

図 2-97 温度

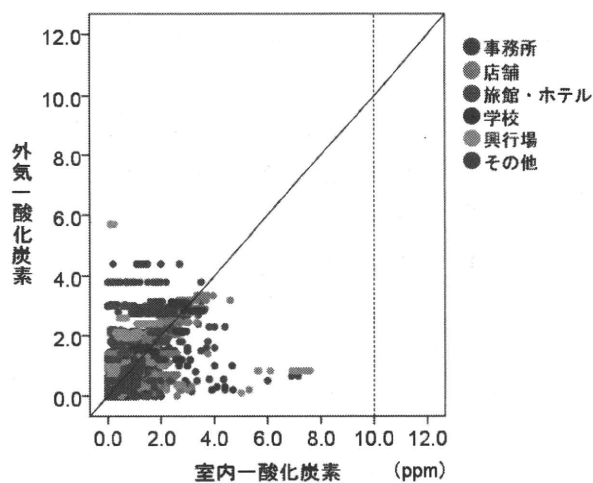


図 2-100 一酸化炭素

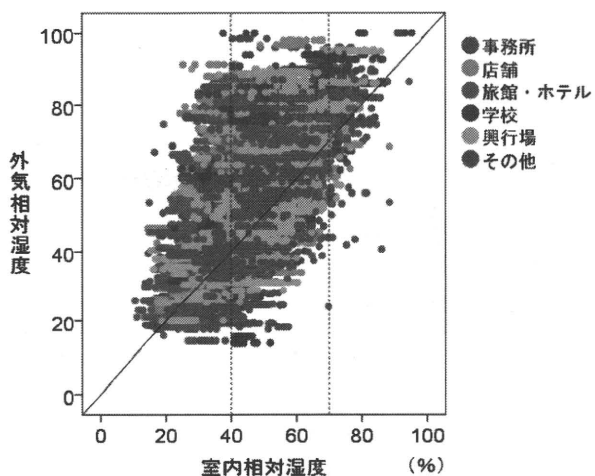


図 2-98 相対湿度

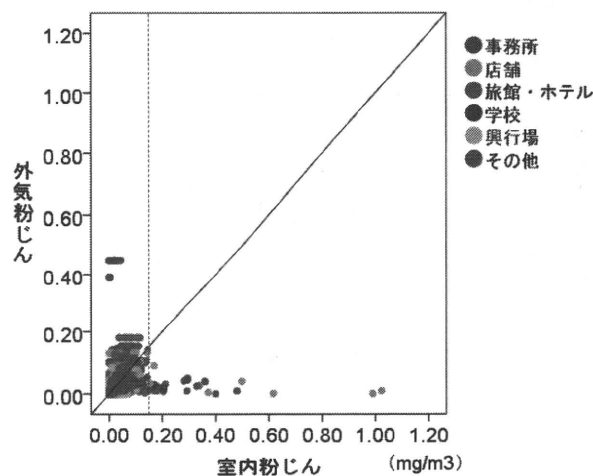


図 2-101 粉じん

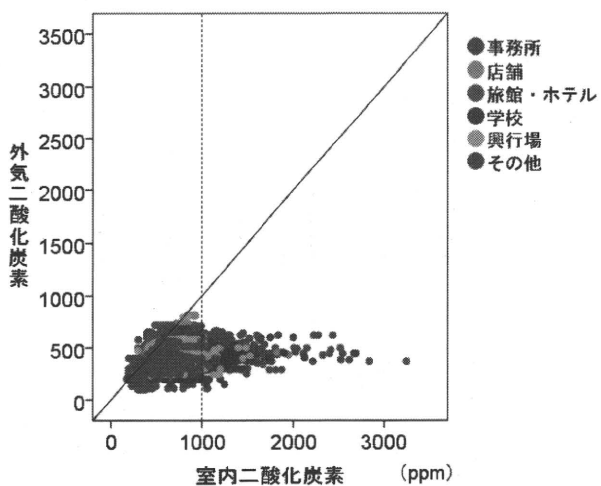


図 2-99 二酸化炭素

75パーセンタイルと25パーセンタイルを示す。中央の横線は中央値を示す。箱から伸びる上下のT字バーは、箱の高さの1.5倍まで、もしくは、その範囲の値を持たない場合、最小値または最大値を示す。T字バー入らないものは外れ値であり、アスタリスクまたはo印で示している。アスタリスクは極端な外れ値を示している。また、図 2-97~2-101 には外気の測定結果と室内の測定結果を散布図で表したものを示す。

温度と相対湿度では、下限値側に基準値を超過している事例が多かった。温度では、冬場にアリーナ（興行場）で計測された場合などは、極端に低い温度を計測している事例があった。

図 2-97 から、その場合の外気温度はほぼ同レベルであることがわかる。従って、室内空間にもともと必要な温度設定との関係、あるいは在室者が不在で計測された場合が含まれている可能性がある。相対湿度では、図 2-98 にみられるように、外気湿度と室内湿度がおおよそ相関していた。従って、加湿や除湿の状況に課題があると考えられる。

二酸化炭素では、図 2-99 から明らかなように、発生源は室内である。従って、換気不足が主な原因として考えられる。また、図 2-94 にみられるように、事務所や学校で特にそのような傾向がある。

C.2.11 まとめ

アンケート調査の解析の結果、二酸化炭素の不適は、学校と事務所で春と秋の季節に関係していた。これらの季節は温暖であり、空調機を稼働させなくても温熱環境は管理基準内におさめることができる可能性がある。個別空調方式の空調機の導入率は、学校と事務所で高かった。従って、春と秋の季節に個別空調機を稼働させていない場合、二酸化炭素濃度が上昇する可能性がある。

相対湿度の不適は、学校で夏の季節と関係していたが、学校の場合、他の用途と比べて湿度の中央値が最も高く、高湿度側に分布があった。学校の夏場での不適に関しては、その原因について今後の調査が必要と考えられる。また、外気湿度と室内湿度がおおよそ相関していることから、加湿や除湿の状況に課題があることが示唆された。また、学校の場合、学校環境衛生基準では、二酸化炭素濃度が 1500ppm 以下、相対湿度が 30-80% と建築物衛生法とは異なっている。これらの基準の違いが、建築物衛生法における不適率と何らかの関係がある可能性もある。

二酸化炭素、温度、相対湿度の不適は、冷却塔の未設置と関係があった。また、個別空調方式の導入とも関係があった。中央管理方式の空調機では、基本的に冷却塔が設置されているが、個別空調方式の場合は冷却塔が設置されていないためと考えられる。従って、個別空調方式の維持管理は、温度、相対湿度、二酸化炭素の不適率を改善するうえで、今後の大きな課題であ

る。

その他、二酸化炭素、温度、相対湿度の不適と使用形態との関係、二酸化炭素の不適と空調機内外の点検・整備頻度が基準値未満であることとの関係などについても、今後詳しく調査する必要がある。

排水設備については、店舗が他の用途に比べて「汚れがある割合」が多い傾向となった。排水管の清掃には、用途による意識の違いが見られ、店舗が基準を満たす割合が多くみられた。しかし、維持管理の回数と排水設備の汚れを比較してみると、事務所と店舗では、店舗の方が基準を満たしているにもかかわらず、汚れの割合が事務所よりも 20%ほど多い傾向を示した。従って、用途別に対応した維持管理を重点的に行う必要があると考えられる。

C.3 東京都の立ち入り検査データ

東京都の立ち入り検査の検査データについてまとめた結果を示す。

C.3.1. 各用途における空気環境項目の不適率 (一般立入検査)

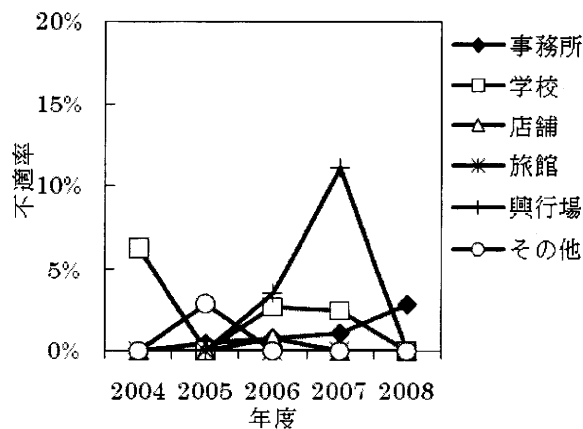


図 2-102 温度の不適率

図 2-102～2-107 に一般立入検査, 図 2-108～2-113 に精密立入検査における各項目の用途別不適率の年次推移を示す。温度の不適率は, 東京都は全国レベルと比較して低く推移している。相対湿度の不適率は, 全国レベルと同様に高い。

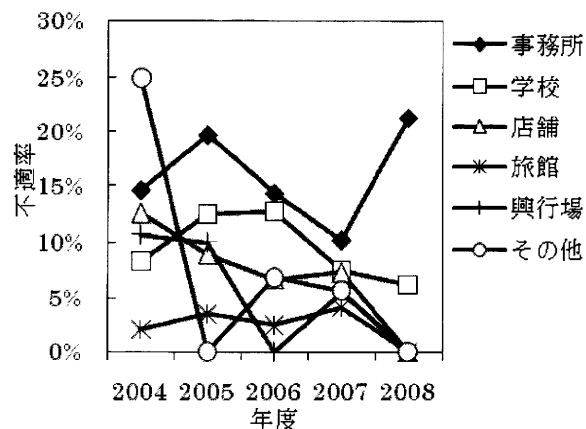


図 2-105 二酸化炭素の不適率

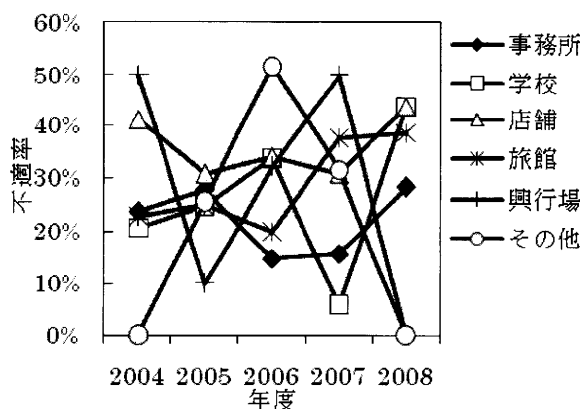


図 2-103 相対湿度の不適率

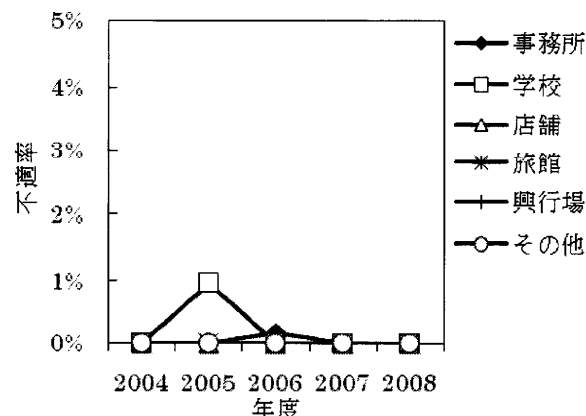


図 2-106 一酸化炭素の不適率

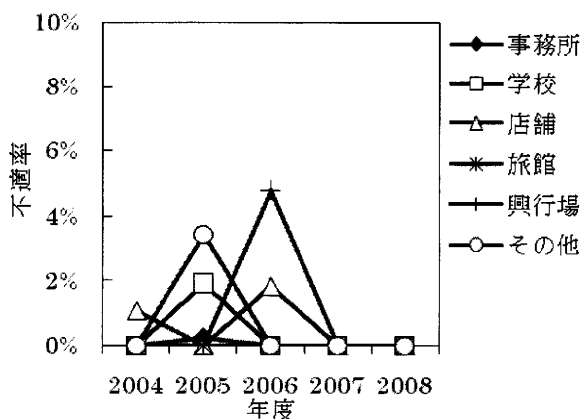


図 2-104 気流の不適率

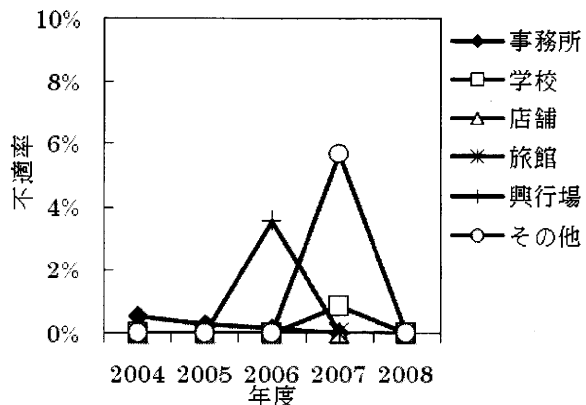


図 2-107 粉じんの不適率

(精密立入検査)

