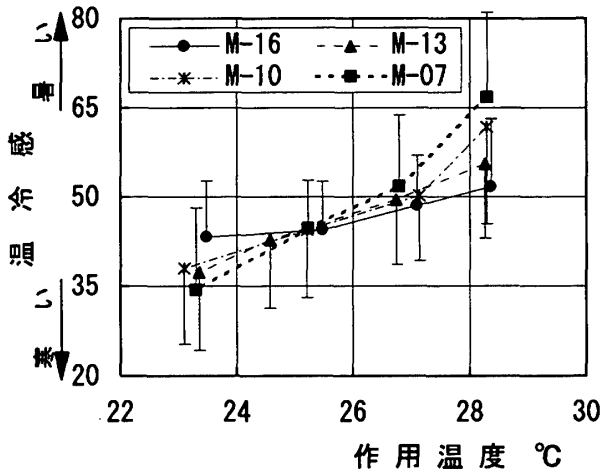


図16 作用温度と温冷感との関係(男性)

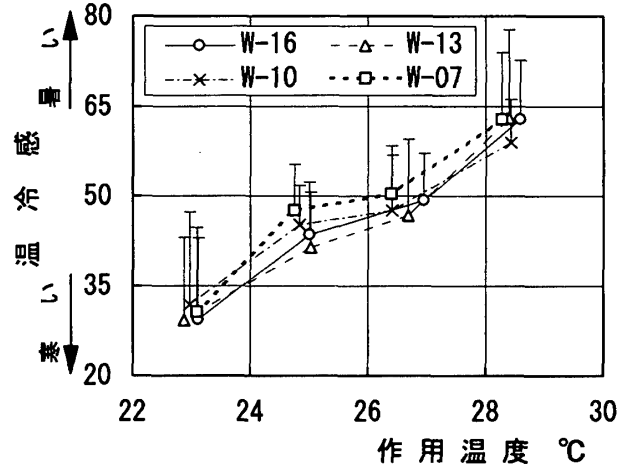


図19 作用温度と温冷感との関係(女性)

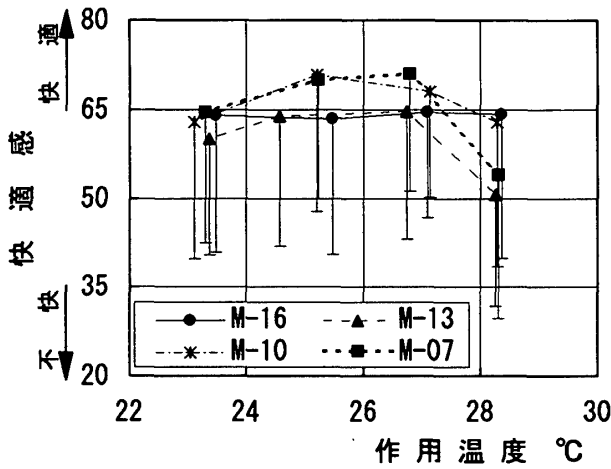


図17 作用温度と快適感との関係(男性)

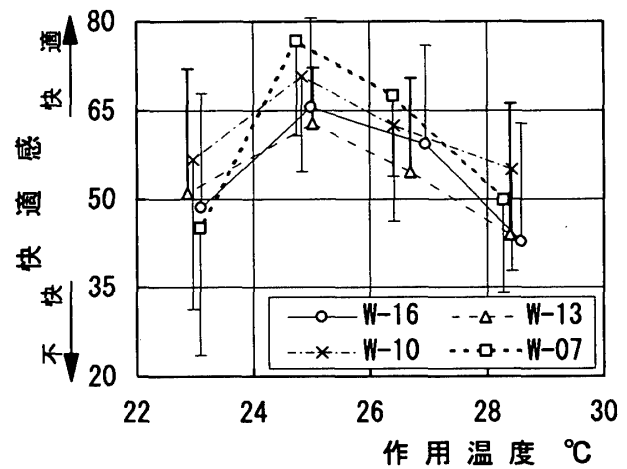


図20 作用温度と快適感との関係(女性)

