

タスク・アンビエント空調の快適性と省エネルギーの評価

大塚 俊裕 橋 雅哉 川島 実 野部 達夫
(技術研究所) (設計本部) (技術研究所) (工学院大学)

Effect of Task and Ambient Air Conditioning System on Human Comfort and Energy Conservation

by Toshihiro Otsuka, Masaya Tachibana, Minoru Kawashima, and Tatsuo Nobe

Abstract

This paper evaluates the effects of a task and ambient air conditioning system equipped with a personal air diffuser on human comfort and energy conservation when the system's room temperature setting is raised. When the system's room temperature setting was raised 1 °C to 28°C, the percentage of room occupants who reported discomfort rose from 6% to 10%, while the cooling load decreased by 15.2%. The task/ambient air conditioning system proved able to provide a comfortable environment as well as conserve energy when the room temperature setting was raised.

概要

冷房時の室内設定温度緩和を目的としたタスク・アンビエント空調の快適性と省エネルギーの評価を行った。室内設定温度を28°Cに1度緩和した条件で“不快”以上の申告は6%が10%に増加したのみにとどまった。空調負荷は室内設定温度を1度緩和する事により15.2%の減少を示した。以上により、タスク・アンビエント空調は室内設定温度を緩和しても快適性をほとんど損なわず省エネルギーを達成できることが確認できた。

§ 1. はじめに

タスク・アンビエント空調システム（以下TACシステム）は快適性と省エネルギーを両立し得る次世代の空調システムとして期待されている。TACシステムではアンビエント域とタスク域を分けてタスク域を効率よく空調し、アンビエント域の空調条件を緩和することで省エネルギーを図っている。さらにタスク域の空調を執務者それぞれが自由に調節することでパーソナル空調としての温熱環境の快適性、そして環境選択性を与えることによる心理的満足感の向上を図ることができる。一方、環境省では温室効果ガス削減の為に夏期の室内温度設定を28°Cに緩和する「クールビズ」を提唱している。本研究で検討するTACシステムは前述の様にアンビエント域の室内設定温度を緩和し、個人のタスク域の空調は個人の選択に委ねるという点で「クールビズ」に合った空調方式であると考えられる。

清水建設技術研究所新本館（以下本建物）は4、5階を研究員の執務スペース（4、5階の合計延べ床面積は

約3400㎡）としている。空調方式はアンビエント域に全面床吹出し空調を採用し、タスク域に執務者個人の温熱環境に対する要求を満足させることが出来るよう開発したパーソナル空調用床吹出し口（以下パーソナル吹出し口）を採用している（図-1）。

従来の空調システムでは通常の内設定温度は26°Cであるが、TACシステムではそれ以上の27°C、あるいは更に省エネルギーを見込める28°Cへの設定が

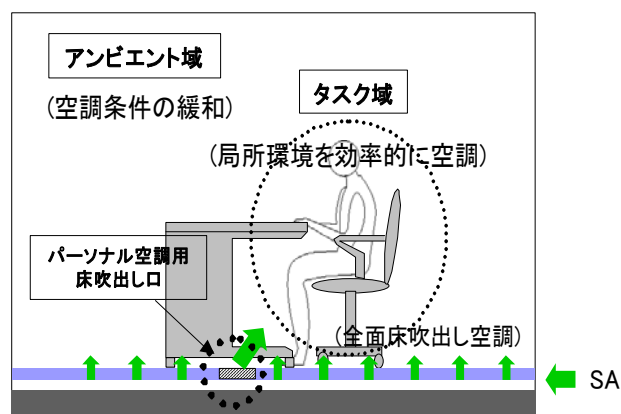
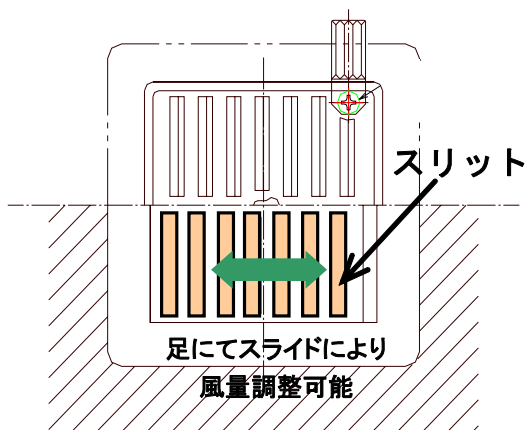
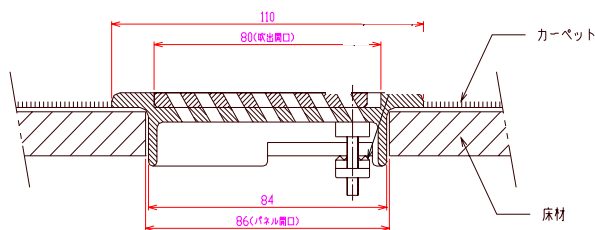