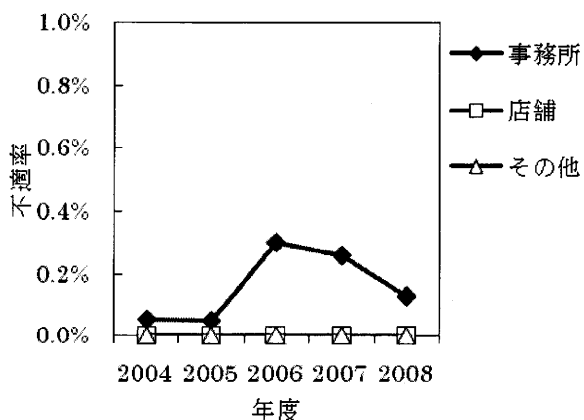


図 2-108 温度の不適率

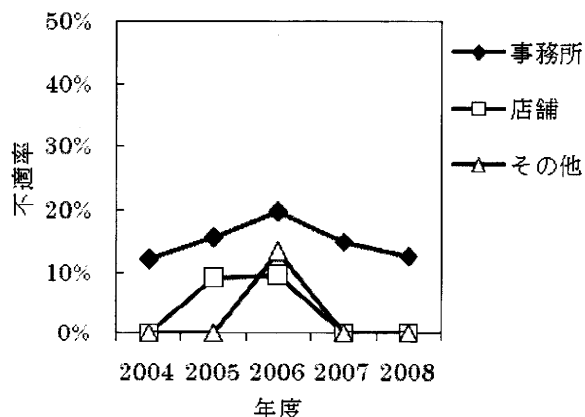


図 2-111 二酸化炭素の不適率

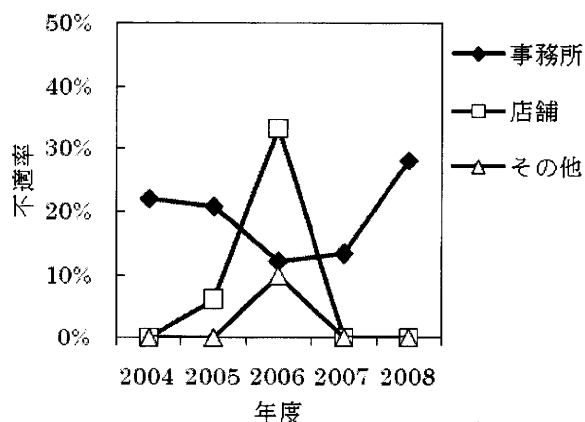


図 2-109 相対湿度の不適率

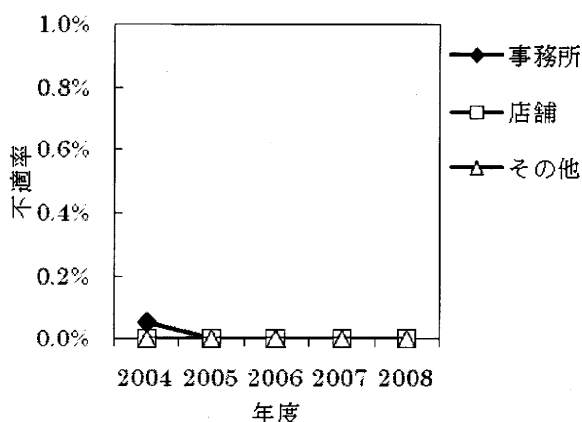


図 2-112 一酸化炭素の不適率

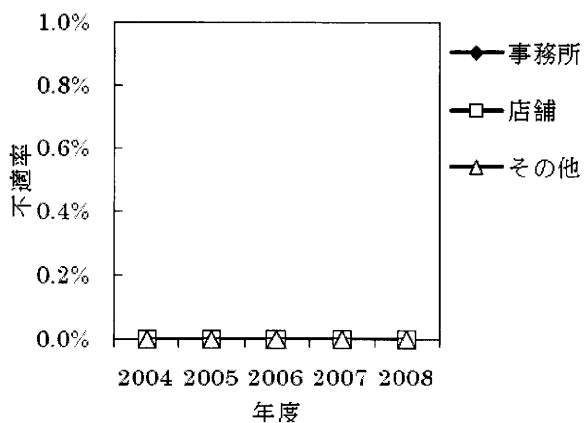


図 2-110 気流の不適率

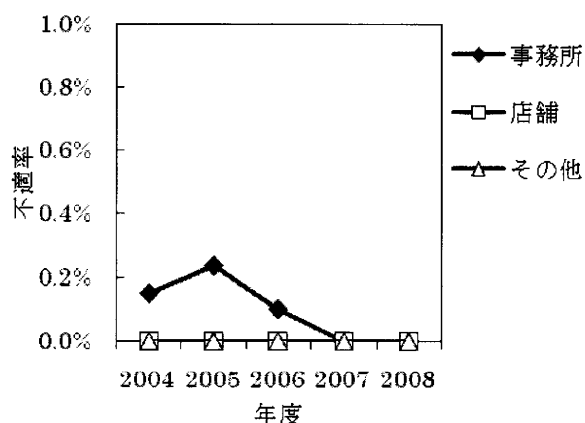


図 2-113 粉じんの不適率

二酸化炭素の不適率は全国レベルと同等である。ただし、全国レベルでは、2004年～2008年にかけて不適率が上昇傾向であるが、東京都はその

ような傾向はみられない。気流、一酸化炭素、浮遊粉じんは、全国レベルと同様に低い水準で推移している。

C.3.2 建築物の基本属性因子及び点検項目と不適率の関係

建築物の基本属性因子及び点検項目と不適率の関係をみるために、一般立入検査データで不適率の高かった温度、相対湿度、二酸化炭素とそれぞれの因子との間で χ^2 検定を用いて単変量解析を行った。表 2-57 にその結果を示す。表 2-58～表 2-69 には、これらの因子のうち、有意な関係がみられた因子の不適率を示した。

表 2-57 建築物の基本属性因子及び点検項目と不適率の関係 (一般立入検査)

因子	温度	相対湿度	二酸化炭素
主たる用途	**	**	**
検査年度		**	**
冷暖房期		**	
竣工年		**	*
空調方式	**	**	*
帳簿書類等の審査結果			
1) 年間管理計画			
2) 空気環境の定期測定		*	
3) 測定方法の適切さ			
5) 改善計画			
6) 各種装置の点検清掃		*	
6-1 加湿装置の汚れの点検			
6-2 加湿装置の清掃			
6) 排水受けの点検			
7) 冷却塔・冷却水管の点検清掃		*	
7-1 冷却塔の汚れの点検			
7-2 冷却塔や冷水管の清掃			
設備の点検結果			
28) 外気取入口への悪影響		*	
29) 隣接ビルの外気取入口への悪影響		*	
30) 空調機周辺の汚れ			
31) 空調機フィルタ・冷温水コイル・送風機・加湿減湿装置等の維持管理	*	**	
32) ダンパ・自動制御装置等の汚れや機能不良			
33) 吹出口及び換気口の汚れ			
34) 冷却塔の維持管理	**		**
35) 室・便所・湯室・駐車場等の換気状況			
36) 厨房グリースフィルタの汚れ			
37) 居室の空気環境等がおおむね良好		**	

* p<0.05, ** p<0.01

表 2-57～表 2-69 から明らかなように、温度、相対湿度、二酸化炭素では、主たる用途や空調方式で共通して不適率との関係がみられた。用途では、温度が学校や興行場での不適率が高かった。相対湿度では、店舗や興行場での不適率が高かった。二酸化炭素では、事務所や学校での不適率が高かった。空調方式では、いずれの項目でも個別空調方式の不適率が高かった。また、温度と相対湿度では、空調機フィルタ・冷温水コイル・送風機・加湿減湿装置等の維持管理の不良との関係が有意であった。また、温度と二酸化炭素では、冷却塔の維持管理の不良との関係が有意であった。その他、相対湿度では、各種装置や冷却塔・冷却水管の点検清掃が良好との関係が有意であった。また、相対湿度では、冷房期に比べて暖房期の不適率はかなり高かった。

表 2-58 主たる用途と不適率 (%) (N=3533)

項目	温度	相対湿度	二酸化炭素
事務所	0.7	21.8	15.7
学校	2.2	22.7	10.1
店舗	0.2	34.2	8.3
旅館	0	26.8	2.6
興行場	3.6	39.3	6.0
その他	0.8	29.7	5.9

表 2-59 検査年度と不適率 (%) (N=3533)

項目	温度	相対湿度	二酸化炭素
2004 年度	0.4	26.2	13.2
2005 年度	0.4	27.3	16.1
2006 年度	1.0	22.2	11.7
2007 年度	1.3	19.6	8.6
2008 年度	1.8	32.0	14.4

表 2-60 冷暖房期と不適率 (%) (N=3533)

項目	温度	相対湿度	二酸化炭素
中間期	0.8	20.6	13.1
冷房期	0.9	4.2	12.3
暖房期	0.7	67.9	13.1

表 2-61 竣工年と不適率 (%) (N=3533)

項目	温度	相対湿度	二酸化炭素
1950 年以前	0.0	35.2	11.4
1950 年代	0.0	50.0	22.7
1960 年代	0.8	21.8	12.1
1970 年代	0.7	21.8	14.3
1980 年代	0.9	25.3	14.3
1990 年代	1.0	22.5	11.1
2000 年以降	0.9	30.1	10.4

表 2-62 空調方式と不適率 (%) (N=3127)

