

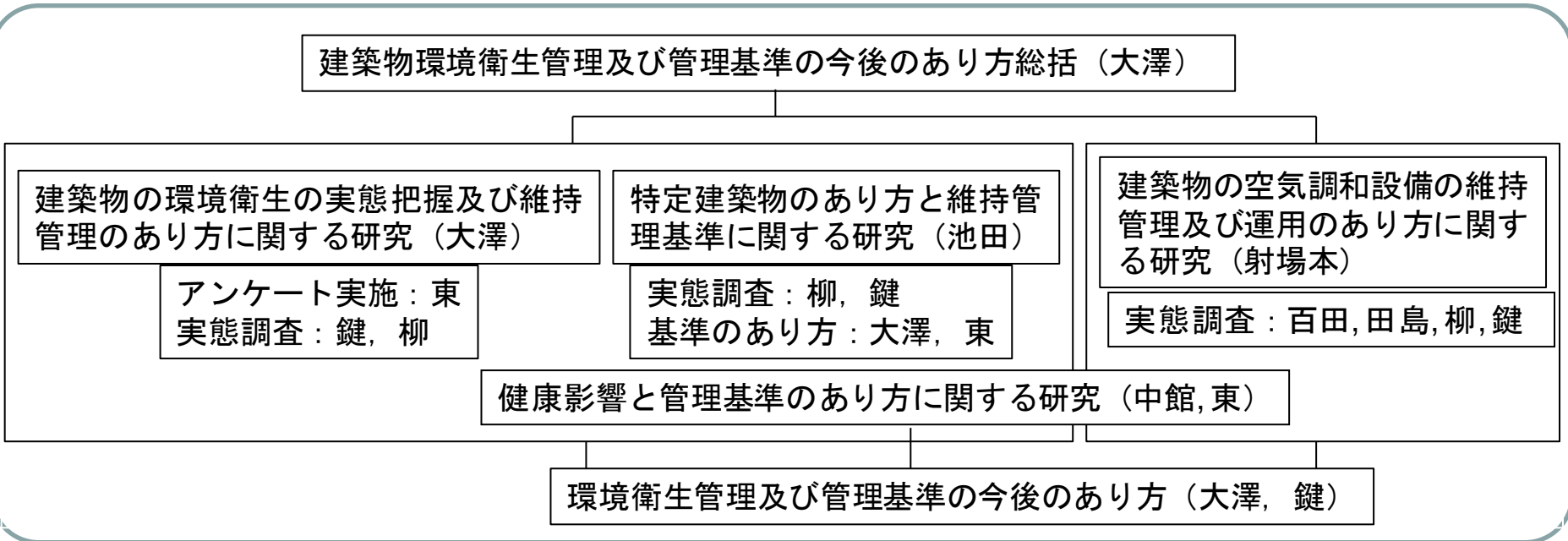
建築物衛生の動向と課題

鍵 直樹 (東京工業大学)

建築物環境衛生管理及び管理基準の 今後のあり方に関する研究

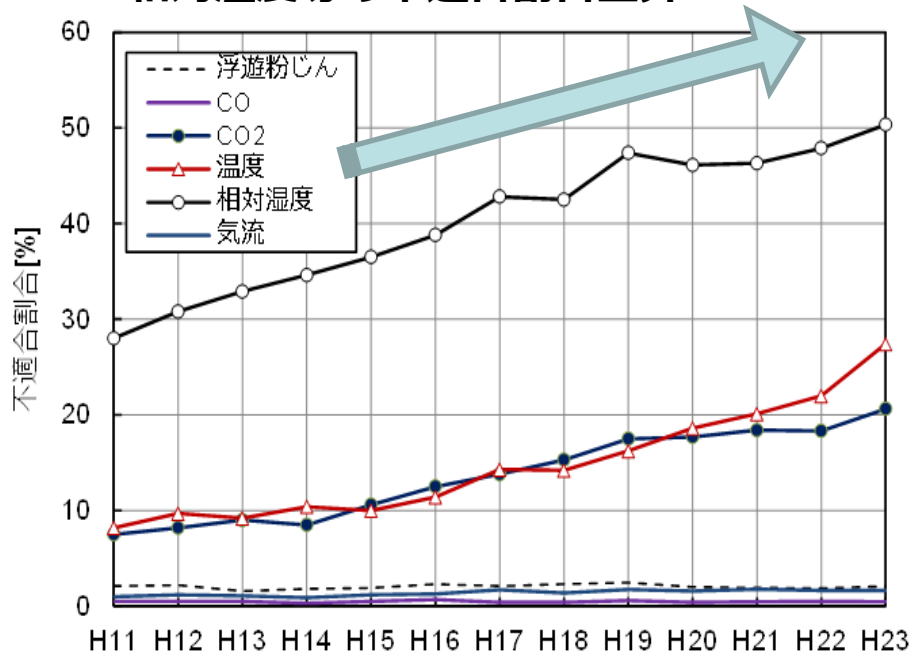
(H23-健危-一般-009) 国立保健医療科学院 大澤元毅

基準を満足しない建物の増加など、建築環境衛生管理が問われる事態に対処するため、建築物の環境衛生の管理状況と実態の把握を通して問題点の抽出と原因究明を行い、公衆衛生の立場から今後のあり方に関する提言をとりまとめる。



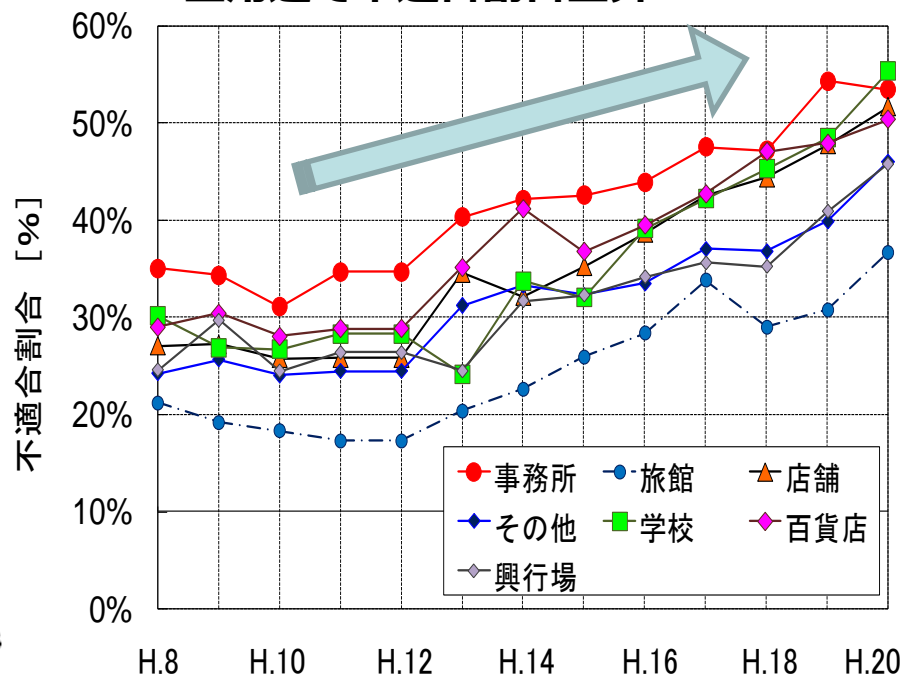
全国特定建築物立入検査等状況調査による結果

相対湿度等の不適合割合上昇



空気環境測定項目別の不適合割合

全用途で不適合割合上昇



用途別相対湿度の不適合割合

相対湿度の不適合割合が高く、特に事務所・学校において顕著

空気環境不適率上昇の原因

- 平成15年の建築物衛生法改正

対象建築物の対象範囲拡大及び空調・換気設備が中央管理方式以外の建築物（個別空調）にも衛生管理基準を適用

一方、給水・雑用水などの水質基準なども同時に適用が拡大され、一時的には不適率の上昇を招いたものの、改善されている。

用途別の不適率

- **学校が高い傾向**：自然換気が多く，換気の制御が適切に行えないこと，学校保健安全法の学校環境衛生の基準（二酸化炭素濃度：1500ppm）と異なること。
- **旅館が低い傾向**：検査測定場所として顧客使用状態としていない可能性もあり，実際よりも低い不適率になっていることも考えられる。

