

建築物衛生管理行政に係る行政 監視等に関する研究について



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)



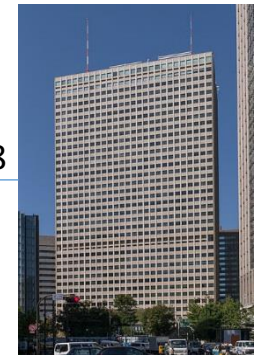
1888 学校建築

③1960～1988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)

霞ヶ関ビル1968

1973～ 石油危機／省エネルギーとシックビル問題(欧米)



ウィキペディア

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)

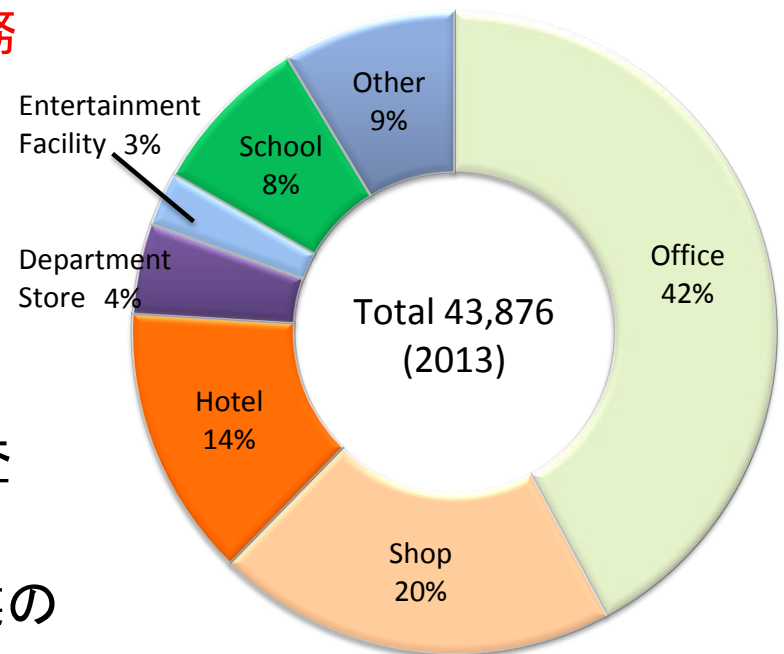
(2) 特定建築物の所有者(管理権原者)の義務

- 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

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
 <p>定期測定 2ヶ月以内 1回</p>	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	10ppm	燃焼ガス・タバコ等 中毒
	二酸化炭素	1000ppm	空気質指標(人、燃焼) 換気状態の目安(30m ³ /h人)
	温度	17℃～28℃	寒さ、暑さ、17℃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	0.1mg/m ³ (0.08ppm)	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	

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

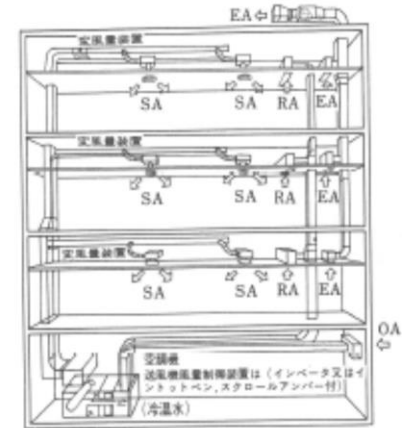
⇒ 全館の温湿度、空気質を制御。

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

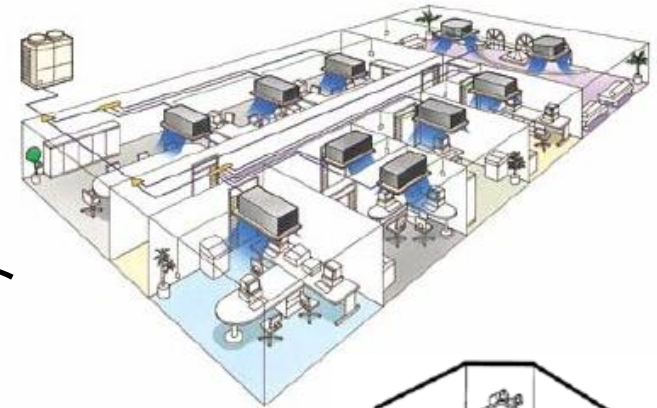
●個別方式(中央管理方式以外)*

ビルマルチ等の各居室を個別に制御できる方式

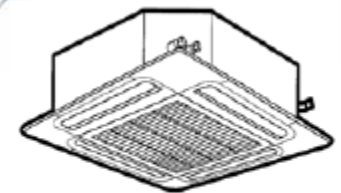
例：ヒートポンプ(室外機)ー冷媒管ー室内ユニット

⇒ ローコスト、省エネ(部分間欠)運転に対応。

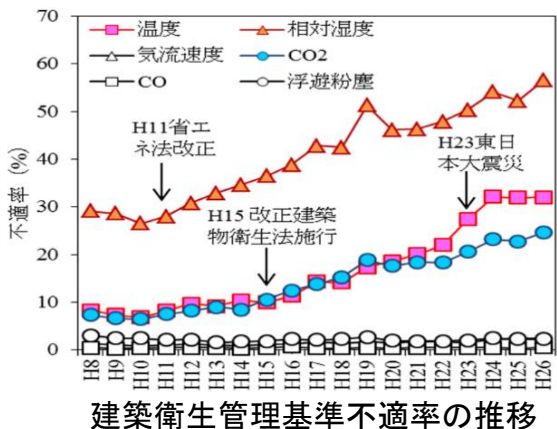
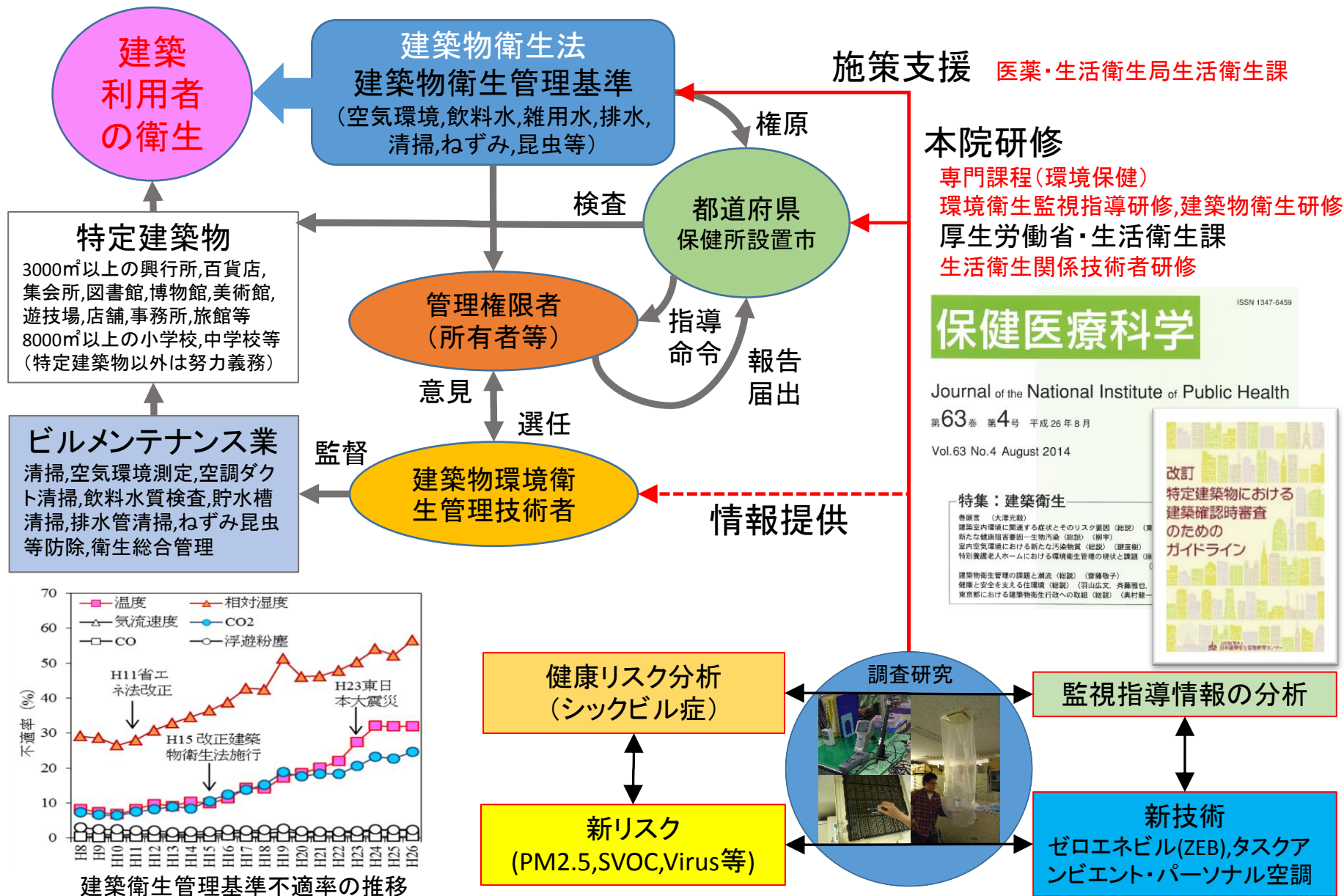
* 2003年改正後で対象となった。



出典：東京都健康
安全研究センター



建築物衛生の仕組み



科目予定 15日間

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。

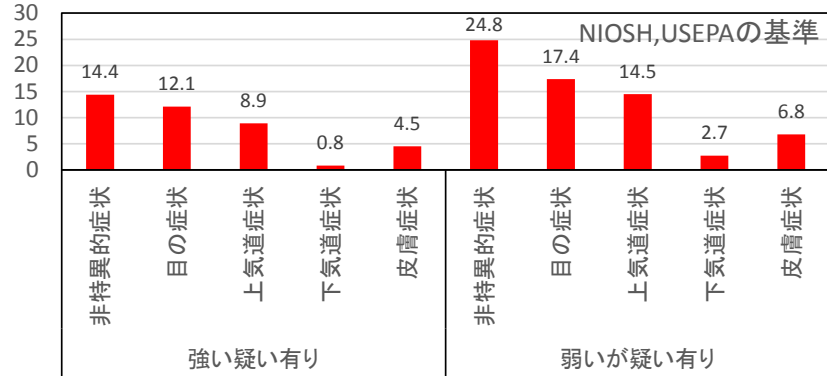
- 4.1 科学院における建築物管理
- 4.2 建築設備技術見学
- 4.3 事例報告セミナー
- 4.4 セミナー「住まいと健康フォーラム」
- 4.5 グループ演習

■ 関連する研修

環境衛生監視指導研修
住まいと健康研修

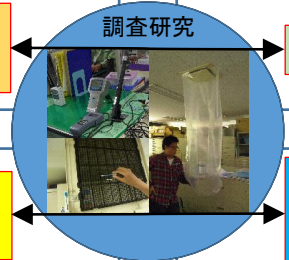


事務所におけるシックビル症状の分析



比較的良好な管理下
⇒ **シックビル症状**

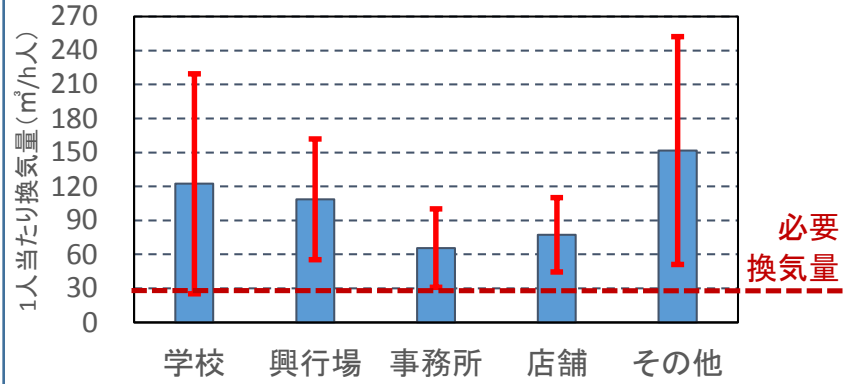
健康リスク分析
(シックビル症)



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**

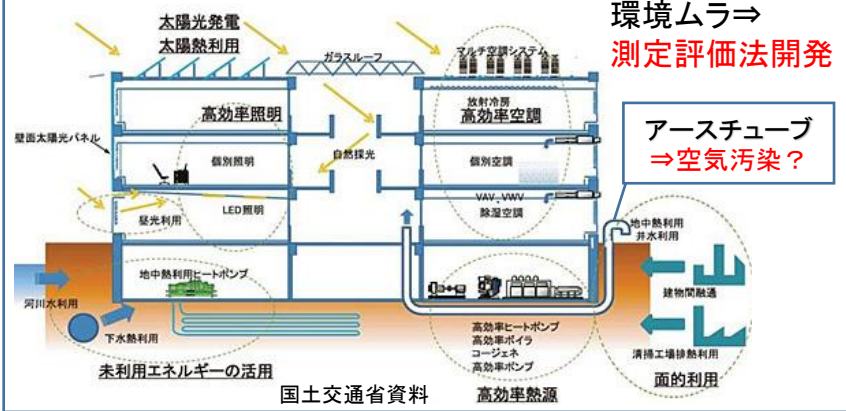
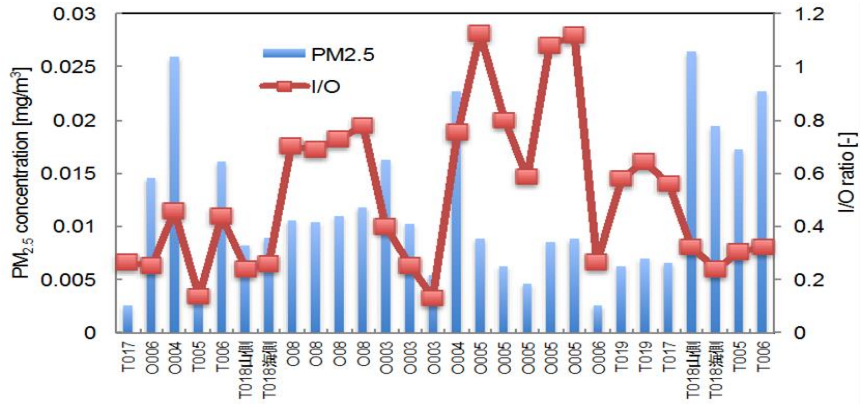
立入検査データの分析