項目	温度	相対湿度	二酸化炭素
個別制御	1.9	32.1	16.3
全体・各階制御	0.7	22.6	12.1

表 2-63 空気環境の定期測定と不適率 (%) (N=3507)

項目	温度	相対湿度	二酸化炭素
不良	1.9	31.4	9.0
良好	0.8	24.0	12.9

表 2-64 各種装置の点検清掃と不適率 (%) (N=3508)

項目	温度	相対湿度	二酸化炭素
不良	1.0	23.3	12.4
良好	0.4	27.0	13.6

表 2-65 冷却塔・冷却水管の点検清掃と不適率 (%) (N=2451)

項目	温度	相対湿度	二酸化炭素
不良	1.0	23.1	12.3
良好	1.0	27.9	12.2

表 2-66 隣接ビルの外気取入口への悪影響と不適率 (%) (N=3509)

項目	温度	相対湿度	二酸化炭素
不良	0.0	0.0	25.0
良好	0.8	24.5	12.7

表 2-67 空調機フィルタ・冷温水コイル・送風機・加湿減湿装置等の維持管理と不適率 (%) (N=3508)

項目	温度	相対湿度	二酸化炭素
不良	1.6	30.0	13.9
良好	0.6	23.0	12.5

表 2-68 冷却塔の維持管理と不適率 (%) (N=2451)

項目	温度	相対湿度	二酸化炭素
不良	2.3	22.5	16.4
良好	0.7	24.9	11.6

表 2-69 居室の空気環境等がおおむね良好と不適率 (%) (N=3511)

項目	温度	相対湿度	二酸化炭素
不良	0.8	16.4	12.4
良好	0.8	27.0	12.9

C.3.3 多変量解析

不適率の年次傾向と単変量解析の結果から、各要因との関連が多くみられた二酸化炭素、温度、相対湿度について多変量解析を実施した。変数の選択にあたっては、単変量解析で $p < 0.2$ の因子を全て解析に代入した。多変量解析の方法は、多重ロジスティック解析を用い、変数の選択は変数増加法（尤度比）を用いた。

多変量解析にあたっては、(1) 建築物の基本属性（主たる用途、検査年度、冷暖房期、竣工年月、空調方式）、(2) 帳簿書類等の審査結果、(3) 設備の点検結果について、1) 基本属性と帳簿書類等の審査結果のグループ、2) 基本属性と設備の点検結果のグループに分けて解析を実施した。表 2-70～2-75 にそれぞれの結果を示す。また、表 2-76 と表 2-77 に多変量解析の結果をまとめて示した。

1) 帳簿書類等の審査結果

表 2-70 温度

		N=3106	
要因	標準化回帰係数	調整オッズ比 (95% CI)	
主たる用途	学校/事務所	1.39	4.03 (1.71-9.50) **
	店舗/事務所	-0.98	0.38 (0.05-2.89)
	旅館/事務所	-16.17	9.8×10^{-8} (-)
	興行場/事務所	1.90	6.66 (1.85-23.9) **
その他/事務所	0.40	1.49 (0.19-11.5)	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

表 2-71 相対湿度

N=2126

要因	標準化回帰係数	調整オッズ比 (95% CI)	
主たる用途			
学校/事務所	0.23	1.26 (0.81-1.96)	
店舗/事務所	0.78	2.18 (1.51-3.16)	***
旅館/事務所	0.34	1.40 (0.79-2.49)	
興行場/事務所	0.98	2.67 (1.22-5.83)	*
その他/事務所	1.17	3.22 (1.64-6.35)	**
検査年度			
2005年度/2004年度	0.38	1.46 (1.01-2.12)	*
2006年度/2004年度	-0.68	0.51 (0.35-0.74)	**
2007年度/2004年度	-0.47	0.62 (0.41-0.94)	*
2008年度/2004年度	0.24	1.27 (0.72-2.24)	*
空調方式 (個別/全体、各階用)	0.64	1.90 (1.33-2.71)	**
冷暖房期			
冷房期/中間期	-1.80	0.16 (0.11-0.24)	***
暖房期/中間期	2.29	9.86 (7.39-13.2)	***
竣工年			
1950年代/1950年以前	0.67	1.96 (0.69-5.56)	
1960年代/1950年以前	0.24	1.27 (0.54-3.00)	
1970年代/1950年以前	-0.36	0.70 (0.30-1.60)	*
1980年代/1950年以前	0.26	1.30 (0.56-3.00)	
1990年代/1950年以前	0.18	1.19 (0.53-2.68)	
2000年以降/1950年以前	-0.02	0.98 (0.41-2.33)	
測定方法の適切さ (不良/良好)	0.27	1.31 (0.99-1.74)	
排水受けの点検 (不良/良好)	0.61	1.83 (1.29-2.61)	**

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

表 2-74 相対湿度

N=3098

要因	標準化回帰係数	調整オッズ比 (95% CI)	
主たる用途			
学校/事務所	0.32	1.38 (0.95-2.00)	
店舗/事務所	0.70	2.02 (1.47-2.77)	***
旅館/事務所	0.48	1.61 (1.02-2.53)	*
興行場/事務所	0.47	1.60 (0.84-3.05)	
その他/事務所	0.84	2.31 (1.28-4.15)	**
検査年度			
2005年度/2004年度	0.37	1.45 (1.07-1.95)	*
2006年度/2004年度	-0.48	0.62 (0.45-0.84)	**
2007年度/2004年度	-0.23	0.79 (0.57-1.11)	
2008年度/2004年度	0.48	1.62 (1.03-2.55)	*
空調方式 (個別/全体、各階用)	0.40	1.49 (1.11-2.00)	**
冷暖房期			
冷房期/中間期	-1.75	0.17 (0.13-0.24)	***
暖房期/中間期	2.30	9.94 (7.87-12.6)	***
竣工年			
1950年代/1950年以前	0.65	1.91 (0.79-4.62)	
1960年代/1950年以前	0.04	1.04 (0.49-2.19)	
1970年代/1950年以前	-0.56	0.57 (0.28-1.18)	*
1980年代/1950年以前	0.04	1.04 (0.50-2.15)	
1990年代/1950年以前	-0.10	0.91 (0.45-1.84)	
2000年以降/1950年以前	-0.29	0.75 (0.35-1.59)	
居室の空気環境等 (不良/良好)	-0.39	0.68 (0.52-0.89)	**

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

表 2-72 二酸化炭素

N=2964

要因	標準化回帰係数	調整オッズ比 (95% CI)	
主たる用途			
学校/事務所	-0.73	0.48 (0.31-0.74)	***
店舗/事務所	-0.67	0.51 (0.35-0.75)	***
旅館/事務所	-2.02	0.13 (0.05-0.36)	***
興行場/事務所	-0.94	0.39 (0.15-1.01)	
その他/事務所	-0.97	0.38 (0.16-0.88)	*
検査年度			
2005年度/2004年度	0.33	1.40 (1.04-1.88)	*
2006年度/2004年度	-0.01	0.99 (0.72-1.36)	
2007年度/2004年度	-0.43	0.65 (0.44-0.96)	*
2008年度/2004年度	0.19	1.21 (0.74-2.00)	
空調方式 (個別/全体、各階用)	0.51	1.67 (1.22-2.27)	**
竣工年			
1950年代/1950年以前	0.90	2.47 (0.97-6.25)	
1960年代/1950年以前	-0.18	0.84 (0.37-1.92)	
1970年代/1950年以前	-0.03	0.97 (0.43-2.16)	
1980年代/1950年以前	0.28	1.32 (0.59-2.94)	
1990年代/1950年以前	-0.17	0.84 (0.38-1.85)	
2000年以降/1950年以前	0.08	1.08 (0.46-2.54)	

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

表 2-75 二酸化炭素

N=2169

要因	標準化回帰係数	調整オッズ比 (95% CI)	
主たる用途			
学校/事務所	-0.59	0.56 (0.35-0.89)	*
店舗/事務所	-0.51	0.60 (0.39-0.92)	*
旅館/事務所	-1.49	0.22 (0.08-0.62)	**
興行場/事務所	-0.53	0.59 (0.21-1.37)	
その他/事務所	-1.88	0.15 (0.04-0.63)	**
検査年度			
2005年度/2004年度	0.36	1.43 (0.98-2.09)	
2006年度/2004年度	0.16	1.18 (0.80-1.73)	
2007年度/2004年度	-0.19	0.83 (0.52-1.30)	
2008年度/2004年度	0.56	1.76 (1.01-3.07)	*
空調方式 (個別/全体、各階用)	0.54	1.71 (1.19-2.46)	**
冷却塔の維持管理 (不良/良好)	0.42	1.53 (1.09-2.14)	*

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

2) 設備の点検結果

表 2-73 温度

N=1633

要因	標準化回帰係数	調整オッズ比 (95% CI)
主たる用途		
学校/事務所	1.03	2.80 (0.99-7.96)
店舗/事務所	-16.60	6.2 × 10 ⁻⁸ (-)
旅館/事務所	-16.51	6.8 × 10 ⁻⁸ (-)
興行場/事務所	1.27	3.55 (0.70-17.9)
その他/事務所	0.15	1.16 (0.14-9.74)
空調機フィルタ・冷温水コイル・送風機・加湿減湿装置等の維持管理 (不良/良好)	1.25	3.49 (1.37-8.87)
冷却塔の維持管理 (不良/良好)	1.30	3.66 (1.41-9.50)

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

主たる用途(学校, 興行場), 空調機フィルタ・冷温水コイル・送風機・加湿減湿装置等の維持管理が不良, 冷却塔の維持管理が不良と温度の管理基準の不適リスクとの間に有意な関係があった。相対湿度では, 主たる用途(店舗, 旅館, 興行場, その他), 個別空調方式, 排水受けの点検結果が不良と不適リスクの間に有意な関係があった。二酸化炭素では, 主たる用途(事務所), 個別空調方式, 冷却塔の維持管理が不良との間に有意な関係があった。

表 2-76 多変量解析のまとめ (帳簿審査)

因子	温度	相対湿度	二酸化炭素
主たる用途	**	***	***
検査年度		***	**
冷暖房期		***	
竣工年		*	**
空調方式		**	**
帳簿書類等の審査結果			
1) 年間管理計画			
2) 空気環境の定期測定			
3) 測定方法の適切さ			
5) 改善計画			
6) 各種装置の点検清掃			
6)-1 加湿装置の汚れの点検			
6)-2 加湿装置の清掃			
6) 排水受けの点検		**	
7) 冷却塔・冷却水管の点検清掃			
7)-1 冷却塔の汚れの点検			
7)-2 冷却塔や冷水管の清掃			

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

表 2-77 多変量解析のまとめ (設備点検)

因子	温度	相対湿度	二酸化炭素
主たる用途		***	***
検査年度		***	*
冷暖房期		***	
竣工年		***	
空調方式		**	**
設備の点検結果			
28) 外気取入口への悪影響			
29) 隣接ビルの外気取入口への悪影響			
30) 空調機周辺の汚れ			
31) 空調機フィルタ・冷温水コイル・送風機・加湿減湿装置等の維持管理	**		
32) ダンパ・自動制御装置等の汚れや機能不良			
33) 吹出口及び換気口の汚れ			
34) 冷却塔の維持管理	**		*
35) 室・便所・湯室・駐車場等の換気状況			
36) 厨房グリースフィルタの汚れ			
37) 居室の空気環境等がおおむね良好		**	(-)