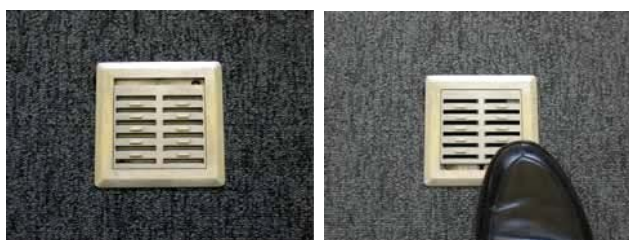
図-1 全面床吹出し空調方式におけるTAC概念図



【平面】



【断面】



【スライド 閉状態】

【スライド 開状態】

図-2 パーソナル空調用床吹出し口詳細図および開閉状態

表-1 アンケート調査概要

調査期間	2004年7月21日配布(27℃設定) 2004年8月23日配布(28℃設定)	
回答者数	103名	
性別	男性	95名(92%)
	女性	8名(8%)
年齢	20代	2名(2%)
	30代	37名(36%)
	40代	44名(42%)
	50代	20名(20%)

期待できる。しかしながら、室内設定温度を緩和しても快適性を損なわないかどうか、省エネルギーの効果はどの程度か調べる必要がある。

本報では夏期に行った室内設定温度緩和時におけるパーソナル空調の快適性、及び省エネルギー効果の評価について報告する。

§ 2. パーソナル空調用床吹出し口

図-2に本建物の4、5階に採用したパーソナル吹出し口の詳細図及び開閉状態を示す。吹出し口はスリット状の吹出し孔を有する板を2枚上下に重ね、この上部の板をスライドさせることで、上下の開口面積を増減させ、風量を0-100%に調整できるようになっている。執務者は着座状態にて足でスライドすることで好みに応じて、容易に風量を調整できるようにしている。孔の大きさは5mm×30mmのものが7個×2列、計14個あり、全開時の開口面積は0.0021 m²である。このスリット孔には、ここから供給される気流に方向性を持たせるよう、孔の切り込みを垂直方向に対し15°の角度を設けている。本体の材質は、強度を確保するようアルミダイキャスト材とし、二重床材上に本体を設置するため、及びフロアコンセント等を設置するために設けられている切り欠き部分を今回の吹出し口設置箇所としても利用している。吹出し口は切り欠き部分に合わせた85mm×85mmの大きさである。それにより、床材のサイズである500mm×500mmピッチで、任意の箇所に吹出し口が設置可能となり、自由度の高いオフィスレイアウトに対応可能となる。また、閉め忘れ防止のために粘性ポリマーを使い約10分で吹出し口が自動的に閉まる機能を持っている。

§ 3. 調査概要

本研究では室内設定温度を28℃に緩和する「クールビズ」の設定温度も含めた2条件(27℃, 28℃)設定し、室内設定温度緩和時におけるタスク・アンビエント空調の快適性および、省エネルギー効果の評価を行った。