空気環境の不適率の原因

- 二酸化炭素の含有率・温度・相対湿度が上昇傾向
- 省エネ行動（換気・温度）に加え，建築物衛生法が改正され，特定建築物の適用範囲が拡充されたこと，空調機として個別空調も対象内となったことが原因。
- クールビズ，ウォームビズにより，温度の不適率が増加。

個別空調が好まれる理由

- 設計費用の削減，建築設備設計者の削減から，メーカーによる設計で成立する。
- 梁貫通など躯体との関係も大型のダクトを用いないため，良好である。
- テナントビルでは個別に光熱費を計量できる。
- 執務者は自由に時間外運転や室内設定温度の変更を行うことができる。
- 個別分散空調の低価格化。

加湿不足の原因

- 加湿器の容量不足（設計温湿度）
- 加湿方式によるもの（気化式が主流に，**省エネ**）
- 個別方式による加湿器の小型化
- 暖房期においても冷房運転
- 構造上難しい加湿装置の維持管理（個別？）
- 湿度に対する認識

不適率の高いその他の項目

- 検査の有無に関する項目
- 雑用水に関する項目
- 清掃の実施
- 害虫の防除

(各用途によって実施の考え方が異なっていること
、検査の不適は、建物環境の悪化の発見に至らない可能性があるため、改善の余地がある)

建築物利用者の職場環境と健康に関するアンケート調査

- ・ 建築物衛生法の建築物環境衛生管理基準に適合しない**事務所建築**の増加
- ・ 室内微生物汚染、微小粒子汚染、建物外の大気汚染による健康影響
- ・ これらの要因による事務所労働者への健康影響が懸念されている

目的

本研究では、建物の管理者及び利用者に対するアンケート調査により事務所労働者の健康状態と職場環境等を調査し、

- オフィス環境における健康障害の実態
- 職場環境との関連性
- 健康に影響する維持管理上の課題

を明らかにする。

研究方法

・ 調査対象

公益社団法人全国ビルメンテナンス協会会員企業の建築物管理者及び従業員

対象建物：全国の特定建築物及びそれ以外の中小規模の建築物

調査時期及び配布数・回収数

	時期	配布件数	回収数
冬期	2012年1月～ 2012年3月初旬	489件	管理者用 315 件 従業員用 3335 件
夏期	2012年8月～ 2012年10月初旬	489件	管理者用 307 件 従業員用 3024 件

研究方法

管理者用調査票（建物1件につき1部）

対 象：建物管理者

質問項目：建築物の基本属性、建築設備の概要、
環境衛生管理項目に関する苦情、
環境衛生管理基準の適合状況、
空調設備などの維持管理状況、
原発事故に伴う節電対策実施状況、
直近の環境衛生管理基準に関する測定データ

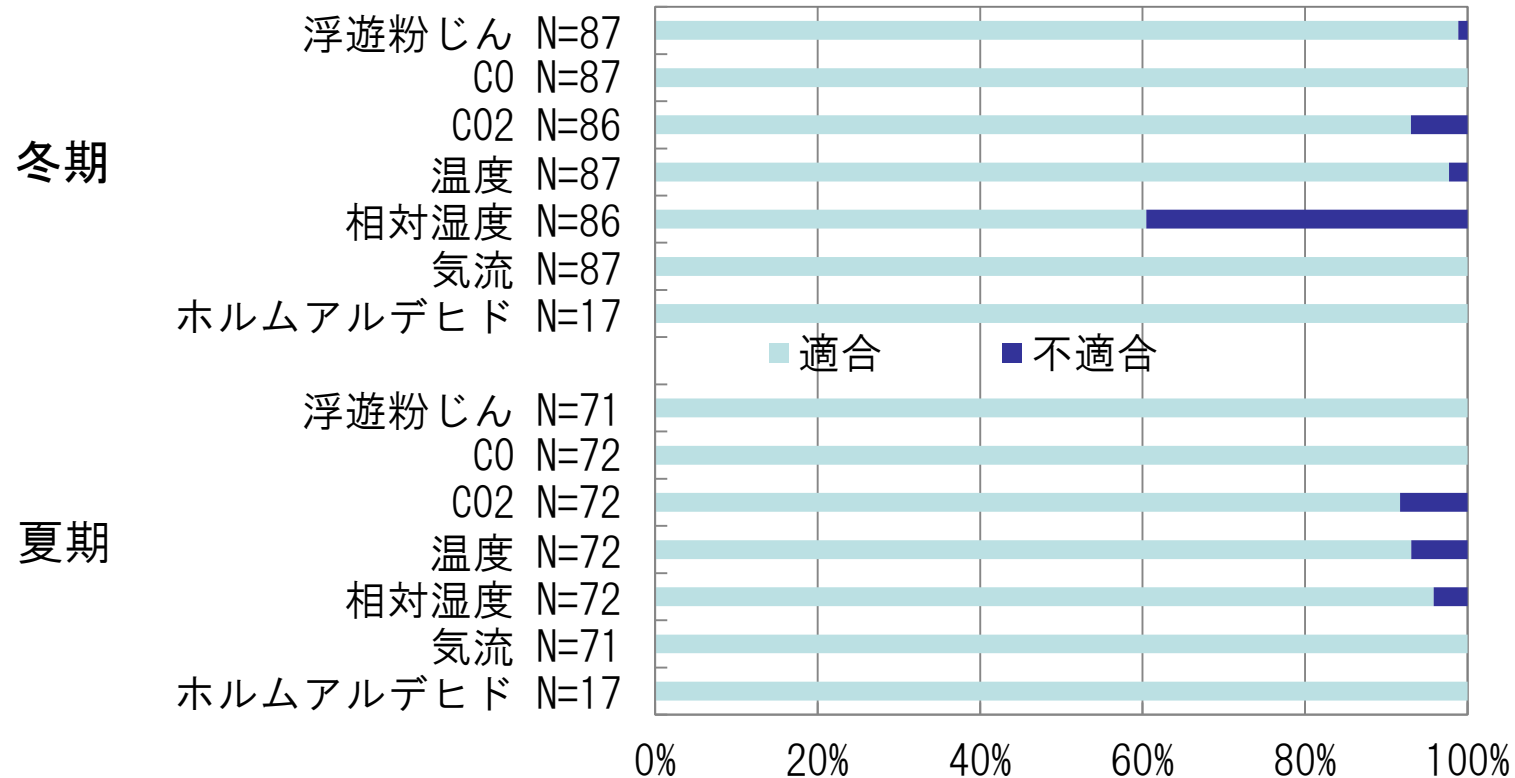
研究方法

従業員用調査票（建物1件につき15部）

対 象：事務所に勤務する労働者

質問項目：個人属性、職場の作業環境、
健康状態（23症状、15既往疾患歴）、
職場の空気の状態、
職場におけるストレスの状態

建築物環境衛生管理基準の適合率



有症者の割合

・ 症状の設定

職場環境と健康障害の関係性を解析するため、従業員調査票の健康状態(23症状)について米国国立労働安全研究所(NIOSH)シックビルディング調査票を参考に症状を分類

健康状態(23症状)

