

書類審査結果より、全用途および事務所の空気環境項目の不適合割合を図 3-5～図 3-6 に示す。なお、各種検査によって得られたデータの属性を図 3-4 に示す。各種検査のうち、一般検査及び精密検査によって得られたデータは測定値を含んでおり、本検討以降では一般検査データを用いた検討を行った。

図 3-5～図 3-6 より全用途、事務所ともに相対湿度、次いで CO₂ の不適合割合が高く、その他の項目については低い傾向にあることがわかった。

以上より、相対湿度、温度、CO₂ の 3 項目が、空気環境に影響を及ぼす可能性のある項目であると考えられる。

C.1.5 立入検査時期による室内空気環境測定値の状況

前項より、帳簿書類の審査結果では相対湿度の不適合割合が最も高く、次いで CO₂・温度が高い傾向にあることが分かった。本項では、立入検査時に実施した室内空気環境測定値を使用し、事務所における相対湿度・CO₂・室内温度の状況を示す。

平成 16 年度～20 年度までに実施した立入検査（一般検査）の室内環境測定値より、事務所の温度・相対湿度を空気線図上にプロットしたものを図 3-7 に示す。

図 3-7 より、温度が基準値外となるのは 28℃を超えてわずかに分布した。一方で相対湿度が基準値外となるのは 40%RH に満たない分布によるものであった。

図 3-7 に示したデータを、外気のデータと温度・絶対湿度・相対湿度の 3 項目それぞれを合わせたものを図 3-8、図 3-9、図 3-10 に示す。

温度について、年間を通して室内の温度は、約 25℃上に多く分布していた。しかし相対湿度については、夏季は 40%RH 以上を示したが、冬季と中間期において基準値を下回って分布していることが確認された。また、外気温度が 5℃を下回る時期においても立入検査を実施しているが、季節や天候によって測定値への影響がある可能性が示唆された。

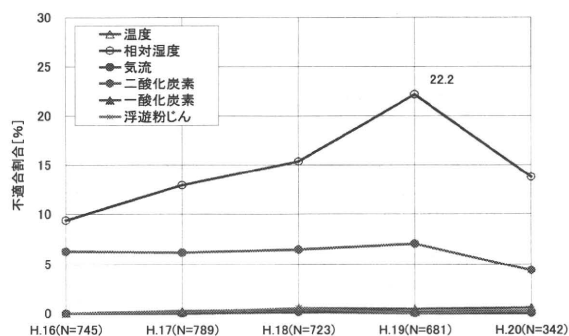


図 3-5 空気環境測定項目の不適合割合（全用途）

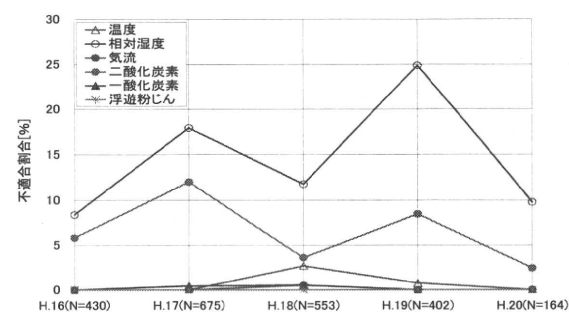


図 3-6 空気環境測定項目の不適合割合（事務所）

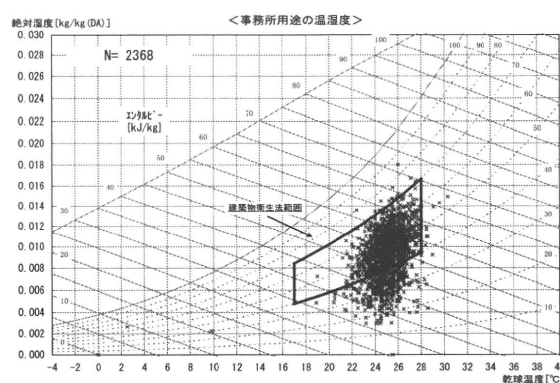


図 3-7 一般検査データによる室内空気状態（事務所）

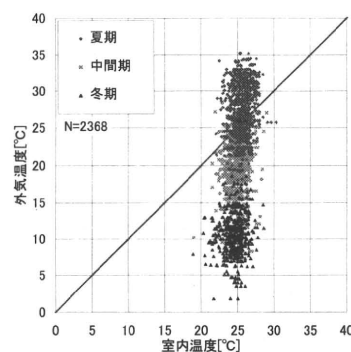


図 3-8 一般検査データにおける外気温度-室内温度の分布（事務所）

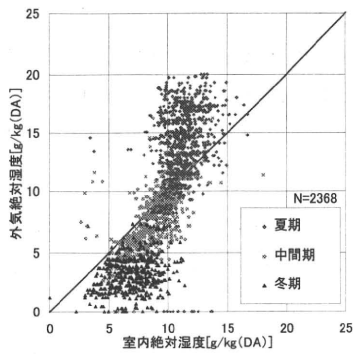


図 3-9 一般検査データにおける外気絶対湿度-室内絶対湿度の分布 (事務所)

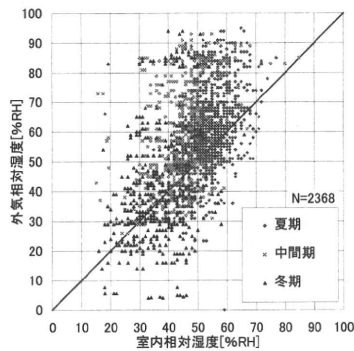


図 3-10 一般検査データにおける外気相対湿度-室内相対湿度の分布 (事務所)

立入検査時に実施した室内環境測定値が立入検査時期の年次 (月, 年度) において基準値内・外の値を示した頻度を図 3-11~図 3-13 の下段に示す。立入検査を実施した月の全点数中の最大値・最小値・中央値をとったものを上段に示す。

図 3-11 より、前項において不適合割合が高かった相対湿度の測定値の状況は、冬季において基準値を下回り、基準値外となっている。中間期においてもやや基準値外になる傾向にあることが分かった。立入検査を実施している頻度は年間を通して一定ではなく、冬季、特に年度末の繁忙期には立入検査を実施できない状況にあることがわかった。

図 3-12 より、CO₂は季節による基準値外になる傾向が読み取立入検査時期による測定値の基準値内・外状況 (温度) 通して基準値外になる傾向にあることがわかった。

図 3-13 より、温度はほぼ基準値内にある傾向で、夏季に基準値外 (28℃以上) になることがあった。

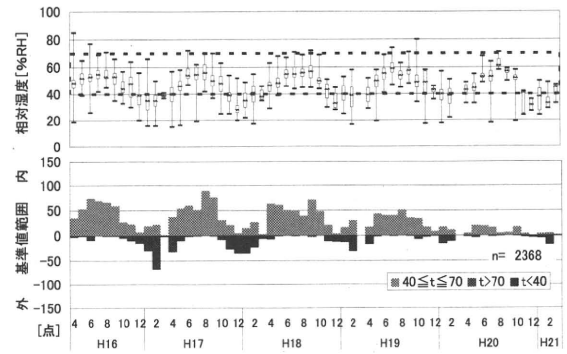


図 3-11 立入検査時期による測定値の基準値内・外状況 (相対湿度)

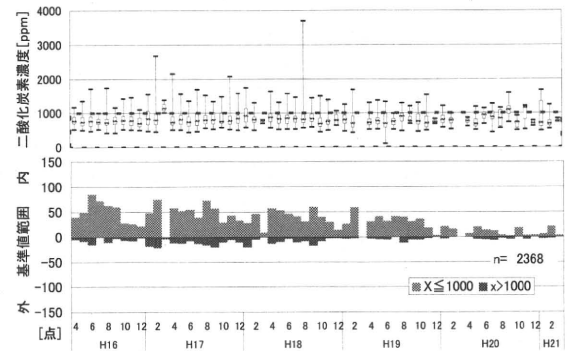


図 3-12 立入検査時期による測定値の基準値内・外状況 (CO₂)

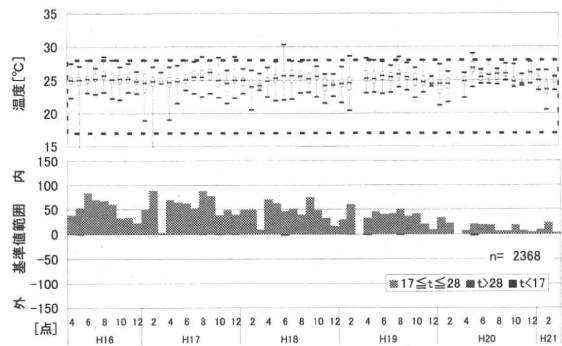


図 3-13 立入検査時期による測定値の基準値内・外状況 (温度)

C.1.6 空気環境項目と建物属性・設備属性の関係

前項より、相対湿度・温度・CO₂が基準値外となりやすい季節を確認した。本項では、冬季を対象に基準値外となる要因を検討するために、相対湿度・温度・CO₂と建物属性及び設備属性との関係を示す。建物の竣工年との関係を図 3-14 に、空調方式との関係を図 3-15 に、加湿方式との関係を図 3-16 に示す。

図 3-14 より、1950 年代に竣工した建物の相対湿度と CO₂の基準値外割合が最も高く、1960

年代竣工のものから、ごく最近竣工したものにかけて徐々に基準値外割合が増加傾向にあった。

図 3-15 より、個別方式の絶対数は少ないが、個別方式の相対湿度の基準値外割合が高い傾向にあった。

図 3-16 より、温水噴霧において相対湿度とCO₂の基準値外割合が高い傾向にあった。

空調方式と加湿方式の関係性については各母集団の絶対数に差があるため、今後より詳細に検討を行う必要があると考えられる。

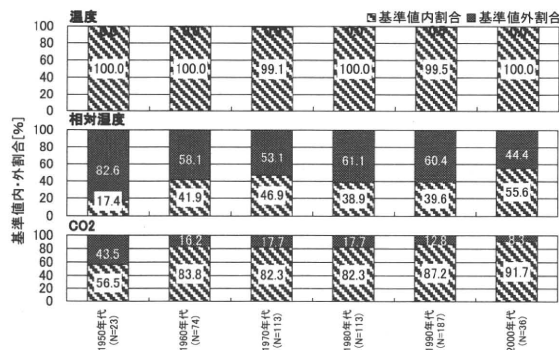


図 3-14 竣工年代別の基準値内・外内訳 (冬季)