各室内設定温度におけるタスク・アンビエント空調の快適性の評価にはアンケート調査を行い、省エネルギー効果の評価には空調機供給熱量と外気温の計測を行った。また、室内空気温度の計測位置は4、5階の中央部付近、計測高さは1100mmにて行った。なお、各室内設定温度の設定はアンケート配布の3週間以上前より行った。

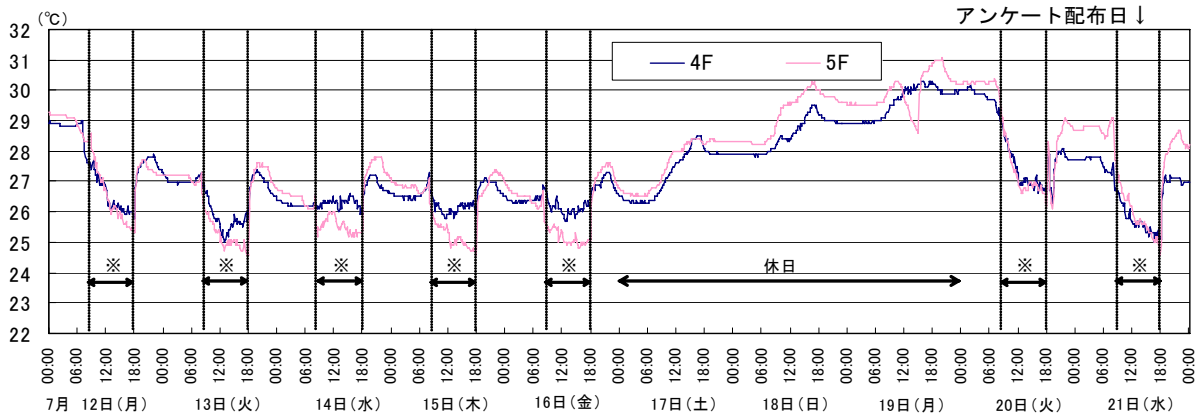


図-3 空気温度（設定27℃、計測高さ1100mm） ※：就業時間帯を示す

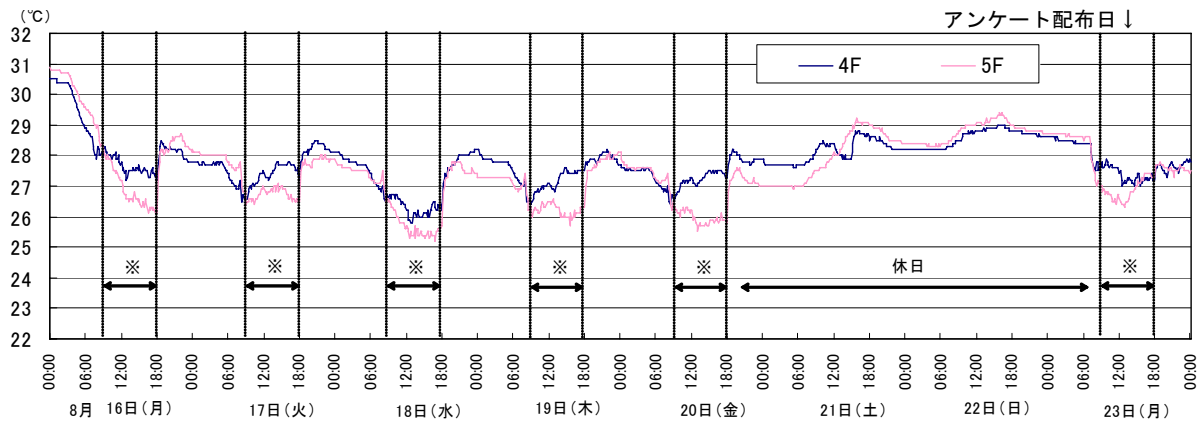


図-4 空気温度（設定28℃、計測高さ1100mm） ※：就業時間帯を示す

3.1 アンケート調査

アンケート調査の概要を表-1に示す。アンケートの対象者は4、5階で執務を行う103名である。9割以上が男性であり、年齢は40代が最も多い。アンケート記入の際、パーソナル吹出し口の使い方については、それまでの1週間を振り返って記入するように教示を行った。

