

C.5 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)

C.5.1 対象ビルについて

事務所サンプルは前項と同じ T ビルとした。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.5.2 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 3-83～図 3-85 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.5.3 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。

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。

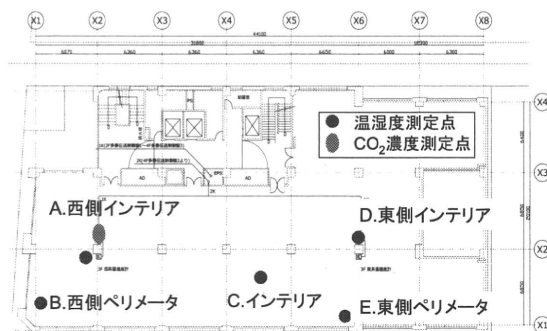


図 3-83 計測ポイント平面図 (3F)

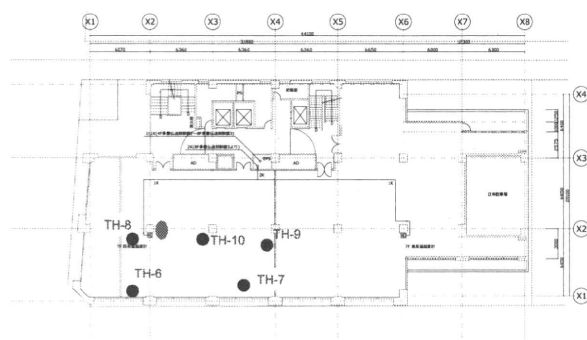


図 3-84 計測ポイント平面図 (7F)

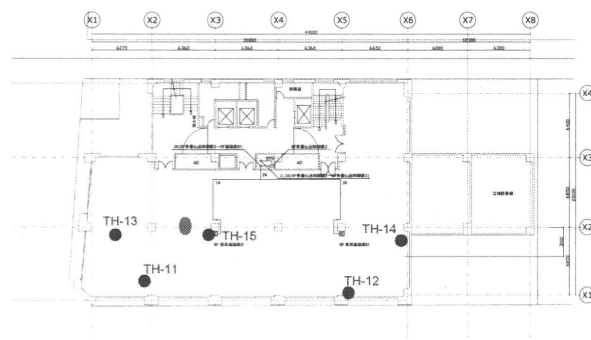


図 3-85 計測ポイント平面図 (9F)

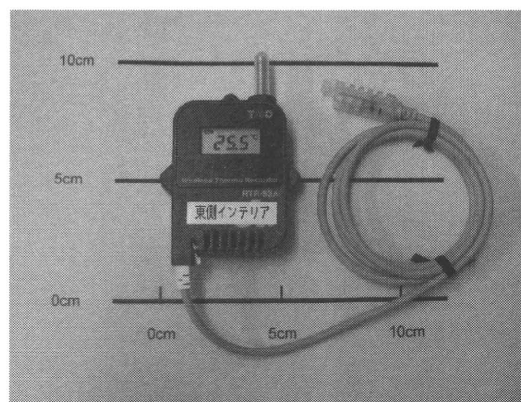


写真 3-1 温湿度ロガー [T&D RTR-53A]

C.5.4 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 3-86 に示す。

図 3-86 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。

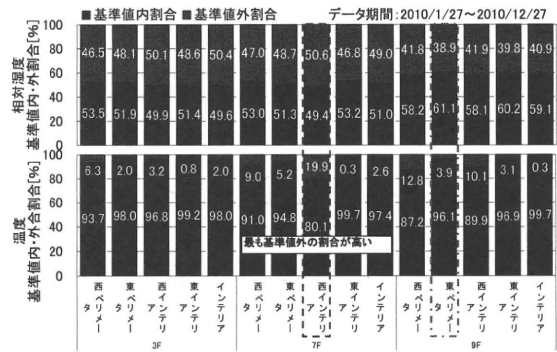


図 3-86 室内温度と相対湿度の建築物衛生法に対する基準値外の割合

C.5.5 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 3-87 から図 3-95 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 3-87 から図 3-95 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。

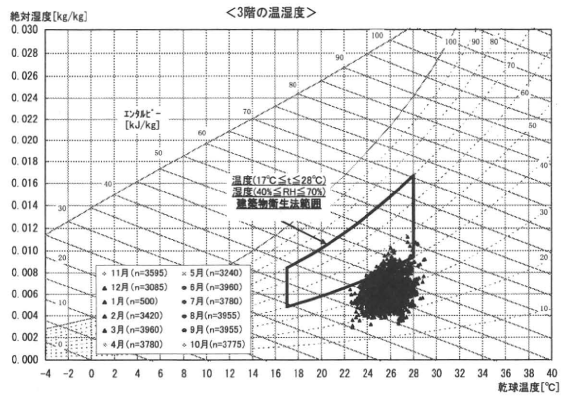


図 3-87 3階における室内温湿度 (冬季)

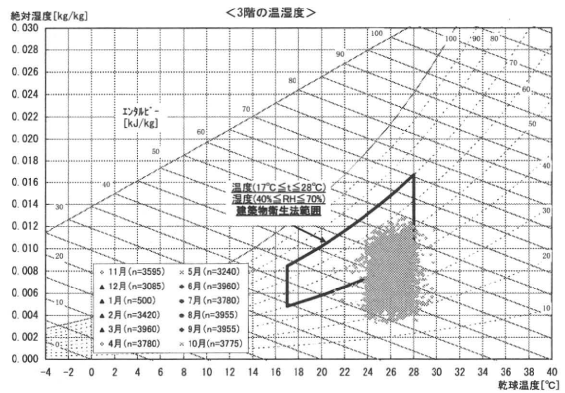


図 3-88 3階における室内温湿度 (中間期)

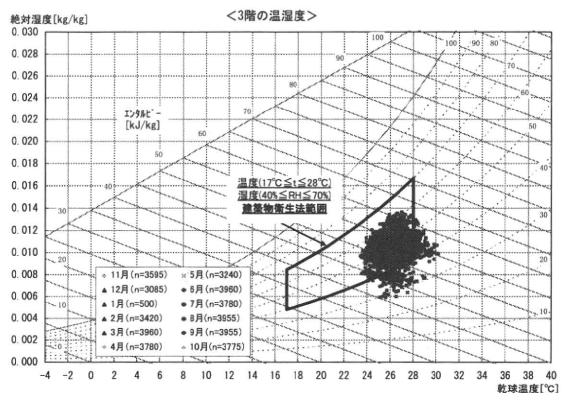


図 3-89 3階における室内温湿度 (夏季)

