



Title	パッシブリズミング空調における快適性と省エネルギーに関する研究 その1 被験者実験による快適性の評価
Author(s)	坊垣, 和明; 角谷, 三夫; 鈴木, 三男 他
Description	第4回衛生工学シンポジウム (平成8年11月7日 (木) -8日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 5 測定 . 5-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 4, 185-190
Issue Date	1996-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7847
Type	departmental bulletin paper
File Information	4-5-2_p185-190.pdf



5 - 2

パッシブリズミング空調における快適性と省エネルギーに関する研究 その1 被験者実験による快適性の評価

○坊垣和明(建設省建築研究所)、角谷三夫(奥村組)
鈴木三男(三機工業)、福森幹太(三機工業)、辰己利幸(奥村組)

1.はじめに

最近のわが国における社会情勢は、省エネルギーや資源の節約への行動を緊迫感の乏しいものとしている。しかし省エネルギー対策は、地球温暖化防止をはじめとする地球規模での環境対策の最も効果的な手段でありその緊急性と重要性において深刻に取り組まなければならない段階に至っている。一方で、居住水準の向上や執務環境改善への要求も根強く、省エネルギーと快適性向上が両立する新しい技術が求められている。

空調分野でエネルギー消費の節減を図るには、空調をしないことである。空調を全く行わないことは現実的でないが、一時的な空調停止の可能性は高く、格段のエネルギー消費の節減が期待できる。しかしこのことが環境の乱れを生起し作業環境の悪化を招くことも懸念される。

本研究は、空調の一時停止による温熱環境の乱れが在室者に与える影響とエネルギー消費の節減効果を明らかにしようとするものである。本論文は、既発表の論文^{1)~4)}をもとにまとめ直したものである。

空調停止による室温の変動は、ステップ変化に近いと思われるが、温度差のある部屋間を移動した場合のような明確で急激な変化ではない。本研究では、空調空間における加熱・冷却の停止による室温変化をパッシブ的変動と捉え、その変化が一定の周期で繰り返されることから、このような運転方法を『パッシブリズミング空調方式』と名付けた。

2. 実験のねらい

本実験の目的は、オフィスを対象とした非定常環境の快適性ならびに許容条件を明らかにすることと言い換えられる。この場合の非定常とは空調停止時の自然な温熱環境の変動(パッシブ変動と呼ぶ)を意味し、加熱・冷却による強制的な変動(アクティブ変動)ではない。パッシブ変動を用いた空調制御の導入は、空調エネルギーの大部分を占める搬送動力の節減や平均室温の上昇・低下に伴う熱源用エネルギーの節減などによって大幅な省エネルギーを達成するとともに、制御の簡易化などもねらいとしている。

この空調制御システムの成否は、快適性を損なうことなく室温変動が与えられるか否かに掛かっており、許容される変化幅や変化タイミングを明らかにし、実用

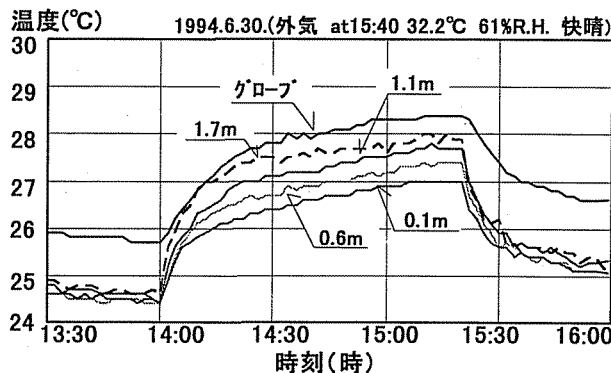


図1 空調の一時停止による室温変化(冷房時)

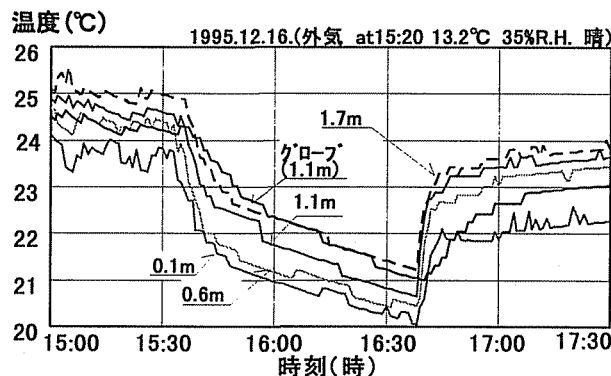


図2 空調の一時停止による室温変化(暖房時)

