

建築物衛生の動向と課題

令和元年度生活衛生関係技術担当者研修会



国立保健医療科学院

建築施設管理研究分野統括研究官 林 基哉

建築物衛生の動向と課題

1. 建築物衛生の現状と動向

建築物衛生法と行政報告例の推移

2. 厚労科研による建築物衛生に関する研究

H29-R1「建築物衛生管理基準の検証に関する研究」

H29-R1「中規模建築物における衛生管理の実態と
特定建築物の適用に関する研究」

建築物衛生法の経緯

①第2次大戦前 感染症・多産多死

伝染病予防、医療施設・制度、栄養状態改善



伝統木造住宅

②1945～60年 戦後復興、ベビーブーム

医事・薬事・保険・社会保障制度、公衆衛生基盤

1947年 地域保健法・食品衛生法(S22)



1888 学校建築

③1960～88年 高度経済成長、成人病、少産少死、高齢化

1970年 建築物衛生法(S45)

1973～ 石油危機／省エネルギーとシックビル問題(欧米)



1968 霞ヶ関ビル

④1989年～ 健康づくり、超高齢化、介護体制、パンデミック

地球温暖化対策、省エネルギー強化

1990～ シックハウス問題 顕在化

2003 建築物衛生法改正、建築基準法(シックハウス対策)改正

建築物衛生法／ビル管法

■「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」

- 多数が利用する建築物における衛生的環境の確保
- 公衆衛生の向上・増進

(1) 特定建築物

= 興行場、百貨店、店舗、事務所、学校等で一定規模の建築物
(それ以外では努力義務)

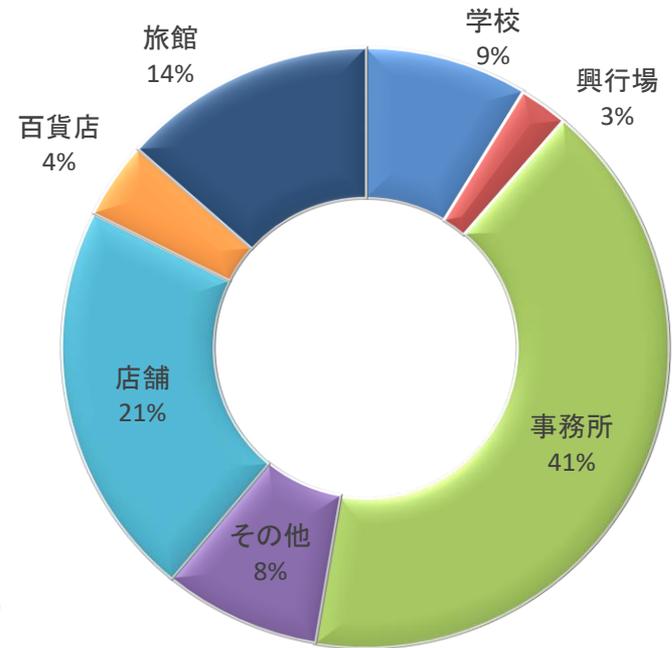
(2) 特定建築物の所有者(管理権原者)の義務

- ① 衛生管理基準に従った維持管理
- ② 都道府県知事へ使用開始の届出
- ③ 建築物衛生管理技術者の選任
- ④ 帳簿書類の備え

(3) 行政の監督

特定建築物所有者へ、報告を求め、検査を行い、改善命令を出す。

(4) 建築物の衛生的環境の確保に関する事業の登録(都道府県知事)



特定建築物の構成(2017)

建築物衛生管理基準

⇒ 空気環境、給排水、清掃、ねずみ、昆虫等に関する
 良好な状態の維持に必要な措置を規定

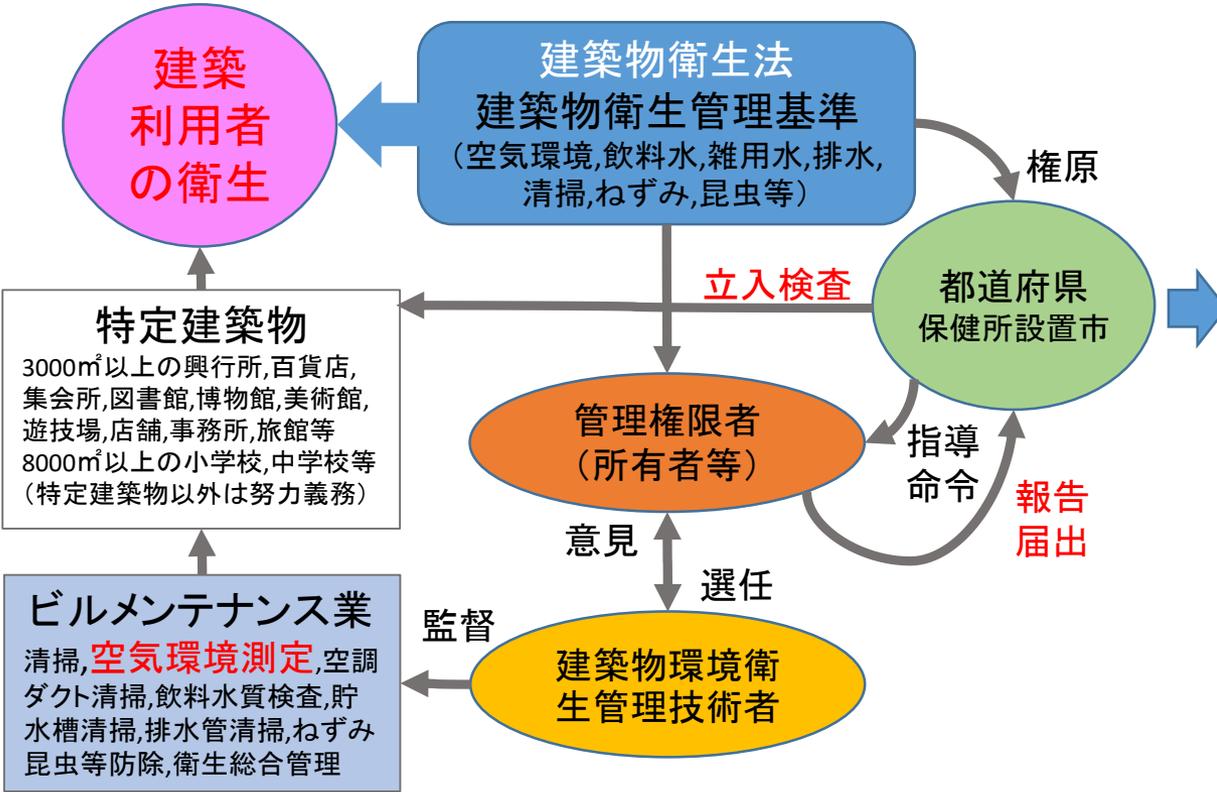
● 空気環境の基準

① 空調設備(暖冷房+換気)の基準、② 換気設備の基準

測定・点検	項目	基準値	備考
定期測定 2ヶ月以内 1回 	浮遊粉じん量	0.15 mg/m ³	感染症、アレルギー、タバコ等
	一酸化炭素	10 ppm	燃焼ガス・タバコ等 中毒
	二酸化炭素	1000 ppm	空気質指標(人、燃焼) 換気状態の目安(30m ³ /h人)
	温度	17~28 °C	寒さ、暑さ、17°Cは低すぎ?
	相対湿度	40~70 %	感染症(インフルエンザ等)、アレルギー(カビ・ダニ等)、夏期不快
	気流	0.5 m/sec	体感温度等
最初測定	ホルムアルデヒド	0.1 mg/m ³ (0.08 ppm)	刺激、ガン:IARCグループ1 新築、修繕、模様替後
点検・掃除	冷却塔、加湿装置水	水質基準、定期点検、掃除、換水	レジオネラ・微生物繁殖
	空調設備排水受け	定期点検、掃除	

建築物衛生の仕組みと行政報告例

- 1970年、建築物衛生法「建築物における衛生環境の確保に関する法律」
- 2002年の政省令改正、特定建築物条件、空調・換気設備対象(個別空調を対象に追加など)等



建築物衛生法における衛生管理の仕組み

行政報告例

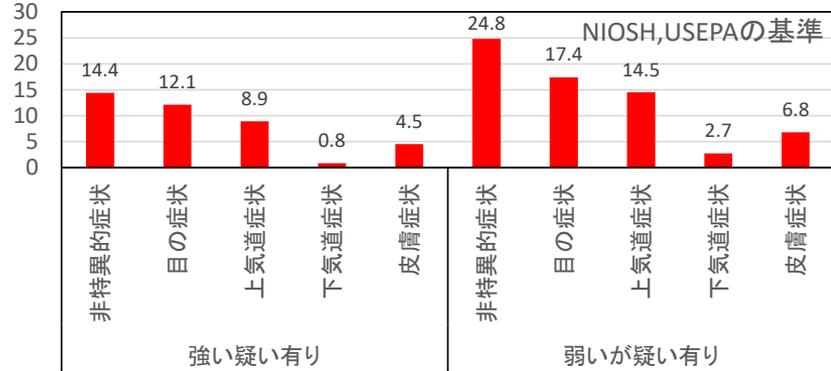
= 立入検査結果 + 報告徴取結果

- 立入検査
環境衛生監視指導員が、立入により基準適合を判断する。
- 報告徴取
環境衛生監視指導員が、空気環境測定業のデータを用い基準適合を判断する。

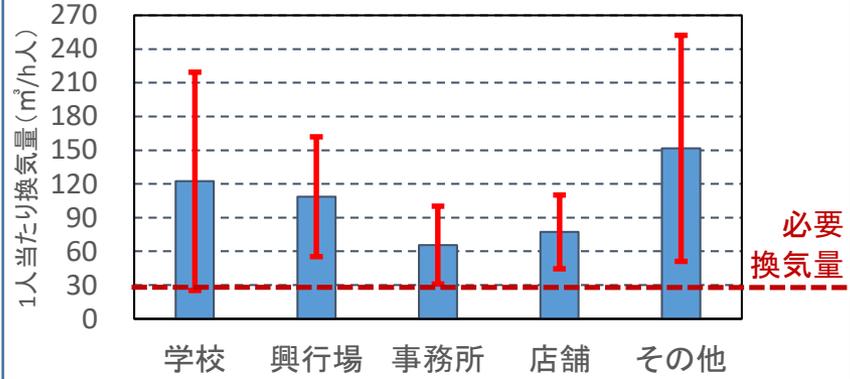
基準不適合率の状況

建築物衛生に関する研究

事務所におけるシックビル症状の分析

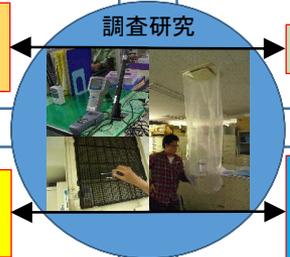


立入検査データの分析



比較的良好な管理下
⇒ **シックビル症状**

健康リスク分析
(シックビル症)



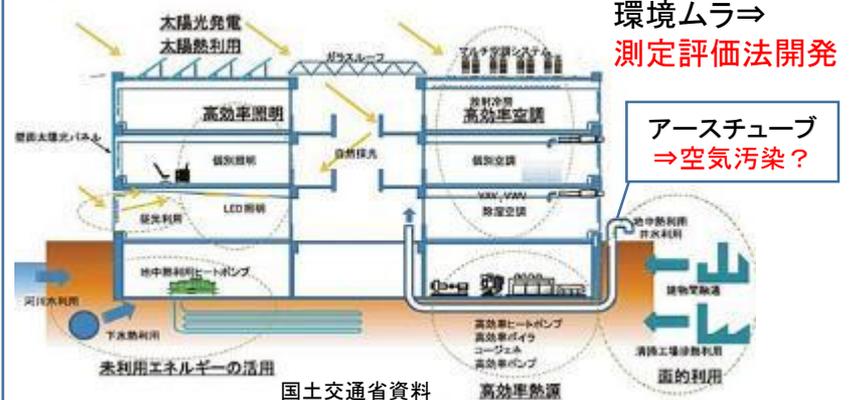
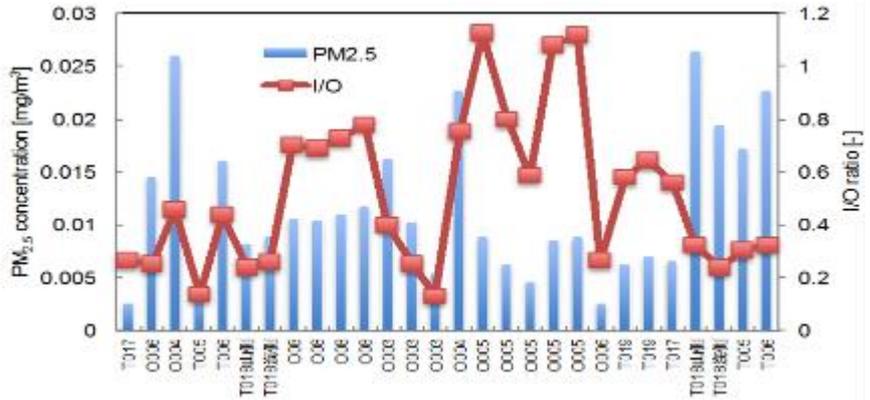
監視指導情報の分析

冬期在室状況(換気量)
⇒ **測定・評価法の改定**

事務所のPM2.5のIO比は、1.0
程度の場合がある。
⇒ **外気モニタ、外気処理**

新リスク
(PM2.5, SVOC, Virus等)

新技術
ゼロエネルギー(ZEB), タスク
アンビエント・パーソナル空調



1. 研究方法

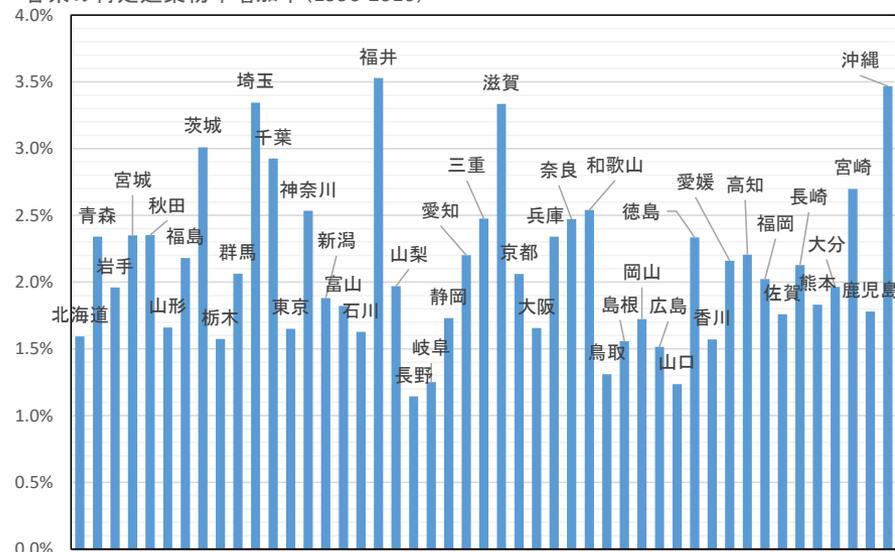
① 1996年度～2017年度の行政報告例

- 各都道府県の特定建築物数、調査(報告徴取、立入検査)数、基準不適数の経年変化の状況を把握

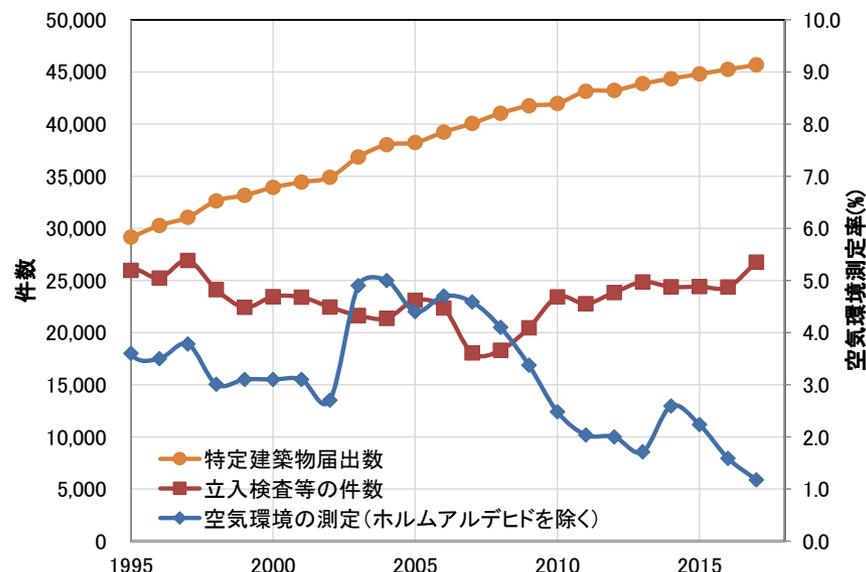
② 2010年度～2017年度の行政報告例

- 統計解析ソフトJMPのモデル化(重回帰)
- 年度、地域(北海道～沖縄)、調査(報告徴取、立入検査)数、空気環境項目の不適合率の関係を把握

各県の特定建築物年増加率(1996-2016)



各県の特定建築物届出数の増加率



立入検査等・空気環境測定率の推移

2. 研究結果

① 1996年度～2017年度の行政報告例

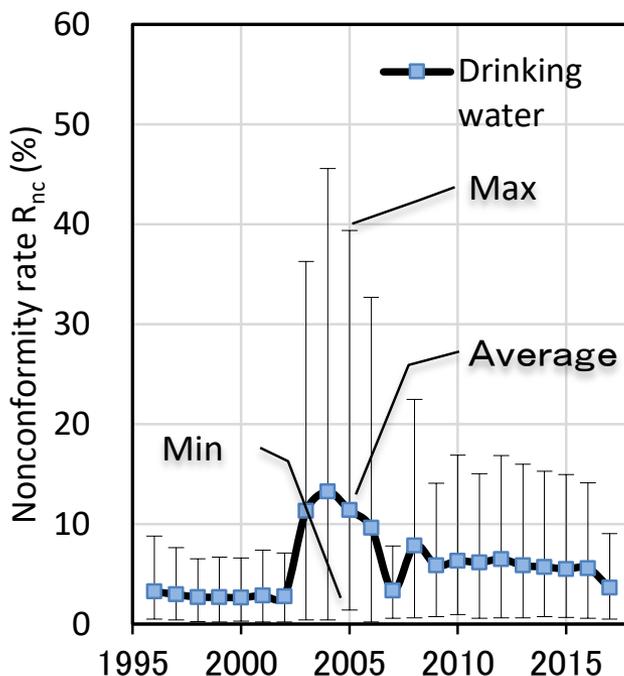
- ▶ 給水の不適率は、2002年の省令改正後に上昇するが、その後低下した。
- ▶ 雑用水の不適率は、省令改正により規定され、その後低下した。
- ▶ また、「排水設備の清掃の実施」、「大清掃の実施」、「ねずみ等の防除の実施」の不適率は5～14%の範囲でいずれも低下傾向を示した。