3.2 空調機供給熱量計測

4、5階のインテリア空調機およびペリメータ空調機における冷水の入口出口温度と流量の計測値により空調機供給熱量を算出した。空調機供給熱量は外気温の修飾を受けるため、同時に外気温の計測も行っている。

§ 4. 結果

4.1 空気温度

図-3、図-4にそれぞれ室内設定温度27℃、28℃における空気温度計測結果を示す。空調機の設定温度（空調機の温度センサは通路壁面に設置、計測高さ1300mm）に比べて居住域（計測高さ1100mm）での空気温度は若干低い。室内設定温度27℃では25～26℃近傍、

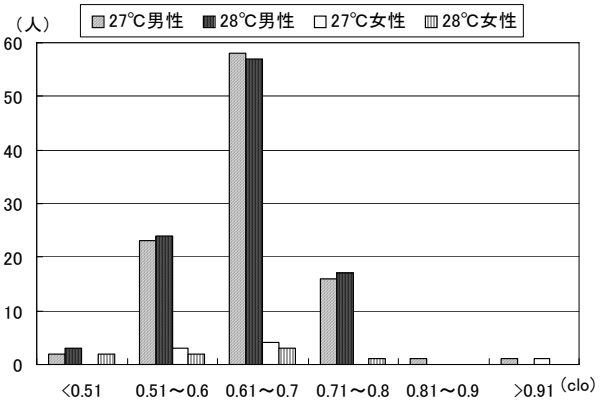


図-5 アンケート結果（着衣量）

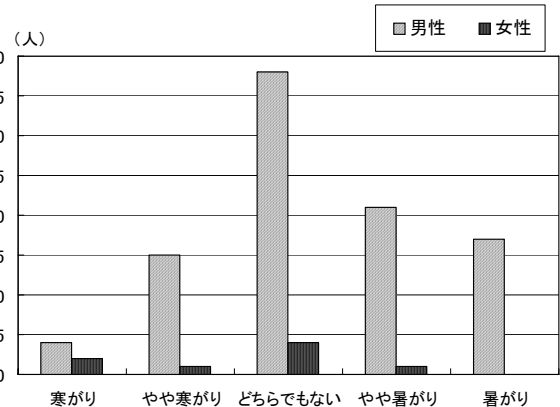


図-6 アンケート結果（暑がり寒がりの傾向）

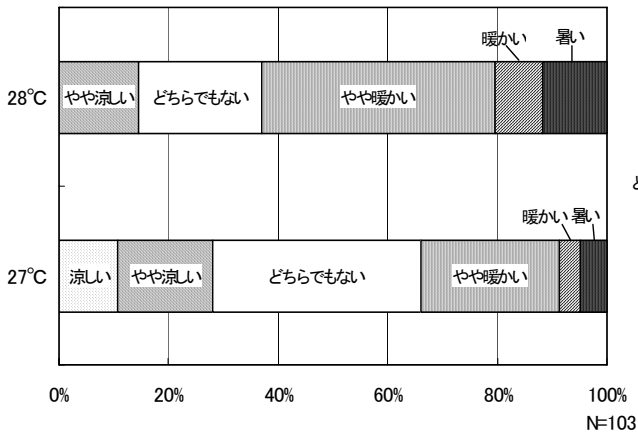


図-7 アンケート結果（全身温熱感）

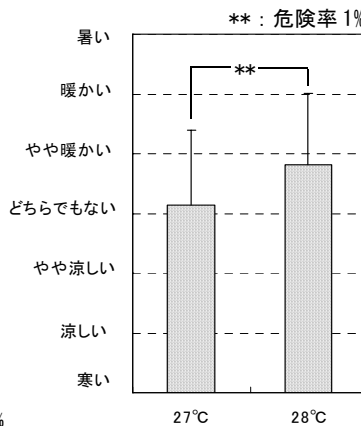


図-8 アンケート結果 平均値と標準偏差（全身温熱感）

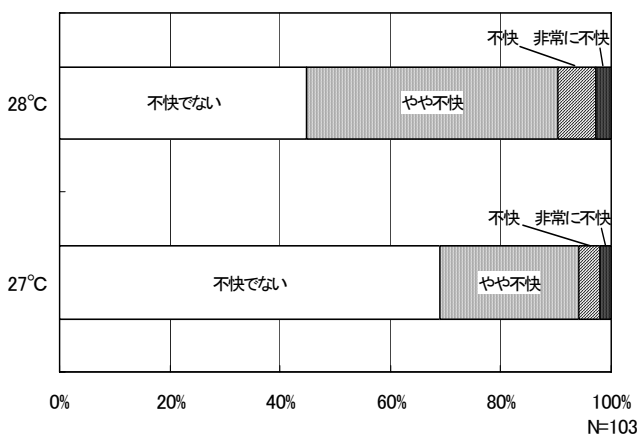


図-9 アンケート結果（快適性）

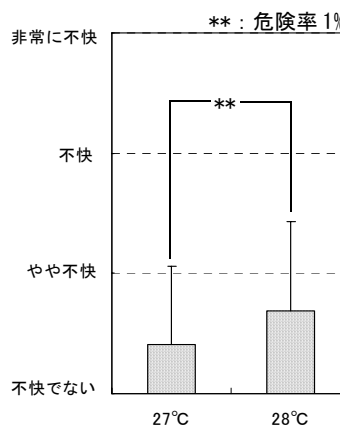


図-10 アンケート結果 平均値と標準偏差（快適性）

室内設定温度28℃では26～27℃近傍で推移することが多かった。また、4階よりも5階の方が空気温度が低くなることが多かった。

4. 2 アンケート調査結果

(1) 着衣量