目の渴き・かゆみ・チクチクする
ヒューヒュー・ゼイゼイいう
頭が重い
頭が痛い
のどが渴きやすい・痛い
全身の疲れ・けん怠感・眠気
胸部の圧迫感
鼻水・鼻づまり
せきがでる
目の疲れ・はり
緊張・イライラ・神経質
背中・肩・首の痛み・こり
くしゃみ
忘れっぽい・物事に集中できない
めまい・立ちくらみ
気が重い
息切れ
吐き気・胃のむかつき
顔が乾燥したり赤くなる
頭や耳がかさつく・かゆい・赤くなる
手が乾燥する・かゆい・赤くなる
手や足のしびれ
手足の冷え

有症者の判定方法

NIOSHの症状分類法

主症状

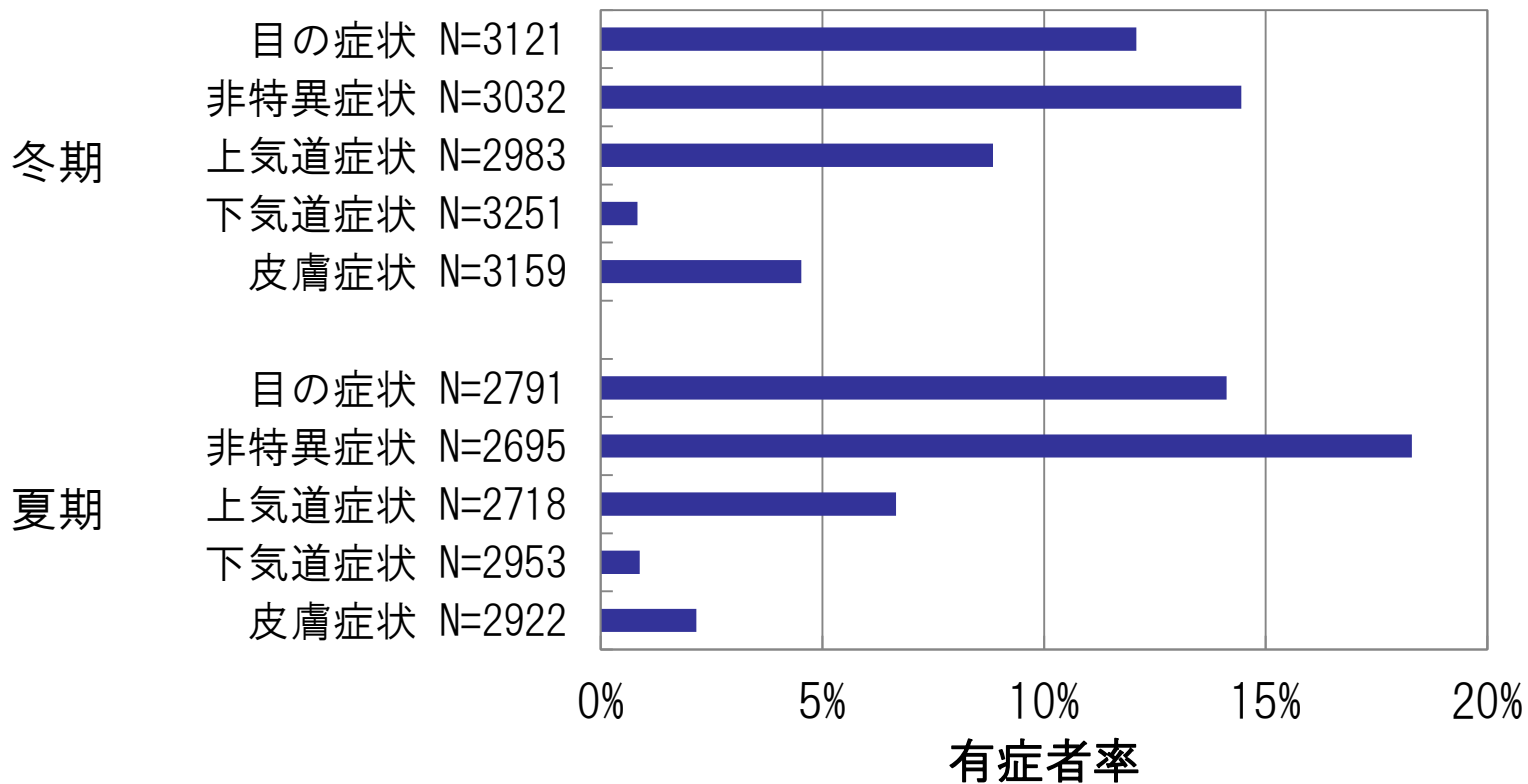
目の症状
非特異症状
上気道症状
下気道症状
皮膚症状

- ・ 過去4週間の自覚頻度が毎週1日以上
- ・ 建物を離れるとよくなった



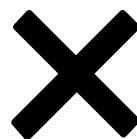
発症原因が建物にある
強い疑い

各症状の有症者率



解析の手法

目の症状
非特異症状
上気道症状
下気道症状
皮膚症状



個人属性
建物情報
維持管理状況
作業環境
空気環境
ストレス

質問項目の分類 ⇒ 単変量解析・共線性の評価 ⇒ **多変量解析**

建物情報・維持管理

非特定建築物/特定建築物のオッズ比

	目の症状 Model1				上気道症状 Model1	
	冬期		夏期		夏期	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
非特定建築物/特定建築物	0.72*	0.55-0.95	0.71**	0.55-0.91	0.69*	0.49-0.97

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

相対湿度の管理基準不適合のオッズ比

	目の症状 Model1-2		上気道症状 Model1-2	
	冬期		冬期	
	OR	95%CI	OR	95%CI
不適合/適合	1.61*	1.06 - 2.46	2.92**	1.53 - 5.54

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

空気環境（乾き過ぎ）

乾き過ぎのオッズ比(1)

	目の症状 Model3				非特異症状 Model3	
	冬期		夏期		冬期	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
過去4週間の中で		N=2573		N=2285		N=2489
一度もない	1.00		1.00		1.00	
合計1～3日ある	1.46	0.95 - 2.26	2.05**	1.34 - 3.13	1.39	0.90 - 2.12
毎週1～3日ある	3.01***	1.95 - 4.64	2.52**	1.44 - 4.42	1.65*	1.02 - 2.67
勤務日の毎日かほとんど	3.78***	2.57 - 5.55	1.88	1.00 - 3.52	2.18***	1.45 - 3.28
<i>p</i> for trend	<0.001		<0.001		0.002	

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

空気環境（におい）

においのオッズ比

		上気道症状 Model 3			
		冬期 N=2454		夏期 N=2285	
		OR	95%CI	OR	95%CI
過去4週間の中で					
	一度もない	1.00		1.00	
	合計1～3日ある	1.46	0.56-3.83	1.00	0.34-2.94
薬品臭	毎週1～3日ある	0.00	0.00-	65.51***	8.64-496.79
	勤務日の毎日かほとんど	8.07*	1.24-52.31	6.21	0.92-42.02
	<i>p</i> for trend	0.156		<0.001	
その他の不快臭					
	一度もない	1.00		1.00	
	合計1～3日ある	2.00*	1.17-3.44	0.67	0.34-1.32
	毎週1～3日ある	1.79	0.93-3.43	0.88	0.39-1.95
	勤務日の毎日かほとんど	1.52	1.02-6.98	2.79**	1.37-5.67
	<i>p</i> for trend	0.040		0.012	