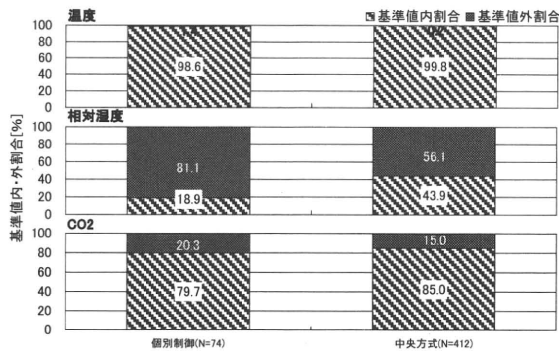


図 3-15 空調方式別の基準値内・外内訳 (冬季)

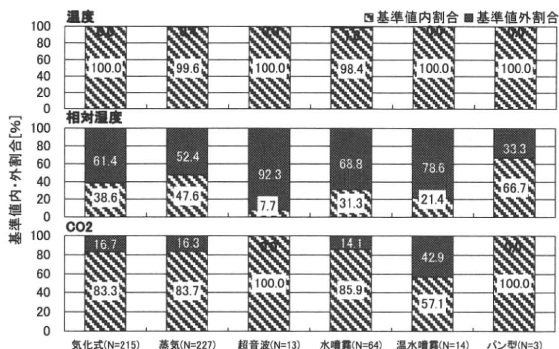


図 3-16 加湿方式別の基準値内・外内訳 (冬季)

C.1.7 考察

東京都における特定建築物立入検査結果の建物基本情報より、主要都市における特定建築物の空気調和設備の方式、加湿方式の属性を把握することができた。

空気調和設備の方式について全体制御、各階制御の中央熱源方式が多く導入されている傾向にあることが読み取れた。

加湿方式については、小規模であると設備がないものも多くあること、蒸気式、気化式が多く導入されていることが読み取れた。

空気調和設備の方式、加湿方式の属性が各特定用途でわかったが、検査件数に差があるためより正確に環境衛生の詳細を把握するべく検査数が規模別に見ても比較的多く、整合性がとれる事務所について詳しく調査した。

空気環境項目の不適合割合の傾向は、温度を除いて、全国特定建築物立入検査等状況調査結果と同様の傾向を示した。特に相対湿度、CO₂の不適合割合が高い傾向にあり、これらの項目が空気環境に影響を及ぼす可能性があることが示唆された。

また、検査時期によって空気環境項目に及ぼす影響についての検討においては、特に冬季における立入検査の測定値は基準値を下回る傾向にあることが確認された。

C.2 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 (1)

前項までは、建築物衛生法に規定された定期的な環境衛生の測定データについての解析を行った。その結果より、事務所ビルにおける相対湿度の基準値外の割合が高いという全体的な傾向の把握が出来た。よってここでは、その原因やより詳細な課題抽出を目的として加湿・空調方法の異なる2件の事務所ビル(以下、Tビル・Kビル)における長期計測により得られた連続的室内環境測定値の解析結果について報告する。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」とした。

C.2.1 対象ビルについて

対象としたTビルについては昨年度BEMSデータを解析した物件とした。Tビルの概要を表3-2～表3-4示す。

BEMSによる測定点以外に別途複数の計測点を設け、温度・相対湿度を計測し、空間的な空気環境項目の変動の検討を行った。

C.2.2 研究手法

Tビルにおける計測階は3・7・9階とし各階に温湿度計5台とCO₂測定機1台を図3-17～図3-19に示すように設置し、長期計測を行った。温度・湿度の測定間隔は15分に1回とし、解析には2010年1月27日～2010年12月27日の約1年間分(平日9:00～17:00)を用いた。

本検討は計測点を各階複数点設けたことにより、同執務空間における温湿度の変動の検討を行った。

C.2.3 計測概要

(1) 計測項目

イ) 温湿度(執務室室内, 乾球温度・相対湿度)

各温度は、温湿度センサ(インターバル15minの瞬時値)を用いて計測した。なお温度センサは電池式を採用した。また温湿度センサ本体の裏面にマグネットシートを取り付け、床上1000mm程度の高さ、日射の影響を受けにくい場所へ設置した。

表 3-2 施設概要

建物名称	Tビル
所在地	東京都中央区日本橋
主要用途	事務所
竣工年月	1960年6月
延床面積	9,368 m ²
空調面積	6,338 m ²
基準階床面積	879 m ²
建物構造	SRC造
階数	地上9階, 地下2階
管理体制	自社管理
清掃	常駐(5名)
空調方式	セントラルと個別の併用
貸室仕様	床仕様 OAフローア 天井高 2800mm 床加重 400 kg/m ²
入退室	24時間可

表 3-3 熱源設備概要

冷凍機水冷チラー	(直膨式)
空冷ブラインチラー	(製水時)(冷房時)
ブラインポンプ	空冷ブラインチラー用 氷蓄熱槽放熱用(内融式)
冷水一次ポンプ	空冷ブラインチラー用
冷却水ポンプ	水冷チラー用
エプロンポンプ	氷蓄熱槽用(外融式) 氷蓄熱槽用(内融式)
冷却塔	水冷ブラインチラー用
冷水二次ポンプ	冷水ポンプ
熱供給ポンプ	冷水ポンプ
空調機	AHU-1 30 kW AHU-2 30 kW AHU-3 7.5 kW
氷蓄熱槽	外融式・内融式

表 3-4 改修履歴

1990年4月	蓄熱式空調設備導入
1996年11月	外壁及び窓サッシ改修
1997年10月	自動火災報知設備改修
1997年11月	屋内消化栓設備改修
1998年6月	給排水衛生設備改修
2000年3月	電気設備改修
2002年5月	蓄熱式空調熱源増設
2006年2月	耐震補強(軸耐力補強)
2006年5月	共用部内壁塗装
2006年10月	立体駐車場改修
2008年12月	エレベーター改修

ロ) 外気温湿度

外気温湿度は、温湿度センサ（インターバル 15min の瞬時値）を用いて計測した。なお温湿度センサは電池式を採用した。また温湿度センサは、屋上の百葉箱内に設置した。

ハ) CO₂濃度（執務室室内）

CO₂濃度は、CO₂センサ（インターバ5min の瞬時値）を用いて計測した。なお CO₂センサは電源式を採用した。また CO₂センサは吹出口周辺に設置した。

浮遊微生物

微生物は、カビセンサを1ヶ月間温湿度センサ本体部に設置した。なおカビセンサの設置時期は夏季の冷房期間のみ実施した。

(3) 計測機器概要

本検討に使用した計測機器の写真を写真 3-1 に示す。

C.2.4 室内温度・相対湿度の基準値内外割合の結果

室内温度について基準値外割合と、相対湿度の基準値外割合を図 3-20 に示す。

図 3-20 より、室内温度の基準値内・外の割合は、全体的に基準値外割合が低く、高い室で 19.9%，低い室では 0.3%を示した。対して相対湿度の基準値内・外割合は、全体的に基準値外の割合が高く、高い室で 50.6%，低い室で 38.9%を示した。この結果より、相対湿度の基準値外割合が高いことが分かった。

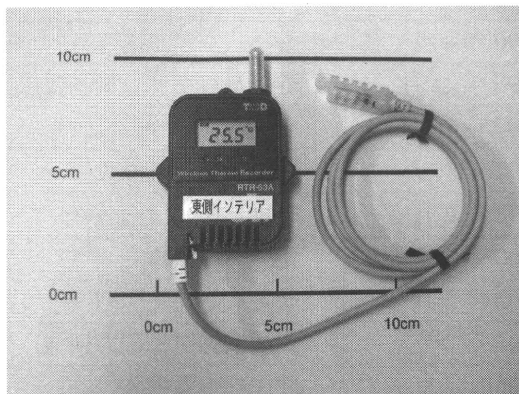


写真 3-1 温湿度ロガー [T&D RTR-53A]

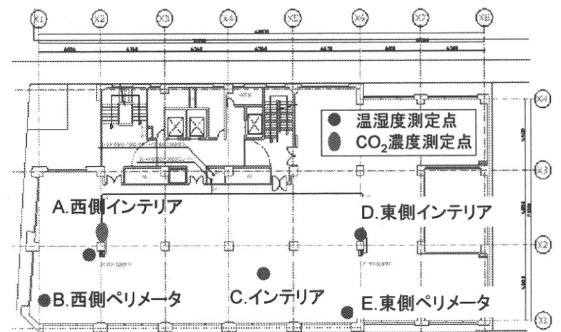


図 3-17 計測ポイント平面図 (3F)

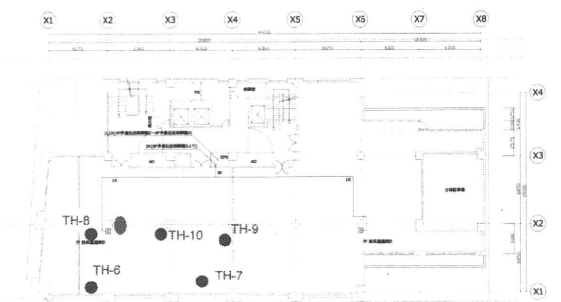


図 3-18 計測ポイント平面図 (7F)

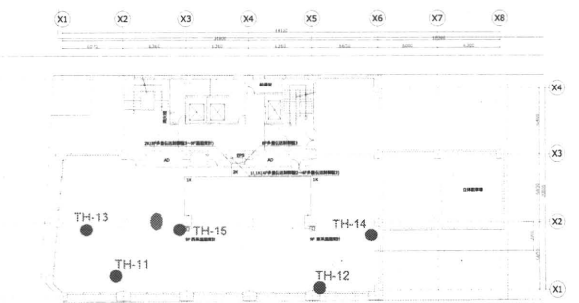


図 3-19 計測ポイント平面図 (9F)