事務所のPM2.5のI/O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



「建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究」

厚労科研健康安全・危機管理対策総合研究事業(H26～H28)

「建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究」

研究代表 保健医療科学院 大澤 元毅

研究分担者 保健医療科学院 林 基哉、金 勲、開原典子

近畿大学医学部 東 賢一

東京工業大学大学院 鍵 直樹

工学院大学建築学部 柳 宇

研究協力者 東京都健康安全研究センター 奥村龍一

大阪市役所 河野 彰宏

日本建築衛生管理教育センター 齊藤敬子、鎌倉良太、杉山順一、築地健司

全国ビルメンテナンス協会 下平智子

研究の目的

建築物の衛生管理の

現状把握、問題点の抽出、原因究明、対策の検討

⇒ 建築物環境衛生管理に関する行政監視のあり方

「建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究」

研究項目

1. 建築物における空気環境の衛生管理の現状
 - 1.1 特定建築物におけるCO₂濃度不適率の現状
 - 1.2 特定建築物立入検査データによる冬期室内湿度の分析

2. 健康危機管理に対応した環境衛生の実態と管理項目の検討
 - 2.1 温湿度・CO₂・微生物の調査結果
 - 2.2 事務所建築室内のPM_{2.5}濃度と特徴

3. 温湿度と二酸化炭素の健康等への影響に関する近年のエビデンス
 - 3.1 建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査
 - 3.2 温湿度とCO₂の健康等への影響に関する近年のエビデンス

4. 建築物衛生管理の今後のあり方に関する課題

「建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究」

研究項目

1. 建築物における空気環境の衛生管理の現状
 - 1.1 特定建築物におけるCO₂濃度不適率の現状
 - 1.2 特定建築物立入検査データによる冬期室内湿度の分析

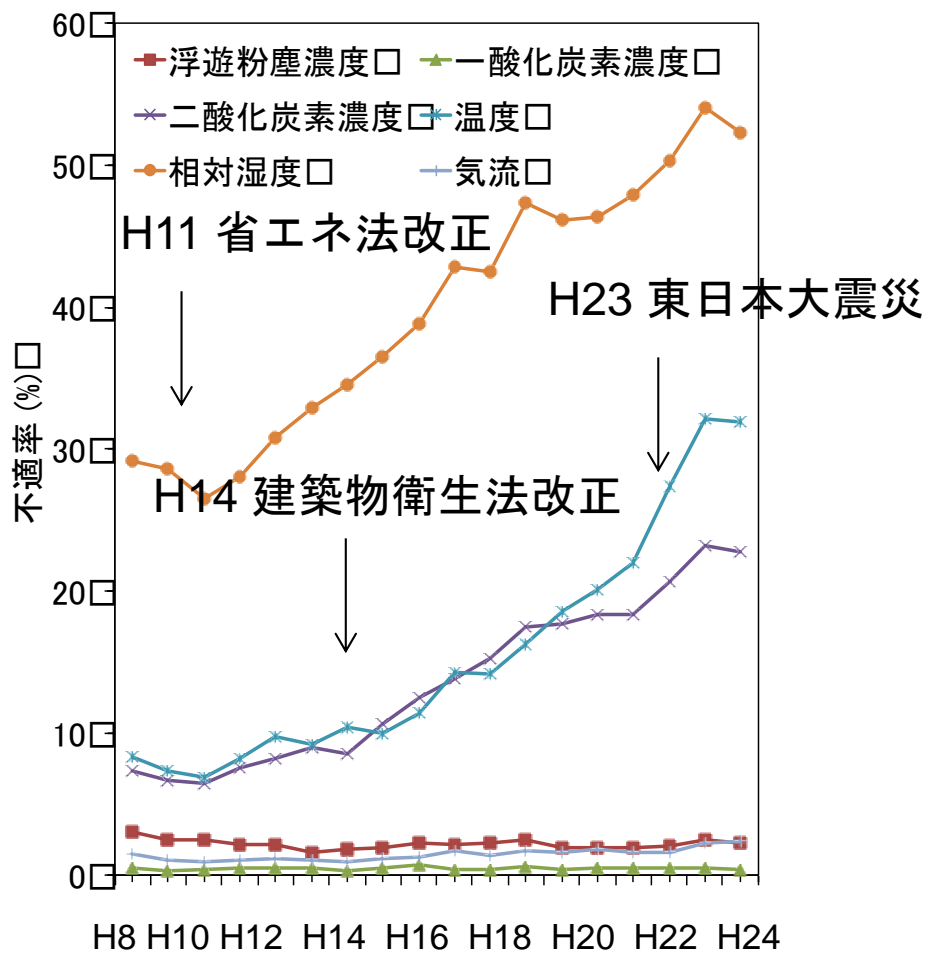
2. 健康危機管理に対応した環境衛生の実態と管理項目の検討
 - 2.1 温湿度・CO₂・微生物の調査結果
 - 2.2 事務所建築室内のPM_{2.5}濃度と特徴

3. 温湿度と二酸化炭素の健康等への影響に関する近年のエビデンス
 - 3.1 建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査
 - 3.2 温湿度とCO₂の健康等への影響に関する近年のエビデンス

