空調熱負荷に影響を及ぼすオフィスの使われ方に関する研究

A STUDY ON THE USE OF OFFICE SPACE AFFECTING AIR-CONDITIONING LOAD

石野久彌*, 郡 公子**, 佐藤 豊***

Hisaya ISHINO, Kimiko KOHRI and Yutaka SATO

It is important to assume the proper room conditions for simulating the air-conditioning load and the thermal sensation in a office building. But the reference data are not sufficient enough to assume the proper conditions relating to the use of office space. Three buildings have been researched to clear the fluctuation in occupancy and clothing insulation and to clear the number of machinery for office automation. We show the heat rates generated from office machinery in the researched buildings. These data become the useful reference both of for air-conditioning system design and for simulation analysis on the air-conditioning load and the thermal sensation.

keyword:field survey, number of people that enter and exit from the entrance, number of occupant, intrinsic insulation of clothing, number of machinery for office automation, data for air conditioning system design

実測調査, 入退館者数, 在室人員数, 着衣量, O A機器台数, 空調設計用資料

1. 序

オフィスの空調熱負荷や温熱感の変動をシミュレーションする際に室の使われ方をいかに想定するかは重要な項目であるが、条件設定の際に参考となるデータが十分といえない。本論文では、室使用の項目の中でも、オフィスの在館・在室人員変動、着衣変動、O A機器類の設置密度と使用率などを研究対象とし、東京のオフィスビル3棟の調査結果をまとめたものである。

オフィスの実態調査研究は過去に数々なされており、室使用状態の調査を含むものも多いが、そのほとんどはエネルギーや室内環境の解析のための付随データとして室使用状態が位置付けされている。そのため、調査項目が限定されていたり、ある建物のごく一部のエリアに限られていたり、小規模の調査になる傾向がある。室使用状態にかなりの重点を置いた研究としては、井上、野部らによる研究で、空調への要求度と室の使われ方の関係に着目し、空調・照明面積率変動とともに在館・在室人員変動の調査を行ったもの¹⁾、伊藤、久野らによる研究で、室内環境実測と居住者アンケート調査を行い、特に着衣量については、冬期の着衣量と年齢、暖房に対する評価などを解析したもの²⁾、木村、李らによる研究で、在室人員変動とO A機器使用台数その他の消費電力量の変動を解析したもの³⁾などがある。

本論文は、筆者らがこれまで調査した複数のオフィスビルでの結果について、調査した室床面積や調査人数が十分と判断しまとめた

表-1 調査建物概要

建物	概 要			
Nビル	場 所	東京都	敷地面積	21,280 m ²
	用 途	事務所(自社ビル)	建築面積	6,370 m ²
	規 模	地上43階, 地下4階	延床面積	145,100 m ²
	業 種	電機メーカー本社		
	就 業 時 間	フレックスタイム, (基本 8:30~17:30) コアタイム10:00~15:00, 昼休み12:00~13:00		
	その他	社員食堂有り		
Uビル	場 所	東京都	敷地面積	4,980 m ²
	用 途	事務所(テナントビル)	建築面積	4,390 m ²
	規 模	地上23階, 地下5階	延床面積	120,500 m ²
	業 種	テナント多社		
	その他	レストラン有り		
Cビル	場 所	東京都	敷地面積	4,010 m ²
	用 途	事務所(テナントビル)	建築面積	2,420 m ²
	規 模	地上21階, 地下3階	延床面積	26,500 m ²
	業 種	建設会社		
	就 業 時 間	テナント1社 8:30~17:15, 昼休み12:00~13:00		

* 東京都立大学大学院 教授・工博

** 宇都宮大学大学院 助教授・工博

*** 宇都宮大学 文部技官

Prof., Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan University, Dr. Eng.
Assoc. Prof., Graduate School of Engineering, Utsunomiya University, Dr. Eng.
Technical Official, Dept. of Architecture and Civil Engineering, Faculty of Engineering, Utsunomiya University

ものである。また着衣量については、季節差のほか時刻変動、通勤時と執務時の違いにも着目して調査を行った。なお、本論文は文献4)～7)をもとに加筆修正したものである。