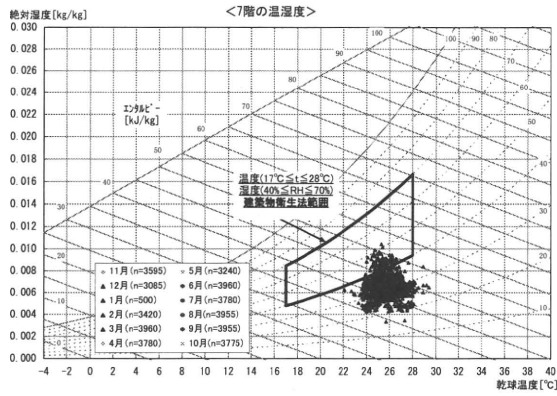


図 3-90 7階における室内温湿度 (冬季)

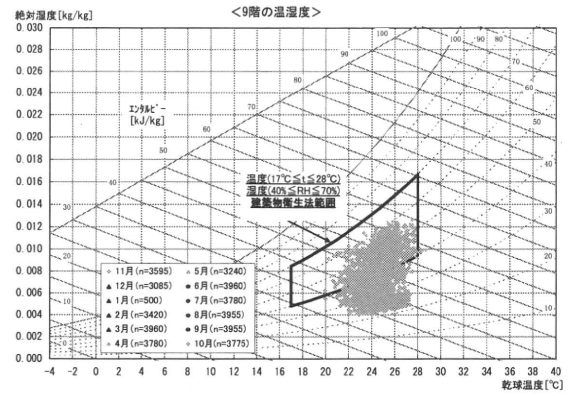


図 3-94 9階における室内温湿度 (中間期)

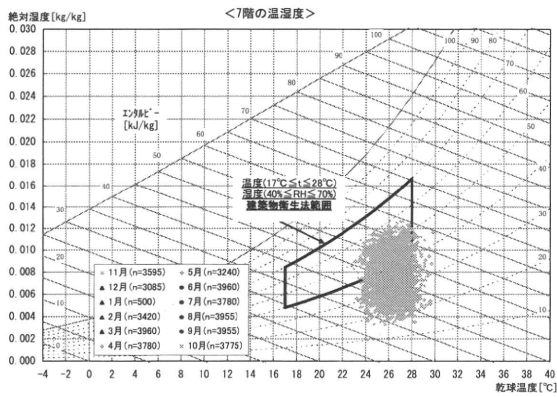


図 3-91 7階における室内温湿度 (中間期)

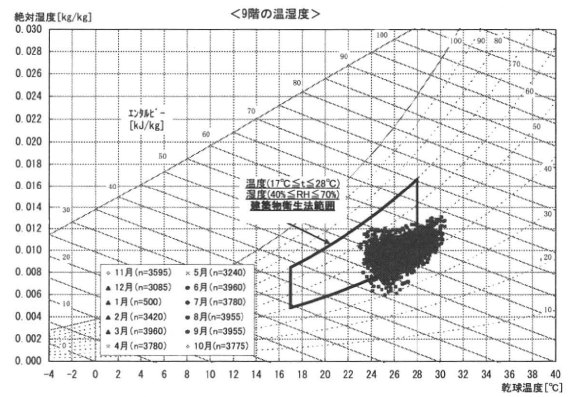


図 3-95 9階における室内温湿度 (夏季)

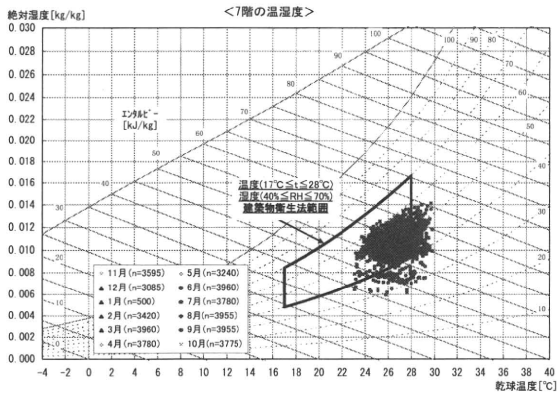


図 3-92 7階における室内温湿度 (夏季)

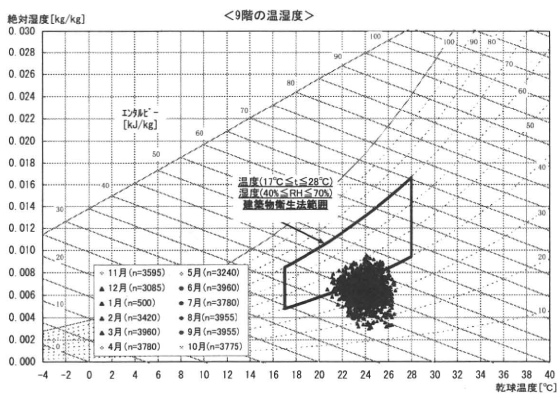


図 3-93 9階における室内温湿度 (冬季)

C.5.6 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 3-96～図 3-98 に示し、より詳細な問題点の把握を行った。

図 3-96～図 3-98 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.5.7 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 3-99～図 3-107 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 3-99～図 3-107 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。

