

C.2.4 アンケート調査における基本情報の解析結果

C.2.2 に記載したアンケート調査内容における建物概要と設備概要の建築物における基本情報の集計結果を示す。

アンケートの調査総数と回収件数及びアンケート回収件数における各用途の割合を図 3-4 に示す。そして、アンケートの各用途における回収割合を図 3-5 に、全国の各用途の割合を図 3-6 に示す。

図 3-4 よりアンケート全体の回収率は 51.1% となった。用途毎の回収率は事務所が最大で 57.2%、店舗が最低で 40.1% となり、用途の占める比率は事務所が最も多く 44.3%、次いで店舗 16.3%・旅館・ホテル 14.3%・興行場 10.7%・学校 9.4%・その他 4.0% となった。

図 3-5 の H.8 年度～H.20 年度の全国特定建築物届出数における各用途の割合と図 3-6 のアンケートの各用途における回収数より、興行場の比率は高いものの概ね整合している。

図 3-4 から図 3-6 の結果より、各用途におけるアンケート調査対象と全国の特定建築物との構成比の整合は概ね確認された。

各地域におけるアンケート調査総数と回収件数および地方別の割合を図 3-7 に、各地域におけるアンケート調査・回収割合と実際の特定建築物の割合を図 3-8 に示す。

図 3-7 より、アンケートの回収率は北海道・東北地方が最も高く 84.6% で、中国地方が最も低く 31.3% となった。地方別の回収率には大きな差がでた。

図 3-8 より、H.11 年度～H.20 年度の特定建築物の割合（3 番目の横棒グラフ）と回収したアンケートの割合（2 番目の横棒グラフ）を比較すると、全体的には類似した傾向があるが、東京・関東甲信越地方ではアンケートの回収割合の方が際立って低く 18.8 ポイントの差がでた。また、四国地方や中国地方、中部北陸地方ではアンケートの回収割合の方が約 5 ポイント多くなった。

図 3-7、図 3-8 の結果より、地方におけるアンケート調査と全国の特定建築物届出数は全体的には類似した傾向があるが、詳細をみると差が大きな部分もみられた。しかしながら、各

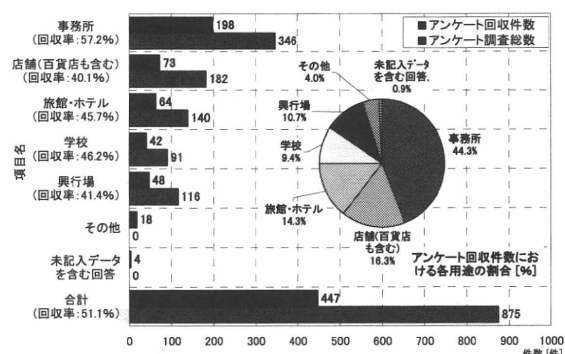


図 3-4 アンケートの調査総数と回収件数及びアンケート回収件数における各用途の割合

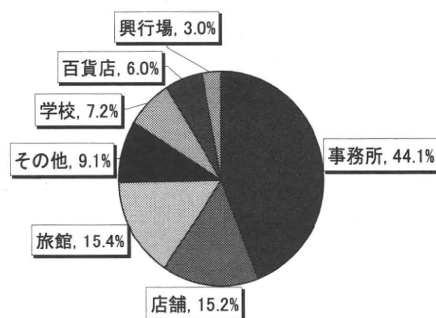


図 3-5 H.8 年度～H.20 年度の全国特定建築物届出数における各用途の割合

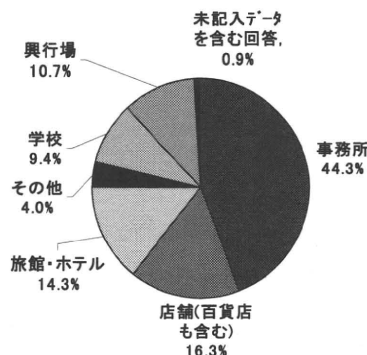


図 3-6 アンケート調査回収結果の用途別割合

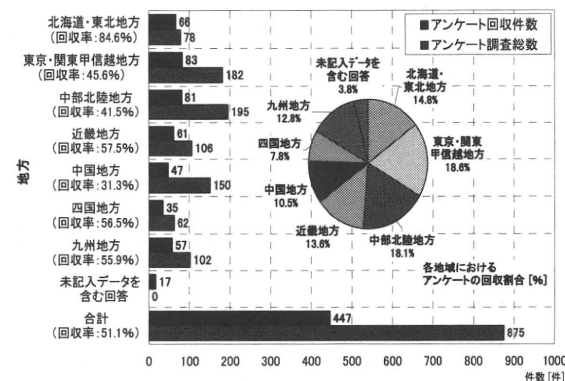


図 3-7 各地域におけるアンケート調査総数と回収件数および地方別の回収割合

地方におけるアンケート回収割合としては、東京・関東甲信越地方が18.6%で最も大きく、四国地方が7.8%で最も小さな値となった。

各延床面積範囲のアンケート回収件数と各用途の件数を図3-9に、各延床面積範囲における用途の割合を図3-10に示す。

図3-9から図3-10より、各延床面積の範囲としては比較的小さい建築物の回答よりも10,000~50,000m²の建築物のアンケートの回収数が多く、比較的大きな建物に対するアンケート内容が集まった。また、その割合は、10,000m²以下の建築物では事務所が非常に多いが、それ以上に大きくなると店舗（百貨店も含む）の割合が多くなった。

各竣工年区分のアンケート回収件数と各用途別件数を図3-11に、竣工年区分毎の用途別割合を図3-12に示す。

図3-11より、竣工年としては1950年以前の古い建物の2件から1999年までの比較的新しい建物の133件まで、回答件数が次第に増えている。また、2000年以降に竣工した新しい建物も77件と多く含まれる。

図3-12より、竣工年区分における用途別の割合を示している。古い建築物では事務所の割合が多く、2000年以降の新しい建築物は各用途に分散している。

各延床面積と熱源方式を図3-13に示す。熱源方式については、3,000~5,000m²の比較的小さい建築物においては、58.0%の建築物において個別方式が採用されている。ついで大きな延床面積範囲である5,000~10,000m²の規模では、個別方式の導入率は35.7%となり、10,000~50,000m²では21.6%と延床面積が大きくなるにしたがって個別方式の割合が減少し、中央方式と中央方式と個別方式を併用する建築物の割合が多くなった。

また、中央方式のみの導入比率は、3,000~5,000m²では21.0%、5,000~10,000m²では27.1%と増加したが、10,000~50,000m²では25.0%と減少した。

これらの結果より、延床面積が大きくなると個別方式の割合が減少し、中央・個別併用方式の割合が増加していく傾向が見られる。

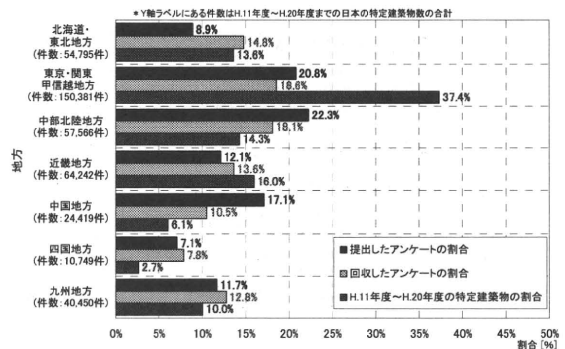


図3-8 各地域におけるアンケート調査・回収割合と実際の特特定建築物の割合

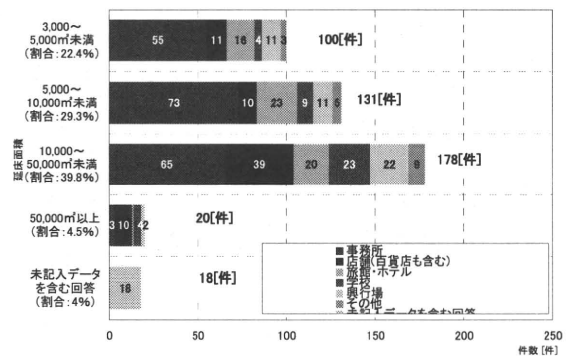


図3-9 各延床面積範囲のアンケート回収件数と各用途の件数

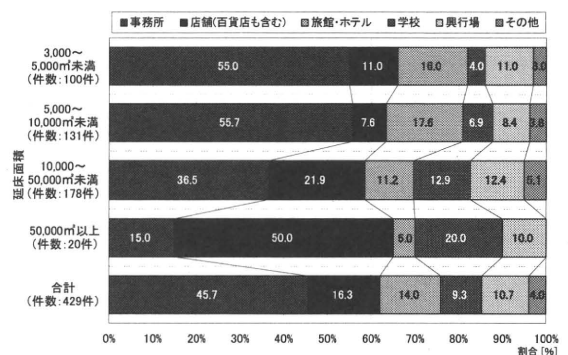


図3-10 各延床面積範囲における用途の割合

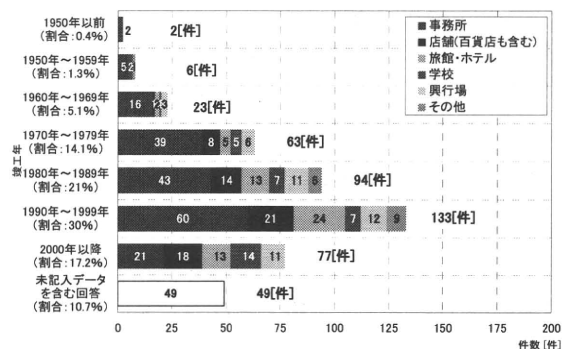


図3-11 各竣工年区分のアンケート回収件数と各用途における件数 (N=447)