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

空気環境（空気の流れ）

空気の流れが不足のオッズ比

	非特異症状 Model3		上気道症状 Model3		皮膚症状 Model3	
	夏期		夏期		夏期	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
過去4週間の中で	N=2259		N=2285		N=2435	
一度もない	1.00		1.00		1.00	
合計1～3日ある	0.97	0.64-1.48	2.00*	1.14-3.50	2.59*	1.07-6.27
毎週1～3日ある	2.30**	1.39-3.82	2.62**	1.38-4.94	4.51**	1.73-11.77
勤務日の毎日かほとんど	2.86***	1.84-4.47	2.59**	1.49-4.51	1.09	0.40-2.97
<i>p</i> for trend	<0.001		0.001		0.007	

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

実態調査の概要

冬季					夏季				
ID	所在地	測定階数	室面積 (m ³)	空調設備	ID	所在地	測定階数	室面積 (m ³)	空調設備
T-01	東京都	1階	82	個別+外調機	T-01	東京都	1階	82	個別+外調機
T-02	東京都	1階	122	中央+外調機	T-02	東京都	1階	122	中央+外調機
F-01	福岡県	2階	61	個別	T-03	東京都	10階	737	AHU+ダクト
F-02	福岡県	6階	307	個別	F-04	福岡県	5階	82	中央
F-03	福岡県	8階	123	個別	F-01	福岡県	2階	61	個別
F-04	福岡県	5階	82	中央	F-02	福岡県	6階	307	個別
O-01	大阪府	1階	82	個別	F-03	福岡県	8階	123	個別
O-02	奈良県	1階	154	個別+外調機	O-05	大阪府	4階	246	個別+外調機
O-03_1	大阪府	2階	522	個別+外調機	O-06	大阪府	4階	294	個別+FCU
O-03_2		2階	243	個別	O-07	大阪府	2階	610	個別
O-04	大阪府	10階	369	中央	O-08	大阪府	4階	454	個別+中央
					O-04	大阪府	10階	369	中央
					O-09	大阪府	2階	137	個別+中央

測定期間

冬季:2013年3月1日~15日 計10件

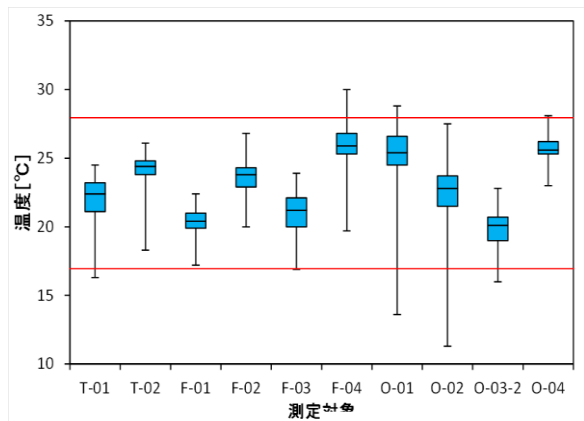
夏季:8月23日~9月11日 計13件

O-03については同じ建物内で2か所の執務室を測定

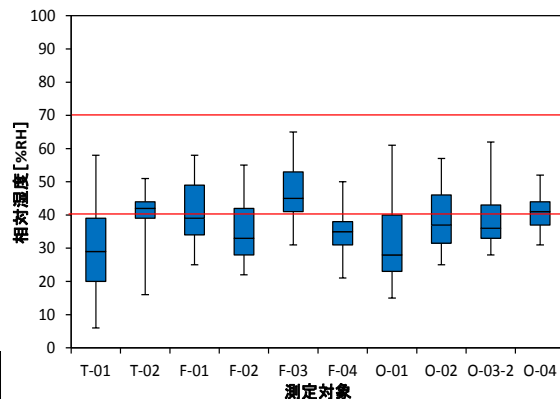
測定項目

温度, 湿度, 二酸化炭素, 浮遊粉じん
浮遊微生物, VOC, PM_{2.5}

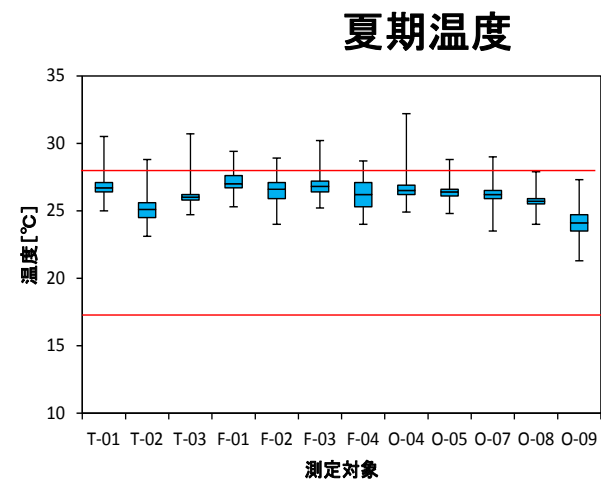
建築物における実測結果



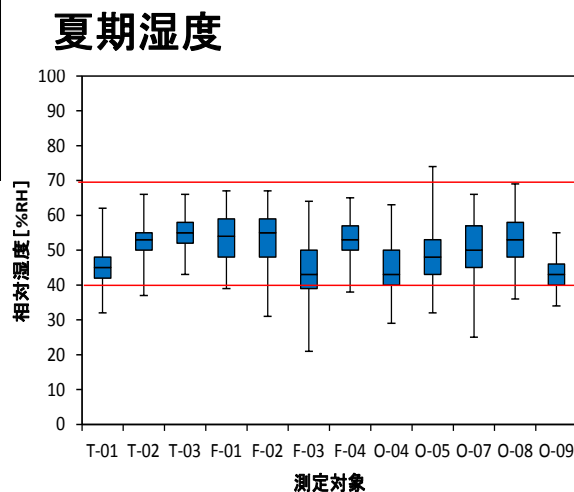
冬期温度



冬期湿度



夏期温度



夏期湿度

事務所建築物(冬期11件, 夏期13件)の室内環境を調査した。空調運転時の温湿度データを抽出・吟味したところ, 部分空調の物件(T-01, O-01, O-02など)にみられる最低温度(冬期), 最高温度(夏期)の不適合は, 執務者が個別に機器を起動するため予熱・予冷がされていない, 個別空調朝の立ち上がり時に特徴的な現象であった。

中央式と個別式の違い

冬季					夏季				
空調設備	個別	標準偏差	中央	標準偏差	空調設備	個別	標準偏差	中央	標準偏差
PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	67	± 122.8	21	± 18.7	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	51	± 58.4	17	± 2.4
PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	71	± 124.5	23	± 16.9	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	52	± 58.6	19	± 3.0
真菌 (cfu/m^3)	50	± 40.9	5	± 7.1	真菌 (cfu/m^3)	89	± 87.8	9	± 11.1
細菌 (cfu/m^3)	105	± 146.6	88	± 109.6	細菌 (cfu/m^3)	181	± 155.4	16	± 23.6

粒子状物質濃度 個別方式 > 中央方式



個別方式空調では、室内機が分散されているため、衛生管理が難しいことが確認された。フィルタの捕集率も中央方式に劣ることから、外気由来の夏期室内真菌濃度が著しく上昇している(AIJES基準値： $50\text{cfu}/\text{m}^3$)。

症状と空気環境との関連

- 冬期では、非特異症状と高い粉じん濃度，上気道症状と高いアルデヒド類濃度や高い室内温度，皮膚症状と低い室内温度との間に関連性が認められた。また，皮膚症状と低湿度にも有意な傾向がある。
- 夏期では，上気道症状と高いトルエン濃度，皮膚症状と低い室内温度との間に有意な関係がみられた。
- 知見を増やす必要がある。