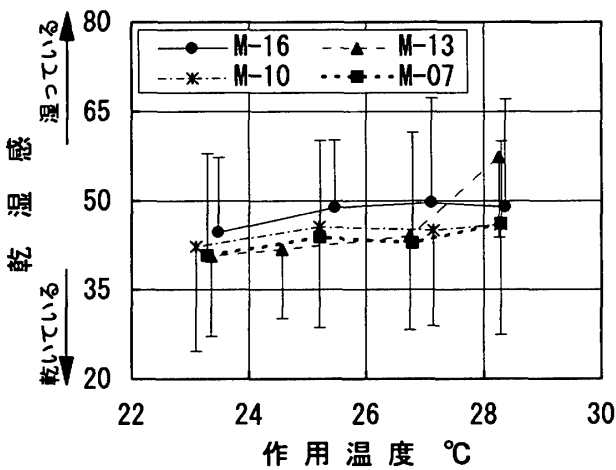


図18 作用温度と乾湿感との関係(男性)

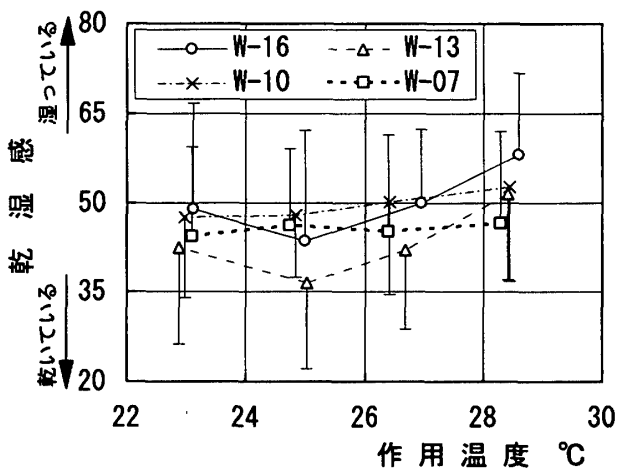


図21 作用温度と乾湿感との関係(女性)

4. 至適温湿度条件に関する考察

4.1 温冷感と快適感の関係

温冷感と快適感の関係を、最小2乗法により3次の回帰曲線として求めた。図22, 23に全被験者の曝露実験60分後の温冷感と快適感の関係を示す。

回帰曲線に従ってみると、最も快適感が高いのは、男女とも温冷感が45付近となり、熱的中立の50より少し寒い側に寄っている。温冷感が20~30, 45~55, 70~80となる快適感の平均値の男女差についてt検定を行ったところ、温冷感が70~80の場合に有意差が認められ、男性

の方が快適側の申告を示している。

熱的中立より少し寒い側で快適感が最も高くなるのは、本実験が夏季に行われたためであると考えられる。裸体の場合であるが、堀越<sup>15)</sup>、久保・磯田<sup>16)</sup>らの実験でも同様の結果が報告されている。また堀越<sup>17)</sup>らの冬季に行われた実験によれば、“快適性が高くなるのは、熱的中立より少し暑い側に現れた”としていることから、この指摘のように温冷感と快適感の関係には、季節差が存在することが推測される。

温冷感と快適感の関係を分析するために、各設定湿度に対して各気温の温冷感と快適感について、確率密度0.7(楕円にはいるデータ割合が全体の70%であることを示す)の確率楕円を描いた。確率密度を0.7としたのは、平均値±標準偏差と同等の確率としたためである。曝露実験60分後の結果を男性については図24～27に、女性については図28～31に示す。なお、図中の凡例は設定環境条件を示す。

