

論文

気流制御による居住空間温度均一化・無風化

Air Current Control Technique for Equalizing the Temperature and Reducing the Wind in a Living Space

大塚 雅生*1 白市 幸茂*1 浜口 理*2
 Masaki Ohtsuka Yukishige Shiraichi Satoshi Hamaguchi

要旨

家庭用壁掛けエアコンを対象に新概念の気流制御手法の構築を試みたところ、ショートサーキット、結露等のデメリット無しで、居住空間温度の完璧な均一化及び居住空間の無風化の実現に成功した。その効果及び手法に関して報告する。

As a result of the study for a new concept air current control method for the household split type air conditioner, we succeeded in realization of the perfect equation of living space temperature and windless living environment, without causing a short circuit and condensation. In this paper, we introduce the effect and the method.

まえがき

もはや現代病といわざるを得ない「夏場の冷え性」の最大の要因の1つは、各種冷房機器から吹き出される冷気が人体に直接あたることによりもたらされる継続的な体温低下である。近年、これらの研究^{1) 2)}が活発になされてはいるものの、上記問題を完全に解決した家庭用壁掛けエアコンは未だ出現を見ない。

そこで筆者らは、現行冷房における最大の欠点である「気流感」及び「居室内温度の不均一」を解消すべく、家庭用壁掛けエアコンを対象に新概念の気流制御手法の構築を試みたところ、ショートサーキット、結露等のデメリット無しで、居住空間温度の完璧な均一化及び居住空間の無風化の実現に成功した。また、本気流制御により、高濃度のイオンを居住空間に散布することができる。

本論文では、その効果及び手法に関して報告する。

1. 従来気流制御による冷房

一般に、エアコン吹出口には上下風向を制御するルーバが設けられており、近年では図1に示すような2枚ルーバが主流である。また、冷房時に室温が設定温度に達した状態、所謂冷房安定状態においては、風

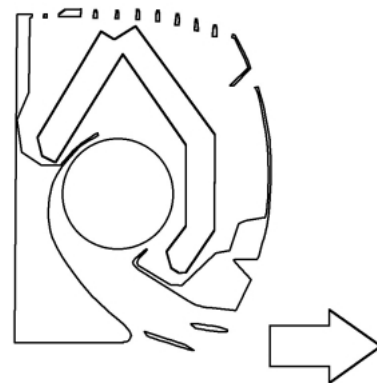


図1 従来吹出気流及び形状
 Fig. 1 Old air outlet.

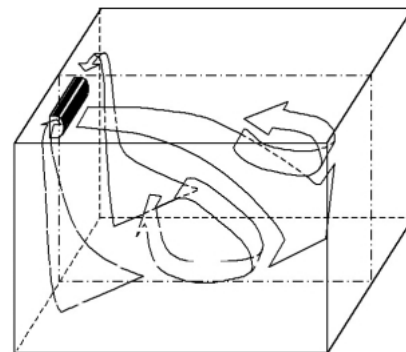


図2 従来気流の挙動
 Fig. 2 Old air current.

*1 電化システム事業本部 電化商品開発センター 第2開発室
 *2 電化システム事業本部 空調システム事業部 第1技術部

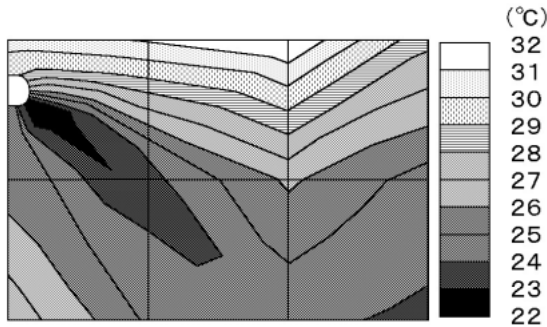


図3 従来気流制御時温度分布
Fig. 3 Temperature distribution at old air current.