相対湿度	基準値内割合		基準値外割合		データ期間: 2010/1/27~2010/12/27											
	基準値内割合[%]	基準値外割合[%]	基準値内割合[%]	基準値外割合[%]	3F	7F	9F	3F	7F	9F	3F	7F	9F	3F	7F	9F
80	46.5	48.1	50.1	43.6	50.4	47.0	43.7	50.6	46.8	49.0	41.8	38.9	41.9	39.8	40.9	
60	53.5	51.9	49.9	51.4	49.6	53.0	51.3	49.4	53.2	51.0	58.2	61.1	58.1	60.2	59.1	
40	6.3	2.0	3.2	0.8	2.0	9.0	5.2	19.9	0.3	2.6	12.8	3.9	10.1	3.1	0.3	
20	93.7	98.0	96.8	99.2	98.0	91.0	94.8	80.1	99.7	97.4	87.2	96.1	89.9	96.9	99.7	
0																
	西ペリメータ	東ペリメータ	西インテリア	東インテリア	インテリア	西ペリメータ	東ペリメータ	西インテリア	東インテリア	インテリア	西ペリメータ	東ペリメータ	西インテリア	東インテリア	インテリア	

図 3-20 室内温度と相対湿度の建築物衛生法に対する基準値外の割合

C.2.5 空気調和機運転時の室内空気環境

前項では、相対湿度の基準値外割合が高いことが分かった。この結果より、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 3-21 から図 3-29 に示す。なお、年間のグラフを冬季（1・2・3・12月）・中間期（4・5・10・11月）・夏季（6・7・8・9月）の3つに区分したものを順に示す。これらの結果より、相対湿度が建築物衛生法に対して基準値外となる条件を読み取る。

図 3-21 から図 3-29 より、多くの場合相対湿度の基準値外割合は、40%RH 以上となる基準に対して低くなることが分かった。またその傾向は、冬季に多く次いで中間期においても冬季と同じ傾向が見られた。室温については、9 階において夏季・中間期の室内温度が基準よりも高く、冬季において他の階よりも低くなる傾向が見られた。これらの結果より、相対湿度は冬季と中間期において相対湿度 40%RH 以上という基準よりも低くなることで基準値を逸脱すること傾向にあることが分かった。

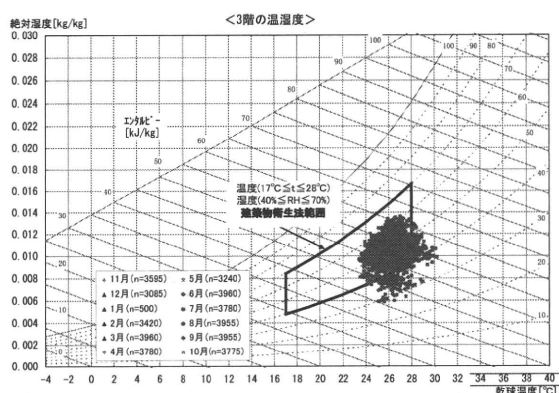


図 3-23 3階における室内温湿度（夏季）

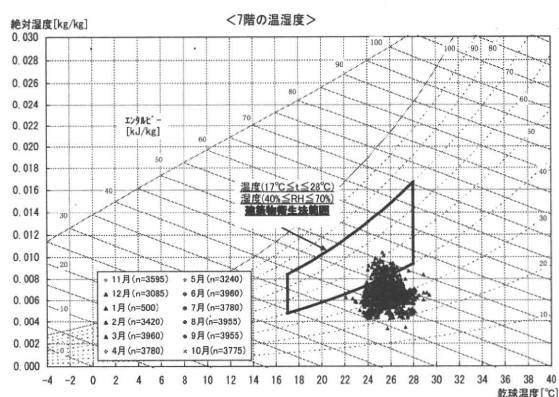


図 3-24 7階における室内温湿度（冬季）

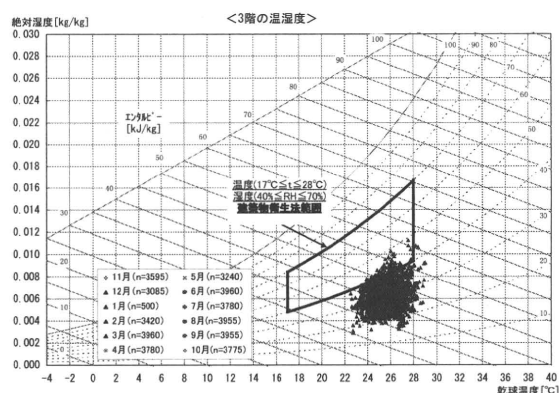


図 3-21 3階における室内温湿度（冬季）

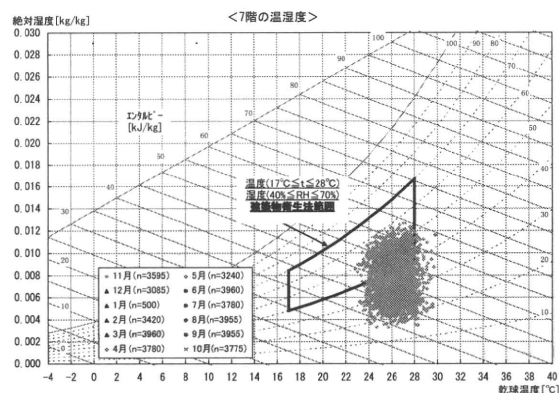


図 3-25 7階における室内温湿度（中間期）

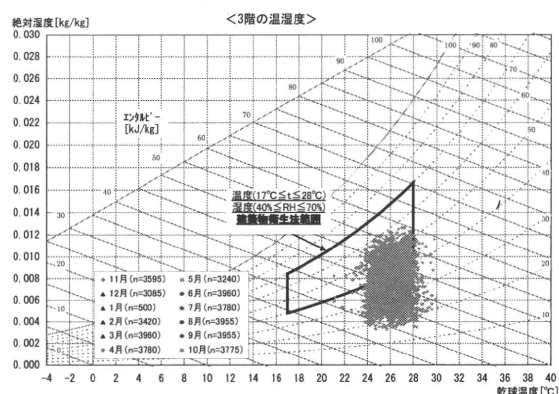


図 3-22 3階における室内温湿度（中間期）

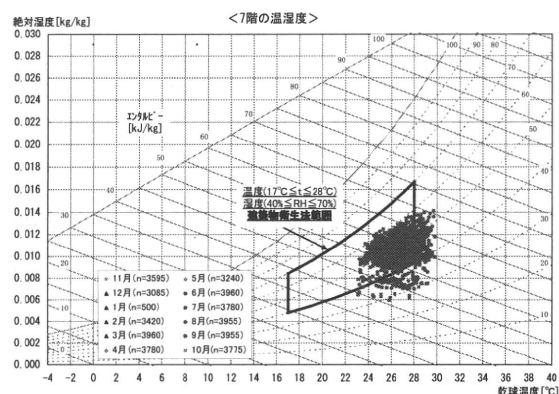


図 3-26 7階における室内温湿度（夏季）

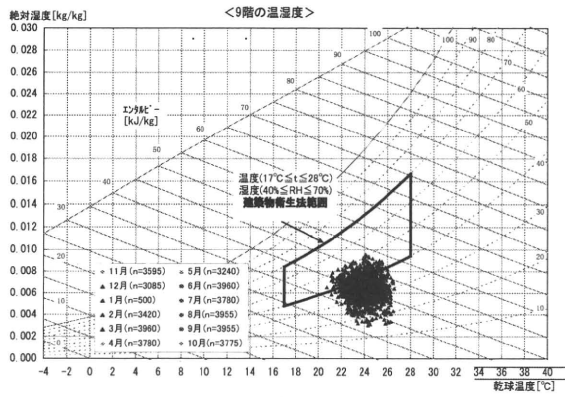


図 3-27 9階における室内温湿度 (冬季)

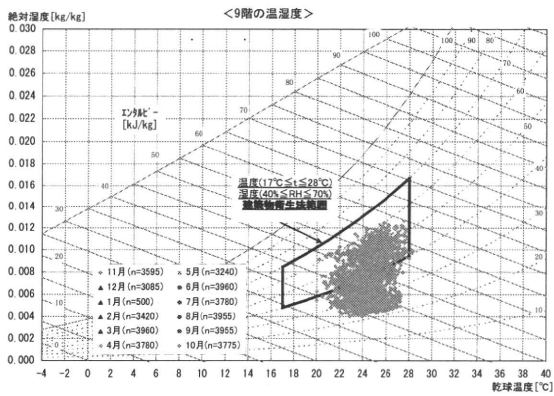


図 3-28 9階における室内温湿度 (中間期)

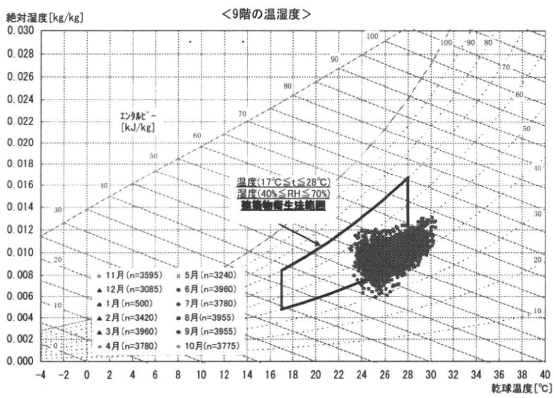


図 3-29 9階における室内温湿度 (夏季)

C.2.6 室内温度と相対湿度の分布と累積

前項の温度と相対湿度の湿り空気線図へのプロットより、相対湿度は冬季と中間期に基準値外となることが分かった。よって本項では、室内温度と相対湿度の散布図と、それらの累積件数を図 3-30～図 3-32 に示し、より詳細な問題点の把握を行った。

図 3-30～図 3-32 より、相対湿度が建築物衛生法に対して基準値外となる場合、相対湿度は 20%RH から 40%RH に多く累積していることが分かった。このことより、相対湿度の基準値外割合は非常に高いが、基準の 40%RH を大きく下回っているのではなく、基準の 40%RH に少し相対湿度が足りないという現状が示唆された。

