



Title	温熱環境快適制御システム
Author(s)	山田, 篤志; 伊藤, 嘉奈子
Description	第1回衛生工学シンポジウム (平成5年11月17日 (水) -18日 (木) 北海道大学学術交流会館) . 8 環境システム制御 . 8-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 1, 299-302
Issue Date	1993-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7470
Type	departmental bulletin paper
File Information	1-8-2_p299-302.pdf



8 - 2

温熱環境快適制御システム

○山武ハナエル 山田篤志（衛生28期） 山武ハナエル 伊藤嘉奈子（衛生29期）

室内に快適な環境を作り出すことは、依然として建築環境の主要なテーマである。近年、より一層の快適さを求められる中で環境制御の分野でも快適性に対する技術が求められている。本報告は、制御の立場から快適環境を作り出すシステムを提案するものである。

1. 快適環境とは

「快適さ」には、次のような2つの場合があると思われる。

- 1) 体に刺激を感じない状態
- 2) 心地よさを感じる状態

例えば、暑さ寒さを感じない状態が1)の場合である。一方、寒い屋外から暖かい室内に入ってきたときの感じが2)に当たる。

いずれの快適さを制御の目標とするかは、その環境の使用目的によって異なる。オフィスなどでは、仕事の作業能率を上げるためにできるだけ余分な刺激を取り除くことが望ましい。一方、アトリウムのような場所では、ある程度の暑さ寒さなどを除いた上で、あとは心地よい環境が求められる。この場合には、室内に日光を取り込み暖かさを演出することや人工的に自然に近い風を吹かせる、というようなことが行われる。

2)のような快適さが求められる空間は室内環境としてはごく限られており、多くの場合、快適さとしては上記の1)が必要となる。以下の文章中では、もっぱら1)の快適さを扱うこととする。また、快適環境を作り出すためには、温熱・空気質・音・光などを総合的にとらえる必要があるが、ここでは温熱環境に議論の焦点を絞っている。

なお、話を進める前にここで快適と省エネルギーの関係について触れておきたい。快適を追求することは、エネルギー消費を増やすことになり問題だとする意見があるかもしれない。これについては、2つのことが指摘できる。1つは、環境を適正な状態に維持することにより、例えば冷暖房のしすぎを防ぎ、エネルギーの無駄を軽減することができる。もう1点としては、作業能率を高めあるいは健康を維持するなどのために使われるエネルギーは「無駄」ではなく、省エネルギーには反しないと筆者らは考えている。

2. 快適制御の課題

環境を制御するということは、「環境の状態を計測し、それが適切な設定値となるように、設備機器を操作する」ということになる。これまでの制御から一歩進んで快適制御を考えるには、このうち「環境の計測」と「適切な設定値」が課題として挙げられる。

従来、環境の計測は室内の温度・湿度に限られていた。しかし、例えば窓付近の環境は放射の影響が強く、温度を制御してもなお暑さ寒さを感じる場合がある。従って環境の計測は、温度・湿度のみでなく、人間にとっての体感を予測できるような方法が必要になる。

適切な設定値については、以下の点が課題となる。現在温度・湿度を設定するのはビル管理者の役割であるが、これまでそのための十分な参照値となるものがなかった。一方、管理者としてはビル居住者からのクレームを抑えるために、冷房時は温度を低く、暖房時は温度を高くするような場合もある。これに対し、居住者の感覚に応じた適切な環境設定値を管理者に示すことが、快適性・省エネルギーの両面で重要である。

3. 環境指標による制御

前節で快適制御の課題を挙げたが、そこでは人間の体感を定量的に扱うことが求められる。すなわち、現在の環境状態を「体感」によってとらえ、また適切な環境設定値を「体感」という点から示すことが必要である。

人間の体感を定量的に扱ったものとしては、これまでに有効温度や新有効温度・PMVなどがあるが、なかでもPMVはISO7730として国際標準化されたこともあり、近年では盛んに利用されている。PMVは、人体の熱平衡式から導かれ、快適を保つために補償されるべき熱量を人間の平均的な体感申告値に結びつけたものである。またPMVは、温度・湿度・放射温度・風速の4つの環境要素と着衣量・活動量の2つの人的要素によって求められる(図1)。なお、着衣量・活動量については、ISOの中で概略の数値が定められている。

PMVは単に環境に対する体感を予測するばかりでなく、その環境を不満足とする居住者の割合とも結びつけられている(図2参照)。これによれば、平均的にはもっともよい環境であっても、それを不満足とする人がいることが示されている。すなわち、体感是人それぞれに異なることが、これによってわかる。