建築物における換気及び加湿設備のあり方に関するアンケート調査

- 空気調和設備

エア・フィルター、電気集じん等を用いて外から取り入れた空気等を浄化し、その温度、湿度及び流量を調節して供給（排出を含む。）ことができる機器及び附属設備の総体

- 機械換気設備

外から取り入れた空気等を浄化し、その流量を調節して供給することができる設備

空気調和設備の疑問

- 湿度の調整とは
空気を除湿・加湿して調整を行う
パッケージエアコンを用いて除湿のみ行うものは？
- パッケージエアコンは
除湿ができるので空気調和設備
加湿はできないので機械換気設備に分類？

機械換気設備の疑問

- 空気等の浄化とは
浮遊粉じん，一酸化炭素，二酸化炭素を浄化する
いずれも，換気（希釈）により浄化できる
エアフィルタにより浮遊粉じんを浄化できる
第三種換気設備（浄化装置がない）ものは，この定義
に入るのか？

研究調査の目的

- 相対湿度不適率の改善のための空気調和設備のあり方と保健所の指導のあり方を検討する
- 全国の保健所の建築物衛生担当者に対して加湿装置及び機械換気設備の解釈に関するアンケート調査を行った
- その結果と自由記載のコメントについて報告

研究調査の方法

- 全国495件の全ての保健所を対象
- 特定建築物に対する指導や管理等の現況について、組織を代表して建築物衛生の担当者1名に自記式調査票に記入
- 355件（回収率71.7%）
- 自治体を代表して回答したものも含む