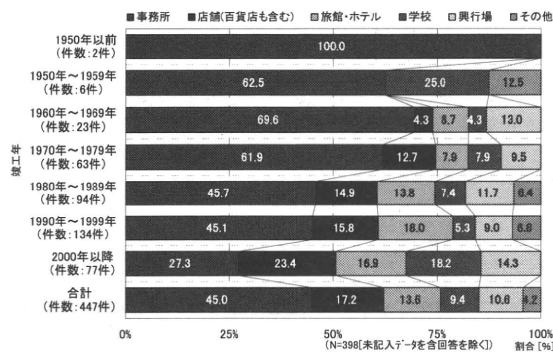


図 3-12 各竣工年区分における各用途の割合

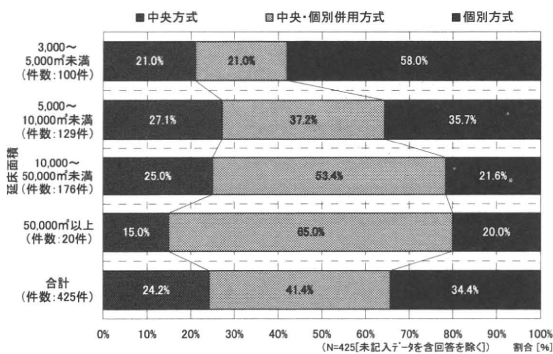


図 3-13 各延床面積と熱源方式の関係

C.2.5 アンケート調査における省エネルギー技術の導入・使用実態

省エネルギー技術の導入・使用件数を図 3-14 に、省エネルギー技術の導入割合を図 3-15 に、省エネルギー技術の使用割合を図 3-16 に示す。

図 3-14 と図 3-15 より、省エネルギー技術の導入は、全熱交換器 203 件 (80.2%)・スケジュール運転 167 件 (66.0%)・外気冷房 109 件 (43.1%) の件数が比較的多く、次いで VAV 方式 71 件 (28.1%)・ゾーニングの細分化 51 件 (20.2%)・予冷熱時の外気導入停止 (18.6%) 47 件・CO₂ 制御 39 件 (15.4%) の導入割合が 10% 以上と高くなった。

図 3-16 より、省エネルギー技術の使用割合は最大で 100%、最小では 53.8%であった。その中で、使用割合が 100%であった技術は導入数自体も 1 件や 3 件と少なく、実態をあらわす割合とは言えないと思われる。導入数の多かった技術の使用割合は、全熱交換器 (77.8%)・スケジュール運転 (74.9%)・外気冷房 (78.9%)・VAV 方式 (70.4%)・ゾーニングの細分化 (60.8%)・予冷熱時の外気導入停止 (76.6%)・CO₂ 制御 (66.7%) である。使用割合は最も多いもので

78.9%、最も少ないもので 60.8%となった。この結果より、導入されていても使用されていない実態があり、省エネルギー技術の使用に関しては管理者が判断している実態が示唆される。

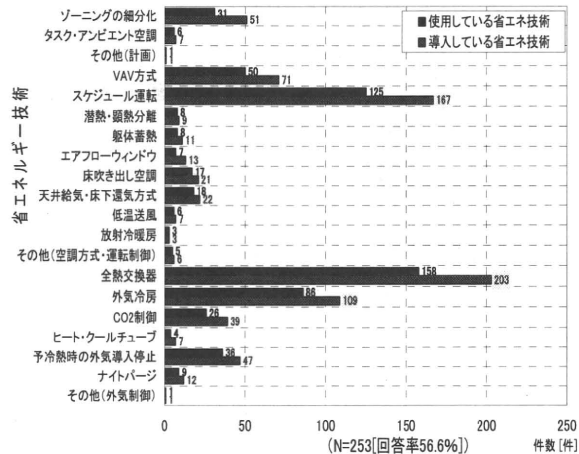


図 3-14 全データにおける省エネルギー技術の導入と使用件数

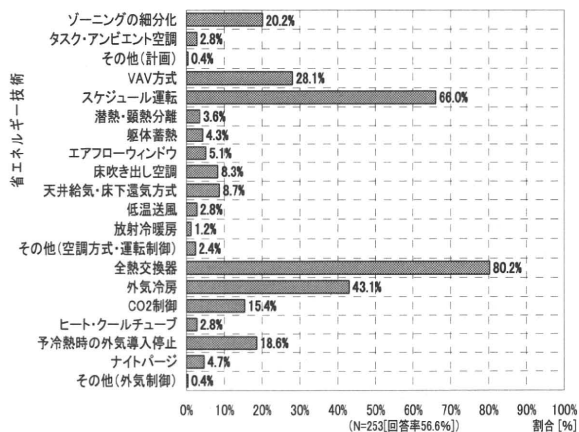


図 3-15 全データにおける省エネルギー技術の導入割合

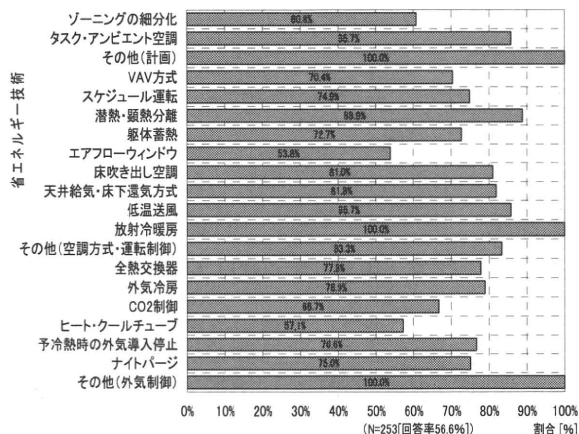


図 3-16 省エネルギー技術の使用割合

C.2.6 アンケート調査における空気環境の実態

C.2.1 に記載したアンケート調査内容における維持管理業務の実態調査の結果における空気環境に関する内容に関し、粉じんにおける季節別の建築物衛生法への適合件数・割合を図 3-17 に、CO における季節別の建築物衛生法への適合件数・割合を図 3-18 に、CO₂ における季節別の建築物衛生法への適合件数・割合を図 3-19 に、温度における季節別の建築物衛生法への適合件数・割合を図 3-20 に、相対湿度における季節別の建築物衛生法への適合件数・割合を図 3-21 に、気流における季節別の建築物衛生法への適合件数・割合を図 3-22 に、ホルムアルデヒドにおける季節別の建築物衛生法への適合件数・割合を図 3-23 に示す。

粉じん・CO・気流・ホルムアルデヒドに関しては、建築物衛生法に適合する割合が高い傾向があった。

図 3-19 より、CO₂ については建築物衛生法に対する適合割合は一年を通して 90%程度で、その中でも学校の適合割合が低い。また、夏季と冬季に適合割合が低い傾向が見られる。

図 3-20 より、温度については建築物衛生法に対する適合割合は全用途において夏季と冬季に 80%程度で低くなる傾向を示した。その中でも冬季における興行場の適合割合が低い。

図 3-21 より、相対湿度については建築物衛生法に対する適合率割合は全用途において冬季に最も低く、夏季や中間期においても低い傾向を示した。また、春季には店舗、夏季には学校の適合割合が下がる傾向を示した。

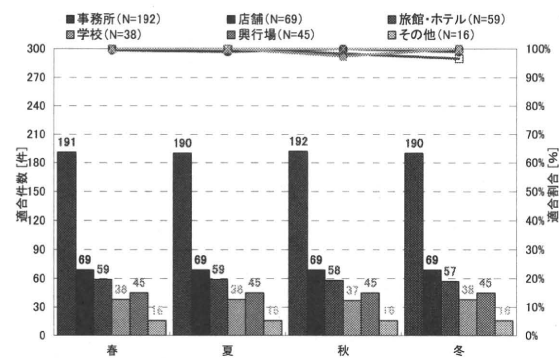


図 3-17 粉じんにおける各季節の建築物衛生法に対する適合件数・割合 (N=419)

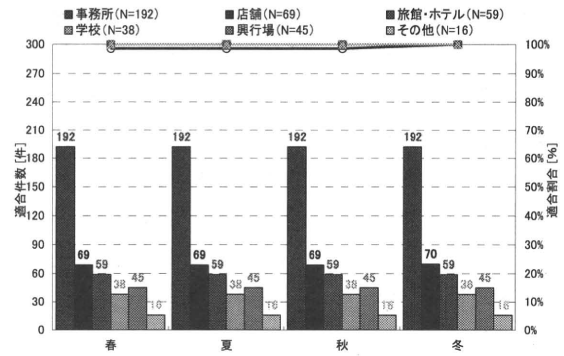


図 3-18 CO における各季節の建築物衛生法に対する適合件数・割合 (N=420)

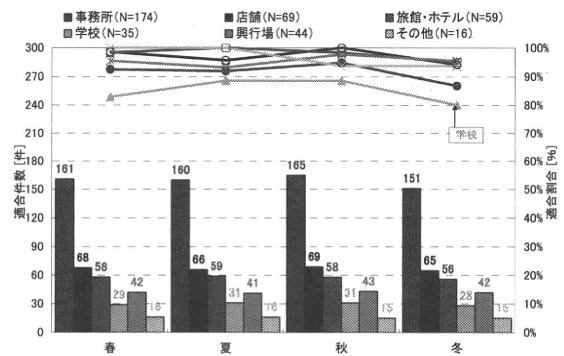


図 3-19 CO₂ における各季節の建築物衛生法に対する適合件数・割合 (N=397)

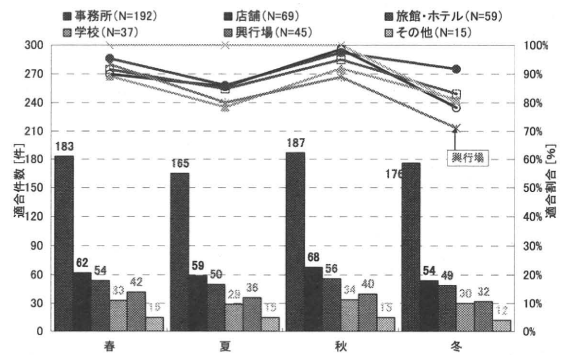


図 3-20 温度における各季節の建築物衛生法に対する適合件数・割合 (N=417)

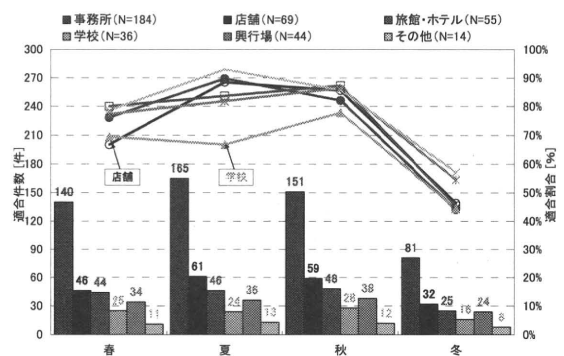


図 3-21 相対湿度における各季節の建築物衛生法に対する適合件数・割合 (N=402)

事務所の空気環境（特に相対湿度）に問題があることが分かった。この結果より、アンケート調査結果の事務所における各項目の季節の建築物衛生法への不適合割合を図 3-24 に示す。

また、事務所の空気環境における問題のある項目についてまとめたものを表 3-4 に示す。

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、冬季における相対湿度の不適合割合が、58%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実態との整合性が確認された。