また、室内温度に関しては、年間を通して基準の範囲内にあるが高い傾向がみられ、冬季・中間期に室内温度が高いことが前項よりも示唆されている。

上記より、冬季の高い室温が相対湿度の基準値外割合に影響を与えていると考えられる。

C.2.7 各階の温度と湿度の分布状況

各階に設置した 5 つの温湿度計の計測値について、その差異を散布図で表したものを図 3-33～図 3-41 に示す。グラフの縦軸に BEMS 計測点付近に設置した温湿度計の値、横軸はそれ以外の 4 点に設置した温湿度計の値を用いて、各階の温度・絶対湿度・相対湿度の分布をグラフ化した。

図 3-33～図 3-41 より各階の温は、各おんどとりで差が生じているということが分かった。また、絶対湿度については、全ての階で差がほとんど生じていないことが分かった。相対湿度において各階で差が生じているので、季節や設置場所の東西関係、並びに、インテリア・ペリメーターでどのように差が出るのかなど、より詳細な解析が必要であると考えられる。

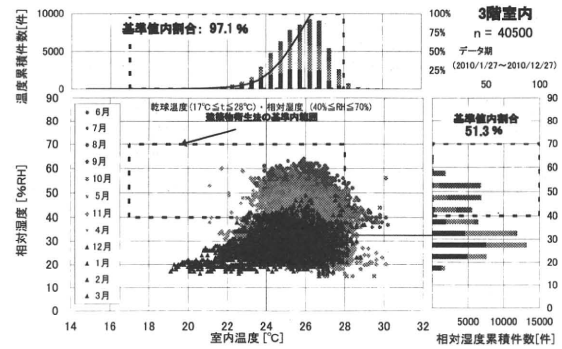


図 3-30 3階における室内温度-相対湿度の散布図・各累積件数

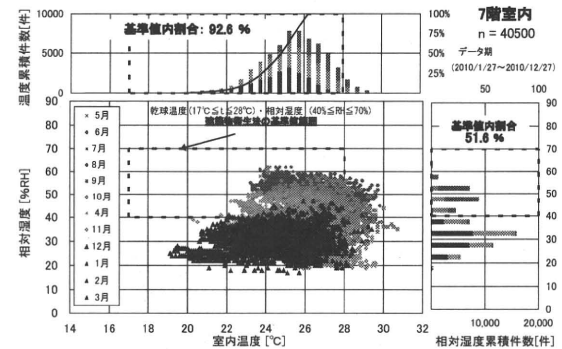


図 3-31 7階における室内温度-相対湿度の散布図・各累積件数

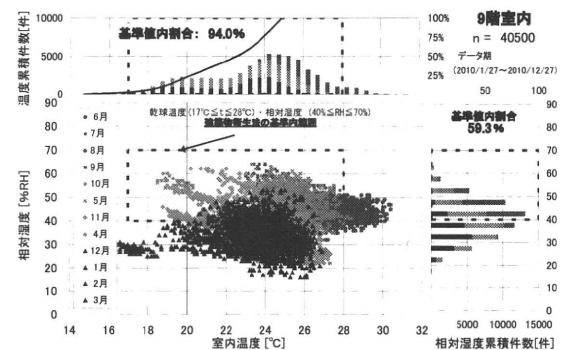


図 3-32 9階における室内温度-相対湿度の散布図・各累積件数

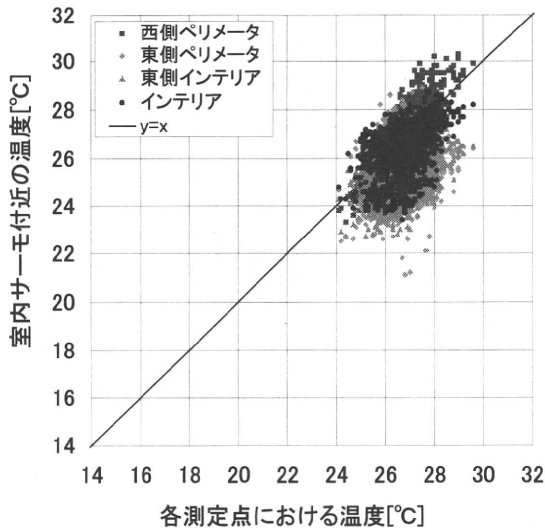


図 3-33 各計測点の温度の分布 (3階)

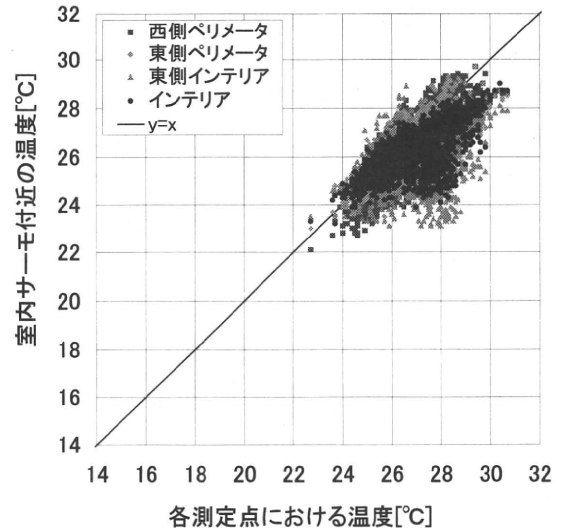


図 3-36 各計測点の温度の分布 (7階)

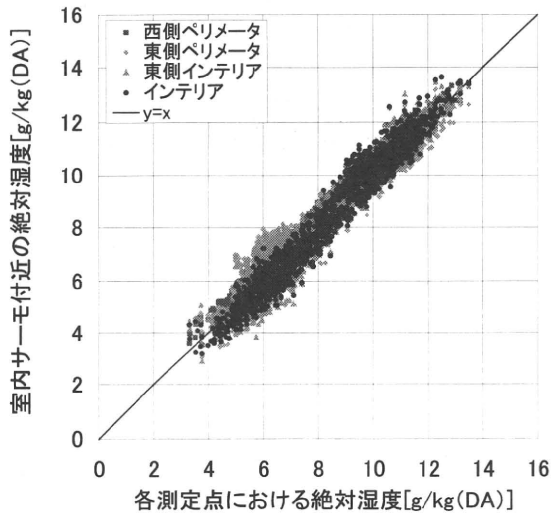


図 3-34 各計測点の絶対湿度の分布 (3階)

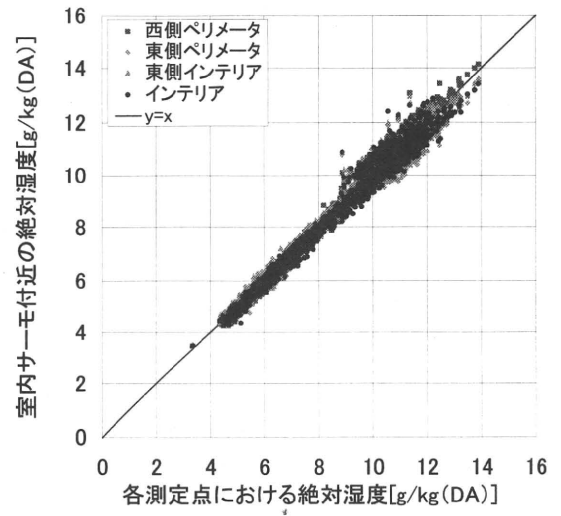


図 3-37 各計測点の絶対湿度の分布 (7階)

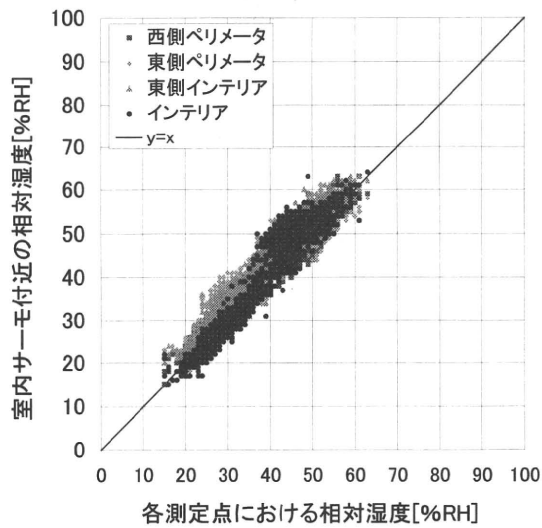


図 3-35 各計測点の相対湿度の分布 (3階)

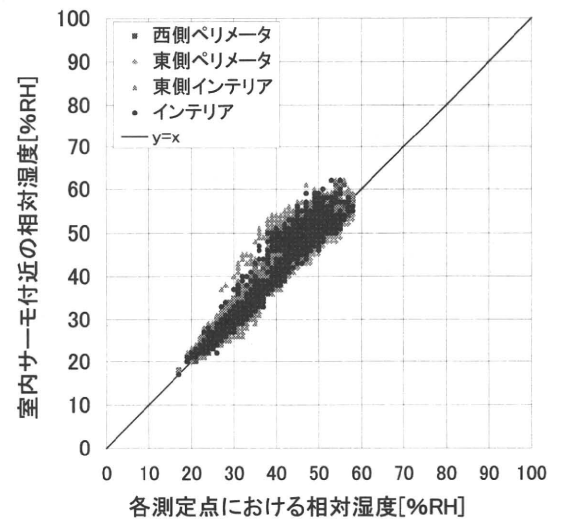


図 3-38 各計測点の相対湿度の分布 (7階)

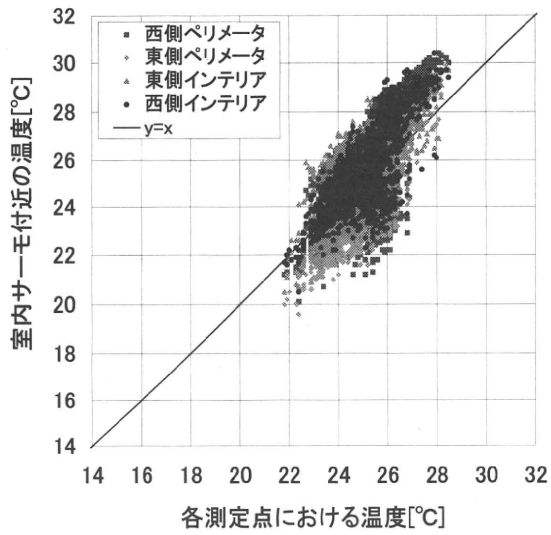


図 3-39 各計測点の温度の分布 (9階)