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

(-)は負の関係を示す

C.3.4 空気環境の測定データ

C.3.4.1 各測定項目の度数分布

空気環境 7 項目の実測データの度数分布を図 2-114~2-125 に示す。また、これらのデータを用途別に箱ひげ図であらわしたものを図 2-126~2-137 に示す。箱ひげ図の上部と下部はそれぞれ 75 パーセントイルと 25 パーセントイルを示す。中央の横線は中央値を示す。箱から伸びる上下の T 字バーは、箱の高さの 1.5 倍まで、もしくは、その範囲の値を持たない場合、最小値または最大値を示す。T 字バー入らないものは外れ値であり、アスタリスクまたは○印で示している。アスタリスクは極端な外れ値を示している。また、図 2-138~2-147 には外気の測定結果と室内の測定結果を散布図で表したものを示す。

相対湿度では下限値側に基準値を超過している事例が多かった。二酸化炭素の不適率は、2000ppm を超えるとほとんどみられなくなった。

図 2-127 から明らかなように、相対湿度の不適は、店舗と興行場において、下限値側にみられる傾向にあった。図 2-129 にみられるように、二酸化炭素の不適率が事務所が高い傾向にあった。

外気との関係では、温度は外気温の高低に関わらず管理基準値内にほぼ収まっていた。相対湿度では、図 2-139 にみられるように、外気湿度と室内湿度がおおよそ相関していた。従って、加湿や除湿の状況に課題があることが考えられる。

二酸化炭素では、図 2-140 から明らかなように、発生源は室内である。従って、換気不足が主な原因として考えられる。

(一般立入検査)

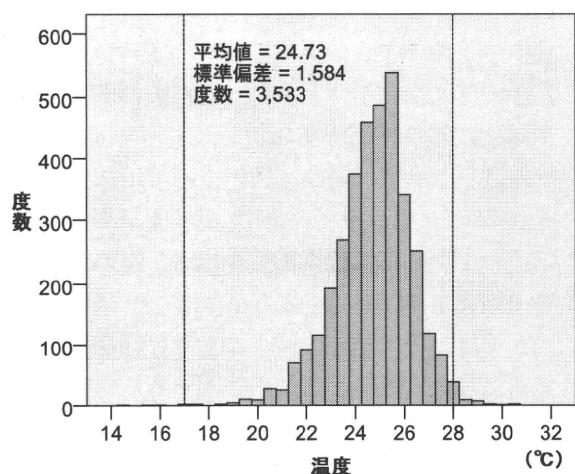


図 2-114 温度

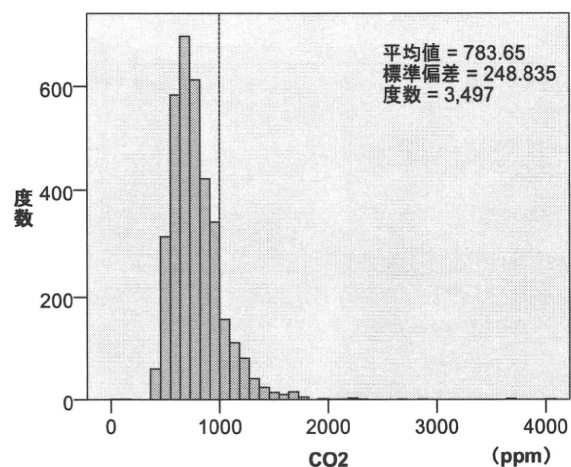


図 2-117 二酸化炭素

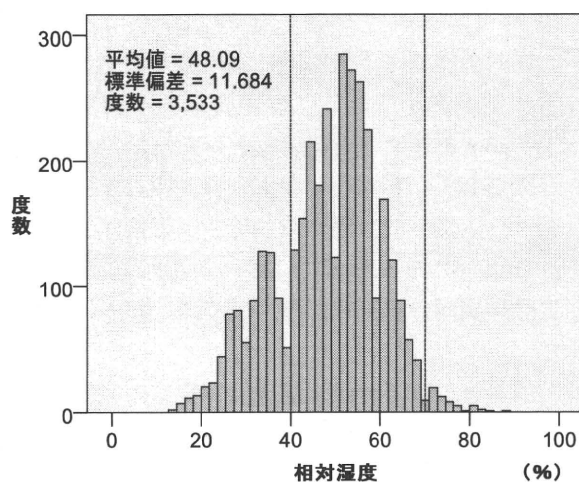


図 2-115 相对湿度

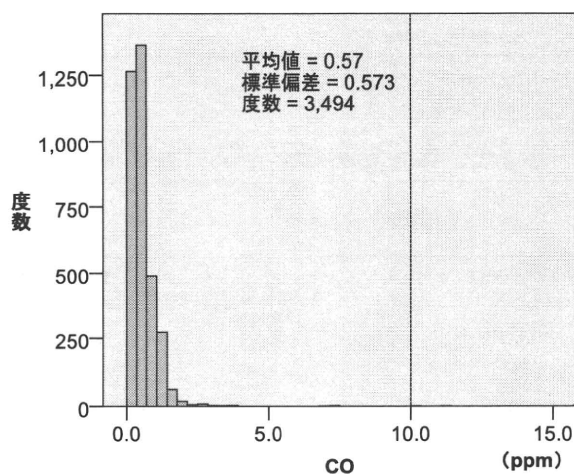


図 2-118 一酸化炭素

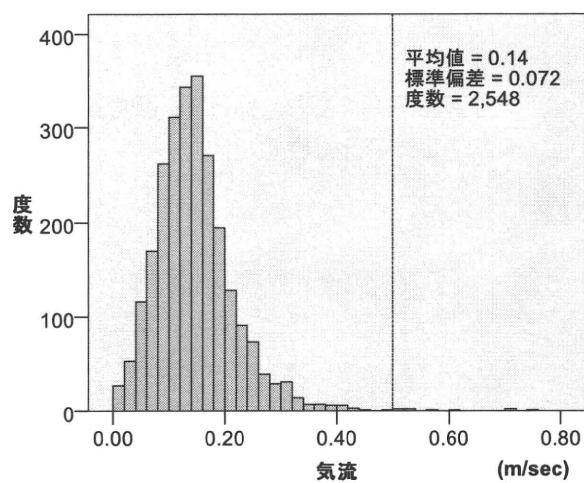


図 2-116 気流

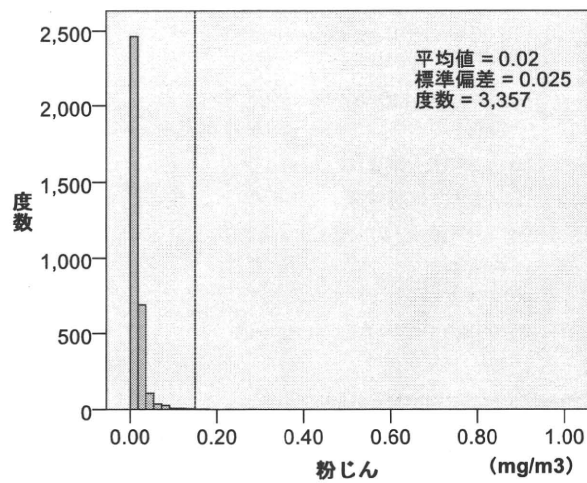


図 2-119 浮遊粉じん

(精密立入検査)