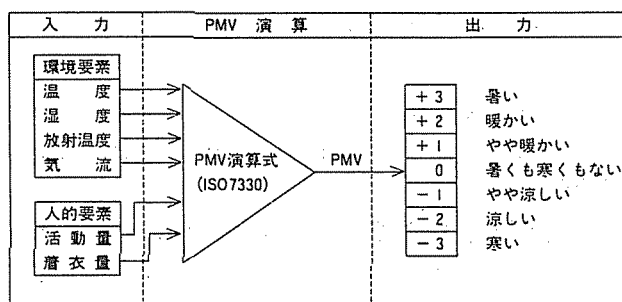


図1 PMV指標

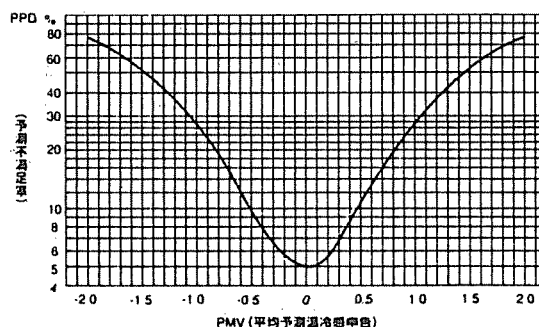


図2 PMVと不満足者割合の関係

環境指標はもともと環境の評価のために考案されたものであるが、最近では、これを制御にも利用する動きが出てきている。PMVを利用して快適制御の課題を解決するためには、以下の機能が制御に求められる。

- ①環境の4要素(温度・湿度・放射温度・風速)を人間の体感として複合的に計測すること
- ②2つの人的要素(着衣量・活動量)により、環境の条件に応じた環境設定値をビル管理者にしめすこと
- ③居住者が、個々の体感に応じて環境状態を調節する機構を設けること

4. 快適制御システムの構成

上記の機能を実現する制御システムの構成を図3に示す。

以下、各システム構成要素について説明する。

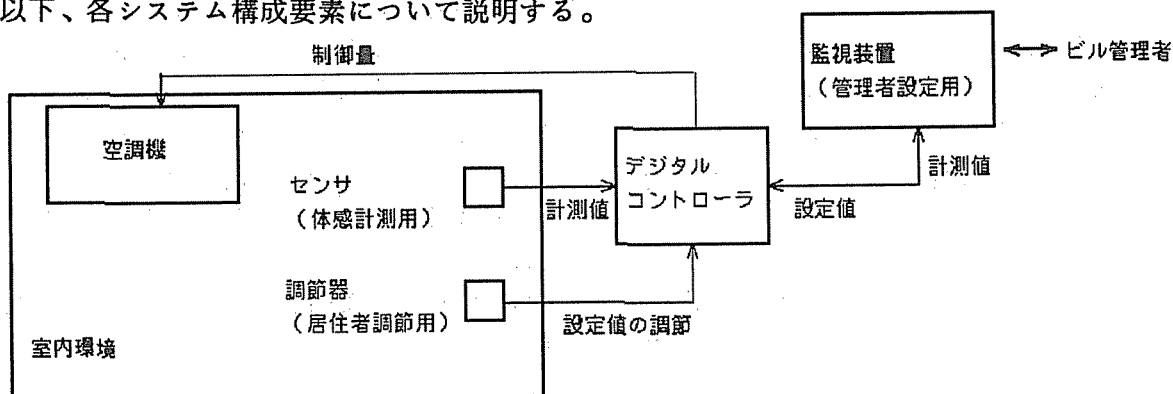


図3 快適制御システムの構成

4-1 温熱環境の計測

体感を捉えるための環境計測では、温度・湿度のほか放射温度・気流の影響をも計測する必要がある。しかし、各要素を個別のセンサを用いて計測することは、経済性の面などから好ましいことではない。それに対する一つの方法として、筆者らは環境要素を人間の体感として複合的に計測するセンサを開発した（写真1）。

このセンサは、内部に発熱体を有しており、発熱体表面がある設定温度になるように発熱量を制御している。発熱体は周囲環境と熱交換を行っているため、このときの発熱量は周囲の温度・放射温度・気流の影響を受けることになる。このセンサでは、この発熱量の情報を演算処理することにより、人間にとっての体感（体感温度）を求めている。

なお、ここで湿度の影響は複合的計測とは別に扱うこととしている。この理由としては、湿度の制御は温熱快適感とは別に湿っぽさや乾燥感を考慮しなければならないことと、PMVにおいて湿度の影響が他の要素に比べて非常に小さいことがある。

このセンサを用いて環境実測を行ったデータのひとつを図4に示す。これから、センサの出力が気温のみでなく放射温度（グローブ温度によって計測される）と風速の影響を受けていることがわかる。