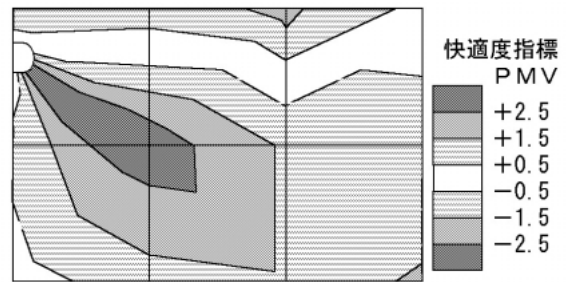


図5 従来気流制御時PMV分布
Fig. 5 PMV distribution at old air current.

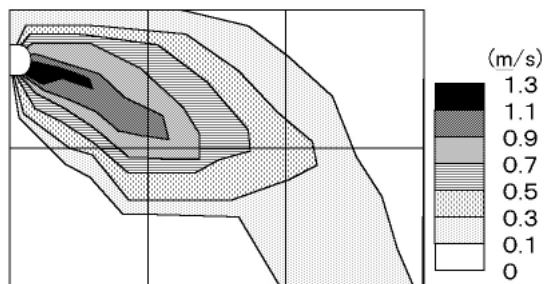


図4 従来気流制御時風速分布
Fig. 4 Wind speed distribution at old air current.

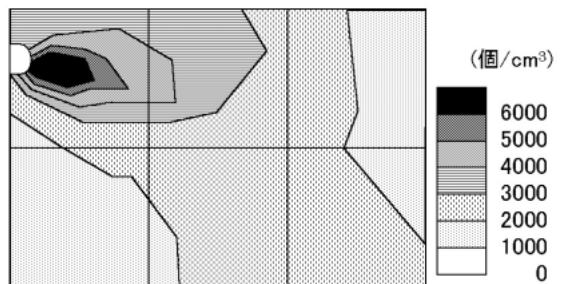


図6 従来気流制御時イオン分布
Fig. 6 Ion concentration distribution at old air current.

量は微風、吹出風向は略水平方向に設定される。このときの居室内の気流の挙動の概略を図2に示す。このようなエアコンを用いて、例えばマンション等の集合住宅の最上階に位置する6畳（高さ2400mm、横3600mm、奥行き2700mm）の居室を設定温度28℃にて冷房運転した場合の、安定状態における居室内の温度分布は図3、風速分布は図4のようになる。なお、計測ポイントは図2に一点鎖線で示した居室の中央断面である。

図3によると、居室の天井壁近傍に設定温度28℃よりも室温が3℃乃至4℃高い領域が存在し、また、居室の中央部に設定温度28℃よりも約5℃低い領域が存在する。従って、居室の上部には略水平方向に等温線が現れ、居室内に8～9℃の温度のばらつきが生ずる。即ち、居室内の上下方向での温度ばらつきが大きくなる。特に住宅の最上階においては上記のような温度分布になる傾向が極めて強い。

また、吹出口から送出される冷気の比重は、上記理由により高温になったエアコン周囲の空気のものよりも圧倒的に大きく、そのため送出された冷気は重力により下降し、図4に示すように居室中央部の居住空間に降り注ぐ。

図3によると、居室の中央部に設定温度28℃よりも約5℃低温の風が降り注いでいる。このため、設定温度付近に達した状態で送風を継続すると使用者に常に冷たい風が当たり続け、使用者に不快感を与え、同時に、局所的に使用者の体温を低下させて健康に害を与える可能性がある。これが「夏場の冷え性」の最大の要因の1つと考えられる。

上記環境の快適性を、快適度指標：PMV (Predicted Mean Vote)、および予測不満足率：PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) を用いて表すと、図5のようになる。なお、快適度指標：PMVとは、人体と環境との熱交換量に基づいて熱的中立温度を予測し、その条件で暖かいと感じるか、寒いと感じるかを数値として表現するものであり、代謝量、衣服の熱抵抗、放射熱、気温、湿度、風速の6因子を快適方程式に代入することにより求められる。また、予測不満足率：PPDとは、その環境を熱的に不快に感じる人の割合であり、PMVからも算出できる。図7に、快適度指標：PMVと予測不満足率：PPDの関係、各PMV値の際に快適と感じる人数の割合、及び、各PMV値に対応する温冷感を示す。PMVの定義によれば、PMV=0で人間内部の熱発生と環境との熱損失が等しく熱的平衡状態に

