

表 2-1-3 上水・給湯・雑用水の水質検査結果

施設名		A		B		C		D		
種類		水		湯		水		湯		
採水場所		1F給湯室	1F給湯室	警備室	B1F洗面台	B1F男子更衣室				
項目	基準									
残留塩素	0.1mg/L以上	0.3	<0.1	0.5	0.6	0.2	-	-	-	-
水温	- (°C)	22	60	26	26	59	-	-	-	-
NO	10mg/L	0.4	0.4	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	0.2	0.2
Cl	200mg/L	9.1	8.2	3.8	4.0	4.1	8.6	8.6	7.1	7.4
TOC	5mg/L	0.1	0.1	1.1	0.3	0.3	0.8	0.8	0.4	0.3
一般細菌	100/mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
大腸菌	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
pH値	5.8-8.6	7.8	7.7	7.5	7.6	7.5	7.3	7.3	7.4	7.5
臭気	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
味	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
色度	5度以下	0	0	0	0	0	0	0	0	0
濁度	2度以下	0	0	0	0	0	0	0	0	0
蒸発残留物	500mg/L	150	160	90	80	90	70	60	110	110
Cu	1.0mg/L	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.04
Fe	0.3mg/L	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01
Zn	1.0mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
Pb	0.01mg/L	<0.001	0.003	<0.001	<0.001	0.006	0.001	0.011	<0.001	<0.001
クロロホルム	0.06mg/L	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	0.008	0.028	0.039	0.020	0.019
ブロモクロロメタン	0.03mg/L	<0.001	0.002	0.002	0.002	0.004	0.010	0.014	0.007	0.006
ジブロモクロロメタン	0.1mg/L	<0.001	0.007	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ブromoホルム	0.09mg/L	<0.001	0.010	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
総トリハロメタン	0.1mg/L	0.002	0.020	0.005	0.005	0.012	0.038	0.053	0.027	0.025
クロロ酢酸	0.02mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
ジクロロ酢酸	0.04mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	0.007	0.009	0.004	0.007
トリクロロ酢酸	0.2mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.015	0.010	0.010	0.006
ホルムアルデヒド	0.08mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.003	0.005	0.002	0.007
臭素酸	0.01mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
シアン	0.01mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
レジオネラ属菌	(cfu/100mL)	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
	菌種									

施設名		A		B		
種類		冷却水				
採水場所		CT-1	吸収式冷温水器	冷却塔No.1	冷却塔No.2	冷却塔No.3
項目	基準					
水温	- (°C)	30	32	30	31	31
残留塩素	0.3mg/L以下	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
塩化物イオン	200mg/L	16.3	35.4	58.9	32.9	49.0
硫酸イオン	200mg/L	46.3	55.9	160.1	98.2	103.0
酸消費量(pH4.8)	100mg/L	124.3	154.8	247.4	222.4	183.1
全硬度	200mg/L	177.7	205.2	361.6	279.0	260.3
カルシウム硬度	150mg/L	116.4	150.2	304.1	241.5	221.5
イオン状シリカ	50mg/L	63.7	79.6	78.8	56.7	53.9
pH値	6.5-8.2	8.4	8.5	8.6	8.8	8.1
導電率	80(mS/m)	39	47	99	73	73
Cu	1.0mg/L	0.01	0.00	0.08	0.06	0.13
Fe	0.3mg/L	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02
Zn	1.0mg/L	0.05	0.02	0.02	0.02	0.08
Pb	0.01mg/L	0.003	0.022	0.009	0.033	0.018
塩化物イオン	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
アンモニウムイオン	1.0mg/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
レジオネラ属菌	(cfu/100mL)	210	900	820	20	不検出
	菌種	Legionella pneumophila 1群	Legionella pneumophila 1群	Legionella pneumophila 6群	Legionella pneumophila 5群	Legionella pneumophila 3群

と停止していることなどから、職員がこまめに操作していることが伺えた。一方、二酸化炭素濃度については、居住者の多さや全熱交換器を停止していることによる換気不足が原因であると考えられる。また、デイルームや食堂などは居室や事務室などと空間的に一体となっており、常時建物全体の在室者に影響され、デイルーム

の二酸化炭素濃度が常に高い傾向であったと考えられる。

・浮遊微生物については、真菌においてはオフィスでの浮遊真菌の維持管理規準値をいずれの建物も大きく上回っており、特徴的には高湿性である *Cladosporium sp.* が全ての施設で検出された。細菌については、オフィスでの浮遊真菌

の維持管理規準値と比較して高い建物については、二酸化炭素濃度も高く、換気不足がその原因であると考えられる。なお、グラム染色による分類ではいずれの施設でも芽胞菌が優勢であった。

- ・化学物質については、厚生労働省の指針値物質で指針値を超過する場所はなかったものの、TVOCの暫定目標値を超過する部屋が多く存在した。

- ・上水及び給湯水については、全て水質基準に適合しており、またレジオネラ族菌も未検出で良好であった。

2-2 個別分散空調における実態調査

A. 研究目的

平成 14 年に建築物衛生法の一部が改正され、個別分散空調方式についても法対象となった。個別分散空調方式はこれまでの研究により、換気量の不足、フィルタろ過性能の不足及び微生物汚染の問題が指摘され、これらの問題による室内空気質の悪化を防ぐには適切な維持管理が必要であることが明らかになっている⁶⁾。しかし、室内機が分散されているため維持管理が難しい。また、衛生管理の実績が少なく、微生物汚染の実態もあまり把握されていない。

そこで本研究では、個別分散空調方式の現状及び維持管理実態の把握のためにアンケート調査を実施し、課題の把握を行った。また、個別分散空調方式を有する建築物内の室内空気質、浮遊細菌・真菌及び空調機内の微生物汚染の実態を把握するために実態調査を行うと共に、その対策方法の一つとして室内機の洗浄による微生物汚染除去効果についての検討を行った。

B. 研究の方法

B.1 アンケート調査

全国ビルメンテナンス協会の協力を得て、所属の会員企業に対してアンケート調査を実施した。厚生労働科学研究費補助金「建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究 (H21-健危-一般-009)」で行った関連のアンケート調査から個別分散空調方式を採用している 154 件を抽出し、2011 年 10 月 12 日に当該協力所管の会社にアンケート調査票を郵送した。送付先は 33 都道府県、宛先は 83 社、物件数は 154 件であった。図 2-2-1 に都道府県別アンケート送付数を示す。アンケートは後日、郵送にて回収した。回収した調査票の内、無記入のものを無効回答とし、それを除いたものについて解析を行った。

B.2 微生物を中心とした室内空気室の実態調査

B.2.1 調査対象概要

入居中ビルの室内において調査を行った。対象は特定建築物が 4 物件、非特定建築物が 5 物件の計 9 物件であった。調査対象物件の概要一覧を表 2-2-1 に示す。

B.2.2 測定方法

1) 測定パターン

測定は建物により 3 つのパターンで行った (表 2-2-1)。

・パターン 1 平日測定：温度、相対湿度、一酸化炭素、二酸化炭素、粒径別浮遊粉じん個数濃度の連続測定を行った。また、外気、室内及び給気中の浮遊細菌・真菌測定を行い、連続測定終了後に空調機内の付着細菌・真菌を採取した。

・パターン 2 休日測定：吹き出し口空気の浮遊細菌・真菌測定と空調機内の付着細菌・真菌測定を行った。

・パターン 3 空調機の洗浄前後：洗浄前後に給気中の浮遊細菌・真菌測定と空調機内付着細菌・真菌測定を行った。

2) 室内空気質

IAQ モニター (カノマックス製) とパーティカルカウンター (KR-12A, リオン製) を設置し、温度・相対湿度・一酸化炭素・二酸化炭素・粒径別浮遊粉じん個数濃度の 5 項目を 1 分間隔で 9:30 から 17:00 まで連続して測定を行った。

3) 浮遊微生物

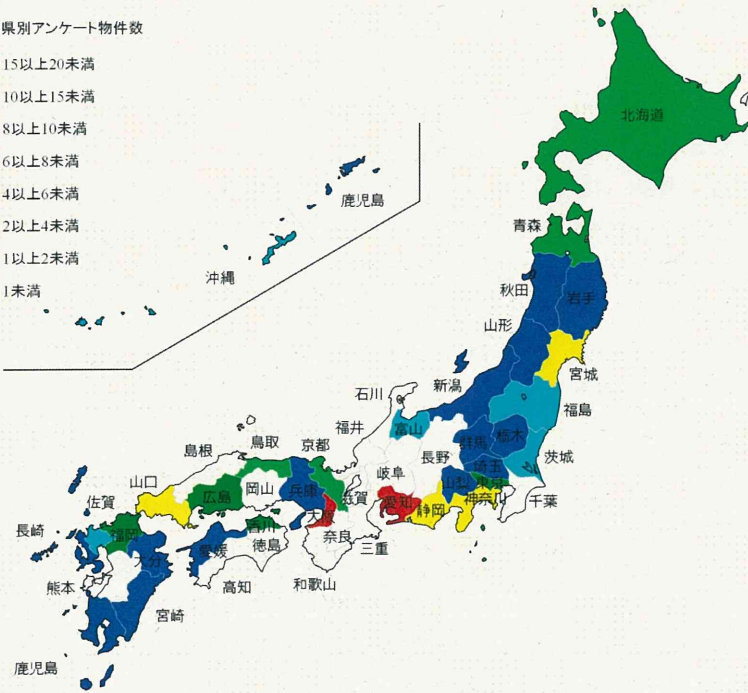
浮遊細菌・真菌はバイオサンプラー (MBS-1000, ミドリ安全製) にて捕集し、細菌の測定に SCD 培地、真菌の測定に PDA 培地を用いた。培地は培養後のコロニー数の計数し、細菌についてはグラム染色、真菌については形態学による同定を行った。培地の培養条件は、32°C・2 日間 (SCD 培地) と 25°C・3 日間以上 (PDA 培地) とした。