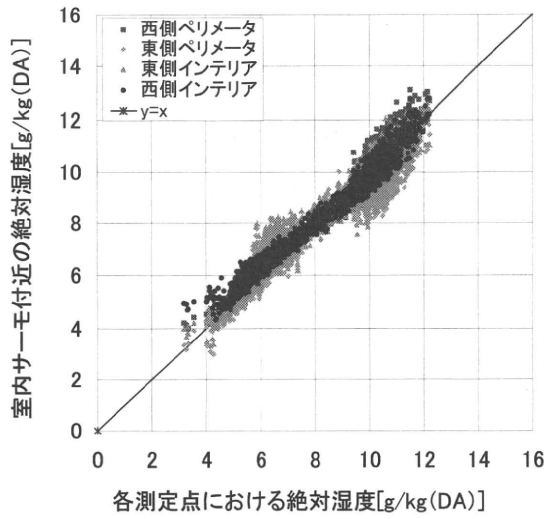


図 3-40 各計測点の絶対湿度の分布 (9階)

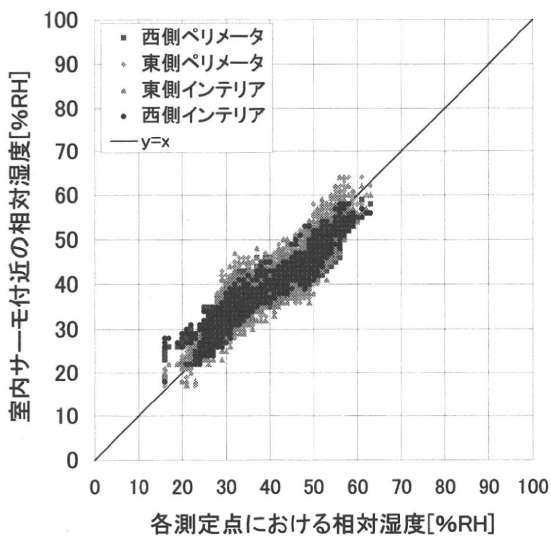


図 3-41 各計測点の相対湿度の分布 (9階)

C.2.8 同執務空間内における室内温度と相対湿度の関係

C.2.7 より同執務空間における絶対湿度は各点において一様に分布していたが、温度と相対湿度が各測定点で差が生じていることが分かった。そこで本項では、冬季を対象として、同執務空間における室内温度と相対湿度の関係を示し、測定位置による温湿度の差異を検討する。

冬季 (2010/1/27~2010/3/31) 平日 9:00~17:00 の 15 分データを対象として、同執務空間内の温湿度分布に関する解析を、3 階を対象として行った。図 3-17 に示す A 点 (BEMS 計測点近傍) の温度・相対湿度の値を基準とし、B~E 点に設置した値 (同時刻同士) の差を求めた。そのうち代表として A 点と E 点の差の発生頻度を図 3-42 に示す。

温度と相対湿度それぞれの差の標準偏差を求め、仮に計測値の温度・湿度差が正規分布した場合を各図の平滑線で示す。なお μ (平均値)、 σ (標準偏差) とした。

図 3-42 より、計測値の温度差の頻度割合が正の側にやや平らに分布しているが、正規分布曲線内に分布していることがわかった。この計測値の温度差分布が高くなるのに伴い、相対湿度が低くなることがわかった。なお、計測値の頻度分布の最大頻度と正規分布曲線の平均値が近い値を示し、正規分布曲線と類似した頻度割合であった。

C.2.8 空気環境測定結果と実測値の比較

T ビルの空気環境測定結果と長期計測のよって得られた計測値を比較したものを図 3-43 と図 3-44 に示す。

空気環境測定結果とは 2 カ月に 1 回、T ビルの管理者が空気環境測定 (温度・湿度・絶対湿度・気流・二酸化炭素濃度など) を図 3- に示す A 点付近で測定しているものである。

図 3-43 と図 3-44 より温度は全季節を通してほとんど差は生じていないが、相対湿度に差が生じていることが分かった。また、相対湿度は夏季および中間期における比較は約 5%RH の差であったが、冬季における比較では、計測値より約 20%RH 低い測定結果となっていることを示した。

C.2.9 考察

事務所サンプルの長期計測により習得された連続的な温度及び湿度データについて解析を行った。その結果、相対湿度の基準値外割合が高い傾向にあること、冬季においては室内温度多くの時間で 25℃以上を示し、相対湿度が 40%を下回る一因となる事を示した。

また、ビル内の計測場所によって同執務空間内であっても温度に差が生じ、それに伴って相対湿度が左右されることを明らかにした。

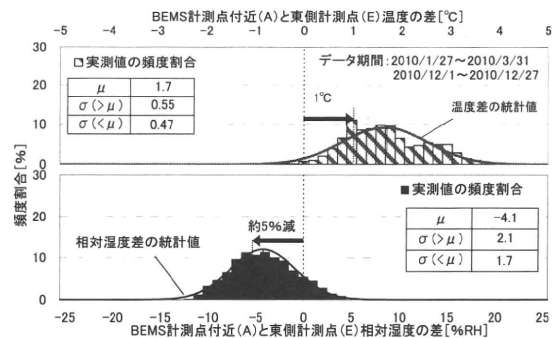


図 3-42 同執務空間における各測定点の温度・湿度の差

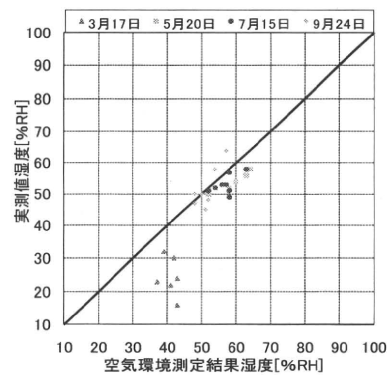


図 3-43 空気環境測定結果と実測値の相対湿度比較

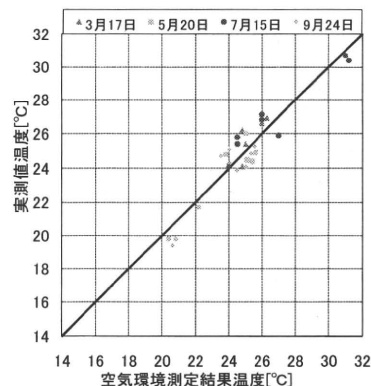


図 3-44 空気環境測定結果と実測値の温度比較

C.3 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 (2)

C.3.1 対象ビルについて

Tビルと同様に調査対象ビルについては、事務所ビルの所有者が省エネルギー化や室内環境に対する関心が高いビルを選定し、温度・相対湿度を計測し、空間的な空気環境項目の変動の検討を行った。

表 3-5 に調査対象とした K ビルの施設概要を、表 3-6 に設備概要を示す。K ビルには、中央式の空調機のほかに AHU が各階に 1 台ずつ入っており、オフィスにおける空調を行っている。基準階平面図を図 3-45 に、系統図を図 3-46 に示す。

C.3.2 研究手法

調査対象とした K ビルには、15 分ごとの温湿度データが 2~8 階の 7 階分あり、2010 年 1 月 1 日~2010 年 8 月 31 日の 8 カ月間分のデータを使用した。ただし、7 階において調査期間中は、空きテナントであり、8 階においても調査期間中の 5 月 22 日から空きテナントであるため調査対象から外すものとした。

本検討は計測点を各階設けたことにより、上下階における温湿度の変動の検討を行った。

C.3.3 計測概要

イ) 温湿度 (執務室室内, 乾球温度・相対湿度)

各温度は、温湿度センサ (インターバル 15min の瞬時値) を用いて計測した。なお温度センサは電池式を採用した。

ロ) 外気温湿度

外気温湿度は、温湿度センサ (インターバル 15min の瞬時値) を用いて計測した。なお温湿度センサは電池式を採用した。

C.3.4 室内温度・相対湿度の基準値内外割合の結果

図 3-47 の上部に 2~8 階の相対湿度の建築物衛生法の基準値外割合を、下部に室内温度の基準値外割合を示す。データの期間は 1 月 1 日から 8 月 31 日までとする。ただし 7 階、8 階は空きテナントであるため考慮しないものとし、対象データは平日の空調稼働時間帯 (9 時から

表 3-5 施設概要

建物名称	K ビル
所在地	東京都中央区日本橋
主要用途	事務所
竣工年月	1931 年
延床面積	9,368 m ²
空調面積	6,338 m ²
基準階床面積	879 m ²
建物構造	RC 造
階数	地上 8 階, 地下 1 階, 塔屋 3 階
空調方式	中央式と個別の併用
貸室仕様	床仕様 OA フロアー

表 3-6 設備概要

熱源設備	ガス焚吸収式冷温水機 140USRt×2 台 [1990 年 8 月製造]
空調設備	各階 AHU (定風量) + ペリメータ FCU 一部パッケージ空調機 (テナント設置) 水冷チラー (テナント設置)

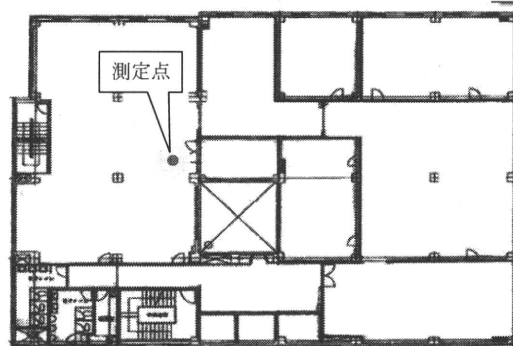


図 3-45 計測ポイント平面図

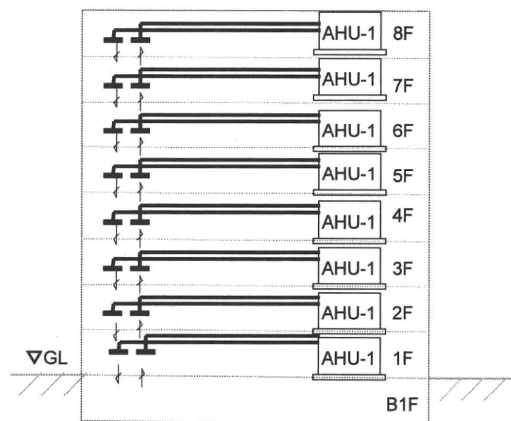


図 3-46 空調系統図

17時まで)のものとする。なお、基準値外の割合についてはTビルの項と同義とする。

相対湿度における基準値外割合は4階が7.5%と一番高く、5階が3.0%と一番低かった。室内温度における基準値外割合は6階が9.2%と一番高く、5階が2.0%と一番低かった。検討対象の全ての階において室内温度、相対湿度ともに数%の基準値外割合を含んでいるが、Tビルと比べ基準値外割合は低い値を示した。