● 給水の管理に関する項目

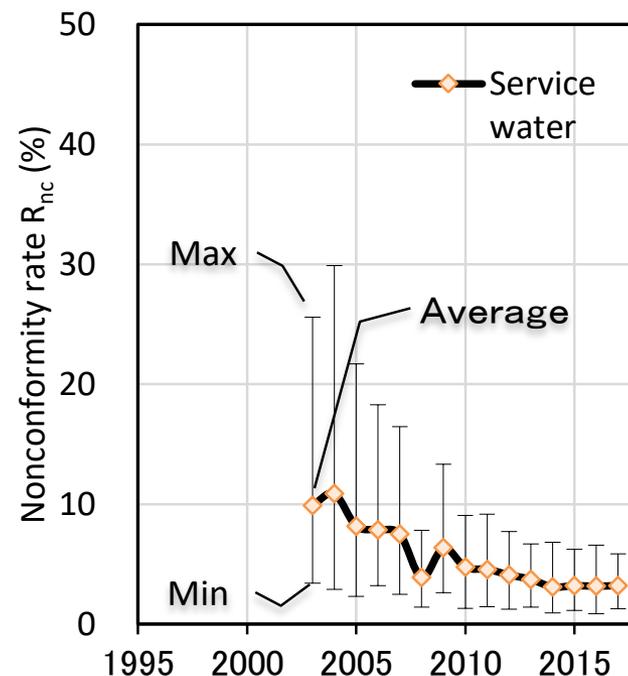
遊離残留塩素の含有率の検査実施
 遊離残留塩素の含有率
 中央式給湯設備における給湯水の遊離残留塩素含有率の検査実施
 中央式給湯設備における給湯水の遊離残留塩素の含有率
 水質検査実施、水質基準
 中央式給湯設備における給湯水質検査実施
 中央式給湯設備における給湯水質基準
 貯水槽の清掃、貯湯槽の清掃

● 雑用水の管理に関する項目

遊離残留塩素の含有率の検査実施
 遊離残留塩素の含有率
 雑用水の水槽点検
 水質検査実施、pH値、臭気
 外観、大腸菌群、濁度



給水に関する不適率



雑用水に関する不適率

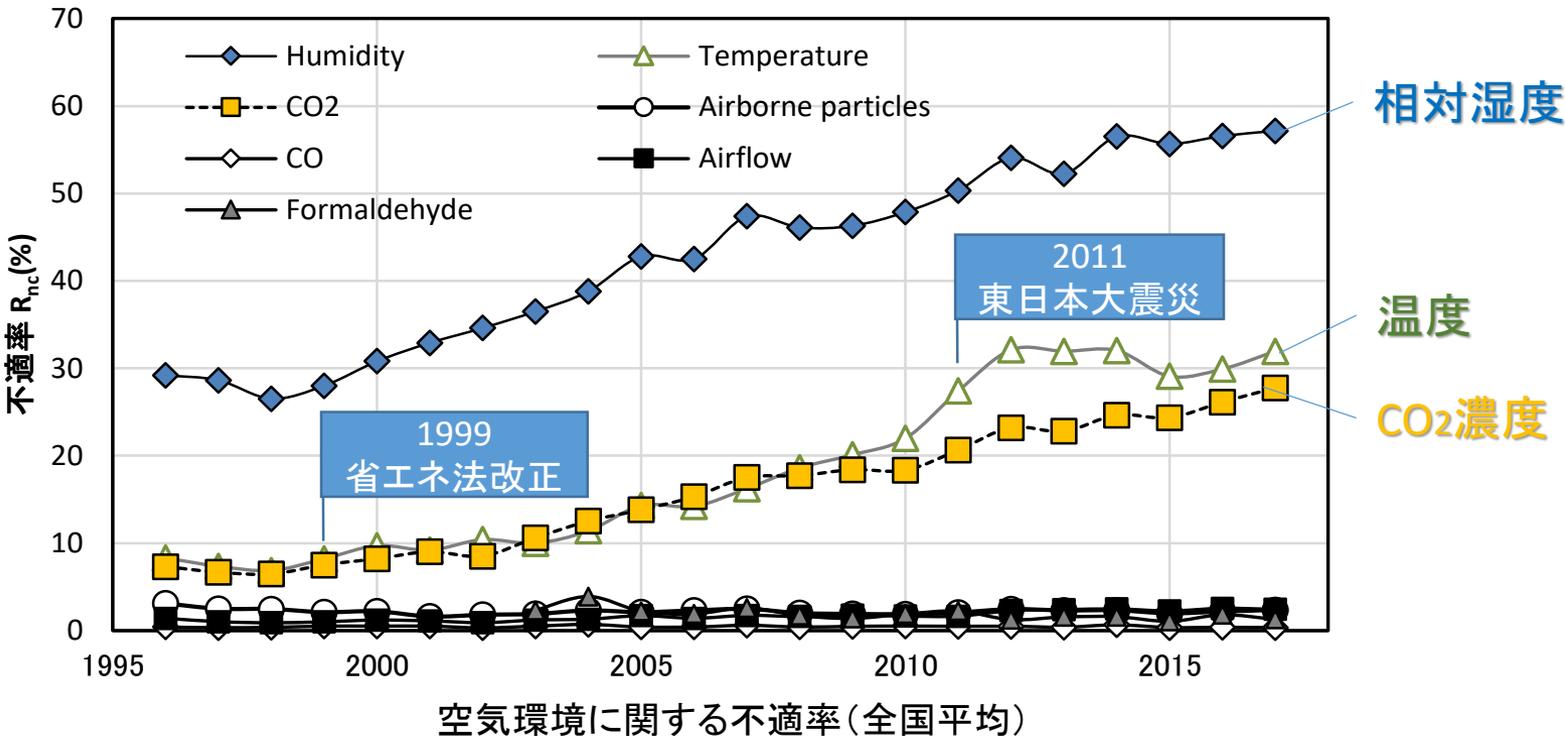
2. 研究結果

① 1996年度～2017年度の行政報告例

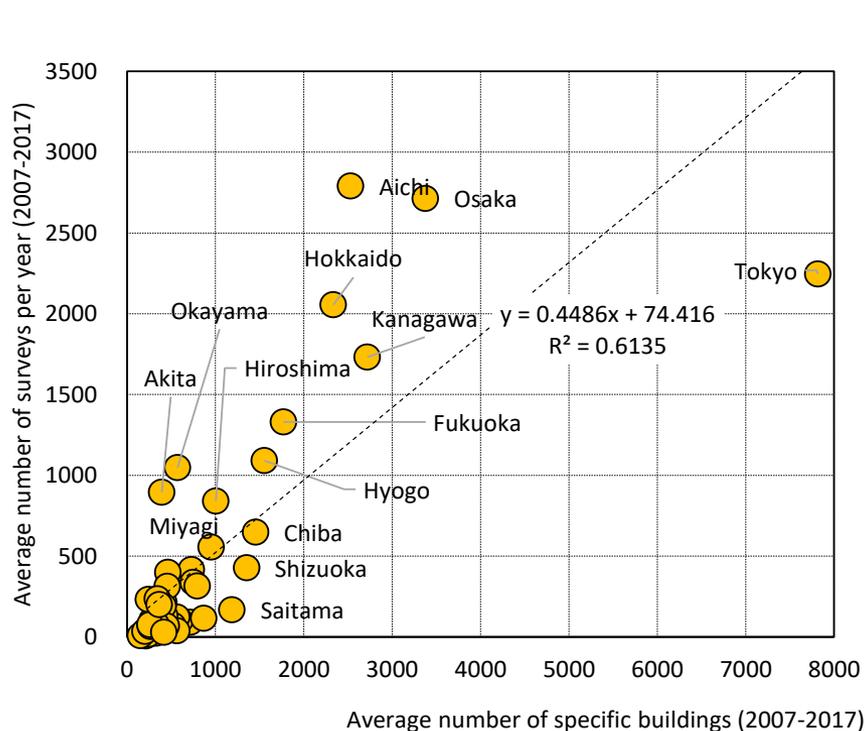
➤湿度、温度、CO₂濃度は、1999年度以降に継続的に上昇し、
温度は、2011から一時的に上昇。

➤省エネ・東日本大震災後の節電

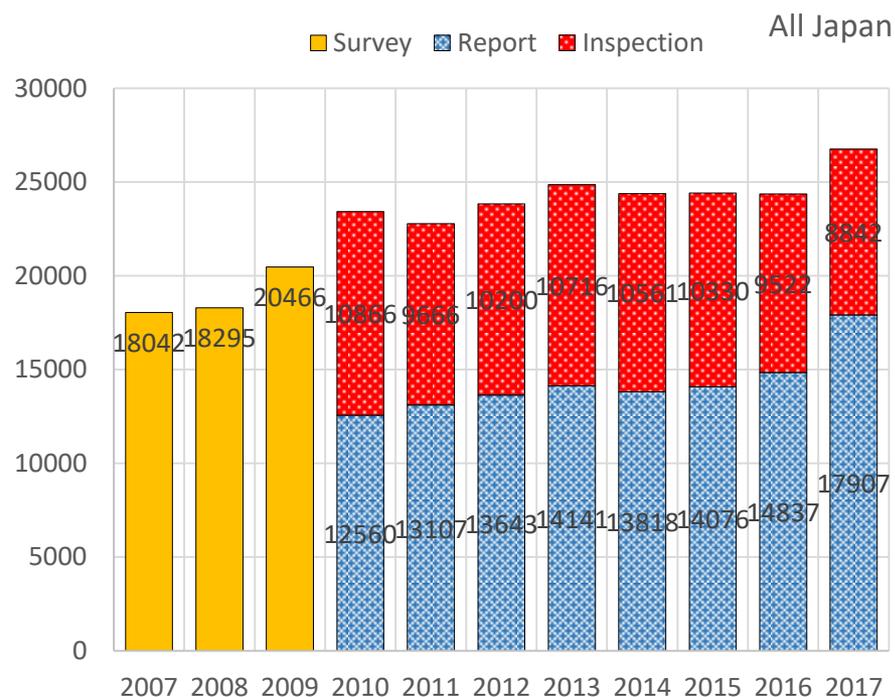
(換気量抑制、温湿度調整、個別空調の普及)



- 特定建築物数が多い自治体の調査数は多いが、特定建築物数に対する調査数の比は埼玉県が低く、秋田県、岡山県が高い。調査状況は自治体によって異なる。
- 2009年度までは報告徴取 (Report) と立入検査 (Inspection) をまとめて立入検査等として示され、2010年度以降は報告徴取と立入検査に分けられたが、それぞれの不適数は示されていない。



自治体の特定建築物数と調査(立入検査等)数



報告徴取数と立入検査数の推移

行政報告例の特性(既往研究)

➤ 報告徴取の方が不適になりやすい傾向がある。

➤ 立入検査は、立入時の空気環境測定結果、室の利用・空調運転の状況等を踏まえた総合的な判断になる。

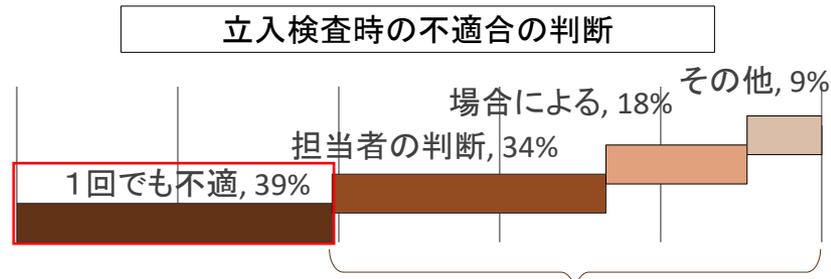


➤ 報告徴取は、法定検査の測定値のみの判断になる。

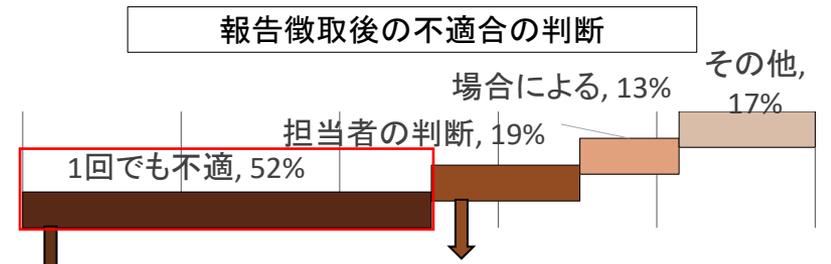
➤ 報告徴取に用いる法定点検のデータは通年に渡るのに対し、



➤ 立入検査は季節を問わず特定建築物を順次巡回するために温湿度等が不適になりづらい中間期にも行われる。

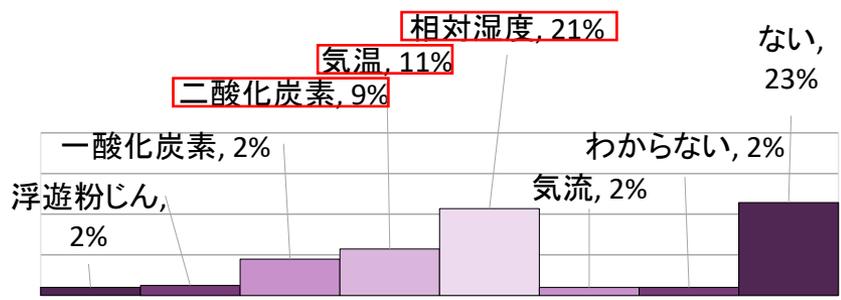


報告徴取の場合より増



- ・人による差が出ないようにしているため
- ・機械的に判断しているため

立入検査時の不適合の判断について、難しい項目



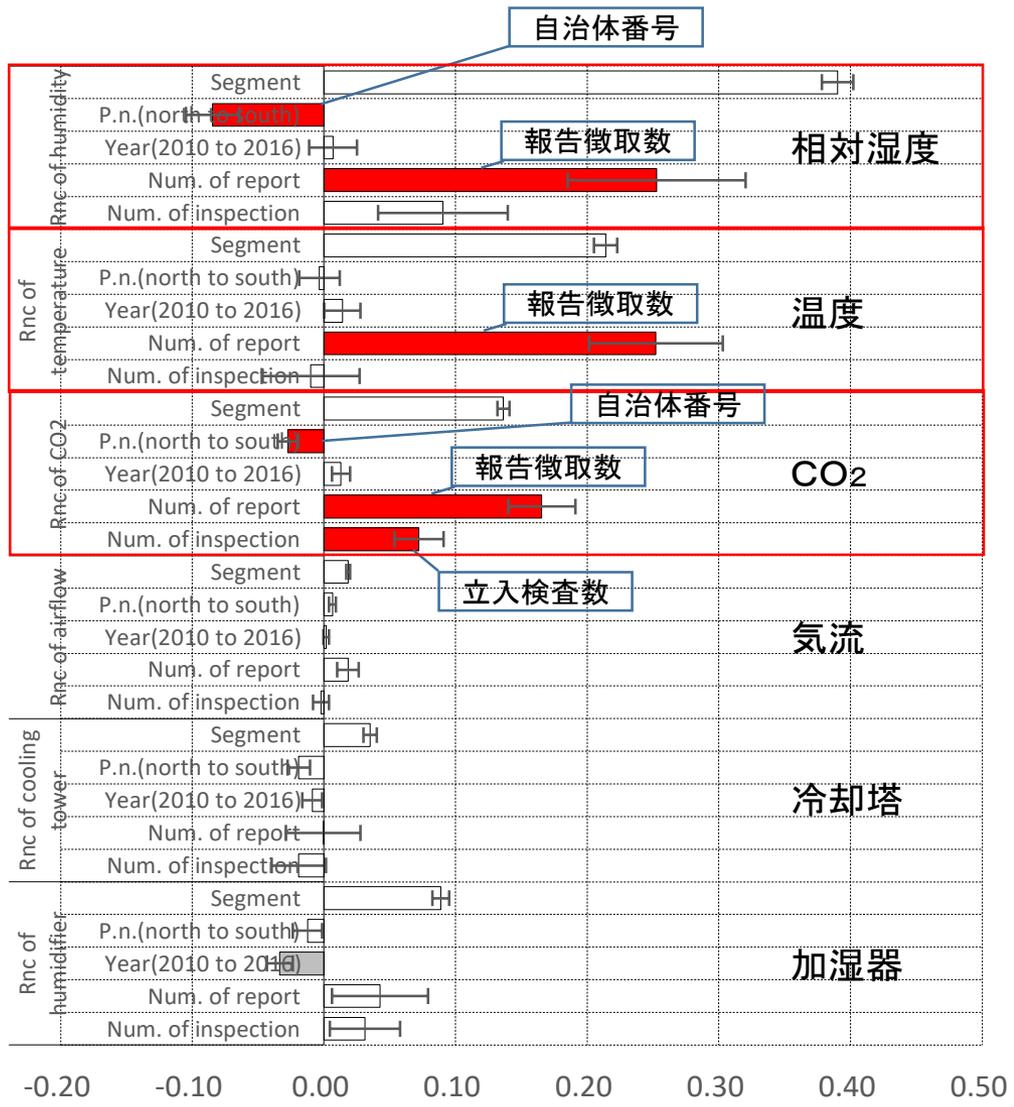
② 行政報告例の特性と不適率の関係

➤ 湿度、温度、CO₂濃度のいずれも、報告徴取数が有意な要因となっている。

➤ 湿度は、北の自治体ほど、報告徴取が多いほど、不適率が高い。

➤ 温度は、報告徴取数が多いほど、不適率が高い。

➤ CO₂濃度は、北の自治体ほど、報告徴取数が多いほど、立入検査数が多いほど、不適率が高い。立入検査数に比べ、報告徴取数の方が影響程度がより大きい。



2010-2017の不適率に関する重回帰(JMPIによる尺度化係数、標準偏差及びP値)