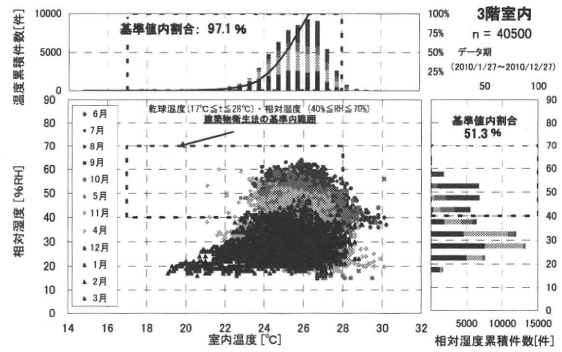


図 3-96 3階における室内温度-相対湿度の散布図・各累積件数

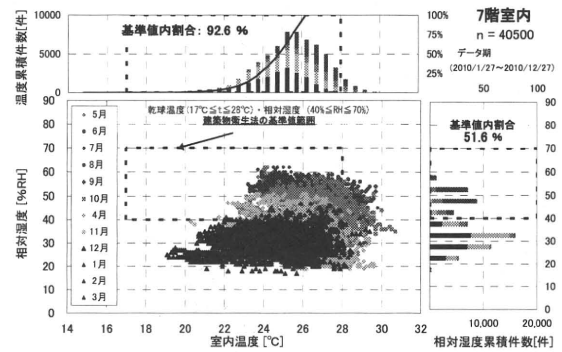


図 3-97 7階における室内温度-相対湿度の散布図・各累積件数

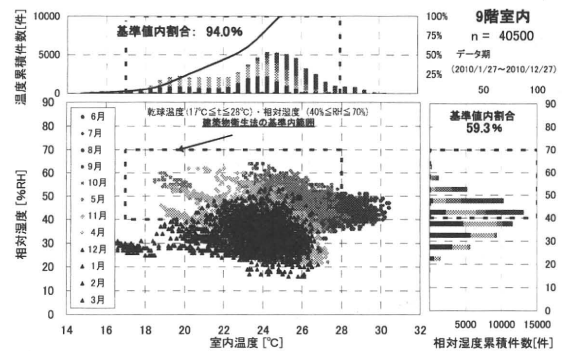


図 3-98 9階における室内温度-相対湿度の散布図・各累積件数

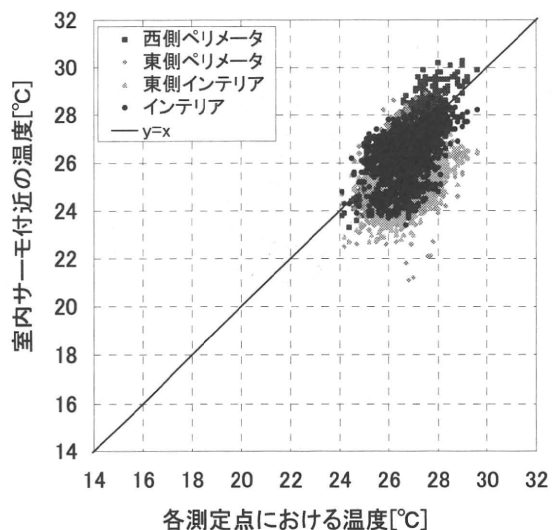


図 3-99 各計測点の温度の分布 (3階)

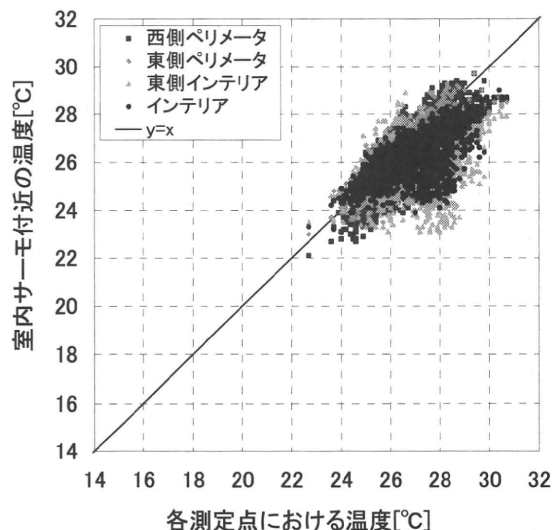


図 3-102 各計測点の温度の分布 (7階)

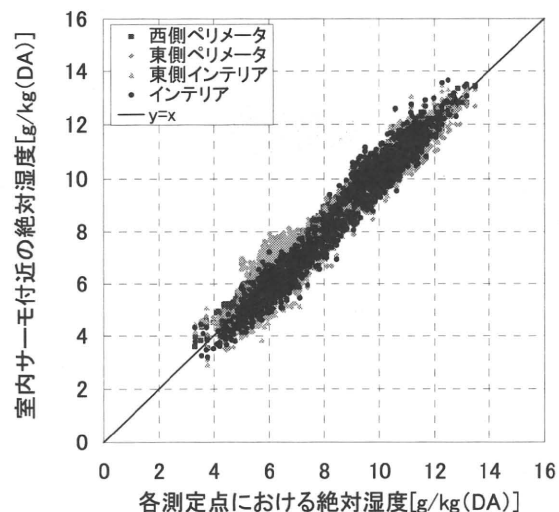


図 3-100 各計測点の絶対湿度の分布 (3階)

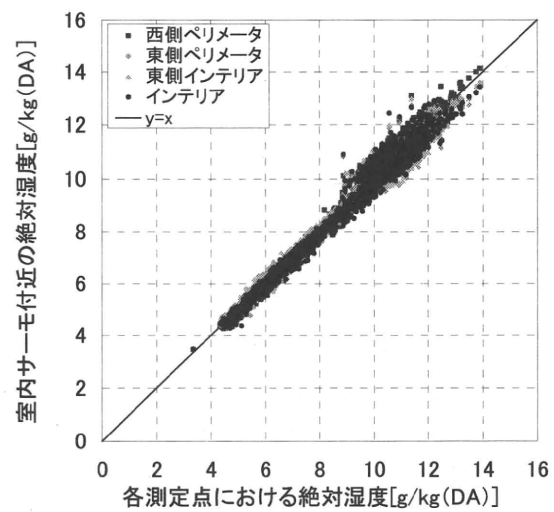


図 3-103 各計測点の絶対湿度の分布 (7階)

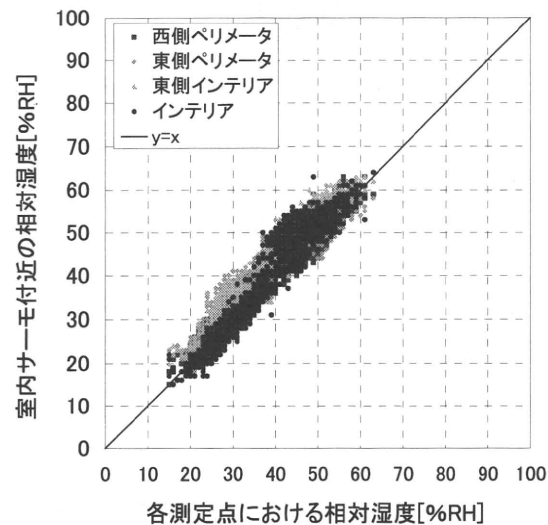


図 3-101 各計測点の相対湿度の分布 (3階)

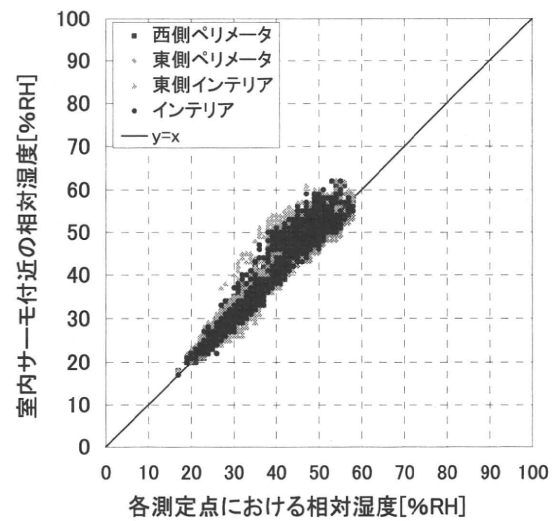


図 3-104 各計測点の相対湿度の分布 (7階)