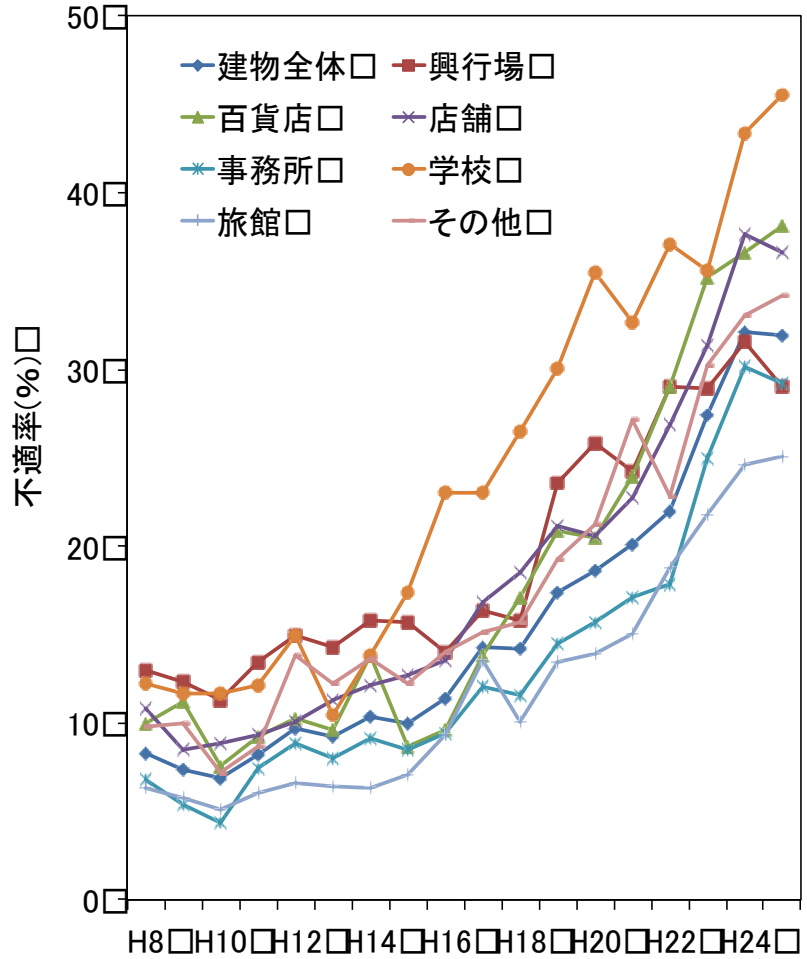
4. 建築物衛生管理の今後のあり方に関する課題

特定建築物空気環境の不適率の推移

- 空気環境の不適合率は、全ての用途で、持続的に上昇している。



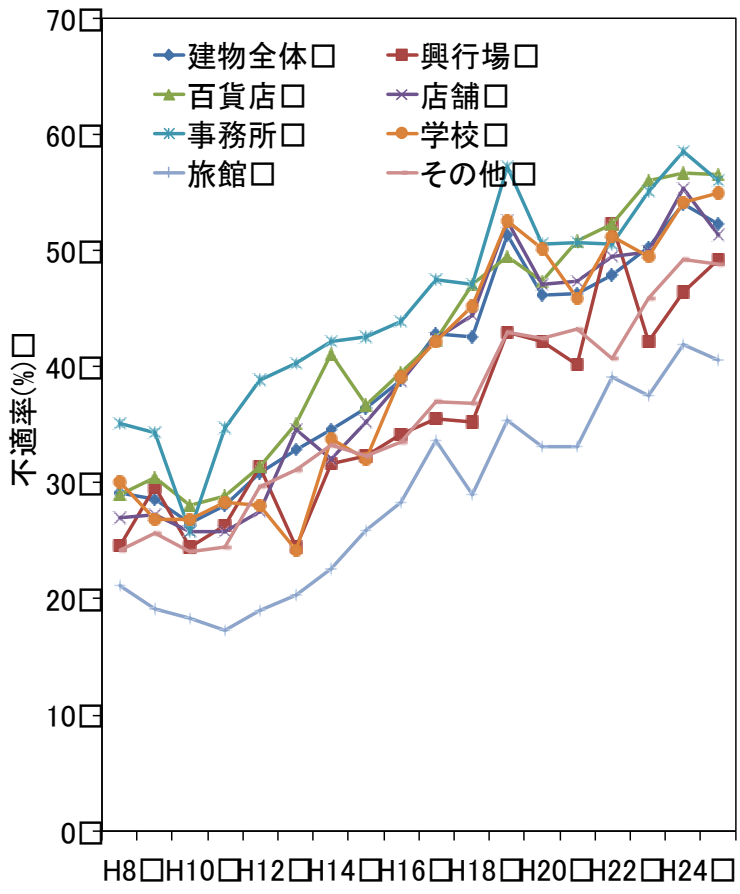
特定建築物の空気環境の推移



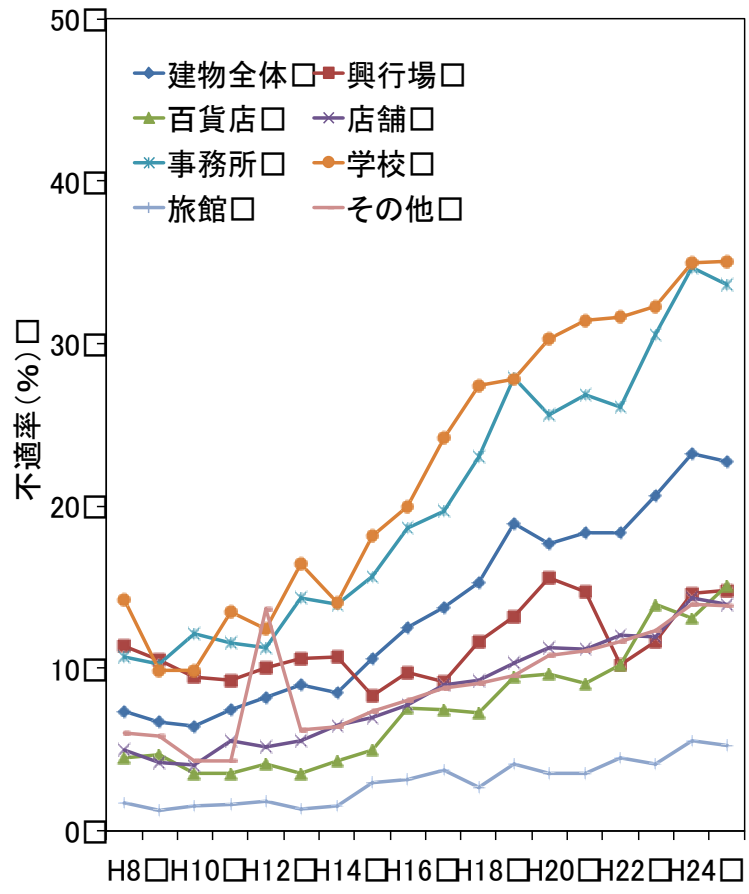
建物用途別の空気環境の推移 > 温度

特定建築物空気環境の不適率の推移

- 空気環境の不適合率は、全ての用途で、持続的に上昇している。



建物用途別の空気環境の推移
 > 相対湿度



建物用途別の空気環境の推移
 > 二酸化炭素

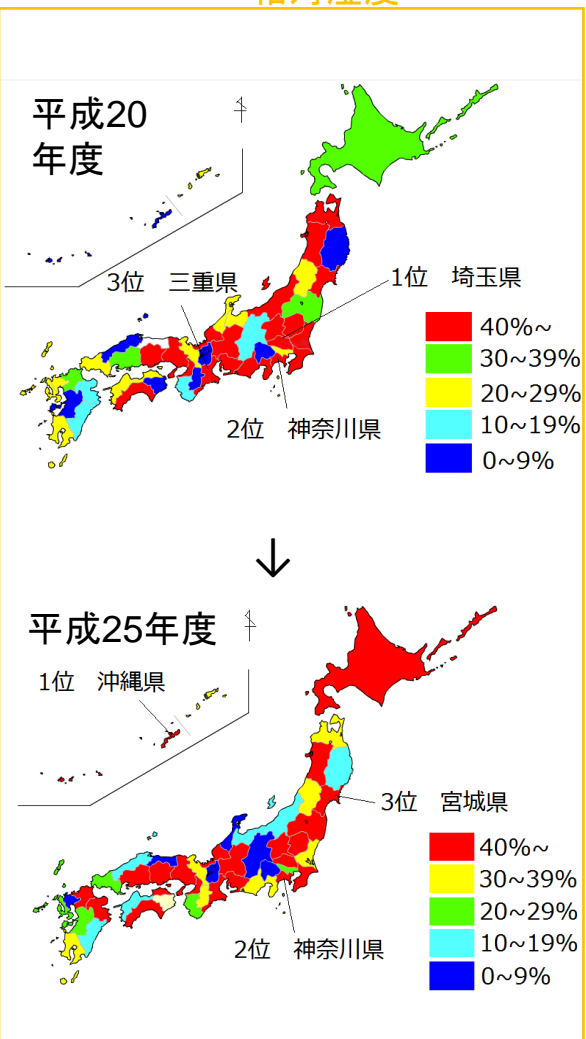
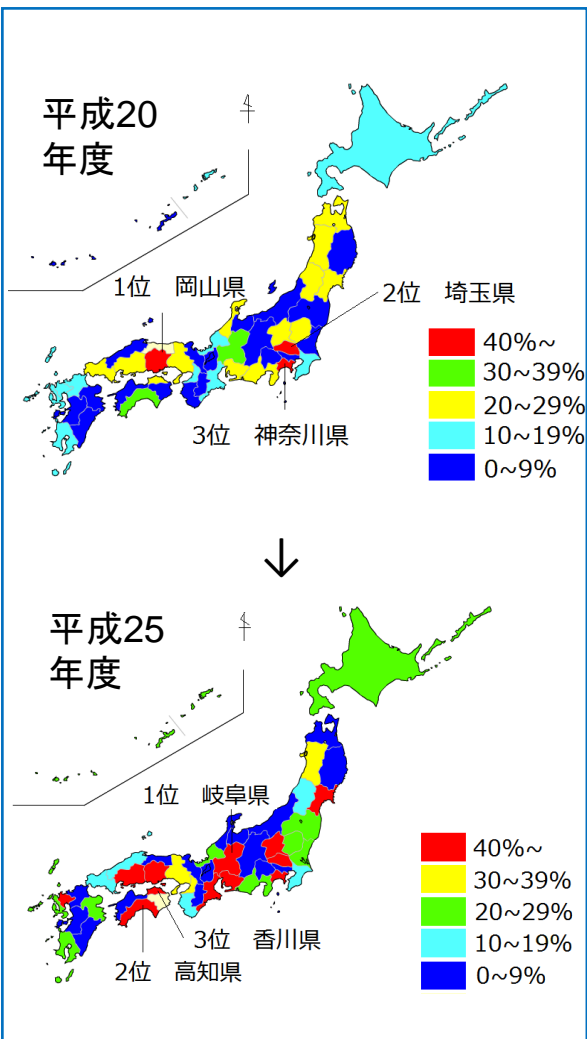
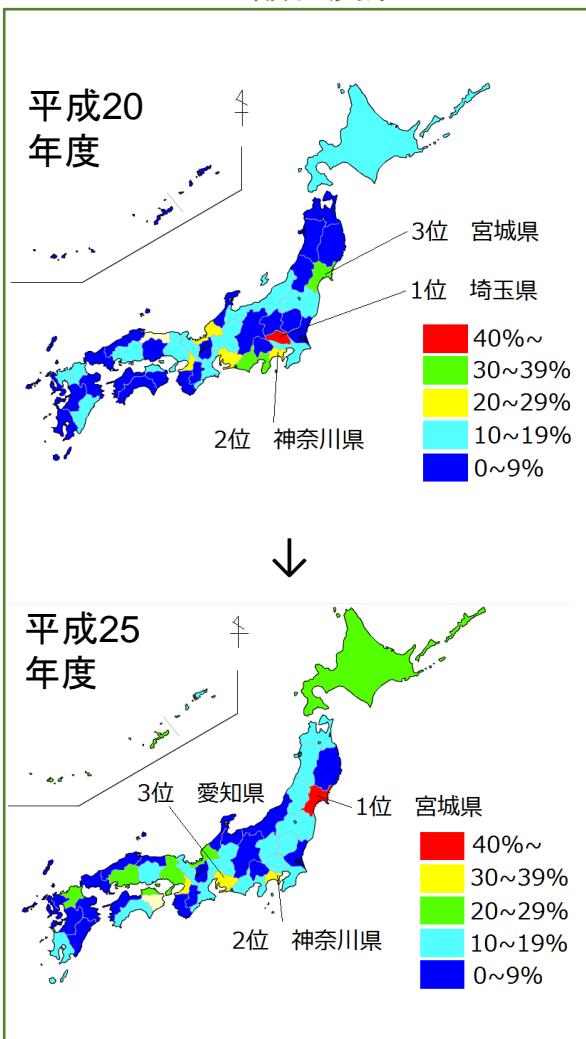
不適率の地域分布と変化

- 北海道地方, 東北地方, 近畿地方, 中国地方, 四国地方, 九州地方で不適率が上昇している傾向が伺える。

二酸化炭素

温度

相対湿度

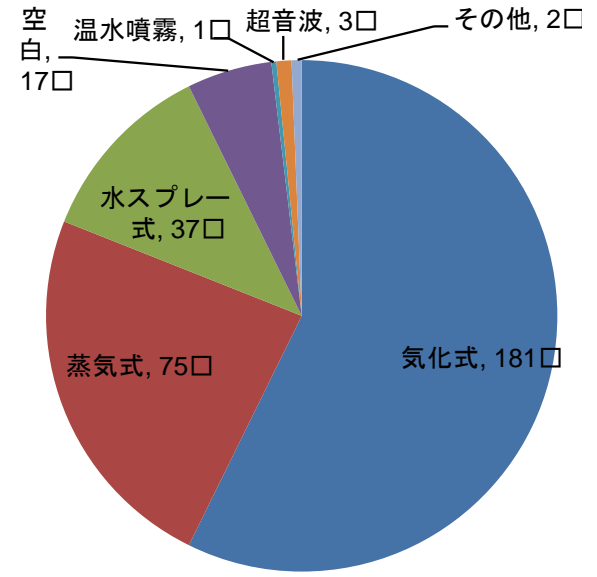
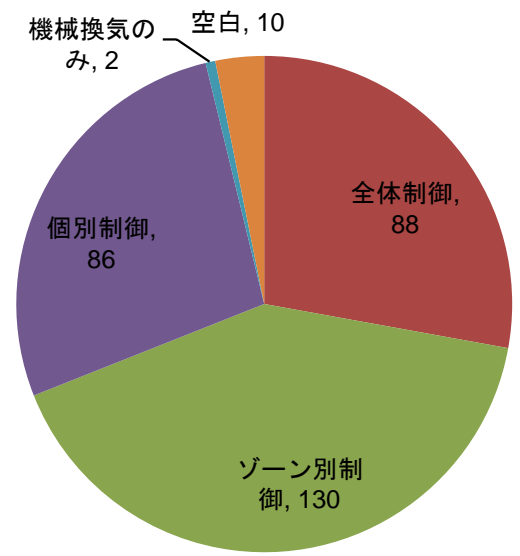
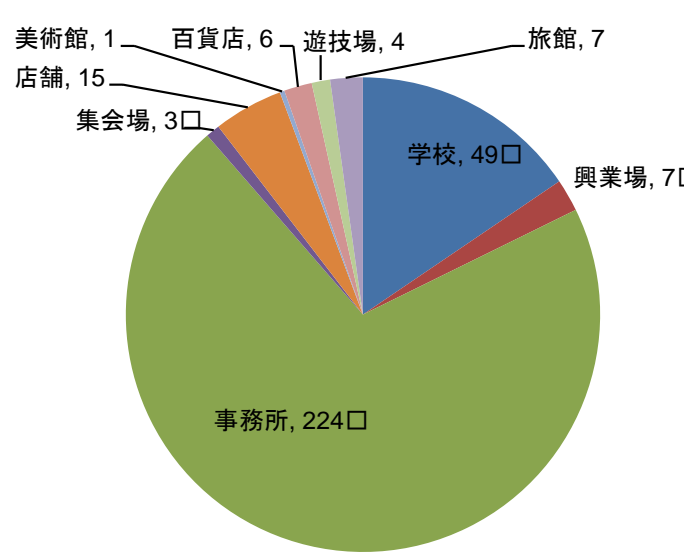
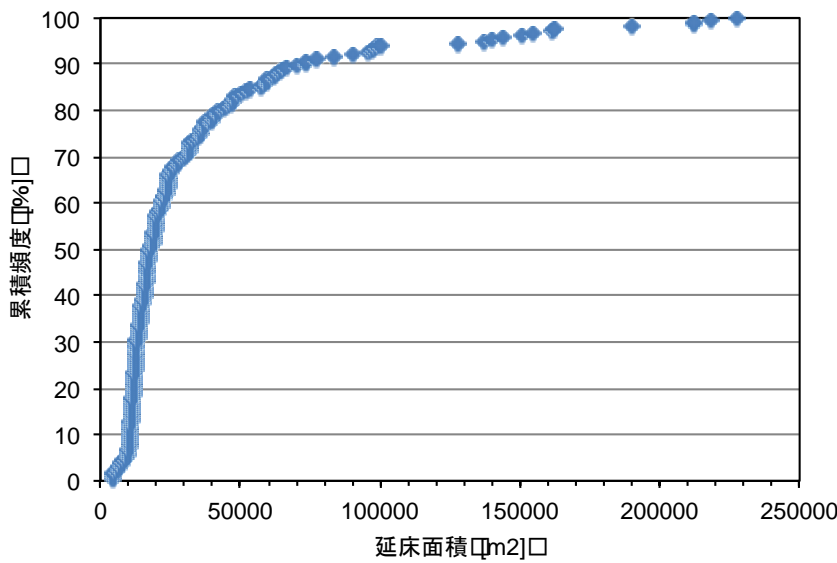


空気環境不適率上昇の傾向と要因

- **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一致していない可能性があり、実際よりも低い不適率になっていることも考えられる。
- **二酸化炭素濃度・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。
- 東日本大震災による、省エネ行動。

東京都の立入り検査による実態調査

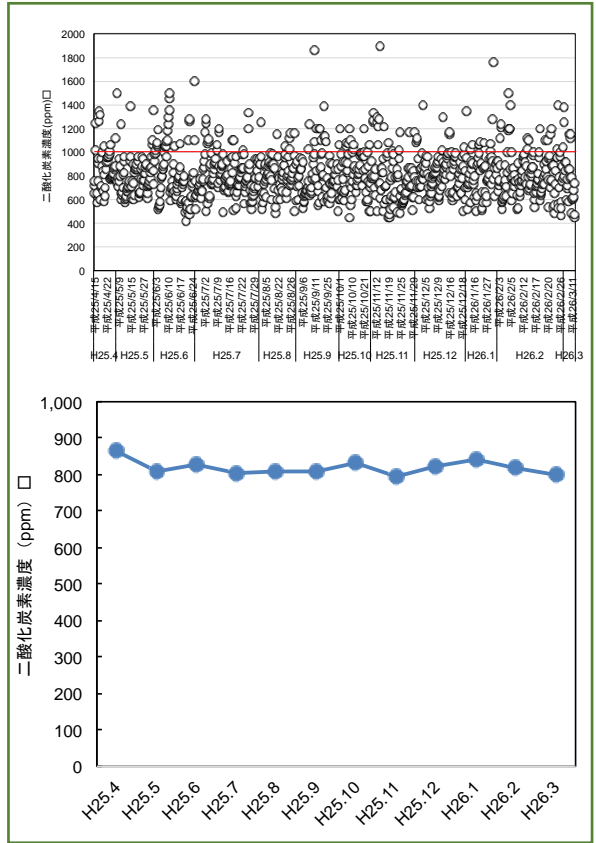
- 東京都では建築物衛生法に基づき、特定区内の延べ床面積10,000m²を超える特定建築物に対してはビル衛生検査班が、多摩地区内では各保健所環境衛生係が立ち入り検査を実施している。
- 東京都の平成25年度立入り検査実測値を用いて、整理を行った。