➤ 温度、湿度、二酸化炭素の不適率上昇の要因は、

報告徴取数のみではなく、**他の候補が考えられる。**

● 温度の不適率

➤ 主に夏期に不適率が高くなっているため、省エネルギーのための冷房設定温度の変更、都市における外気温度上昇が挙げられる。

● 相対湿度の不適率

➤ 主に冬に不適率が高くなっているため、省エネルギーのために設定温度が低くなったことで、気化式加湿器の効果が低下したことによる影響が指摘されている。

➤ 省エネルギーにともなって冷房設定温度が高くなることで冷房運転時間が短くなり、除湿が行われなくなることで夏期に不適率が高まることが指摘されている。

● CO₂濃度の不適率

➤ 外気のCO₂濃度上昇の影響が考えられる。

➤ また、省エネルギーのための換気量削減、個別空調の普及にともなう換気量減少が寄与している可能性がある。

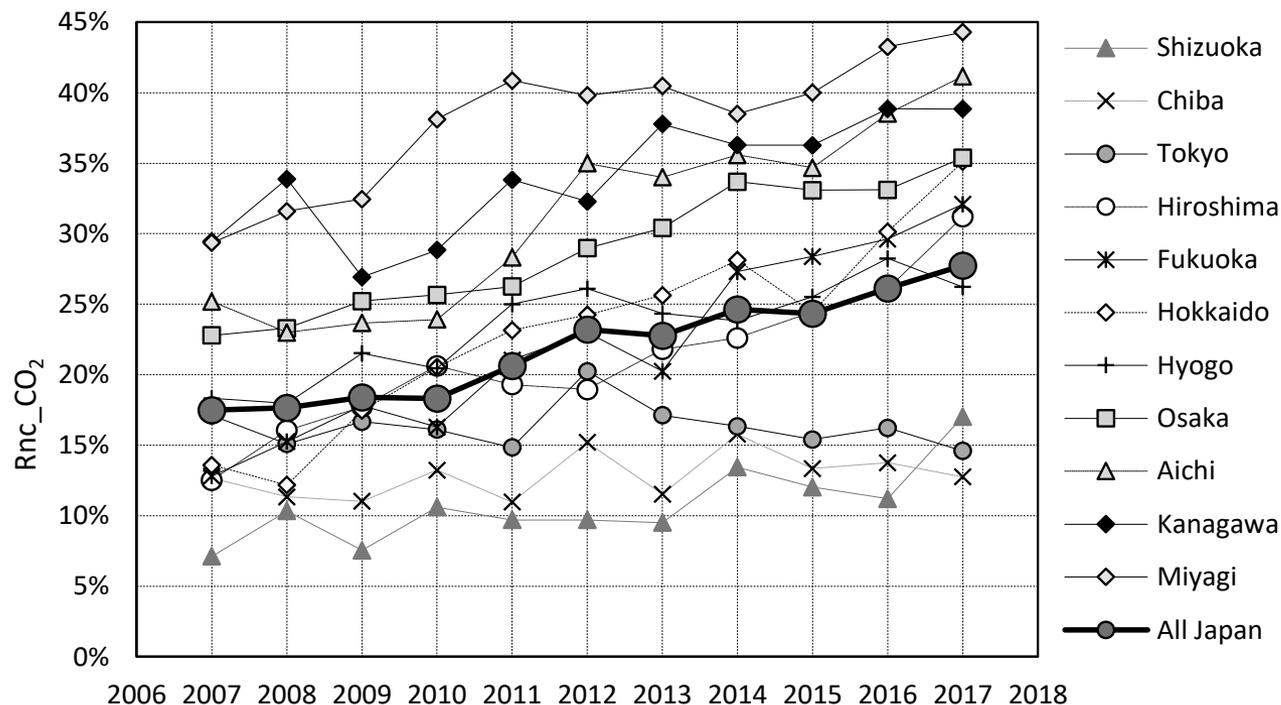
二酸化炭素濃度不適率に関する分析

- 換気量Qが減少すると内外濃度差 ΔC が増加する。

内外濃度差の基本式

$$\Delta C = C_{in} - C_{out} = M/Q$$

C_{in} :室内濃度, C_{out} :外気濃度, M :発生量, Q :換気量(外気量)



特定建築物が多い自治体のCO₂濃度不適率Rnc-CO₂ の推移

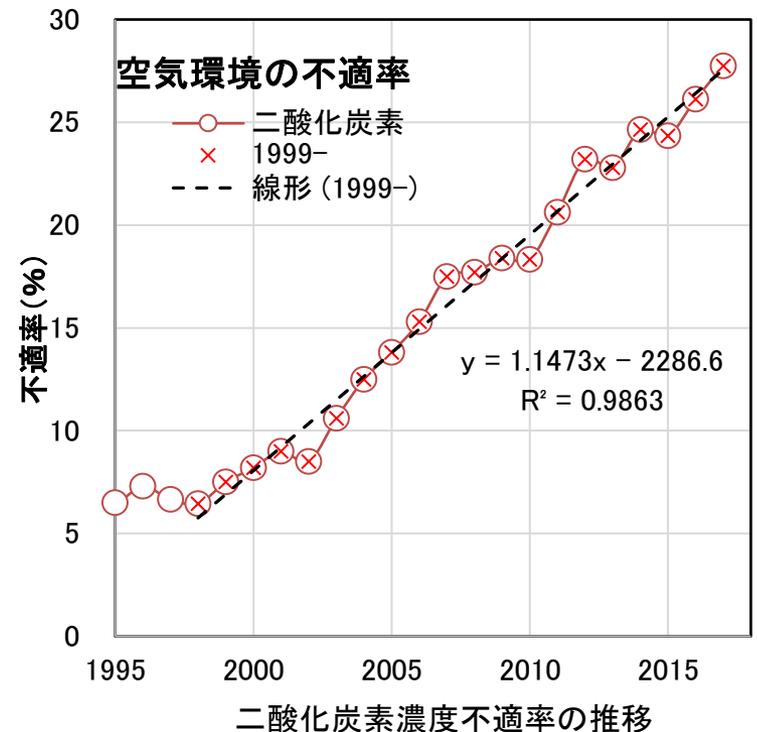
二酸化炭素濃度不適率に関する分析

■二酸化炭素濃度の不適率の増加要因

- ① 報告徴取増加による不適率増加
- ② 外気濃度の上昇に伴う室内濃度の上昇
- ③ 換気量低下による
内外濃度差拡大



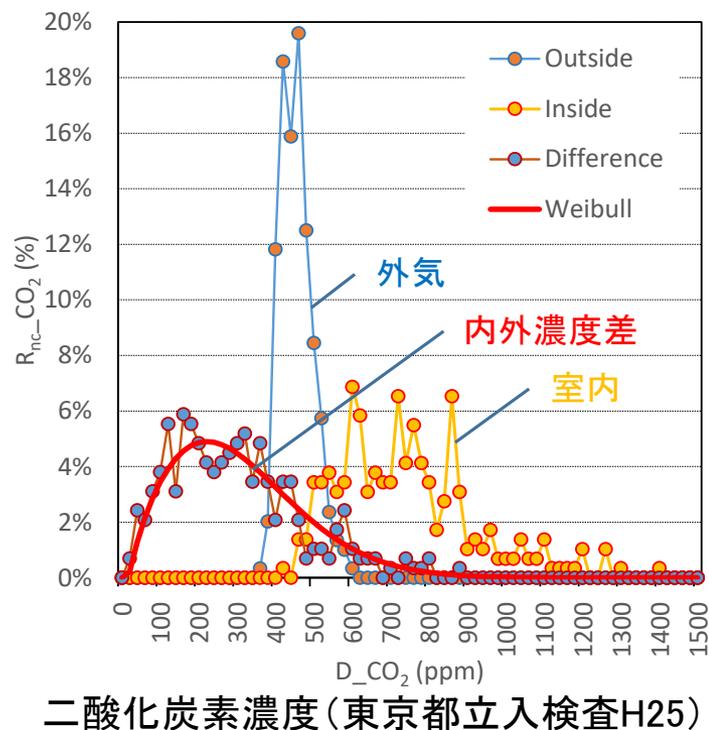
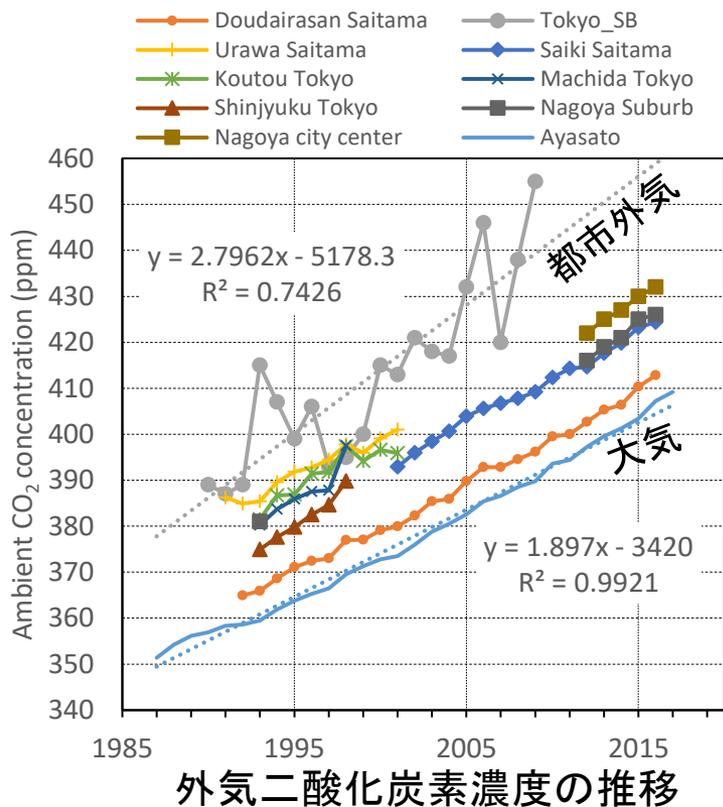
- a) 省エネルギーの普及
- b) メンテナンス不備の増加
- c) 個別空調の普及(個別運転による
建物全体の換気量低下)



二酸化炭素濃度不適率に関する分析

① 外気濃度の上昇に伴う室内濃度の上昇

- ✓大気のCO₂濃度は、年2ppm程度上昇している。
- ✓都市の外気CO₂濃度は、大気より10~25ppm高い。
- ✓外気濃度上昇によって室内濃度が上昇し、不適率が高まる可能性がある。

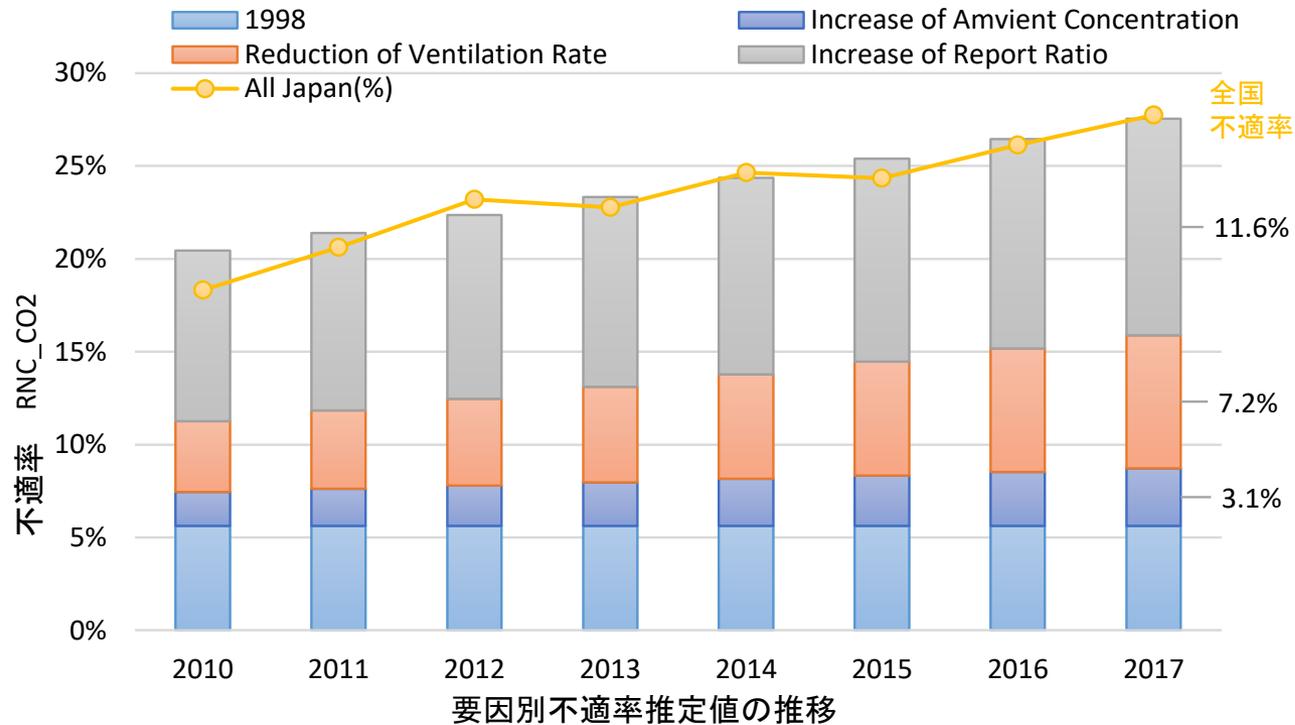


二酸化炭素濃度不適率に関する分析

■ 不適率上昇の要因と影響程度に関する分析

$$R_{nc}(y) = (e + R_i(y) \cdot (1 - e)) \cdot \exp \left[- \left(\frac{(\gamma_s - d\gamma \cdot (y - y_s)) \cdot (C_s - C_{out}(y))}{\beta} \right)^\alpha \right]$$

y 年の不適率 $R_{nc}(y)$ 、調査数に対する立入検査数の比を立入検査率 $R_i(y)$
 換気量減少率 γ 、基準年 y_s の減少率 γ_s 、減少率変化速度 $d\gamma$
 報告徴取の不適率に対する立入検査時の不適率の比を立入検査不適率特性 e



二酸化炭素濃度不適率に関する分析

■ 不適率上昇の要因と影響程度に関する分析

- ① 報告徴取増加 ⇒ 12%(2017)
- ② 換気量低下(省エネルギー) ⇒ 7%(2017)
- ③ 外気濃度の上昇 ⇒ 3%(2017)



■ 報告徴取率の増加が、不適率増加の最大要因

a.報告徴取における不適判断の方法

b.報告徴取の基礎となる空気環境測定の様況

[空気環境測定者へのアンケート(実施中)]

測定位置・時間の選定、利用者やテナントへの配慮の影響

建築物衛生の動向と課題

1. 建築物衛生の現状と動向

建築物衛生法と行政報告例の推移

2. 厚労科研による建築物衛生に関する研究

H29-R1「建築物衛生管理基準の検証に関する研究」

H29-R1「中規模建築物における衛生管理の実態と

特定建築物の適用に関する研究」

建築物衛生に関する研究

厚労科研 H26-28 建築物環境衛生管理に係る行政監視等 に関する研究	現状分析		
	空気環境衛生管理の現状	健康危機対応の衛生管理の実態	温湿度・二酸化炭素の健康影響エビデンス
	新しい基準の提案		
	空気環境衛生基準	衛生管理体制	新しい健康リスク等

	H29	H30	H31	
厚労科研 H29-31 建築物衛生管理基準の検証に関する研究 代表: 林				① 基準案の検証(エビデンス整理)
				基準案(基準の見直し、項目の追加・組替え)と適用結果の予測
				② 測定評価法提案(ケーススタディー)
				基準案に対応した測定法に関する実験・シミュレーションによる検証
				③ 測定評価法の検証(実建物試行)
			特定建築物を用いた測定及び徴取・検査の試行と実用性、健康影響に関する検証	
			④ 制度提案(自治体等ヒアリング)	
			基準案及び測定法に基づく制度案と適用の可能性に関する検討	

	H29	H30	H31	
厚労科研 H29-31 中規模建築物における衛生管理の実態と特定建築物の適用に関する研究 代表: 小林				① 衛生環境実態(実建物調査)
				空気、水、PC等に関する実態調査(全国調査、詳細調査)
				② 健康影響(実建物調査)
				空気環境と健康影響に関する実態調査(全国調査、詳細調査)
			③ 衛生管理項目・水準(提案)	
			特定建築物の適用による影響と対応策に関する検討	