の可能性を探ることとエネルギー消費の節減効果の目安を得ることがこの研究の最大の目標である。一般に、環境条件の変動は快適性の向上をもたらす。パッシブリズミングにおいても、変動環境であることが、快適性の向上に働くことも期待できるであろう。

既に、多くの変動条件下における実験研究が行なわれている¹⁾が、本研究で扱う変動は空調の停止による自然な室温変化であり、しかもそれが比較的短時間の周期で繰返される。このような変動環境実験はなく、実際の室温変動に近い変化を実験的に再現し、その体感的な影響を明確にする必要があると判断された。

3. 実際の建築物におけるパッシブ変動の実測

実験条件等の設定の前提として、実空間における空調停止時の室温変動を計測した。その結果を図1、図2に示す。

計測条件は次の通りである。

対象室: 三機工業技術研究所小会議室
所在地: 神奈川県大和市

(RC造 4 階建の 3 階、面積 54 m²)

測定時期: 冷房 94 年 6 月 / 暖房 95 年 12 月

条件: 東向き ブラインドなし 無人

測定位置: 東側窓から 2 m

空調方法: 外気処理空気は常にアネモから供給し、
室温は天吊型ファンコイルユニットの
ON-OFF でパッシブ変動させる。

図 1 より室温上昇は、冷房運転停止後 5 分で 1.0~1.5℃、10 分で 1.5~2.0℃となっている。冷房再開に伴う室温低下は、5 分で 1.5℃、10 分で 2.0℃程度である。垂直方向の温度分布は、定常運転時と室温下降時にはほとんど生じないが、温度上昇時においてやや大きくなる傾向がある。グローブ温度は、室温より約 1℃常に高温である。図 2 によると、暖房停止後の室温変化は冷房停止時の変化と比べてやや緩やかであるが、暖房再開後の変化の様子は、冷房時のそれと同様である。

4. 実験方法

(1) パッシブ変動の実現方法と実験条件

実験時におけるパッシブ変動の実現方法として、実測結果を参考に、室温と放射温(室内側表面温度)に差をつけ、室内への加熱・冷却空気の供給停止後に貫流負荷による変動を生じさせることとした。

パッシブ変動の比較対照条件は在来型の一定温度制御型やランプ変動型を採用し、これらを含め表 1 の実験条件を設定した。

パッシブ変動時の室温と表面温度の組合せは、夏期実験では室温 26℃ / 壁温 28℃、冬期実験 24℃ / 21℃を基本とし、これに若干のバリエーションを追加した。この温度差は実測によるグローブ温度(冷房時には室温より約 1℃高い)から推測される平均放射温度や実験室での再現性を探る予備実験より決定した。

表面温度の制御可能な面は、天井・床・壁 2 面の計 4 面(全表面積の約 70%、図 3 の実験室概要の太線部分)である。残りの壁 2 面は室温に近似した表面温度(成行き)となる。

パッシブ変動の与え方として、停止時間と運転時間をパラメーターとして停止・稼動パターンを検討した。その結果、停止時間率が 33%となる 15 分・30 分の組合せをベースとして、停止時間率 16%、20%も加え、夏期実験 7 パターン、冬期実験 8 パターンのパッシブ変動が設定された。冬期実験ではオフィスの OA 化による負荷パターンを考慮して冷房モードも含んでいる。

代表的ないくつかの実験パターンを図 4 に示す。停止時間が短いほど、室温変動は小さく、また、停止・稼

動時間が 5・25 分及び 10・20 分の組合せでは 3 サイクル、その他の条件では 2 サイクルのパッシブ変動を与えることとなる。

室温・表面温以外の条件は次の通りである。

・湿度 50%RH

・気流 0~0.2m/s(居住域)

(実験室全体の換気回数は約 32 回/h)

・音 BGM(空調音マスキングのため)