2. 調査建物概要

調査建物は、東京にあるオフィスビル3棟で、建物概要を表-1に、調査項目と調査日時を表-2に示す。建物を1社のみで使用しているNビルとCビルでは、入退館者数と主要階の在室人員数、着衣量、OA機器台数の調査を行い、テナント多社が使用しているUビルでは入退館者数のみを調査した。Nビル、Cビルの調査室の概要を表-3に示す。Nビル、Cビルとも部屋分割を意識的に少なくした内部設計となっており、執務空間・打ち合わせ空間・OA空間が低いパーティションで区切られるのみで、各階1つの大部屋に収められている。Cビルは、夏期調査時には11～18階が空室で10階以下を調査対象とした。冬期調査時には11階と17階一部のスペースが空室であったが、延べ床面積の94%が使用されていた。

3. 入退館及び在館人員変動特性

事務室の在室人員変動は、室により多少の違いがある。出勤時間帯や残業時間帯については、エントランスでの入退館者調査によって得られる在館人員変動を調べると、その建物の平均的な在室人員変動の特徴を読みとることができる。また在館人員変動を得るために調査する入退館者数の変動は、冬期のエントランス外気侵入量に重大な影響を及ぼすエントランス開口面積変動の予測のための基礎データとなり得る点から重要である。3棟の建物について、一般出入り可能なエントランス及び地下駐車場等からの入館者、退館者の累積値を5分もしくは10分間隔にカウントし、平日の在館人員変動を求めた結果を図-1に示す。入退館者数は10分間隔の変動で示し、在館者数とも単位延床面積当たり人数で表した。Cビルについては、冬期のデータを示した。

3棟のビルとも、出社はエントランス扉の開錠時刻(N, Cビル: 7:30, Uビル: 7:00)に合わせて始まり、最大在館者数は建物により0.025～0.04人/㎡となった。就業時間が固定制のCビルのほか、フレックスタイム制のNビルも、通勤ピークが8:30直前の10分間に極端に発生し、ともに0.09人/㎡・10分の入館者となった。レストランのないCビルと、外部から利用できるレストランをもつUビルは、昼休み時間帯の入退館が激しい。在館状況を調査日の最大在館者数に対する在館率でみると、どのビルも、9～10時の間に在館率95%に達し、また12時の在館率は建物により45～90%となった。17時以降の在館率の減少は、18時に80%、19時に50%、20時に30%、22時に10%程度で建物による減少傾向の違いはあ

表-2 調査日時

調査項目	Nビル
入退館者調査	平成2年8月21日(火) 6:30～22日(水) 2:10 平成2年8月22日(水) 6:00～23日(木) 2:10 *
在室人員調査	平成2年10月16日(火) 8:00～17日(水) 11:30 * 平成3年1月20日(日) 14:00～16:00
着衣量調査	平成2年8月24日(金) 15:00～16:00 ** 平成2年10月16日(火) 10:00～15:30 ** 平成3年1月18日(金) 14:30～18:00 ** 平成3年1月21日(月) 9:00～17:00
OA機器調査	平成2年8月24日(金) 15:00～16:00 * 平成3年1月20日(日) 14:00～16:00
	Uビル
入退館者調査	平成4年1月24日(金) 6:30～25日(土) 3:00 *
	Cビル
入退館者調査	平成4年7月30日(木) 6:00～31日(金) 0:40 平成5年1月13日(水) 5:00～14日(木) 1:00 *
在室人員調査	平成4年7月30日(木) 8:00～22:00 *
着衣量調査	平成4年7月30日(木) 8:00～22:00 ** 平成4年7月31日(金) 7:45～16:50 ** 平成5年1月13日(水) 7:20～17:30 *
OA機器調査	平成4年7月31日(金) 15:30～16:50 * 平成5年1月20日(水) 15:30～16:50 *

* 本論文で使用了データ

図-1 入退館者数及び在館者数の時刻変動

まらなかった。

4. 在室人員変動特性

Nビル、Cビルについて主要な階の定員や在室人員変動を調査した。定員は、使用されている事務机の数や座席表から調べ、結果を表-3に記載した。在室人員変動調査は、7時以前はほとんど在室者がいないので8時より開始し、30分もしくは1時間間隔に各室を巡回し在室者数をカウントした。