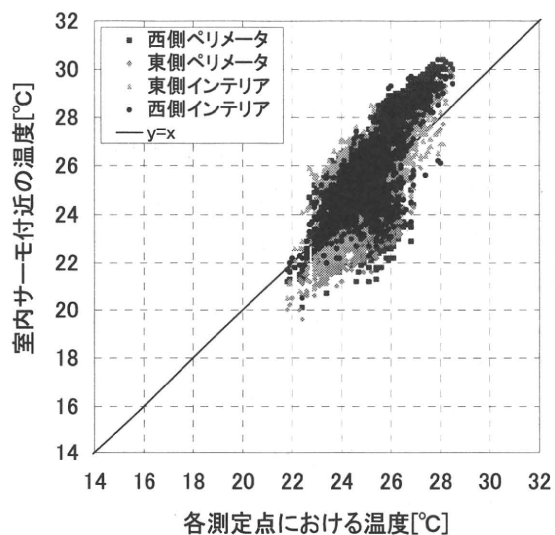


図 3-105 各計測点の温度の分布 (9階)

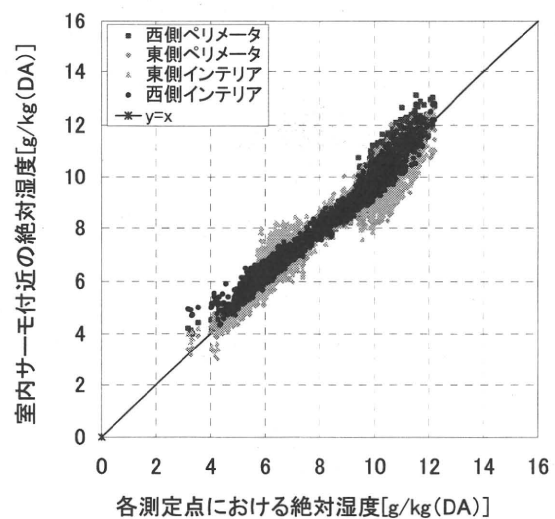


図 3-106 各計測点の絶対湿度の分布 (9階)

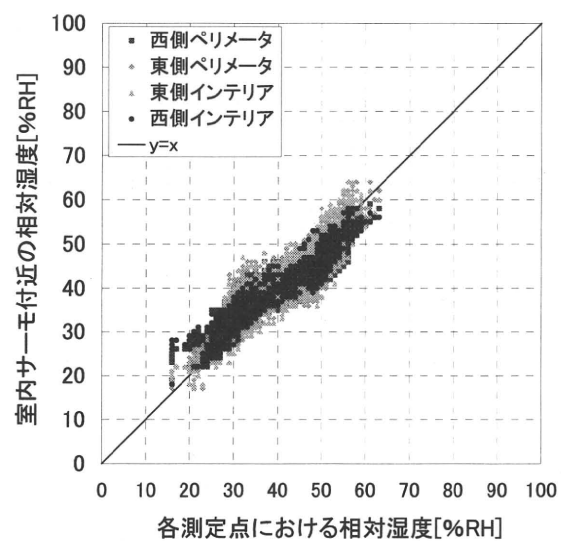


図 3-107 各計測点の相対湿度の分布 (9階)

C.5.8 同執務空間内における室内温度と相対湿度の関係

C.5.7 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 3-83 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 3-108 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 3-108 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.5.8 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 3-109 と図 3-110 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 3-83 に示す A 点付近で測定しているものである。

図 3-109 と図 3-110 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.5.9 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。

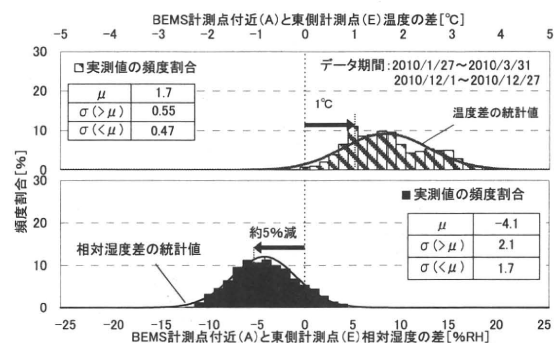


図 3-108 同執務空間における各測定点の温度・湿度の差

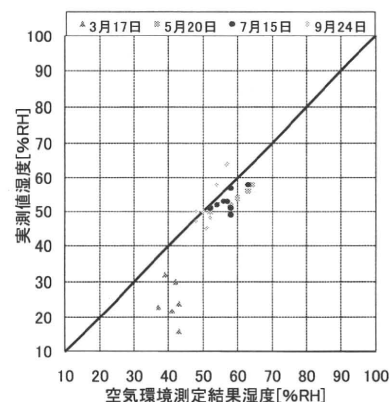


図 3-109 空気環境測定結果と実測値の相対湿度比較

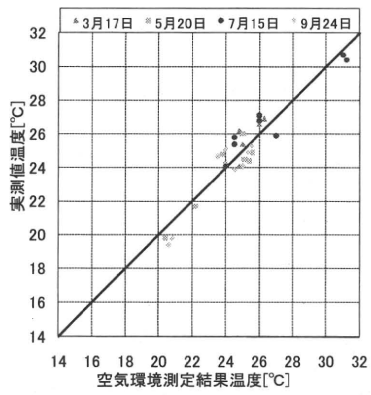


図 3-110 空気環境測定結果と実測値の温度比較

C.6 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.6.1 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 3-10 に調査対象とした K ビルの施設概要を、表 3-11 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 3-111 に、系統図を図 3-112 に示す。

C.6.2 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.6.3 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.6.4 室内温度・相対湿度の基準値内外割合の結果

図 3-113 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 3-10 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 3-11 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)

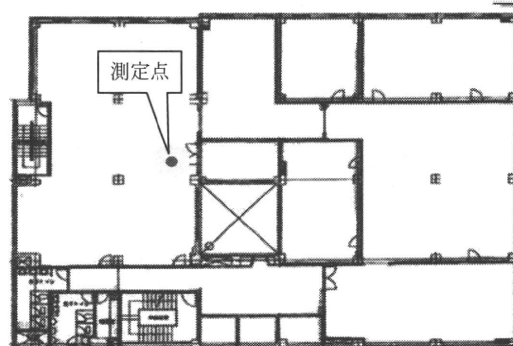


図 3-111 計測ポイント平面図

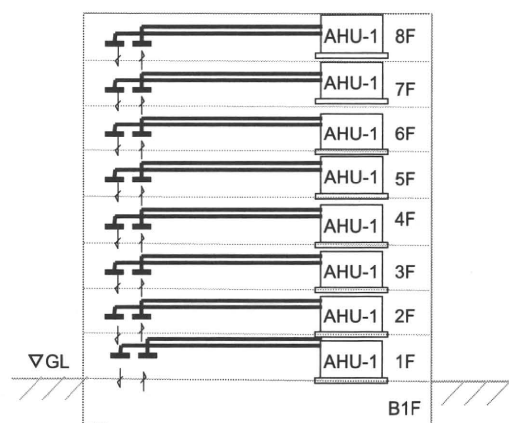


図 3-112 空調系統図

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。

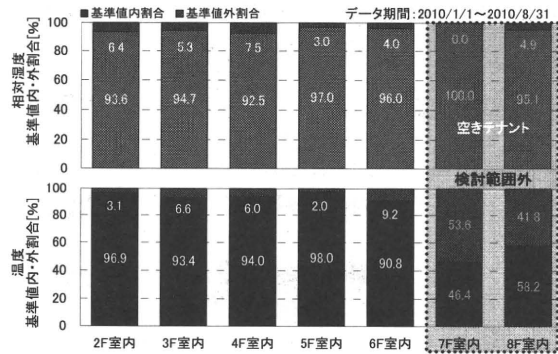


図 3-113 室内温度と相対湿度の建築物衛生法に対する基準値外の割合

C.6.5 空気調和機運転時の室内空気環境

図 3-114 から図 3-118 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 3-114 から図 3-118 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。