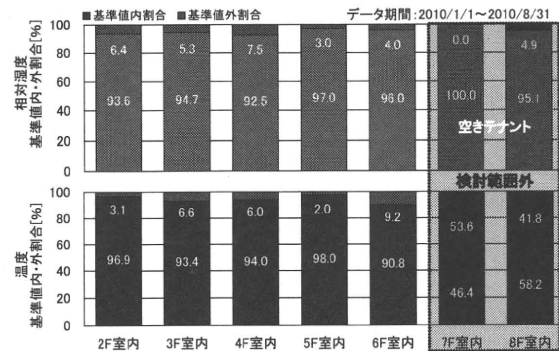


図 3-47 室内温度と相対湿度の建築物衛生法に対する基準値外の割合

C.3.5 空気調和機運転時の室内空気環境

図 3-48 から図 3-52 に各階の 1 時間ごとのデータを空気線図にそれぞれ示し、建築物衛生法の基準値範囲外を示す数値、時期について検討する。なお、図 3-48 から図 3-52 で対象としたデータも前項と同様に平日の空調稼働時間帯(9時から17時)のみとする。

各階とも温度は建築物衛生法の基準値範囲を上回ったもの、相対湿度は建築物衛生法基準値範囲を下回った。また、時期に関して温度は夏季に、相対湿度は冬季、中間期において建築物衛生法基準値範囲を逸脱していることを示した。

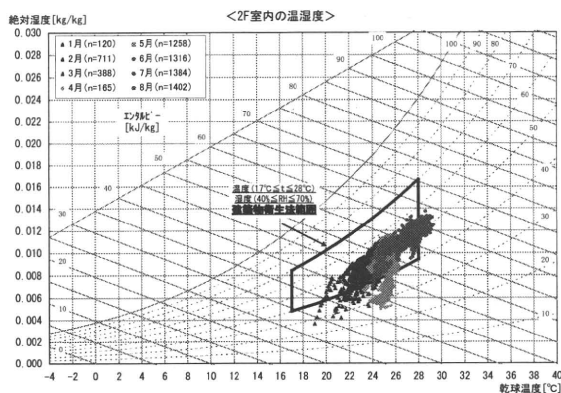


図 3-48 2階における室内温湿度

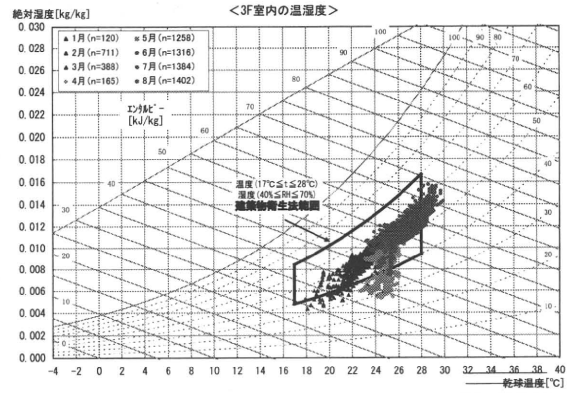


図 3-49 3階における室内温湿度

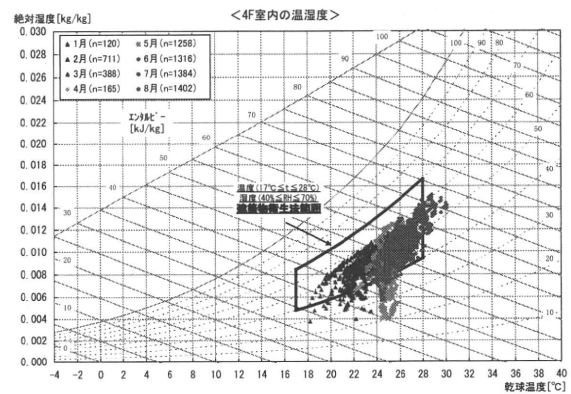


図 3-50 4階における室内温湿度

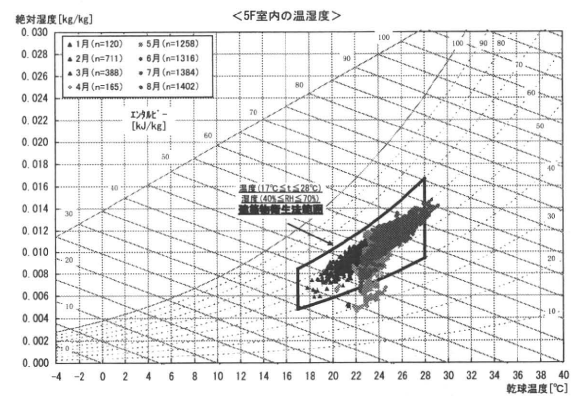


図 3-51 5階における室内温湿度

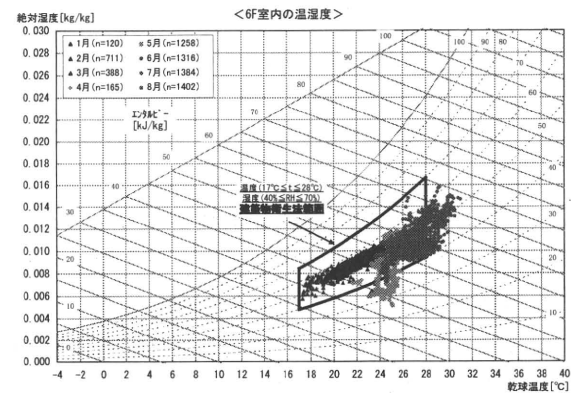


図 3-52 6階における室内温湿度

C.3.6 室内温度と相対湿度の分布と累積

前項で示した建築物衛生法の基準値範囲外の数値を示した時期と、その分布状況について図 3-53 から図 3-57 において各階ごとに示す。

基準値範囲の逸脱傾向として、夏季において室内温度が基準値範囲を上回り、中間期において相対湿度が基準値範囲を下回ることが各階共通して見受けられた。これは中央式の空調を停止させ個別空調のみに頼っていることが別途ヒアリングにより判明している。

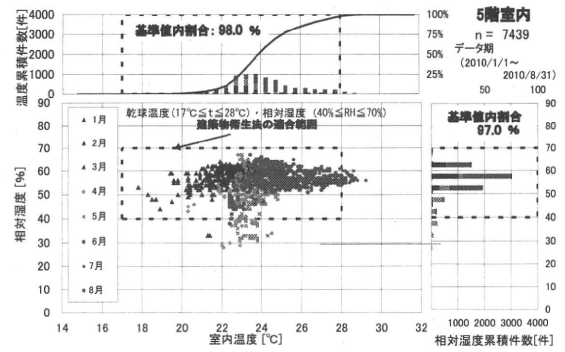


図 3-56 5階における室内温度-相対湿度の散布図・各累積件数

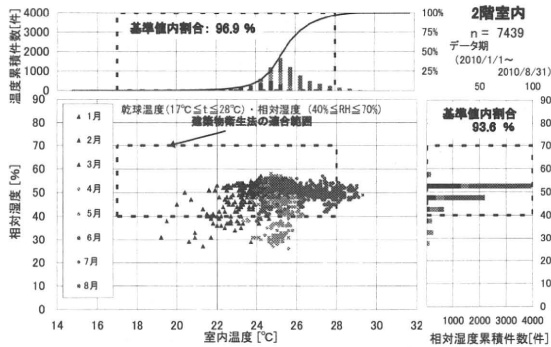


図 3-53 2階における室内温度-相対湿度の散布図・各累積件数

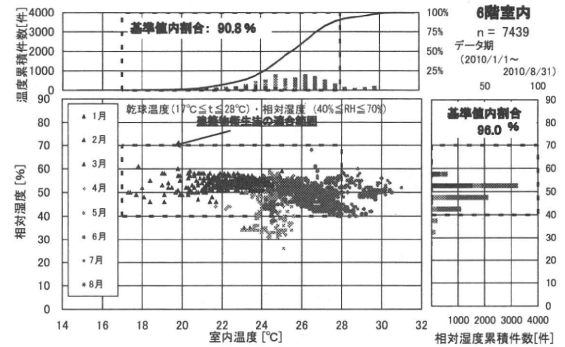


図 3-57 6階における室内温度-相対湿度の散布図・各累積件数

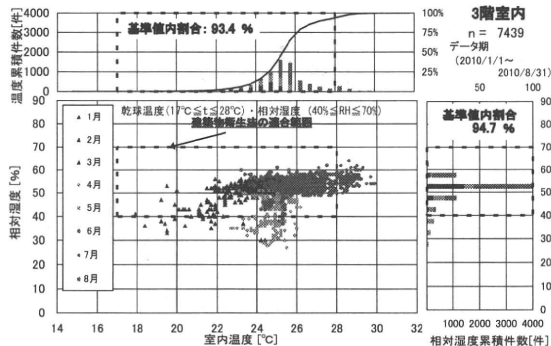


図 3-54 3階における室内温度-相対湿度の散布図・各累積件数

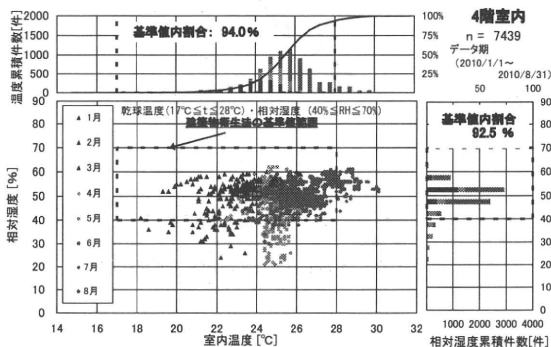


図 3-55 4階における室内温度-相対湿度の散布図・各累積件数

C.3.7 各階の温度と湿度の分布状況

図 3-58 図 3-58 2 階-5 階の温度分布から図 3-69 は、縦軸に2~4 階, 6 階をとり, 建築物衛生法基準値内割合の高かった 5 階 (以下, 基準階) を横軸として対比させたときの温湿度の分布を示したものである。