近年は事務机のほかにOA机も混在配置されることが多くなり、またN、Cビルのように応接や打合せのためのスペースが小部屋として分離されずに事務室の一部に含まれる場合も多くなっている。そこで、Nビルの場合には、定員を表す事務用座席数のほか、打合わせ用、OA用座席数も調査した。図-2に示すように、Nビルの各階の定員は0.15~0.2人/㎡が多く、平均では0.17人/㎡、また打合わせ用座席数、OA用座席数はそれぞれ0.08、0.05人/㎡となった。図-4はCビルの各階定員である。Cビルの場合は座席表より正確な定員が得られた。平均定員は0.09人/㎡とNビルより小さかった。

各階の在室人員の時刻変動を図-3、5に示す。調査日の最大在室人員は、室によりNビルは0.09~0.13人/㎡、Cビルは0.06~0.11人/㎡となり、昼休みには0.03~0.08人/㎡に減少する。両ビルの各建物全体の平均在室人員変動と定員に対する在室率変動を表-4にまとめた。調査日の最大在室率はNビル56%、Cビル75%と建物によりかなり差があることが分かった。

5. 着衣量の変動特性

着衣量は、温冷感に大きな影響を与えるが、執務時において人々は様々な衣服で作業を行っている。また、室内環境によっても異なると思われる。しかし、各季節の各種事務作業時の着衣状況を観察してみると夏期・中間期において男性は、ワイシャツ半袖、ワイシャツ長袖、ワイシャツ+ベスト、まれに背広(薄手)姿で作業を行

表-3 調査室概要

Nビル				Cビル			
調査日:1991年1月20日				調査日:1993年1月13日			
階	室数	室床面積 [㎡/階]	定員 [人/階]	階	室数	室床面積 [㎡/階]	定員 [人/階]
6	2	2,133	412	3	2	819	88
7	2	2,089	408	4	2	632	62
8	2	1,972	363	5	2	819	87
9	2	2,040	452	6	2	632	68
10	2	1,715	264	7	2	819	104
19	1	1,613	231	8	2	632	57
21	1	1,613	221	9	2	819	33
22	1	1,581	220	10	2	632	44
23	1	1,581	229	下層階	16	5,804	543
24	1	1,581	248	12	2	632	48
25	1	1,581	221	13	1	410	20
26	1	1,576	267	14	1	316	32
合計	17	21,075	3,536	15	2	819	66
				16	2	632	46
				17	1	410	40
				18	1	316	37
				上層階	10	3,535	289
				合計	26	9,339	832

図-2 Nビル座席数

図-3 Nビル在室人員の時刻変動

図-4 Cビル座席数

図-5 Cビル在室人員の時刻変動

表-4 在室人員及び定員に対する割合の時刻変動

時間	Nビル		Cビル	
	在室人員 [人]	定員に対する 割合 [%]	在室人員 [人]	定員に対する 割合 [%]
8	886	29.1	96	17.8
9	1,513	49.6	374	69.4
10	1,608	52.7	406	75.3
11	1,611	52.8	397	73.7
12	1,076	35.3	172	31.9
13	1,535	50.3	351	65.1
14	1,479	48.5	397	73.7
15	1,617	53.0	389	72.2
16	1,701	55.8	405	75.1
17	1,715	56.2	384	71.2
18	1,437	47.1	264	49.0
19	995	32.6	178	33.0
20	790	25.9	139	25.8
21	477	15.6	120	18.9
22	246	8.1	51	9.5

っている。また、冬期にもワイシャツ半袖、ワイシャツ長袖、ワイシャツ+ベスト、セーターもしくは背広(厚手)姿で作業を行っていることから、各種事務作業時の着衣量を表-5のように分類して、目視調査により各分類に該当する人数を集計した。背広姿の時にワイシャツ半袖か長袖かどうかとか、下着の種類はどうかなどの違いは存在するが、表中の値が代表的な値と考え、調査人数を多くすることによって妥当性を高めることを重視した。女性については、服装の種類が多様であるが調査の都合上男性と同様に分類した。Nビル調査では、女性が少数であるため男女を区別せず同じ着衣量分類