男女とも大部分の設定環境条件について、確率楕円が最も快適側に位置するのは、熱的中立付近となる。設定気温24および26°Cの場合は、確率楕円の長軸は温冷感が寒い側に寄った直線尺度で45付近に位置し快適感軸に平行となり、設定気温22°Cの場合は右上がり、設定気温28°Cの場合は右下がりとなり温冷感との相関が強くなる。この分析でも、温冷感がやや寒い側にあると快適感が最も高くなることが示された。

性別については、設定気温22および28°Cの場合、女性の方が男性より確率楕円が細長く、温冷感と快適感との相関が強く現れている。設定気温24および26°C・設定絶対湿度7および10g/kg'の場合、女性の方が確率楕円が小さく申告が集中している。

#### 4.2 至適温湿度条件

温冷感と快適感の関係については上述のように、最も快適感が高くなるのは、男女とも温冷感が熱的中立よりやや寒い側に寄った位置となっている。そこで、至適温湿度条件を考えるために、数値尺度を用いた温冷感が、熱的中立を示す0と少し寒い側を示す-1を申告した実験データに対して、図32、33に示すように直線尺度による温冷感と快適感をそれぞれ横軸・縦軸とする図上に布置された点に関して、確立密度0.7の確率楕円を描いた。この確率楕円は、男女とも快適感40以上、温冷感35～55の範囲に位置している。ここでは、布置された点の分布状態も勘案して、快適感が直線尺度で50以上で快適側であると考えて、温冷感35～55、快適感50～100を至適温湿度条件の必要条件として仮定した。そして、図24～31において、この条件の範囲にほぼ重なる確率楕円で示される温湿度条件を至適条件に合致するとして選んだ。この条件を、図34に示す湿り空気線図上に図示する。なお、図中の凡例の数字は、設定絶対湿度を表す。この方法以

外に、不満足率10%以下を至適条件として検討したが、男性の場合に大部分の実験条件が至適条件となり良好な結果が得られなかった。

ここで示される温湿度条件に対して、温度軸側の至適範囲を求めるために、ここに選定された温湿度条件について新有効温度<sup>18)</sup>ET\*を計算し、最も低いET\*と最も高いET\*を求めた。そのET\*は24.5°Cと27°Cとなる。湿度軸側の至適範囲については、本研究で行った実験条件の範囲内での結果から低湿側は絶対湿度6 g/kg'、高湿側は相対湿度80%とした。高湿側の至適範囲を相対湿度としたのは、温度軸側の至適範囲をET\*とした場合、絶対湿度を用いると至適範囲が飽和状態に近づくこと、および空調設定条件として考えた場合、相対湿度の方が使い易いと考えたためである。以上のように求めたET\*と絶対湿度6 g/kg'、相対湿度80%で囲まれた範囲を至適温湿度条件として暫定的に提案したい。図34に示すように、絶対湿度6 g/kg'では作用温度24.7～27.6°Cの範囲、相対湿度80%では作用温度24.1～26°Cの範囲となる。

この条件を満足する環境条件から、至適温湿度状態での平均皮膚温を求めると、図8、9のとおり男女とも33～34°Cであった。

既往の快適線図と比較するために、図34に示す本研究の至適温湿度条件について、着衣量0.5clo、活動量1.2 metと仮定して、新たにET\*を計算し、その結果を図35に示す。比較のため、Koch<sup>2)</sup>、Nevins<sup>3)</sup>、Fanger<sup>4)</sup>および成瀬<sup>11)</sup>の快適線図を示す。なお、図中の凡例にそれぞれのclo値を示す。本論文の至適温湿度範囲は、Koch、Nevins、Fangerの“Comfortable”を含んでいるが、“Slightly cool”や“Slightly warm”は含まれていない。また、成瀬の女性の快適範囲とほぼ一致している。ASHRAEの快適範囲<sup>19)</sup>と比較すると、本実験の至適範囲は、相対湿度60%では、作用温度が低い側では約1.5°C、作用温度が高い側では約0.7°C、ASHRAEの範囲より高い側となっている。