図-5にアンケート対象者の着衣量を示す。これはアンケートの服装調査により着衣量の概算を行った結果である。設定温度条件間の着衣量はほぼ同じであり、度数は0.61～0.7cloが最も多く全体の6割を占めている。この着衣量は具体的には、半袖シャツにネクタイおよびズボンという服装である。

(2) 暑がり寒がりの傾向

図-6にアンケート対象者の自覚的な暑がり寒がりの傾向を示す。男性では“どちらでもない”が最も多く、“寒がり”に比べて“暑がり”が多い傾向を示している。女性ではアンケートの対象者が少ないので、はっきりとした傾向は見られなかったが、男性と同様に“どちらでもない”が最も多く、それに次いで“寒がり”が多かった。

(3) 全身温熱感

図-7に全身温熱感を示す。室内設定温度27℃のときには“どちらでもない”が最も多かったが、室内設定温度28℃では“涼しい”申告はなくなり“やや暖かい”が最も多くなった。室内設定温度27℃では暖かい側の申告の合計は34%であったが、室内設定温度28℃では63%と、全体的に暖かい側へ申告がシフトした。

“寒い”から“暖かい”に-3～+3の評点を割り当て統計解析を行った。図-8に各条件の平均値と標準偏差を示す。離散データであるため連続性に対する補正を行い平均値の差の検定を行った結果、危険率1%で設定温度間に有意差が見られた。

(4) 快適性

図-9に快適性を示す。室内設定温度27℃で“不快でない”申告が69%と大部分を占めていたが、室内設定温度28℃では45%に減少し、“やや不快”が25%から45%に増加した。しかしながら、“不快”と“非常に不快”を合わせた合計では室内設定温度緩和により6%が10%に増加したのみにとどまった。全身温熱感と同様に“不快でない”から“非常に不快”に0から-3の評点を割り当て統計解析を行った。図-10に平均値と標準偏差を示す。連続性の補正を行い平均値の差の検定を行った結果、危険率1%で設定温度間に有意差が見られた。