室内及び外気中の浮遊細菌・真菌濃度測定は午前と午後に測定を行った。給気中の浮遊細菌・真菌濃度測定の手順は、まず空調機の給気以外の空気が混入しないよう吹出し口を養生し、空調機が停止している状態で測定した。その後、吹出し口からの給気を空調機の運転直後から連続して測定した。

4) 空調機内付着微生物

空調機内付着微生物を拭き取り検査キット (ST-25 エルメックス製) を用いて、56.25cm² の範囲を拭き取った。拭き取った試料 50 μL はスパイラルプレーター (Eddy Jet, IUL 製) にて

都道府県別アンケート物件数



北海道地方	近畿地方
北海道 4件	京都府 4件
東北地方	大阪府 19件
青森県 4件	兵庫県 3件
岩手県 3件	中国地方
宮城県 8件	鳥取県 4件
秋田県 3件	山口県 8件
山形県 2件	広島県 6件
福島県 1件	四国地方
関東地方	香川県 6件
茨城県 1件	愛媛県 3件
栃木県 2件	九州地方
群馬県 3件	福岡県 7件
埼玉県 3件	佐賀県 1件
東京都 6件	長崎県 3件
神奈川県 8件	大分県 2件
中部地方	宮崎県 2件
新潟県 2件	鹿児島県 3件
富山県 1件	沖縄県 1件
山梨県 2件	不明 5件
静岡県 9件	合計 154件
愛知県 15件	

図 2-2-1 都道府県別アンケート送付数

表 2-2-1 対象物件概要と測定パターン

施設名	調査日	所在地	階数	測定階	延床面積[m ²]	室面積[m ²]	竣工[年]	主用途	天候	空調方式	パターン
aビル	7月16日	横浜	B1~10F	10F	1664m ²	126.18m ²	1985	事務所	晴れ	天井カセット型4方向	3
bビル	7月21日	日本橋	1~9F	6F	2941m ²	232.95m ²	1985	事務所	雨・曇	天井カセット型2方向	
cビル	8月25日	新宿区	B2~10F	2F・10F	7000m ²	302.5m ²	1990	事務所	晴れ	天井カセット型2方向	1・2
	8月27日										
	9月2日										
dビル	9月6日	大田区	1~5F	3F		70.16m ²		事務所	曇	天つり型1方向	1
eビル	9月10日	札幌	1~10F	4F			1974	事務所	晴れ	天井カセット4方向×2台	
fビル	9月10日	札幌	1~3F	2F				事務所	晴れ	天井カセット4方向	2
gビル	10月30日	沖縄本島	1~3F	1F		506.25m ²	1989	事務所	晴れ	天井カセット4方向	2
hビル	10月30日	沖縄本島	1F	1F	6637.21m ²	80.2m ²	2002	事務所	晴れ	天井カセット4方向	2
iビル	12月4日	千代田区	B1~6F	B1		94.5m ²	1979	飲食店	晴れ	天井カセット型4方向	3
										天井カセット型6方向	

SCD 培地, PDA 培地に塗布した。スタンプ法は, SCD 培地と SDA 培地を空調機へ直接圧着させ微生物を採取した。培地は培養後のコロニーの計数し, 同定及びグラム染色を行った。SDA 培地は真菌測定用で, 培養条件は PDA 培地と同様である。

B.3 対策方法とその効果の検証

a ビル, i ビル (表 2-2-1) を対象に室内機の洗浄前後の測定を行った。

入居中のビルに設置されている室内機を対象に洗浄前後の給気中浮遊細菌・真菌測定, 及び空調機内の付着細菌・真菌測定を行った。

C. 結果

C.1 アンケートの結果

全 154 件のうち 42 件のアンケートを回収し, 回収率は 27%, そのうち有効回答数は 38 件 (内 2 件は一部のみ回答), 有効回答率は 25%であった。最も高い有効回答率が得られたのは九州地方の 47%であった。以降, 集計したアンケートのうち, 有効である 38 件について解析を行った結果について述べる。

1) 建築概要

① 用途別

図 2-2-2 に調査対象の用途別の割合を示す。

事務所としての利用が全体の 40%と最も多く、次に旅館・ホテル(19%)、テナントビル(13%)、商業施設 (11%) と続いた。

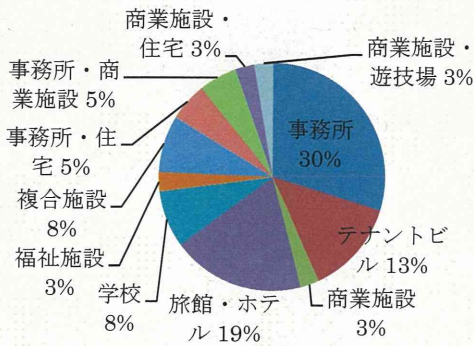


図 2-2-2 用途別割合

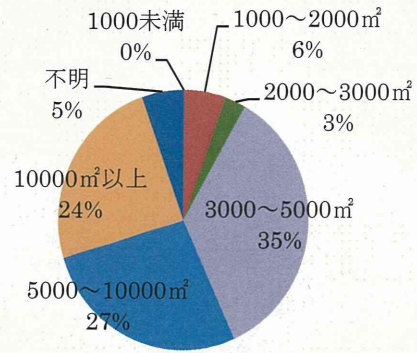


図 2-2-4 延床面積別割合

② 地域別

対象の建物を 8つの地域に分類した場合の地域別の割合を図 2-2-3 に示す。東北地方、中部地方、九州地方がそれぞれ 24%を占めている。一方、北海道、四国地方は 0 件であった。都道府県別では愛知県が 6 件と最も多い結果となった。

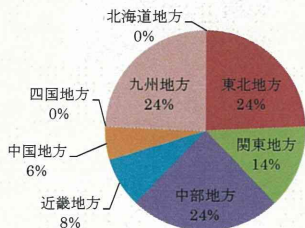


図 2-2-3 地域別割合

③ 規模別

図 2-2-4 に対象ビルの延床面積別の割合を示す。建築物衛生法の対象である特定建築物 (3000㎡以上) の数は全体の 84%を占めている。また、3000~5000㎡ の数は全体の 35%、5000~10000㎡ は 27%、10000㎡ 以上は 24%と 3000~5000㎡ が最も高かった。しかし、この三つに大きな差はなく、10000㎡ を超える大規模建築物においても個別分散型空調方式が採用されており、個別分散型空調方式が普及していることが窺えた。

④ 築年数及び改築年数

図 2-2-5 に築年数及び改築年数別の割合を示す。年数別の割合はほぼ同じであった。

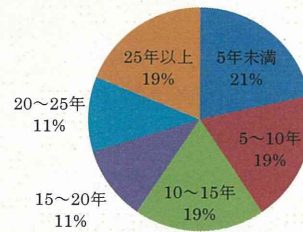


図 2-2-5 築年数及び改築年数別割合

2) 空調設備の概要

①室内空調機の種類

図 2-2-6 に室内空調機の種類別の割合を示す。天井カセット型が最も多く、全体の 39%を占めている。次に天井隠蔽ダクト型が多く、天井に配置するタイプが最も使用されている。また、複数の種類を併用する方式が全体の 28%あり、その中で天井カセット型と天井隠蔽ダクト型の割合が最も高かった。

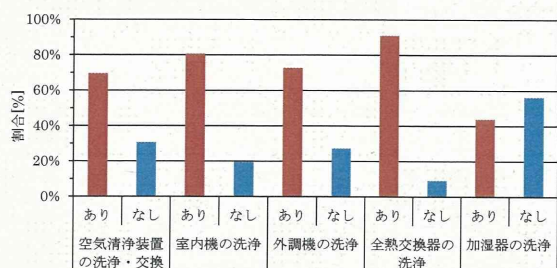


図 2-2-10 空気清浄装置，室内機，外調機清掃，全熱交換器，加湿器の洗浄・交換状況

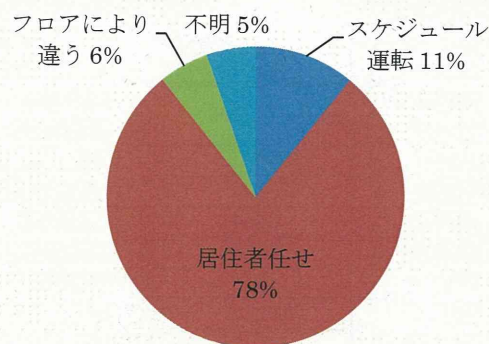


図 2-2-13 空調運転時

③ 空調設備年間管理計画表及び空調設備管理記録

図 2-2-11 に空調設備年間管理計画表の有無，図 2-2-12 に空調設備管理記録の有無を示す。空調設備年間管理計画表，空調設備管理記録共に有るという回答が全体の 75%を占めている。