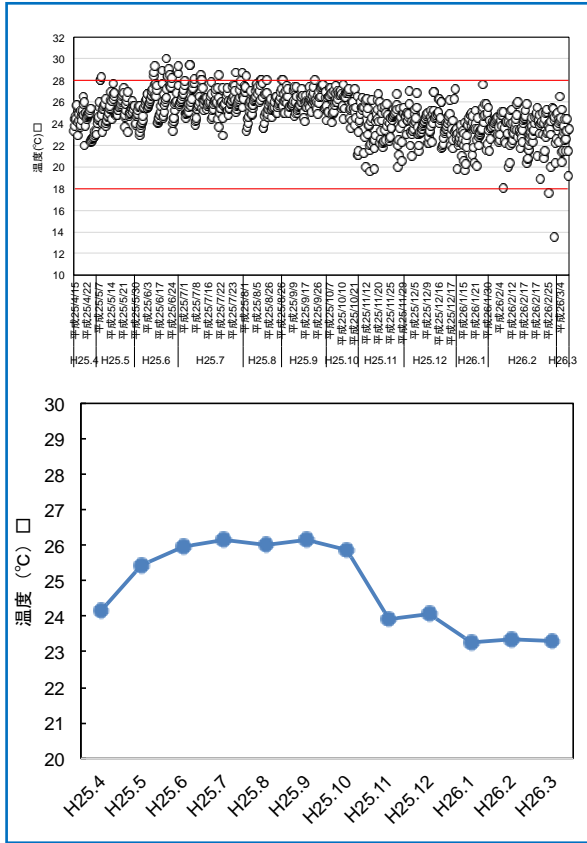
立入検査の温度・相対湿度の季節推移

- 二酸化炭素：ばらついてはいるが、季節変化は顕著ではない。
- 温度：ばらつきが比較的少ないが、季節変化が見られる。
- 相対湿度：ばらつきが大きく、季節による変化が顕著である。

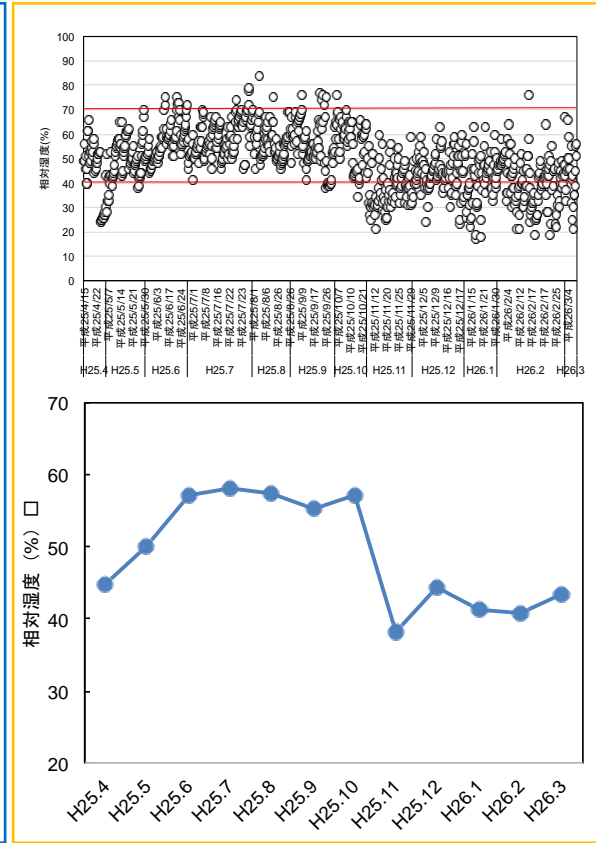
二酸化炭素



温度

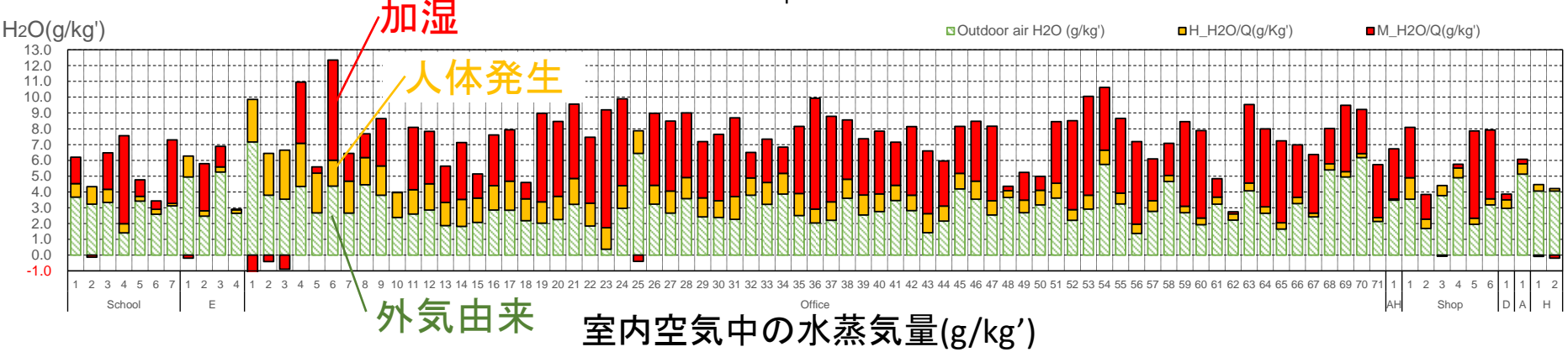
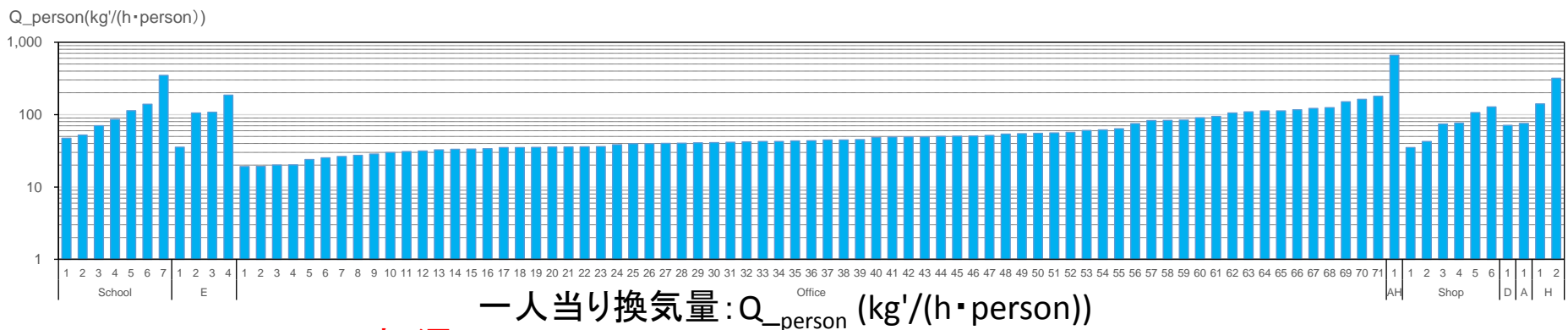


相対湿度



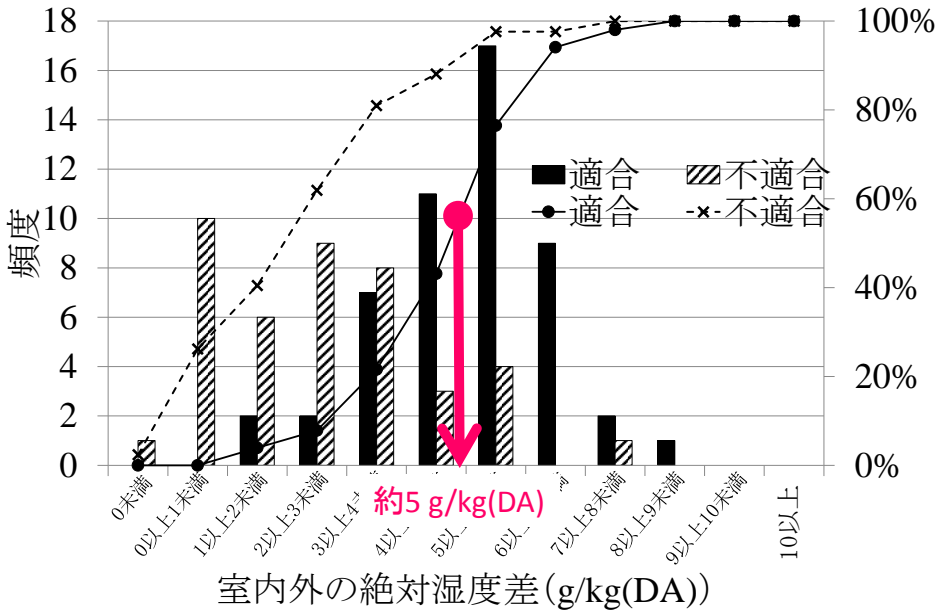
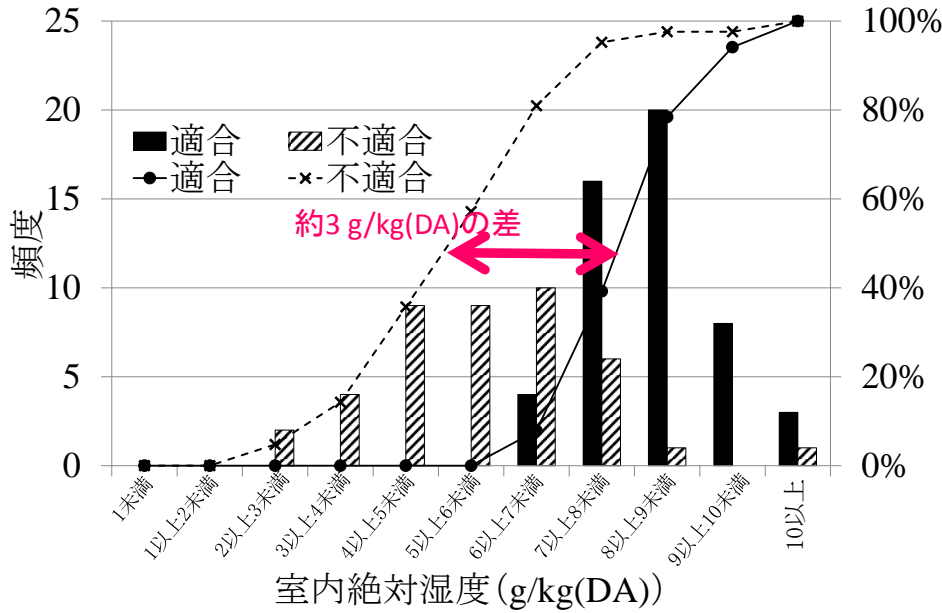
立入検査情報の分析 (H25, 東京都, 11月~3月, n=93)

- 相対湿度に大きな差がある原因は？
- 二酸化炭素濃度から換算した一人当り換気量に、大きな差。
→ 人体発生水蒸気量に差がある。
- さらに、加湿調整が十分ではない。



立入検査情報の分析 (H25, 東京都, 11月~3月, n=93)

- 適合建物と不適合建物の中央値付近の絶対湿度を比較すると、約3 g/kg' の差がある
- 適合建物の室内外絶対湿度差は、約5 g/kg' である。
- 不適合建物では、加湿装置の運転を行っていない可能性。
- 不適合建物では、加湿装置の加湿能力不足の可能性。



「建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究」

研究項目

1. 建築物における空気環境の衛生管理の現状
 - 1.1 特定建築物におけるCO₂濃度不適率の現状
 - 1.2 特定建築物立入検査データによる冬期室内湿度の分析
2. 健康危機管理に対応した環境衛生の実態と管理項目の検討
 - 2.1 温湿度・CO₂・微生物の調査結果
 - 2.2 事務所建築室内のPM_{2.5}濃度と特徴
3. 温湿度と二酸化炭素の健康等への影響に関する近年のエビデンス
 - 3.1 建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査
 - 3.2 温湿度とCO₂の健康等への影響に関する近年のエビデンス
4. 建築物衛生管理の今後のあり方に関する課題