これらの結果より、相対湿度の不適合割合が非常に高いのは冬季であることが分かった。

C.2.7 アンケート調査における空気環境項目と省エネルギー技術使用との関係性

省エネルギー技術の使用と、C.2.6 で適合割合の低かった空気環境項目（温度、相対湿度、CO₂）の3項目の不適合割合をC.2.4で導入割合が10%以上だった全熱交換器203件（80.2%）・スケジュール運転167件（66.0%）・外気冷房109件（43.1%）の技術の導入件数が比較的多く、次いでVAV方式71件（28.1）・ゾーニングの細分化51件（20.2%）・予冷熱時の外気導入停止（18.6%）47件・CO₂制御39件（15.4%）の7技術について図 3-25 に示す。なお各空気環境項目の適合割合が低かった冬季について示す。

相対湿度の不適合割合が他の項目より高い傾向にあった。特にゾーニングの細分化を採用している建物において相対湿度の不適合割合が全データと比べて高くなった。また、ゾーニングの細分化の使用に次いで予冷熱時の外気導入停止と全熱交換器の使用時において相対湿度の不適合割合が全データと比べて大きくなった。

これらの結果より、ゾーニングの細分化・予冷熱時の外気導入停止・全熱交換器の使用時において、相対湿度の不適合割合が突出して高い冬季において全データの不適合割合より高く、相対湿度の不適合割合に影響を与えていることが示唆された。

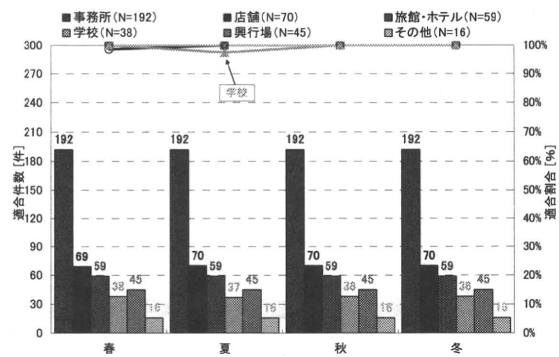


図 3-22 気流における各季節の建築物衛生法に対する適合件数・割合 (N=420)

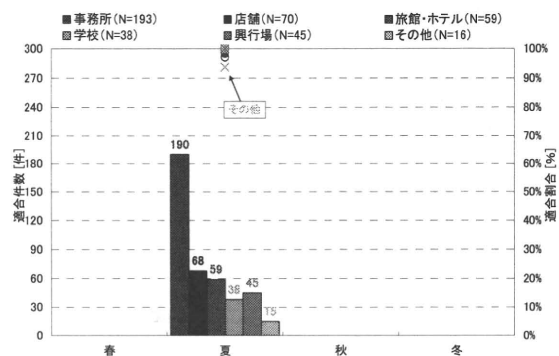


図 3-23 ホルムアルデヒドにおける各季節の建築物衛生法に対する適合件数・割合 (N=421)

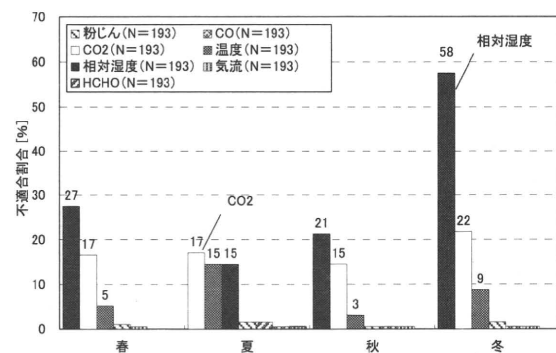


図 3-24 事務所における各項目の季節ごとの建築物衛生法に対する不適合割合

表 3-4 事務所の空気環境における問題の実態

	春	夏	秋	冬	備考
相対湿度	●	△	●	●	年間を通して不適合率が高い
CO ₂	△	△	△	●	換気不足が示唆される
温度		△			夏期の冷房不足が示唆される

*不適合率が10%以上20%未満の場合を△、20%以上の場合を●とする

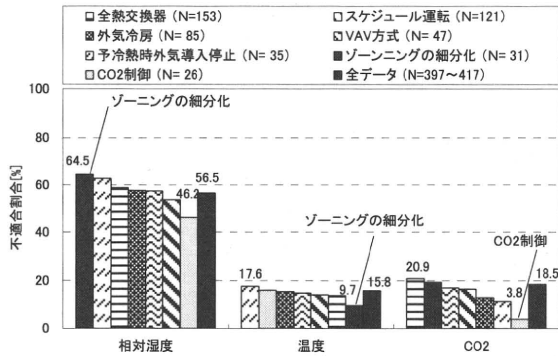


図 3-25 省エネルギー技術の使用時と全データにおける相対湿度の不適合割合

C.2.8 考察

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・外気冷房が比較的大きい値を示した。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を見ると、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、冬季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実態との整合性が確認された。

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考えられる。

原因としては、

- ①全熱交換器を使用することによる低湿度空気の供給
- ②全熱交換器の維持管理の問題
- ③全熱交換器を設置した設備自体の加湿能力不足

などが考えられるが、本データから明確な結論を導くことはできなかった。そのため、今後詳細なデータ解析が望まれる。

C.3.1 特定建築物立入検査結果について

東京都健康安全センターの協力を得て得られた、10,000m²を超える特定建築物に対する、建築物衛生法第11条2項に基づく立入検査のデータ（平成16年度～平成20年度データ）についての解析を行った。

東京都23区内では、昭和45年の建築物衛生法の施工以来、延床面積が10,000m²以下の建物は各区保健所環境衛生監視員が、10,000m²を超える建物は東京都健康安全研究センター建築物監視指導課ビル衛生検査班が維持管理について指導と助言を行っている。なお建物内で特定用途が異なる場合、別用途の延床面積として計上されるため、特定用途別では10,000m²以下のデータも有する。

C.3.2 調査手法

建物基礎情報のうち、主な特定用途、特定用途延床面積、主な空気調和設備の種類、加湿方式の項目より、東京都で立入検査の権限を有する比較的大規模の特定建築物全体の概況及び、建築物全体における空気調和設備の属性を把握する。また、立入検査時に実施された空気環境測定値より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。

C.3.3 特定建築物の用途割合

立入検査を実施した特定建築物の基本情報のうち建物概要および設備概要の調査結果を示す。

立入検査を実施した特定建築物の物件数および用途割合を図3-26に示す。また図3-26に示した特定用途割合を延床面積（規模）別に件数頻度とともに図3-27に示す。

図3-26より約7割以上を事務所が占めており、東京都による立入検査には事務所が、他の用途より多く立入る傾向にあることが分かった。

図3-27より規模別件数では、10,000m²～15,000m²の割合が最も多いが、次いで50,000m²以上となっている。これは大規模な建築物に対して積極的に立入検査を実施していることによると考えられる。また特定用途は、事務所がいずれの延床面積にて半数を超えている。

表 3-5 東京都による特定建築物立入検査概要

<p><一般立入検査> 特定建築物の規模、用途にかかわらず、定期的実施（半日～1日程度）</p>	<p><精密立入検査> 新たに竣工、大規模な改修を行って1年程度経過したビル、もしくは過去の検査結果から詳細な検査が必要と判断されたビルを対象に実施（3日程度）</p>
<p>1) 帳簿書類の検査 建築物衛生法第10条により備え付けが義務付けられている帳簿書類等の審査</p>	
<p>2) 設備の点検 空調設備、給排水設備等の維持管理状況を、機械室に立入</p>	
<p>3) 空気環境測定 浮遊粉じん、CO、CO₂、温度、相対湿度、気流（ホルムアルデヒド除く）6項目について建物内の任意点にて実施</p>	

表 3-6 特定建築物立入検査の建物基本情報

建物概要	主な特定用途、建築年月、特定用途延べ面積、建築面積、延べ面積、地上階、地下階
空調設備概要	主な空調方式、空調フィルター、空調加湿方式、空調全熱交換器
冷却塔	種類、方式、使用水
給水系統	水道種類、給水方式、原水、用途
受水槽	有効容量、材質、水道種別
高置水槽	有効容量、材質、厨房数
雑用水	用途、原水
排水槽	種類、容量、厨房排水流入

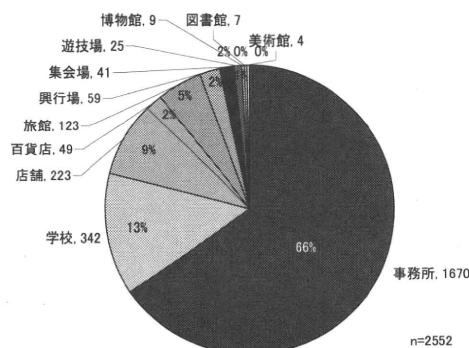


図 3-26 立入検査を実施した特定建築物の用途別割合・件数

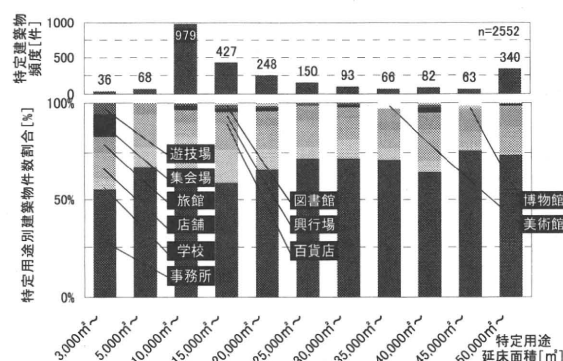


図 3-27 特定建築物の用途・面積・件数

C.3.4 特定建築物立入検査結果における空調和設備の方式の実態

事務用途とともに他の特定用途別の空調方式割合について図 3-28 に示す。なお凡例において全体制御と各階制御は、ともに中央方式の空調方式であり、個別制御はパッケージ型エアコン等の個別方式とした。

図 3-28 より学校を除く各用途において中央方式の採用が半数以上を占めている傾向にあることが分かった。

図に事務用途における特定用途延床面積別の空調方式割合、規模別の頻度、および空調方式頻度を示す。特定用途延床面積が 10,000 m²未満では個別制御と中央熱源方式が同程度採用されている一方で、データ数の多い 10,000 m²以上の規模では中央熱源方式の採用が半数を占めている。このことから、このデータを詳細に解析することで、環境衛生に影響を与える要因に関する検討が可能になると考えられる。