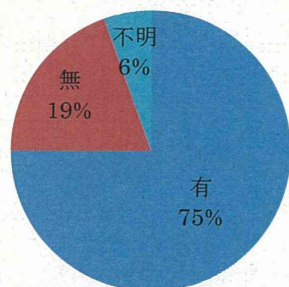


図 2-2-11 空調設備年間管理計画表

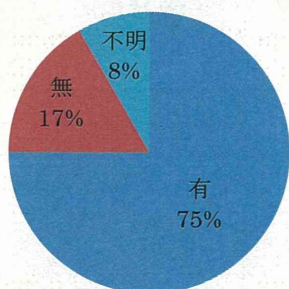


図 2-2-12 空調設備管理記録

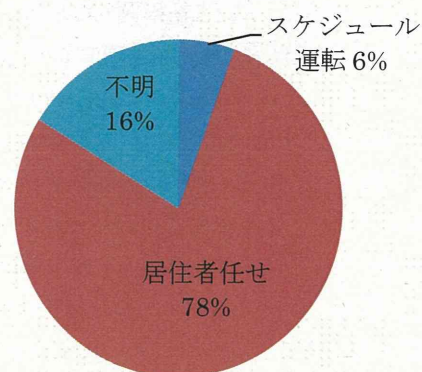


図 2-2-14 換気運転時間

4) 空調運転時間

図 2-2-13 に空調運転時間別の割合，図 2-2-14 に換気運転時間別の割合を示す。空調，換気運転のどちらも居住者任せが 78%と最も高くなっており，個別分散型空調方式の特徴が表れた。

C.2 実態調査の結果

1) 室内空気質

連続測定を行った 3 件のうち b ビルと c ビルの 2 件では，室内温度が 28℃付近を推移しており，室内温度を上手く制御していた。これは東日本大震災による電力不足の影響から，節電のために空調の設定温度を従来よりも高くしていたためと考えられる。また，一酸化炭素，二酸化炭素と粒径別浮遊粒子濃度については，一部の二酸化炭素濃度が 1000ppm を若干上回るケースが見られたが，総じて良好であった。

表 2-2-2 各ビルの付着細菌・真菌量

		付着細菌量 [cfu/cm ²]				付着真菌量 [cfu/cm ²]			
		ファン	フィルタ	コイル	ドレンパン	ファン	フィルタ	コイル	ドレンパン
cビル	10F	0	25	0	0	25	0	0	0
	2F	0	14	0	0	3.6	14	18	0
dビル	①	75783	41387	33564	36409	18	71	58916	1301
	②	37333	64427	18	65380	50	192	338	67733
eビル	①	210	1340	0	1539164	18	174	0	60160
	②	2254	1252	0	512000	25	576	0	565689
fビル		100	540	11	1376	46	85	14	57
gビル		TMTC	3257	1063111	0	516	153	1668	0
hビル		267	68	53689	2489	18	25	95573	456533
iビル*	①	32	21	38404	0	57	11	5909	0
	②	53	0	66702	4604	3061	0	30507	1636

2) 浮遊及び付着細菌・真菌

表 2-2-2 に各ビルの付着細菌・真菌量を示す。給気中の浮遊真菌及び空調機内の付着真菌において主に検出されたのは、*Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Acremonium* sp., Yeast であった。また、特定の真菌のみが顕著に検出される際に見られたのは *Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Acremonium* sp., Yeast であり、*Aspergillus* sp. を除けば何れも好湿性真菌であった。このことから、パッケージ型空調機内は好湿性真菌の増殖に適しており、その汚染の温床になっていることが明らかになった。

執務中に測定した b, c, d ビルの 3 件のうち、室内浮遊細菌濃度が日本建築学会の維持管理規準値 500cfu/m³ を超える物件はなかった。一方、室内浮遊真菌濃度において b, c, d ビルの全ての物件で日本建築学会の規準値 50cfu/m³ を超過した。また、空調機起動後に浮遊細菌・真菌濃度が上昇している建物は細菌で 5 件、真菌で 6 件であった。

関東地方 5 件、沖縄 2 件、北海道 2 件を地域別の比較した結果、沖縄では付着細菌・真菌量ともに他の地方に比べ高い値となった。

C.3 対策方法とその効果の検証

1) 洗浄前後の浮遊細菌・真菌濃度

図 2-2-13 に a ビルの給気中浮遊細菌・真菌濃度、図 2-2-14 に i ビルの給気中浮遊細菌・真菌濃度を示す。a ビルでは洗浄前後の浮遊細菌濃度に大きな差はなかった。i ビルでは天井カセット型②の洗浄後において ON① (70cfu/m³) か

ら徐々に上昇し、ON④では 1060cfu/m³ と顕著に高くなった。一方、浮遊真菌濃度では a ビル・i ビルの空調停止時において洗浄後の方が高い傾向であった。また、a ビルでは洗浄後の天井カセット型では、洗浄前に比べ浮遊真菌濃度が 10 倍であった。

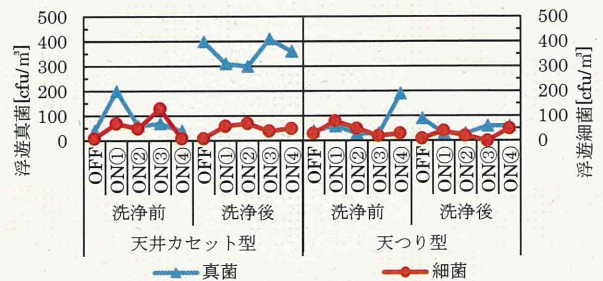


図 2-2-13 洗浄前後の浮遊細菌・真菌濃度 (a ビル)

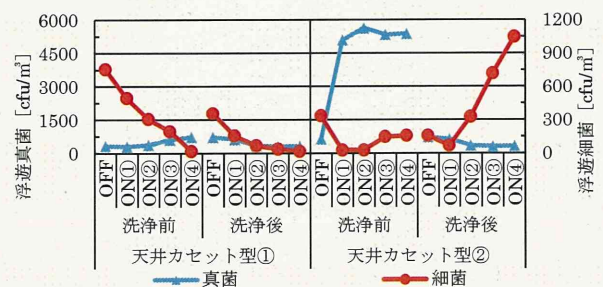


図 2-2-14 洗浄前後の浮遊細菌・真菌濃度 (i ビル)

2) 洗浄前後の付着細菌・真菌量

図 2-2-14 に洗浄前後のファン、コイル、ドレンパンの写真、図 2-2-15 にコイルにおける洗浄前後の SCD・PDA 培地を示す。a ビルでは、洗

洗浄前のコイル、天井カセット型のファン表面で多量の細菌・真菌が検出されたが、洗浄後のコイル、天井カセット型のファンではほとんど検出されなかった。また、i ビルにおいても洗浄前に比べ、洗浄後では天井カセット型①のファン、フィルタ、コイル、ルーバー、天井カセット型②のファン、コイル、ドレンパンで細菌・真菌量が大幅に減少した。

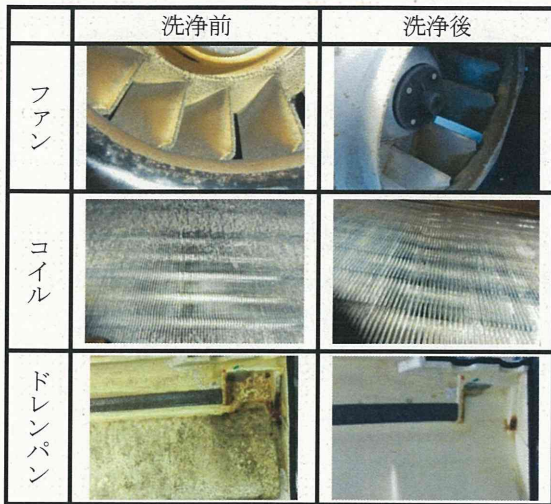


図 2-2-15 洗浄前後の空調機内写真

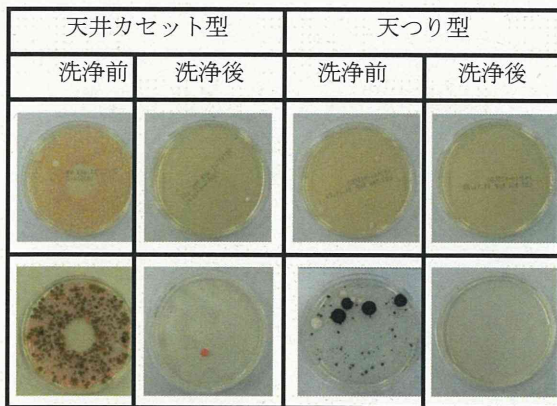


図 2-2-16 洗浄前後のコロニー比較

D. 考察

アンケートの結果から、個別分散空調方式については、10000m² 以上の大規模建築物においても個別分散型空調方式が有効回答数の 24% 採用されており、個別分散型空調方式の普及が窺えた。また、空調・換気運転のどちらも居住者任せという回答が 78% と高く、個別分散方式の維持管理の特徴が表れた結果となった。

執務中に測定した b, c, d ビルの 3 件のうち、

室内浮遊真菌濃度が日本建築学会の維持管理規準値を超過したことから、フィルタのろ過性能が不足しているほか、空調機の起動後に浮遊真菌濃度が上昇している建物が真菌で 6 件あり、室内機が室内の微生物汚染の一因となっていることが確認された。前述した室内空気環境の連続測定結果と総合すると、一酸化炭素、二酸化炭素、浮遊粒子濃度のような室内空気質が良好であっても、浮遊微生物汚染が顕著になる場合がある。換言すれば、微生物汚染が空調機内の環境に深く関わっており、そのための対策を施す必要があると考えられる。

関東地方 5 件、沖縄 2 件、北海道 2 件を地域別の比較した結果、沖縄では付着細菌・真菌量ともに他の地方に比べ高い値となった。これは、沖縄の冷房期間が他の地域に比べ長期にわたるためと推測される。

洗浄作業による効果については、室内機の洗浄後は付着真菌・細菌量ともに減少が見られた。これにより室内機内の付着微生物汚染対策として室内機の洗浄が有効であることが明らかになった。しかし、空調停止時の浮遊真菌濃度が洗浄前に比べ、洗浄後の方が高い傾向であった。これは洗浄作業により付着していた真菌が飛散したためと推測される。