アンケートの内容

[1] 共通調査項目
担当者連絡先等

[2] 貴保健所の特定建築物の設備に関わる考え方

Q2.1 建築確認申請時審査の有無。

Q2.2 図面審査で加湿装置設置の指導。

Q2.3 加湿装置のない建築物の分類。

Q2.4 パッケージエアコンの分類。

Q2.5 エアフィルタがない換気扇の扱いについて。

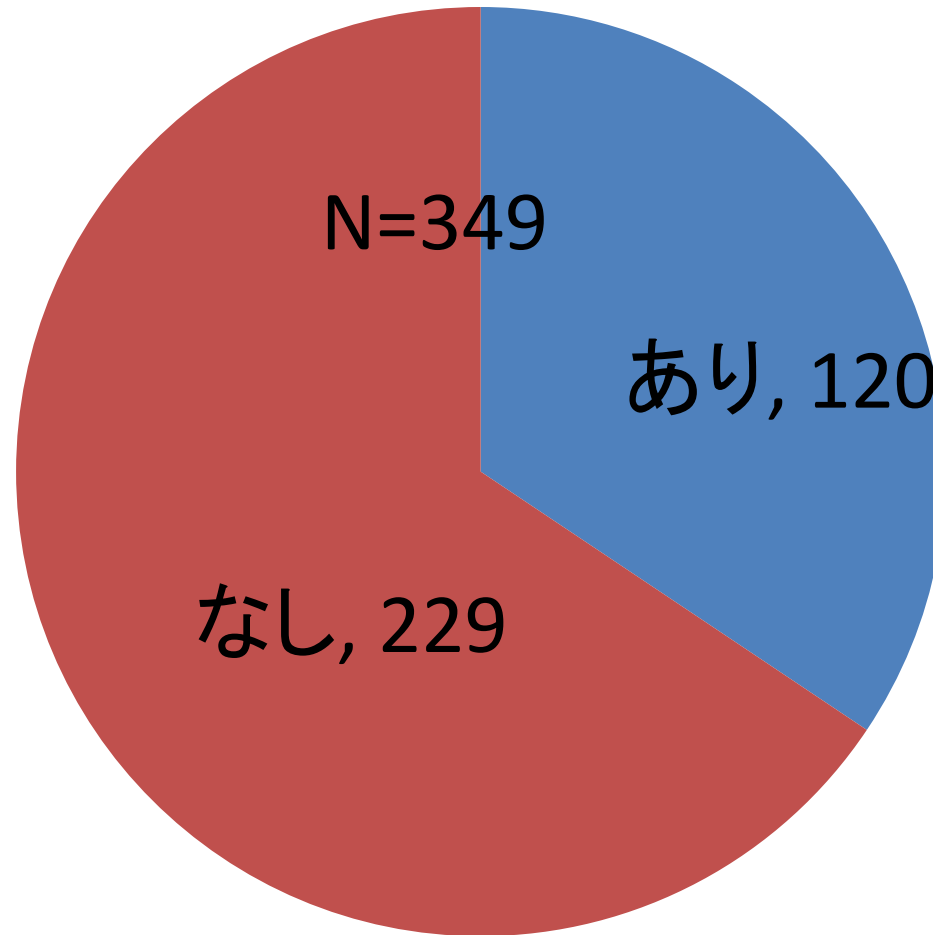
Q2.6 卓上加湿器の判断。

Q2.7 加湿装置のない特定建築物における指導。

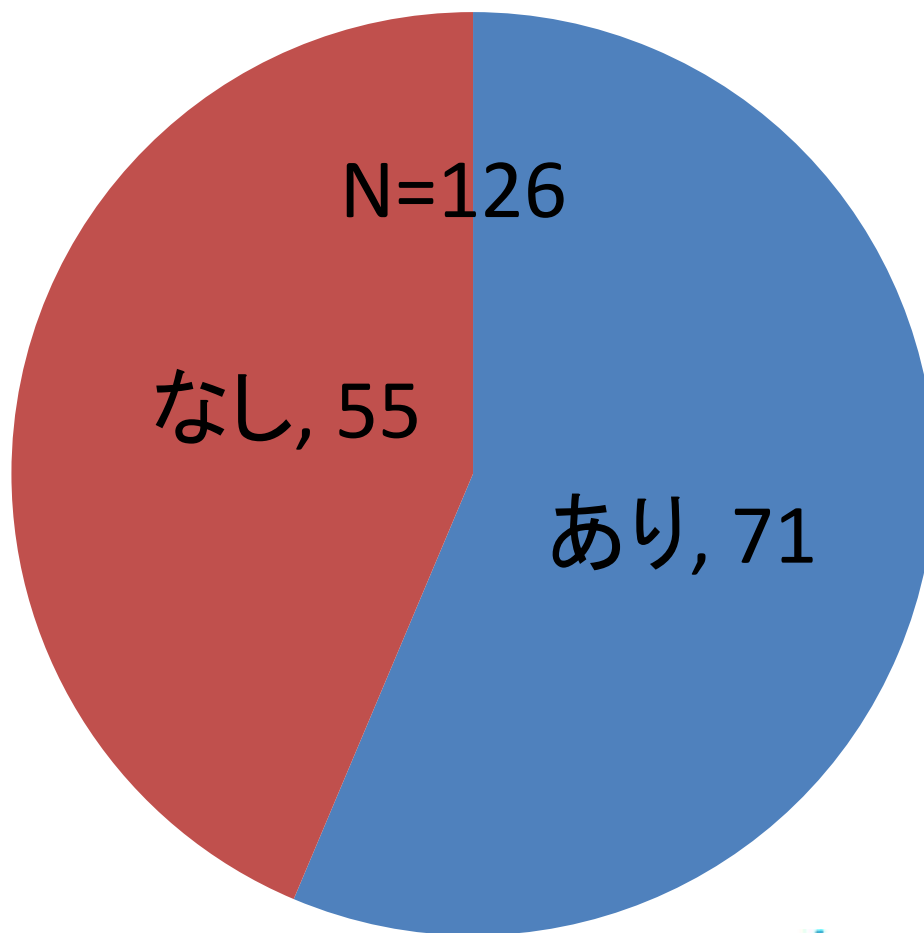
Q2.8 衛生行政報告例調査に提供している建物の種類。

Q3 冬期の低湿度の問題についての自由記載

建築確認申請時の図面審査（建築確認申請時審査）を実施されていますか。



図面審査で加湿装置のない建築物に，設置するように指導していますか。



加湿装置の指導有りの理由

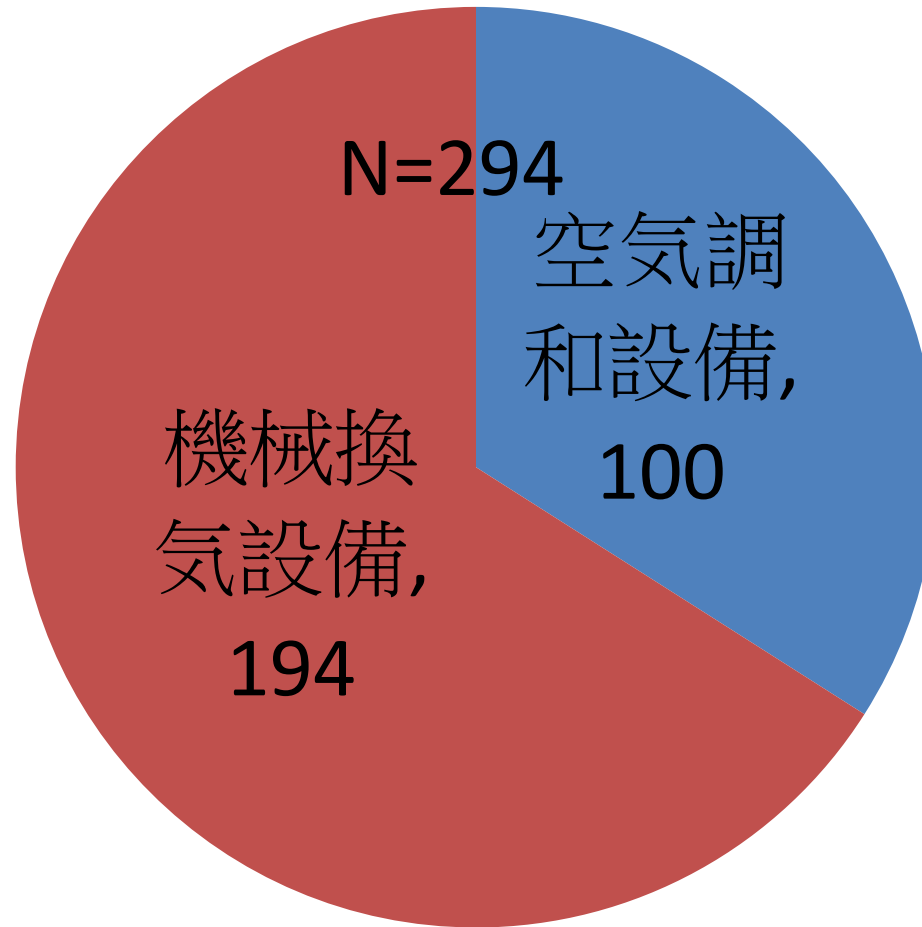
- 健康影響への配慮
- 相対湿度基準値の遵守
- 加湿装置なしで、基準値に適合させるのは不可能のため

加湿装置の指導無しの理由

- 加湿装置の設置規定はない
- レジオネラ属菌の発生リスク
- 審査対象としていない
- 建築主が判断すべき
- 保健所からは、維持管理の規定のみのため

- 窓開け換気等を推奨している(?)

加湿装置のない建築物の設備は、どちらの設備に分類していますか。



加湿装置のない設備を空気調和設備とする場合

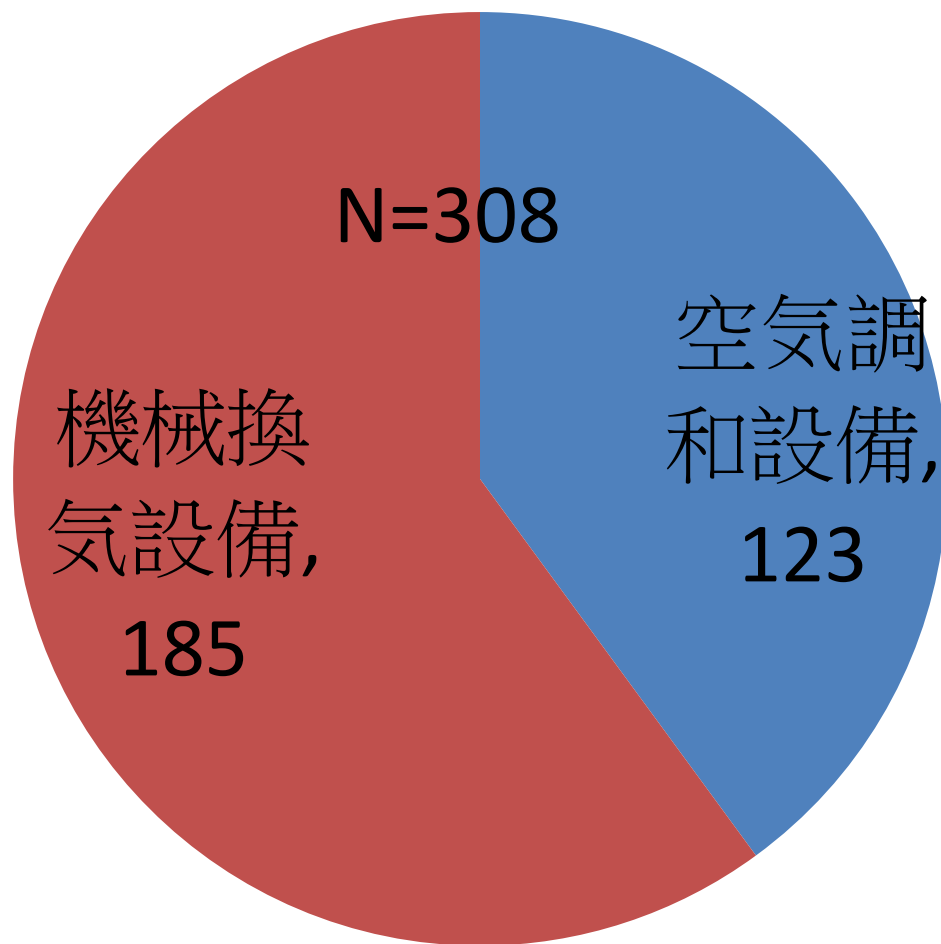
- 法令には加湿装置の有無の記述がないため
- 湿度以外は調整可能であるため
- 除湿機能を有するため
- 機械換気設備とすると温度の基準が適用できなくなるため
- その他の小型加湿器を使用することが想定されるため