表 1 実験条件

No.	名称	温度条件 室温/表面温 (°C)	停止・稼動 時間組合せ (分)	停止 時間率 (%)	変動 回数	備考
夏期 冷房	1 ブランク1	26/26	一定	0	—	一般空調
	2 パッシブ1	26/28	15:30	33	2	ランプ変動 BGMなし
	3 アクティブ	26/26	15:30	—	2	
	4 パッシブ2	26/28	15:30	33	2	+1℃
	5 パッシブ3	26/28	10:40	20	2	
	6 パッシブ4	26/28	10:20	33	3	-1℃
	7 パッシブ5	25/27	15:30	33	2	
	8 パッシブ6	27/29	15:30	33	2	一般空調
	9 パッシブ7	26/28	5:25	16	3	
	10 ブランク2	26/28	一定	0	—	一般空調
冬期 暖房	1 ブランク1	24/24	一定	0	—	一般空調
	2 ブランク2	22/22	一定	0	—	一般空調
	3 ブランク3	24/21	一定	0	—	一般空調
	4 パッシブ1	24/21	15:30	33	2	冷房条件
	5 パッシブ2	24/21	10:40	20	2	
	6 パッシブ3	24/21	5:25	16	3	-2℃
	7 パッシブ4	24/21	10:20	33	3	
	8 パッシブ5	24/26	15:30	33	2	-2℃
	9 パッシブ6	22/19	5:25	16	3	
	10 パッシブ7	22/19	15:30	33	2	着衣割増
	11 パッシブ8	24/21	15:30	33	2	

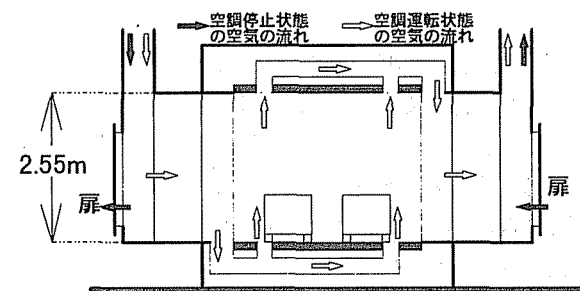
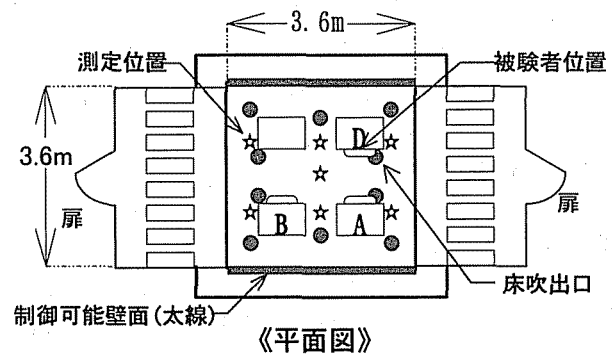


図 3 実験室概要

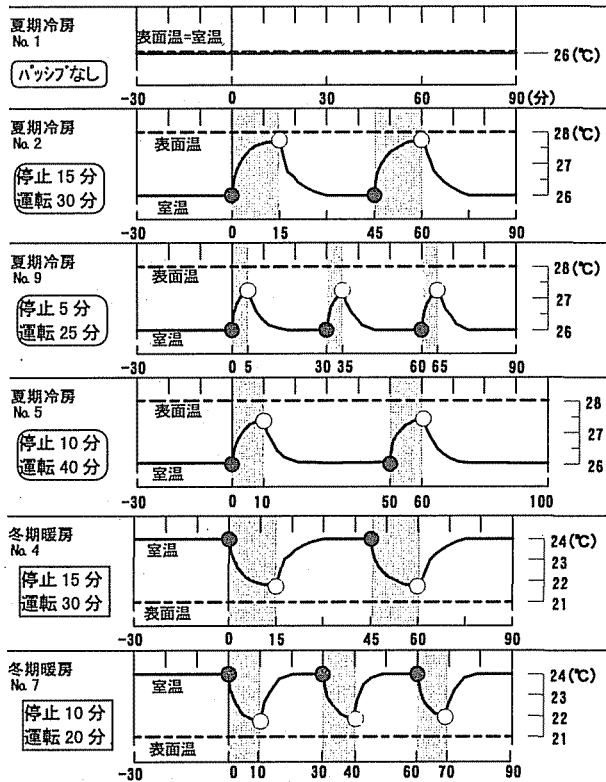


図4 実験パターン例

(2) 実験方法

実験は、実験室内の指定された席に着席した被験者が、所定の条件に暴露され、この間に、主観申告や生理量・物理量等が計測される方法で行なわれた。実験方法の概略を次に示す。

- ① 実験期間 夏期実験 94年7月～8月
冬期実験 95年1月～3月
- ② 実験室 建築研究所人体環境実験室
(3.6m×3.6m×2.55m 高さ)