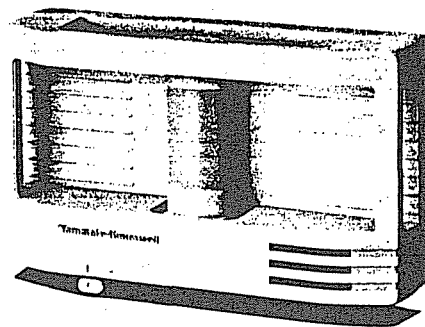


写真1 快適度センサの外観

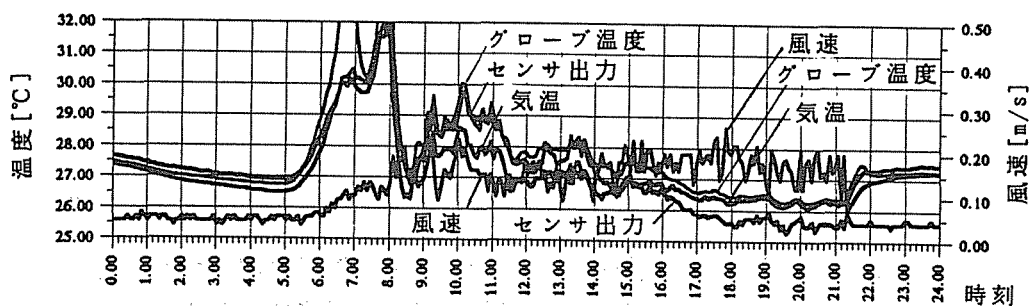


図4 環境実測データ例（某オフィスペリメータ部分にて測定）

4-2 設定値の管理

ビル管理者は、主として温度を環境の管理用指標として用い、その設定値を状況に応じて変更していた。快適制御システムにおいては、この管理用指標として体感温度を用いている。管理用指標をPMVそのものではなく、体感温度とすることには以下のような理由がある。

- 1) PMVは、着衣量・活動量といった人的要素が影響するが、これらの値は正確には求められず、よってPMVも数値的に厳密ではない。一方、環境管理という立場では、環境状態がある程度正確に把握することが必要である。
- 2) 一般のビル管理者にとってPMVはなじみの薄い数値である。

体感温度の適切な設定値は、 $PMV = 0$ という条件と着衣量・活動量の情報より体感温度を演算している。ここで着衣量・活動量を数値として入力することは、一般の管理者には大きな負担となる。しかし、これらの数値がある程度あいまいなものであることを考慮すると、図5

のようなアイコンを利用した入力でも十分に機能を果たすことができ、入力の負担が大きく減少する。

ビル管理者は、こうして求められた設定値を参照しながら、他の状況も考慮して適切な設定値管理を行うことができるものと考えられる。

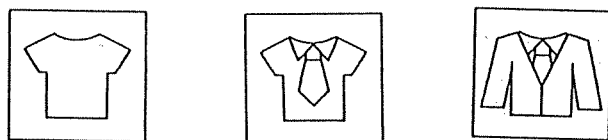


図5 着衣量設定用アイコンの例

4-3 居住者による環境の調節

管理者による設定値が十分に適切なものであれば、多くのビル居住者にとって満足な環境が得られる。しかし、体感是人によって異なるため、一部の人間にとっては満足が得られない場合がある。このときには、室内にもうけられた個別操作器（ユーザーターミナル）により環境を体感に合わせて調節することで満足を得ることができる（写真2）。

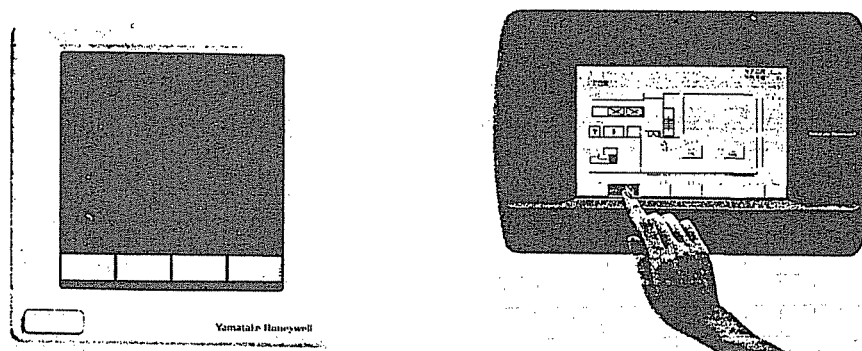


写真2 居住者用個別設定器の例

個別操作器として求められる機能は、居住者にとって簡単に利用できることであるが、上記の操作器は、該当箇所を指でふれるだけの操作で必要な機能を果たすことができる。

5. まとめ

快適環境をつくるための制御システムをここで提案した。これまでの議論で、「快適さ」は単体の技術で作出すことはできず、さまざまな要因を総合的にまとめあげることで実現する必要があることを示した。

今後の課題としては、このシステムによる快適性の検証を行うことが挙げられる。また、温熱環境以外の分野でも快適性を追求したいと考えている。

本稿の作成にあたっては、山武ハネウエル（株）関係諸氏の協力を得た。