加湿装置のない設備を機械換気設備とする場合

- 法令に遵守しないため
- 湿度が調整できないため

- どちらとも言えない, 状況で判断

パッケージエアコンで、加湿装置のない建築物は、
どちらの設備に分類していますか。

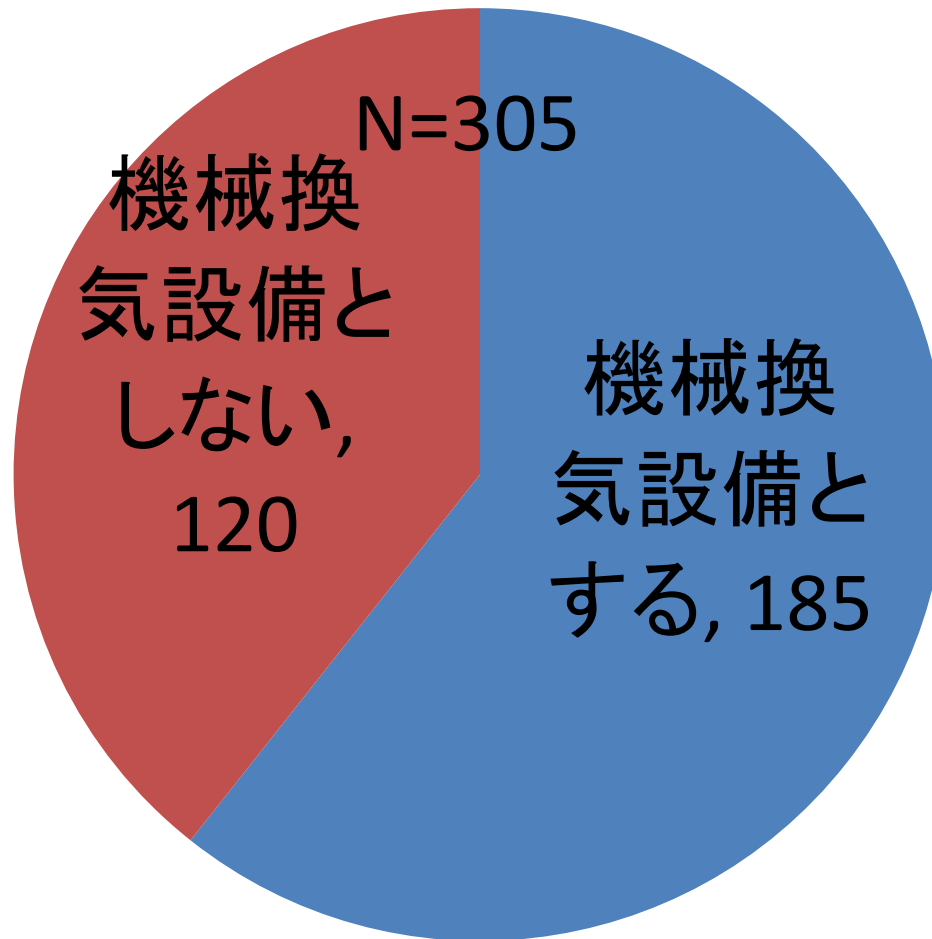


エアコンの分類

- 設備の状況により判断
- 外気を導入していれば空気調和設備
- 維持管理上は, 空気調和設備とする
- 個別方式と分類

- 分類していない
- その他とする

エアフィルタがない換気扇(第三種換気設備)は、
機械換気設備として認めていますか。



エアフィルタのない換気装置を機械換気設備に認める

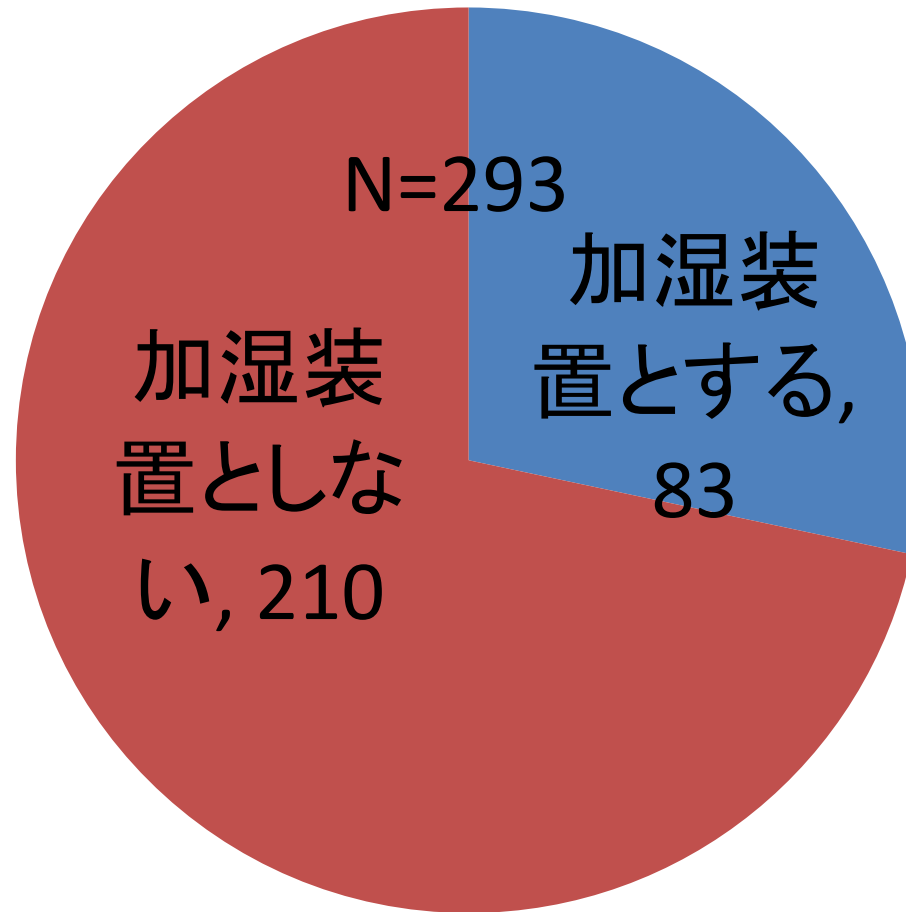
- CO, CO₂については適合可能なため
- 建築基準法で認められている
- 機械換気設備にエアフィルターを規定していない
- 給排気があれば認める
- 浄化に対し具体的な定めがない
- 浄化の有無でなく温湿度管理ができないもの
- エアフィルタの有無は確認できないため
- 浮遊粉じんが超過する可能性が低いため
- 空気清浄機と共に設置されることが多いため