表-5 着衣量調査における基準着衣量

	Nビル(夏・中間期, 執務時)		Nビル(冬期, 執務時)	
	男・女性	clo値	男・女性	clo値
A1	背広	0.95	背広, セーター	1.00
B1	ベスト	0.80	ベスト	0.80
C1	ワイシャツ, プラウス長袖	0.70	ワイシャツ, プラウス長袖	0.70
D1	ワイシャツ, プラウス腕まくり	0.65	ワイシャツ, プラウス腕まくり	0.65
E1	ワイシャツ, プラウス半袖	0.60	ワイシャツ, プラウス半袖	0.60
Cビル(夏期, 執務・通勤時)				
	男性	clo値	女性	clo値
A2	背広, セーター	0.95	スーツ+プラウス類	0.75
B2	ワイシャツ長袖	0.70	スーツ(プラウスなし)袖なしプラウス+薄手着	0.65
C2	ワイシャツ腕まくり	0.65	長袖プラウス+スカート 半袖プラウス+ズボン	0.55
D2	ワイシャツ半袖	0.60	半袖プラウス+スカート 袖なしプラウス+ズボン	0.50
E2	ワイシャツ半袖・袖なし	0.55	袖なしプラウス+スカート	0.45
Cビル(冬期, 執務時)				
	男性	clo値	女性	clo値
A3	背広+ベスト	1.10	背広+ベスト, プラウス+セーター	1.05
B3	背広, セーター	1.00	背広, ジャケット, 作業着	0.90
C3	ベスト	0.80	ベスト, セーター	0.75
D3	ワイシャツ長袖	0.70	プラウス長袖	0.65
E3	ワイシャツ腕まくり	0.65	プラウス腕まくり	0.60
Cビル(冬期, 通勤時)				
	男性	clo値	女性	clo値
A4	オーバー(前止)+マフラー	1.50	オーバー(前止)+マフラー	1.40
B4	オーバー(前止)	1.40	オーバー(前止)	1.30
C4	オーバー(前開)	1.35	オーバー(前開)	1.20
D4	トリコット(前開)	1.25	トリコット(前開)	1.10
E4	コートなし	1.10	コートなし	1.05

表-6 着衣量調査人数

調査建物	調査期間	調査時	調査人数 [人]	調査室			
				室数 [室]	平均 [人]	最高 [人]	最低 [人]
Nビル	夏期	執務時	1,016	11	92	126	69
	中間期	執務時	1,526	10	153	200	119
	冬期	執務時	1,640	12	137	186	96
Cビル	夏期	執務時	387	16	24	33	13
		通勤時	418	—	—	—	—
	冬期	執務時	616	28	22	41	7
		通勤時	777	—	—	—	—

注) Nビルにおいて調査室の値は階全体の合計値

調査日時 Nビル: 平成2年8月24日(金) 15:00~16:00

平成2年10月16日(火) 10:00~15:30

平成3年1月18日(金) 14:30~18:00

Cビル: 平成4年7月30日(木) 15:30~16:50

平成5年1月13日(水) 16:10~17:30

を使用し、Cビル調査では男女別に分類を設けた。また、通勤時においても着衣状況と着衣量の間に多少誤差が含まれるものの、表-5のように着衣量を分類することができる。

着衣量調査において表-5を基準着衣量とし、通勤時には各扉から入館する人、執務時には各事務室において各種作業及び打ち合わせを行っている人のうち、それぞれの分類に該当する人数をカウントし、通勤から作業に移る際の着衣状況や朝から夕方への着衣状況の時刻変動及び季節変動特性を調査した。時刻変動の調査は、在室人員調査と同様、30分もしくは1時間間隔に各室を巡回し人数をカ

図-6 各室の平均着衣量と室温の時刻変動 (Cビル・夏期)

図-7 各室の平均着衣量と室温の相関 (Cビル)

図-8 各季節の執務時の着衣量別人数 (Nビル)

表-7 各季節における執務時及び通勤時の着衣量

				調査人数 [人]	平均着衣量 [clo]	室・外気温 [°C]
N ビル	夏 期	執務時	男	1,016	0.65	25.2
	中間期	執務時	男・女	1,526	0.70	24.8
	冬 期	執務時	男・女	1,640	0.85	23.6
C ビル	夏 期	通勤時	男	283	0.65	28.3
			女	135	0.55	
		執務時	男	266	0.65	24.4
			女	121	0.55	
	冬 期	通勤時	男	571	1.35	2.1
			女	206	1.30	
		執務時	男	451	0.80	23.6
			女	165	0.75	

※通勤時の着衣量：朝の出社時の屋外の服装

ウントした。また、同時に各事務室の温度及び外気温も計測した。表-6に着衣量調査人数を示す。また、各事務室における執務者の着衣量の平均値を平均着衣量とし、図-6にCビルにおける夏期の各室の平均着衣量と室温の時刻変動を示す。各事務室の執務時の平均着衣量は、0.6~0.7cloで時刻的に大きな変動は見られない。その時の室温は25°C程度であった。冬期も同様に時刻的な変動は見られなかった。