#### 5. まとめ

人工気候室内で、気温と湿度を組合せて男女それぞれ16条件の温熱環境条件について、同一の着衣(0.45clo)を着用した、20歳前後の青年男女延べ650人の日本人を対象として、室内の至適温湿度条件を求める実験を行った。その結果、日本人むけの至適温湿度範囲としては、絶対湿度6 g/kg'で作用温度24.7～27.6°C、相対湿度80%で作用温度24.1～26°C、これに相当する新有効温度ではET\*24.5～27°Cで囲まれた範囲が得られた。これを暫定的に至適温湿度範囲として提案することとした。また、至適温湿度状態での平均皮膚温は、男女とも33～34°Cであった。

今後は実験数を増やし、季節差・年齢差による至適温

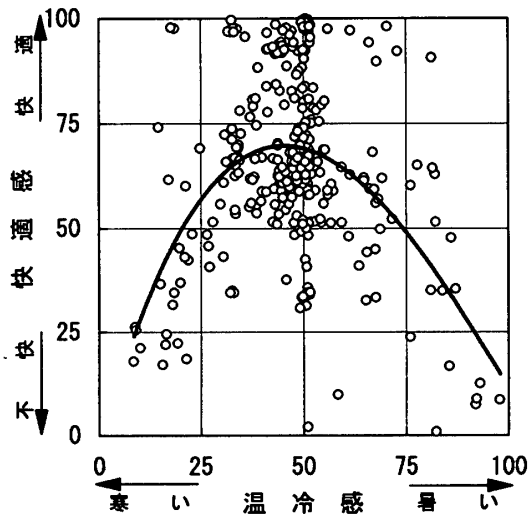


図22 温冷感と快適感との関係(男性)

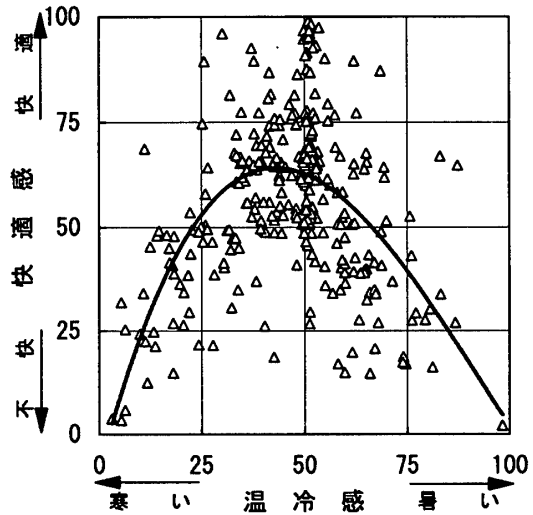


図23 温冷感と快適感との関係(女性)

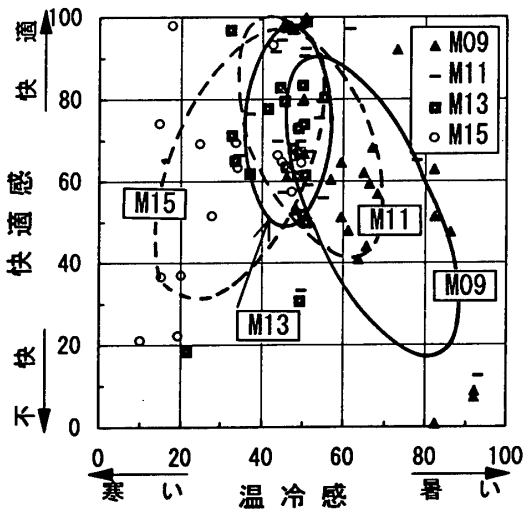


図24 温冷感と快適感との確率楕円(男性)絶対湿度 7 g/kg'