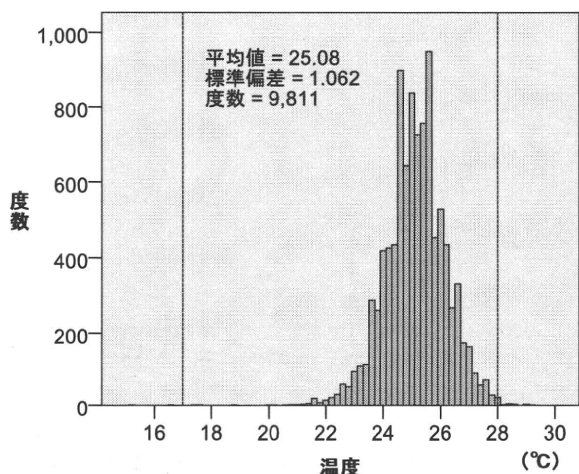


図 2-120 温度

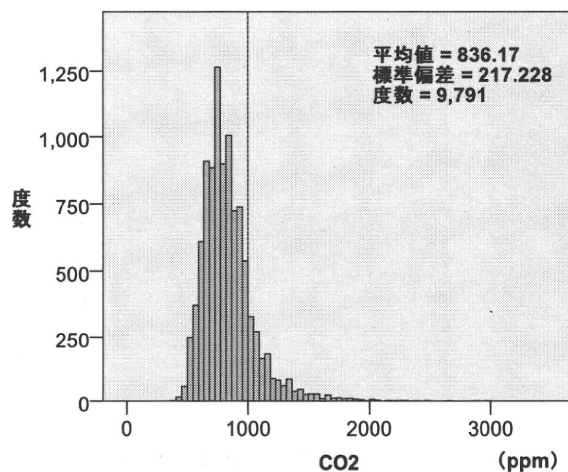


図 2-123 二酸化炭素

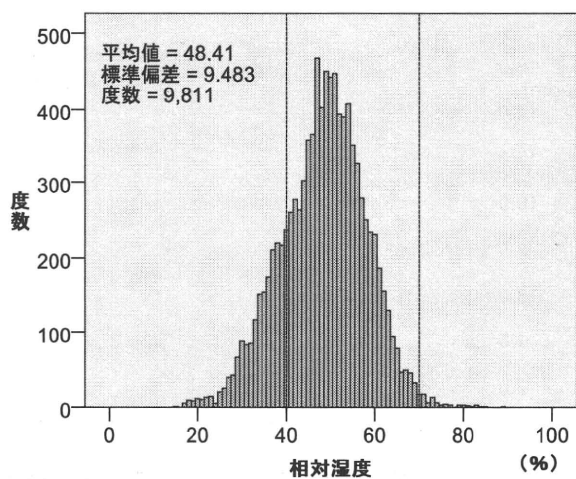


図 2-121 相对湿度

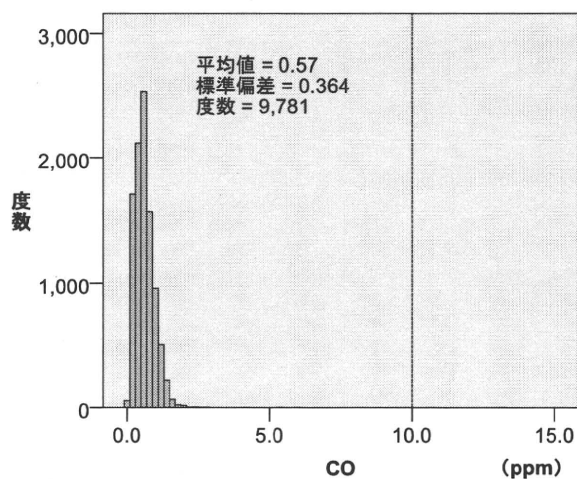


図 2-124 一酸化炭素

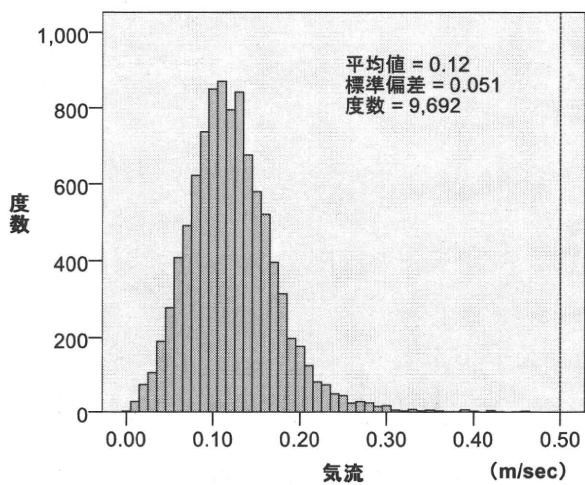


図 2-122 気流

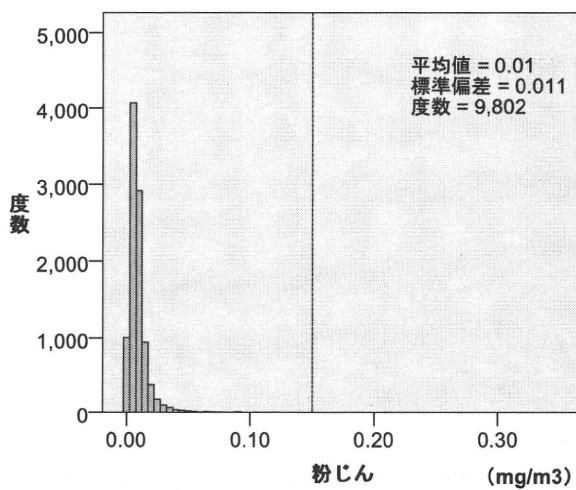


図 2-125 浮遊粉じん

(一般立入検査用途別)

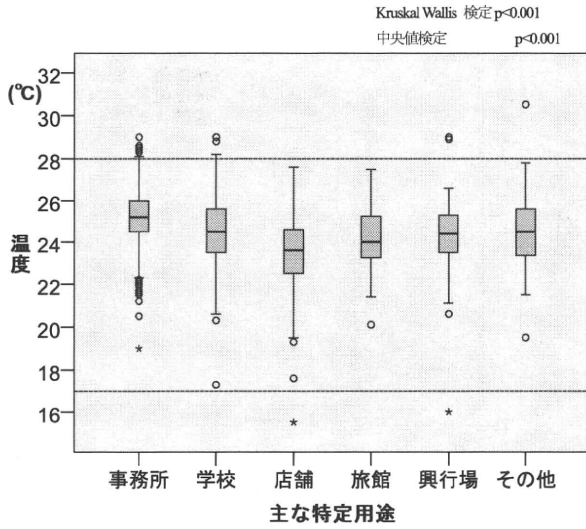


図 2-126 温度

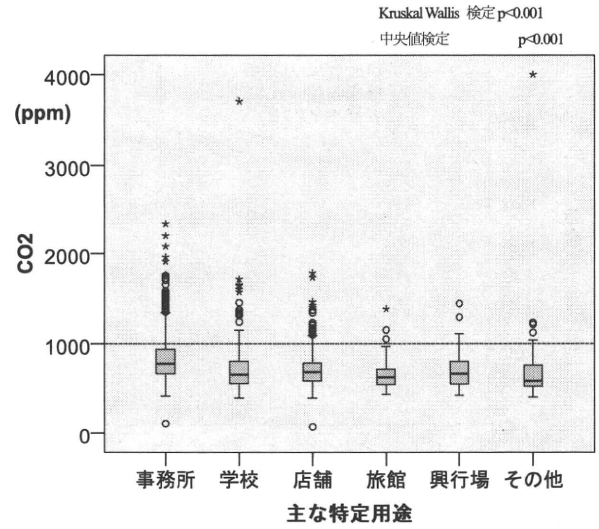


図 2-129 二酸化炭素

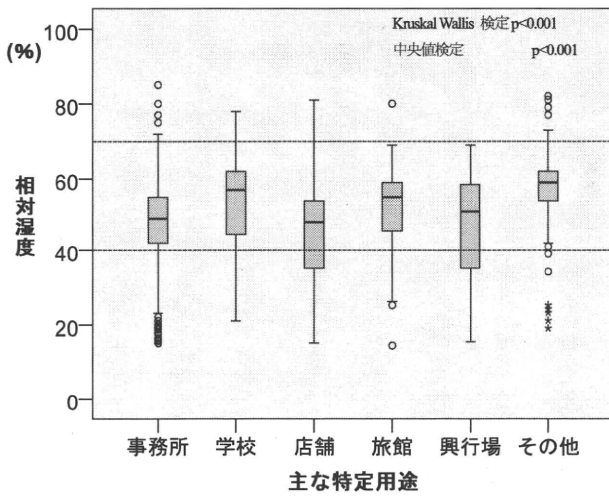


図 2-127 相対湿度

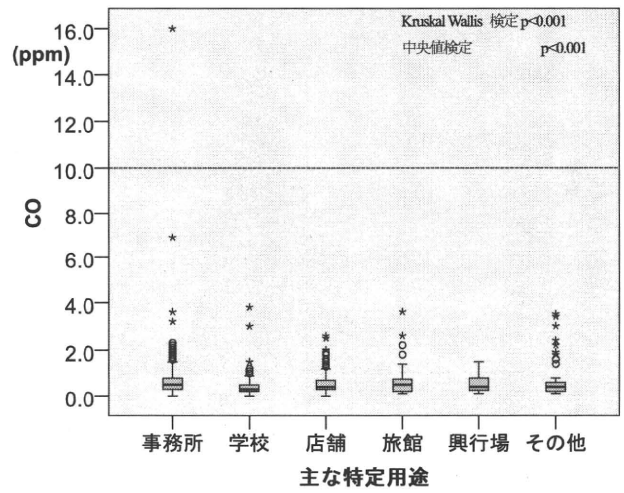


図 2-130 一酸化炭素

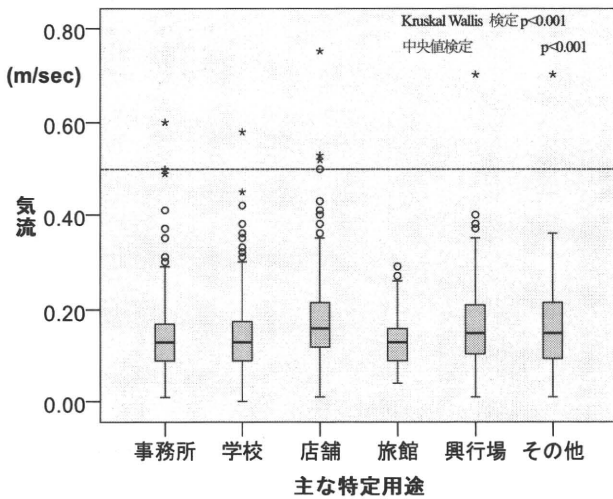


図 2-128 気流

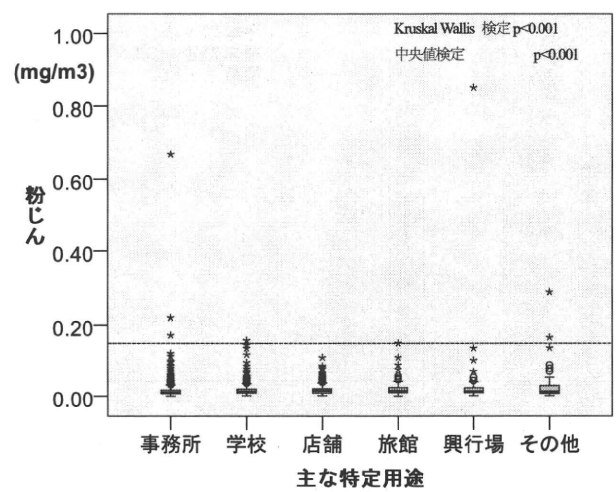


図 2-131 浮遊粉じん

(精密立入検査用途別)