(5) パーソナル吹出し口使用頻度

図-11にパーソナル吹出し口の使用頻度を示す。パーソナル吹出し口の使用頻度は“使用しない”から“常に使用”まで分散している。ここで“常に使用”はパーソナル吹出し口を常に開放している状態である。室内設定温度27℃では“使用しない”との申告が22%であったが、室内設定温度28℃では14%に減少しパー

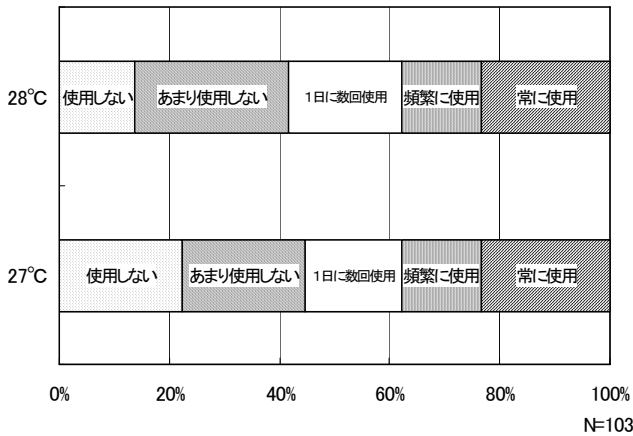


図-1-1 アンケート結果 (パーソナル吹出し口の使用頻度)

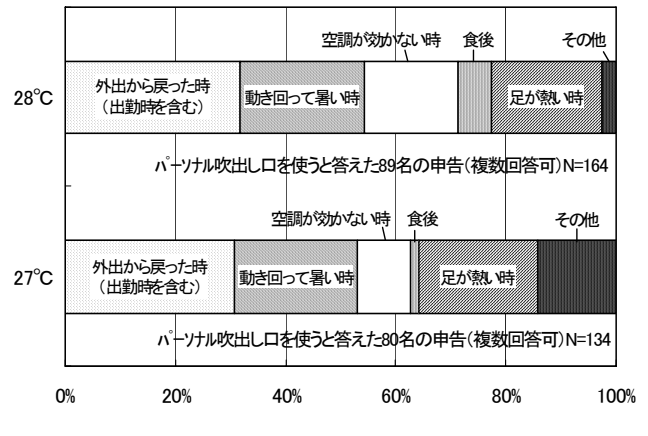


図-1-2 アンケート結果 (パーソナル吹出し口使用理由)

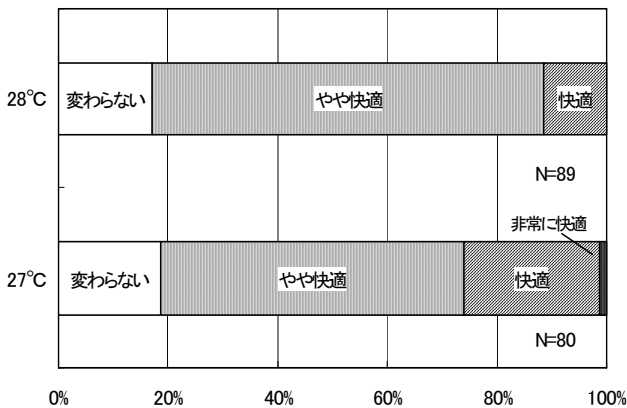


図-1-3 アンケート結果 (パーソナル吹出し口使用時の快適感)