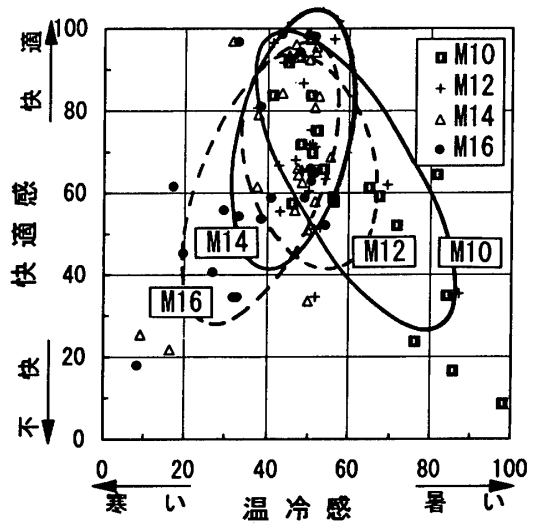


図25 温冷感と快適感との確率楕円(男性)絶対湿度10g/kg'

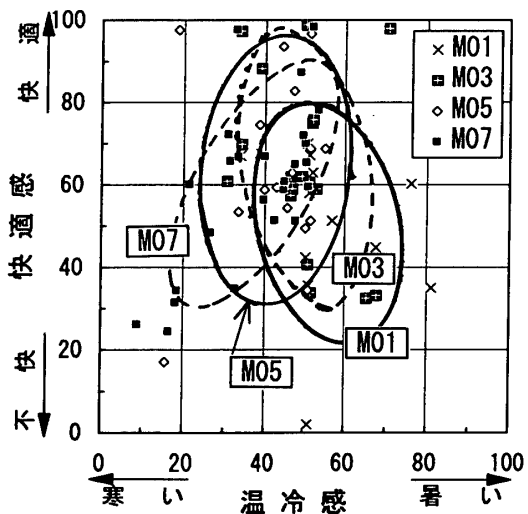


図26 温冷感と快適感との確率楕円(男性)絶対湿度13g/kg'

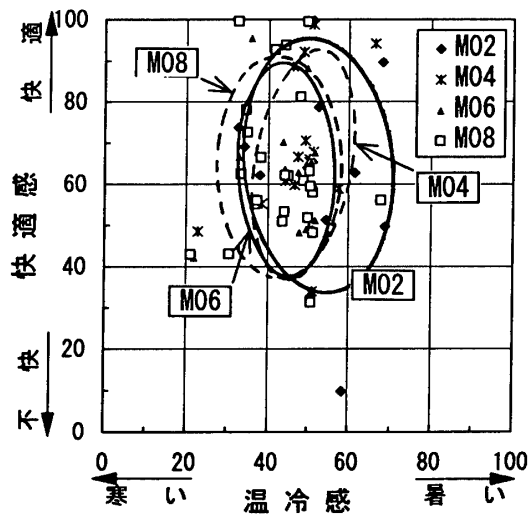


図27 温冷感と快適感との確率楕円(男性)絶対湿度16g/kg'



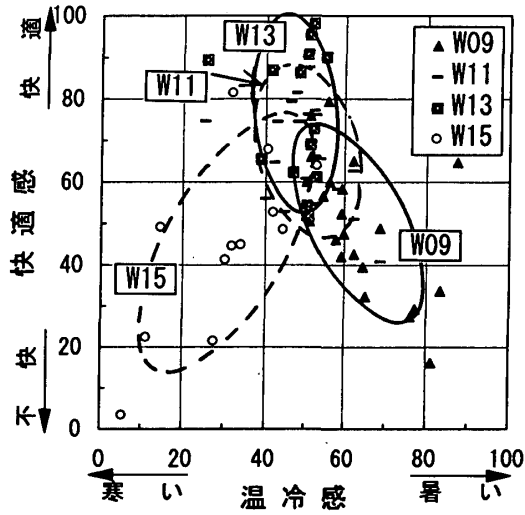


図28 温冷感と快適感との確率楕円(女性)絶対湿度7 g/kg'