温湿度・CO₂・微生物の調査結果

測定対象の概要

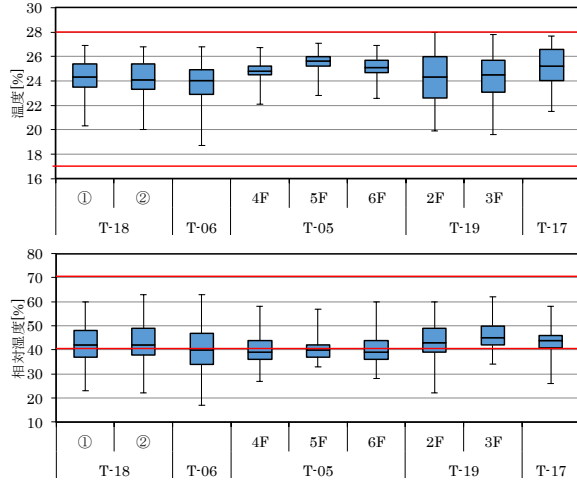
2015年度夏季					
測定日	対象建築物ID	空調方式	対象室面積 (㎡)	測定時在室者数 (人)	一人当たりの床面積 (㎡/人)
2015/8/20 AM	T05	AHU+ダクト	901	80	11
2015/8/20 PM	T06	PAC+HEX	79	9	9
2015/6/18 PM	T17	AHU+ダクト	581	75	8
2015/8/20 PM	T18①	PAC+HEX	395	55	7
2015/8/20 PM	T18②	PAC+HEX	601	50	12
2015/8/5 PM	O04	PAC+HEX	117	10	12
2015/8/5 AM	O06	AHU+ダクト	194	10	19
2015年度秋季					
測定日	対象建築物ID	空調方式	対象室面積 (㎡)	測定時在室者数 (人)	一人当たりの床面積 (㎡/人)
2015/10/20 PM	T05	AHU+ダクト	901	90	10
2015/10/20 PM	T06	PAC	79	11	7
2015/10/8 PM	T17	AHU+ダクト	581	57	10
2015/10/20 AM	T18	PAC	395・601	22・65	18・9
2015/10/8 AM	T19	AHU+ダクト	1285・668	100・39	13・17
2015/10/1 PM	O03	AHU+ダクト	89・148・109	8・14・11	11・11・10
2015/10/1 PM	O04	PAC	117	4	29
2015/10/2 AM	O05	AHU+ダクト	253・207・316・316・217	34・26・70・76・19	7・8・5・4・11
2015/10/2 PM	O06	AHU+ダクト	194	6	32
2015/10/1 AM	O08	PAC	56・169・178・243	8・8・18・18	7・21・10・14
2016年度冬季					
測定日	対象建築物ID	空調方式	対象室面積 (㎡)	測定時在室者数 (人)	一人当たりの床面積 (㎡/人)
2016/1/15 PM	T05	AHU+ダクト	901	78	12
2015/12/22 PM	T06	PAC+HEX	79	7	11
2015/12/22 AM	T17	AHU+ダクト	581	60	10
2016/1/15 AM	T18	PAC+HEX	395・601	16・58	25・10
2015/12/22 PM	T19	AHU+ダクト	1285・668	120・41	11・16
2016/2/23 PM	O02	AHU+ダクト、HEX	141・229・169	18・31・22	8・7・8・
2016/2/24 PM	O03	AHU+ダクト	89・148・109	9・18・9	10・8・12
2016/2/24 PM	O04	PAC+HEX	117	8	15
2016/2/24 AM	O05	AHU+ダクト	253・207・316・316・217	41・34・44・66・23	6・6・7・5・9
2016/2/23 AM	O06	AHU+ダクト	194	10	19
2016/2/23 PM	O08	PAC+HEX	56・169・178・243	9・9・14・16	6・19・13・15

温湿度・CO₂・微生物の調査結果

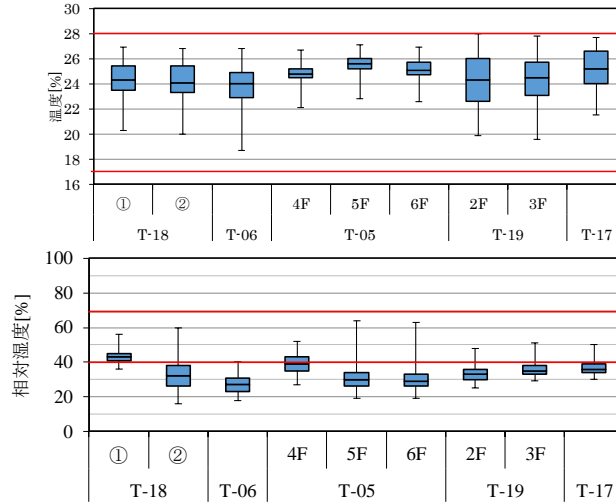
- 温度：夏季は28°Cを超え、T-05の5Fは恒常的に超えていた。
- 相対湿度：冬季の低湿度問題が再確認された。

東京

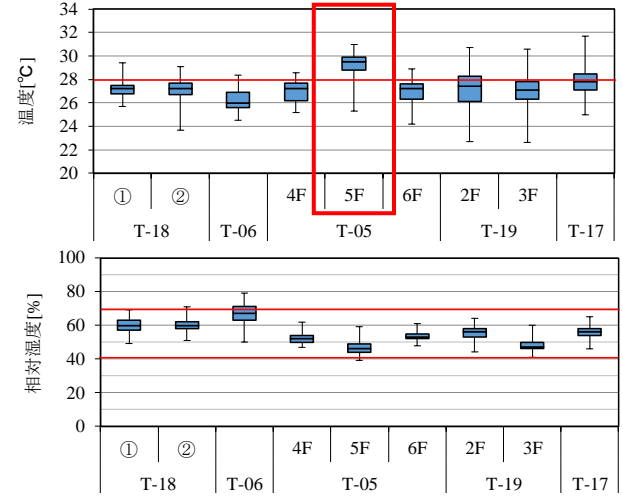
2015年秋季



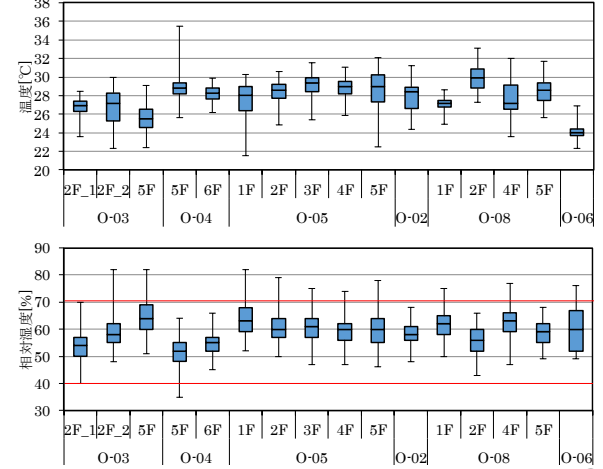
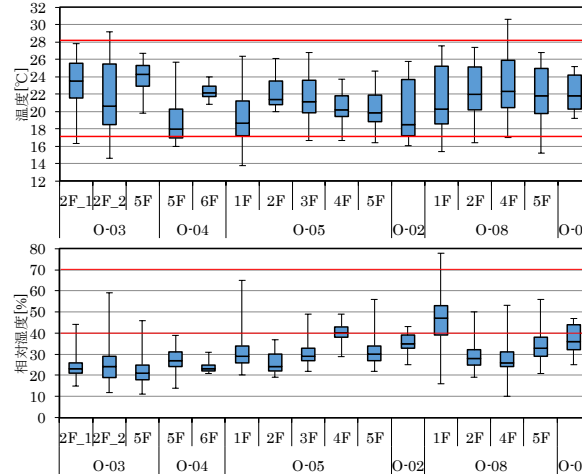
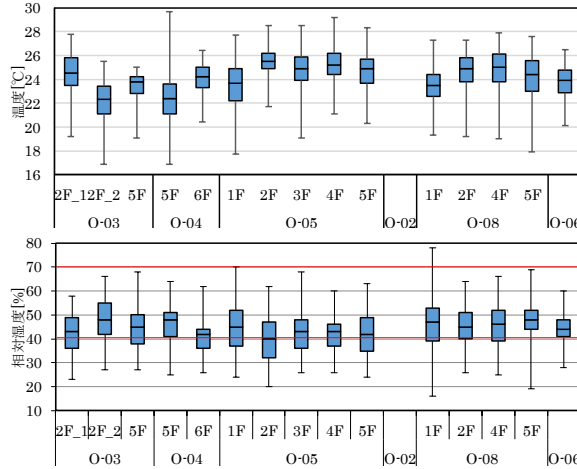
2016年冬季



2016年夏季

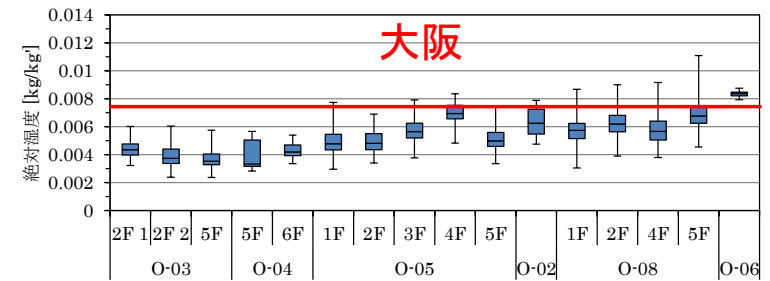
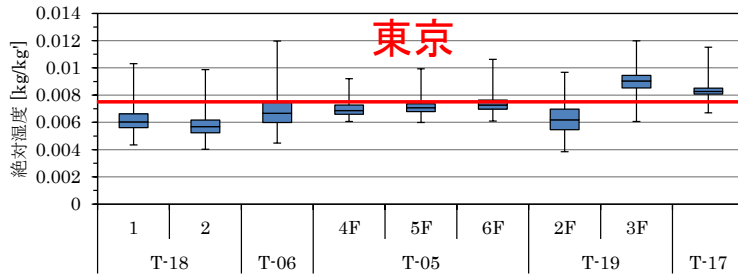


大阪



温湿度・CO₂・微生物の調査結果

- 加湿不足: 24°Cで40%を維持するに、大阪で平均2g/kg' 程度の増加が必要。

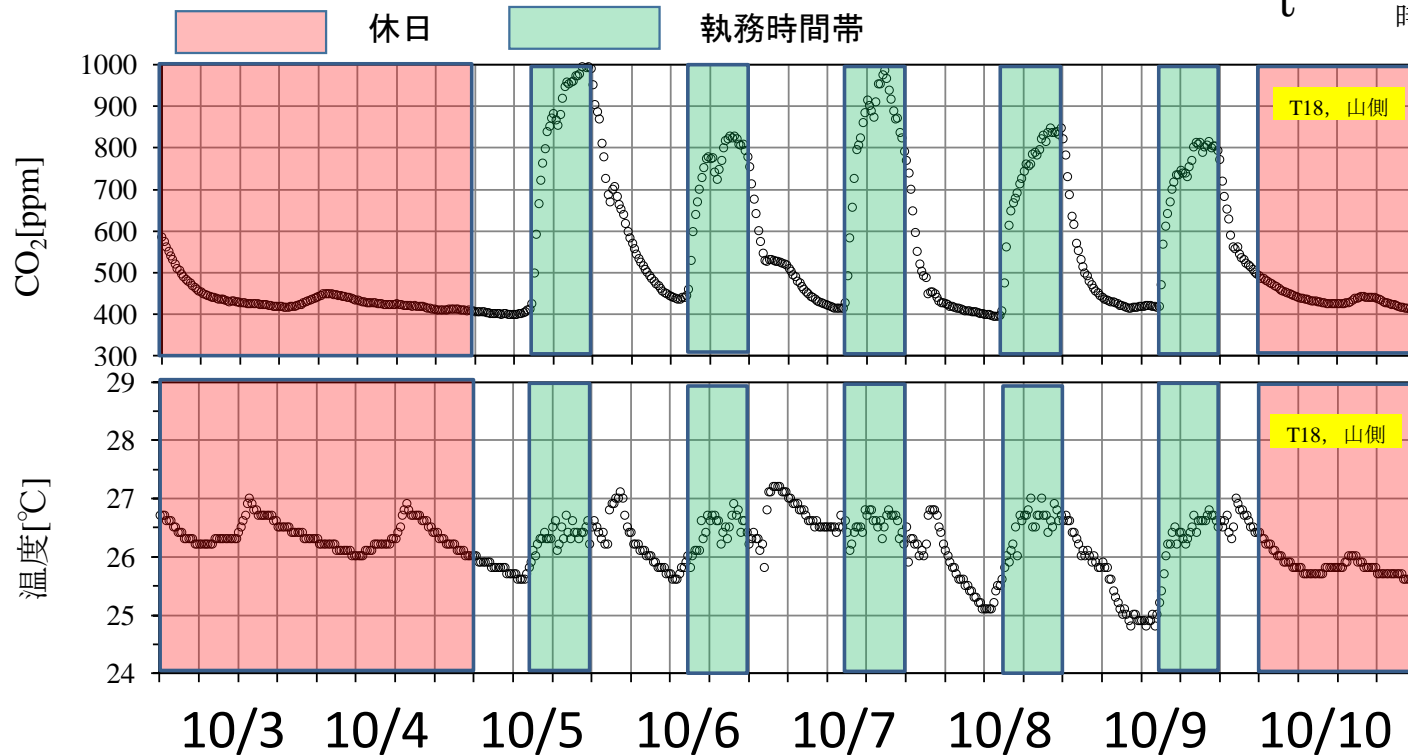
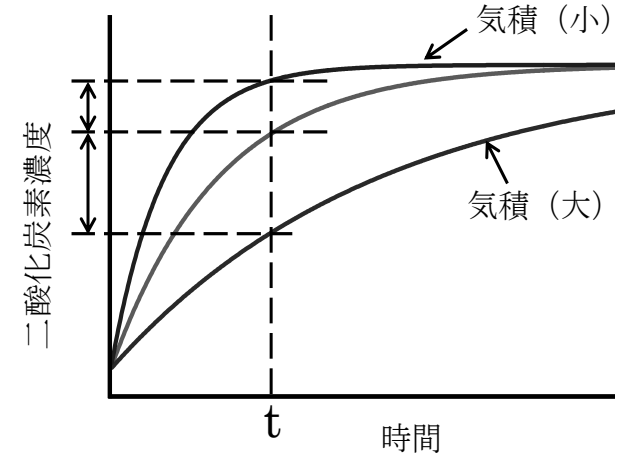