事務所建築の室内空気環境管理に関する調査

特定建築物と中小規模建築物の空気環境の実態

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

「建築物環境衛生管理基準の検証に関する研究」

「中規模建築物における衛生管理の実態と特定建築物の適用に関する研究」

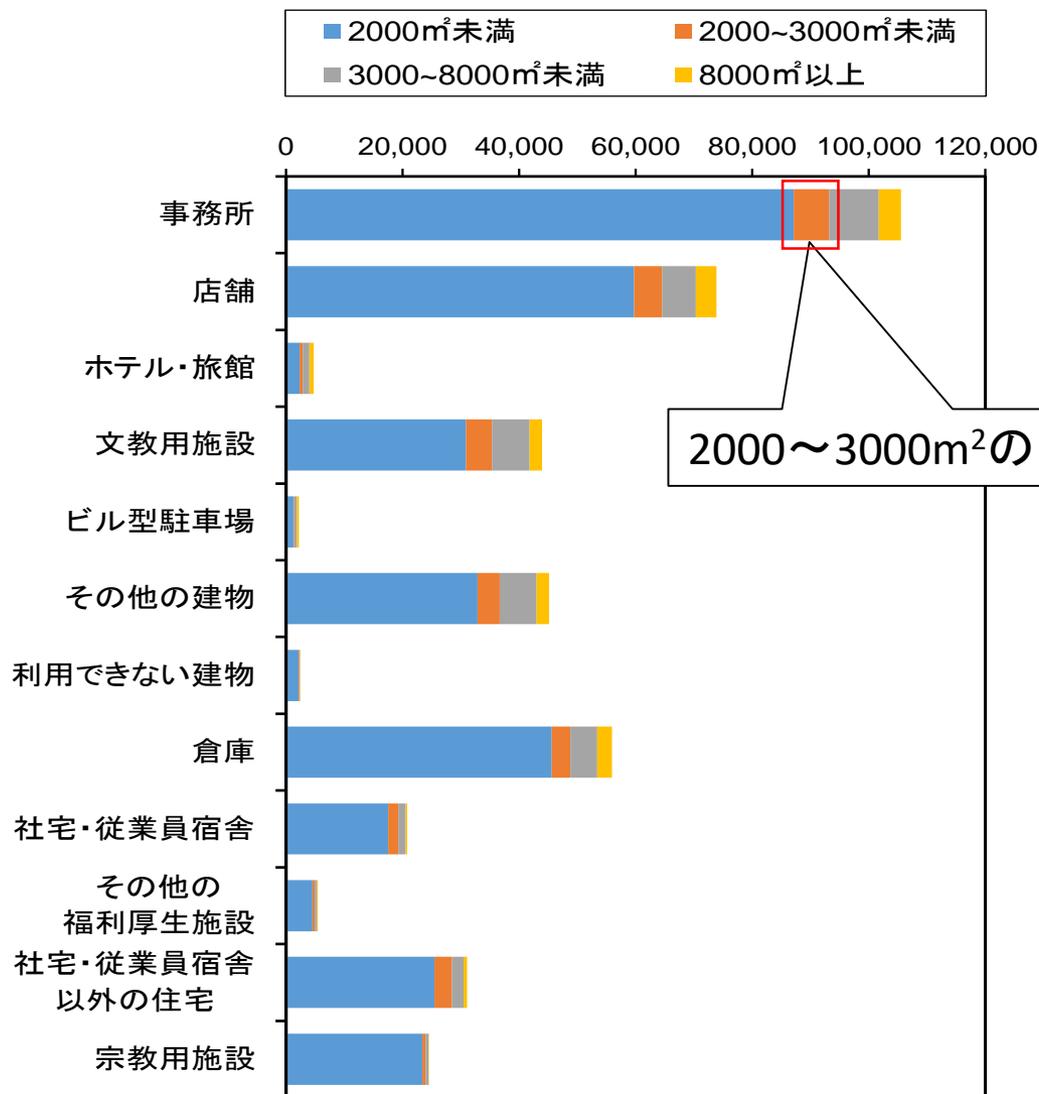
林 基哉、小林 健一、金 勲、開原 典子、(国立保健医療科学院)

柳 宇(工学院大学)、鍵 直樹(東京工業大学)、東 賢一(近畿大学)、

長谷川 兼一(秋田県立大学)、中野 淳太(東海大学)、李 時桓(信州大学)

主な建築物の施設数

国土交通省平成25年
法人土地・建物基本調査



2000~3000㎡の中規模建築物

調査概要

空気環境の連続測定

- ・全国のオフィスビル 42 件 : 郵送
- ・温度・相対湿度・CO₂ : 5分間隔
- ・冷房期 及び 暖房期: 各2週間の連続測定
 - 2018年8月下旬~9月中旬
 - 2019年1月下旬~2月中旬



温度,相対湿度,CO₂

健康状態に関するアンケート : 全物件



分析 → 連続した5勤務日 (月~金)
勤務時間帯 (09:00~17:00)

空気環境の詳細調査 : 10数件選別

空調方式と特徴

●中央管理方式

各居室に供給する空気を中央管理室等

で、一元的に制御することができる方式

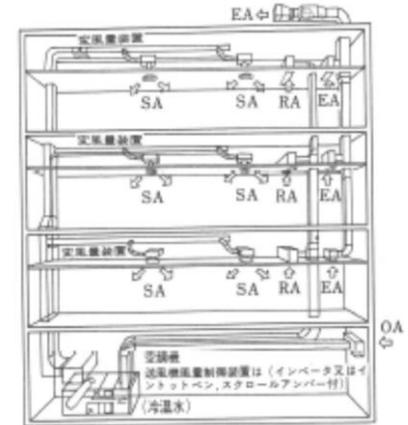
⇒ 全館の温湿度、空気質を制御。

熱源：ボイラー、ヒートポンプ、冷却塔(クーリングタワー)

室内：ファンコイルユニット、パネルラジエーター、床暖房



冷却塔(クーリングタワー)



建築環境工学用教材 設備編
日本建築学会

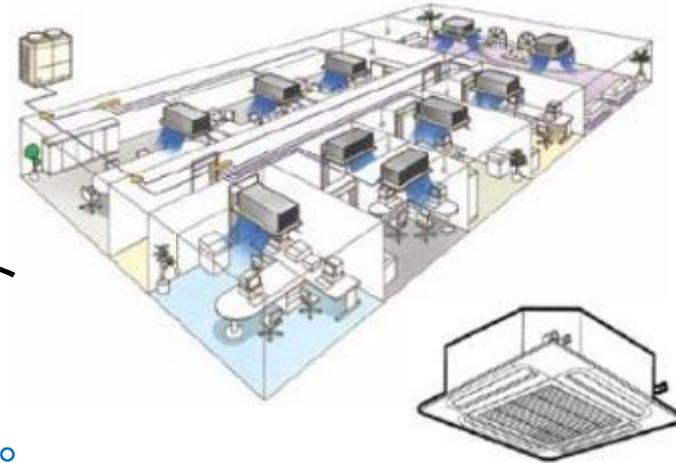
●個別方式(中央管理方式以外)*

ビルマルチ等の各居室を個別に制御できる方式

例：ヒートポンプ(室外機)ー冷媒管ー室内ユニット

⇒ ローコスト、省エネ(部分間欠)運転に対応。

* 2003年改正後で建築物衛生法の対象となった。



出典：東京都健康安全研究センター

建物概要

中央式空調
—5箇所

中央・個別
併用型
—5箇所

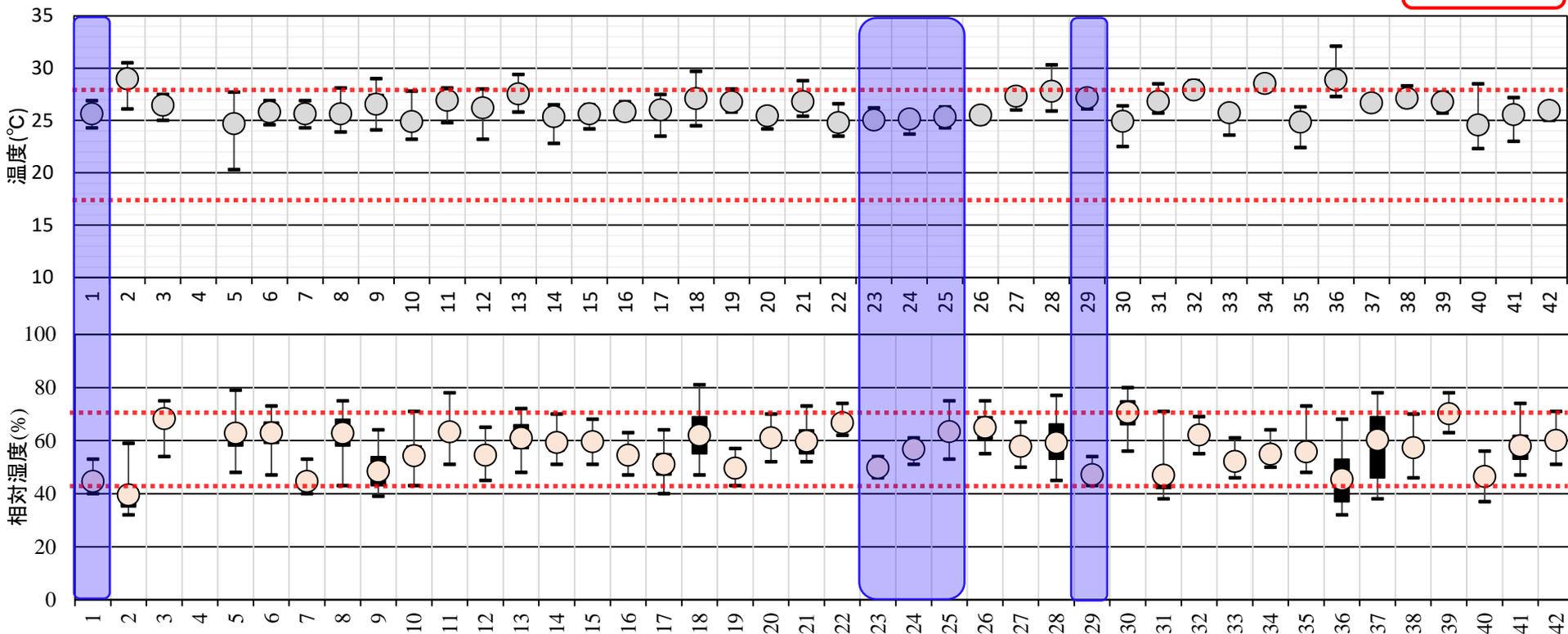
個別方式
—32箇所

建物No.	所在地 (都道府県)	省エネ 区分	竣工年月 (西暦年)	延床面積	地上階	地階	使用形態	空調方式
1 (N1)	山形県	4	1990年代	2,000㎡未満	3	2	自社使用	中央方式
2 (N2)	秋田県	3	無回答	2,000㎡未満	2	1	テナントビル (貸しビル)	個別方式
3 (Y5)	埼玉県	5	1980年代	2,000㎡未満	4	1	自社使用	個別方式
4 (Y10)	埼玉県	5	1990年代	2,000㎡未満	7	1	テナントビル (貸しビル)	個別方式
5 (Y8)	埼玉県	5	1990年代	2,000㎡未満	2	1	自社使用	個別方式
6 (N5)	東京都	6	1960年代	2,000㎡未満	2	1	テナントビル (貸しビル)	個別方式
7 (N16)	東京都	6	1960年代	2,000㎡未満	5	1	自社使用	中央・個別併用方式
8 (N14)	東京都	6	1960年代	2,000㎡未満	5	1	テナントビル (貸しビル)	個別方式
9 (N17)	東京都	6	1980年代	2,000㎡未満	1	2	自社使用	個別方式
10 (N4)	東京都	6	1980年代	2,000㎡未満	4	2	テナントビル (貸しビル)	個別方式
11 (N12)	東京都	6	1980年代	2,000㎡未満	9	1	自社使用	個別方式
12 (N15)	東京都	6	1990年代	2,000㎡未満	3	3	テナントビル (貸しビル)	個別方式
13 (N9)	東京都	6	1990年代	2,000㎡未満	4	1	自社使用	個別方式
14 (N10)	東京都	6	1990年代	2,000㎡未満	5	2	テナントビル (貸しビル)	個別方式
15 (N3)	東京都	6	1990年代	2,000㎡未満	4	1	自社使用	個別方式
16 (N6)	東京都	6	無回答	2,000㎡未満	8	2	テナントビル (貸しビル)	個別方式
17 (N7)	東京都	6	無回答	2,000㎡未満	3	1	自社使用	個別方式
18 (N8)	東京都	6	無回答	2,000㎡未満	5	1	自社使用	個別方式
19 (Y1)	神奈川県	6	1990年代	2,000㎡未満	4	1	自社使用	個別方式
20 (Y4)	神奈川県	6	1990年代	2,000㎡未満	10	2	テナントビル (貸しビル)	個別方式
21 (Y3)	神奈川県	6	1990年代	2,000㎡未満	3	1	自社使用	個別方式
22 (N11)	東京都	6	1980年代	2,000~3,000㎡未満	8	2	テナントビル (貸しビル)	中央・個別併用方式
23 (Y18-7)	東京都	6	1980年代	50,000㎡以上	40	4	テナントビル (貸しビル)	中央方式
24 (Y18-6)	東京都	6	1990年代	10,000~50,000㎡未満	11	1	テナントビル (貸しビル)	中央方式
25 (Y18-8)	東京都	6	2000年代	5,000~10,000㎡未満	4	3	その他	中央方式
26 (Y13)	福井県	5	1990年代	2,000㎡未満	4	1	テナントビル (貸しビル)	個別方式
27 (Y11)	山梨県	5	1980年代	2,000㎡未満	2	1	自社使用	個別方式
28 (Y14)	岐阜県	4	1980年代	2,000㎡未満	2	1	テナントビル (貸しビル)	個別方式
29 (Y12)	愛知県	6	1990年代	2,000~3,000㎡未満	6	1	自社使用	中央方式
30 (Y16)	大阪府	無回答	1970年代	2,000㎡未満	4	1	自社使用	個別方式
31 (Y17)	鳥取県	6	無回答	2,000㎡未満	1	1	自社使用	個別方式
32 (Y18)	徳島県	無回答	2000年代	2,000~3,000㎡未満	3	1	自社使用	中央・個別併用方式
33 (Y20)	福岡県	6	2000年代	2,000㎡未満	2	1	自社使用	個別方式
34 (Y31)	佐賀県	6	1990年代	2,000㎡未満	2	1	自社使用	中央・個別併用方式
35 (Y38)	佐賀県	6	1990年代	2,000㎡未満	2	1	自社使用	個別方式
36 (Y24)	長崎県	6	1990年代	2,000㎡未満	2	3	自社使用	個別方式
37 (Y27)	熊本県	無回答	2000年代	2,000㎡未満	2	1	自社使用	個別方式
38 (Y45)	沖縄県	8	1990年代	2,000㎡未満	4	1	自社使用	個別方式
39 (Y21)	福岡県	6	1990年代	2,000~3,000㎡未満	6	1	テナントビル (貸しビル)	個別方式
40 (Y26)	熊本県	6	1990年代	2,000~3,000㎡未満	6	1	テナントビル (貸しビル)	中央・個別併用方式
41 (Y28)	大分県	6	2000年代	2,000~3,000㎡未満	6	1	自社使用	個別方式
42 (Y49)	沖縄県	8	1980年代	2,000~3,000㎡未満	4	1	テナントビル (貸しビル)	個別方式

用途について、建物2は「店舗 (百貨店含む)」、建物20は「集合住宅」、建物25は「興行所」、建物32はその他、それ以外の建物は「事務所」である。建物23~25は特定建築物である。

夏期の温湿度概況

Summer



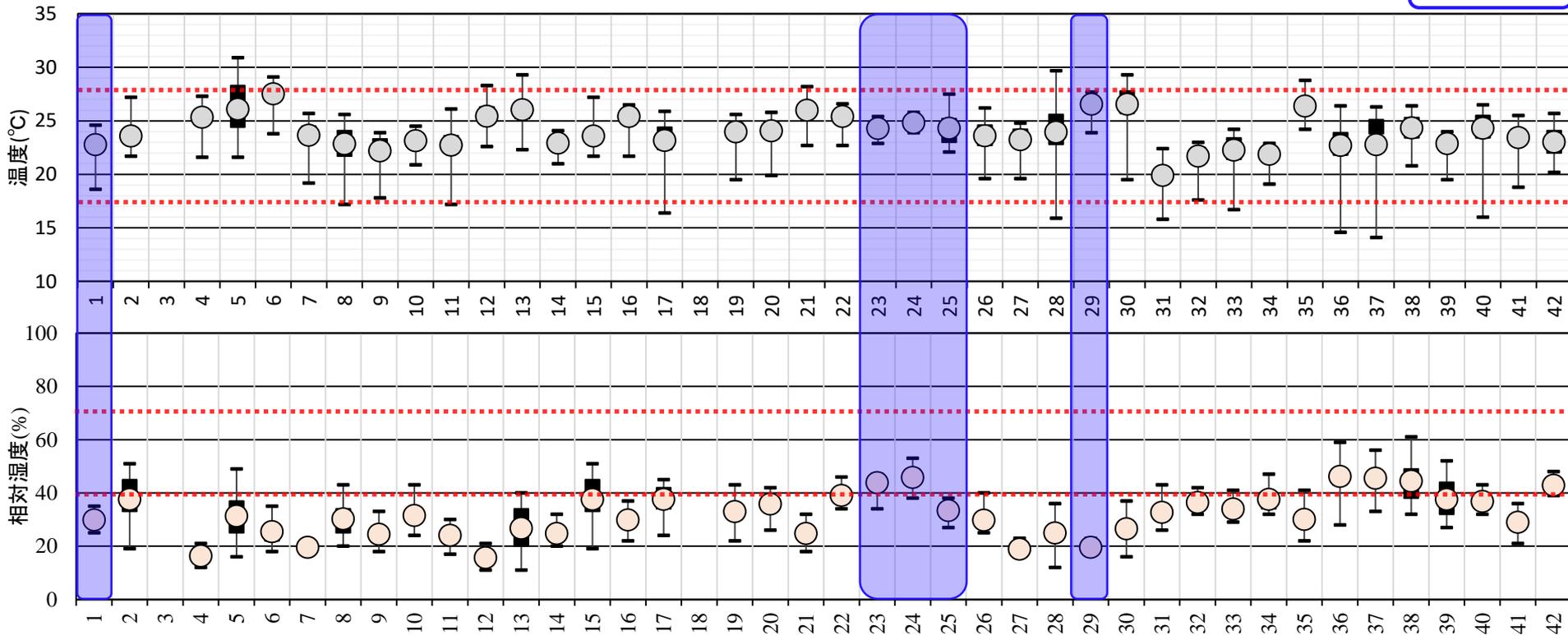
■ 温度: 全体を通じて、温度の変化が少ない。中央式では基準範囲内で推移しているが、個別式及び併用型では28°C以上になる場合がある。

■ 相対湿度: 全体を通じて平均値は基準範囲にあるが、一時的には70RH%を超えている。中央式は比較的安定しているが、個別式及び併用型は変化が大きい。



冬期の温湿度概況

Winter



■ 温度:全体を通じ、夏期よりも温度変化が大きい。中央式では基準範囲内で推移しているが、個別式及び併用型では17°C以下になる場合がある。

■ 相対湿度:全体を通じて基準値40RH%を下回っている。中央式は比較的安定しているが、個別式及び併用型は変化が大きい。温度の変化に伴う相対湿度の変化が見られる。

平均濃度と最大値(勤務日5日間、09時~17時)