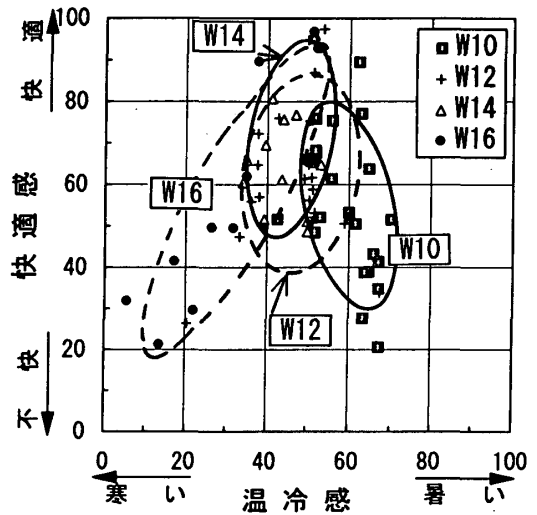


図29 温冷感と快適感との確率楕円(女性)絶対湿度10g/kg'

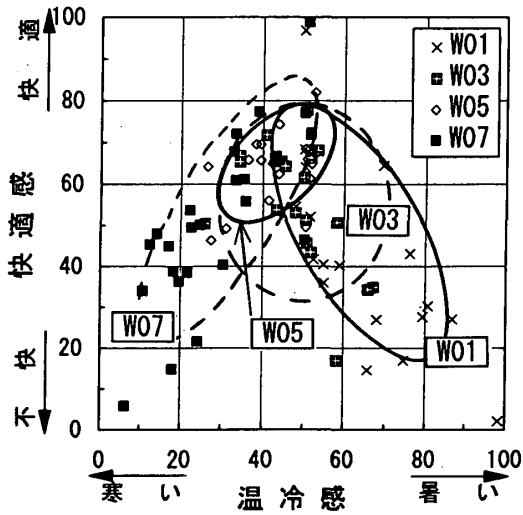


図30 温冷感と快適感との確率楕円(女性)絶対湿度13g/kg'

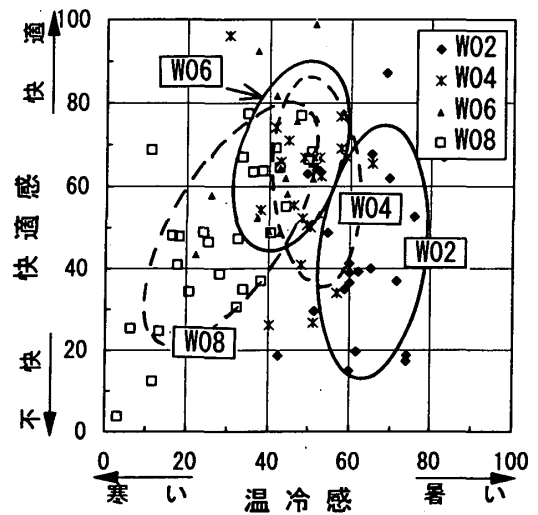


図31 温冷感と快適感との確率楕円(女性)絶対湿度16g/kg'

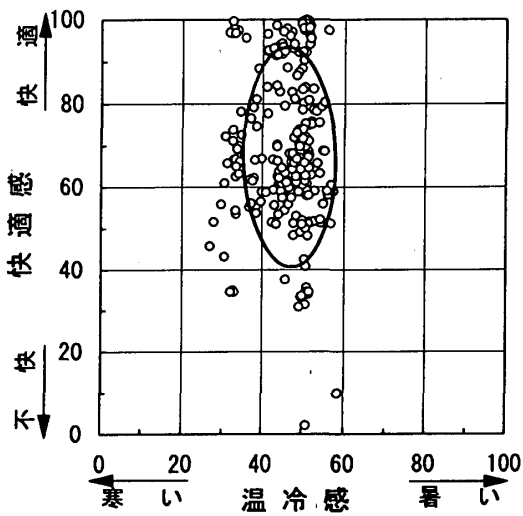


図32 温冷感と快適感との確率楕円(男性)