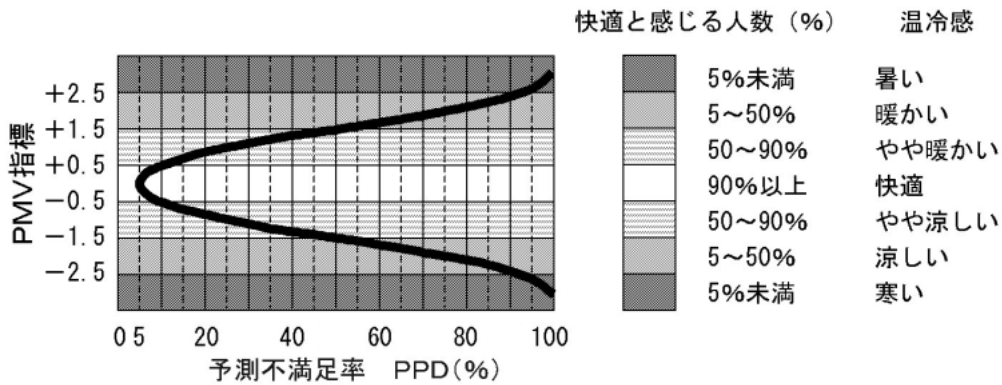


図7 快適度指標と予測不満足率
Fig. 7 Relation between PMV and PPD.

あり、暑くも寒くもない快適な温冷感となる。なお、PMV=0では95%の人が快適と感じ、 $-0.5 < PMV < +0.5$ の範囲では90%の人が快適と感じるとされている。

図5によると、図3および図4と同様、従来気流の本質的な課題がうかがえる。

また、図6は、エアコン吹出口部にプラズマクラスターイオン発生装置を設置し、吹出口から100mm前方のイオン濃度が+イオン約15万個/cm³、-イオン約15万個/cm³になるように動作させた場合の居室内のイオン分布であり、計測ポイントは図3、図4と同様である。図6によると、エアコンの真下およびエアコンが設置されている壁面に対向する壁面の近傍においてイオン濃度が低い領域が存在する。

2. 新気流生成方法及び新気流による冷房

本気流制御に用いられるエアコンを図8に示す。本エアコンは、吹出口上面部を前方へ行くほど上方に傾斜するように形成し冷気を上方に滑らかに導く導風スペースと、そのスペースを流通する気流の上下風向を制御可能な専用のルーバを持つ。他の構成は従来エアコンと同等である。即ち、本エアコンは、上、中、下の計3枚の上下風向制御ルーバを持つ。

冷房安定状態における気流制御は次に示すように行われる。風量は微風、上ルーバは前方上方に向けて設定され、中及び下ルーバは水平方向、即ち、図1に示す従来の場合の2枚のルーバと略同一方向に向けて設定される。

このとき、図8に示すように、ルーバ間①及び②を流通する冷気Aは前方上方へ送出され、ルーバ間③及び④を流通する冷気Bは水平方向乃至やや下方へ送出される。なお、本エアコンはルーバ間①、②、③、④に流れる風量比が6：4：4：1程度になるように3

枚のルーバ位置をあらかじめ設定しているため、冷気A、冷気Bの風量比は2：1程度である。上記のように吹出気流を制御した場合、冷気Bはコアンダ効果により冷気Aに引き寄せられ上方に曲げられるため、居室中央部の居住空間に降り注ぐことなく前方上方へ導かれる。さらに、冷気Aもまた、コアンダ効果により

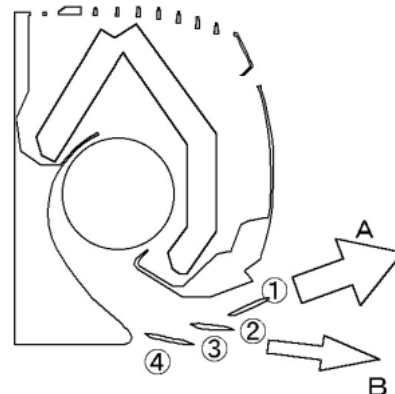


図8 新吹出気流及び形状
Fig. 8 New air outlet.