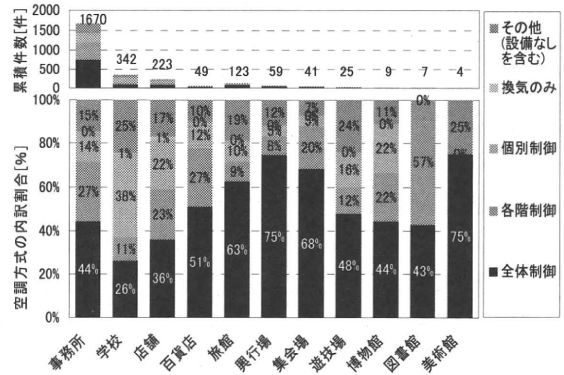


図 3-28 全用途における床面積別の空調方式

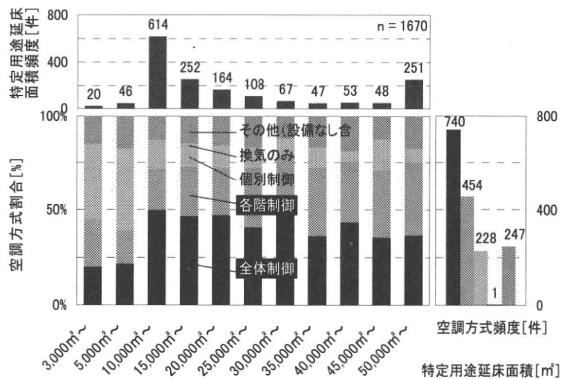


図 3-29 事務所における床面積別の空調方式

C.3.5 特定建築物立入検査結果における加湿方式の実態

C.3.4 の空調和設備の方式についての属性把握同様に、特定建築物の各用途における加湿方式について延床面積別に図 3-30~図 3-31 に示す。

図より各用途において気化式、蒸気式、水噴霧式の加湿方式が比較的高い採用割合を示した。

図に事務用途における特定用途延床面積(規模)別の加湿方式割合、規模別の頻度、および加湿方式頻度を示す。事務所において規模が拡大するにつれ気化式は減少し、蒸気式が増加する傾向にあることがわかった。

特定建築物の温熱環境についての文献において相対湿度の管理基準40%以上に不適合な割合が5割以上あると報告されていることより、今後環境衛生に影響する要因の一つとして加湿方式の関連性を解析していく必要があると考えられる。

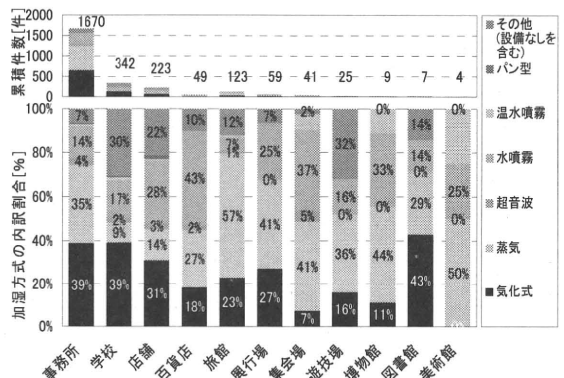


図 3-30 全用途における床面積別の加湿方式

C.3.6 空気環境測定項目の不適合割合

前項までは、立入検査を実施した建物の空調・加湿方式の採用実態の結果を示した。ここでは立入検査時の帳簿書類審査結果より、全用

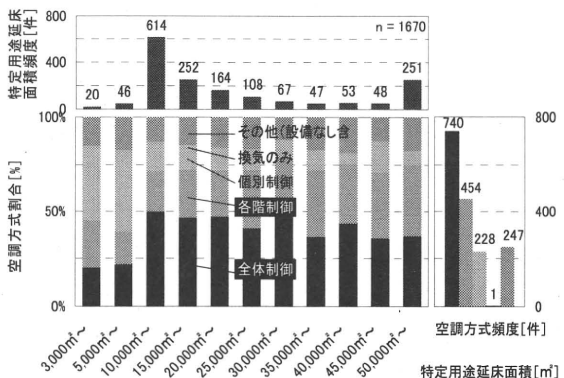


図 3-31 事務所における床面積別の加湿方式

途および事務所の空気環境項目の不適合割合を図 3-33～図 3-34 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 3-32 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 3-33～図 3-34 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.3.7 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 3-35 に示す。

図 3-35 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 3-35 に示したデータを、外気の日データと温度・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 3-36, 図 3-37, 図 3-38 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唆された。

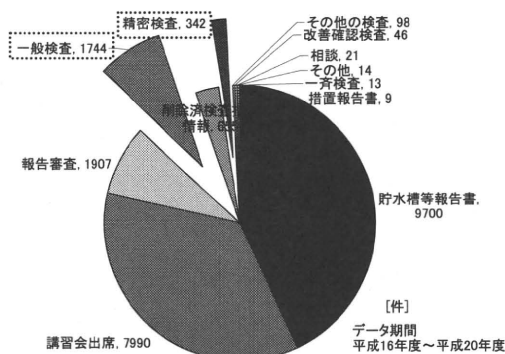


図 3-32 立入検査におけるデータ属性

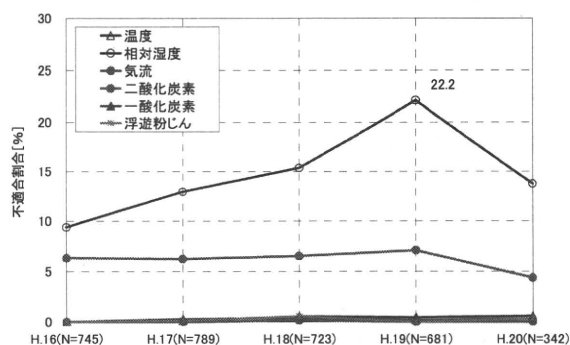


図 3-33 空気環境測定項目の不適合割合（全用途）

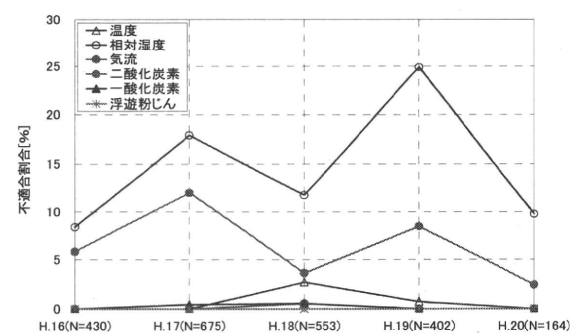


図 3-34 空気環境測定項目の不適合割合（事務所）

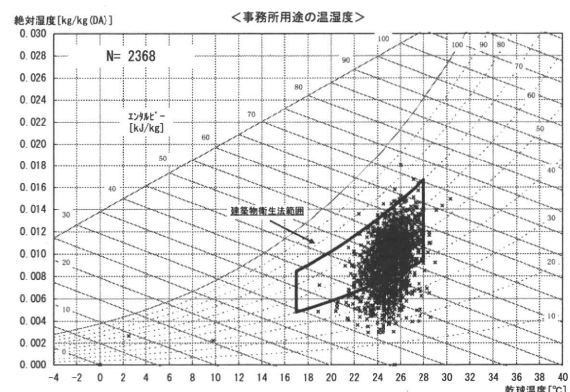


図 3-35 一般検査データによる室内空気状態（事務所）

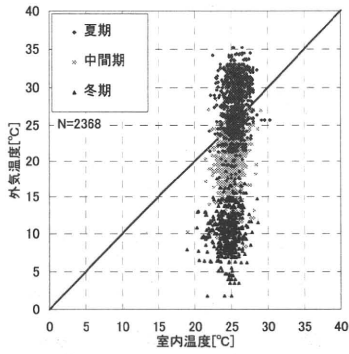


図 3-36 一般検査データにおける外気温度-室内温度の分布（事務所）

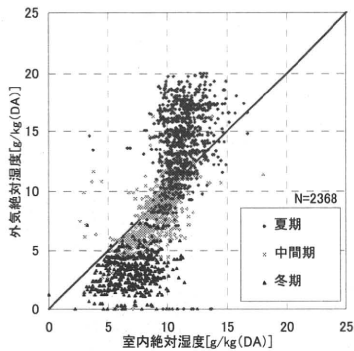


図 3-37 一般検査データにおける外気絶対湿度-室内絶対湿度の分布（事務所）

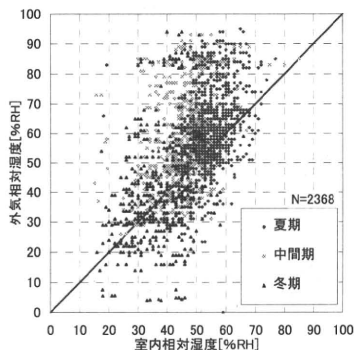


図 3-38 一般検査データにおける外気相対湿度-室内相対湿度の分布（事務所）

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 3-39～図 3-41 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 3-39 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 3-40 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）を通して基準値外になる傾向にあることがわかった。

図 3-41 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°C以上）になることがあった。

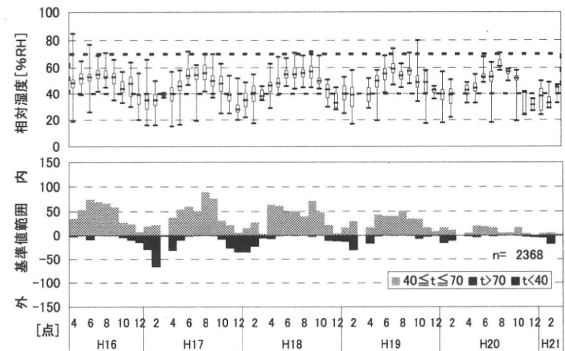


図 3-39 立入検査時期による測定値の基準値内・外状況（相対湿度）

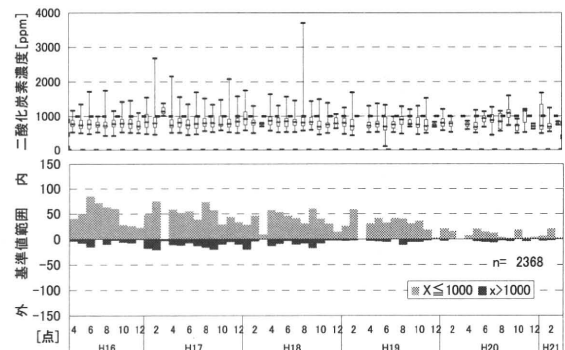


図 3-40 立入検査時期による測定値の基準値内・外状況（CO₂）

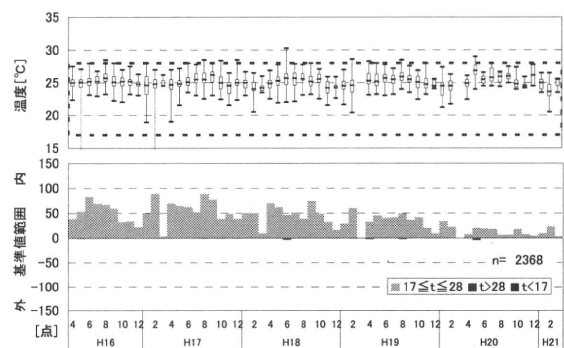


図 3-41 立入検査時期による測定値の基準値内・外状況（温度）

C.3.8 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3-42に、空調方式との関係を図3-43に、加湿方式との関係を図3-44に示す。