床吹出空調 天井吸込 入室人数3名。

パッシブ変動は扉を開放して空調空気の流れを変えることで実現する。

③ 実験スケジュール

図5に、実験スケジュールの一例を示す。

実験時間は、入室後の安定時間(30分)を含め120分であるが、夏期・冬期ともNo.5(10・40分)のみ130分となる。被験者は空調された前室(夏期26°C・50%、冬期23°C・50%)で30分以上養生後、実験室に入室し所定の条件に暴露される。

④ 計測項目

- 自動計測項目(2分インターバル)
室温(28点)、グローブ温度(28点)、壁表面温度(22点)、皮膚温(7点×3名)等
- 間欠測定(30分または実験前後)
舌下温、血圧、風速等

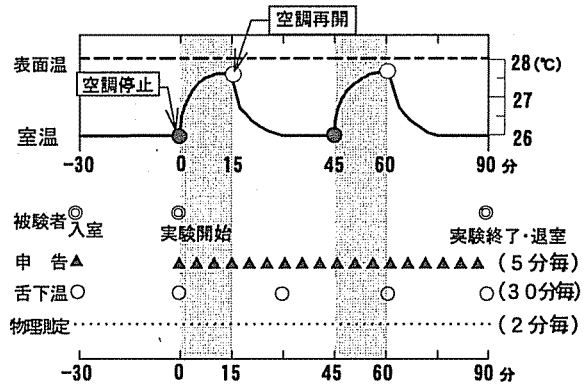


図5 実験スケジュール(夏期No.2の場合)

表2 被験者の着衣条件

	男性	女性
夏期冷房	Yシャツ(半袖) *作業着、*ネクタイ、半袖シャツ	ブラウス(半袖) *スカート、*ベスト、ブラジャー
clo値	0.60	0.57
冬期暖房	*上着、Yシャツ(長袖) *ズボン(厚手) 〈他は夏期と同じ〉	*上着(No.11のみ) ブラウス(長袖)、*スカート(厚手) 〈他は夏期と同じ〉
clo値	0.86	0.67(No.11:0.90)

⑤ 主観申告(5分毎)

- 温冷感:「寒い」～「暑い」の対称9段階
 - 快適感:「非常に快適」～「非常に不快」の対称7段階
 - 許容度:「できる」「できない」の2段階
 - 放射感・気流感:「感じない」～「強く感じる」の非対称4段階
 - 湿度感:「湿っている」～「乾いている」の対称5段階
- 注)温冷感・気流感は全身と部位別、放射感・快適感
は全身と上・下半身の申告

(3) 被験者条件

被験者として冷房実験、暖房実験ともに、健康な大学生、男女各15名、合計30名を採用した。

実験時の被験者の着衣条件を表2に示す。

着衣量を揃えるためズボン、上着、スカート等は支給品を着用させた。また実験室での作業状態は椅座、読書などの軽作業状態とした。(1.1met)

5. 実験結果

5.1 夏期冷房の実験結果および考察

実験時の温熱環境条件や被験者の申告等の結果のうち、主要な項目について実験全時間・全被験者についての平均を求め、表3に示した。実験条件によっては30人全員が暴露されていないものもある。

図6は実験条件別に温冷感と快適感の被験者全員の申告の平均と標準偏差、および女性(●)、男性(△)それぞれの平均を示したものである。

表3 夏期冷房の実験結果一覧

実験 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
実験条件	一般空調	パッシブ	パッシブ 77777	パッシブ ×BGM	パッシブ 10・40	パッシブ 10・20	パッシブ -1℃	パッシブ +1℃	パッシブ
基準温度(℃)	26	26	26	26	26	26	25	27	26
表面温度(℃)	26	28	26	28	28	28	27	29	28
停止・稼働時間(分)	—	15・30	—	15・30	10・40	10・20	15・30	15・30	5・25
停止時間率(%)	—	33	—	33	20	33	33	33	16
変動回数(回)	—	2	2	2	2	3	2	2	3
被験者数	女性 15 男性 15 合計 30	女性 15 男性 15 合計 30	女性 15 男性 15 合計 30	女性 15 男性 9 合計 24	女性 15 男性 15 合計 30	女性 15 男性 15 合計 30	女性 6 男性 9 合計 15	女性 6 男性 9 合計 15	女性 2 男性 7 合計 9
室温(床1.1m)(℃)	26.0	26.8	26.3	26.7	26.5	26.7	25.9	27.6	26.3
PMV	26.1	27.0	26.4	26.9	26.8	26.9	26.1	27.8	26.6
S E T *	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.5	0.3	0.8	0.4
平均皮膚温(℃)	25.6	26.3	25.8	26.3	26.2	26.3	25.6	27.1	26.0
温冷感全身	34.0	34.3	34.1	34.2	34.2	34.2	33.8	34.3	34.0
快適感全身	5.7	5.4	5.4	5.1	5.6	5.3	6.0	4.9	5.9
不快申告率(%)	3.0	3.2	3.2	3.1	2.7	3.0	2.9	3.2	2.4
許容不可率(%)	7.3	11.4	7.0	9.6	5.6	6.3	11.6	13.3	0.6
許容不可率(%)	1.8	4.0	4.9	3.5	3.5	2.8	10.2	4.9	1.2