E. まとめ

本研究では、個別分散空調方式の現状及び維持管理実態の把握のためアンケート調査の実施及び、個別分散空調方式を有する建築物内の室内空気質、浮遊細菌・真菌及び空調機内の細菌・真菌汚染の実態を把握するために実測調査とその対策方法の一つとして室内機の洗浄による微生物汚染除去効果についての検討を行い、以下の結果を得た。

1) アンケート調査の結果について

- ・10000m² 以上の大規模建築物においても個別分散型空調方式が有効回答数の 24% 採用されており、個別分散型空調方式の普及が窺えた。
- ・全熱交換器を採用している建物が全体の 6 割以上を占めており、省エネへの意識の高さが確認された。
- ・気化式を採用している割合が 40% と最も高く、省エネや省スペースなどの観点から採用されて

いことが窺えた。

・空調・換気運転のどちらも居住者任せという回答が78%と高く、個別分散方式の特徴が表れた。

2) 微生物を中心とした室内空気質の実態調査について

・執務時間帯の室内浮遊真菌濃度が日本建築学会の規準値(50cfu/m³)を超過している建物が多いことからフィルタのろ過性能が不足していると推測される。

・空調機の起動後に給気中の真菌濃度が上昇している建物が6件あり、室内機が室内の微生物汚染の一因となっていることが確認された。

・室内機から顕著に検出された真菌のほとんどが好湿性真菌であったことから、室内機内が好湿性真菌の増殖に適しており、その汚染の温床になっていることが明らかになった。

・一酸化炭素、二酸化炭素、浮遊粒子濃度のような室内空気質の代表項目が良好であっても、浮遊微生物汚染が顕著になる場合がある。換言すれば、微生物汚染が空調機内の環境に深く関わっており、そのための対策を施す必要があると考えられる。

・地方別に比較した結果、年間冷房運転期間が長い沖縄では付着細菌・真菌量ともに他の地方に比べ高い値となった。

3) 対策方法とその効果の検証について

・洗浄作業により空調機内に付着していた真菌が飛散し、洗浄後の方が室内浮遊真菌濃度が高い傾向が見られた。

・室内機の洗浄後は付着真菌・細菌量ともに減少が見られた。これにより室内機内の付着微生物汚染対策として室内機の洗浄が有効であることが明らかになった。

参考文献

1) 柳宇, 鍵直樹, 池田耕一, 西村直也, 吉野博, 小畑美知夫, 齋藤秀樹, 齋藤敬子, 鎌倉良太: 病院施設における室内環境の衛生管理に関する研究 第2報-外来待合室内浮遊微生物汚染の実態とその対策方法, 空気調和・衛生工学会論文集, No.141, pp.9-17, 2008.12

2) 戸塚雅彦: レジオネラ陽性で指導した高齢者入浴施設の衛生管理状況と課題について, 月刊ビルメンテナンス, Vol.43, pp.28~31, 2008.04

3) 吉田智子, 平井重成, 小池美奈子ほか: 社会福祉施設等における感染管理の実態と循環式浴槽の衛生管理に対する支援, 北陸公衆衛生学会誌, Vol.30, No.1, pp.42~46, 2003.10

4) 鍵直樹, 柳宇, 池田耕一ほか: 社会福祉施設における建築物衛生法に準じた空気環境測定, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, Vol.2008, No.2, pp.1341~1344, 2008.08

5) 日本医療福祉設備協会: 日本医療福祉設備協会規格, 病院空調設備の設計・管理指針 HEAS-02-1998

6) 鍵直樹, 柳宇, 池田耕一, 西村直也: 事務所建築物の規模による室内空気質の比較検討, 日本建築学会環境系論文集, 日本建築学会, Vol.76, No.659, pp.43-48, 2011.1

平成23年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
分担研究報告書

3. 建築物の空気調和設備の維持管理及び運用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。

先の厚労省科研費調査では、特に冬期相対湿度の基準値不適合が、特定の空気調和設備の維持管理及び運用方法に起因していることが指摘された。これらは、特に事務用途において普及が進み、相対湿度の不適合上昇の原因とも考えられる。そこで、本課題では当該空気調和設備について、環境衛生データの収集と解析を実施し、基準適合範囲に収まる、省エネルギーと環境衛生の両立に資する適切な維持管理手法・監視方法の提案を行うことを目的としている。

平成23年度においては、建築物衛生法の適合範囲に対して不適合となる場合の、原因や詳細な課題抽出を目的として省エネルギーに関心の高いビルオーナーが所有する事務所ビルについて、7件の事務所ビルにおける運用時の室内環境データの連続的時間データの収集・取得および解析を行った。

研究協力者

百田 真史	東京電機大学
田島 昌樹	国立保健医療科学院
大澤 元毅	国立保健医療科学院
鍵 直樹	国立保健医療科学院
池田 耕一	日本大学
柳 宇	工学院大学
常盤 憲毅	東京電機大学大学院生
大野 智子	東京電機大学学生
小野 和弘	日本大学学生

先の厚労省科研費調査では、特定建築物において特に件数の多い事務用途を対象として解析を行い、冬期における相対湿度の建築物衛生法における衛生管理基準値（以下、基準値と記述）不適合が、特定の空気調和設備の維持管理及び運用方法に起因していることを指摘した。

そこで、本研究課題では当該空気調和設備について、環境衛生データの収集と解析を実施し、基準適合範囲に収まる、省エネルギーと環境衛生の両立に資する適切な維持管理手法・監視方法の提案を行うことを目的としている。

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。

A.2 研究概要

本研究においては、新技術を用いた建物構造、空調設備による維持管理・監視について、適切な環境衛生に資する維持管理手法・監視方法の提案を行うことを目的としており、具体的な検討項目を以下に示す。

- 1) 建築構造・空調設備と環境衛生の現状把握
建築構造・空調設備と環境衛生の現状の課題を抽出し、環境衛生との両立に資する適切な運用、維持管理手法・監視方法・基準について検

討する。

2) 環境と空調機器運用の実態調査

次年度以降、実際の建築物における温湿度などの測定と共に建築物で空調設備の運転管理されている BEMS により記録されているデータを用いた環境衛生管理の活用の可能性を検討し、環境の質の向上に寄与する新たな提案を行う。

3) 新技術に対応した適切な運用方法の提案

1) および 2) の検討を基に、新技術に対応した設備における適正な環境衛生のための運用・維持管理手法、監視方法などの基礎資料を提案する。

本年度においては、上記 1) と、2) の一部を検討対象として、建築物衛生法の基準適合範囲に対して不適合となる場合の、原因や詳細な課題抽出を目的として事務所ビルについて、加湿・空調方法の異なる 7 件の事務所ビルにおける運用時の室内環境データの解析を行った。

本研究の概要と本年度の検討範囲を図 3-1 に示す。

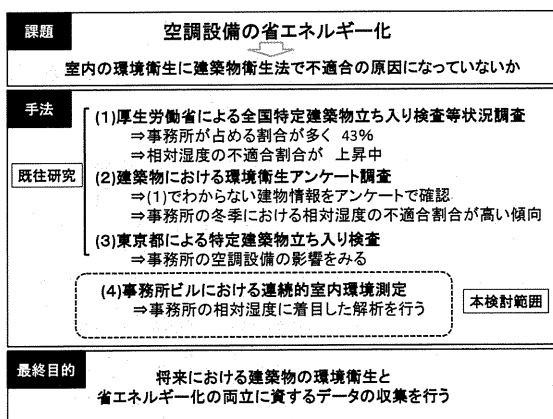


図 3-1 研究概要と本年度の検討範囲

B 研究手法（建築構造・空調設備と環境衛生の現状把握および、環境と空調機器運用の実態調査）

本年度は、先の厚労省科研費調査の全国特定建築物立ち入り検査、アンケート調査の結果を踏まえた上で、事務所用途における空気環境の実態把握とデータ収集を目的とし、温湿度、二酸化炭素濃度に着目した連続的室内空気環境測定データの解析・検討を行った。

なお、以降の検討において、連続的室内環境測定値のうち建築物衛生法の基準値範囲を逸脱する値の割合を「基準値外割合」、基準値範囲に含まれる値の割合を「基準値内割合」とする。

表 3-1 に本研究の対象事務所ビルの概要を示す。昨年度からの継続で空調方式が中央方式の建築物の測定を実施した。また、本年度から個別方式も含めた検討を行うため、対象建築物数の増加を図った。

建築物規模は大規模から小規模、竣工年数も様々な建築物の検討を行うため 7 件の建築物の実測、解析を実施した。また、本年度より室内温度、相対湿度の測定を行うとともに、二酸化炭素濃度も連続的に測定し解析、検討を行った。また、昨年からの継続の建築物については本年度と昨年度の温湿度、消費熱量（空調設備における暖房用温熱および冷房用冷熱の消費量）の比較を行い、震災後の節電にかかる影響も含めた検討を行った。