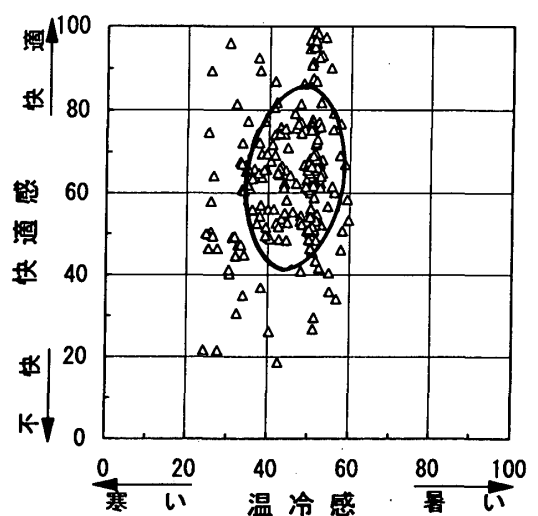


図33 温冷感と快適感との確率楕円(女性)

湿度範囲の違いについても検討してゆく予定である。

謝 辞

本研究を行うにあたり、多大なるご協力を賜った椋山女学園大学教授大野秀夫先生に、人工気候室のご提供を頂いた中部電力関係各位に、そして実験の遂行について、名古屋工業大学技官、南口泰彦、同院生、尹仁・鄭相元・荒木孝一・石井仁・野原宗道・橋本剛・渡辺慎一、同学部生安達由香・河合憲弘・高木きみ子・福岡真由美・舩橋恭子、宮本敦の各氏に深謝の意を表します。最後に、本研究の主旨をご理解いただきご協力いただいた被験者の方々に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) Houghten, F.C. and Yaglou, C.P.: Determination of the Comfort Zone. ASHVE Trans., pp.361-384, 1923
- 2) Koch, W. Jennings, B.H. and Humphreys, C. M.: Environmental Study II・Sensation Responses to Temperature and Humidity under Still Air Conditions in the Comfort Range, ASHRAE Trans., Vol. 35, pp.264-287, 1960
- 3) Nevins, R.G., Rohles, F.H., Springer, W. and Feyerherm, A.M.: Temperature-Humidity Chart for Thermal Comfort of Seated Persons, ASHRAE Trans., Vol. 72, part 1, pp. 283-291, 1966
- 4) Fanger, P.O.: Thermal Comfort, Danish Technical Press, 1970
- 5) 三浦豊彦: 現代労働衛生ハンドブック, 労働科学研究所出版部, 1988
- 6) 三浦豊彦他5名: 外気温を考慮した夏季の冷房の至適温度に関する実験的研究(第4報)軽作業の至適温度, 労働科学, 40巻7号, pp.295-324, 1964
- 7) 平山嵩, 真許喜久雄: 冷房時の人体快適条件, 空気調和・衛生工学, 第37巻7号, pp.24-38, 1963
- 8) 射場本勘市郎, 西安信: 体感温に及ぼす気湿の影響とその暖冷房への応用, 空気調和・衛生工学, 第42巻3号, pp.283, 1968
- 9) 小林陽太郎ほか10名: 事務所建築物内の季節別温熱条件の空間布・人体皮膚温の実測および温冷感・快適感の申告に基づく暫定的室内環境基準に関する提案, 空気調和・衛生工学, 第46巻12号, pp.1136-1972, 1972
- 10) 小川庄吉ほか8名: 至適温度条件に関する実験的研究, 公衆衛生院研究報告, 23巻2号, pp.72-87, 1974
- 11) 成瀬哲生, 南野 脩: 温熱環境と温冷感・着衣量に関する現場実態調査・学校の教室, 空気調和・衛生工学, 第53巻8号, pp.57-66, 1979
- 12) Tanabe, S. Kimura, K. and Hara, T: Thermal Comfort Requirements during the Summer Season in Japan. ASHRAE Trans., Vol. 93, pp.564-577, 1987
- 13) 花田嘉代子, 三平和雄ほか1名: 男性用下着類の熱抵抗の計測に関する研究, 繊維製品消費科学会誌, Vol. 24, pp. 363-369, 1983