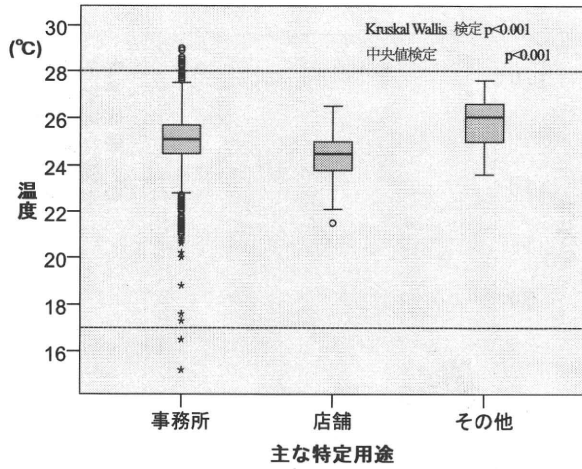


図 2-132 温度

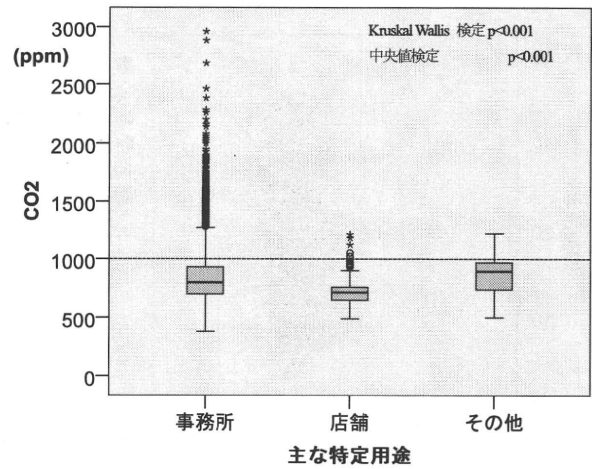


図 2-135 二酸化炭素

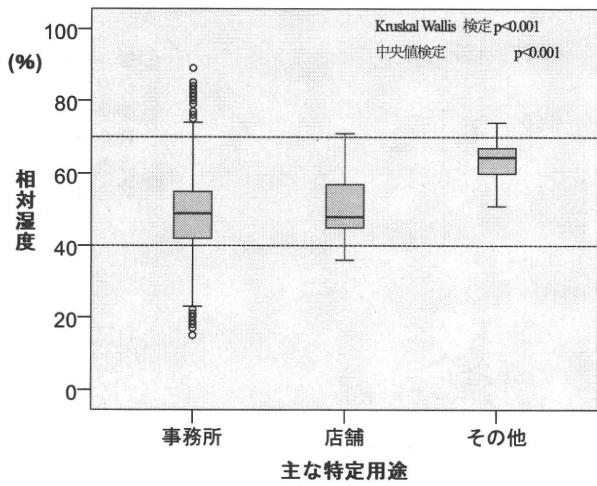


図 2-133 相対湿度

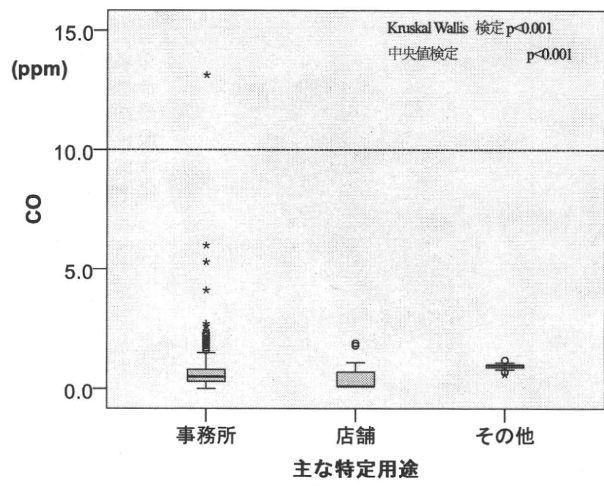


図 2-136 一酸化炭素

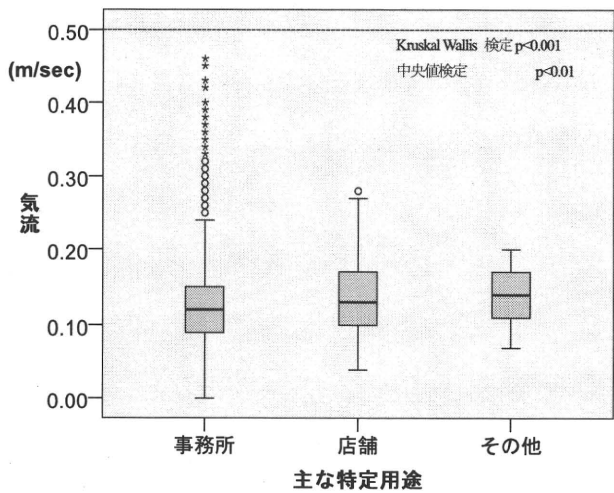


図 2-134 気流

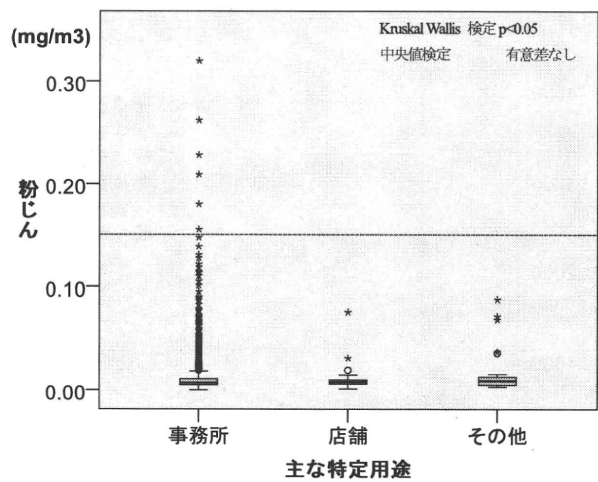


図 2-137 浮遊粉じん

C.3.4.2 各測定項目の室内と屋外(I/O)の関係
(一般立入検査)

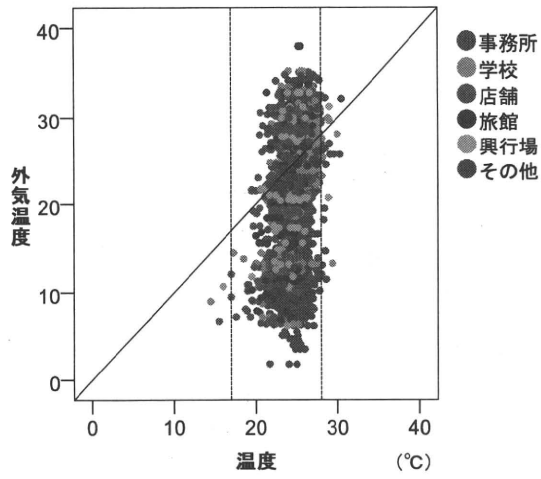


図 2-138 温度

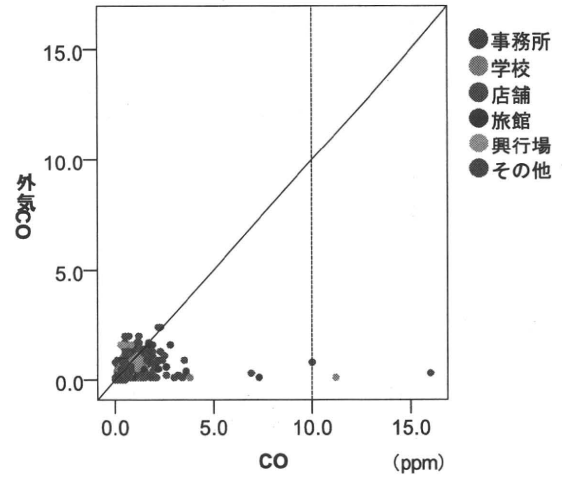


図 2-141 一酸化炭素

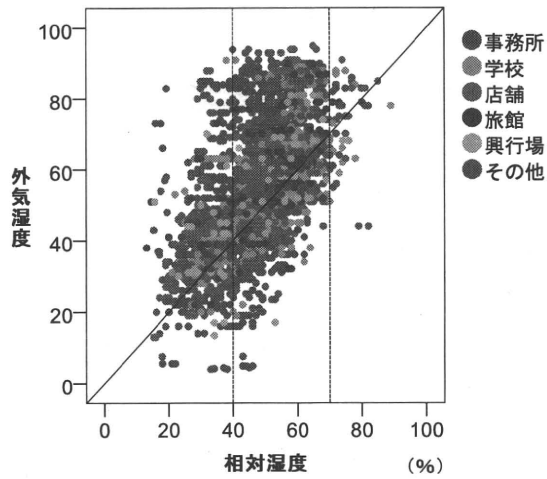


図 2-139 相対湿度

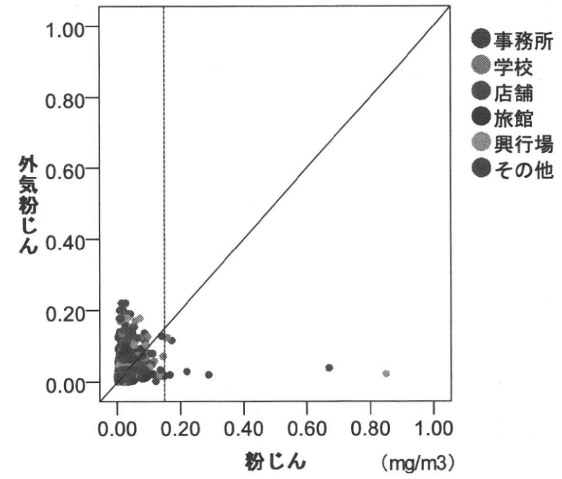


図 2-142 浮遊粉じん

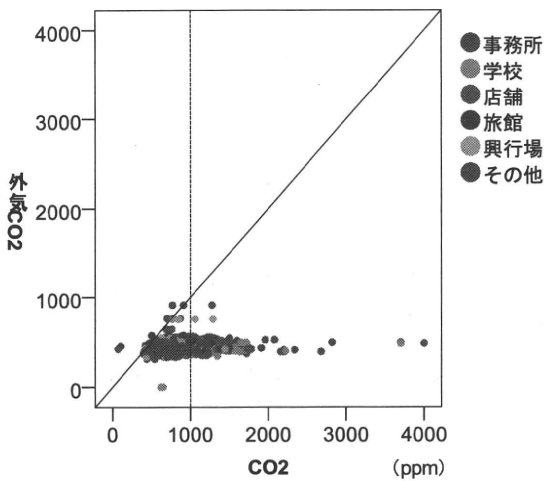


図 2-140 二酸化炭素

(精密立入検査)

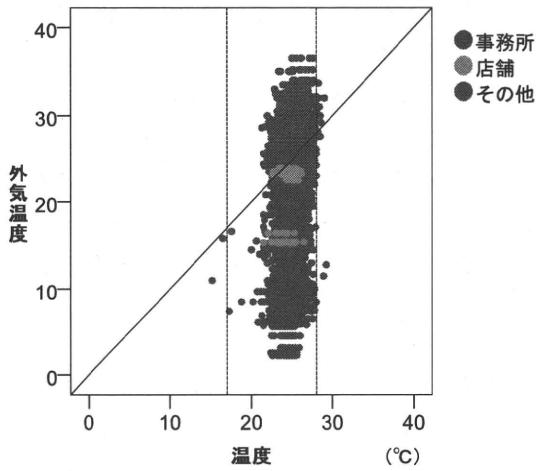


図 2-143 温度

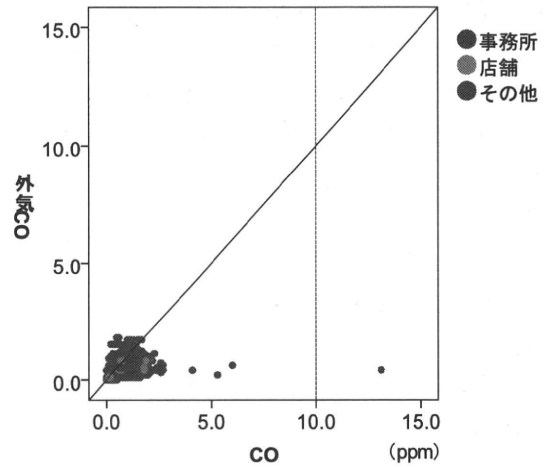


図 2-146 一酸化炭素

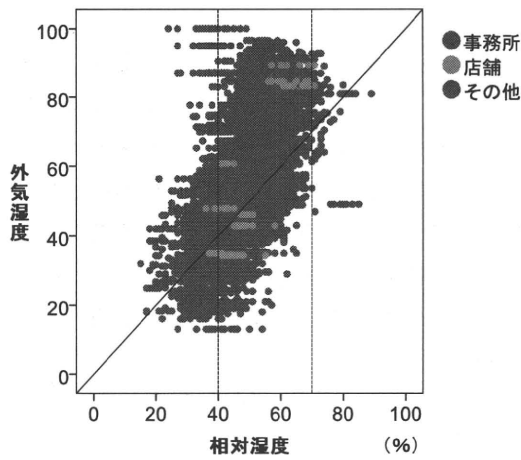


図 2-144 相対湿度

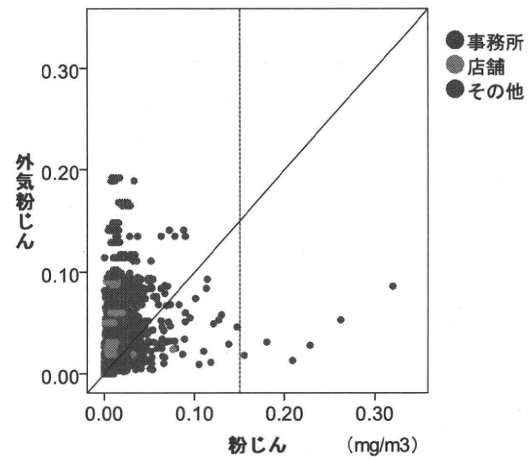


図 2-147 浮遊粉じん

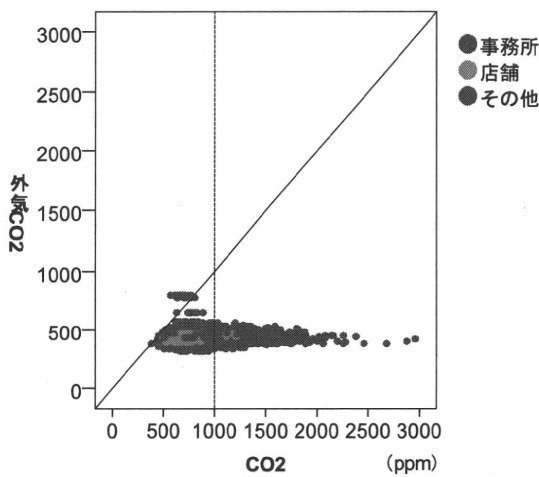


図 2-145 二酸化炭素

C.3.5 まとめ

東京都のデータの解析の結果、東京都の場合も全国実態調査と同様に、温度、相対湿度、二酸化炭素の管理基準の不適合率は、気流、一酸化炭素、浮遊粉じんと比べて高く、この3項目の不適合率の改善が重要である。これらの3項目について、建築物の基本属性因子及び点検項目と不適合率の関係を解析したところ、温度では学校と興行場、相対湿度では店舗、旅館、興行場、その他、二酸化炭素では事務所など、用途と不適合率との間に有意な関係がみられた。特に店舗や興行場など、相対湿度では下限値側に基準値を超過している事例がみられ、外気と室内の関