さらに測定対象の妥当性の検証として、従前の研究結果との比較を実施し、測定対象の全国分布における位置づけに関する検討を行った。

表 3-1 本研究の対象事務所ビルの概要

対象事務所ビル	空調方式	建物用途	竣工	データ期間	計測機器	延床面積	構造	規模
Tビル	中央方式	事務所	1960年	2010/1/27~ 2011/12/21	BEMS 温湿度計・15個 CO2・3台	約9,370㎡	SRC造	地上9階 地下2階
Kビル	中央方式	事務所	1931年 2006年改修	2010/1/1~ 2011/11/30	温湿度計・5個 CO2・2台	約7,840㎡	RC造	地上8階 地下1階 塔屋3階
Sビル	中央方式	事務所	1988年	2008/1/1~ 2011/11/30	BEMS	約54,000㎡	SRC造	地上9階 地下1階 塔屋1階
Iビル	個別方式 (狭)	事務所		2011/7/27~ 2011/11/6	温湿度計・4個 CO2・3台	約2,200㎡	SRC造	地上7階 地下1階
Nビル	個別方式 (広)	事務所	1984年 9月	2011/10/14~ 2011/10/20	温湿度計・9個 CO2・2台	約7,340㎡	SRC造	地上8階 地下1階
Aビル	個別方式	事務所	1991年 3月	2011/10/9~ 2011/10/31	温湿度計・1個 CO2・1台	約1,700㎡	S造 (一部RC造)	地上6階 地下1階
Hビル	個別方式 +換気	事務所		2011/8/5~ 2011/10/31	温湿度計・5個 CO2・2台	約2950㎡	SRC造	地上9階 地下1階

C. 研究結果

C.1 Tビルについて

C.1.1 Tビル概要建物概要

建物名称：Tビル

所在地：東京都中央区

主要用途：事務所

竣工年月：1960年

延床面積：9,368 m²

空調面積：6,338 m²

基準階床面積：879 m²
 建物構造：SRC造
 階数：地上9階，地下2階
 空調方式 中央方式と個別方式の併用

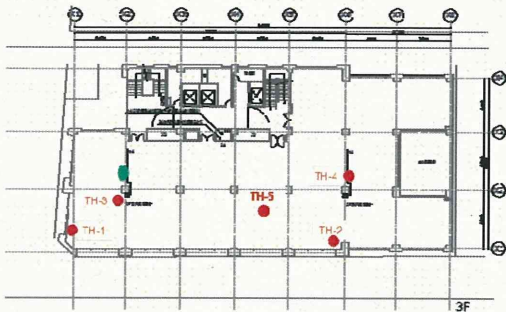
C.1.2 Tビル測定機器概要と対象データ期間

BEMS データ

温湿度計 3階5個
 7階5個
 9階5個
 CO₂濃度計 3階1台
 7階1台
 9階1台

2010年1月27日～2011年12月21日

C.1.2 Tビル測定器設置場所



Tビルには、中央式の空調機のほかに AHU が各階に1台ずつ導入されており、オフィス空間の空調を行っている。平面図を以下に示す。

● 温湿度測定位置 ● CO₂測定位置

図3-2 Tビル代表階平面図

C.1.3 Tビル測定結果

Tビル各階における室内温度と相対湿度の分布を湿り空気線図上にプロットしたものを図3-3(2010年度), 図3-4(2011年度: 震災後)に示す。

両年度とも、冬期における相対湿度が基準値に達していないことが多く、従前の検討同様に、事務所ビルにおける冬期の相対湿度低下の傾向が顕著に見られた。

震災前後の変化については、温度は両年でさほど変化はないが、2011年度は夏期の相対湿度が高くなる傾向が見られ、さらに冬期の相対湿度も低くなる傾向が見られた。これは、2011年3月11日の震災の影響による節電要請により、空調設備の運用方法に変更が加えられたためと

考えられる。

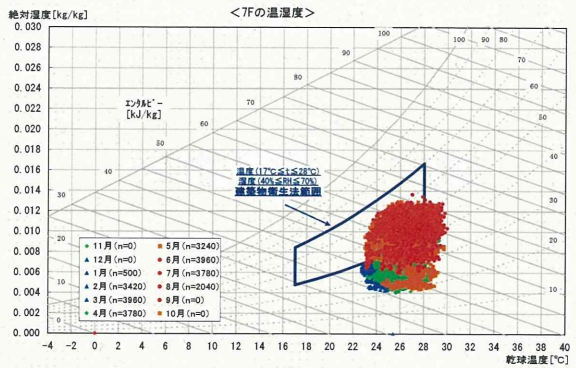


図3-3 2010年度 Tビル代表階温湿度

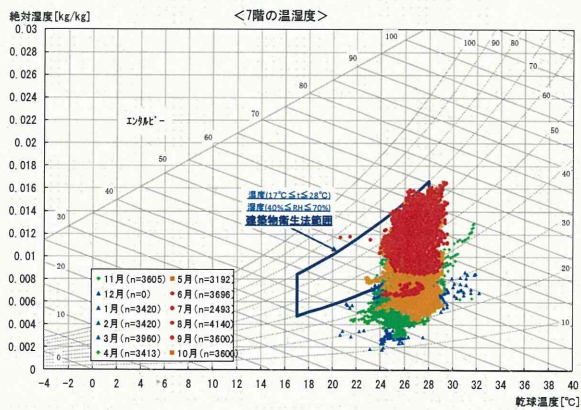


図3-4 2011年度 Tビル代表階温湿度

Tビルにおける室内温湿度基準値内外割合を図3-5(温度), 図3-6(湿度)に示す。温度に関しては2010年・2011年ともに、夏期(6・7・8・9月)に建築物衛生法の範囲外となる28°C以上の割合が多い傾向があり、湿度に関しては中間期・冬期に大きく基準範囲を下回ってしまっている傾向が確認できる。

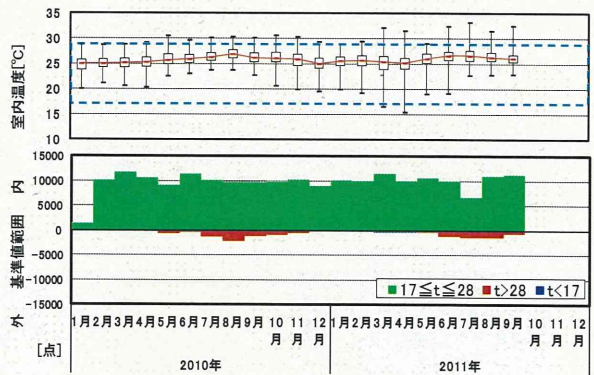


図3-5 Tビル室内温度基準値内外割合

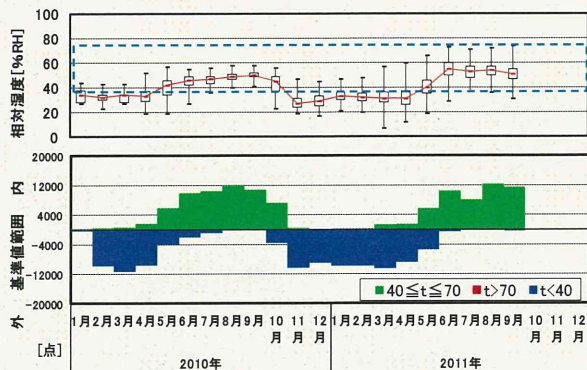


図 3-6 Tビル相対湿度基準値内外割合

Tビルにおける年度別の室内温湿度のコンタ一図を図 3-7～図 3-10 に示す。なお、本解析においては、2011 年 12 月のデータは含んでおらず、黒色標記とした。結果として室内温度は 2010 年全ての月を平均すると 27°C～28°C となり、建築物衛生法の基準値範囲内であった。

2011 年においては震災の影響により、2010 年に比べ冬期の平均温度が下がっている傾向にあった。また、夏期の相対湿度が上昇する傾向にあった。これは、節電要請による空調用冷水の温度緩和によって除湿が困難になったためであることを、ヒアリングにより確認している。



図 3-7 Tビル 2010 年室内温度色分け

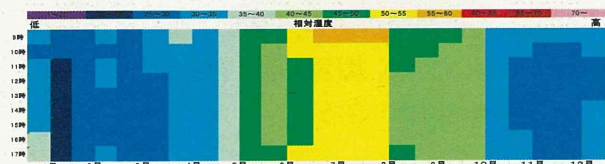


図 3-8 Tビル 2010 年相対湿度色分け

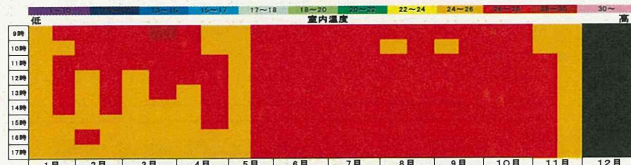


図 3-9 Tビル 2011 年室内温度色分け

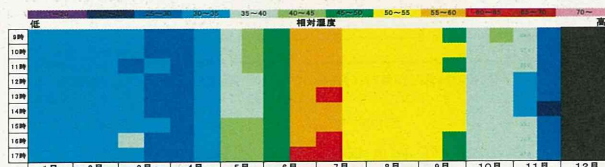


図 3-10 Tビル 2011 年相対湿度色分け

以下に震災前後の比較を示す。室内温度に変化はあまり見られないが、相対湿度が 2011 年度、夏期において上昇している傾向にあることが確認できる。

2011 年度は空調設備の負荷熱量が前年度までと比べ 10.1%削減されていることがわかり、節電の影響を確認することができた。なお相対湿度の上昇分は夏期平均で 2.2%であり室温の上昇もあることから除湿量が少なくなっていることが示唆された。