Summer

■ 平均1000ppm超
夏期 36%、冬期 33%

■ 1回でも1000ppm超
夏期 67%、冬期 69%

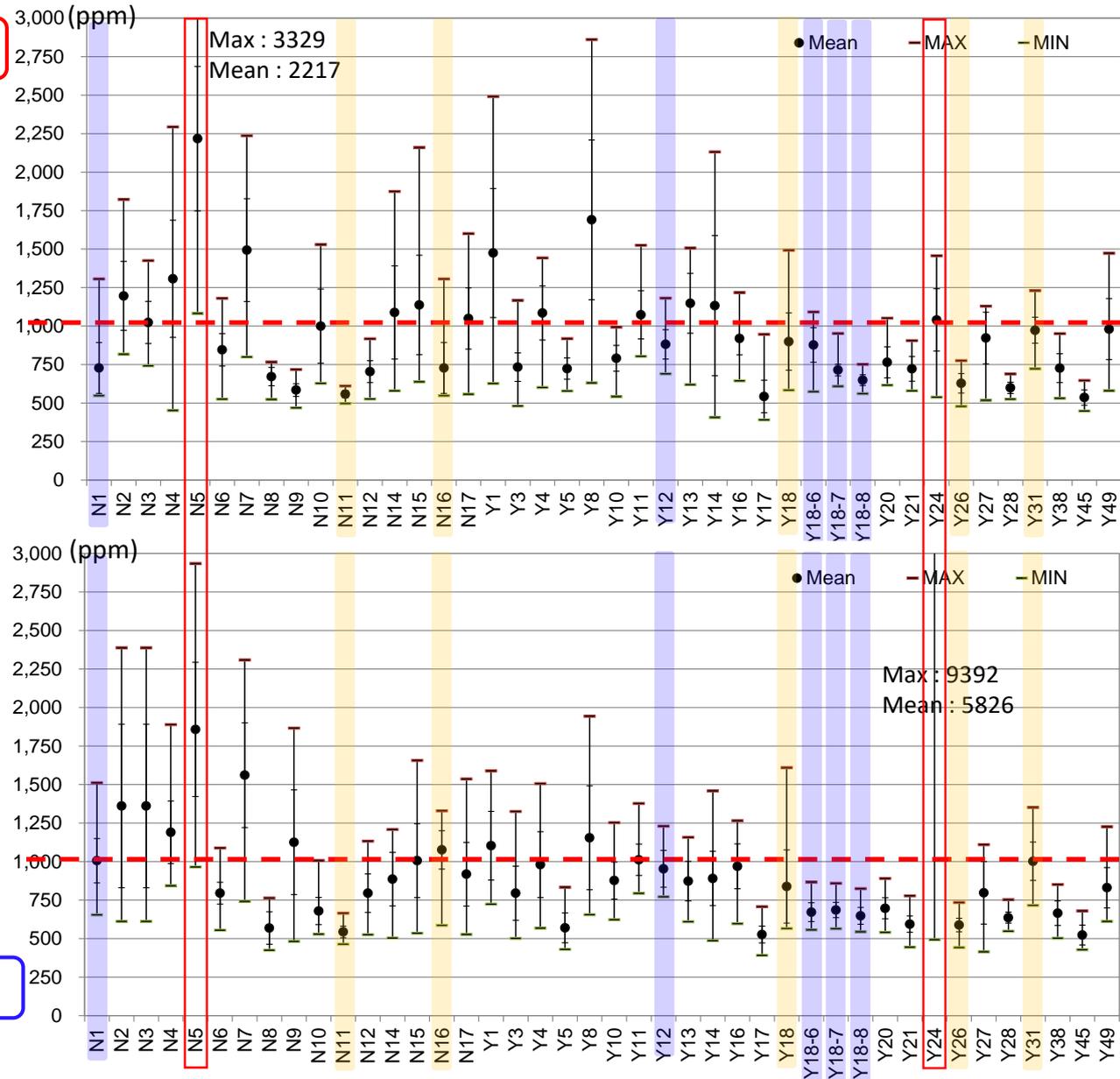
■ 平均2000ppm超
夏期(N5)、冬期(Y24)

➢ N5 常に1000ppm程度を推移しており、発生量に対して換気量が不足している可能性がある。

➢ Y24 最大濃度が非常に高く、燃烧器具等の人体以外の発生源の影響があると考えられる。

■ 中央式、併用型の方がCO₂濃度が低い傾向がある。

Winter



中小規模建築の室内空気環境の連続測定

まとめ

事務所の室内空気環境について

1. 温度、

中央式に比べ、個別式では温度の変化が大きく。夏期に基準値28°Cを超える場合がある。

2. 相対湿度

中央式、個別式に関わらず、冬期には、基準値の下限40RH%を下回っている。また、個別式では、温度と共に相対湿度の変化が大きい。

3. CO₂濃度

夏期冬期ともに基準値の超過が見られ、換気量不足の状況がある。特に、個別式の場合に濃度が高い傾向がある。また、一部では、非常に高い濃度となっている。

詳細調査による特定建築物と中小規模建築の比較

中小規模建築物等(事務所)の測定対象

地域	空調方式	対象床面積 (m ²)	測定時在室人数 (測定者)	一人当たりの面積(m ²)	天候	特定建築物
冬期						
神奈川	中央式(外調機)	204	13(8)	9.7	晴	
		123	9(8)	7.2	晴	
東京	中央式(外調機)	1178	76(7)	14.1	晴	○
	個別式(PAC+換気装置)	169	8(8)	10.6	晴	
	個別式(PAC)換気なし	133	12(8)	5.7	晴	○
大阪	中央式(外調機+PAC)	193	26(3)	6.7	曇り	○
福岡	個別式(PAC+換気装置)	93	6(3)	10.3	曇り	
福岡	個別式(PAC+換気装置)	122	11(3)	8.7	曇り	
		44	1(7)	5.5	曇り	
		383	14(4)	21.3	曇り	
夏期						
東京	個別式(PAC+換気装置)	55	3(5)	6.9	晴	
	中央式(外調機)	1050	150(5)	6.8	晴	○
	個別式(PAC+換気装置)	92.4	9(5)	6.6	晴	
神奈川	中央式(外調機)	204	19(4)	8.9	晴	
		123	9(4)	9.5	晴	
東京	個別式(PAC+換気装置)	93	11(4)	6.2	曇り	
	中央式(外調機)	196	2(3)	39.2	晴	
	個別式(PAC+換気装置)	110	12(3)	7.3	晴	
愛知	個別式(PAC+換気装置)	96	3(6)	10.7	晴	○
	中央式(外調機)	176	12(6)	9.8	曇り	
	個別式(PAC+換気装置)	66	15(4)	14	雨	○

事務所の空気環境の比較

中小規模建築物(特定建築物に指定されていない。)における、維持管理体制調査と空気環境調査を行っている。

事務所の空気環境調査結果の比較

中小規模建築物の調査



特定建築物(既往の調査結果)

- ① 志摩輝治, 柳 宇, 鍵直樹, 金勲, 東賢一, 大澤元毅: オフィスビルにおける室内浮遊微生物濃度の長期間測定, 第33回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集, pp.149-151, 2016
- ② 志摩輝治, 柳 宇, 鍵直樹, 東賢一, 金勲, 大澤元毅: オフィスビルにおける室内浮遊微生物濃度の長期間測定 第1報 2015年度夏季と冬季の測定結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.735-736, 2016
- ③ 志摩輝治, 柳 宇, 鍵直樹, 東賢一, 金勲, 大澤元毅: オフィスビルにおける室内環境に関する長期調査研究, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.85-88, 2017
- ④ 瀬戸啓太, 柳 宇, 鍵直樹, 金勲, 中野淳太, 東賢一, 林基哉, 大澤元毅: 中小規模オフィスビルにおける室内空気環境に関する研究 第1報-2017年度調査結果, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.49-52, 2018

詳細調査による特定建築物と中小規模建築の比較

中小規模建築物の室内空気環境の測定

長期測定

- 温度、相対湿度、CO₂濃度

温湿度・CO₂センサー・

各測定対象ビルの室内に設置し、

測定間隔を5分間、測定期間を2週間とした。

ボタンセンサー・

各測定対象ビルの室内に設置し、測定

間隔を5分間、測定期間を2週間とした。



立入調査

- 室内・外気の温度、相対湿度、CO₂濃度

IAQモニター・

各測定対象ビル外気、室内それぞれ測定時間を1分間30サイクルで計測した。



結果—温度

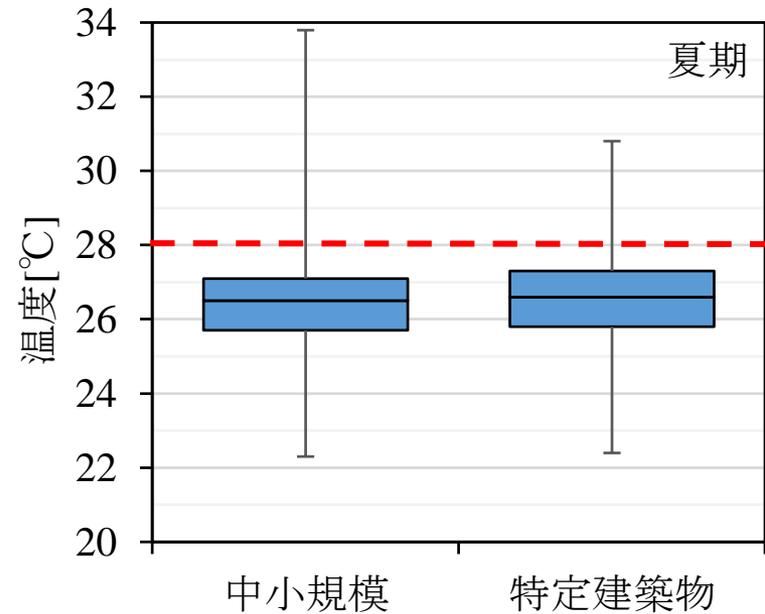
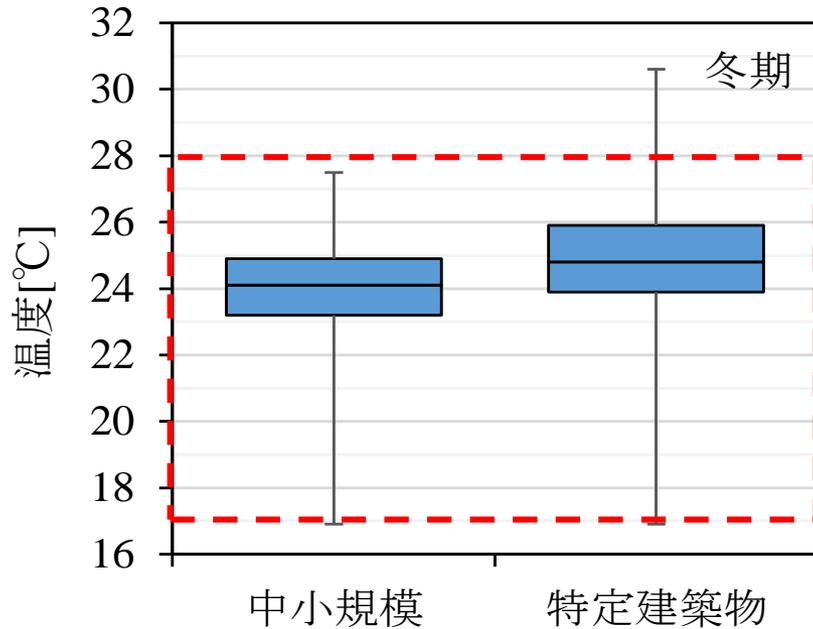


図1 冬期と夏期における中小規模ビルと特定建築物の室内温度四等分値

冬期の中小規模ビルの中央値が24.1°Cであるのに対し、特定建築物の中央値は24.8°Cであった。

一方、夏期では中小規模ビルの中央値の26.5°Cに対し、特定建築物はほぼ同じ (26.6°C) であった。

結果—相対湿度

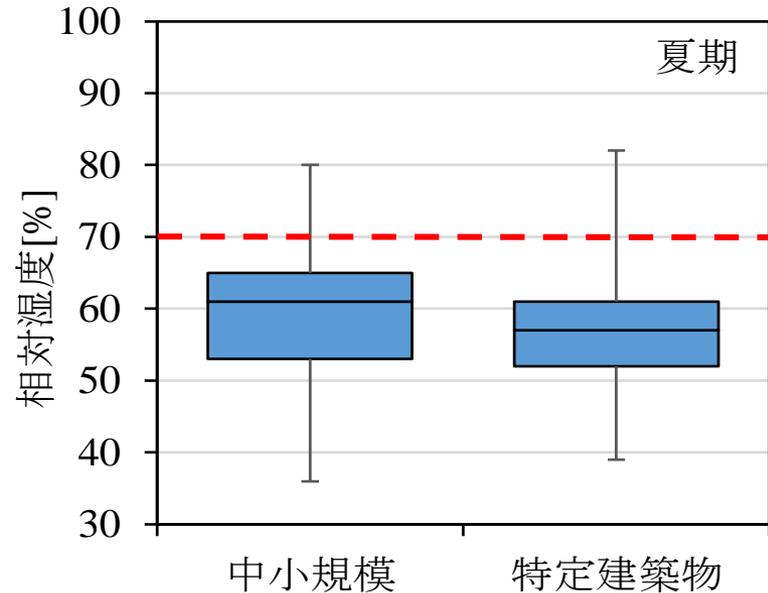
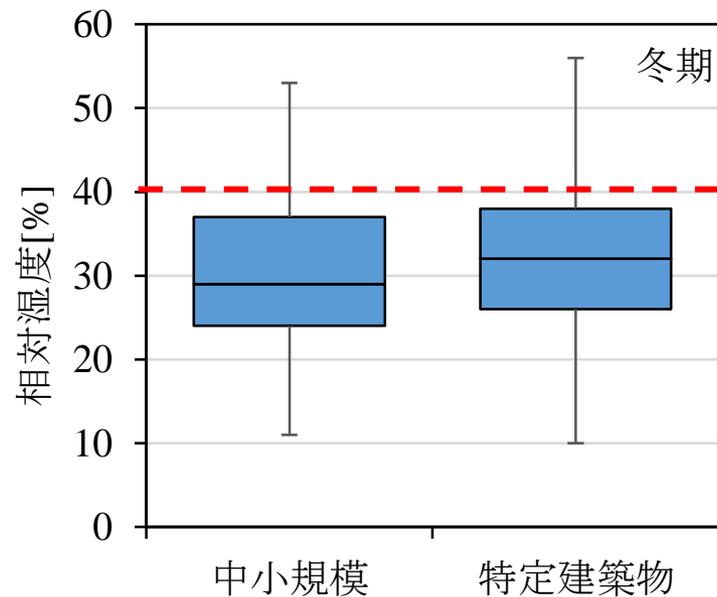


図2 冬期と夏期における中小規模ビルと特定建築物の室内相対湿度四等分値

中央値において、冬期では中小規模ビルと特定建築物の相対湿度がそれぞれ29%と32%であり、ほぼ同じであった。また、75%のタイル値において、何れも40%を下回った。

建築物の規模を問わず冬期の低湿度問題が再確認された。一方、夏期では中小規模ビルの61%であるのに対し、特定建築物は同程度の57%であった。

結果—CO₂濃度

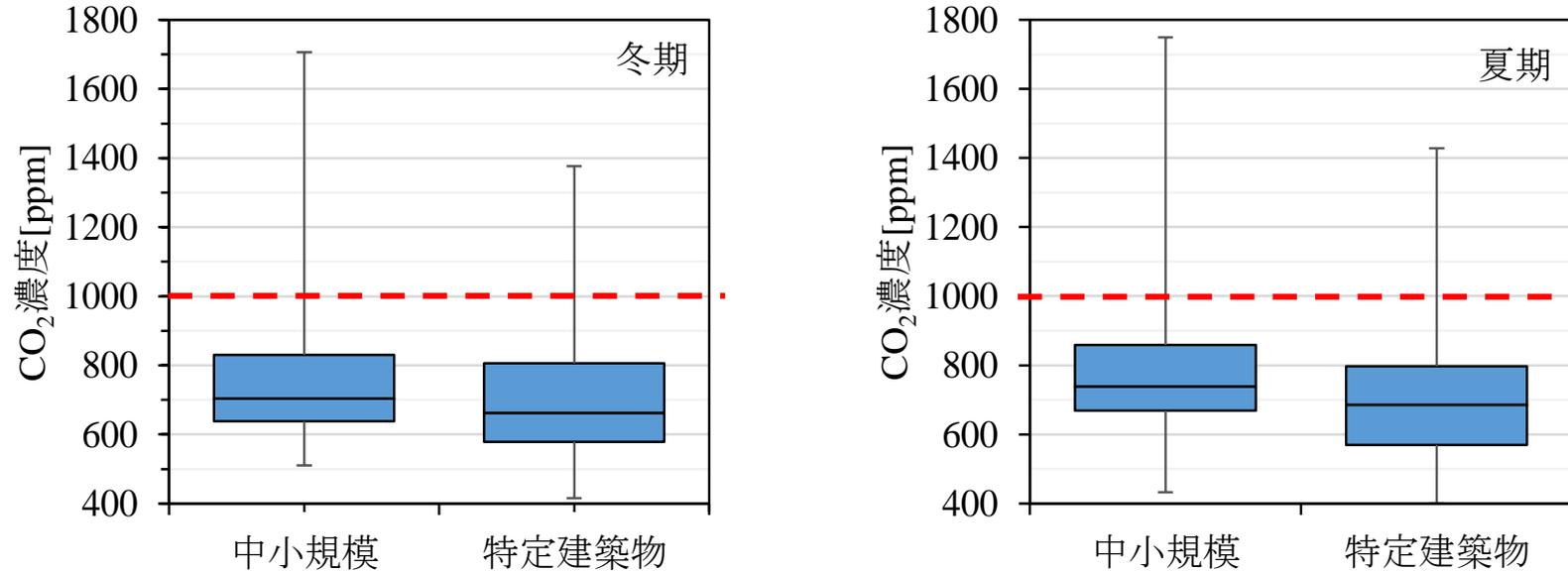


図3 冬期と夏期における中小規模ビルと特定建築物の室内CO₂濃度四等分値

何れの季節においても、特定建築物の方が比較的低い値を示しており、比較的多くの外気が取り入れられている。

結果—浮遊細菌

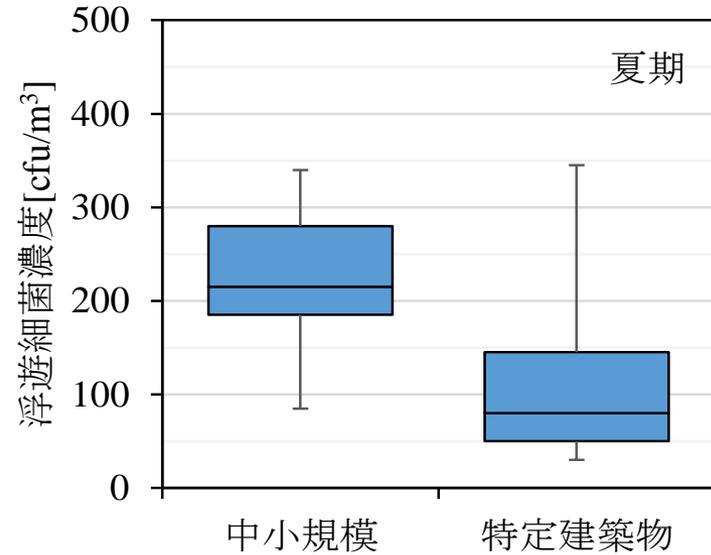
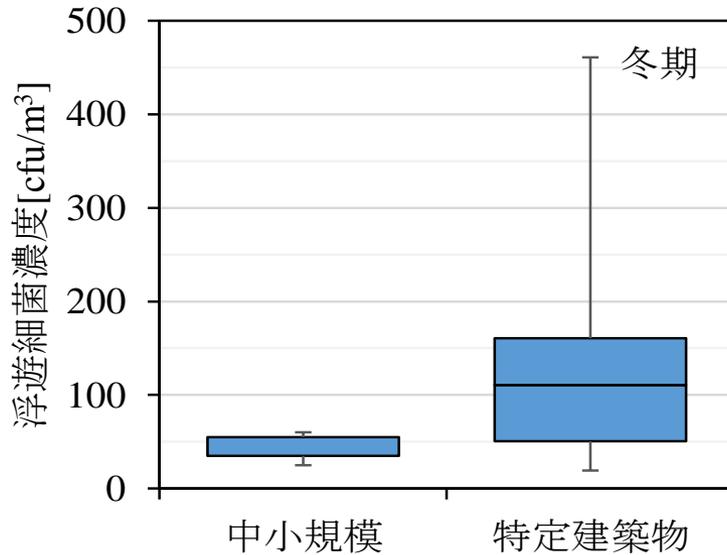