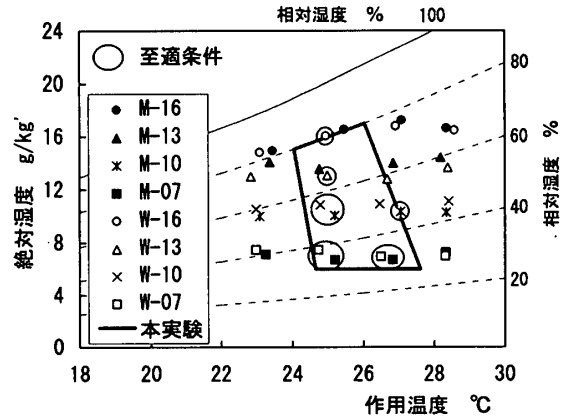


図34 至適温湿度条件

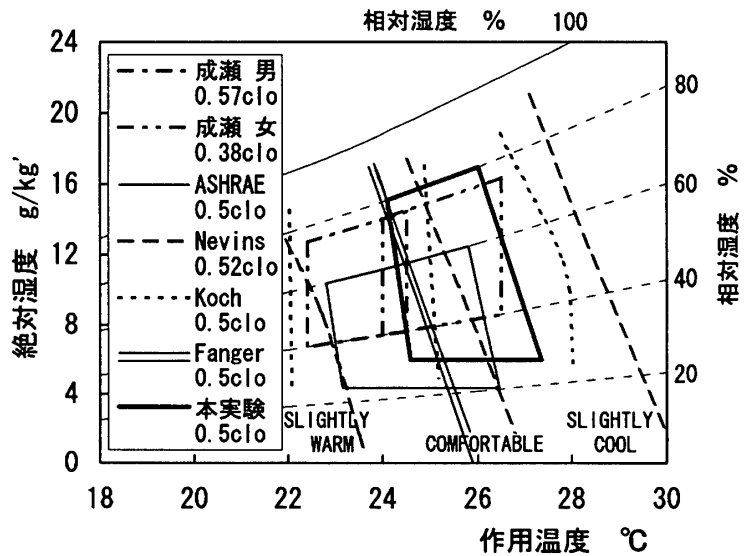


図35 各種至適温湿度条件の比較

- 14) Hardy J.D. and Dubois, E.F.: The Technic of Measuring Radiation and Convection, J. Nutr, Vol. 15, No. 5, pp.461-475, 1938
- 15) 堀越哲美, 磯田憲生, 小林陽太郎: 風洞内温熱条件の人体に及ぼす影響に関する実験的研究(男子裸体)その2 夏季—平均皮膚温と温冷感申告, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.27-30, 1974
- 16) 久保博子, 磯田憲生: 秋期および冬期における人体の温熱的な快適性について, 日本建築学会近畿支部研究報告集, Vol. 27, pp.237-240, 1987
- 17) 堀越哲美ほか4名: 気温のステップ変化時における人体の温冷感と快適感との関係に関する研究—冬季・着衣男子の場合, 日本生気象学会雑誌, 第25巻2号, pp.61-67, 1988
- 18) 西安信: BASICを用いた新有効温度(ET\*)の算出プログラム, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.291-292, 1988
- 19) ANSI ASHRAE Standard 55-1992: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. ASHRAE, 1992

(1995年2月10日原稿受理, 1995年10月3日採用決定)