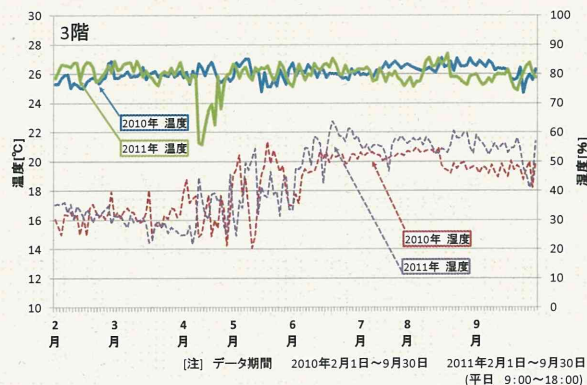


図 3-11 2010 年・2011 年月別平均温湿度

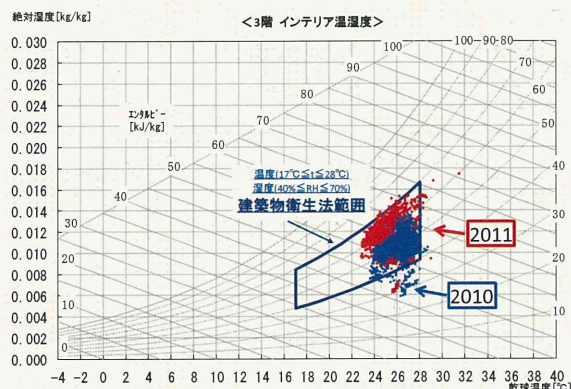


図 3-12 Tビル夏期における 2010 年・2011 年室内温度状況比較

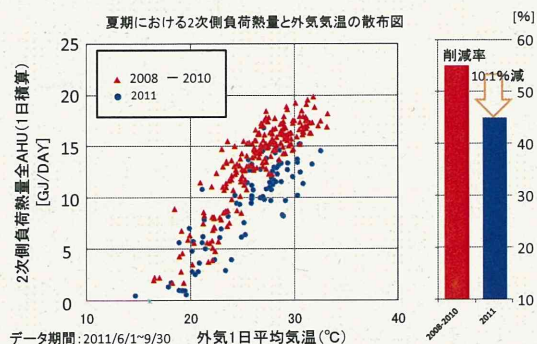


図 3-13 Tビル夏期における 2 次側負荷熱量と

外気温度の散布図

C.2 Kビルについて

C.2.1 Kビル概要建物概要

建物名称：Kビル

所在地：東京都中央区

主要用途：事務所

竣工年月：1931年

延床面積：7,843 m²

空調面積：6,338 m²

建物構造：RC造

階数：地上8階，地下1階，塔屋3階

空調方式 中央方式と一部個別方式の併用

C.2.2 測定機器概要と対象データ期間

温湿度計 各階1個

CO2濃度計 2台

2010年1月1日～2011年11月30日

C.2.3 Kビル測定器設置場所

Kビルには、中央式の空調機のほかに AHU が各階に1台ずつ導入されており，オフィス空間の空調を行っている。平面図を以下に示す。

● 温湿度測定位置

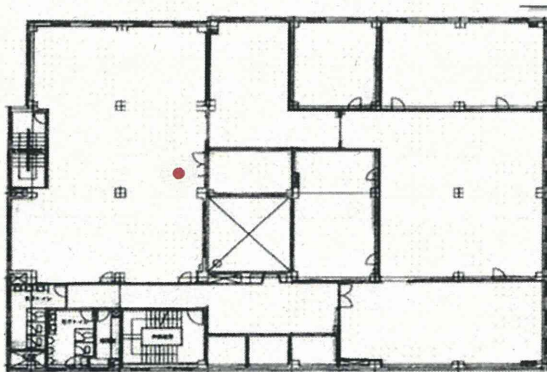


図 3-14 Kビル代表階平面図

C.2.3 Kビル測定結果

Kビル各階における室内温度と相対湿度の分布を湿り空気線図上にプロットしたものを図 3-15(2010年度)，図 3-16(2011年度：震災後)に示す。Kビルにおいては基準範囲内に当てはまるものが多い。しかし夏期に室内温度，中間期，冬期に相対湿度が逸脱するものも見られる。

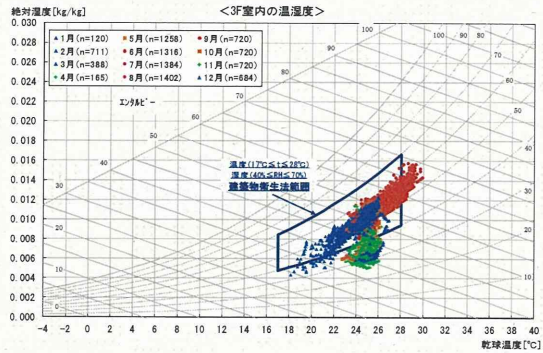


図 3-15 2010年度 Kビル代表階温湿度

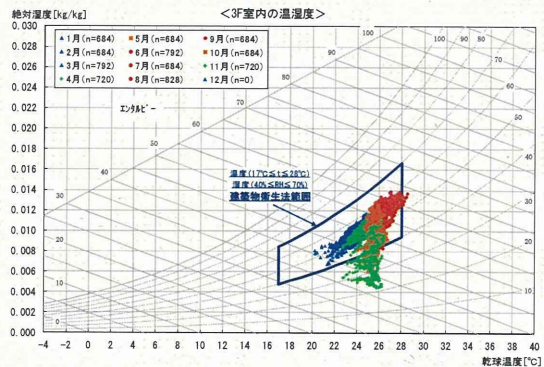


図 3-16 2011年度 Kビル代表階温湿度

Kビルにおける室内温湿度基準値内外割合を 図 3-17(温度)，図 3-18(湿度)に示す。温度に関して 2010年・2011年を比較すると，2011年夏期(6・7・8・9月)の一部に基準範囲外となる 28°C 以上の割合が生じてしまっている。また，相対湿度に関して 2010年・2011年を比較すると，2010年の 3・4・5月に基準値外が生じており，2011年には減少している。これらは，震災の影響で節電を行ったことの影響である可能性が考えられる。

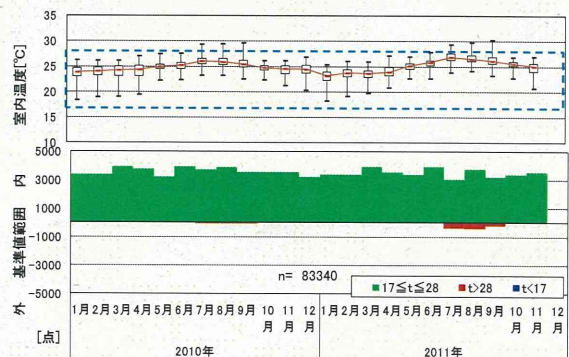


図 3-17 Kビル室内温度基準値内外割合

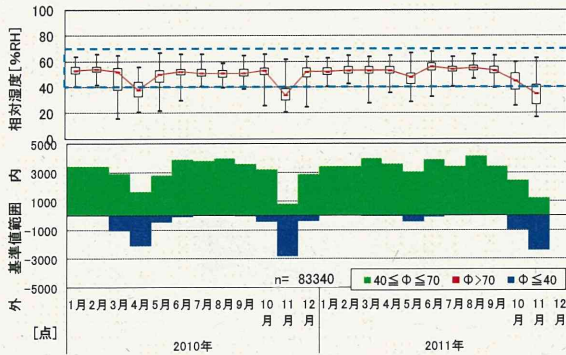


図 3-18 Kビル相対湿度基準値内外割合

Kビルにおける年度別の室内温湿度の平日運用時間における15分ごとのデータを2週間ごとの平均値にし、その数値より色分けしたコンター図を図3-19～図3-22に示す。結果として、室内温度は2010年全ての時間データを月平均にすることで、建築物衛生法の基準値範囲内にあてはまる値となった。しかしながら、2011年においては2010年に比べ平均温度が夏期において高い傾向にあった。

相対湿度については、2010年の冬期・中間期に建築物衛生法の基準値を下回るものが多い。また夏期について2011年の結果を2010年と比較すると、平均値が高い傾向となった。



図 3-19 Kビル2010年室内温度色分け

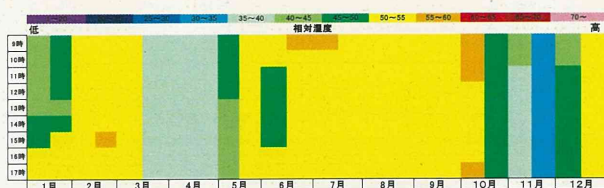


図 3-20 Kビル2010年相対湿度色分け



図 3-21 Kビル2011年室内温度色分け



図 3-22 Kビル2011年相対湿度色分け

C.3 Sビルについて

C.3.1 Sビル概要建物概要

建物名称：Sビル
 所在地：東京都中央区
 主要用途：事務所
 竣工年月：1988年
 延床面積：54,000 m²
 建物構造：SRC造
 階数：地上9階，地下1階，塔屋1階
 空調方式中央方式

C.3.2 測定機器概要と対象データ期間

BEMS データ

2008年1月1日～2011年11月30日

C.3.3 Sビル測定結果

Sビル各階における室内温度と相対湿度の分布を湿り空気線図上にプロットしたものを図3-23(2008年度), 図3-24(2009年度), 図3-25(2010年度), 図3-26(2011年度：震災後)に示す。

全ての年度でさほど変化はないが、2011年度は冬期の室内温度が低くなる傾向が見られ、冬期の相対湿度が他の年度と比べ高くなる傾向が見られた。これは、2011年3月11日の震災の影響による節電要請により、空調設備の運用方法に変更が加えられたためと考えられる。