図6 冬期と夏期における中小規模ビルと特定建築物の室内浮遊細菌濃度四等分値

冬期では、特定建築物の方がやや高い値を示したが、夏期では特定建築物の中央値が低い値を示した。

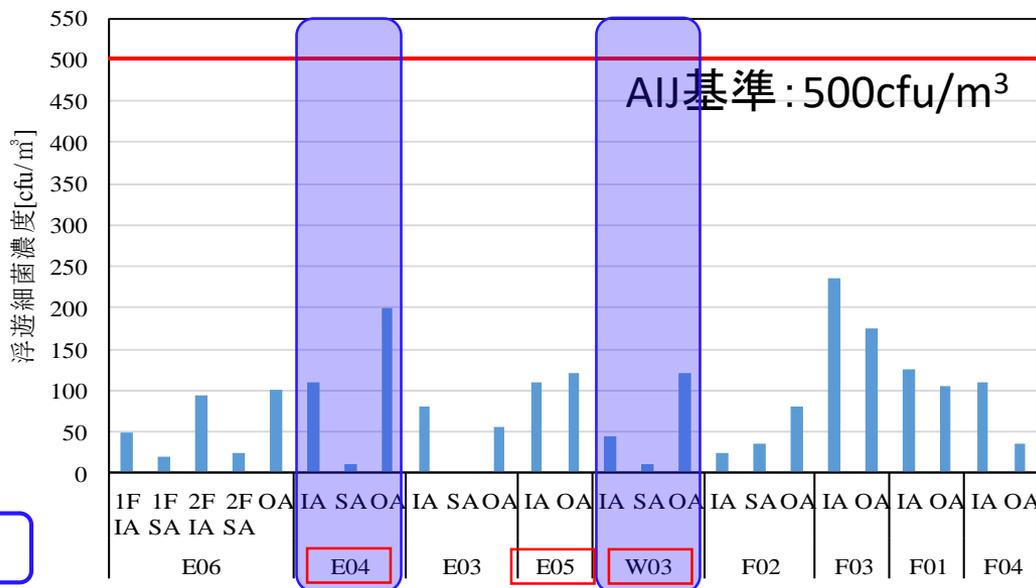
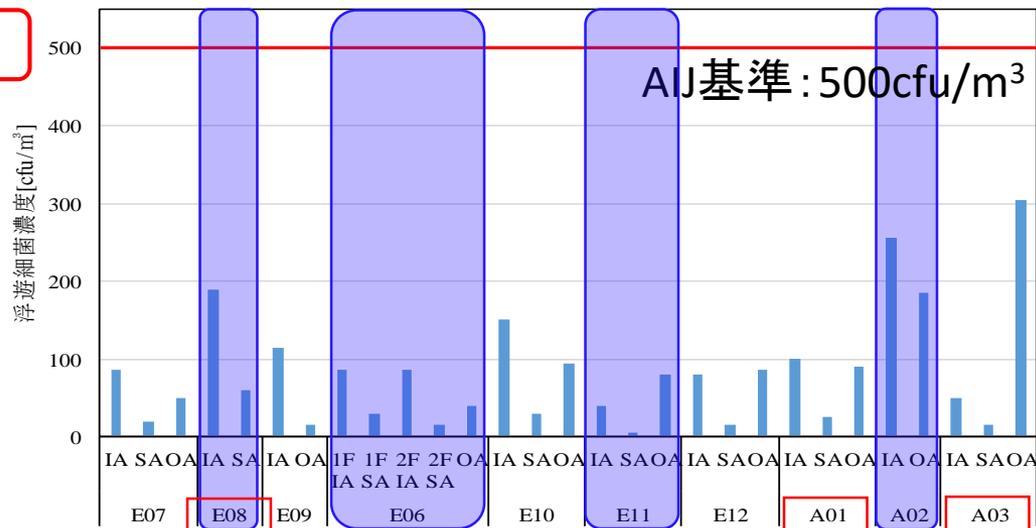
冬期と夏期の何れも日本建築学会基準500cfu/m³を満足している。

室内浮遊細菌の主な発生源は在室者であり、上記の差は在室人員密度とその活動状況によるものと考えられる。

結果—浮遊細菌

Summer

- 冬期、夏期ともに、日本建築学会基準：
500cfu/m³を満足している。
- 中央式(■)や特定建築物(□)の場合、OAに対してSAの濃度が低い場合が多い。
- 中央式の導入外気のフィルター効果及び特定建築物における空調機の維持管理の効果が伺える。



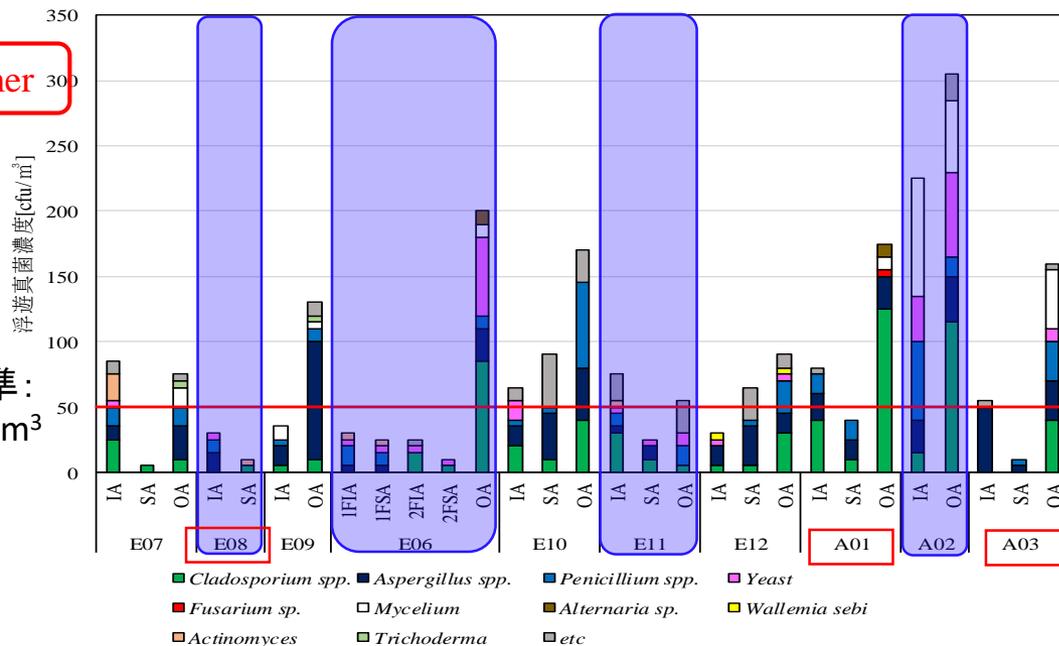
Winter

結果—浮遊真菌

- 冬期、夏期ともに、日本建築学会基準：50cfu/m³を大きく超える場合がある。
- 中央式(■)や特定建築物(□)の場合、OAに対してSA又はIAの濃度が非常に低い場合がある。
- 個別式や中小規模での場合、中央式や特定建築物の場合よりも、OAに対するIAの比が高い傾向が伺える。

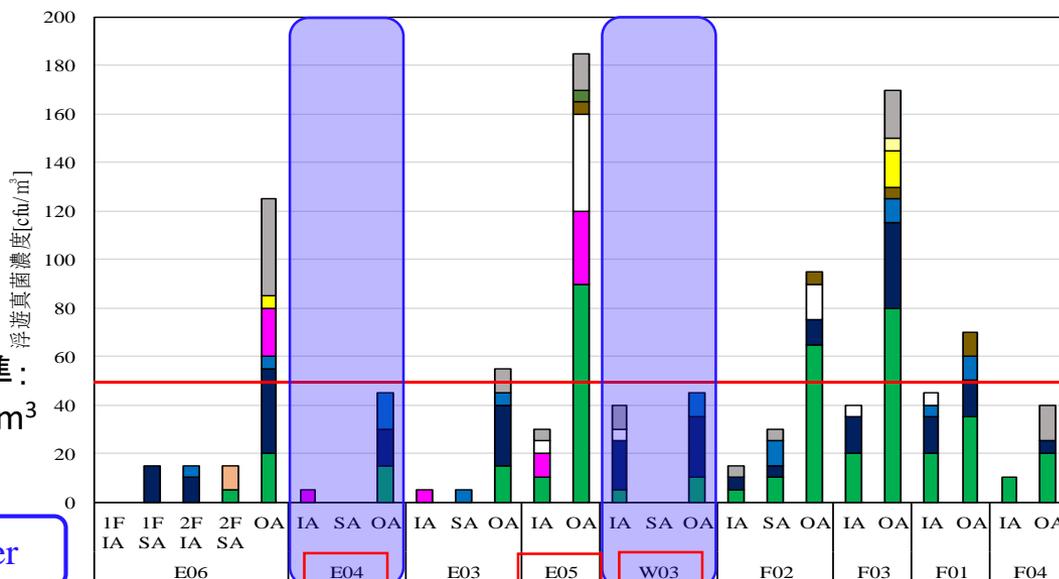
Summer

AIJ基準：
50cfu/m³



AIJ基準：
50cfu/m³

Winter



結果—浮遊真菌

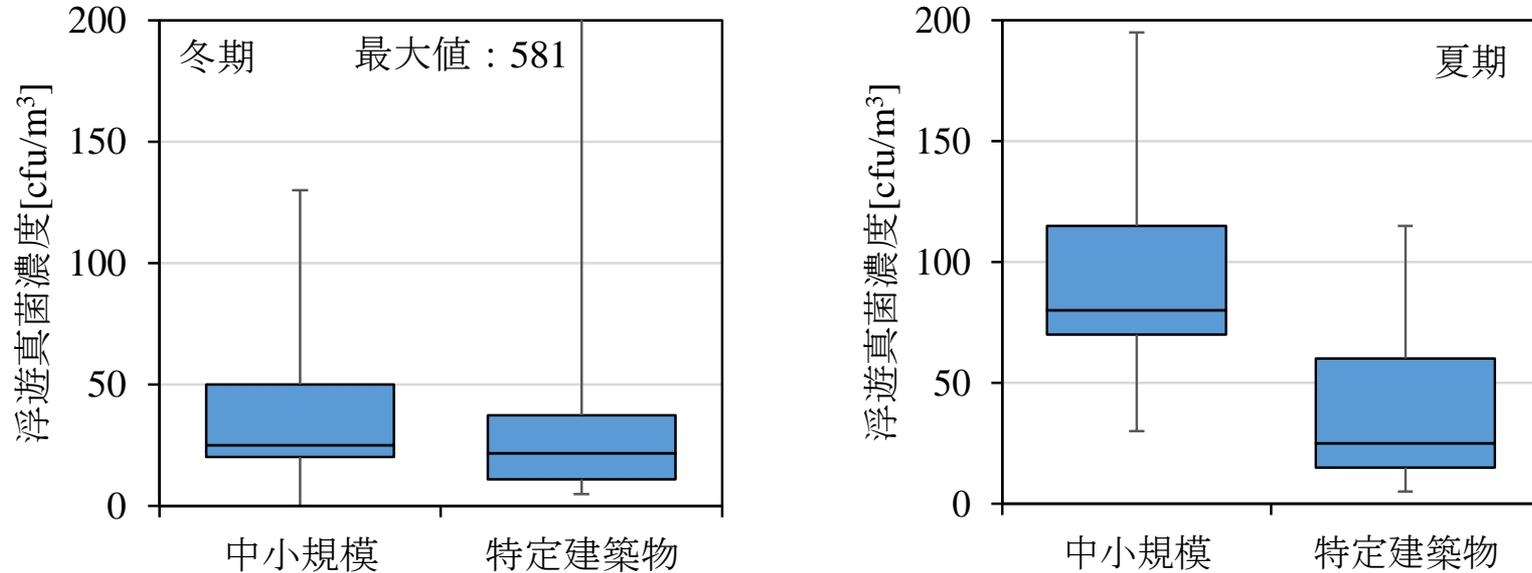


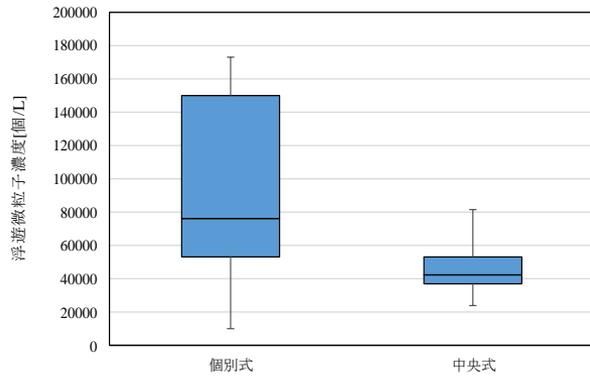
図7 冬期と夏期における中小規模ビルと特定建築物の室内浮遊真菌濃度四等分値

冬期は、何れも日本建築学会基準の50cfu/m³を満足しているが、中小規模ビルの中央値がやや高い値を示した。

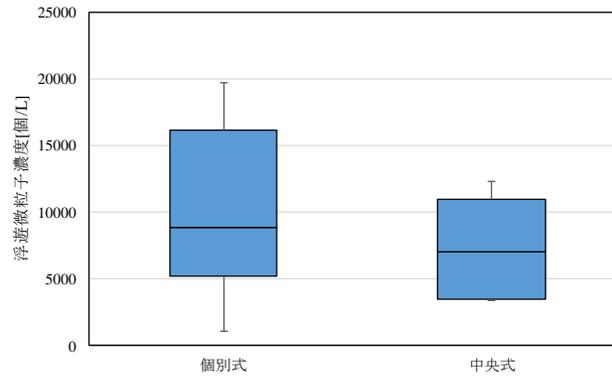
夏期では特定建築物の中央値が日本建築学会基準を満足しているのに対し、中小規模ビルが規準値を大きく超過した。

室内浮遊真菌濃度の違いの要因として、空調・換気設備のろ過性能の差が挙げられる。

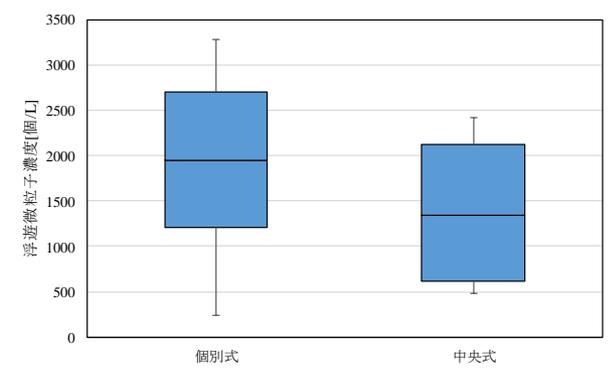
結果—浮遊微粒子



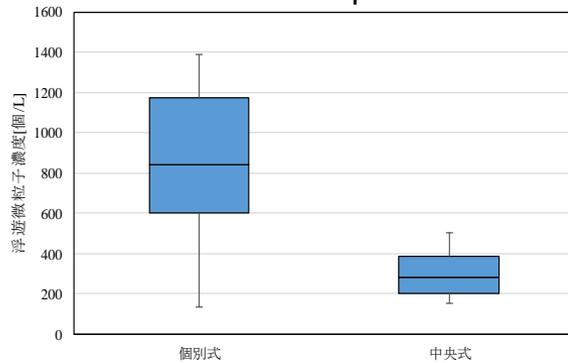
0.3~0.5 μm



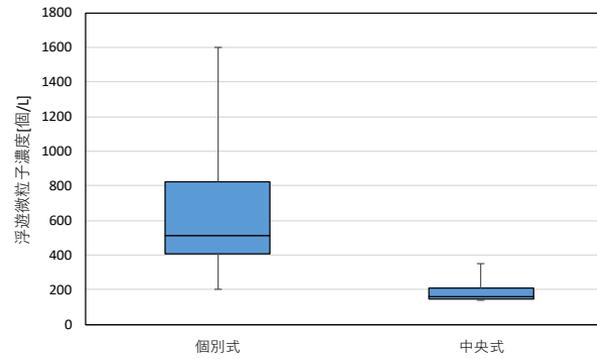
0.5~0.7 μm



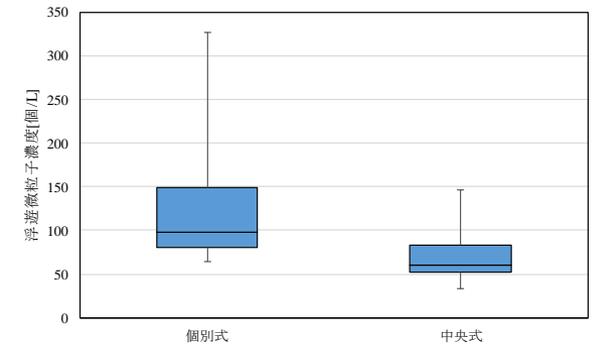
0.7~1.0 μm



0.7~1.0 μm



1.0~2.0 μm



5 μm ~

冬期の室内浮遊微粒子(中央式と個別式)