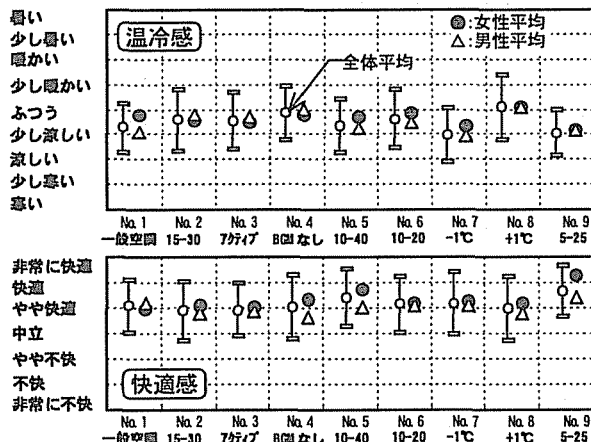


図6 温冷感、快適感申告の平均と標準偏差(冷房)

表4 温冷感のt検定結果(夏期冷房)

	No.1 一般	No.2 77777	No.3 ×BGM	No.4 10・40	No.5 10・20	No.6 -1℃	No.7 +1℃	No.8 5・25	No.9
No.1									
No.2							△10%	◎1%	
No.3				△10%			◎5%	◎5%	△10%
No.4	↑		↑		◎5%		◎1%		◎1%
No.5			←			△10%	◎1%		
No.6							◎5%	△10%	◎5%
No.7	←	←	←	←	←			◎1%	
No.8	↑	↑	↑	↑	↑	↑			◎1%
No.9	←	←	←	←	←	←	←		

◎1% ◎5% △10% 「←」「↑」の危険率で有意差あり
 ・「←」、「↑」矢印が向いている条件の方が涼しい
 ・空白部分は、危険率10%以下の有意差なし

表5 快適感のt検定結果(夏期冷房)

	No.1 一般	No.2 77777	No.3 ×BGM	No.4 10・40	No.5 10・20	No.6 -1℃	No.7 +1℃	No.8 5・25	No.9
No.1									
No.2									◎5%
No.3									◎5%
No.4					△10%				◎1%
No.5	←	←	←					△10%	◎5%
No.6									△10%
No.7									
No.8									◎5%
No.9	←	←	←	←	←	←	←	←	

◎1% ◎5% △10% 「←」「↑」の危険率で有意差あり
 ・「←」、「↑」矢印が向いている条件の方が快適
 ・空白部分は、危険率10%以下の有意差なし

表4、表5は実験間の有意差の検定結果である。対角線の右上半分に実験間の有意差の有無と水準を表し、左下半分の矢印は有意差が認められる条件間において矢印方向の条件が、より「涼しい」、より「快適」なことを示す。

(1)実験時の温熱環境条件

表3は、全実験時間の平均値で示したが、実験No.1以外は室温等が変化している。パッシブ条件における室温変化は空調(冷却)停止後の上昇が、5分で0.9℃、10分で1.3℃、15分で1.5℃程度である。空調再開後の室温低下は、上昇時よりもやや小さい変化率で低下し「停止時間+5分」程度で設定室温に戻っていた。

室温上昇の状況から、15分の停止条件(実験No.2,4,7,8)の場合の温度変動幅は約1.5℃であり、多少の制御の乱れがあった場合でも変動幅が2℃を超えることはなかった。10分停止で変動幅は約1.3℃、5分停止では約0.9℃であった。

この変動は、ASHRAE STANDARD 55-92の許容条件(温度変化率2.2℃/h)と比較するとやや大きい変化率であるが、変化幅は実測よりも若干小さい。このような室温変動に伴い、15分の停止で、PMVは約0.4の増加、SET*は約1.2℃の上昇と計算された。

アクティブ変動の場合の変化率は0.5℃/5分、15分で約1.5℃の上昇であった。パッシブとアクティブは、15分での変化幅はほぼ等しいが、最初の5分間の室温変化はパッシブ変動の方が約2倍大きい。