エアフィルタのない換気装置を機械換気設備に認めない

- 浮遊粉じんの制御ができない
- 基準に適合するように指導する
- 第3種は外気の供給がないため

- 事例がない
- 状況により判断

卓上加湿器を加湿装置として判断していますか。



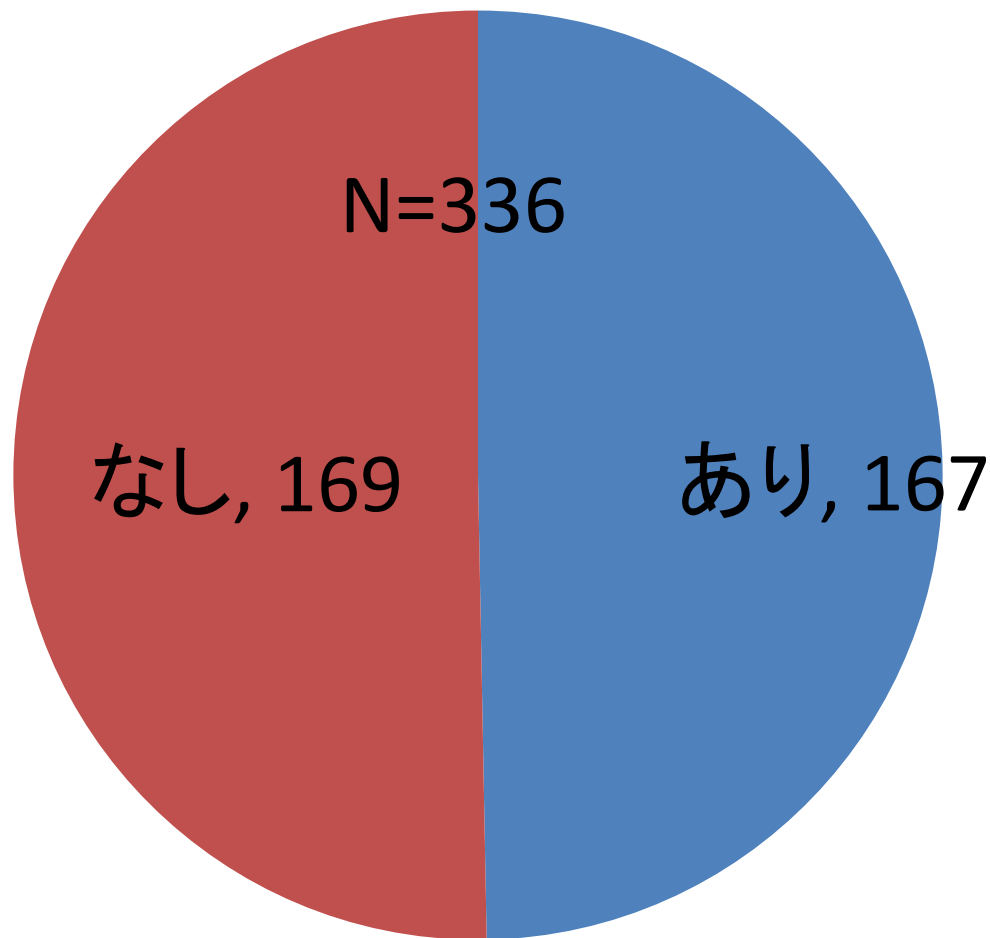
卓上加湿器を加湿装置とする

- 維持管理能力があれば
- 基準値を満足するならば
- 応急措置として認める
- 複数の設備で一体の設備として見なす
- 少しでも効果が見られるため
- 個別の加湿装置の設置を指導・推奨している

卓上加湿器を加湿装置としていない

- 構造上設備ではないため
 - 管理が不可能なため
 - 補完的な設備と見なす
 - 十分な能力がないため
 - 個人での管理となるため
 - 部屋全体での加湿が期待できないため
-
- 申請時に確認できない
 - 個別に判断

加湿装置のない特定建築物において、相対湿度の基準に適合させる指導を行っていますか。



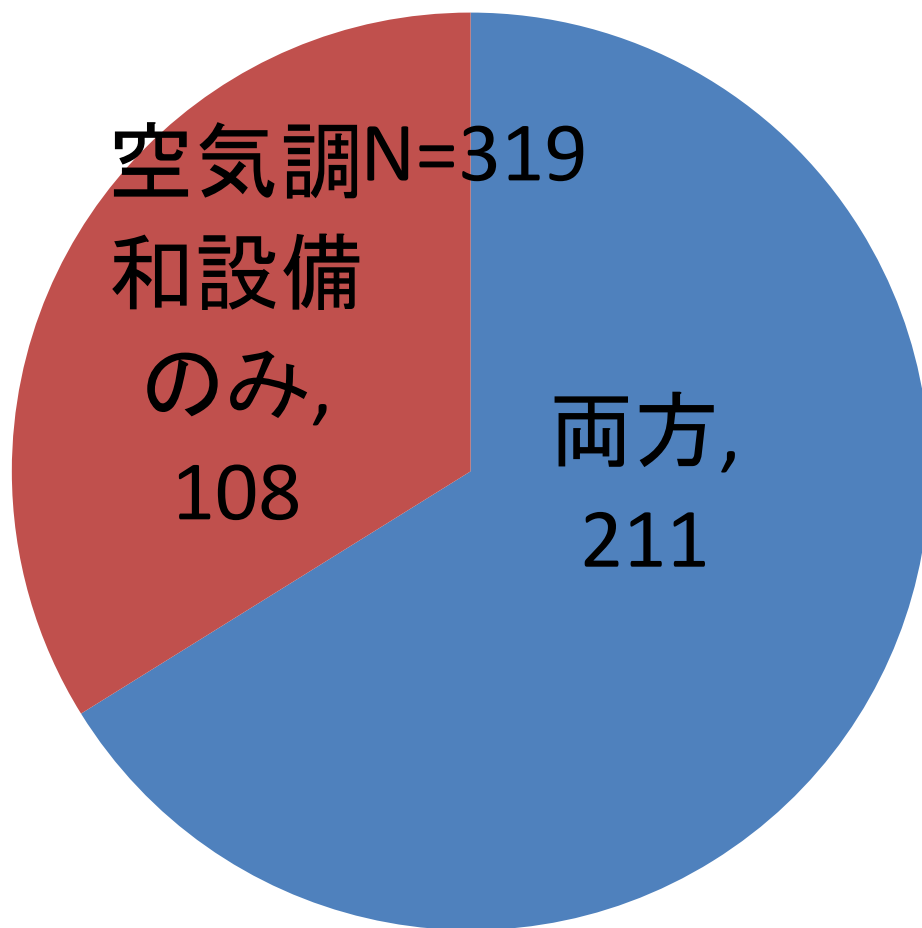
加湿装置のない建物への指導を行っている

- 健康上の理由から
- 法律の趣旨から
- 基準値適合の観点から
- 加湿装置がなくても、基準を満足する必要がある
- 事務所用途のみ
- 加湿装置の設置・増設を検討してもらいたいため

加湿装置のない建物への指導を行っていない

- 相対湿度の基準が適用されないため
- ただし、助言は行っている
- 明確な設置基準がないため
- 調整が不可能なため
- 低湿度でも健康を損なうおそれは殆どない
- 管内では冬期も高温・高湿度のため
- コスト、設置しても必ずしも適合しないため

厚生労働省に提供している特定建築物の温度、湿度の適合に関する情報について、どの設備をもつ建物について報告していますか。



その理由

- 不明
- 本庁担当課から報告

低湿度問題に関する自由記載例(1)

- 湿度に関する認識が低い
- 建築物管理技術者の発言力が弱い
- 空調設備の大幅な変更，改修が困難
- 近年の空調設備は複雑化している
- 結露の問題もあり，適切な加湿に苦慮
- 個別空調による性能不足（カタログ値との乖離）
 - 維持管理の困難さ
- 全館式の加湿装置が必須，申請時に対応すべき
- 加湿器の設置義務がないならば，管理目標値でも良いのでは。

低湿度問題に関する自由記載例(2)

- 省コストのため、加湿器を削減する
- 基準値を低湿度側に検討する時期ではないか
- 用途・地域により統一的に管理は困難では
- レジオネラ感染症の方が危険
- 適切な指導・マニュアルが望まれる
- 設計温度と実際の温度との乖離で、低湿度に
- 建物自体の断熱性などの性能も向上する必要あり

まとめ

- 保健所環境衛生監視員を対象として、建築物衛生法に係わる設備の設置指導についてアンケート調査を行った。
- 湿度に関する認識が低いこと、加湿と共に結露の問題が起ること、運用に関する適切なマニュアル、設置の義務化など法整備に関しても要望があった。
- 第3種のような粉じんの浄化能力のない換気設備についても、半数以上が機械換気設備と認めており、法律が近年の空調設備の複雑化に対応できていない面も見えた。

まとめ（建築物衛生管理への提言 -1）

【SBS関連症状と室内空気質について】

- 冬期では，非特異症状と高い粉じん濃度，上気道症状と高いアルデヒド類濃度や高い室内温度，皮膚症状と低い室内温度との間に関連性が認められた。また，皮膚症状と低湿度にも有意な傾向がある。
- 夏期では，上気道症状と高いトルエン濃度，皮膚症状と低い室内温度との間に有意な関係がみられた。
- 室内環境要因とSBS関連症状の関連が確認されたが，回答率の偏りや測定データ数の不足などに課題が残された。具体的な対策や基準の提案には回答率（数）の確保と縦断的な調査によるエビデンスレベルの高い資料の整備を続ける必要がある。

まとめ（建築物衛生管理への提言 -2）

【新しい空調技術・社会的要請への対応】

- 本課題の一連の研究により，個別空調に代表される新技術が建築衛生，ひいては使用者の健康に及ぼす様々な影響が明らかにされた。

【建築物衛生管理のあり方について】

- 社会のニーズにあった建築物衛生のあり方について，加湿や換気など現状のシステムと矛盾のない維持管理，運用方法に関する情報提供が不可欠である。