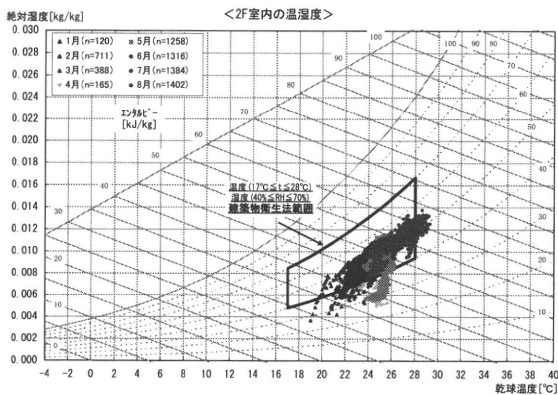


図 3-114 2階における室内温湿度

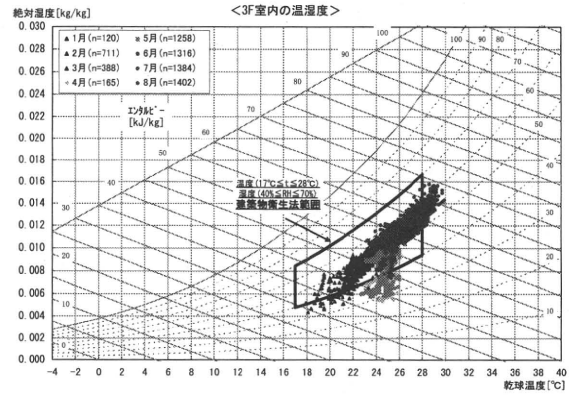


図 3-115 3階における室内温湿度

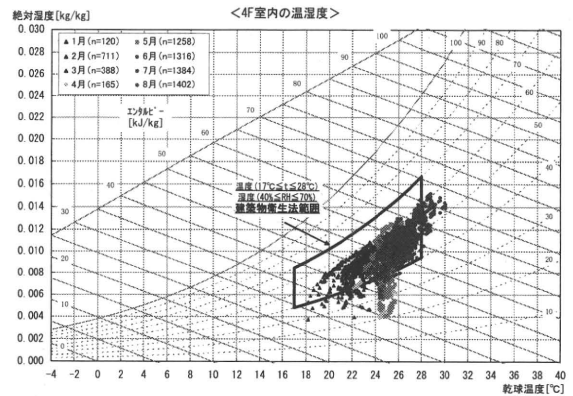


図 3-116 4階における室内温湿度

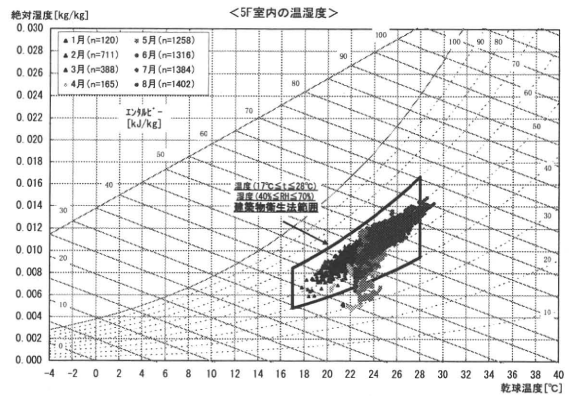


図 3-117 5階における室内温湿度

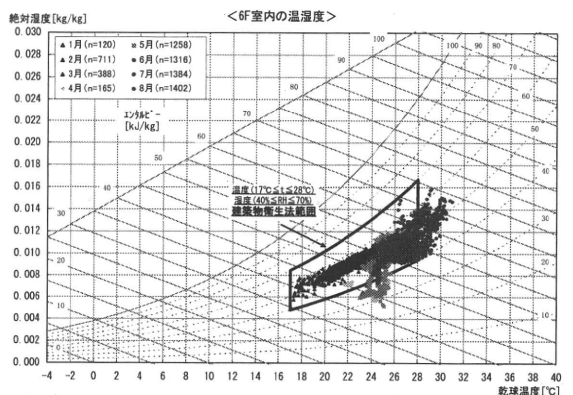


図 3-118 6階における室内温湿度

C.6.6 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 3-119 から図 3-123 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。