2~4 階において, 温度は夏季, 冬季, 中間期のいずれにおいても基準階の方が低い傾向にあった。絶対湿度は夏季, 冬季, 中間期のいずれにおいても顕著な差はなくほぼ等しかった。相対湿度は夏季, 冬季, 中間期のいずれにおいても基準階の方が高く, 特に冬季における差が大きい傾向にあった。

6 階において, 温度は夏季, 冬季, 中間期のいずれにおいても基準階の方が低い傾向にあった。絶対湿度は夏季, 冬季, 中間期のいずれにおいても顕著な差はなかったが, 中間期においては基準階の方が低く, 夏季, 冬季においては基準階の方が高い傾向にあった。相対湿度は中間期においてはほぼ等しく, 夏季, 冬季においては基準階の方が高い傾向にあった。

2~4 階において絶対湿度はほぼ等しく, 温度と相対湿度が基準階に比べ逆の傾向を示したことから, 相対湿度で生じた各階と基準階との差は室内温度によるものであると推察される。

6 階において温度は基準階と差はあったが, 絶対湿度と相対湿度は基準階とあまり差がなく, 建築物衛生法基準値範囲外割合の低い基準階に近い傾向であったことから, 湿度においては 2~4 階に比べ管理が比較的行き届いていることを示した。

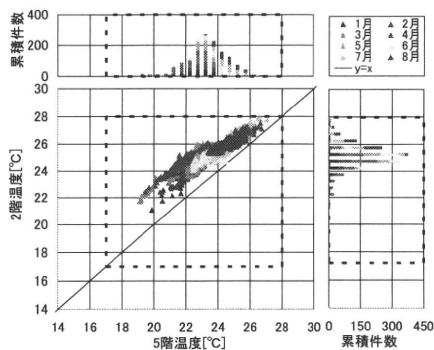


図 3-58 2 階-5 階の温度分布

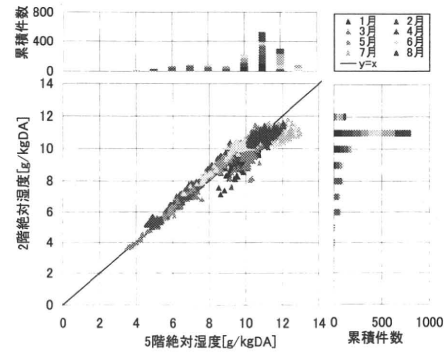


図 3-59 2 階-5 階の絶対湿度分布

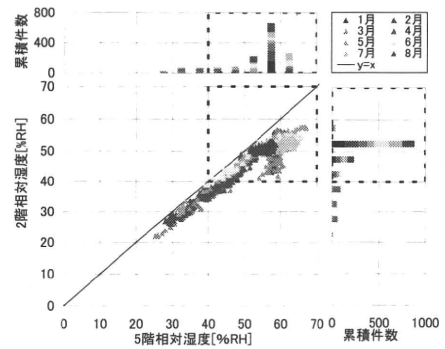


図 3-60 2 階-5 階の相対湿度分布

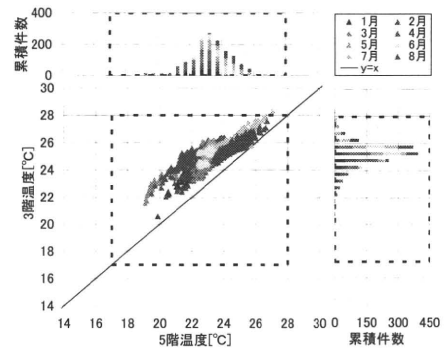


図 3-61 3 階-5 階の温度分布

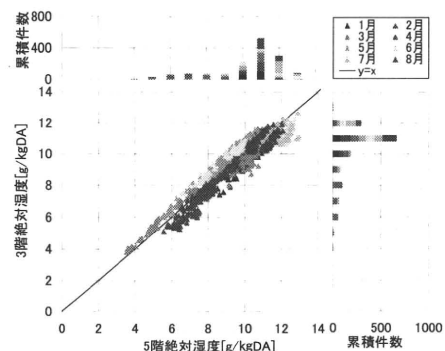


図 3-62 3 階-5 階の絶対湿度分布

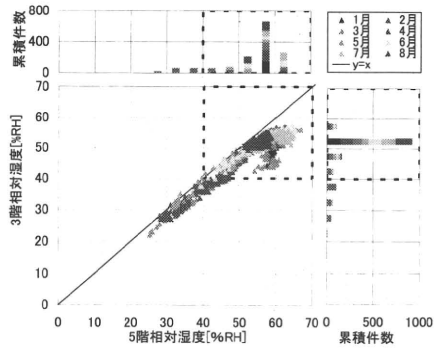


図 3-63 3階-5階の相対湿度分布

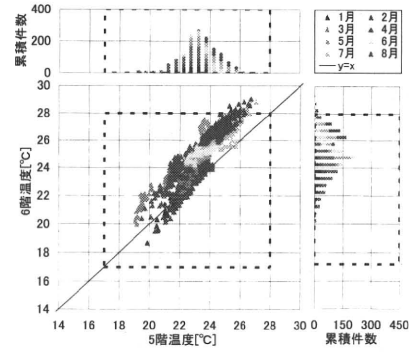


図 3-67 6階-5階の温度分布

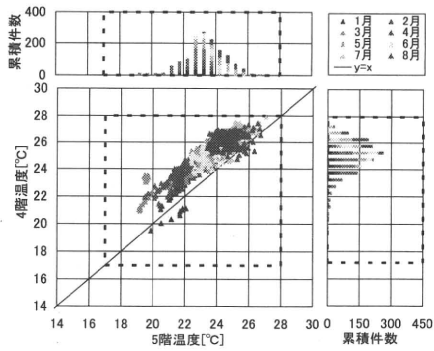


図 3-64 4階-5階の温度分布

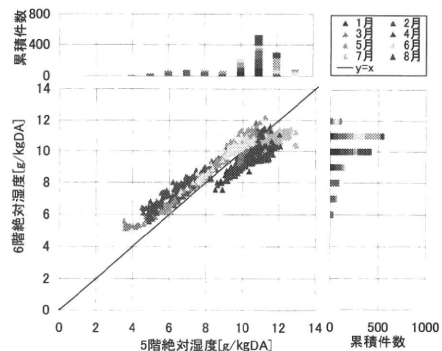


図 3-68 6階-5階の絶対湿度分布

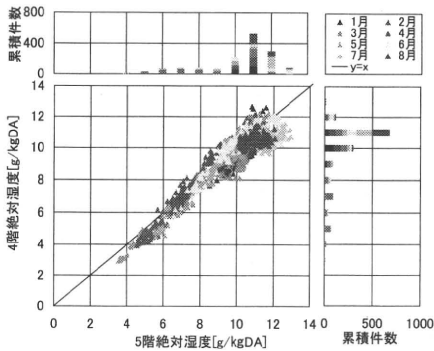


図 3-65 4階-5階の絶対湿度分布

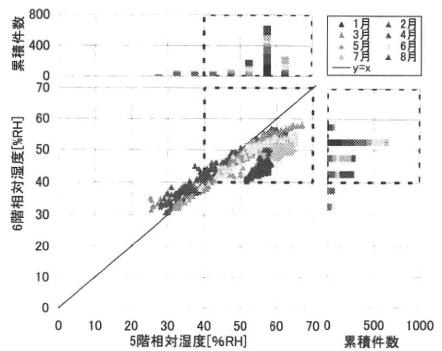


図 3-69 6階-5階の相対湿度分布

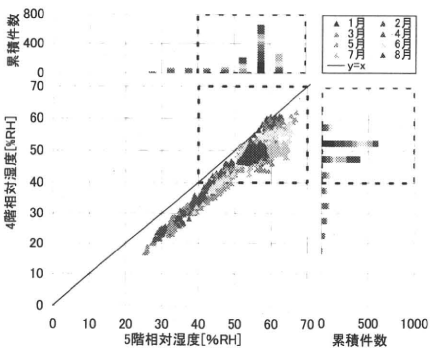


図 3-66 4階-5階の相対湿度分布

C.3.8 上下階における室内温度と相対湿度の関係

冬季における平日 9:00~17:00 の 15 分データを対象として、上下階の温湿度分布に関する解析を行った。最も相対湿度の基準値外割合の低い 5 階と、最も基準値外割合の高い 4 階を対象とした差の発生頻度を図 3-70 に示す。なお、差の求め方は T ビルと同様とした。

図 3-70 より、温度差の計測値頻度割合は正の向きに 1.4°C 差を中心に分布しており、正規分布曲線と同様の分布状況であることがわかった。また温度が高くなるのに伴い、相対湿度が約 10% 下がること傾向にある。相対湿度の頻度分布は温度同様に正規分布曲線と同様の分布状況を示した。

空調制御が比較的適切に運用されているビルであっても、上下階に温度に差が生じ、それに伴って相対湿度が変化することが確認された。

C.3.9 考察

相対湿度において、冬季は加湿が、夏季は除湿が効果を成しているため建築物衛生法基準値内範囲内の割合が高い傾向を示した。その一方で中間期においては基準値外割合が高い傾向にあった。相対湿度の逸脱時において、その全てが基準値範囲を下回る値を示したが、これは室内の温度が上昇したため相対湿度が下がったことが原因と推察される。

また、基準値外の値を示した原因として、中央式空調を停止させ個別空調のみに頼っていることが推察される。冬季、夏季に比べ空調が重要とされない中間期において、個別空調のみでは建築物衛生法に定められた適合範囲を逸脱してしまう可能性があることを示唆された。