図3-42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年代竣工のものにかけて徐々に基準値外割合が増加傾向にあった。

図3-43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3-44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。

C.3.9 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。

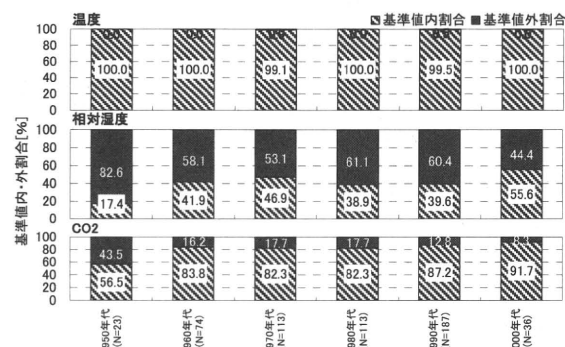


図3-42 竣工年代別の基準値内・外内訳 (冬季)

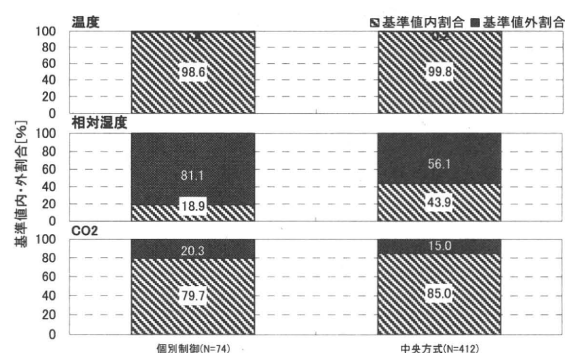


図3-43 空調方式別の基準値内・外内訳 (冬季)

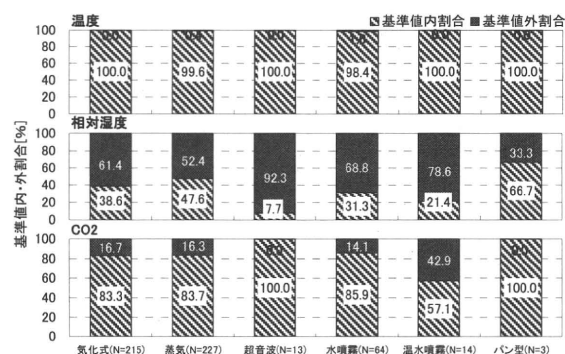


図3-44 加湿方式別の基準値内・外内訳 (冬季)

C.4 事務所サンプルにおける時系列データを用いた空気環境項目の変動の検討

前項までの結果より、事務所の室内空気環境に問題があることが示唆されたことから、事務所ビル の環境状態と管理状況に関する実態と課題を明らかにするため詳細な調査を企画した。

解析に使用したデータは BEMS により取得されたデータ、及び長期実測により得られた連続的室内環境測定値とし、本項以降の各項において検討結果を示す。なお、以降の検討において、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「基準値範囲内割合」とした。

C.4.1 調査対象ビルについて

調査対象には、省エネルギー化や室内環境に高い関心を示すビル所有者の協力を得て、実態資料の乏しい中規模事務所ビルを選定した。

表 3-7～表 3-9 に調査対象ビルの概要を示す。

C.4.2 BEMS データについて

ビルのエネルギーおよび環境管理、それにビル経営情報やファシリティマネジメントの要素を含むビル管理システムを BEMS あるいは BEEMS (Building, Energy and Environmental Management System) という。BEMS は計算機と情報処理の技術が高度に発達した結果として、その総合的性格を明らかにし、近年普及しつつある。¹⁾

C.4.3 系統図などの詳細図面

T ビルにおける空気調和機の監視画面について、ビル全体監視図を図 3-45 に、空気調和機全体系統図(冷房)を図 3-46 に、全体監視フローを図 3-47 に、熱源全体監視図を図 3-48 に示す。

調査対象ビルには、空気調和機として AHU が 3 台入っており、AHU-1 が 2 階から 9 階までの東側オフィスにおける空調を行っている。また、AHU-3 が 2 階から 9 階までの西側オフィスにおける空調を行っている。AHU-2 が 1 階における銀行の空調を行っている。また、単一ダクトにより同系列には同じ空気が流れている。

表 3-7 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 フロアー 天井高 2800mm 床加重 400 kg/m ²
入退室	24 時間可

表 3-8 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	(製氷時)(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
エアローポンプ	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 3-9 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

C.4.4 研究手法

Tビルには、15分ごとのBEMSデータが11室分あり、2008年9月1日～2009年8月31日の1年間分のデータを使用した。なお、BEMSデータの解析にあたっては、空調稼働時のみを検討対象とするために、空調機の稼働時間のデータを抽出後、空調機の立ち上がり1時間と空調機の停止前1時間分のデータは空調機使用時間外として扱った。その結果、AHU-1のデータ数は10,530/35,040ポイント、AHU-2のデータ数は10,434/35,040ポイント、AHU-3のデータ数は10,504/35,040ポイントを使用した。

また、前項までの調査より室内空気環境において問題があり、その中でも相対湿度の不適合割合に問題があった。このことから、BEMSデータの解析については室内温度と相対湿度について詳しく調査した。

C.4.5 空調機稼働時の基準値外割合の結果

空調稼働時における調査であるので、空調稼働のスケジュールを図3-49に示す。

図3-49より、データ期間中は296日/365日稼働していた。また、休日に空調機が稼働する日は無く、土曜日は午前中のみ稼働となった。平日の空調機稼働時間は7:30～19:45が平均的で、空調機の停止時刻は年間を通して19:45だったのに対して、空調始動時刻は早い日で6:00時からという日もあった。

TビルのBEMSデータがある11室について、空調使用時に測定された室温と相対湿度についての各計測結果における基準値内・基準値外割合を図3-50に示す。また、一日の内一度でも相対湿度が建築物衛生法に対して基準値外となった日を不適日とした場合の日数とその割合を図3-51に示す。

図3-50より、室内温度の建築物衛生法に対する基準値内・基準値外割合は、全体的に基準値外の割合が低く、高い室で6.5%、低い室では0.0%を示した。対して相対湿度の建築物衛生法に対する基準値内・基準値外割合は、全体的に基準値外の割合が高く、高い室で47.4%、低い室で12.4%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。

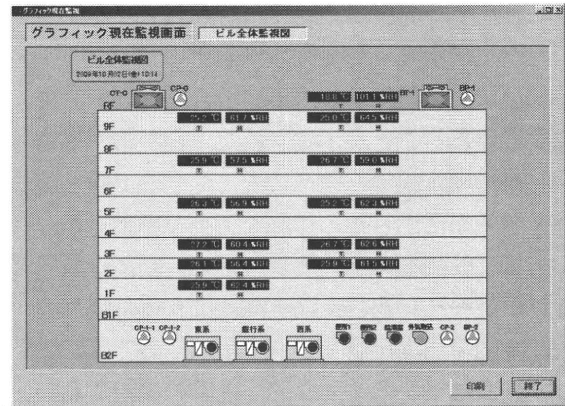


図 3-45 ビル全体監視図

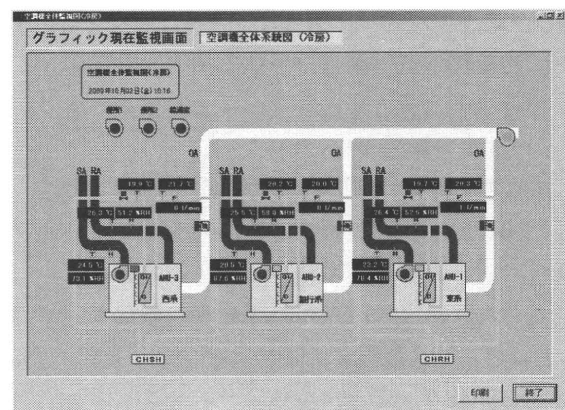


図 3-46 空調機全体系統図

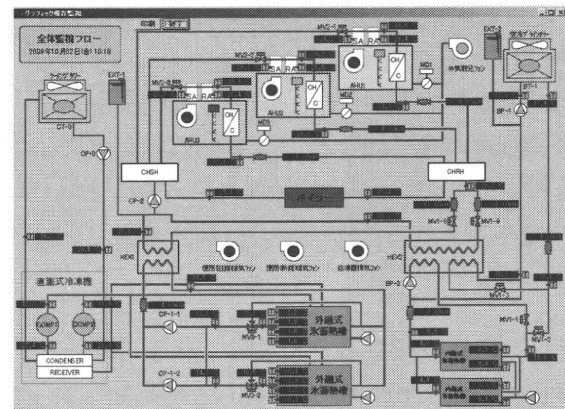


図 3-47 全体監視フロー

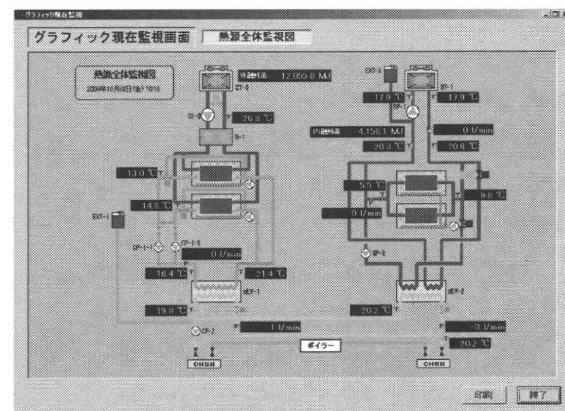


図 3-48 熱源全体監視図

図 3-51 より、相対湿度の不適合日数の割合は最大で 64.2%，最低で 21.3%を示し、図 3-50 の調査対象時間における相対湿度の基準値外割合よりも、相対湿度の適合日数の割合の方が大きくなった。よって、相対湿度が基準値外となる割合は、法に則って一日の内一度でも適合しない時間があった場合を不適合日とした場合の方は基準値外割合が大幅に高くなる。この結果より、相対湿度の不適合は同じ日に一定して不適合となっているのではなく、不適合となる時間が分散している可能性が示唆された。