(2)パッシブ変動とアクティブ変動の違い

温度条件と変動パターンが類似した実験No.2とNo.3の主観申告の比較によると、温冷感、快適感とも申告平均値はほとんど変わらない。検定結果でも有意差はなく、温熱快適性の差はないと言える。やや急激な室温変化をもたらすパッシブ変動は、アクティブ変動よりも不快が生じやすいのではないかと懸念されたが、この実験で設定したような変化条件においては、その心配はなさそうだ。

快適性の向上等をねらって環境に変動を与える制御を行う試み²⁾があるが、パッシブ変動も有効な制御方法となることが期待できる。

(3)パッシブ変動相互の比較

①温度条件が異なる場合

実験No.2(基準温度26℃)とNo.7(同25℃)およびNo.8(同27℃)は、変動パターンは同じで温度条件が異なる。

温冷感基準温度が高いほど暑い側の申告となり、また実験No.2に対してNo.7とNo.8はともに危険率5%で有意差があった。(No.7とNo.8は1%で有意差あり) 快適感にはあまり差がないが、基準温度25℃の条件がやや快適側である。この3条件の比較では、実験No.7が最も

涼しく快適である。しかし、表 3 の不快申告率(不快側に申告された割合)や許容不可率(許容できない申告の割合)では、No. 7 と No. 8 は、ともに他の条件と比較してやや高い申告率となり、よい条件と言えない面もある。

②空調停止率が異なる場合

実験No. 2(空調停止時間率 33%)、No. 5(同 20%)、No. 9(同 16%)では、空調停止時間率が小さい程涼しく快適と申告されている。No. 2 は No. 5 および No. 9 と有意差があり 33%より短い停止時間の方が有利である。しかし No. 5 と No. 9 には有意差がなく停止時間率 20%と 16%の差は小さいと思われる。

③変動パターンが異なる場合

実験No. 2 と実験No. 6 は、空調停止時間率、温度は同条件で空調停止・運転のサイクルが異なる。No. 2 は 15・30 分、No. 6 は 10・20 分である。両者の平均温度は等しく、温冷感にも差はないが、快適感で短いサイクルの方が優位なようである。

5. 2 冬期暖房の実験結果および考察

実験方法、測定項目は夏期冷房実験と同様である。

実験結果の一覧を表 6 に示す。

実験条件別に温冷感と快適感の被験者全員の申告の平均と標準偏差、および女性(●)、男性(△)それぞれの平均を図 7 に示す。表 7、表 8 は実験間の有意差の検定結果である。

(1)パッシブ空調と一般空調の比較

表 7、8 より、基準温度 24℃における、一般空調(実験No. 3)とパッシブ変動(No. 4,5,6,7)の比較では、温冷感、快適感ともに有意な差はなく、パッシブ変動を与えることによって、温冷感、快適感が悪化することはないと言える。

一方、基準温度 22℃では一般空調の場合でも、「涼しい」、「不快」側の申告が多いため、パッシブ変動で良好な結果を得ることは困難である。

(2)パッシブ変動相互の比較

実験No. 4(空調停止時間率 33%)、No. 5(同 20%)、No. 6(同 16%)の間では、明らかな有意差は認められなかった。したがって停止時間率 33%はランニングコスト削減の点から、最も省エネルギーに有効な条件といえる。

(3)男性と女性の違い

図 7 より、実験全般を通して男性と女性の申告を比較すると若干の差が見られ、男性より女性の方が温冷感「涼しい」、快適感「中立」または「やや不快」側に申告していることがわかる。一般空調(No. 1,3)よりもパッシブ変動(No. 4,5,6,7)の方が明らかにその傾向が強い。これは着衣条件(clo 値)の影響によると考えられ

る。実験No. 11 は女性のみの実験ではあるが、着衣量を増やして実験したもので、その結果、実験No. 4,5,6,7 と比較して温冷感、快適感ともに改善されている。