各階で温湿度を比較した際、空調制御が比較的適切に運用されているビルであっても、上下階に温度に差が生じ、それに伴い相対湿度が左右することを明らかにした。

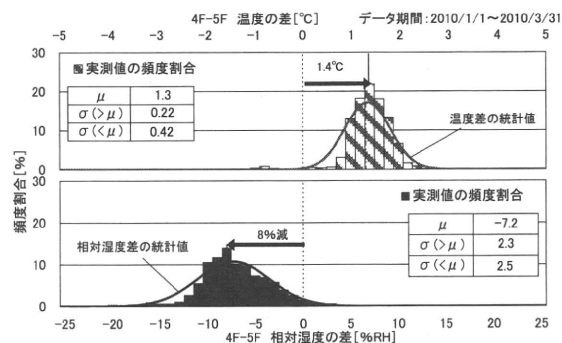


図 3-70 上下階における各測定点の温度・湿度の差

D. 考察

D.1 目的

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。

更に一般的な事務所用途の建築物において、温湿度及びその他の空気環境に関する長期的な連続測定を行い、室内における特に温湿度環境についてその特性の把握を行い、温度及び相対湿度の監視のあり方についても検討を行った。

D.2 まとめ

・C.1 の東京都における特定建築物立入検査結果の解析まとめ

東京都における特定建築物立入検査データより、用途によって検査件数に差があるため、より正確に環境衛生の詳細を把握するべく、検査数が規模別に見ても多く、整合性がとれる事務所について詳しく調査した。また、空気環境項目の不適合割合の傾向は、温度を除いて、昨年度の C.1 全国特定建築物立入検査等状況調査の結果と同様の傾向を示し、相対湿度、CO₂ の不適合割合が高い傾向にあり、これらの項目が空気環境に影響を及ぼす可能性があることが示唆された。

また検査時期によって空気環境項目に及ぼす影響についての検討においては、特に冬季における立入検査の測定値は基準値を下回る傾向にあることが確認された。

・C.2.3 の代表事務所ビルにおける時系列データの解析まとめ

2 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結果、T ビルでは相対湿度の基準値外割合が高い傾向にあること、冬季においては室内温度が多くの時間で 25℃以上を示し、相対湿度が 40%RH を下回る一因となる事を示した。また、ビル内の計測場所によって同執務空間内であっても温度に差が生じ、それに伴って相対湿度が左右されることを明らか

にした。

K ビルは相対湿度において、冬季は加湿が、夏季は除湿が効果を成しているため建築物衛生法に対する基準値内割合が高い傾向を示した。その一方で中間期においては基準値外割合が高い傾向にある。基準値外の値を示した原因として、中央式空調を停止させ個別空調のみに頼っていることが推察された。冬季、夏季に比べ空調が重要とされない中間期において、個別空調のみでは建築物衛生法に定められた適合範囲を逸脱してしまう可能性があることを示唆された。また、上下階の計測点においても温度に差が生じ、それに伴い相対湿度が左右されることを明らかにした。

E. 結論

本研究では省エネルギー技術導入やその運用に関する情報を収集整備して、衛生水準確保との両立に資する資料を得ることを目的に、建築物衛生法に則って測定された資料の解析を行った。また、一般的な事務用途の建築物において、温湿度及びその他の空気環境に関する長期的な連続測定を実施し、室内における空気環境についての特性の把握を行い、その監視のあり方についても検討を行った。その結果、特定建築物のうち絶対数の多い事務所においては、相対湿度が建築物衛生法の基準から逸脱する割合が高く、特に冬季の相対湿度の逸脱する割合が高いことを示した。

また、一般的な事務所建物における実証的調査により、同室・同建物の中においても温度分布が異なり、その結果が相対湿度に影響することを示し、相対湿度の制御を難しくする原因となっている状況を明らかにした。今後は、計測箇所や計測方法など適切な維持管理手法・監視方法の改善をすることで基準値の範囲を満たす割合が高くなると考えられる。

F. 研究発表

1. 学会発表

田島昌樹, 射場本忠彦, 百田真史, 大澤元毅, 鍵直樹, 西村晃, 久合田由美, 池田耕一, 柳宇: 特定建築物における室内環境と省エネルギーに関する研究(第1報) 取得資料の概要, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.1219-1222, 2010.9

久合田由美, 射場本忠彦, 百田真史, 大澤元毅, 鍵直樹, 田島昌樹, 西村晃, 池田耕一, 柳宇: 特定建築物における室内環境と省エネルギーに関する研究(第2報) 省エネルギー技術と環境衛生に関するアンケート調査, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.1223-1226, 2010.9

西村晃, 射場本忠彦, 百田真史, 大澤元毅, 鍵直樹, 田島昌樹, 久合田由美, 池田耕一, 柳宇: 特定建築物における室内環境と省エネルギーに関する研究(第3報) 事務所建築におけるBEMSデータによる室内環境の解析, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.1227-1230,

2010.9

大澤元毅, 射場本忠彦, 百田真史, 鍵直樹, 田島昌樹, 久合田由美, 池田耕一, 柳宇: 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 その1 研究概要と全国特定建築物立入検査等状況調査結果の概要, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.889-890, 2010.9

百田真史, 射場本忠彦, 大澤元毅, 鍵直樹, 田島昌樹, 久合田由美, 池田耕一, 柳宇: 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 その2 省エネルギー技術と環境衛生に関するアンケート調査の概要, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.891-892, 2010.9

田島昌樹, 射場本忠彦, 百田真史, 大澤元毅, 鍵直樹, 久合田由美, 池田耕一, 柳宇: 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 その3 アンケート調査による室内空気環境の傾向, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.893-894, 2010.9

久合田由美, 射場本忠彦, 大澤元毅, 鍵直樹, 田島昌樹, 百田真史, 池田耕一, 柳宇: 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 その4 東京都における特定建築物立入検査データの概要, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.895-896, 2010.9

参考文献

- 1) 中原信生:「新版 ビル・建築設備の省エネルギー」, (財)省エネルギーセンター, 2001年7月
- 2) (社)日本ビルディング協会連合会:「ビルエネルギー運用管理ガイドライン(オフィスビルにおける地球温暖化対策のより一層の推進に向けて)」, (社)日本ビルディング協会連合会 2008年6月
- 3) 建築物の環境衛生管理編集委員会:「第2版 第3刷建築物の環境衛生管理 上巻」, (財)ビル管理教育センター 2007年3月
- 4) 建築物の環境衛生管理編集委員会:「第2版 第3刷建築物の環境衛生管理 下巻」, (財)ビル管理教育センター 2007年3月
- 5) 橋戸幹彦:「建築設備」, 株式会社建築技術, 2010年2月
- 6) 内田治:「すぐわかる SPSS によるアンケート

ト調査・集計・解析[第3版], 東京図書株式会社 2008年10月

7) 内田治:「すぐわかる SPSS によるアンケートの多変量解析 [第2版], 東京図書株式会社 2007年6月

引用文献

1) 中原信生:「新版 ビル・建築設備の省エネルギー」, (財)省エネルギーセンター, P.210, 2001年7月

付録1

省エネルギー技術の動向調査を実施したホームページアドレスの詳細

宇宙航空研究開発機構 (JAXA)

<http://www.jaxa.jp/>

沖縄総合事務局

<http://ogb.go.jp/keisan/index.html>

外務省 <http://www.mofa.go.jp/mofaj/index.html>

環境省 <http://www.env.go.jp/>

関東経済産業局

<http://www.kanto.meti.go.jp/>

近畿経済産業局

<http://www.kansai.meti.go.jp/>

九州経済産業局

<http://www.kyushu.meti.go.jp/>

経済産業省 <http://www.meti.go.jp/>

原子力・安全保安院 <http://www.nisa.meti.go.jp//>

厚生労働省 <http://www.mhlw.go.jp/>

国際協力機構

<http://www.jica.go.jp/Index-j.html>

国税庁 <http://www.taxanser.nta.go.jp/>

国土交通省 <http://www.mlit.go.jp/>

国立国会図書館 <http://www.ndl.go.jp/>

財務省 <http://www.mof.go.jp/>

産業技術総合研究所 (旧) 工業技術院

http://www.aist.go.jp/index_j.html

四国経済産業局

<http://www.shikoku.meti.go.jp/>

資源エネルギー庁

<http://www.enecho.meti.go.jp/>

消防庁 <http://www.fdma.go.jp/>

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

<http://www.nedo.go.jp/>

成田国際空港 (株) <http://www.naa.jp/>

石油公団 <http://www.jnoc.go.jp/>

総合研究開発機構

<http://www.nira.go.jp/menu2/index.html>

総務省 <http://www.soumu.go.jp/>

中国経済産業局

<http://www.chugoku.meti.go.jp/>

中小企業基盤整備機構

<http://www.smrj.go.jp/>

中小企業庁

<http://www.chusho.meti.go.jp/>

中部経済産業局

<http://www.chubu.meti.go.jp/>

都市再生機構 (都市機構)

<http://www.ur-net.go.jp/>

東北経済産業局 (一般家庭用)

<http://www.tohoku.meti.go.jp/>

特許庁 <http://www.jpo.go.jp/indexj.htm>

内閣府 (官邸) <http://www.cao.go.jp/>

日本環境安全事業株式会社

<http://www.jesconet.co.jp/>

日本原子力研究所 <http://www.jaeri.go.jp/>

日本道路公団 <http://www.jhnet.go.jp/>

日本貿易振興機構

<http://www.jetro.go.jp/top-j/index.html>

日本郵政公社 <http://www.yusei.go.jp/>

農林水産省 <http://www.maff.go.jp/>

文部科学省 <http://www.mext.go.jp/>

法務省 <http://www.moj.go.jp/>

防衛施設庁 <http://www.dfaa.go.jp/>

北海道経済産業局 <http://www.hkd.meti.go.jp/>

理化学研究所 <http://www.riken.go.jp/>

財団法人 省エネルギーセンター

<http://www.eccj.or.jp/spill/lecture/07/pdf>

/8miki_kimata.pdf (P.28)

■学会

ASHRAE <http://www.ashrae.org/>

エネルギー・資源学会

<http://www.jser.gr.jp/>

空気調和・衛生工学会

<http://www.shasej.org/index.html>

日本エネルギー学会 <http://www.jie.or.jp/>

日本建築学会

<http://www.aij.or.jp/aijhomej.htm>