これらの結果より、詳細なデータにおいても相対湿度の基準値外割合が高く、C.1 の全国特定建築物立入調査等状況調査結果の解析や、C.2 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との整合性が確認された。

C.4.6 空気調和機運転時の室内空気環境

C.4.5 では、相対湿度に建築物衛生法に対する基準値外割合が高いことが分かった。この結果より、BEMS データのある 11 室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 3-52 から図 3-62 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や、どのように基準値範囲に収まらないのかを読み取る。

図 3-52 から図 3-62 より、多くの場合相対湿度が基準値外となるのは、40%RH 未満で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。しかし、図 3-59 には、夏季の相対湿度が基準よりも高い部分が見られた。

また、室温については、図 3-55 において夏季・中間期の室内温度が基準よりも高く、図 3-56 において夏季・中間期・冬季の室内温度が基準よりも高く、図 3-58 において中間期の室内温度が基準よりも高く、図 3-60 において中間期の室内温度が基準よりも高くなる部分が見られた。

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の 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傾向にあることが確認された。

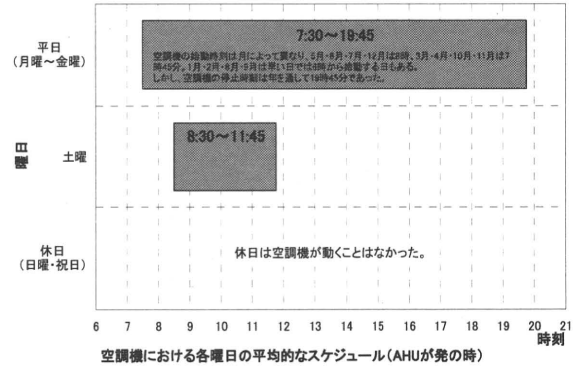


図 3-49 空気調和機の曜日ごとの平均的なスケジュール

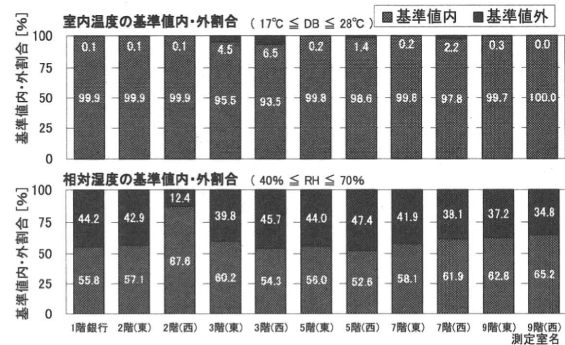


図 3-50 室内温度と相対湿度の建築物衛生法に対する適合・不適合割合

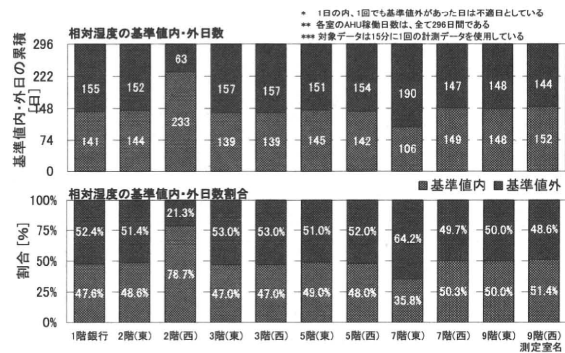


図 3-51 室内温度と相対湿度の建築物衛生法に対する適合・不適合割合

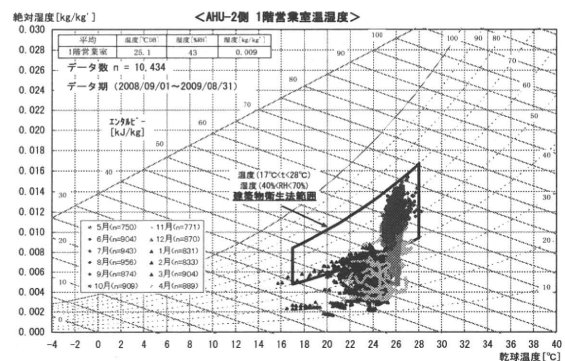


図 3-52 1階銀行における室内温度状況

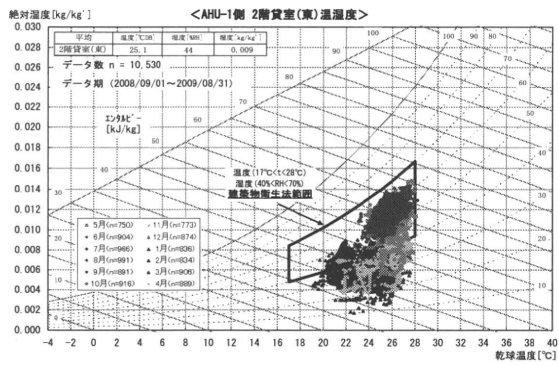


図 3-53 2階(東)室における室内温度状況

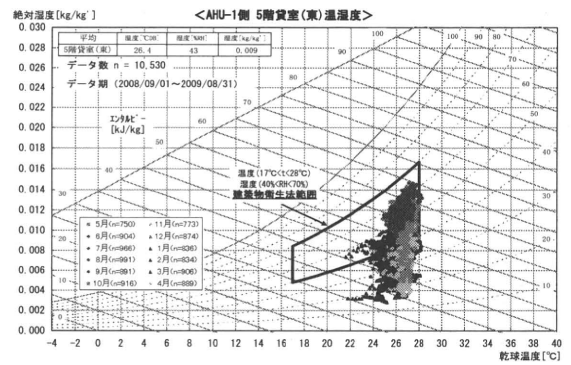


図 3-57 5階(東)室における室内温度状況

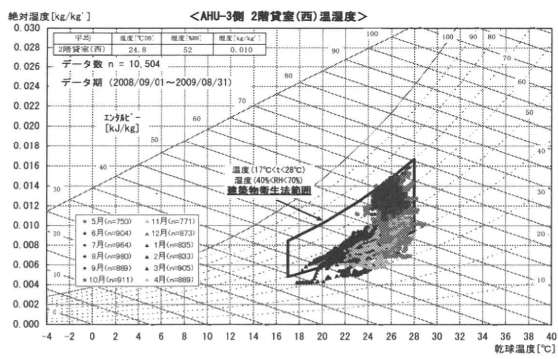


図 3-54 2階(西)室における室内温度状況

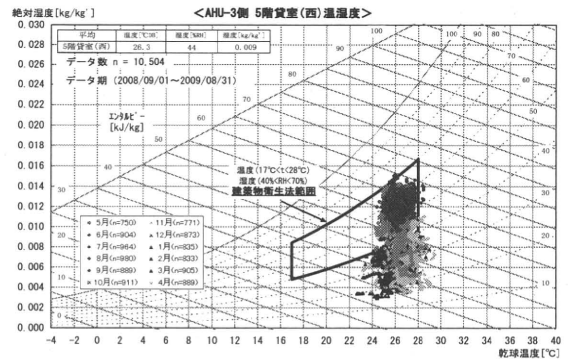


図 3-58 5階(西)室における室内温度状況

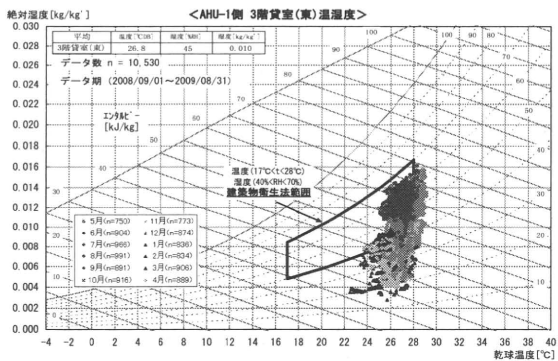


図 3-55 3階(東)室における室内温度状況

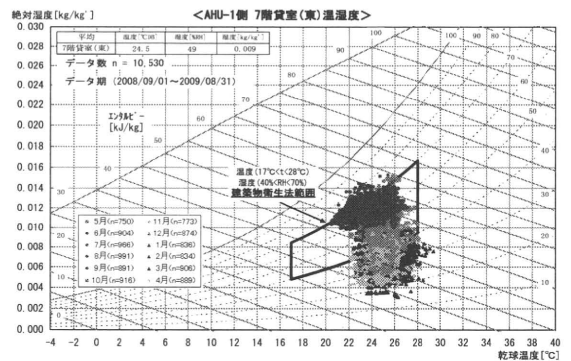


図 3-59 7階(東)室における室内温度状況

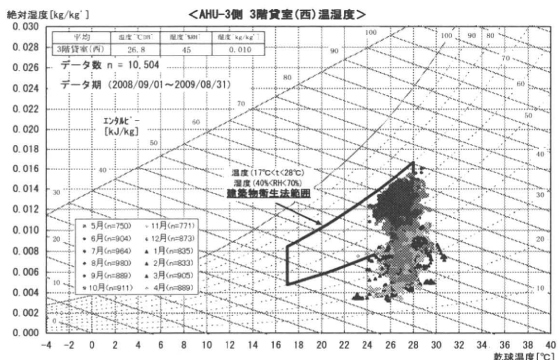


図 3-56 3階(西)室における室内温度状況

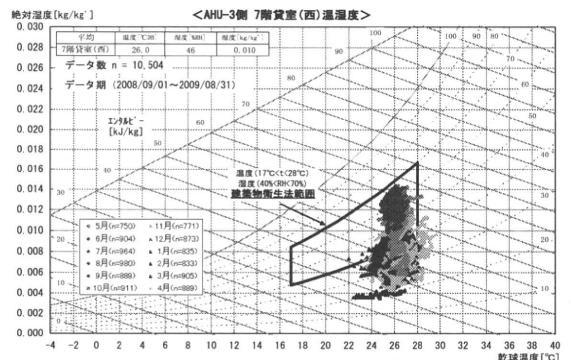


図 3-60 7階(西)室における室内温度状況

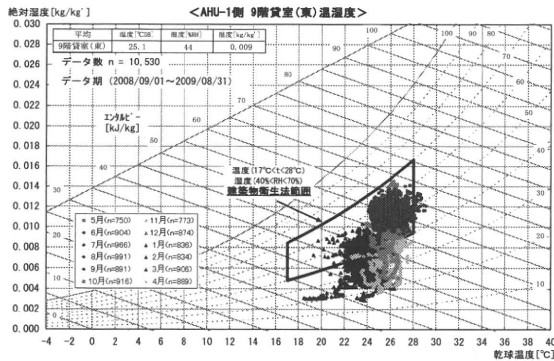


図 3-61 9階(東)室における室内温度状況

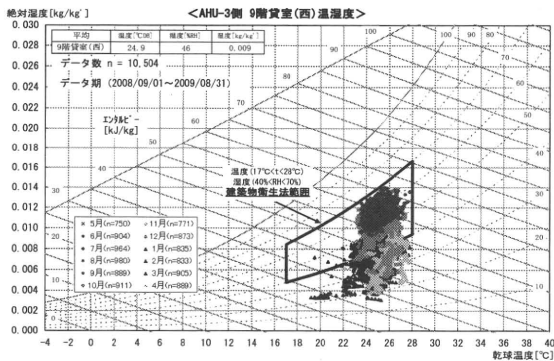


図 3-62 9階(西)室における室内温度状況

C.4.7 空気調和機運転所の室内温度と相対湿度の分布と累積

C.4.6 の温度と相対湿度による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を逸脱する傾向にあることが分かった。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 3-63 から図 3-73 に示し、より詳細な問題点の把握を行った。