- 二酸化炭素濃度: 1000ppmを超えるケースがあり、75%タイル値の全て1000ppmを下回っており、概ね良好であった。



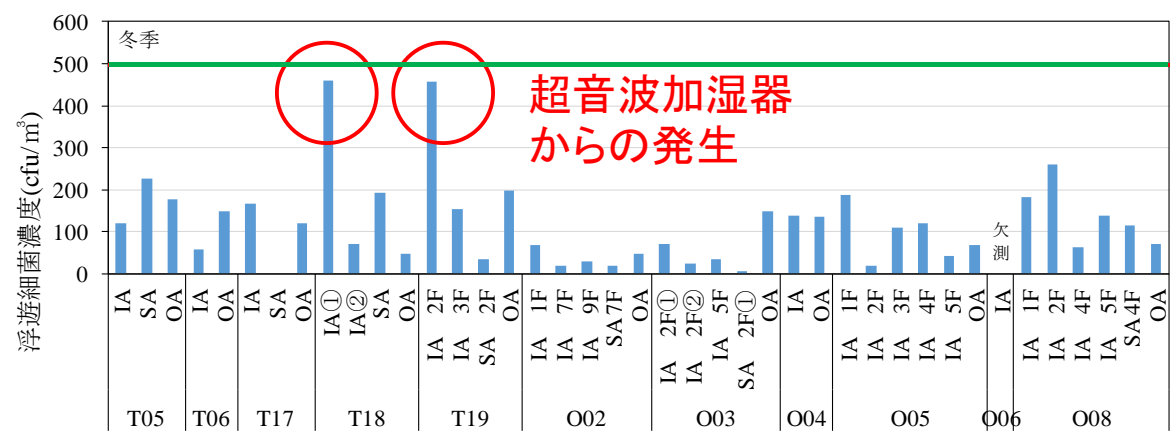
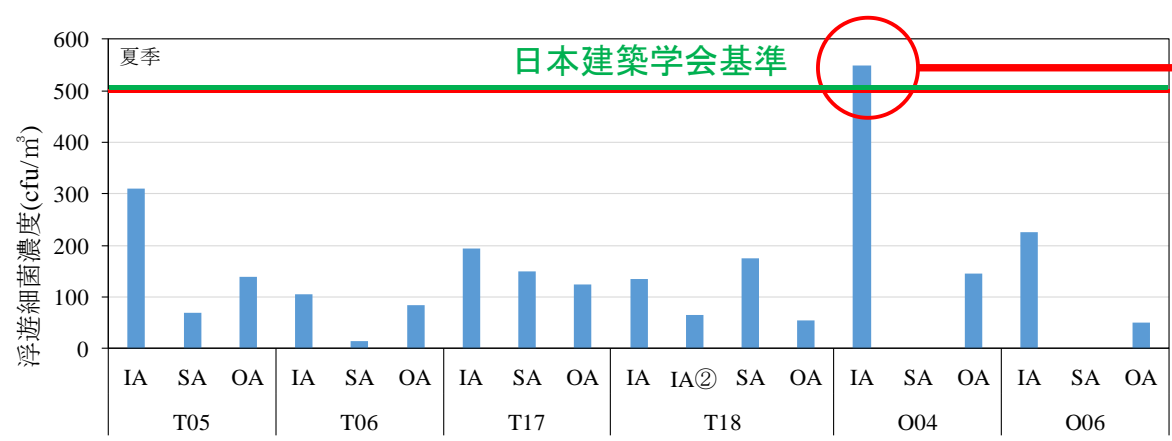
温湿度・CO₂・微生物の調査結果

- CO₂濃度:一人当たり面積は約10m²/人で、一般の倍であった。気積が大きく定常になっていない。
- 温度:執務時間帯の温度も27°Cを超えないように制御されている。



温湿度・CO₂・微生物の調査結果

- 生菌(細菌): 夏季の全熱交換器停止時に、浮遊細菌濃度はAIJ基準(500cfu/m³)を超えた。
- 冬季に超音波加湿器近傍はAIJ基準の4~5倍であった。
- 換気と加湿器の衛生管理が必要である。



温湿度・CO₂・微生物の調査結果

● 超音波加湿器から菌の飛散

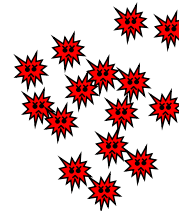


表1 浮遊細菌濃度 (cfu/m³)

室中央	加湿器近傍
160	2,305

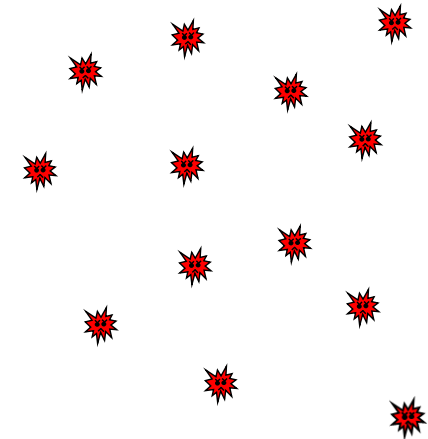
表2 加湿水中細菌 (cfu/mL)

加湿器1	加湿器2	加湿器3	加湿器4	加湿器5
40,800	35,720	33,040	77,040	35,520



加湿器近傍 → 高濃度

加湿器から細菌
飛散のイメージ



遠くなれば、拡散によっ
て濃度が低くなる。

温湿度・CO₂・微生物の調査結果

● 次世代シーケンサーを用いたDNA解析

16S r RNA解析結果

	門	綱	目	科	属
2015年 秋期					
室内	2	5	7	29	44
屋外	1	2	5	15	21
両方	5	10	20	23	26
合計	8	17	32	67	91
2016年 冬期・夏期					
室内	3	8	13	26	36
屋外	1	5	9	21	24
両方	10	17	24	31	28
合計	14	30	46	78	88

バイオセフティレベル(BSL)2

Species	病原性	検出場所	
		夏期	冬期
<i>Elizabethkingia meningoseptica</i> エリザベトキンギア・メンゴセプティカ	自然界に広く分布するブドウ非発酵グラム陰性桿菌。日和見感染菌。NICUで髄膜炎集団感染の起因菌。医療関連感染症の重要な新興病原菌。	T17 IA T18 OA T19 OA	O05 OA
<i>Haemophilus influenzae</i> ヘモフィルス・インフルエンザ	グラム陰性短桿菌で、主に呼吸器や中耳に感染する細菌の1種である。	T19 IA O02 OA	
<i>Haemophilus parasuis</i> ヘモフィルス・パラスイス	主に豚に対して、感染症を引き起こす。	T19 IA O02 OA	
<i>Staphylococcus aureus</i> 黄色ブドウ球菌	ヒトや動物の皮膚、消化管(腸)常在菌(腸内細菌)であるブドウ球菌の一つ。ヒトの膿瘍等の様々な表皮感染症や食中毒、また肺炎、髄膜炎、敗血症等致死的原因となるような感染症の起因菌でもある。	T05 IA T17 OA T18 OA O02 IA・OA O03 IA・OA O05 IA・OA O08 IA・OA	T06 IA・OA O03 IA・OA O05 IA O08 IA・OA
<i>Streptococcus agalactiae</i> B群β溶血連鎖球菌	消化管内に常在する菌である。新生児の細菌性髄膜炎、敗血症の起炎菌となり、特に出生後24時間以内に発症する敗血症は死亡率の高い危険な疾病である。	T19 IA O02 OA	
<i>Streptococcus equi</i>	腺疫という、馬特有の伝染病の原因となる。	T19 IA	

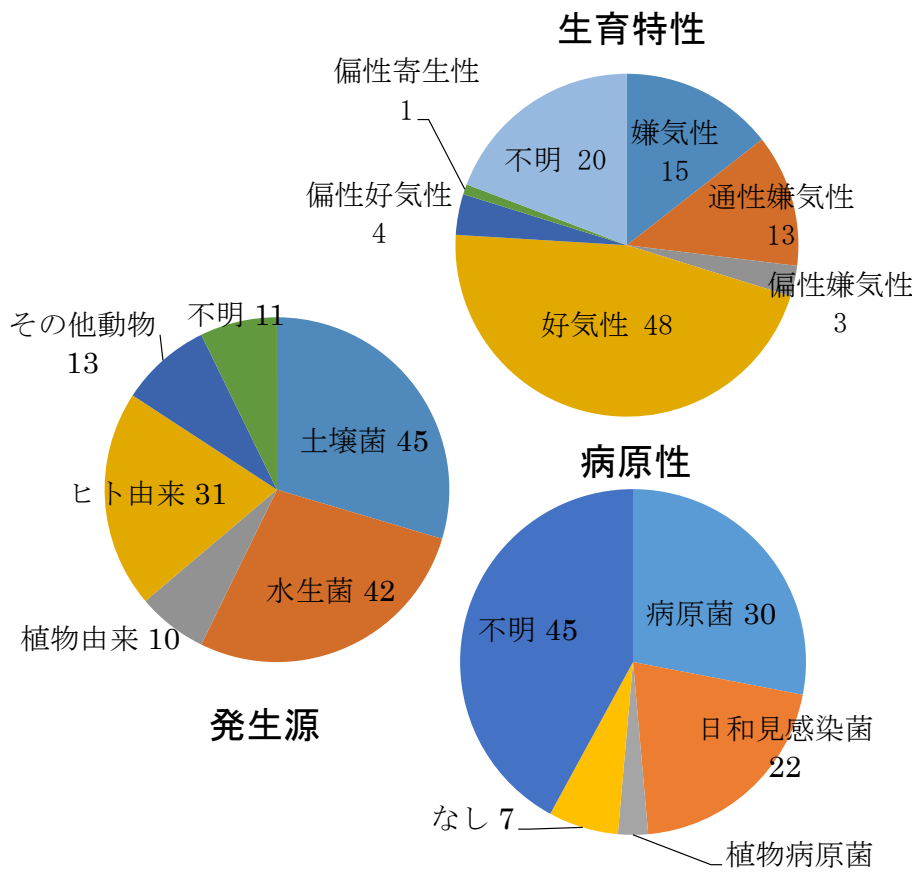
和名	英名	ラテン語名	例: ヒト	例: ローズマリー	例: エノキタケ	例: 大腸菌
ドメイン:	domain:	regio:	真核生物	真核生物	真核生物	細菌(真正細菌)
界:	kingdom:	regnum:	動物界	植物界	菌界	なし
門:	phylum/division:	phylum/divisio:	脊索動物門(脊椎動物亜門)	被子植物門	担子菌門	プロテオバクテリア門
綱:	class:	classis:	哺乳綱	双子葉植物綱	菌綱	γプロテオバクテリア綱
目:	order:	ordo:	サル目	シソ目	ハラタケ目	腸内細菌目
科:	family:	familia:	ヒト科	シソ科	キシメジ科	腸内細菌科
属:	genus:	genus:	ヒト属 Homo	ローズマリー属 Rosemarinus	エノキタケ属 Flammulina	エスケリキア属 Escherichia
種:	species:	species:	H. sapiens	R. officinalis	F. velutipes	E. coli

BSL	リスク
BSL1	ヒトあるいは動物に疾病を起こす見込みのないもの。
BSL2	ヒトあるいは動物に感染すると疾病を起こし得るが、重大な健康被害を起こす見込みのないもの。また、実験室内の曝露が重篤な感染を時に起こすこともあるが、有効な治療法、予防法があり、伝播のリスクが低いもの。
BSL3	ヒトあるいは動物に感染すると重篤な疾病を起こすが、通常、感染者から関連者への伝播(あるいは動物間の伝播)の可能性が低いもの。有効な治療法、予防法があるもの。

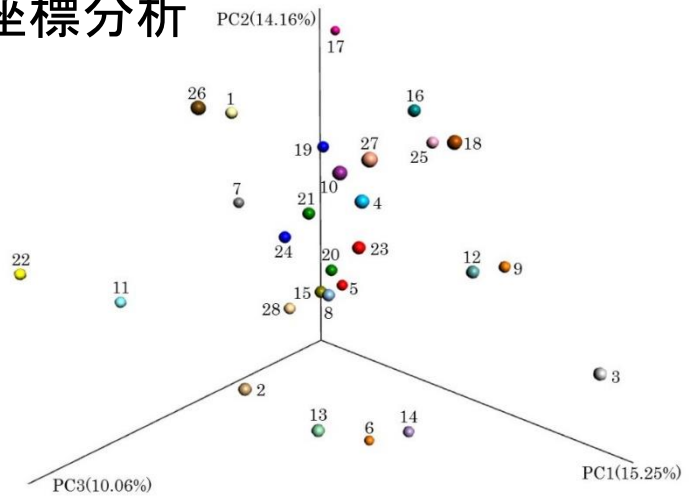
温湿度・CO₂・微生物の調査結果

- マイクロバイオーム(細菌叢): 年間を通し179属が検出された。
- バイオセフティレベル2で6菌種が検出された。

✦ 検出された細菌の特徴



✦ 主座標分析



1	2	3	4
東京06 冬期室内	東京06 冬期屋外	東京17 冬期室内	東京17 冬期屋外
5	6	7	8
東京19 冬期室内	東京19 冬期屋外	大阪08 冬期室内	大阪08 冬期屋外
9	10	11	12
大阪03 冬期室内	大阪03 冬期屋外	大阪03 冬期室内	大阪03 冬期屋外
13	14	15	16
東京05 夏期室内	東京05 夏期屋外	東京18 夏期室内	東京18 夏期屋外
17	18	19	20
東京17 夏期室内	東京17 夏期室内	東京19 夏期室内	東京19 夏期屋外
21	22	23	24
大阪03 夏期室内	大阪03 夏期屋外	大阪02 夏期室内	大阪02 夏期屋外
25	26	27	28
大阪05 夏期室内	大阪05 夏期屋外	大阪08 夏期室内	大阪08 夏期屋外