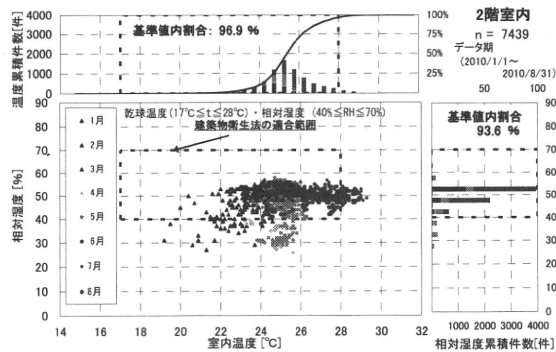


図 3-119 2階における室内温度-相対湿度の散布図・各累積件数

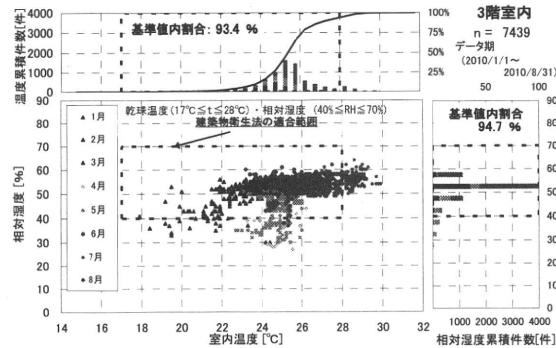


図 3-120 3階における室内温度-相対湿度の散布図・各累積件数

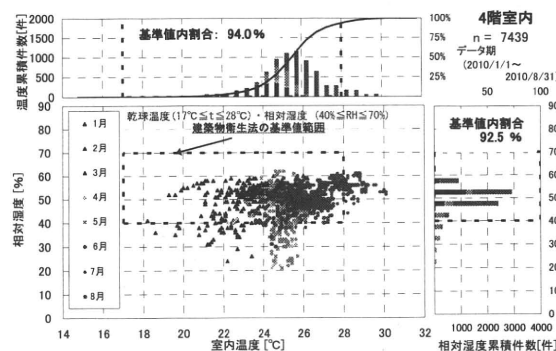


図 3-121 4階における室内温度-相対湿度の散布図・各累積件数

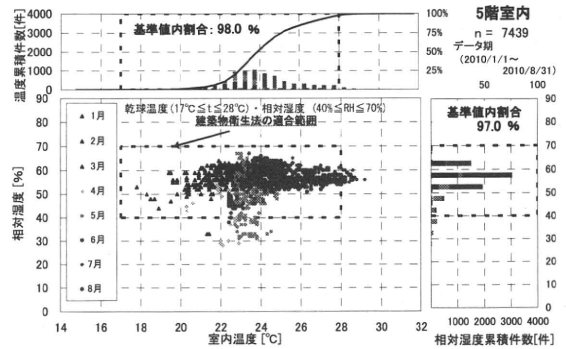


図 3-122 5階における室内温度-相対湿度の散布図・各累積件数

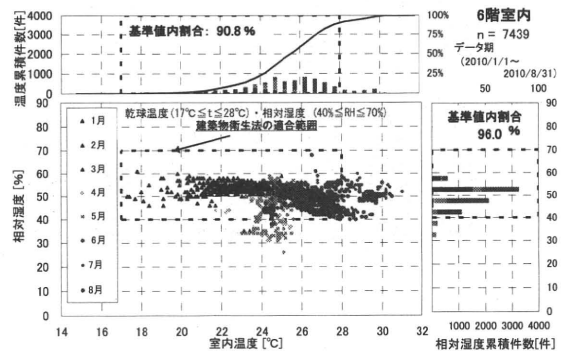


図 3-123 6階における室内温度-相対湿度の散布図・各累積件数

C.6.7 各階の温度と湿度の分布状況

図 3-124 図 3-124 2階-5階の温度分布から図 3-135 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。