図 3-63 から図 3-73 より、図 3-65 を除き相対湿度が基準値外となる場合、相対湿度は 30%RH から 40%RH に多く累積している。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、図 3-65 以外で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。

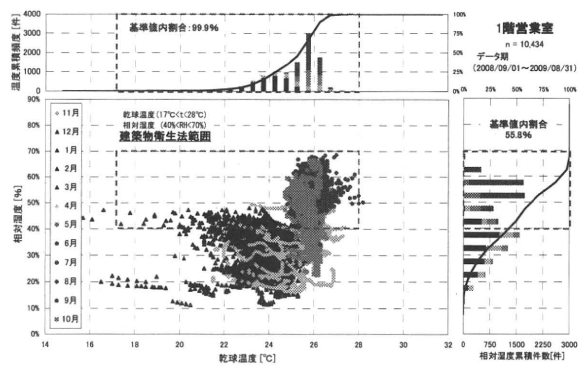


図 3-63 1階銀行における室内温度-相対湿度の散布図とそれぞれの累積件数

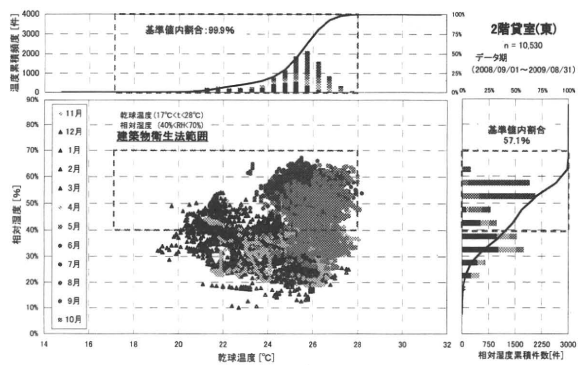


図 3-64 2階(東)室における室内温度-相対湿度の散布図とそれぞれの累積件数

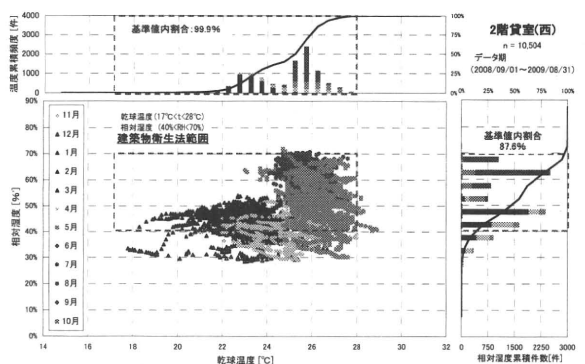


図 3-65 2階(西)室における室内温度-相対湿度の散布図とそれぞれの累積件数

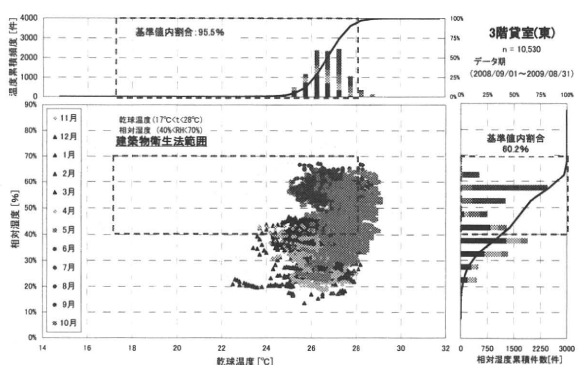


図 3-66 3階(東)室における室内温度-相対湿度の散布図とそれぞれの累積件数

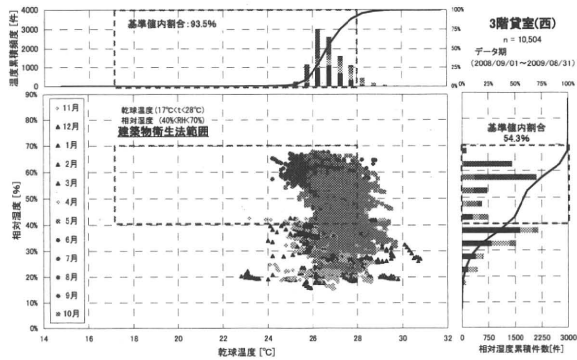


図 3-67 3階(西)室における室内温度-相対湿度の散布図とそれぞれの累積件数

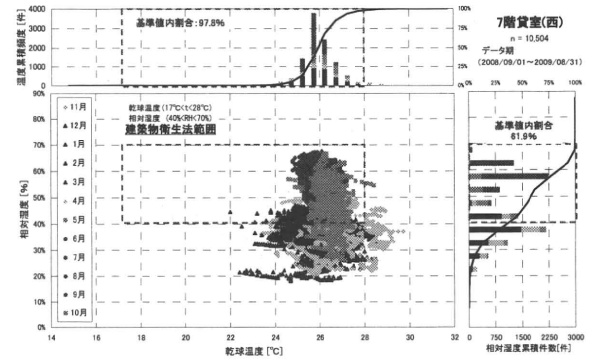


図 3-71 7階(西)室における室内温度-相対湿度の散布図とそれぞれの累積件数

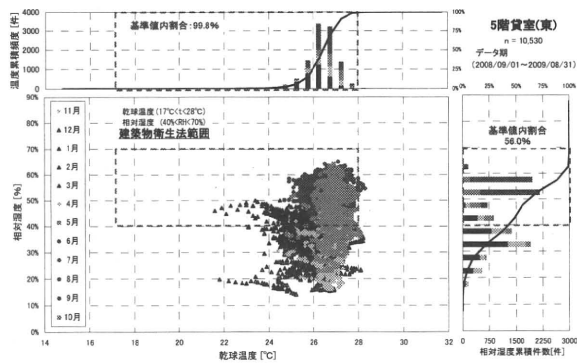


図 3-68 5階(東)室における室内温度-相対湿度の散布図とそれぞれの累積件数

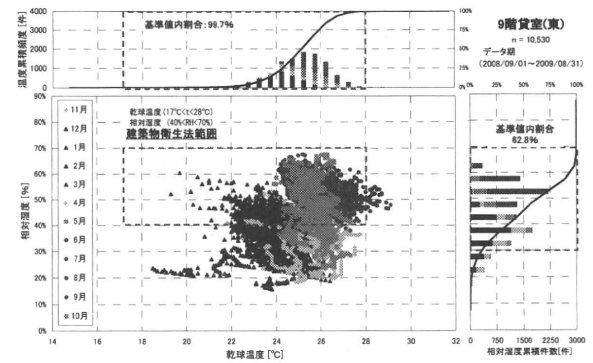


図 3-72 9階(東)室における室内温度-相対湿度の散布図とそれぞれの累積件数

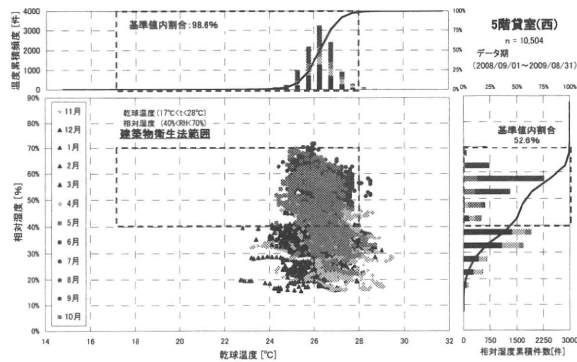


図 3-69 5階(西)室における室内温度-相対湿度の散布図とそれぞれの累積件数

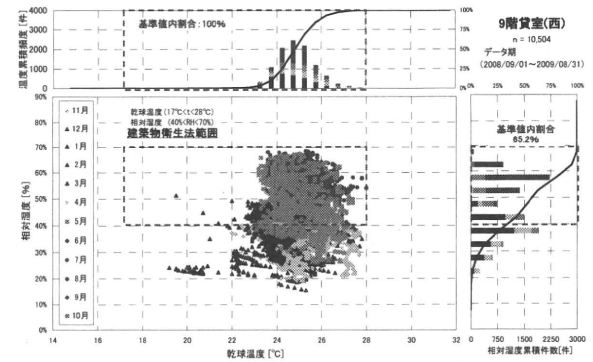


図 3-73 9階(西)室における室内温度-相対湿度の散布図とそれぞれの累積件数

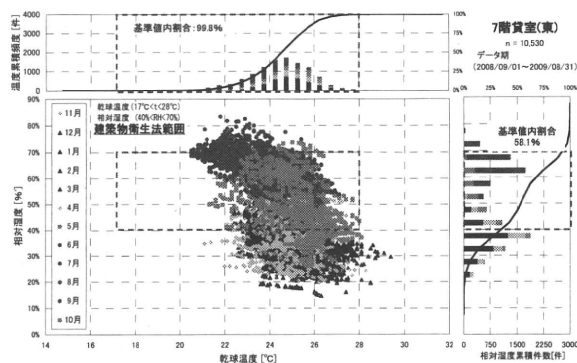


図 3-70 7階(東)室における室内温度-相対湿度の散布図とそれぞれの累積件数

C.4.8 代表日における各データの経時変化

前項までの結果より、相対湿度は冬季に基準値外が多く、次いで中間期にも多いことが分かった。また、冬季と中間期における相対湿度の基準値外は、室内温度が比較的高いときに発生する傾向があった。そこで、冬季の温水負荷(暖房負荷)が最大となる日(ピーク日)における経時変化を相対湿度の基準値外割合が一番高い室(以下5階西)と相対湿度の基準値外割合が一番低い室(以下2階西)の状況を図 3-74 か