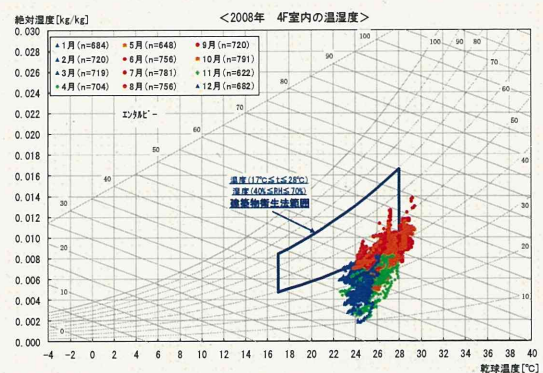


図 3-23 2008年度 Sビル代表階温湿度

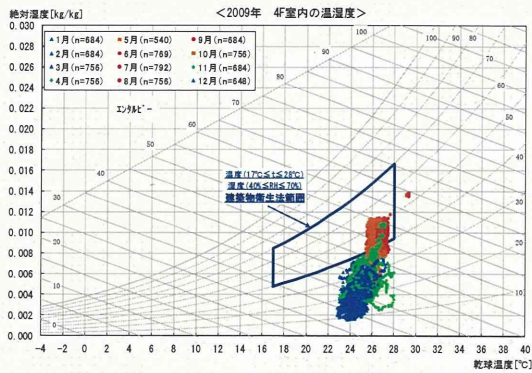


図 3-24 2009 年度 S ビル代表階温湿度

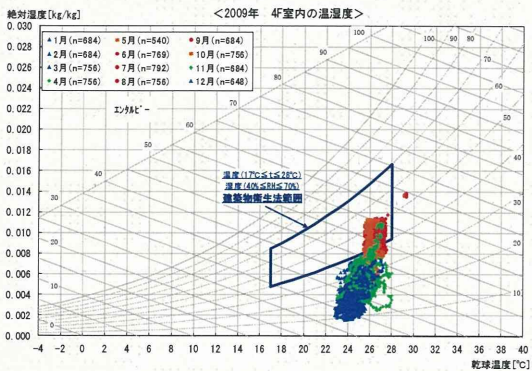


図 3-25 2010 年度 S ビル代表階温湿度

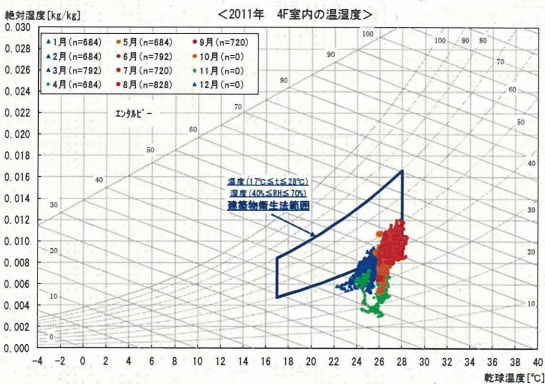


図 3-26 2011 年度 S ビル代表階温湿度

S ビルにおける室内温湿度基準値内外割合を図 3-27(温度), 図 3-28(湿度)に示す。温度に関しては, 2008 年から 2011 年までを比較すると, 室内温度においては 2008 年の 8・9・10 月に基準値外が生じている。また, 湿度に関しては, 2008 年から 2011 年までを比較すると全ての年度にわたり, 多くが基準値外であり 40%RH を大きく下回っていることが確認した。

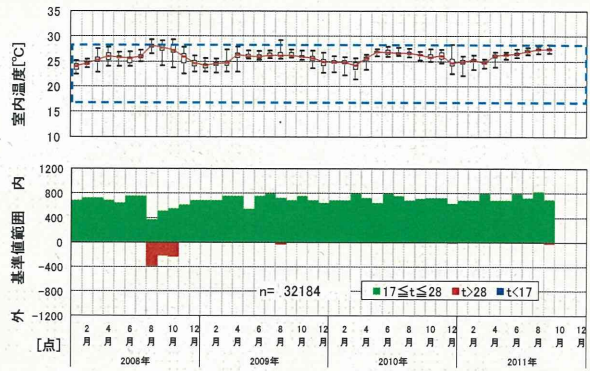


図 3-27 S ビル室内温度基準値内外割合

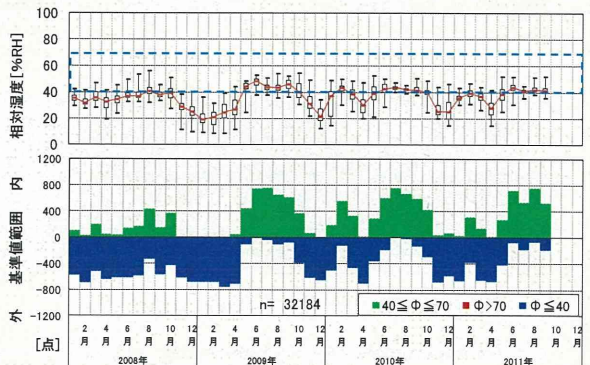


図 3-28 S ビル相対湿度基準値内外割合

S ビルにおける年度別の室内温湿度の平日運用時間における 15 分ごとのデータを 2 週間ごとの平均値にし, その数値より色分けしたコンタ一図を図 3-29~図 3-36 に示す。

結果として室内温度は全年度, 同様に夏期に温度が高く, 冬期・中間期においては適温であり, 全ての期間において建築物衛生法の基準値範囲内の値であることが確認できた。