表 6 冬期暖房の実験結果一覧

実験 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
実験条件	一般空調	一般空調	一般空調	パッシブ 15-30	パッシブ 10-40	パッシブ 5-25	パッシブ 10-20	パッシブ 冷房	パッシブ -2℃	パッシブ -2℃	パッシブ +着衣
基準温度(℃)	24	22	24	24	24	24	24	24	22	22	24
表面温度(℃)	24	22	21	21	21	21	21	26	19	19	21
停止稼働時間(分)	—	—	—	15-30	10-40	5-25	10-20	15-30	5-25	15-30	15-30
停止時間率(%)	—	—	—	33	20	16	33	33	16	33	33
変動回数(回)	—	—	—	2	2	3	3	2	3	2	2
被験者数	女性 15	9	15	15	15	15	15	15	3	6	12
	男性 12	12	12	15	15	15	15	15	6	12	0
合計	27	21	27	30	30	30	30	30	9	18	12
室温(床+1m)(℃)	24.3	22.0	23.6	23.4	23.7	23.7	23.4	25.0	22.1	21.4	23.3
グローブ温度(℃)	24.3	22.0	23.5	23.4	23.5	23.5	23.3	25.2	21.8	21.3	23.2
P M V	0.1	-0.6	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	0.3	-0.6	-0.7	-0.2
S E T *	25.1	23.0	24.4	24.3	24.4	24.4	24.2	25.9	22.8	22.3	24.2
平均皮膚温(℃)	33.8	33.2	33.5	33.6	33.7	33.6	33.5	33.9	33.0	33.1	33.6
温冷感(全身)	4.5	5.5	5.0	5.2	4.9	5.0	5.3	4.5	5.7	6.0	4.8
快適感(全身)	3.3	3.7	3.4	3.3	3.6	3.4	3.5	3.5	4.1	4.1	3.5
不快申告率(%)	7.8	23.5	12.5	12.5	14.3	14.6	15.6	14.6	32.2	33.3	15.4
許容不可率(%)	0.8	7.9	3.7	4.7	2.2	7.2	5.8	1.6	9.9	26.6	5.7

温冷感(1.暑い~9.寒い) 快適感(1.非常に快適~7.非常に不快)

表 7 温冷感のt検定結果(冬期暖房)

	No.1 パッシブ 1	No.2 パッシブ 2	No.3 パッシブ 3	No.4 15-30	No.5 10-40	No.6 5-25	No.7 10-20	No.8 冷房	No.9 -2℃ 5-25	No.10 -2℃ 15-30	No.11 +着衣 15-30
1		◎1%	○5%	◎1%	△10%	○5%	◎1%		◎1%	◎1%	
2	↑		△10%		○5%	△10%		◎1%		△10%	○5%
3	↑	←						△10%	△10%	◎1%	
4	↑										○5%
5	↑	←					△10%	△10%	○5%	◎1%	
6	↑	←						○5%	△10%	◎1%	
7	↑			↑				◎1%		○5%	○5%
8		←	←	←	←	←			◎1%	◎1%	
9	↑		↑	↑	↑	↑	↑				○5%
10	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑				◎1%
11		←					←	←	←		

◎1% ○5% △10% パーセンテージの危険率で有意差有り

「←」、「↑」矢印が向いている条件の方が暖かい

空白部分は、危険率 10%以下での有意差なし

表 8 快適感のt検定結果(冬期暖房)

	No.1 一般1	No.2 一般2	No.3 一般3	No.4 10-40	No.5 5-25	No.6 10-20	No.7 冷房	No.8 -2℃ 5-25	No.9 -2℃ 15-30	No.10 +着衣	No.11
1		△10%			△10%				◎1%	◎1%	
2	↑		△10%	△10%		△10%					
3		←							○5%	○5%	
4		←							◎1%	◎1%	
5	↑								○5%	○5%	
6		←							○5%	◎1%	
7									○5%	○5%	
8									○5%	○5%	
9	↑		↑	↑	↑	↑	↑	↑			○5%
10	↑		↑	↑	↑	↑	↑	↑			△10%
11									←	←	

◎1% ○5% △10% パーセンテージの危険率で有意差有り

「←」、「↑」矢印が向いている条件の方が快適

空白部分は、危険率 10%以下での有意差なし

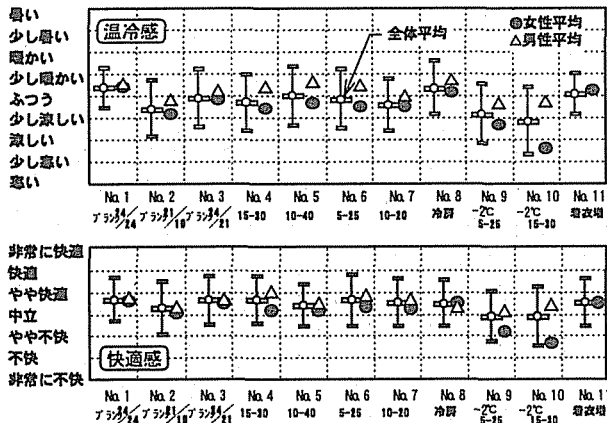


図7 温冷感、快適感申告の平均と標準偏差(暖房)