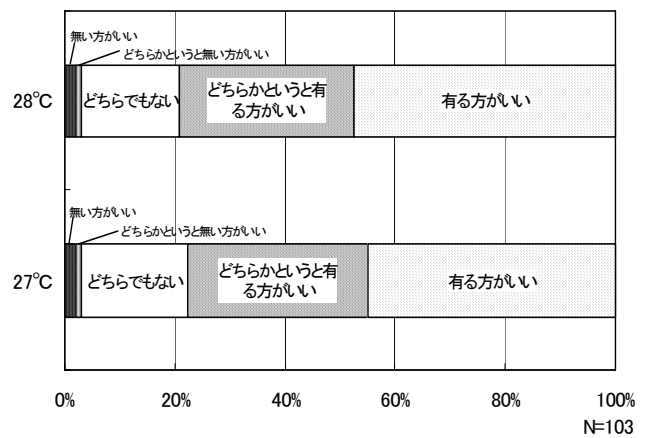


図-1-4 アンケート結果 (パーソナル吹出し口の存在について)

ソナル吹出し口の利用率が上昇した。すなわち室内設定温度27°Cでの使用人数は80名で、28°Cでは89名に増加した。

(6) パーソナル吹出し口使用理由

図-1-2にパーソナル吹出し口の使用理由を示す。ここではパーソナル吹出し口を使うと答えた人が複数回答可で申告している。両方の設定温度に共通してもっとも多いものは“外出から戻った時”で30%以上の申告である。次いで多いものが“動き回って暑い時”、“足が熱い時”であり共に20%を超えている。外出および動き回るという行動による代謝量増加によるもので半数以上であるが、“足が熱い時”という局所的な熱さの緩和のためのパーソナル吹出し口の使用が20%以上と比較的多かった。パーソナル吹出し口は床に設置されているため足を冷やし易くできているが、そのようなニーズが少なからずあるということを確認できた。上記3項目は設定温度による差があまりない。室内設定温度を27°Cから28°Cへ緩和した時の最も顕著な変化は“空調が効かない時”の10%から17%への増加、および“食後”における1%から6%への増加である。

(7) パーソナル吹出し口使用時快適感

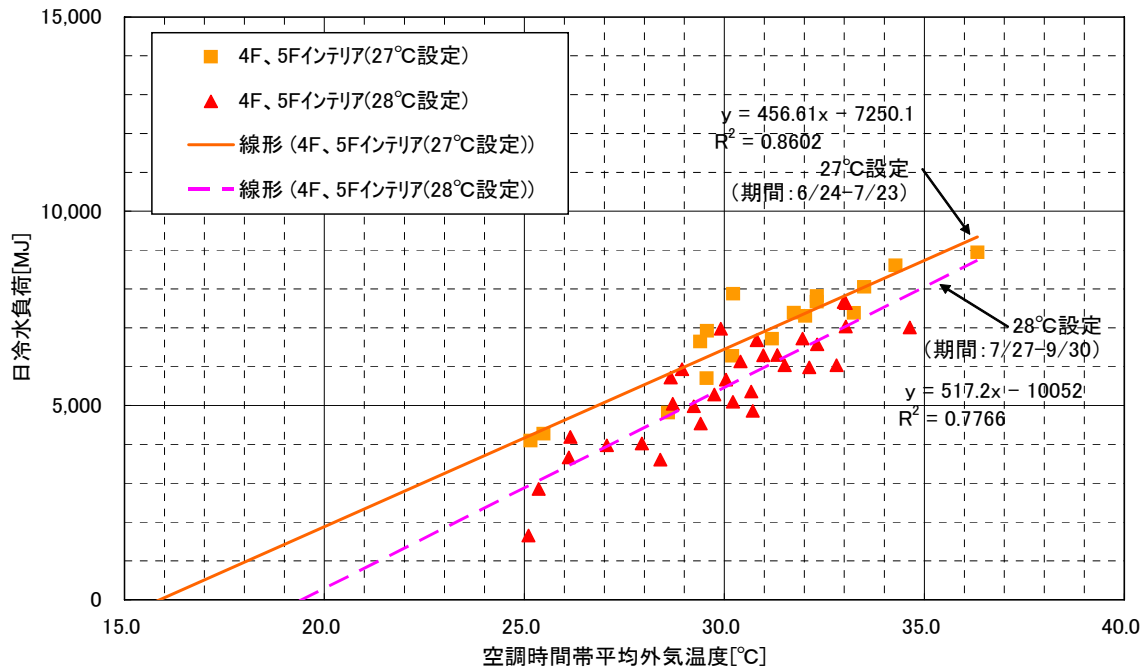
図-1-3にパーソナル吹出し口使用時の快適感を示す。室内設定温度を27°Cから28°Cに緩和すると“快適”が25%から11%に減少するが、“やや快適”が55%から72%に増加する。どちらの設定温度でも“変わらない”と答えた執務者はほぼ変わらず、ともに8割以上の執務者がパーソナル吹出し口使用の使用により快適感を感じている。“変わらない”から“非常に快適”に0~+3の評点を割り当て、連続性の補正を行い平均値の差の検定を行った結果、設定温度間に有意差は見られなかった。