係はおおよそ相関していた。従って、加湿や除湿の状況に課題があることが示唆された。

相対湿度と二酸化炭素では、個別空調方式と不適率との間に有意な関係がみられた。これらの結果は、全国実態調査と同じである。従って、個別空調方式の維持管理は、相対湿度と二酸化炭素の不適を改善するうえで、今後の大きな課題である。

その他、温度の不適と空調機フィルタ・冷温水コイル・送風機・加湿減湿装置・冷却塔等の維持管理が不良、相対湿度の不適と排水受けの点検結果の不良、二酸化炭素の不適と冷却塔の維持管理不良などとの関係がみられたことから、これらの設備の維持管理の状況について、今後詳しく調査する必要があると考えられる。

D. 総括

本研究では、立入検査のデータ及び管理実態のアンケート実施した結果から、建物維持管理の項目として、空気環境及び排水設備の管理においては、用途別により用途による設備の違いや、使用目的の違いから差が生じていることが結果として表れた。

不適の多い項目としては、二酸化炭素、温度、湿度があり、特に二酸化炭素は学校に多かった。この理由として、換気設備、利用者の多さに加え、学校保健法と基準値が異なっていることも要因と考えられた。

不適の経年変化から、二酸化炭素、温度、相対湿度の上昇がみられた。これには、法改正、省エネ、クールビズなどの行動によるものが原因と考えられる。また、事務所を中心とした個別空調設備においては、不適になる傾向が高く、特に課題があることが伺える。

排水に関しては、店舗が基準の清掃回数を準拠しているものの、汚れが多く見られる傾向となった。よって、用途によっては、基準を見直し、重点的に維持管理する必要もあることが明らかとなった。

全国の立ち入り検査のデータ解析により、空気環境の管理項目の不適率に関して、地域や用途による違いが明らかとなった。特に、建築物衛生法の改正による対象建築物の範囲の拡大や、維持管理及び測定状況との関係などが懸念され

た。それ以外の不適率の高い項目は、検査・清掃の実施といったものが見受けられた。給水・雑用水・清掃などの項目では特に不適率が高く、用途別による差も大きくなっていった。

維持管理の実態に関する全国規模のアンケート調査や東京都の立入検査データの解析では、温度、相対湿度、二酸化炭素の不適と個別空調方式との間に有意な関係がみられた。個別空調方式の維持管理は、これら3項目の不適率を改善するうえで、今後の大きな課題であるといえる。

全国規模のアンケート調査では、維持管理状況や維持管理頻度と不適率との関係について、二酸化炭素、温度、相対湿度の不適と使用形態との関係、二酸化炭素の不適と空調機内外の点検・整備頻度が基準値未満であることとの関係が示唆された。また、排水設備については、店舗が他の用途に比べて「汚れがある割合」が多い傾向となった。排水管の清掃には、用途による意識の違いが見られ、店舗が基準を満たす割合が多くみられた。しかし、維持管理の回数と排水設備の汚れを比較してみると、事務所と店舗では、店舗の方が基準を満たしているにもかかわらず、汚れの割合が事務所よりも20%ほど多い傾向を示した。従って、用途別に対応した維持管理を重点的に行う必要があると考えられる。

東京都の立入検査データの解析では、帳簿書類等の審査結果や設備の点検結果と不適率との関係について、温度の不適と空調機フィルタ・冷温水コイル・送風機・加湿減湿装置・冷却塔等の維持管理が不良、相対湿度の不適と排水受けの点検結果の不良、二酸化炭素の不適と冷却塔の維持管理不良などとの関係が示唆された。従って、これらの空調機及び関連装置の不良や点検・整備不足との関係については、今後詳しく調査する必要があると考えられる。

また、全国規模のアンケート調査、東京都の立入検査データのいずれにおいても、外気湿度と室内湿度がおおよそ相関していることから、相対湿度の不適には、加湿方法やその維持・運用・管理、除湿の状況に課題があることが示唆された。

3. 建築物の環境衛生と省エネルギーのあり方に関する研究

分担研究者 射場本 忠彦 東京電機大学 教授

研究要旨

建築物においては、エネルギー消費に係る機器・構造の性能確保や適正保全措置の徹底が省エネルギー法に盛り込まれるなど、官民を挙げて多様な対策が進められている。しかしながら、社会に普及しつつある省エネルギー手法の中には、建築物衛生法の主旨とは相容れない衛生上の問題や、かつての法制定・改正時には想定されていなかったものなどが散見される。

本研究では、建築物の省エネルギーと環境衛生の両立に向けての適切な維持管理手法・監視方法の提案に資する情報収集を目的に、建築物衛生法に則って実施された測定結果に関する資料の収集と解析、環境衛生に影響する省エネルギー技術の動向・実態調査、実際の建物維持管理データを用いた建物運用実態の把握を踏まえた改善の提案を行った。

研究協力者

百田 真史	東京電機大学
大澤 元毅	国立保健医療科学院
池田 耕一	日本大学
柳 宇	工学院大学
田島 昌樹	国立保健医療科学院
鍵 直樹	国立保健医療科学院
富田 広造	東京都健康安全センター
久合田 由美	東京電機大学学生
常盤 憲毅	東京電機大学学生
坂本 亘	東京電機大学学生
西村 晃	当時日本大学学生

善するデシカント空調など、新たな省エネ技術の登場が相次いでいるが、かつての法制定・改正時に想定していた目的や管理基準値を逸脱する可能性がある。

A.2 研究概要

本研究課題では、建築物の省エネルギーと環境衛生の両立に向けての適切な維持管理手法・監視方法の提案に資する情報収集を目的に、建築物衛生法に則って測定された資料、環境衛生に影響する省エネルギー技術の動向・実態調査、実際の建物維持管理データを用いた建物運用実態の把握を踏まえた改善の提案を行った。

研究概要を図 3-1 に示す。

A. 研究目的

A.1 研究背景

建築物においては、エネルギー消費に係る機器・構造の性能確保や適正保全措置の徹底が省エネ法に盛り込まれるなど、官民挙げて多様な対策が進められている。しかしながら、空調分野に普及しつつある外気取り入れ量の一時削減や、冬季給湯の停止などの手法の中には、無秩序に進められた場合、建築物衛生法に規定された測定方法では把握しきれない衛生上の問題を生じる恐れがあるものが散見される。また、天井裏/床下をダクトとして用いる建築一体化空調や、室内温度を下げて冷房効果と熱効率を改

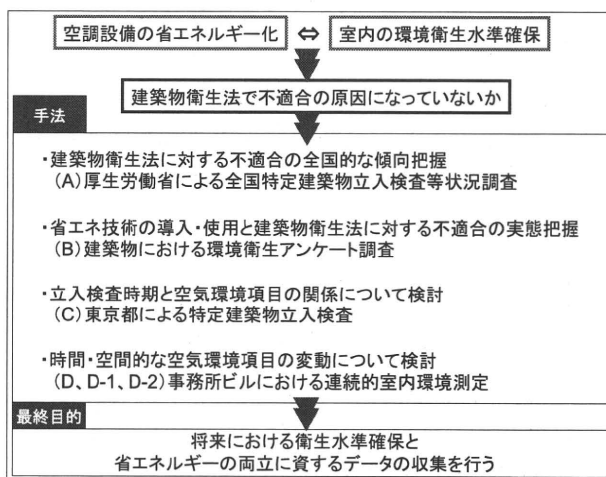


図 3-1 研究概要

B. 研究方法

B.1 建築物衛生法に対する不適合の全国的な傾向把握

建築物衛生法に則って実施され、全国から厚生労働省に報告された空気環境（16項目）・給水（10項目）・雑用水（9項目）・排水（1項目）・清掃（1項目）・防除（1項目）の6設備区分・38項目の資料について調査した。年度内に一度も不適合が出なかった場合を適合として、適合・不適合の検査結果を解析し、全国的な不適合の傾向把握および調査対象とする用途と項目についての検討を行った。

B.2 省エネルギー技術の導入・使用が空気環境項目に及ぼす影響についての検討

公共性の高い行政のWebページを中心に、省エネルギー技術として取り上げられている中で、環境衛生への影響が大きいと考えられる技術を抽出した。そして、それらの技術を建築学会に提出された論文数と比較することで、省エネルギー技術の動向調査を行った。また、特定建築物の維持管理業務者を対象に全国規模のアンケート調査を実施し、動向調査で抽出した省エネルギー技術についての導入・使用の実態調査と維持管理者に対する意識調査を行った。本アンケート調査の解析により、省エネルギー技術の使用が空気環境項目に及ぼす影響についての検討を行った。

B.3 立入検査時期が空気環境項目に及ぼす影響についての検討

建築物衛生法に則って実施され、東京都において立入検査を実施した特定建築物についての空調設備の導入実態、空気環境測定項目の不適合の傾向把握を行った。また立入検査時期が空気環境項目に及ぼす影響についての検討を行った。

B.4 事務所サンプルにおける測定位置が空気環境項目に及ぼす影響についての検討

建築物衛生法の適合範囲を逸脱する場合の経時変化を、省エネルギーに関心の高いビルオーナーが所有する代表ビルについて詳細な年次データを用いて検討を行った。また、別途長期計

測を実施し、建築物衛生法に規定された測定内容では把握が困難と思われる時間・空間的な空気環境の変動についての検討を行った。なお対象とした事務所サンプルは、加湿・空調方式の異なる2件とした。