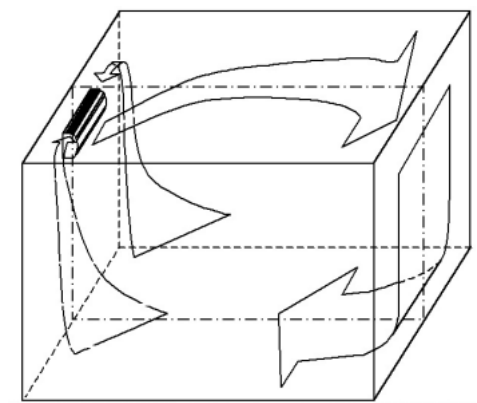


図9 新気流の挙動
Fig. 9 New air current.

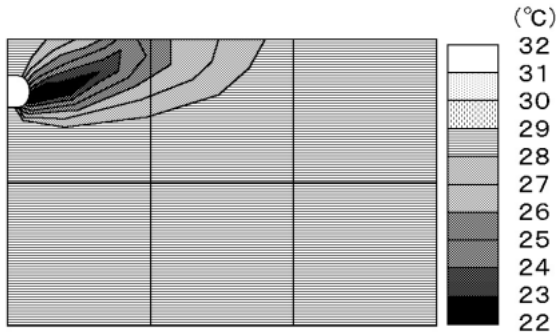


図 10 新気流制御時温度分布
Fig. 10 Temperature distribution at new air current.

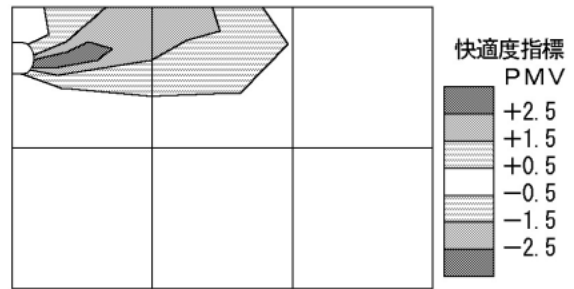


図 12 新気流制御時 PMV 分布
Fig. 12 PMV distribution at new air current.

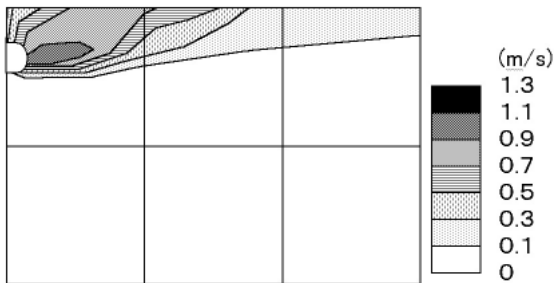


図 11 新気流制御時風速分布
Fig. 11 Wind speed distribution at new air current.

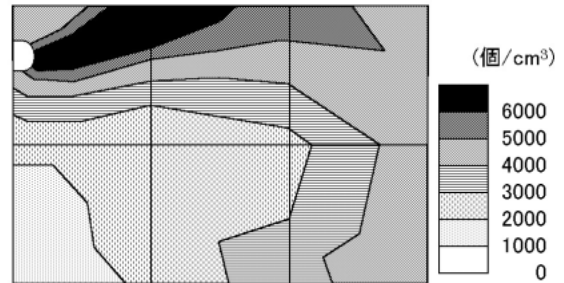


図 13 新気流制御時イオン分布
Fig. 13 Ion concentration distribution at new air current.