冬期の浮遊微粒子濃度は、いずれの粒径においても中央式の方が低く、フィルター効果の差による影響が確認された。

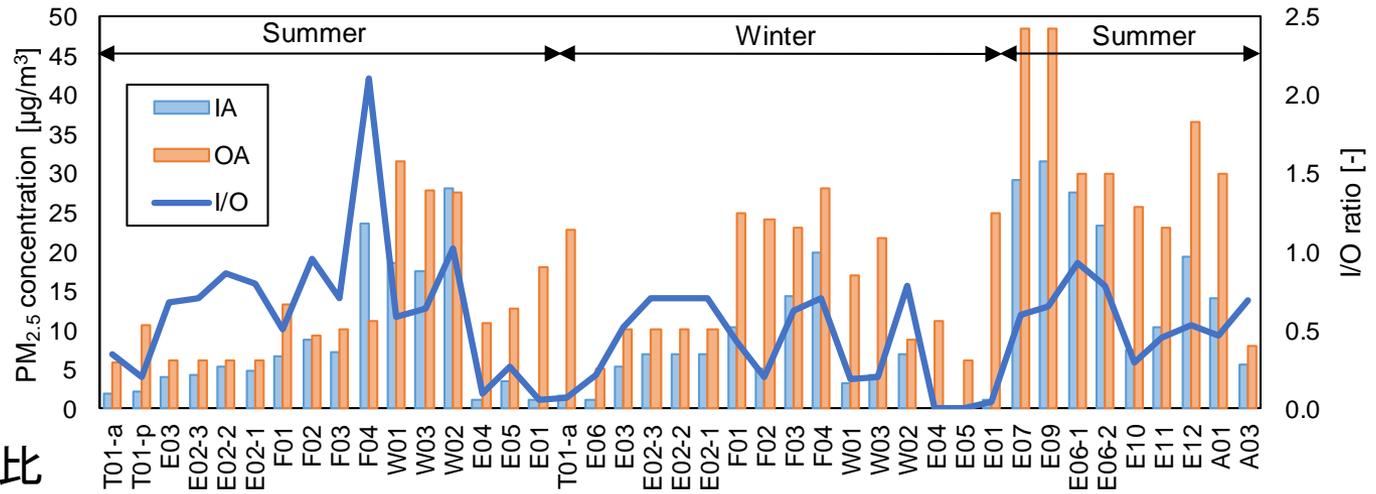
詳細調査による特定建築物と中小規模建築の比較

まとめ

事務所の室内空気環境について

1. 温度、相対湿度、CO₂濃度は、中小規模建築物と特定建築物の間に大きな差が見られない。また、中央式と個別式の間では、個別式の方が変化が多きい傾向がある。
2. 浮遊微粒子及び浮遊細菌真菌については、中小規模建築物は特定建築物より高い傾向がある。この傾向の要因には、空調・換気設備に備えられているエアフィルタの性能の差が挙げられる。
3. 浮遊真菌については、中小規模建築物において、AII基準を大きく超えており、補助的空気清浄装置の導入など改善が望まれる状況にある。

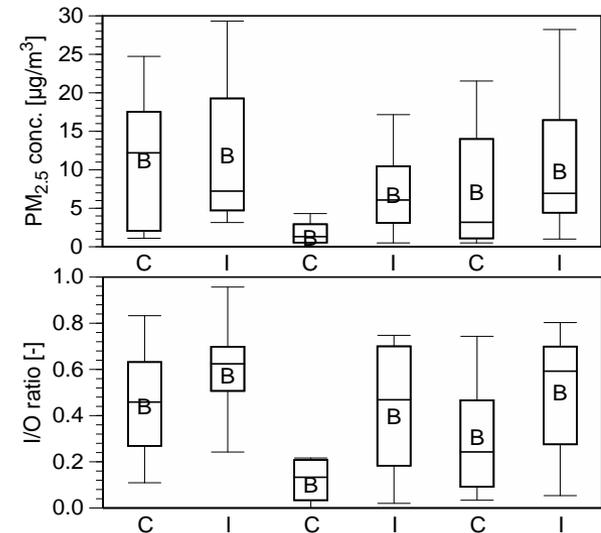
事務所建築室内のPM_{2.5}濃度と特徴



PM_{2.5}濃度とI/O比

18,19 Summer 19 Winter All season

- 大気環境基準の1日平均値である35 µg/m³を超過する箇所はなかった。
- I/O比については、概ね1以下であるが、F04(夏期)については1を超過した。F04においては、居室内に不完全な喫煙所がことが原因で、廃止した冬期には1を下回った。
- 中央式・個別方式で比較すると、中央式建築物の方がI/O比が低くなり、空調機エアフィルタ効率の影響が考えられる。



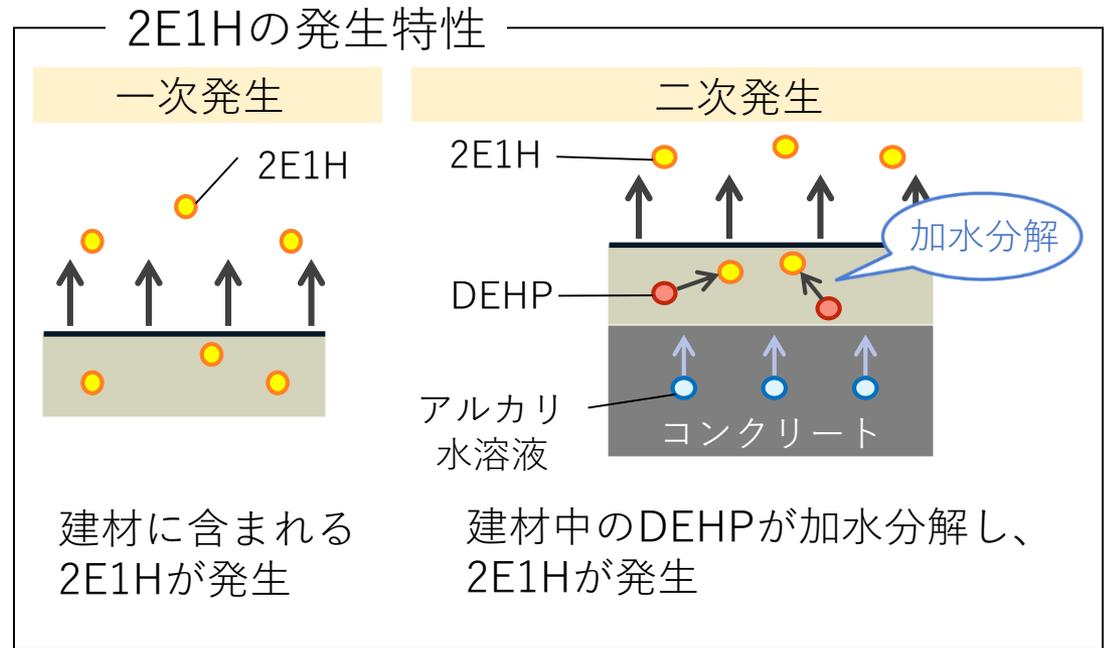
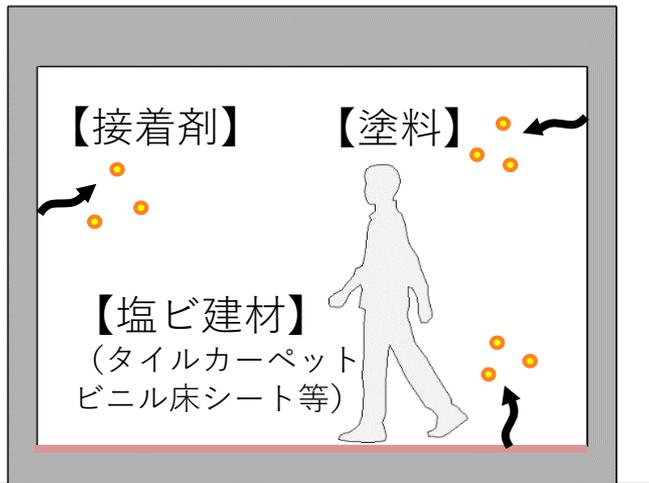
中央・個別方式毎のPM_{2.5}濃度とI/O比

2-エチル-1-ヘキサノールについて

事務所室内における床材及び床下地に着目した2E1H濃度の実態調査

2-エチル-1-ヘキサノール

- 揮発性有機化合物(VOC)の一つ
- 眼, 皮膚, 気道への刺激, 中枢神経系などに影響
- 悪臭の原因



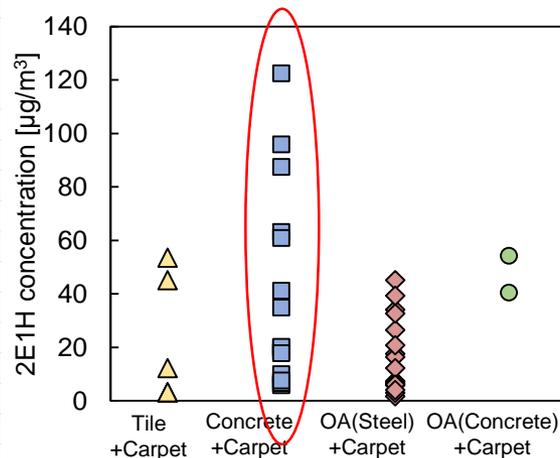
既往研究

- 水分による塩ビ素材からの一次発生への影響
- 室内の温湿度、季節変化の影響

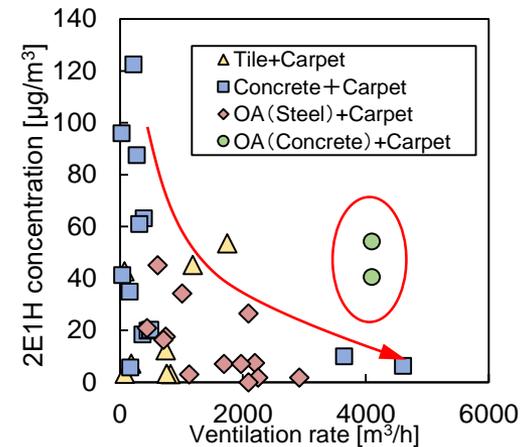
2-エチル-1-ヘキサノールについて

実測対象事務室の床仕様

Building ID	Location	Sampling places	Floor material
E01		-	Concrete+Carpet
E02	Tokyo Saitama	1F	OA (Steel) +Carpet
		2F	
		3F	
E03		-	Tile+Carpet
E04		-	Concrete+Carpet
E05		-	OA (Steel) +Carpet
W01		-	Tile+Carpet
W02	Osaka	-	Concrete+Carpet
W03		-	Tile+Carpet
F01		-	Concrete+Carpet
F02	Fukuoka	-	Concrete+Carpet
F03		-	Concrete+Carpet
F04		-	OA (Steel) +Carpet
A01		-	OA (Steel) +Carpet
A02	roomA		Tile+Carpet
	roomB		
A03	Tokyo	1F	Concrete+Carpet
A04		5F	OA (Steel) +Carpet
A05		-	OA (Steel) +Carpet
A06		-	OA (Concrete) +Carpet
A07		-	Concrete+Carpet



床仕様毎の2E1H濃度



居室換気量と2E1H濃度

- 事務所建築物の2E1H濃度を測定。
- 二次生成が懸念されるコンクリートに直に施工した居室の濃度が高い傾向。
- CO₂濃度より算出した居室換気量と2E1H濃度は、反比例の関係より、換気量が2E1H濃度に強く影響している。

建築物利用者の健康状態に関する調査

厚労科研(H23-健危-一般-009)

Phase 1
(2012) 職場環境と健康に関するアンケート調査
(冬期と夏期の全国規模の断面調査)



Phase 2
(2013) 職場の室内空気質(アンケート、温湿度、微粒子、化学物質、微生物)と健康に関する実態調査
(冬期と夏期の断面調査)

厚労科研(H26-健危-一般-007)

Phase 3
(2014
-2016) 職場の室内空気質(アンケート、温湿度、微粒子、化学物質、微生物)と健康に関する実態調査
(東京都と大阪市の特定建築物で縦断調査)

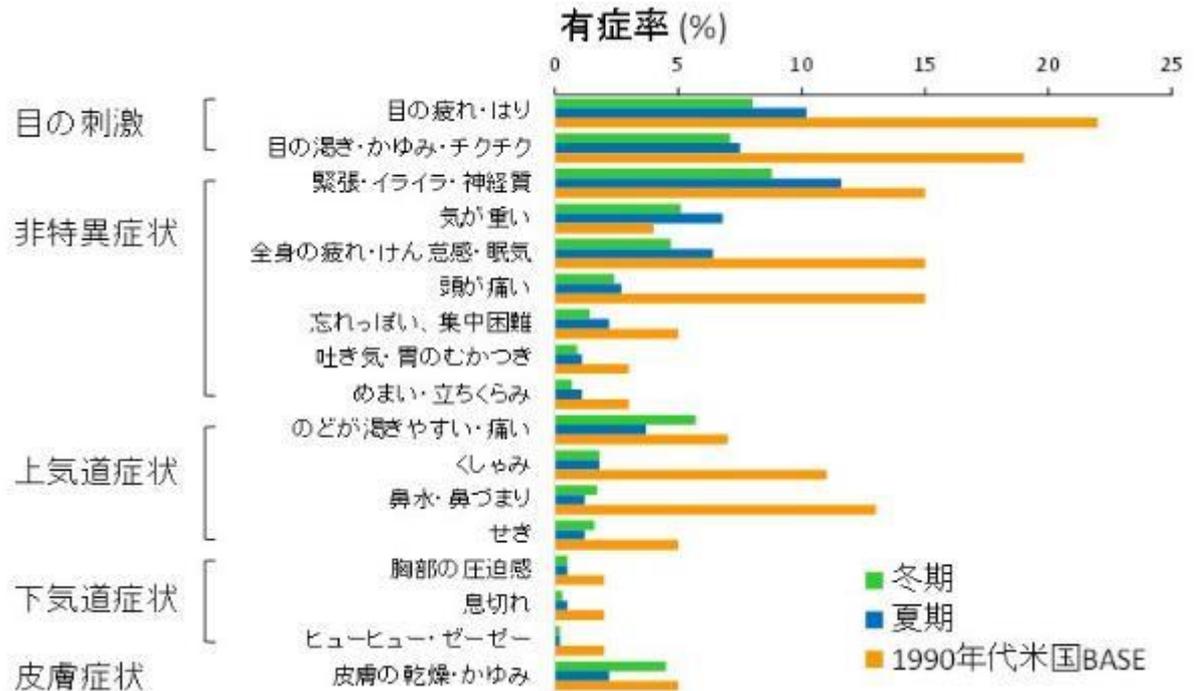
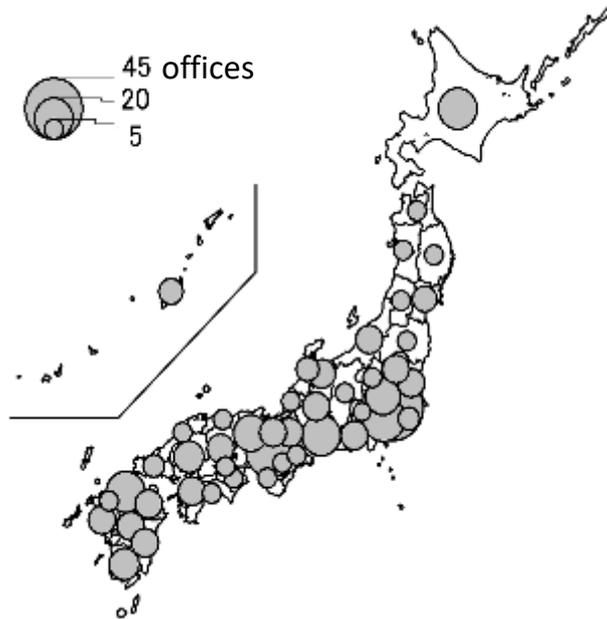
厚労科研(H29-健危-一般-006, 同-007)