(8) パーソナル吹出し口の存在について

図-1-4にパーソナル吹出し口の存在についてのアンケート結果を示す。設定温度による差はほとんど無い。どちらの設定温度でも8割近くの居室者がパーソナル吹出し口について“ある方がいい”側の申告を行っている。“無い方がいい”側の申告はどちらの設定温度でも3名と極めて少なかった。

4.3 空調機供給熱量

図-1-5に各室内設定温度における4、5階の空調機



図一 15 各室温設定時における空調機供給熱量

への供給熱量を示す。供給熱量は外気温度により異なるため、x 軸を8時から18時までの空調時間帯平均外気温度、y 軸を空調機の日冷水負荷とした散布図を描き、それぞれの設定温度において回帰直線を求めている。なお、蓄熱負荷が週末に生じて影響を及ぼす休日明けは除外している。全体的な傾向では、27°C設定よりも28°C設定の方が概ね負荷は低い。回帰直線より空調時間帯平均外気温度を30°Cとして求めると、27°Cから28°Cへの室内設定温度緩和により15.2%の省エネルギー効果が観察された。

§ 5. おわりに

本報では冷房時の室内設定温度緩和における全面床吹出し空調方式におけるパーソナル吹出し口を有するタスク・アンビエント空調の快適性と省エネルギーについて、アンケート調査と空調機供給熱量の計測により評価を行った。室内設定温度を27°Cから28°C

に緩和することで“不快でない”という申告は65%から45%に低下したが、“不快”以上の申告は6%が10%に増加したのみにとどまった。パーソナル吹出し口使用の理由では室内設定温度緩和による“空調が効かない時”の使用が増加したが、パーソナル吹出し口の使用による快適感、いずれの設定温度でもパーソナル吹出し口を使用する8割以上の執務者が快適感を感じている。さらに全体の約8割の執務者がパーソナル吹出し口についてある方がよいと申告しており、設定温度緩和に対する方策として、パーソナル吹出し口の使用は有効に働いたものと考えられる。さらに、空調機供給熱量は設定温度を27°Cから28°Cへ1°C緩和することで15.2%の減少を示したことから省エネルギーの効果も確認された。

以上により、本建物に採用したパーソナル吹出し口を有するタスク・アンビエント空調により、快適性をほとんど損なわず省エネルギーが達成できることが確認できた。

<参考文献>

- 1) 大塚俊裕, 橘 雅哉, 川島 実, 野部達夫: 次世代技術を盛り込んだ環境配慮型建築 第5報, 空気調和・衛生工学学術講演論文集, pp.1765-1768, 2005
- 2) 橘 雅哉, 佐藤 文人, 川島 実, 中村 卓司: 全面床吹出し空調におけるパーソナル空調用床吹出し口の開発 第1報 吹出し口の概要と特性について, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.449-450, 2003
- 3) 佐藤 文人, 橘 雅哉, 川島 実, 中村 卓司: 全面床吹出し空調におけるパーソナル空調用床吹出し口の開発 第2報 温度分布と被験者実験結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.451-452, 2003