冷気Bに引き寄せられ下方に曲げられるため、吹出し直後に即座に吸込口に吸引される、所謂ショートサーキットを生ずることなく前方上方へ導かれる。従って、それに伴う結露等のデメリットも防止される。即ち、極めて健康的で信頼性の高い上吹出気流が生成される。

上記の気流制御を用いると、居室内の気流の挙動の概略は図9に示すようになる。本新気流制御により、前述の居室を設定温度28℃にて冷房運転した場合の、安定状態における居室内の温度分布は図10、風速分布は図11のようになる。なお、計測ポイントは図9に一点鎖線で示した居室の中央断面である。図9、図10及び図11から明らかなように、エアコンから前方上方に吹出された冷気は居室の天井に到達する。その後、コアンダ効果により天井壁からエアコンに対向する壁面、床面、エアコン側の壁面を順次伝ってエアコンの両側方から吸込口に吸込まれる。これにより、気流が居室全体を大きく攪拌し、居室内の温度分布が設定温度付近で均一になる。即ち、居室の上方の一部を除いて、使用者の居住領域全体が設定温度28℃に略一致して温度ばらつきが小さく直接風もほとんど使

用者に当たることのない空間を得ることができる。なお、図12によれば、PMV値±0.5、即ち90%の人が快適と感じるとされる空間が居室全体に広がり、従来気流制御(図5)に対して大幅に快適性が改善されることがわかる。

また、図13は、エアコン吹出口部にプラズマクラスターイオン発生装置を設置し、図6の従来気流制御時と同様に吹出口から100mm前方のイオン濃度が+イオン約15万個/cm³、-イオン約15万個/cm³になるように動作させた場合の居室内のイオン分布であり、計測ポイントは図10、図11と同様である。図13によると、エアコンから前方上方に吹出された冷気により、イオンが天井壁からエアコンに対向する壁面、床面を順次伝って部屋全体に拡散している様子がうかがえる。また、エアコンが設置されている壁面に対向する壁面の近傍におけるイオン濃度は従来気流制御(図6)に対して3倍程度の優位性が得られる。これは、新気流制御によりイオンの到達距離が延長したことを意味する。即ち、コアンダ効果による噴流のポテンシャルコアの延長により、風速の減衰が抑制され、そのため、イオンが消滅してしまうまでに遠くまで運

ばれているためである。

むすび

家庭用壁掛けエアコンを対象とした新概念の気流制御手法の構築を試みたところ、以下の知見を得た。

(1) 複数のルーバにより分流されるそれぞれの気流間に作用するコアンダ効果を利用することにより、圧損等のデメリット無しに、収束した噴流を生成することができる。

(2) 上記の噴流をエアコン吹出口から前方上方に吹出すことにより、上吹出時のショートサーキット量を大幅に削減できるとともに、冷気が居室中央部の居住空間に降り注ぐことを略完全に防止できる。

(3) 上記の噴流をエアコン吹出口から前方上方に吹出すことにより、調和空気は高速の噴流となって居室の天井に到達し、エアコンに対向する壁面、床面、エアコン側の壁面を順次伝う。従って、居室の隅々にまで気流が行き届いて気流が居室全体を大きく攪拌し、居室の上方の一部を除く居住領域全体の温度分布を均一化して直接風もほとんどない快適空間を得ることができる。

(4) 上記の噴流を用いてイオンを拡散することにより、イオンの到達距離を延長でき、部屋端のイオン濃度を増加することができる。

本技術は、居住空間の快適性を大幅に高めることができるのみならず、高いイオン拡散能力を有しており、既に当社2003冷凍年度エアコン（AY-P28XC等）に搭載して実用化に成功している。なお、本気流制御技術を更に進化させることにより、居室内に分布するイオン濃度を更に増加することが期待できる。

謝辞

本研究を行うにあたり有益なご助言、ご協力を賜りました、A1229プロジェクトチーム、空調システム事業部の関係各位に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 大野, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, Vol.1997 NO.Pt1; 85-88 (1997).
- 2) 鈴木他, 空気調和・冷凍連合講演会講演論文集, Vol.30th; 181-184 (1996).

(2003年5月27日受理)