6 実験のまとめ

夏期冷房および冬期暖房の実験結果をまとめて以下に示す。ただし実験条件は空調停止時の室温変化が最大2℃で、床吹出空調であることを前提とする。

6.1 夏期冷房実験

- 1) 基準温度 26℃のパッシブ変動の場合、一般空調条件と比較して温熱快適性面で不利にはならない。
- 2) 同じ基準温度、同じサイクルパターンの場合にはアクティブ変動とパッシブ変動は温熱感、快適感において差がない。したがって制御コストとランニングコストの低減からパッシブ変動の方が優位といえる。
- 3) 停止時間 5分または10分のパッシブ変動(平均温度 26.3~26.5℃)では、一般空調より高い快適性が得られており、快適性向上と省エネルギーが両立する可能性が高い。
- 4) 基準温度 25℃と27℃のパッシブ変動条件も対象空間の条件次第で実用可能である。
- 5) 夏期冷房のパッシブ変動は、女性に対して効果がより高い可能性が示唆された。

6.2 冬期暖房実験

- 1) 基準温度 24℃の条件では、パッシブ変動と一般空調と比較して温熱快適性面では、ほぼ同じといえる。しかし基準温度が22℃になると男性、女性ともに温冷感、快適感の悪化が申告された。22℃に対するパッシブ変動の導入は困難であるといえる。
- 2) 基準温度 24℃においては、空調停止率の違い(停止率 16%、20%、33%の比較)による差は見られなかった。
- 3) パッシブ変動において室内温度の低下による温熱快適性への影響は、男性よりも女性に顕著に現れた。
- 4) パッシブ変動による女性の温熱快適性の改善方法として着衣量の増加が有効であり、省エネルギーの点

からも必要な条件といえる。

7 おわりに

パッシブリズミング空調の温熱快適性上の有効性を確認した。今後、空調方式の更なる検討と実オフィスレベルでの快適性の評価と室内環境の調査を目的としたフィールドテストを行う予定である。

なお、予備的検討において床吹出空調と天井吹出空調では温熱快適性における差がないことを確認している。既発表の論文³⁾においても大きな差がないことが示されており、この結果は通常の天井吹出し空調にも適用できると考えられる。

引き続き、その2では被験者実験時における物理条件等の測定結果と省エネルギーに関するシミュレーション結果を報告する。

参考文献

- 1) 例えば、成瀬・大倉らの室温変動の研究、伊藤・石野らの過渡状態の研究、大野・久野らの非定常の研究、など
- 2) 例えば、杉浦・渡辺ら:空調・冷熱分野へのニューロ技術応用に関する研究(その2)、日本建築学会大会学術講演梗概集(1995-8)、pp137~138、など
- 3) 例えば、深尾・大黒ら:床吹出空調システムの居住後環境評価実測、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集(1995-10)、pp1113~1116、など

本研究に関連した既発表文献

- a) 坊垣 他:パッシブリズミング空調における快適性と省エネルギーに関する研究(その1)研究の目的・実験方法ならびに空調停止時の室温変動について、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集(1995-10)、pp1217~1220
- b) 有川 他:パッシブリズミング空調における快適性と省エネルギーに関する研究(その2)夏期被験者実験結果について、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集(1995-10)、pp1221~1224
- c) 宮城 他:パッシブリズミング空調における快適性と省エネルギーに関する研究(その3)冬期被験者実験結果について、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集(1995-10)、pp1225~1228
- d) 福森 他:パッシブリズミング空調における快適性と省エネルギーに関する研究(その4)シミュレーションによる省エネルギー効果の検討、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集(1995-10)、pp1229~1232
- e) 坊垣 他:パッシブリズミング空調における快適性と省エネルギーに関する研究(その5)低温冷風空調への応用と快適性に及ぼす影響に関する実験の概要、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集(1996-9)、pp109~112
- f) 福森 他:パッシブリズミング空調における快適性と省エネルギーに関する研究(その6)低温冷風空調への適用のための被験者実験の結果、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集(1996-9)、pp113~116
- g) 辰己 他:パッシブリズミング空調における快適性と省エネルギーに関する研究(その7)冬期暖房時におけるパッシブリズミング空調のフィールドテストについて、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集(1996-9)、pp117~120