図-7にCビルにおける各室の平均着衣量と室温の相関を示す。夏期、冬期とも各事務室の平均着衣量は、 $PMV \pm 0.5$ の範囲に分布している。夏期の平均着衣量は0.62clo、冬期は0.80cloであった。Nビルにおいても同様な結果が得られた。

図-8にNビルの各季節の執務時の着衣量別人数を示す。夏期において、ワイシャツ半袖、腕まくりで作業を行っている人が70%を占め、平均着衣量としては0.66cloとなっていた。冬期においては、40%の人が背広もしくはセーターで作業を行っていた。また、約40%の人がワイシャツで作業を行っており、平均着衣量としては0.84 cloとかなり低い値で、一般的に言われている程季節差がないことがわかった。

図-9, 10にCビルの夏期、冬期の通勤時及び執務時の着衣量別人数を示す。夏期において男性の平均着衣量は、通勤時に0.67cloであったものが執務時には0.65cloと若干薄着となっている。逆に女性は通勤時に0.54cloであったものが執務時には0.56cloと厚着になる傾向となっている。女性の場合、少数ではあるが執務時に作業用の上着を着たり、膝掛けを使用している。また、夏期、冬期共に女性は男性より薄着である。

以上、表-7に各季節における執務時及び通勤時の平均着衣量を示す。数値の精度を考慮して、0.05clo刻みの数値で示した。

6. O A 機器使用状況

事務所ビルのO A化に伴い、ネットワーク化された各種端末機器やパーソナルコンピュータ（以下コンピュータ）、ワードプロセッサ（以下ワープロ）、コピー機などの各種電子機器が導入され室内発熱密度が増加している。また、それに伴いV D T作業が多くなり照明器具なども変化している。そこでコンピュータ（各種端末も含む）、ワープロ、プリンタ、ファクシミリ、コピー機及び天井照明、手元照明器具等を各室を巡回して台数をカウントし、機器発熱量を

図-9 通勤時と執務時の着衣量の割合 (Cビル・夏期)

図-10 通勤時と執務時の着衣量の割合 (Cビル・冬期)

図-11 コンピュータとプリンタの発熱量及び稼働率

調査した。また、Cビルにおいてその電源の入っているものを稼働しているものとし、その台数も調査した。

図-11にNビルとCビルの各事務室におけるコンピュータ及びプリンタの発熱量及び稼働率を示す。また、表-8にコンピュータ、プリンタ、コピー機の設置台数と発熱量及び稼働率を示す。なお、各OA機器の発熱量は、Nビル、Cビルに設置してある代表的な機器の消費電力量のカタログ値をもとに、コンピュータ（ここでは、パソコン、ワープロ、端末機などの総称）150W/台、プリンタ 70W/台、コピー機 1500W/台、手元照明 27W/台、天井照明 40W/台として算定した。

コンピュータの設置台数は、Nビル 0.071台/㎡、Cビル 0.070台/㎡と、定員人数に対しNビル 0.44台/人、Cビル 0.84台/人となっている。プリンタの設置台数はコンピュータの約半分の0.32台/㎡となっている。コピー機の設置台数は、0.004台/㎡と少ないものの高い稼働率で稼働している。また、発熱量としてコンピュータはNビル 10.6W/㎡、Cビル 10.4W/㎡、稼働率としては、コンピュータ、プリンタ共に約60%となっている。

表-9にCビルの照明器具の設置台数と発熱量及び稼働率を示す。タスク・アンビエント照明を基本としていることから天井照明が12.5W/㎡と少ないが、各事務室の平均照度測定値は 370～570 lxであった。手元照明の稼働率は、36%と在室者の約半分であることがわかった。

7. 結

1991～1993年にかけて、東京に建つ、延床面積 27,000～145,000の事務所ビル3棟において、在館者・在室者、着衣量変動、OA機器使用状況の調査を行った。調査した3棟のビルは、OA化オフィスビルとして平均的な使われ方をしていると判断でき、また調査室床面積は30,000㎡になり十分なデータが得られたので、以下に示す知見は一般的なOA化ビルの使われ方として、設計や解析に利用可能と考えられる。