相対湿度においては各年度にばらつきが見られ, 冬期に 20%RH 以下の値も生じている年度もあった。室内状況として相対湿度において低い値が多い結果であった。

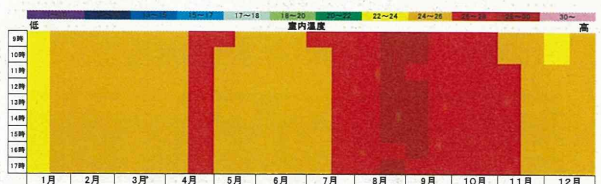


図 3-29 S ビル 2008 年室内温度色分け

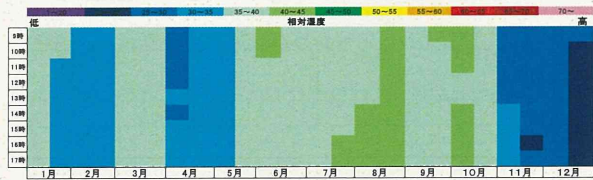


図 3-30 Sビル 2008年相対湿度色分け

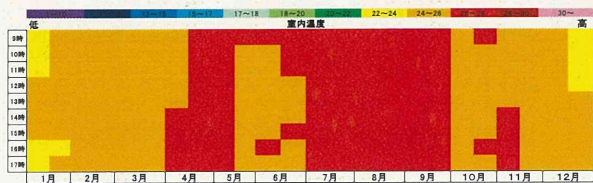


図 3-31 Sビル 2009年室内温度色分け

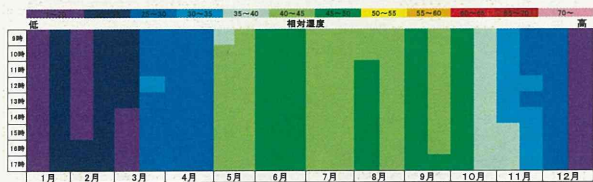


図 3-32 Sビル 2009年相対湿度色分け

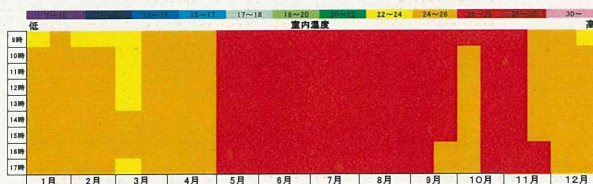


図 3-33 Sビル 2010年室内温度色分け

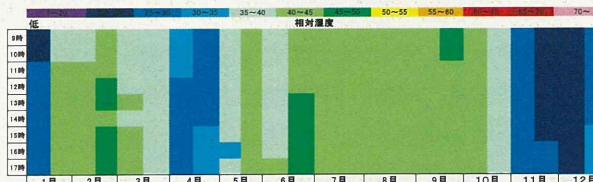


図 3-34 Sビル 2010年相対湿度色分け

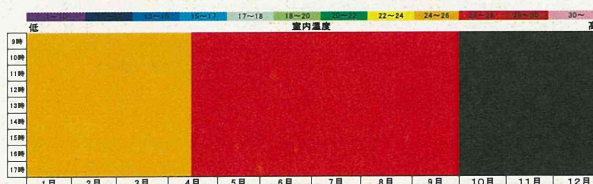


図 3-35 Sビル 2011年室内温度色分け

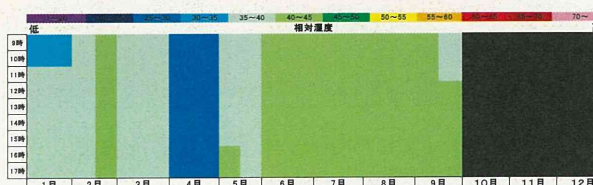


図 3-36 Sビル 2011年相対湿度色分け

C.4 Iビルについて

C.4.1 Iビル概要建物概要

建物名称：Iビル

所在地：東京都千代田区

主要用途：事務所

延床面積：2,200 m²

基準階床面積：約 300 m²

建物構造：SRC造

階数：地上9階，地下2階

空調方式個別方式と熱交換器

C.4.2 測定機器概要と対象データ期間

温湿度計 4個

CO₂濃度計 3台

2011年7月27日～2011年11月6日

C.4.3 Iビル測定器設置場所

Iビルには，個別方式の空調機のほかに熱交換器が使用されており，オフィスにおける空調を行っている．平面図を以下に示す．

● 温湿度測定位置 ● CO₂測定位置

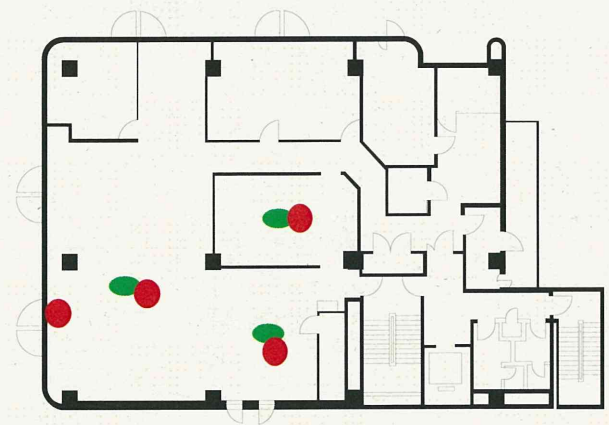


図 3-37 Iビル代表階平面図

C.4.4 Iビル測定結果

Iビル各階における室内温度と相対湿度の分布を湿り空気線図上にプロットしたものを図3-38(2011年度)に示す．

夏期においては室内温度，中間期においては相対湿度の基準値から逸脱したものが多いたことが分かる．

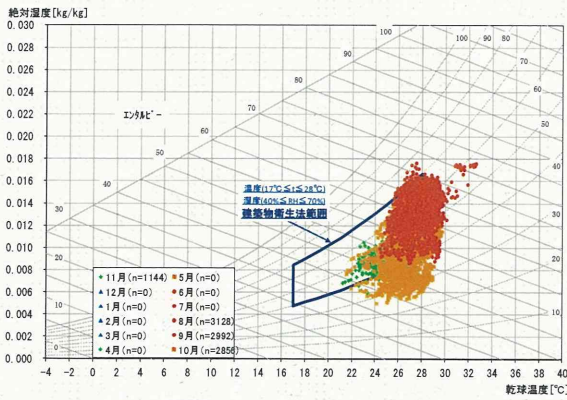


図 3-38 I ビル代表階温湿度

I ビルにおける室内温湿度基準値内外割合を図 3-39(温度), 図 3-40(湿度)に示す。温度に関しては, 8・9・10月に大きく基準値内範囲を下回っているものが多いことが確認できた。また, 湿度に関しては 10 月のみ建築物衛生法の範囲を下回ってしまっているものがあることが確認できた。

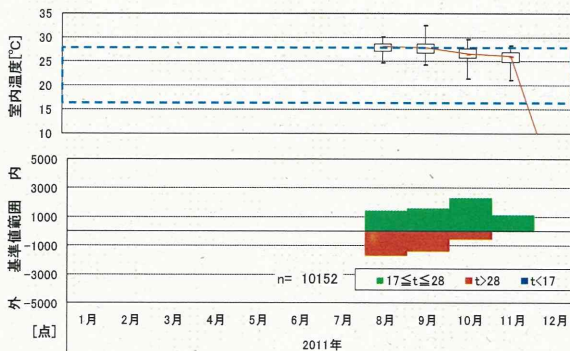


図 3-39 I ビル室内温度基準値内外割合

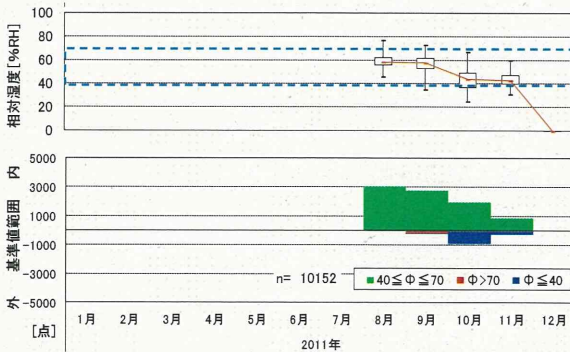


図 3-40 I ビル相対湿度基準値内外割合

I ビルにおける 2011 年度の室内温湿度の平日運用時間における 15 分ごとのデータを 2 週間ごとの平均値にし, その数値より色分けした図を図 3-41~図 3-42 に示す。結果として室内温度は 8 月前半午前の時間帯に基準値範囲外が見られることが確認できる。それ以外の時間帯は建築物衛生法の基準値範囲内にあてはまる値となった。相対湿度においても, 他のビルと比べ基準値内割合が高い傾向にある。今後は, 他の月がどのようなようになっていくかデータの充実が望まれる。

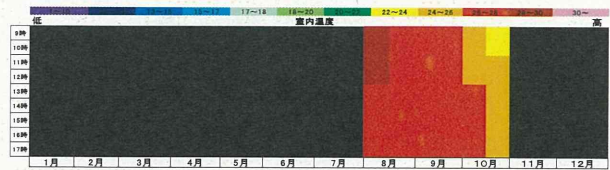


図 3-41 I ビル室内温度色分け



図 3-42 I ビル相対湿度色分け

C.5 Nビルについて

C.5.1 Nビル概要建物概要

建物名称：Nビル

所在地：東京都中央区

主要用途：事務所

竣工年月：1984年9月

延床面積：7,340 m²

建物構造：SRC造

階数：地上8階, 地下1階

空調方式個別方式と外調器

C.5.2 測定機器概要と対象データ期間

温湿度計 9個

CO₂濃度計 2台

2011年10月14日~2011年10月20日

C.5.3 Nビル測定器設置場所

Nビルには, 個別方式の空調機のほかに外調器が使用されており, オフィスにおける空調を行っている。平面図を以下に示す。

● 温湿度測定位置 ● CO2 測定位置

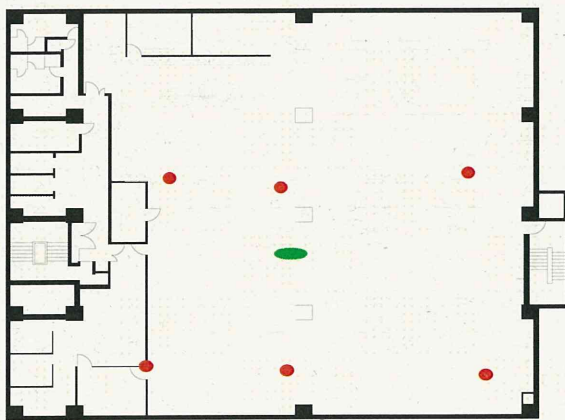


図 3-43 Nビル代表階平面図

C.5.4 Nビル測定結果

Nビル各階における室内温度と相対湿度の分布を湿り空気線図上にプロットしたものを図 3-44(2011 年度)に示す。

データ期間が短く中間期のみのグラフとなるが基準値内の範囲に当てはまるものが多い。しかし、相対湿度を建築物衛生法から逸脱したものも見られる。当ビルについても今後のさらなるデータの充実を行う。

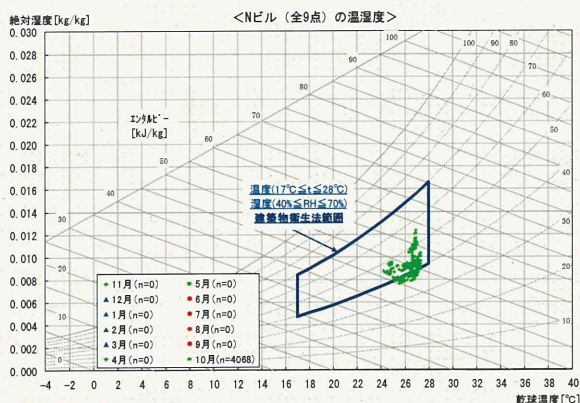


図 3-44 Nビル代表階温湿度

個別空調方式Nビルの各測定点における同時刻の室内温度・相対湿度の頻度割合の解析を行った。9点あるうちの中央の測定点を基準点とし他の測定点と比較したものを図 3-45 から図 3-46 に示す。

同フロアにおいても室内温度・相対湿度に各測定点で最大で室内温度は $\pm 3^{\circ}\text{C}$ の差が生じてしまうことが確認された。また相対湿度につい

ては図示場では、 $\pm 6\%$ までとなっているが、実際には最大 10%の差があり、同フロアにおいても各点で室内環境に差が生じてしまうことを確認した。

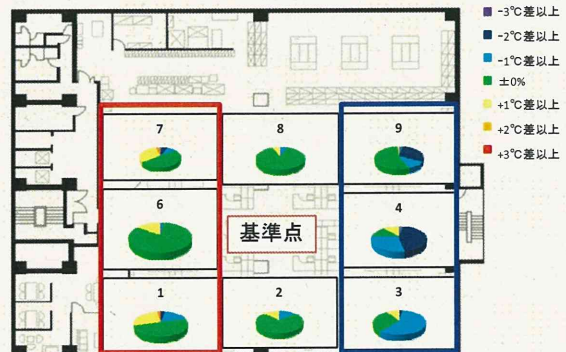


図 3-45 Nビル各測定点における温度差

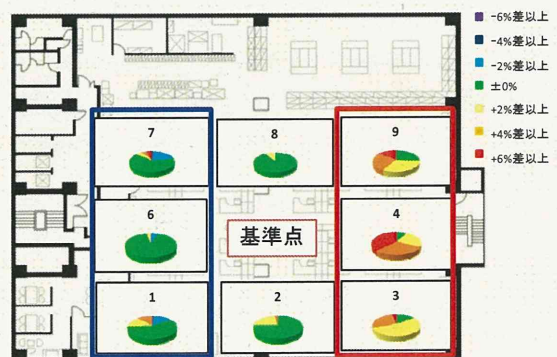


図 3-46 Nビル各測定点における湿度差

C.6 Aビルについて

C.6.1 Aビル概要建物概要

建物名称：Aビル
 所在地：東京都千代田区
 主要用途：事務所
 竣工年月：1991年3月
 延床面積：1,700 m²
 基準階床面積：240 m²
 建物構造：S造，一部RC造
 階数：地上6階，地下1階
 空調方式個別方式

C.6.2 測定機器概要と対象データ期間

温湿度計 5個
 CO₂濃度計 1台

2011年10月9日～2011年10月31日

C.6.3 Aビル測定器設置場所

Aビルには、個別方式の空調が使用されており、オフィスにおける空調を行っている。平面図を以下に示す。