ら図 3-75 に、冬季ピーク日のある週において平均的な負荷日における経時変化を図 3-76 に示す。

また、冬季に次いで相対湿度の基準値外が多く見られた中間期においては、熱源負荷が月を通して0なので、4月と11月の内からランダムで選出した日についての経時変化を5階西と2階西について図 3-77 と図 3-78 に示した。

夏季においては相対湿度の問題が生じている傾向がほぼ見られなかったため、冬季のピーク日と同様に夏季ピーク日における経時変化を5階西について図 3-79 に示す。また、夏季ピーク日に次いで負荷が大きかった日における経時変化を図 3-80 に示す。

図 3-74 と図 3-75 の冬季におけるピーク日の経時変化より、5階西は室温が24°C~28°C台を示し、2階西は室温が20°C~24°C台を示した。この結果より、5階西の方は2階西よりも室温が約4°C高いことが読み取れた。相対湿度については、5階西は30%RH~40%RH台を推移し相対湿度の基準に対して多くの時間帯が基準値外を示している一方で、2階西は40%RH~50%RH台を推移し相対湿度の基準値内にあった。

また、図 3-74 と図 3-76 の同じ5階西室におけるピーク日と負荷がピーク日の半分の日を比較すると、負荷の低い日は外気温が最大で8°C高く、外気温が高かったことによって熱源機の負荷が軽減されたと考えられる。そして、室内の温度・相対湿度に関してはピーク日と同じ傾向が見られた。しかしながら、図 3-74 と図 3-76 の結果からは冬季においては熱源機負荷の低下による加湿効果の減少の傾向は見られなかった。

図 3-76 と図 3-77 の中間期における経時変化を比較すると、冬季と同様に2階西に比べて5階西の室温が高く相対湿度が低い傾向を示した。

図 3-78 と図 3-79 の夏季における経時変化より、夏季においては室内の相対湿度は外気の相対湿度の影響を受ける傾向が見られた。

図 3-79 と図 3-80 より、冬季においては室内温度と相対湿度の変動が中間期や夏季に比べて激しく、室内環境の維持が難しいことが考えられる。また、一日の最大負荷においても、冬季の最大負荷は3,229[kW/日]、夏季の最大負荷は

7,561[kW/日]と、冬季は熱源機の稼働が少なく、加湿効果が減少している可能性が示唆されたが、図 3-74 と図 3-76 の結果からは冬季においては熱源機負荷の低下による加湿効果の減少の傾向は見られなかった。これらの結果より、相対湿度の基準値外への影響としては、加湿装置の問題と、冬季・中間期の高い室内温度が建築物衛生法の湿度範囲を下回らせることに影響を与えていると考えられる。

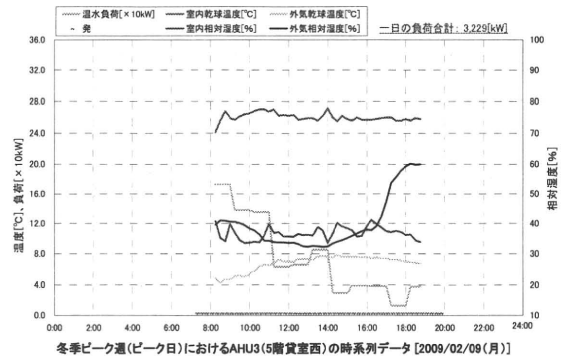


図 3-74 冬季ピーク日における5階西の時系列データ

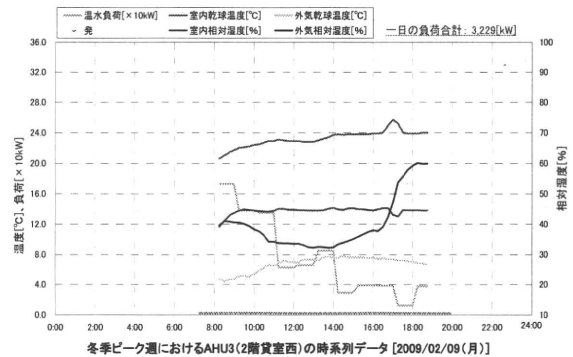


図 3-75 冬季ピーク日における2階西の時系列データ

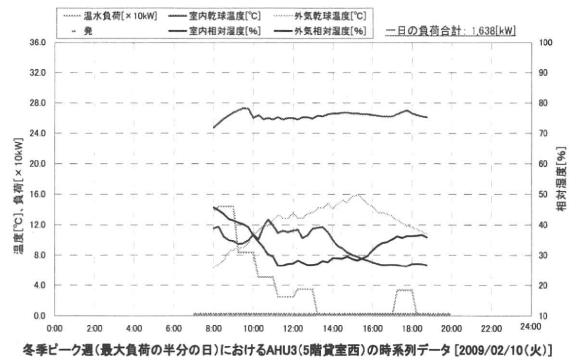


図 3-76 冬季ピーク週における負荷が平均的な日の5階西の時系列データ

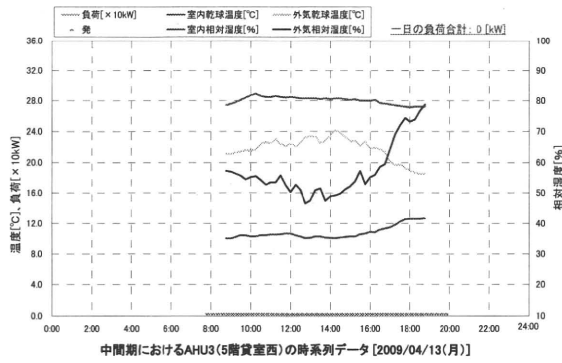


図 3-77 中間期 (ランダムに選出した日) における 5 階西の時系列データ

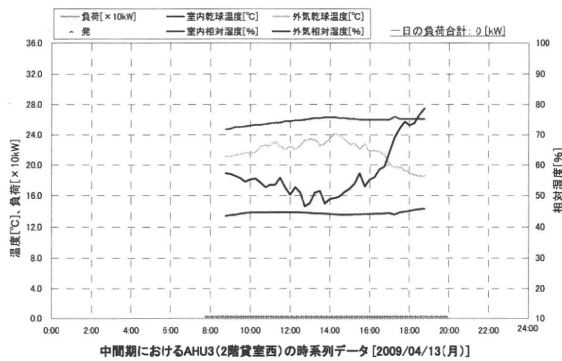


図 3-78 中間期 (ランダムに選出した日) における 2 階西の時系列データ

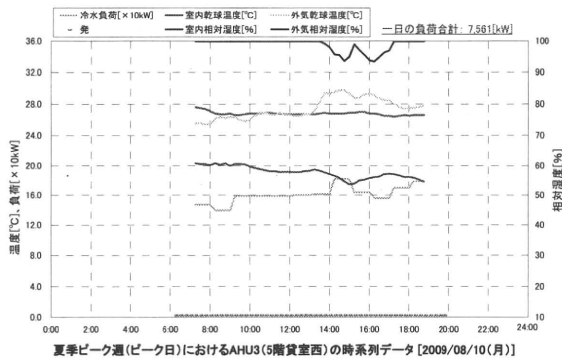


図 3-79 夏季ピーク日に於ける 5 階西の時系列データ

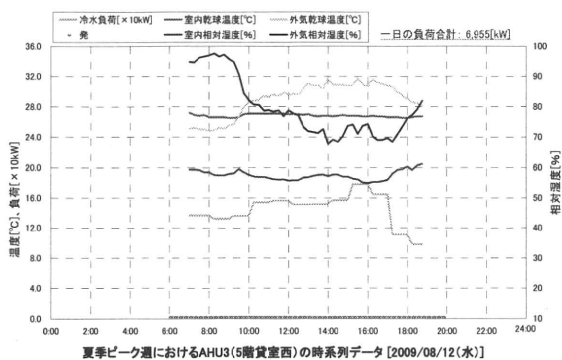


図 3-80 夏季ピーク日に次いで負荷が大きかった日における 5 階西の時系列データ

C.4.9 熱源機負荷の月平均と外気温度

C.4.8 より、熱源機負荷の比較的少ない冬季や熱源機負荷のない中間期において相対湿度が基準値よりも低くなる状況が分かった。

本項では熱源機負荷の月平均と外気温度について冷水負荷 (冷房負荷) を図 3-81 に、温水負荷 (暖房負荷) を図 3-82 に示す。

図 3-81 と図 3-82 より、熱源機の稼働は温水負荷 (暖房) に比べて冷水負荷 (冷房) の方が大きい。年間の冷水負荷 2,725.7[MW/年]に対し、温水負荷 836.7[MW/年]となり、冷水負荷は温水負荷の約 3 倍以上あり、冷水負荷の大きい冷房期には十分に熱源機が稼働し、建築物衛生法の基準を守るだけの減湿効果があったと考えられる。

一方、冬季では冷房運転はなく、適切な加湿と室内温度の維持管理によって相対湿度が基準を下回らないように管理することが必要と考えられる。

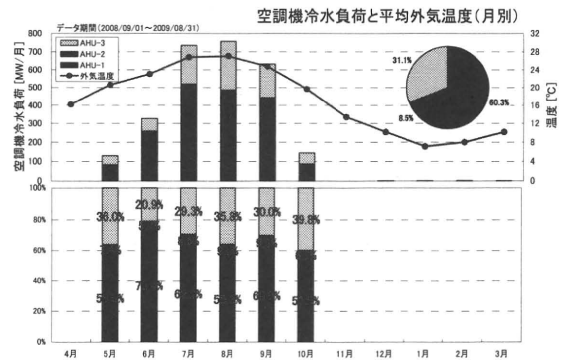


図 3-81 月別の平均外気温度と空調機冷水負荷とその割合

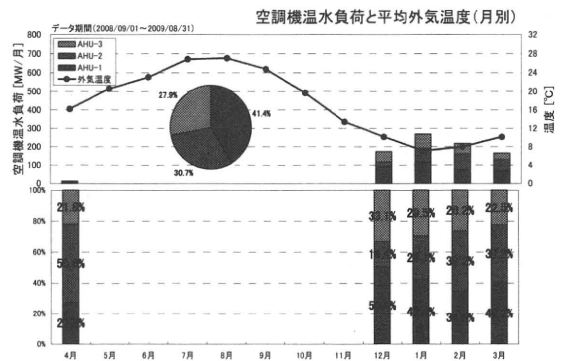


図 3-82 月別の平均外気温度と空調機温水負荷とその割合

C.4.10 考察

相対湿度が基準値外となる原因として、冬季の室内温度が高めで相対湿度を基準よりも低くしている状況が見られた。