※ 表中塗りつぶしている対象ビル: 個別方式空調

温湿度・CO₂・微生物の調査結果

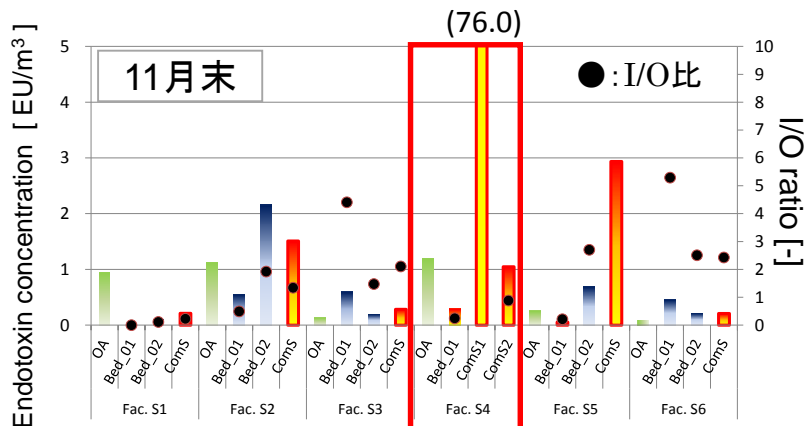
- **エンドトキシン**は、細胞壁外膜にあり、菌体の破壊によって遊離。
- 人体、加湿器等の細菌によって、**気中濃度上昇の可能性**がある。
- **濃度及びI/Oは、低く問題になる状況ではなかった。**



エンドトキシンの採取



分析機



エンドトキシンのI/Oが高い例(高齢者施設)

表 オフィスビルにおける空气中ET濃度
(夏期・秋期) (11社、OA: 15、IA: 37)

		OA	Indoor Air	I/O
Tokyo	Max	1.05	0.41	0.9
	Min	0.28	< L.D.	-
	Mean	0.49	0.10	0.2
	S.D.	0.29	0.13	0.3
Osaka	Max	0.98	1.04	7.1
	Min	0.05	< L.D.	-
	Mean	0.36	0.15	1.2
	S.D.	0.34	0.23	1.8
Whole	Mean	0.41	0.14	1.0
	S.D.	0.32	0.21	1.7

事務所建築室内のPM_{2.5}濃度と特徴

- 建築物環境衛生管理基準：
粒径10 μ m以下の粒子を対象として、質量濃度で0.15mg/m³以下
- 大気環境基準：
浮遊粒子状物質（粒径が10 μ m以下のもの）
1時間値の日平均値が0.10mg/m³以下、
かつ、1時間値が0.20 mg/m³以下

PM_{2.5}:

1年平均値が15 μ g/m³であり、かつ、1日平均値が35 μ g/m³以下

[本研究]

- 事務所建物内におけるPM_{2.5}の実態について実測
- 外気と室内のPM_{2.5}濃度及び粒径別超微粒子の特性
- 建物空調方式による外気からの侵入の特性について考察する。

事務所建築室内のPM_{2.5}濃度と特徴

- 測定方法と対象

- PM_{2.5}濃度

PM_{2.5}計 (TSI DustTrak DRX 8533)

- 粒径別個数濃度

サブミクロン粒子:

パーティクルカウンタ (RION, KR-12A)

ナノ粒子: PAMS (Kanomax)



- 30分間の室内外の測定

- 2015年夏期, 秋期

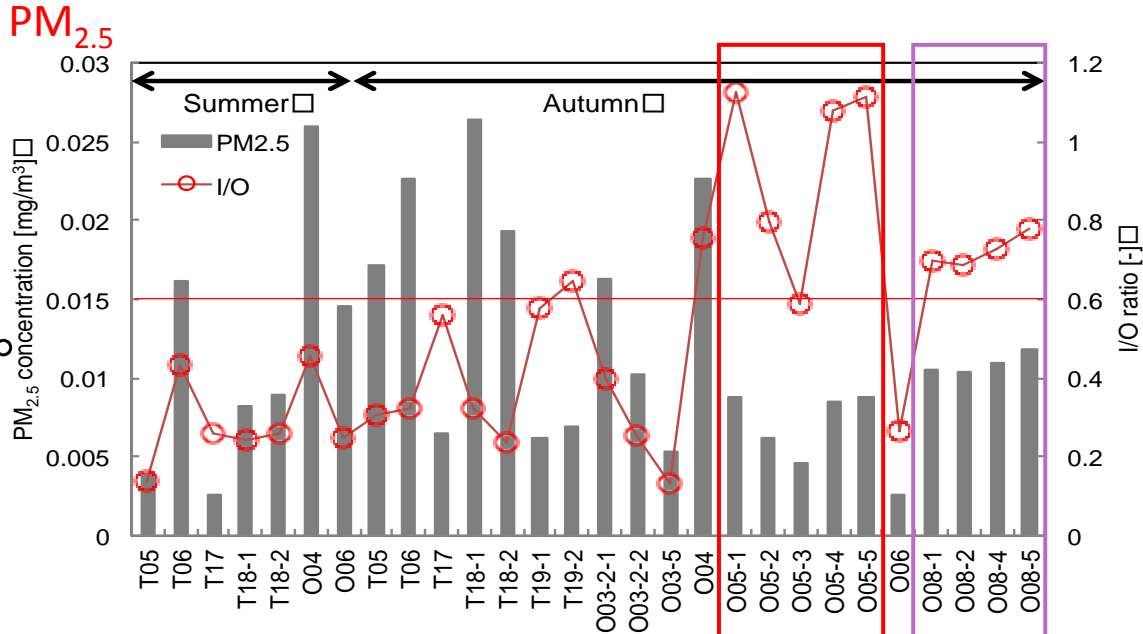
- 事務所建築物10件

ID	City	Num.	AC*	Summer	Autumn
T05	Tokyo	1	C	○	○
T06		1	I	○	○
T17		1	C	○	○
T18	Yokohama	2	I	○	○
T19	Tokyo	2	C	—	○
O03	Osaka	3	C	—	○
O04		1	I	○	○
O05		5	C	—	○
O06		1	C	○	○
O08		4	I	—	○

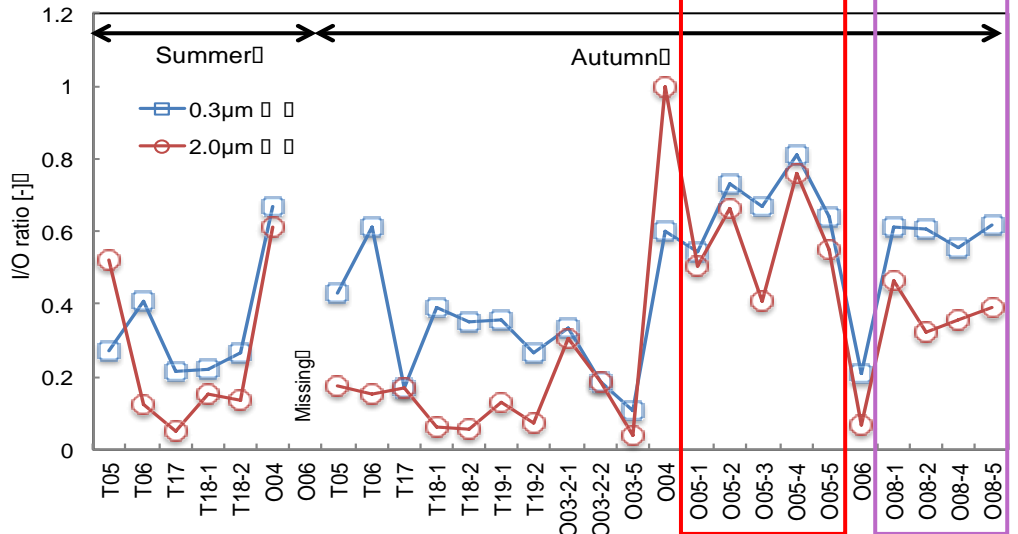
* C: Central air conditioning, I: Individual air conditioning

事務所建築室内のPM_{2.5}濃度と特徴

- PM_{2.5} が 0.002 ~ 0.03 mg/m³となり, 大気基準の「1日平均値が35 μg/m³以下」を下回った。
- I/O比は, 0.1~1.2。
- **O05**では, 室内発生が多いと考えられる。
- **O08**は, 個別空調で外気侵入が大きい可能性。
- I/O比の低いT05, T17, O03, O05, O06の空調機は, 中央方式で, エアフィルタで粉じんを除去している。

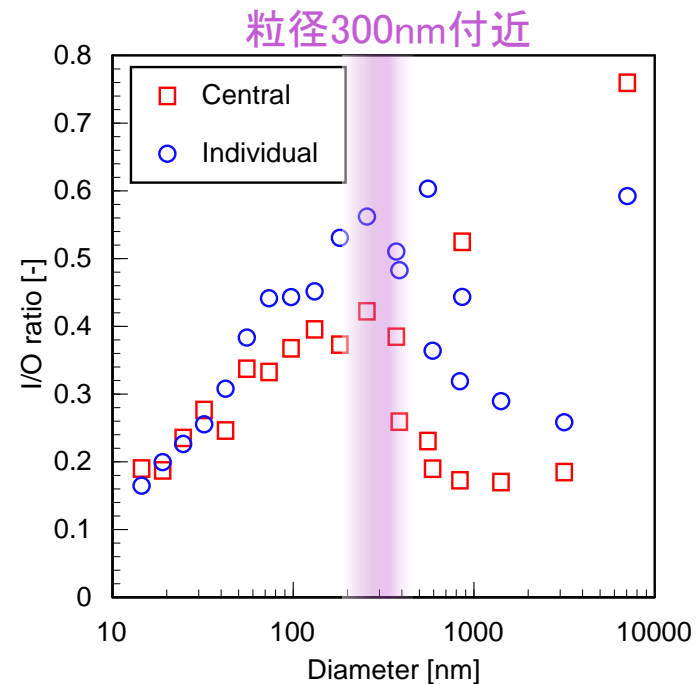
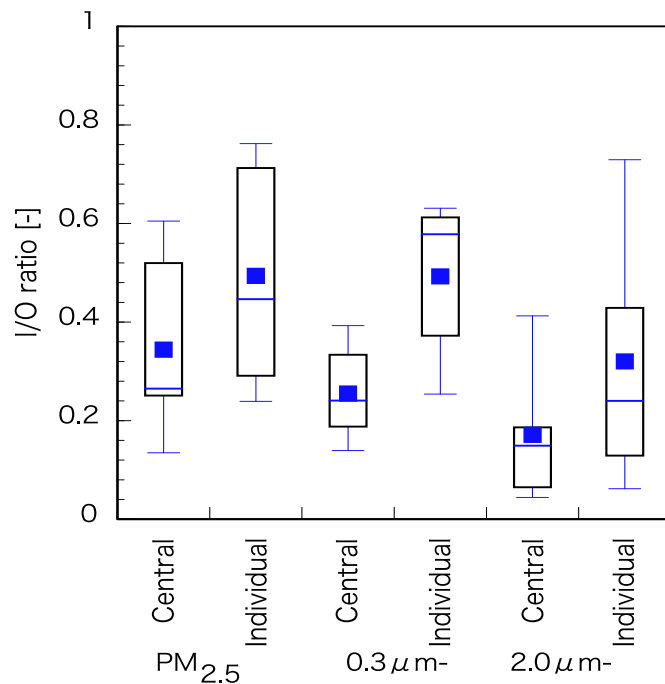


浮遊微粒子



事務所建築室内のPM_{2.5}濃度と特徴

- 空調方式による検討: 中央方式では中性能フィルタが用いられ、個別方式では粗じんフィルタのみの傾向がある。中央方式のI/O比が低く、フィルタ効果が伺える。
- 粒径等分布による検討: I/O比、SA/OA比は、粒径300nm程度がピークである。中性能フィルタでもこの粒径範囲の侵入が多い。粒径300 nm付近の除去が室内PM_{2.5}制御には重要である。



「建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究」

研究項目

1. 建築物における空気環境の衛生管理の現状
 - 1.1 特定建築物におけるCO₂濃度不適率の現状
 - 1.2 特定建築物立入検査データによる冬期室内湿度の分析
2. 健康危機管理に対応した環境衛生の実態と管理項目の検討
 - 2.1 温湿度・CO₂微生物の調査結果
 - 2.2 事務所建築室内のPM_{2.5}濃度と特徴
3. 温湿度と二酸化炭素の健康等への影響に関する近年のエビデンス
 - 3.1 建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査
 - 3.2 温湿度とCO₂の健康等への影響に関する近年のエビデンス
4. 建築物衛生管理の今後のあり方に関する課題

建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査

- 温湿度、二酸化炭素等の不適合率が増加
⇒ **健康影響に関する調査研究**

厚労科研(H23-健危-一般-009)

- | | |
|-------------------|---|
| Phase 1
(2012) | 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
(冬期と夏期の全国規模の断面調査) |
| Phase 2
(2013) | 建築物利用者の健康と職場の室内空気質(アンケート、温湿度、微粒子、化学物質、微生物)に関する実態調査
(Phase1で同意を得た建物で冬期と夏期の断面調査) |