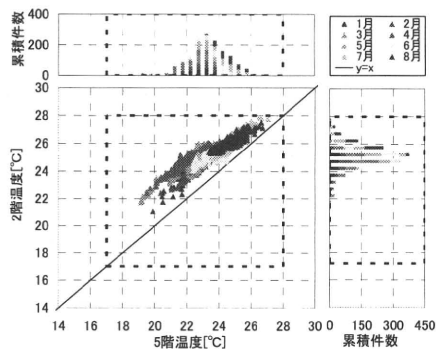


図 3-124 2階-5階の温度分布

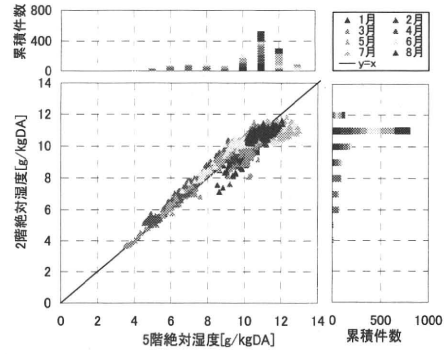


図 3-125 2階-5階の絶対湿度分布

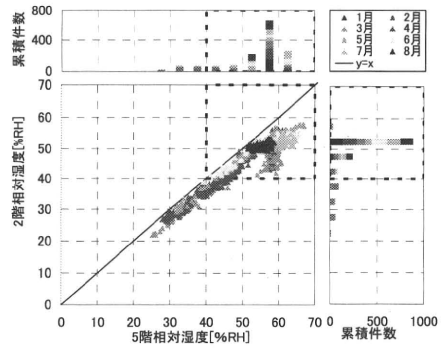


図 3-126 2階-5階の相対湿度分布

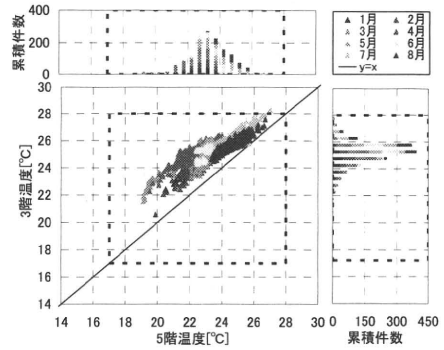


図 3-127 3階-5階の温度分布

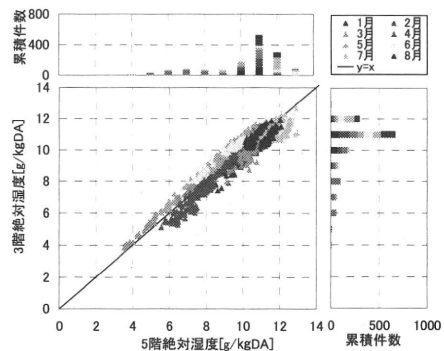


図 3-128 3階-5階の絶対湿度分布

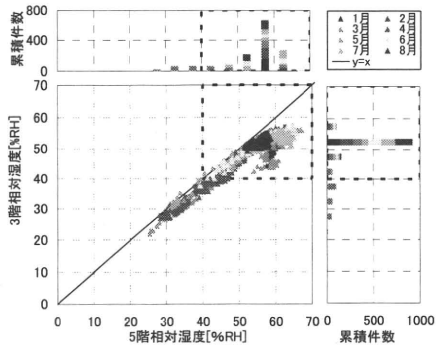


図 3-129 3 階-5 階の相対湿度分布

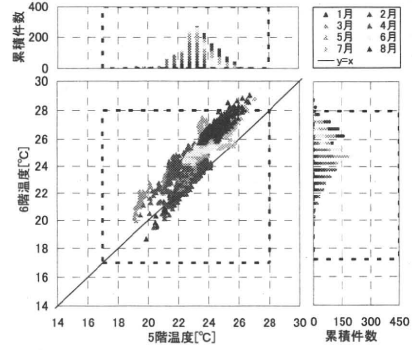


図 3-133 6 階-5 階の温度分布

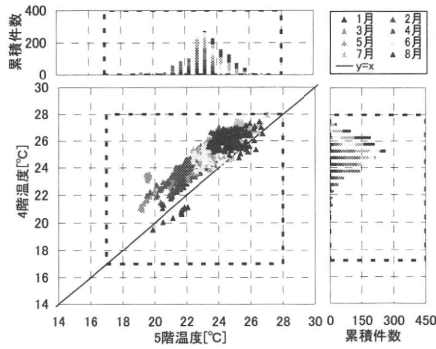


図 3-130 4 階-5 階の温度分布

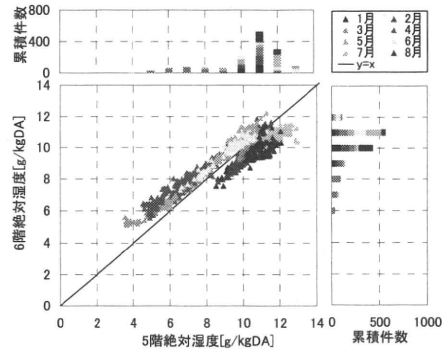


図 3-134 6 階-5 階の絶対湿度分布

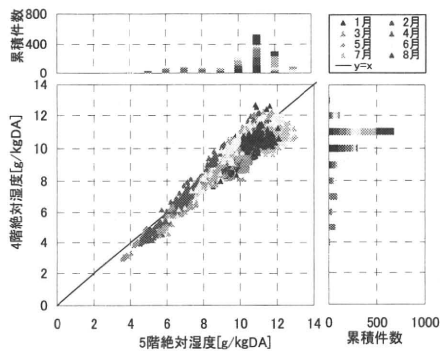


図 3-131 4 階-5 階の絶対湿度分布

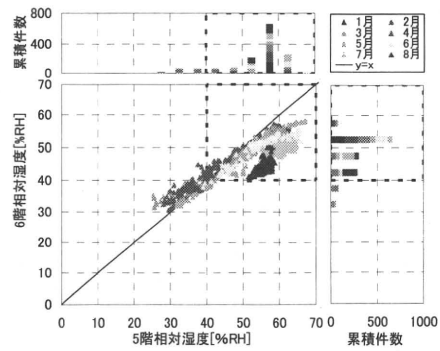


図 3-135 6 階-5 階の相対湿度分布

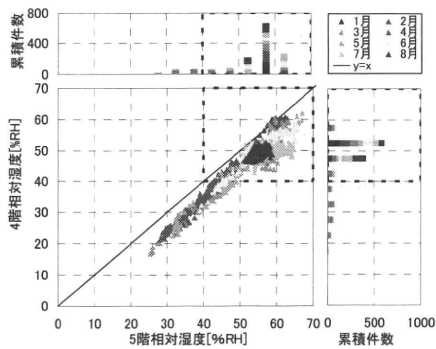


図 3-132 4 階-5 階の相対湿度分布

C.6.8 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 3-136 に示す。なお、差の求め方は T ビルと同様とした。

図 3-136 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.6.9 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。

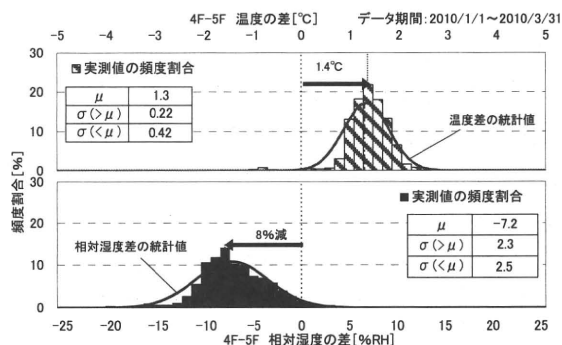


図 3-136 上下階における各測定点の温度・湿度の差

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 の全国特定建築物立入調査等状況調査結果の解析まとめ

全国特定建築物立入調査等状況調査結果より、相対湿度の不適合割合が高く、上昇傾向も高いことが分かった。また、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。

よって、項目では相対湿度、用途では事務所について詳しく調査した。

・C.2 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結果の建物基本情報より、特定建築物の空気調和設備の方式は床面積が大きくなるにつれ、中央熱源方式の導入率が高いことが分かった。また加湿方式については蒸気式、気化式が多く導入されていることが分かった。

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、C.1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.3 の導入・使用されている省エネルギー技術と維持管理者の意識に関するアンケート調査まとめ

アンケート調査による省エネルギー技術の導入・使用件数は、全熱交換器・スケジュール運転・外気冷房が比較的多い値を示した。そして、これらの技術の中では、全熱交換器が相対湿度の不適合割合の上昇に影響を与えている可能性が示唆された。

また、空気環境における実態のうち、相対湿度とCO₂については、年間を通して不適合割合が高く、冬期における相対湿度の不適合割合が、57.5%と突出して大きな値であったことから、建築物全体の問題点と全国アンケート調査による分析との整合性が確認された。

・C.4 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、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、相対湿度の不適合割合が高く、中でも事務所の不適合件数が多いこと、冬季の高い室温が相対湿度の不適合に影響を与えていることを示した。本検討の範囲において、相対湿度の不適合割合上昇に、全熱交換器などの省エネルギー技術が関与していることも示唆されたことから、維持管理の影響などに配慮し、維持管理手法や監視方法の改善と徹底が重要であると考えられる。また、一般的な事務所建物における実証的調査により、季節、空間或いは空調ゾーン間に建築物衛生法の想定を超える温湿度分布が生じ、相対湿度の制御を難しくしている原因となっている状況を明らかにした。部屋代表点における監視だけではなく、満足度の高い環境を作り出すためにも、今後は正確な維持管理手法や監視方法の徹底が重要であると考えられる。

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
- 8) オフィス用高温低湿空調の温熱環境設計用ガイドラインの策定に関する調査研究委員会：(社) 空気調和・衛生工学会
- 9) 東京都健康安全研究センター：「ビル衛生管理講習会資料」2007年
- 10) 山下聖子：特定建築物における温熱環境の推移について、第37回建築物環境衛生管理全国大会

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>
日本太陽エネルギー学会
<http://www.soc.nii.ac.jp/jses/>
日本地熱学会 <http://www.soc.nii.ac.jp/grsj/>
日本伝熱学会
<http://www.htsj.or.jp/index-j.html>
日本冷凍空調学会 <http://www.jsrac.or.jp/>

■協会・工業会など

ESCO 推進協議会 <http://www.jaesco.gr.jp/>
→<http://www.jaesco.gr.jp/report1-2.pdf> (P.5)
IEA ヒートポンプセンター
<http://www.heatpumpcentre.org/>
Japanese Flame Research Committee(JFRC)
<http://www.ifrf.net/>
NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)
<http://www.nedo.go.jp/index.html>
NEDO 情報センター
<http://www.nedo.go.jp/nedo-info/>
UNEP (国連環境計画)
<http://www.unep.org/>
エネルギー環境教育情報センター
<http://www.icee.gr.jp/icee/icee.htm>

平成 21～22 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）
分担総合研究報告書

4. 湿度環境とインフルエンザに関する文献調査

分担研究者 中館 俊夫 昭和大学医学部 教授

研究要旨

建築物環境衛生管理，特に空気環境の管理という観点から，インフルエンザの流行防止に関する最近 10 年の国内・国外の知見を，医学文献データベースを用いて，収集・整理した。その結果，インフルエンザウイルスの伝播様式としてエアロゾル伝播が重要性を示すデータが最近多く報告されていた。またインフルエンザの流行における湿度条件の関連は古くから指摘されているが，その指標として，従来から用いられる相対湿度よりも，絶対湿度のほうが優れているとする報告が増加していた。さらに温帯地域と熱帯・亜熱帯地域における流行パターンの違いは，伝播様式の違いにより説明できるとする仮説があり，それを裏付ける結果も見られた。今後インフルエンザ流行の防止という観点からわが国の建築物における管理を考える上で，季節の違いも考慮した空気環境，温湿度環境の管理が必要であることを示唆するものと考えられた。