- 1)調査日の単位延床面積当たりの最大在館者数は、建物により0.025～0.04人/㎡となった。どのビルも9～10時までに最大在館者数の95%が出社し、17時以降は、最大在館者数に対し、18時に80%、19時に50%、20時に30%、22時に10%と減少し、建物による減少傾向の違いはあまりなかった。
- 2)事務室平均定員は、Nビル 0.17人/㎡、Cビル 0.09人/㎡となった。定員に対する在室率変動をそれぞれのビルについて得た。在室率の最大値は、Nビル 56%、Cビル 75%となった。
- 3)2棟のビルの執務時の着衣量調査結果は同様の傾向を示した。平均着衣量は、夏期に男性 0.67clo、女性 0.54clo、冬期に男性 0.80clo、女性 0.76cloとなり、季節差はそれほど小さくなく、また女性が男性より夏期にかなり薄着であることが明らかになった。中間期の平均着衣量（女性も少数含む）は 0.72cloとなった。調査室の室温と着衣量よりPMVを予想したところ、どの室もPMV $\pm$ 0.5以内の環境であったが、室温の違いに対し服装で調整している傾向は認められなかった。また時刻別の着衣量をみると、多少の温熱感条件の変化に対しては着衣量調整を行っていないことが分かった。
- 4)夏期の通勤時の着衣量は執務時とあまり変わらないが、わずかな

表-8 各種器具の設置台数と発熱量及び稼働率

		設置台数 [台/㎡]		発熱量 [W/㎡]		稼働率 [%]
コンピュータ	Nビル	0.071	0.071	10.6	10.5	—
	Cビル	0.070		10.4		64.3
プリンタ	Nビル	0.043	0.032	3.0	2.2	—
	Cビル	0.020		1.4		61.3
コピー機	Cビル	0.004		5.5		93.3

表-9 照明器具の設置台数と発熱量及び稼働率

		設置台数 [台/㎡]	発熱量 [W/㎡]	稼働率 [%]
照 明 (Cビル)	天 井	0.312	12.5	100.0
	手 元	0.100	2.7	36.2

がら、男性は執務時より厚着、女性は薄着という傾向がある。冬の着衣量は男女とも 1.3clo程度であった。

- 5)コンピュータの設置台数は、0.071台/㎡、プリンタはその約半分の0.032台/㎡であり、発熱量としては、コンピュータ 10.5W/㎡、プリンタ 2.2W/㎡で、稼働率はともに60%程度であった。また、コピー機は、0.004台/㎡と設置台数は少ないものの、発熱量は 5.5W/㎡で、稼働率は約90%と高い。

謝辞

本調査にあたり、(株)日建設計(野原文男氏ほか)、NTT都市開発(株)(阿部政信氏ほか)、(株)大林組(平山昌宏氏ほか)の関係各位より多大なる御協力・御援助を賜った。ここに記して深謝いたします。

参考文献

- 1)井上宇市、野部達夫、鈴木尚昭、滝村徹、富田滋、川島隆朗、島 潔、本田裕二：オフィスビルの室内環境と使われ方、空気調和・衛生工学会学術論文集、pp.501～504、1987.10
- 2)伊藤尚寛、久野覚、内山亮正、中原信生：省エネルギー舎ビルの空調システムの性能評価に関する実態調査研究、空気調和・衛生工学会論文集No.35、pp.45～58、1987.10
- 3)木村建一、李春夫、安田健一、野々瀬恵司、中島勝美、成田千里、加藤智史：インテリジェントビルにおける実測及び解析 第1報 室内の負荷特性について、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、pp.773～776、1990.10
- 4)石野久彌、郡公子、佐藤豊：事務所ビルにおける在室人員・着衣量及びOA機器発熱量調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1011～1012、1991.9
- 5)石野久彌、郡公子、佐藤豊、斎藤佳樹郎：インテリジェントビルの熱環境と発熱密度の変動特性、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、pp.449～452、1991.10
- 6)石野久彌、郡公子、佐藤豊、阿部政信、佐々木尚：アトリウムをもつ建物の環境実測研究 第1報 入退館者状況とエントランス外気侵入量、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.815～816、1992.8
- 7)佐々木尚、石野久彌、郡公子、平山昌宏、野原文男：オフィスビルの在館人員と着衣量の変動特性に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1503～1504、1993.9

(1997年1月6日原稿受理、1997年5月26日採用決定)