C. 研究結果

C.1 建築物衛生法に対する不適合の全国的な傾向把握

C.1.1 全国特定建築物立入調査等状況調査結果について

各調査物件において、年度内に各項目が建築物衛生法の基準に対して一度でも適合しない場合に不適合と記され、各項目の建築物衛生法に対する適合・不適合が分かるデータである。その項目を次に示す。

全国特定建築物立入調査等状況調査結果にある項目一覧

■件数

- (01)特定建築物届出数
- (02)管理技術者選任建築物数
- (03)立入検査等件数
- (04)帳簿書類の備付け [帳簿書類があること]

■空気環境の調整

- (05)空気環境の測定実施 ((6)を除く) [2月以内ごと]
- (06)ホルムアルデヒド量の測定実施 [使用開始日以降、最初の6月～9月の間に1回]
- (07)浮遊粉じんの量 [0.15mg/m³以下]
- (08)一酸化炭素の含有率 [10ppm以下]
- (09)二酸化炭素の含有率 [1,000ppm以下]
- (10)温度 [17℃以上28℃以下]
- (11)相対湿度 [40%以上70%以下]
- (12)気流 [0.5m/s以下]
- (13)ホルムアルデヒド量 [0.08ppm以下]
- (14)冷却塔への供給水に必要な措置 [水道水質基準を満たすこと]
- (15)加湿装置への供給水に必要な措置 [水道水質基準を満たすこと]
- (16)冷却塔、冷却水の汚れ点検 [1月以内ごと]
- (17)冷却塔、冷却水の水管清掃 [1年以内ごと]
- (18)加湿装置の汚れ点検 [1月以内]
- (19)加湿装置の清掃 [1年以内ごと]
- (20)排水受けの汚れ、閉塞の状況点検 [1月以内ごと]

■給水の管理

- (21)遊離残留塩素の含有率の検査実施

((23)を除く)

- (22)遊離残留塩素の含有率 ((24)を除く) [平常時0.1ppm以上、緊急時0.2ppm以上]
- (23)中央式給湯設備における給湯水の遊離残留塩素含有率の検査実施 [7日以内ごと]
- (24)中央式給湯設備における給湯水の遊離残留塩素含有率 [平常時0.1ppm以上、緊急時0.2ppm以上]
- (25)水質検査実施((21),(23),(27)を除く) [水道水質基準を満たすこと]
- (26)水質基準((22),(24),(28)を除く) [水道水質基準を満たすこと]
- (27)中央式給湯設備における給湯水質検査実施 ((23)を除く) [水道水質基準を満たすこと]
- (28)中央式給湯設備における給湯水質基準((24)を除く) [水道水質基準を満たすこと]
- (29)貯水槽の清掃 ((30)を除く) [1年以内ごと]
- (30)貯湯槽の清掃 [1年以内ごと]

■雑用水の管理

- (31)遊離残留塩素の含有率の検査実施 [7日以内ごと]
- (32)遊離残留塩素の含有率 [0.1ppm以上]
- (33)雑用水の水槽点検 [1年以内ごと]
- (34)水質検査実施[水道水質基準を満たすこと]
- (35)pH値 [5.8以上8.6以下]
- (36)臭気 [異常でないこと]
- (37)外観 [ほとんど無色透明であること]
- (38)大腸菌群 [検出されないこと]
- (39)濁度 [2度以下であること(水洗便所の用に供する場合以外)]

■排水設備

- (40)排水設備の清掃の実施

■清掃

- (41)大清掃の実施 [日常清掃の他、6月以内ごと]

■防除

- (42)ねずみ等の防除の実施 [6月以内ごと(特に発生しやすい場所には2月以内ごと)]

C.1.2 調査対象とする建築物衛生法にある測定項目の選定

前述の(04)~(42)の38項目についての適合・不適合の結果をH.8年度~H.20年度迄の年次推移を用いて、建築物全体における建築物衛生法に対する適合・不適合の傾向を読み取った。

前述した建築物衛生法にある測定項目についての適合・不適合割合の年次推移について前章図2-1~2.4に示した。空気環境の不適合割合に関しては、相対湿度が突出して高い値を示した。そして、相対湿度の不適合割合は年々上昇傾向にあった。また、相対湿度の他にも温度やCO₂が上昇傾向にあった。給水及び雑用水に関しては、H.15からH.16にかけて上昇したが、それ以降は不適合割合が下降し、改善傾向にあった。

給水や雑用水の不適合割合の平均値は高いが、H.16年度以降は下降傾向にある。しかし、空気環境に関する項目は年々上昇傾向にあり、その中でも相対湿度の不適合割合の高さは突出した値を示している。

よって、本研究では建築物衛生法にある測定項目のなかでも、相対湿度を調査対象とする。

C.1.3 調査対象とする建築物用途の選定

C.1.2より問題があることが分かった相対湿度について、各用途の不適合割合を図3-2に示す。各用途における相対湿度の不適合割合については、全用途において不適合割合が年々上昇した。その中でも事務所及び学校の不適合割合は比較的高い。また、図3-3に示すように特定建築物においては事務所の割合が大きいため、事務所の不適合件数が大きく影響していることが読み取れる。

C.1.4 考察

全国特定建築物立入調査等状況調査結果より、空気環境に関する項目の不適合割合上昇の傾向が見られた。その中でも、相対湿度については、不適合割合の上昇傾向と共に高いことが読み取れた。そして、相対湿度の不適合割合上昇には、事務所の不適合件数増加による影響が大きいことが分かった。

これらの結果より、項目としては相対湿度、用途としては事務所について詳しく検討する。

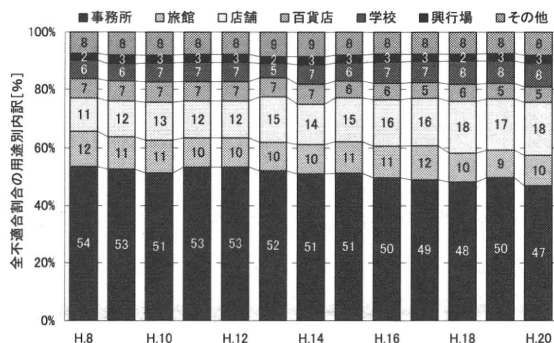


図 3-2 相対湿度における用途別不適合割合の年次推移

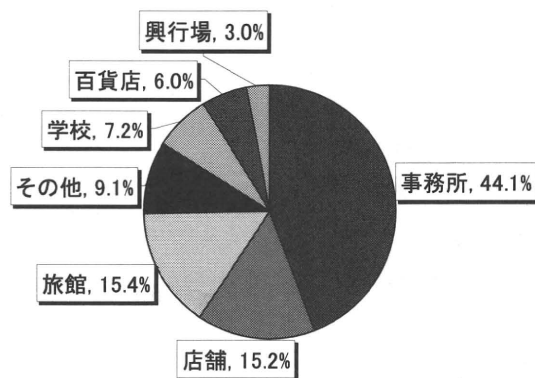


図 3-3 特定建築物届出数の用途別割合

C.2 省エネルギー技術の導入・使用が空気環境項目に及ぼす影響についての検討

C.2.1 環境衛生に影響する省エネルギー技術に関する動向調査

環境衛生に影響する省エネルギー技術の動向調査を目的に、公共性の高い機関のWebサイト付録¹において多く推奨されている技術の抽出を行った。更に、抽出された省エネルギー技術について、日本建築学会に提出されている論文数と比較した。

そして、抽出された技術リストを基に、導入・使用されている省エネルギー技術の実態調査として建築物の維持管理者に対するアンケート調査を実施した。

表3-1に抽出したデータのリストを示す。Webサイトの調査による環境衛生に影響する省エネルギー技術の抽出では、外気冷房システム(推奨機関数:13)・全熱交換器(12)・VAV方式(12)・CO₂濃度による外気量自動制御システムの導入(10)などの技術が多くの機関に採り上

げられ、社会的注目が高いことが分かった。

また、日本建築学会に提出されている論文の数では、タスク・アンビエント空調（論文数：124件）・地下熱利用（論文数：106）・放射冷暖房併用システム（93）・VAV方式（82）についての論文が多く提出されており、調査・検討されている傾向があった。アンケート調査項目を表3-2に示す。なお表3-2中の「導入されている省エネルギー技術」の各項目を表3-3に示す。

C.2.2 アンケート調査について

（社）全国ビルメンテナンス協会の協力を得て同協会に所属している建築物の維持管理業務者を対象に、維持管理者の意識や実態把握のため、建築物の環境衛生と導入・使用されている省エネルギー技術について、維持管理者の意識や実態把握のための調査として、アンケート調査を実施した。本章では概要と結果について記載する。

C.2.3 調査手法

郵送で回収された回収したアンケート調査結果を統計処理ソフト SPSS により機械的に統計処理を行った。その結果より、各項目の度数・クロス集計を行い、省エネルギー技術が環境衛生に及ぼす影響について調査・検討を行った。

表 3-2 アンケート調査項目

項目	調査内容
建物概要	用途・延床面積・地上階・竣工年月・所地・所有者・所有と使用形態
設備概要	空調方式・給湯方式・給水方式
維持管理状況	空気環境・苦情の有無・空調/給水/給湯/排水設備の維持管理状況・法改正による影響
維持管理業務の実施頻度	空調設備・給水設備・中央式給湯設備・雑用水設備・排水設備・厨房管理・清掃・害虫防除・浴槽設備
空気環境測定データ(測定値)	温度・相対湿度・気流・二酸化炭素・一酸化炭素・浮遊粉塵
導入されている省エネルギー技術	導入/使用している省エネルギー技術・環境衛生に影響があると維持管理者が感じている省エネルギー技術の実態・実施している省エネ対策

表 3-3 導入されている省エネルギー技術の調査項目

①計画	ゾーニングの細分化、タスク・アンビエント空調
②空調方式および運転制御	VAV方式、スケジュール制御、潜熱・顕熱分離、躯体蓄熱、エアフローウィンドウ、床吹出空調、低温送風、放射冷暖房
③外気制御	全熱交換機、外気冷房、CO ₂ 制御 ナイトパージ、ヒート・クールチューブ、予冷熱時の外気導入停止

表 3-1 環境衛生に影響する省エネルギー技術の抽出と論文数の比較

消費先分類	設備システムの変更・建物更新時の導入技術		日本建築学会に提出されている論文の数
	対策項目	機関数の合計	
空調・換気設備	全熱交換機の導入	12	24
	ファンの変風量制御(VAV)方式の導入	12	82
	外気冷房システムの導入	13	35
	空調ゾーニングの細分化	6	5
	空調排気・送風の換気等への再利用	1	0
	潜熱・顕熱分離利用	6	28
	タスク・アンビエント空調(パーソナル空調)	7	124
	天井給気・床下送気チャンバ空調	1	9
	ベンチレーション窓換気	1	27
	床吹出空調	6	40
	低温吹出空調	7	4
制御システム	放射冷暖房併用システム	3	93
	地下熱利用(ヒート・クールチューブなど)	5	106
	予冷熱時外気取入れ停止	4	36
	ナイトパージ	9	23
	節電間欠運転制御	4	0
	外気導入量の削減	5	6
	空調機のスケジュール運転・断続運転制御システムの導入	7	2
CO ₂ 濃度による外気量自動制御システムの導入	10	2	
インバータ個別空調システムの導入	9	0	