研究協力者

飯泉 恭一 昭和大学医学部助教
畑 春実 昭和大学医学部助教

フルエンザにおいても，その伝播様式や流行に対する気象条件の影響などについて，なお不明の部分も少なくない。ここでは，微生物学・ウイルス学からの観点ではなく，あくまでも建築物環境衛生管理，とくに湿度管理という観点から，人間集団におけるインフルエンザの流行防止に関連する事項について最新の知見を収集し，整理することを目的とした。

A. 研究目的

建築物内で人は環境を共有し，相互の距離が近く，濃厚な接触が起りやすいことから，感染症の中でもとくにヒトからヒトへ伝播する感染症は建築物衛生管理上きわめて重要な疾患である。わが国では結核などなお注意すべき疾患はあるものの，近年では，建築物を舞台にした重篤な感染症の大規模な流行はほとんど見られていない。一方季節性インフルエンザは毎年冬季に流行し，その流行を空気の乾燥が促進するという認識があることから，建築物環境管理においては，とくに湿度管理との関連で注意されている。しかし高齢者や乳幼児などのより感受性の高いヒトを除外すれば，一般の健康成人は罹患しても重篤な病態におちいいることは少ないので，一般の建築物では，相対湿度 40% という衛生管理基準が必ずしも反映されない場合も多いことが報告されている。

2009 年の新型インフルエンザのパンデミックは，インフルエンザの流行防止を改めて考えさせる機会となった。しかし既存の季節性イン

B. 研究方法

国内および国外の医学文献データベースを利用した文献検索を行い，検索された文献のタイトルと抄録 (Abstract) に基づいて目的に合致した文献を選択して文献リストを作成するとともに，そのコピーを収集した。また収集された文献を主たる内容から整理し，その中で特に重要と思われる文献については，あらかじめ作成した整理用フォームを用いて内容をまとめた。検索の対象とする文献の範囲は，原著論文だけでなく総説や解説も含めできるだけ広くとったが，会議録は除外した。国内 (和文) 文献は医学中央雑誌 (以下，医中誌と略) のデータベースを利用した。海外の出版を含め英文文献のデータベース検索には，米国国立図書館が提供する PubMed を用いた。"インフルエンザ"，"インフルエンザウイルス"，"湿度"などのキーワードに

より探索的に検索を行った。発表年は2001年以降の10年間を原則としたが、収集された文献に関連する重要な文献はそれ以前のものであっても合わせて収集した。

次に、収集された文献の内容を整理、吟味し、とくに以下の4点から見て重要な文献について、一定のフォームを作成し、それに従って内容を整理した。

- 1.インフルエンザの感染様式、とくにエアロゾル伝播について
- 2.インフルエンザウイルス生存と環境湿度の関連 —絶対湿度による再評価—
- 3.温帯地域と熱帯・亜熱帯地域におけるインフルエンザ流行パターンの差違と伝播様式に関する仮説
- 4.新型インフルエンザについて

最後に、以上の各項目ごとに最近の知見を整理した。

C.研究結果

2年間の検索の結果を合計すると、英文および和文を合わせて50編近い文献が収集された。これらの文献のリストは、各年度の報告書にそれぞれ記載済みである。このうち特に重要であると考えられた文献について、共通の評価フォームに基づいて各文献ごとに整理した。作成した整理用フォームの内容は末尾に掲げた。

C.1 インフルエンザの感染様式、とくにエアロゾル伝播について

インフルエンザが感染者から新たな感受性者へ伝播する主要な経路として、感染者のせきやくしゃみなどに伴って空気中に粒子として排出される気道分泌物を感受性者が呼吸に伴って吸入することでウイルスが侵入する場合と、ウイルスを含む気道分泌物などが付着した紙、ハンカチや衣類、ドアノブなどに感受性者が接触し、それが何らかの形で粘膜に接触することでウイルスが侵入する場合（間接触感染）が挙げられている。このうち前者では、空気中に排出された気道分泌物粒子、すなわち飛沫（しはぶき、droplet）を直接吸い込む飛沫感染と、一旦沈降した飛沫粒子が乾燥によってより小さな粒子、すなわち飛沫核（droplet nuclei）となり、空気中に再飛散し、その粒子を吸い込んで感染する飛

沫核感染がある。飛沫核は粒径が小さいため、空気中に長時間浮遊するエアロゾルである。このため空気の流れに乗って、感染者から離れた場所にいる感受性者にも感染が伝播する可能性があり、飛沫を排出する感染者のおおよそ2メートル以内がリスクの範囲とされる飛沫感染と大きく異なる点である。したがって建築物内での伝播防止を考える上で、インフルエンザが飛沫核、すなわちエアロゾルの状態でのウイルスを含む粒子による感染伝播が起こるかどうかは極めて重要なポイントとなる。（引用図表1、文献1）

2009年の新型インフルエンザパンデミックにあたって、わが国の厚生労働省がそのホームページ上に公開した新型インフルエンザに関するQ&Aや、現在掲載されている新型インフルエンザ入門 (http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kekaku-kansenshou04/inful_nyumon.html#c)などの文書では、主たる感染経路は飛沫感染と接触感染であるとして、感染者の2メートル以内が飛沫感染の危険範囲であることや、感染者の分泌物に触れた手指を眼や鼻の粘膜に触れないことが予防に重要であることを呼びかけている。一般医学誌における最新のインフルエンザ予防の解説（安岡、文献2）でも、インフルエンザの感染対策は、飛沫感染対策と間接触感染対策の2つが挙げられるとし、飛沫対策としては、(1)飛沫を発生させないように、感染者がマスクを着用し咳エチケットを励行する。(2)他人との近接した接触を減らすとともに、濃厚接触時にはサージカルマスクを着用する。ことが推奨されているが、飛沫核感染に対する記述はない。しかし今回の文献検索で、エアロゾル感染が重要な感染経路であることを示唆する報告が多く見られた。Tellierは（文献3）、エアロゾル伝播の可能性に関するレビューを報告し、最近の知見として、インフルエンザ感染者の通常呼気中や、病院の救急部門の室内空気中に、ウイルスを含むエアロゾルが存在することが証明されていること、モルモットを使った実験研究でエアロゾル伝播が起こることが確認され、そこに温湿度が関連すること（後出）、その他、動物モデルによる空気感染に関連する遺伝要因の関与、数学モデルによるエアロゾル伝播の支持などを