Phase 4
(2017-2019) 建築物の規模別の実態調査

- ・建築物利用者の健康状態
- ・職場環境、室内空気質

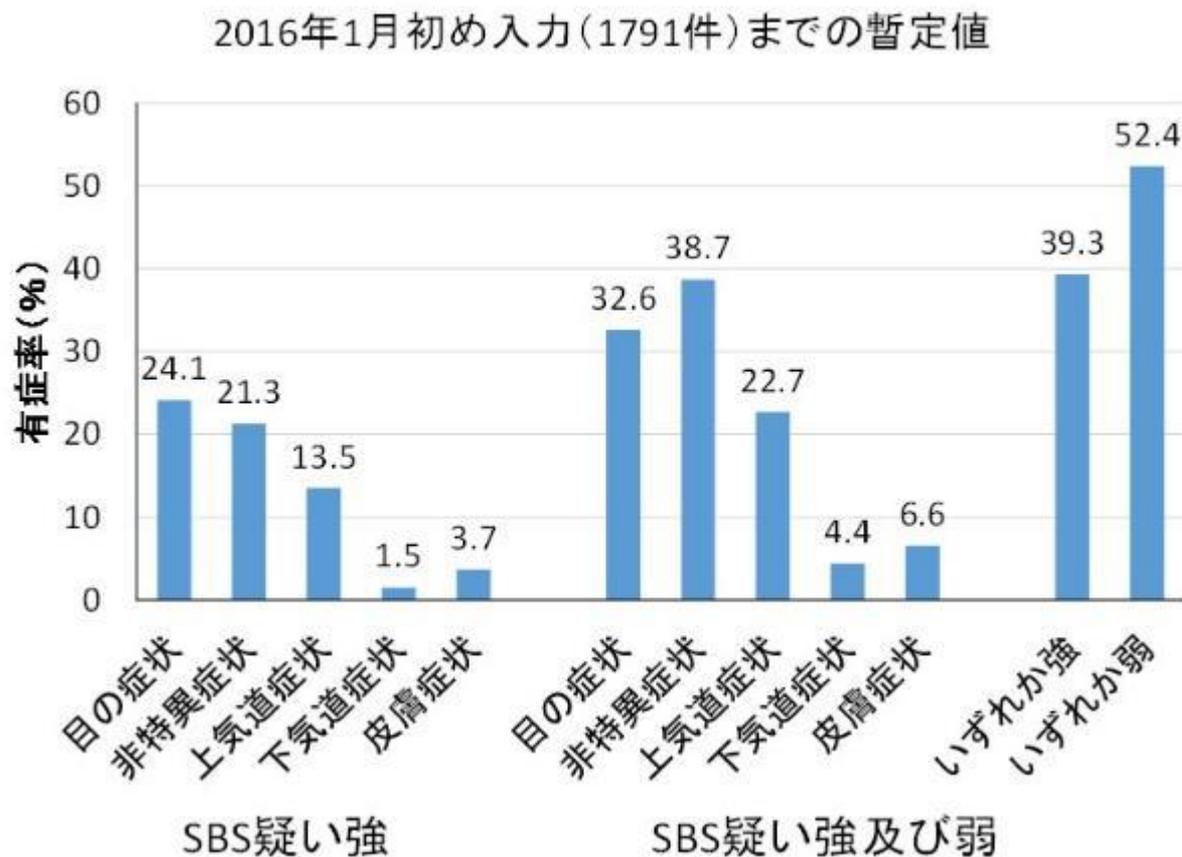
Phase 1

- 全国ビルメンテナンス協会の会員企業(約3000社)から489社の協力を得て特定建築物を含む全ての建物を対象。
- 米国EPAと欧州のシックビルディング(SBS)調査票、厚労省ストレス調査票をもとに調査票作成。
- ◆ SBS有症率: 毎週1~3日または毎日かほとんど症状を呈する / 職場を離れると良くなる。



Phase 3

- 大阪市と東京都の特定建築物のオフィスに勤務する管理者及び従業員（東京都は延床面積1万m²以上）
- 大阪市：1543施設、東京都：1582施設



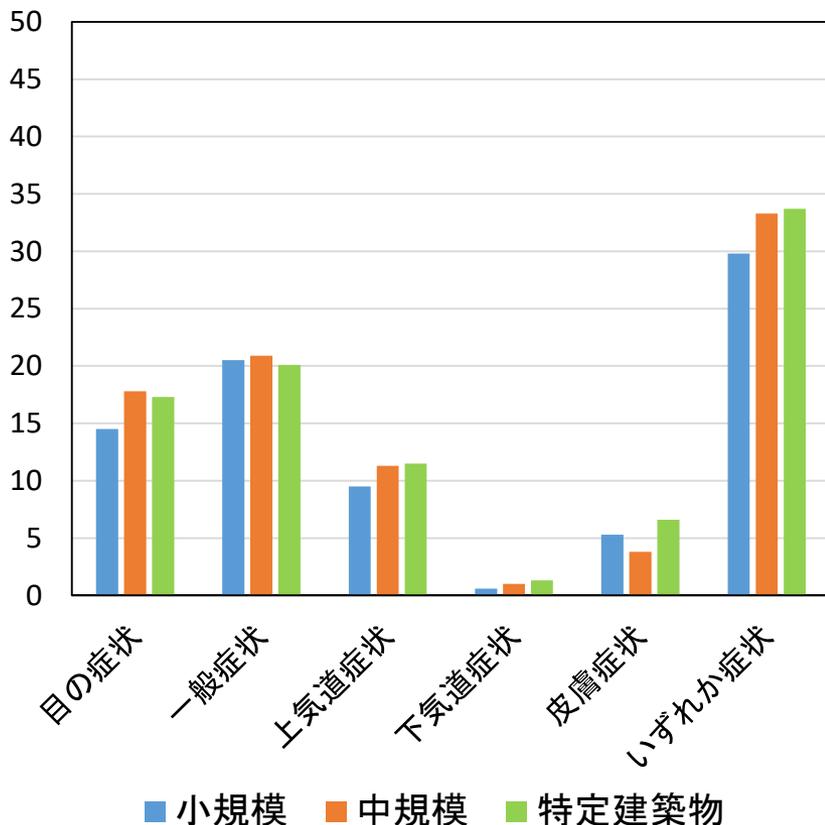
➤ SBS疑い強：毎週1～3日または毎日がほとんど症状を呈する／職場を離れるとよくなる。

➤ SBS疑い弱：過去1ヶ月に1～3日症状を呈する／職場を離れるとよくなる。

有症率の比較(冬期)

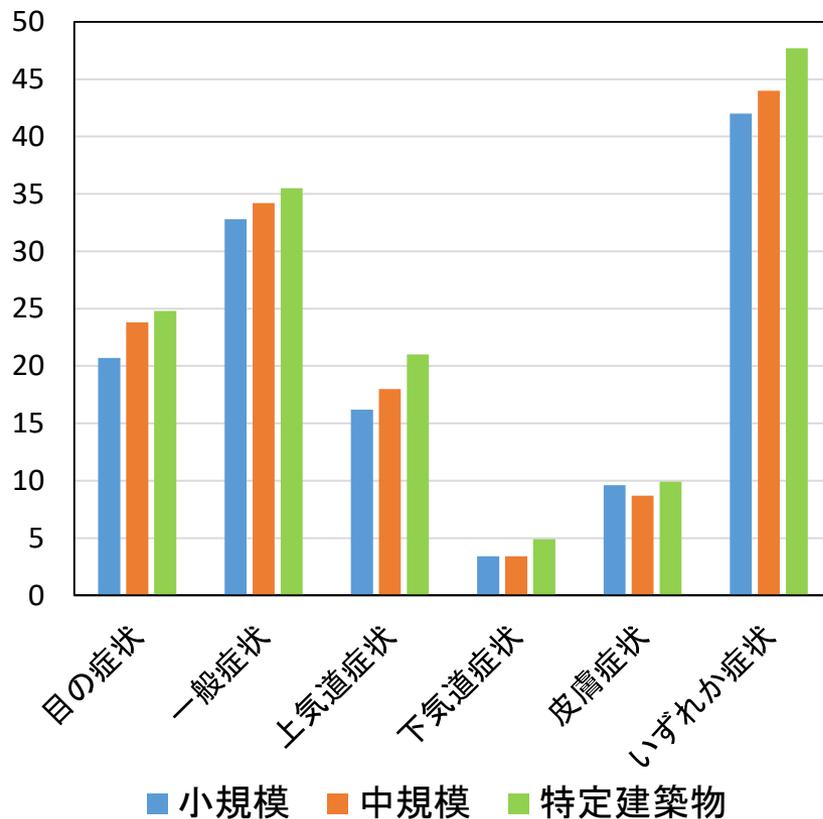
(%)

建物との関係強い



(%)

建物との関係弱い

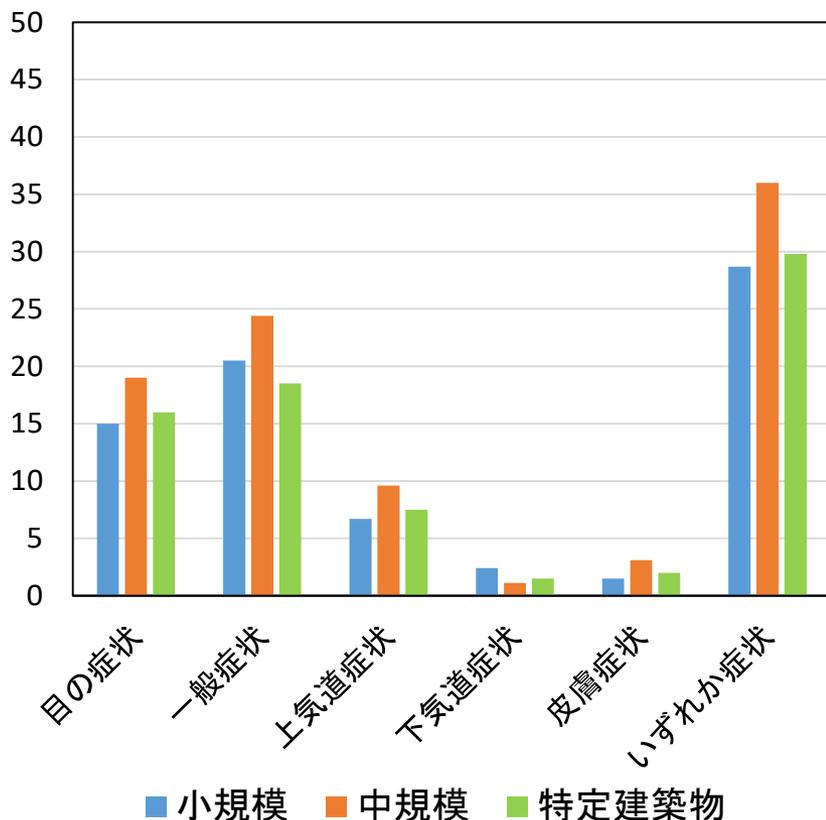


建物との関係強い: 毎週1~3日または毎日かほとんど／職場を離れると良くなる
 建物との関係弱いが疑い有り: 過去4週間で合計1~3日／職場を離れると良くなる

有症率の比較(夏期)

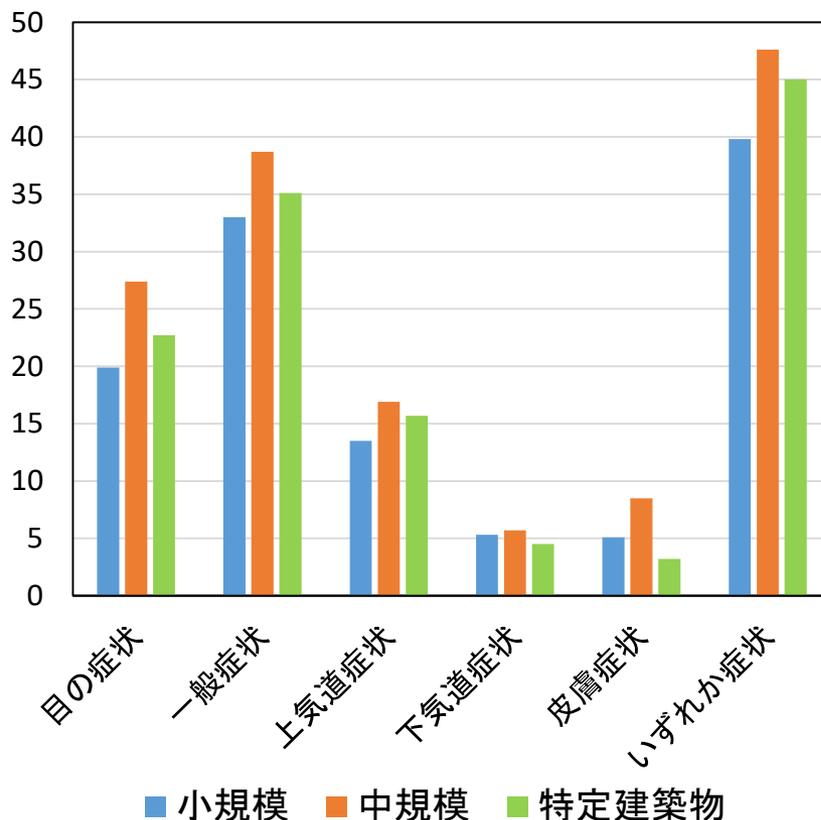
(%)

建物との関係強い



(%)

建物との関係弱い



建物との関係強い: 毎週1~3日または毎日かほとんど / 職場を離れると良くなる
 建物との関係弱いが疑い有り: 過去4週間で合計1~3日 / 職場を離れると良くなる

まとめ

- 温度と湿度について、従業員の苦情は特定建築物より小規模建築物のほうが有意に少ない。
 - 特定建築物より小規模建築物のほうが従業員のビル関連症状(建物との関係は弱い疑い)が有意に少なかった。
 - 建物との関係が強く疑われるビル関連症状では、概して小規模建築物ほど有症率が低下するが、有意な差ではない。
- 
- 延床面積が大きくなるに従い、従業員の温度と湿度に対する苦情やビル関連症状の有症率が增大する傾向であった。

まとめ(2)

[Phase 3と同様の結果]

- 冬期の湿度低下が上気道症状のリスクを高めている可能性

[小規模、中規模、特定建築物に共通したビル関連症状要因]

- 暑すぎる、乾きすぎる、ほこり

[その他の有意な関係]

- 小規模ではたばこ煙と目や一般症状
- 中規模では騒音やエアコンの風と一般症状
- 特定建築物では不快臭(体臭・食品・香水等)と目や一般症状
- 中規模建築物では、中央・個別併用方式で上気道症状が有意に高い。

建築物衛生の動向と課題

1. 建築物衛生の現状と動向

- 空気環境の不適率上昇の要因に、環境の変化、省エネルギー、設備の変化がある。

2. 厚労科研による建築物衛生に関する研究

- 特定建築物・中小規模建築物の空気環境の実態が明らかになりつつある。



効果的な監視指導(特に個別空調を対象に)が必要である。

科目予定 令和2年 6月8日～28日

I. 建築物衛生

建築物衛生とそれによる居住者への健康影響の関係を系統的に理解し、説明することができる。

- 1.1 建築物のしくみと働き
- 1.2 建築物と健康
- 1.3 環境管理目標と健康影響
- 1.4 建築物衛生行政
- 1.5 建築物衛生の歴史
- 1.6 都市と建築物

II. 建築物環境衛生

建築室内環境の概要と環境をよくするための方法を理解し、提案・説明できる。

- 2.1 建築物室内環境
 - 2.1.1 室内環境概論
 - 2.1.2 温熱環境
 - 2.1.3 化学物質
 - 2.1.4 微生物
 - 2.1.5 アレルゲン
 - 2.1.6 レジオネラ
 - 2.1.7 ねずみ・衛生害虫
 - 2.1.8 放射線
- 2.2 建築空調設備
 - 2.2.1 空気調和設備・衛生管理
 - 2.2.2 空調図面の読み方
 - 2.2.3 気流と換気設備
 - 2.2.4 建築物における加湿と湿度

III. 建築物衛生管理

建築物衛生における健康危機管理について、建築衛生監視の視点からその問題の本質を理解し、説明、対応、指示することができる。

- 3.1 衛生管理の各論
 - 3.1.1 水の衛生と管理
 - 3.1.2 給排水設備の維持管理
 - 3.1.3 建物の清掃・廃棄物処理
 - 3.1.4 空調ダクトの衛生管理
 - 3.1.5 省エネルギーと環境
- 3.2 管理業務の実際
 - 3.2.1 東京都ビル監視体制
 - 3.2.2 建築物の衛生監視
- 3.3 環境衛生測定法
 - 3.3.1 環境衛生測定法
 - 3.3.2 環境衛生測定実習

IV 建築物衛生の実際

「建築物衛生」問題の対応のためのネットワークや体制づくりの方法を提案し、説明することができる。

- 4.1 科学院における建築物管理
- 4.2 建築設備技術見学
- 4.3 事例報告セミナー
- 4.4 セミナー「住まいと健康フォーラム」
- 4.5 グループ演習

■ 関連する研修

環境衛生監視指導研修 11月(予定)

住まいと健康研修 本年6月10～28日



1. 「住まいと健康」問題とその対策

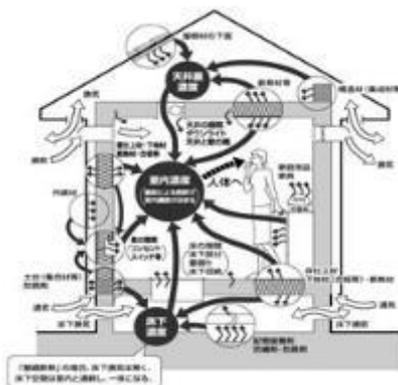
公衆衛生従事者が住まいに関わることの今日的意義を説明することができる。

- 1.1 「住まいと健康」概論
- 1.2 居住環境と厚生行政

2. 室内環境と健康

- 2.1 空気質と健康
- 2.2 換気と室内環境
- 2.3 化学物質とその対策(生活用品含む)
- 2.4 ダニとその対策(ハウスダスト含む)
- 2.5 微生物とその対策
- 2.6 ねずみ・衛生害虫
- 2.7 温熱環境と健康(入浴事故対策)
- 2.8 温湿度環境と健康
- 2.9 結露とその対策
- 2.10 光・照明
- 2.11 電磁波
- 2.12 放射線(災害時の公衆衛生活動含む)
- 2.13 たばこ(受動喫煙・加熱式たばこ含む)
- 2.14 室内事故(高齢者・乳幼児への対応)

住環境の健康への影響と対策について説明することができる。



3. 住宅計画と管理

- 建築技術者等との連携に必要な住宅計画や管理のポイント、法制度について説明することができる。
- 3.1 住宅品質確保促進法
 - 3.2 給水システムと水の安全性確保法制度について説明することができる
 - 3.3 住宅設備と管理(省エネ含む)
 - 3.4 集合住宅の管理
 - 3.5 住環境表現法(図面作成とアセスメント)
 - 3.6 設備・衛生図面の読み方

4. ネットワーク・体制づくり

住まいと健康に関する問題の対応のためのネットワークや体制づくりの方法を提案し実践することができる。

- 4.1 事例報告セミナー
- 4.2 在宅医療・介護と住宅
- 4.3 保健所の取組みセミナー
- 4.4 「住まいと健康」フォーラム

5. 住環境教育の方法

住民やその支援者を対象とした住環境教育の手法を使い現場で実践することができる。

- 5.1 住環境教育演習
- 5.2 室内環境の測定法
- 5.3 施設見学(戸建住宅関連)
- 5.4 施設見学(集合住宅関連)