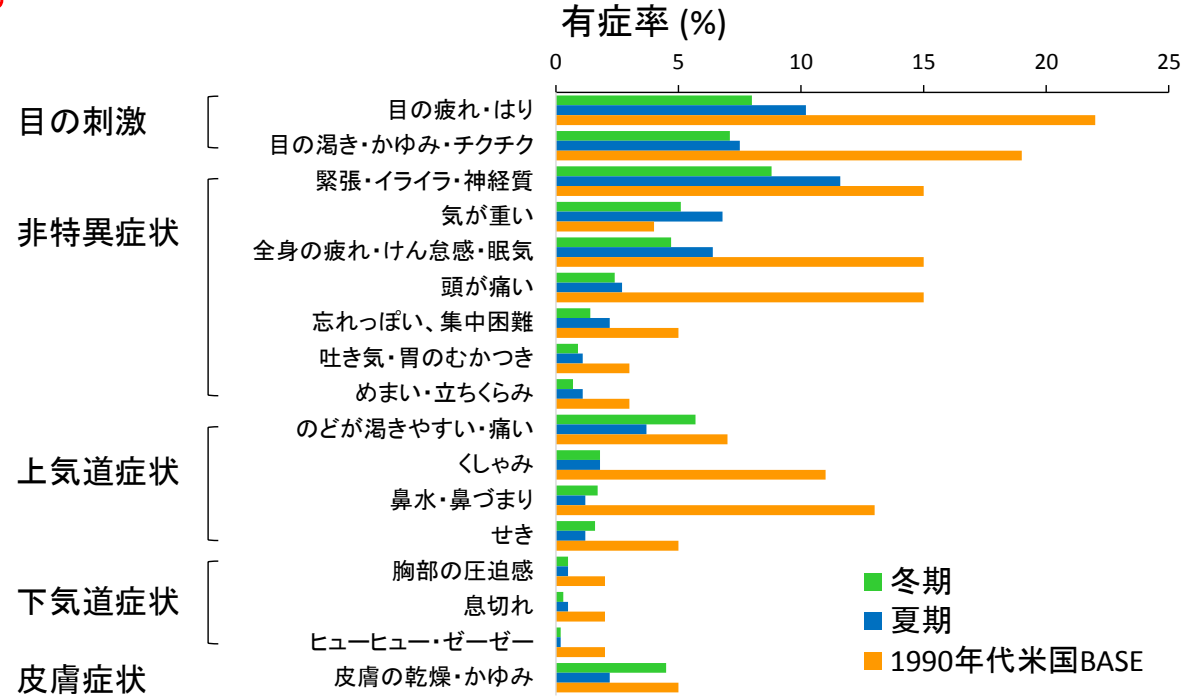
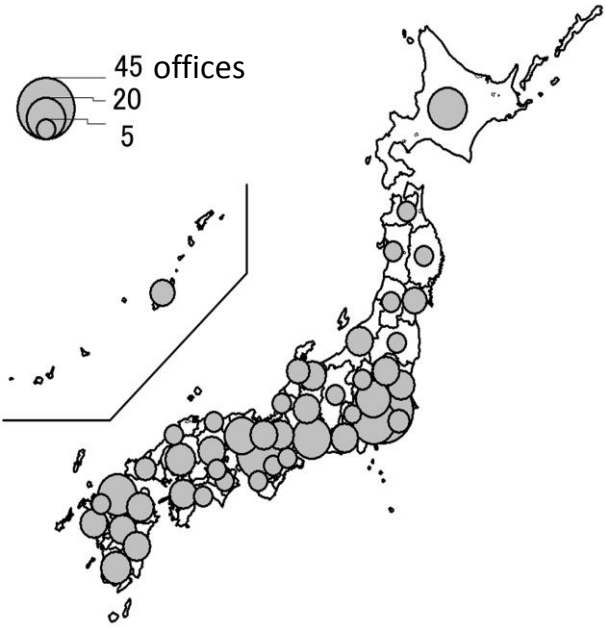
厚労科研(H26-健危-一般-007)

- | | |
|----------------------------|---|
| Phase 3
(2014
-2016) | 建築物利用者の健康 と職場の室内空気質(アンケート、温湿度、微粒子、化学物質、微生物)に関する実態調査
(東京都、大阪市で同意を得た特定建築物で縦断調査) |
|----------------------------|---|

建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査

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。



建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査

Phase 2 多変量解析結果の要約 (p < 0.10のみ抜粋)

冬期

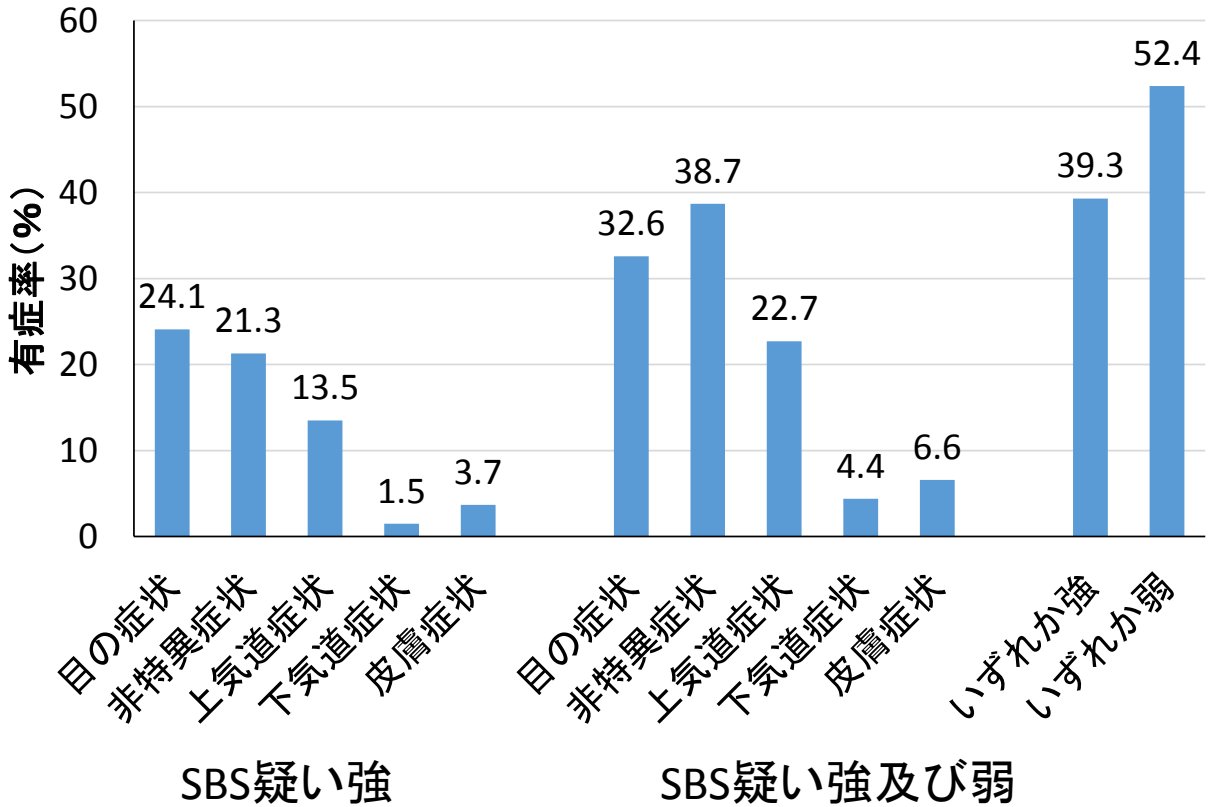
リスク要因	オッズ比 上昇単位	測定 範囲	非特異症状		上気道症状		皮膚症状	
			調整オッズ比	P value	調整オッズ比	P value	調整オッズ比	P value
温度	°C	22-27			1.55 (1.11-2.18)	0.010*	0.59 (0.34-1.03)	0.063+
相対湿度	%	25-44			1.16 (1.03-1.30)	0.016*	0.79 (0.63-0.99)	0.041*
二酸化炭素	100ppm	549-1318	1.23 (0.96-1.58)	0.102				
粉じん	0.1mg/m3	0.01-0.64			1.31 (1.08-1.59)	0.006**		
粉じん(0.3)	10万個				1.66 (0.95-2.88)	0.073+		
粉じん(2.0)	100個		1.14 (0.98-1.33)	0.100+				
粉じん(5.0)	10個		1.25 (1.00-1.56)	0.052+				
ホルムアルデヒド	10µg/m3	3.4-21.2			3.53 (1.32-9.45)	0.012*		
アセトアルデヒド	10µg/m3	1-28.6			2.06 (0.99-4.25)	0.052+		
トルエン	10µg/m3	6.5-196.1			1.11 (0.98-1.25)	0.094+		
エチルベンゼン	1µg/m3	2.7-14.9			1.22 (1.00-1.48)	0.046*		
キシレン	1µg/m3	1.9-15.3			1.20 (0.99-1.44)	0.058+		
スチレン	1µg/m3	0-11.1	1.20 (0.97-1.48)	0.092+				
テトラデカン	1µg/m3	0-12.8			1.19 (0.97-1.44)	0.089+		
TVOC	100µg/m3	84-1377			1.22 (1.00-1.47)	0.046*		

建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査

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

2016年1月初め入力(1791件)までの暫定値



- 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。

温湿度とCO₂の健康等への影響に関する近年のエビデンス

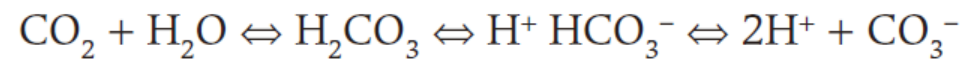
■ CO₂濃度基準について 1971年ビル管講習会テキスト

- ① 二酸化炭素濃度は、空気清浄度の1つの指標
- ② 二酸化炭素自体は少量であれば人体に有害ではないが、1000ppmを超えると倦怠感、頭痛、耳鳴り、息苦しさ等の症状

Rice (2003)

CO ₂ 濃度	影響
1%	呼吸数(RR)増加(37%)
1.6%	分時換気量(MV)の増加(~100%)
2%	RR増加(~50%)、脳血流増加
3%	労働者の運動耐容能力の低下
5%	MV増加(~200%)、RR増加(~100%) めまい、頭痛、混乱、呼吸困難
7.2%	RR増加(~200%)、頭痛、めまい、混乱、呼吸困難
8-10%	重度の頭痛、めまい、混乱、呼吸困難、発汗、視力悪化
10%	激しい呼吸困難に続き、嘔吐、失見当、高血圧、意識消失

血液のpH低下やCO₂増加は、ヘモグロビンから酸素を離れやすくする。血液中のCO₂増加では炭酸脱水酵素の働きで水素イオンと重炭酸イオンを生成



諸外国の二酸化炭素のガイドライン

東(2016)に加筆

諸外国(公表年)	室内濃度の指針値	対象
ノルウェー厚生省(1999)	1000 ppm(最大値) ※室内空気汚染の指標	居住空間
カナダ保健省(1995)	1000 ppm(8時間平均) ※換気の指標	オフィス環境
カナダ保健省(1987)	3500 ppm以下 (許容可能な長期曝露範囲)	居住空間
シンガポール環境省(1996)	1000 ppm(8時間平均) ※換気の指標	空調設備を有するオフィスビル
中国香港特別行政区(2003)	最良質: 800 ppm(8時間平均) 良質: 1000 ppm(8時間平均)	機械換気や空調設備を有する建物や閉鎖空間
中国環境保護総局(2002)	1000 ppm(24時間平均)	住宅とオフィス
韓国環境部(2003)	1000 ppm	大規模店舗、医療機関等
台湾環境保護庁(2012)	1000 ppm(8時間平均)	

ドイツ連邦環境庁(2008)

二酸化炭素濃度	健康と衛生上の評価	留意点
1000 ppm以下	無害(harmless)とみなされる	処置の必要なし
1000~2000 ppm	有害性が上昇する(elevated)	換気状況の確認と改善(外気導入量や換気効率の増加等)
2000 ppm以上	許容できない(unacceptable)	必要に応じて追加措置を試みる

CO₂濃度に関するエビデンス(建物内におけるCO₂の健康影響に関する近年の疫学及びヒトボランティア研究の知見等)調査結果

- CO₂に関する近年の複数のエビデンスが、1000ppm程度の低濃度域におけるCO₂濃度の上昇と**生理学的変化**(CO₂分圧、心拍数等)及び**シックビルディング症候群(SBS)関連症状**との関係を示している。
- 生理学的変化はCO₂によるものと考えられるが、SBS症状についてはCO₂によるものか、他の汚染物質との混合曝露によるものかはさらなる検証が必要(特に長期間曝露の影響)ではあるが、**建物内のCO₂の室内濃度を1000ppm以下の低濃度に抑えることで、これらの健康影響を防止できる。**
- 近年、1000ppm程度の低濃度のCO₂そのものによる**労働生産性(意思決定能力や問題解決能力)への影響**が示唆されており、今後のさらなる検証が求められる。

温湿度とインフルエンザウイルス感染

- 動物曝露実験：低湿度ではウイルスを含む飛沫核の安定性が高い。
- 疫学研究：インフルエンザ発症前の温度と湿度を比べた場合、温度よりも湿度、平均値よりも低下率がインフルエンザの発症リスクに強く関係している。

Table 2 Onset of influenza A and B and its association with mean values and declines in temperature (per 1°C) and humidity (0.5 g/m³)

Parameter	Temperature (°C) OR (95% CI)	Absolute humidity (g/m ³) OR (95% CI)
Mean	1.10 (1.02 to 1.19)	1.25 (1.05 to 1.49)
Max decline*	1.11 (1.03 to 1.20)	1.58 (1.28 to 1.96)

The odds ratios (95% confidence interval) were calculated per 1°C temperature and per 0.5 g /m³ absolute humidity decreases.

*adjusted for the initial level before the decline.

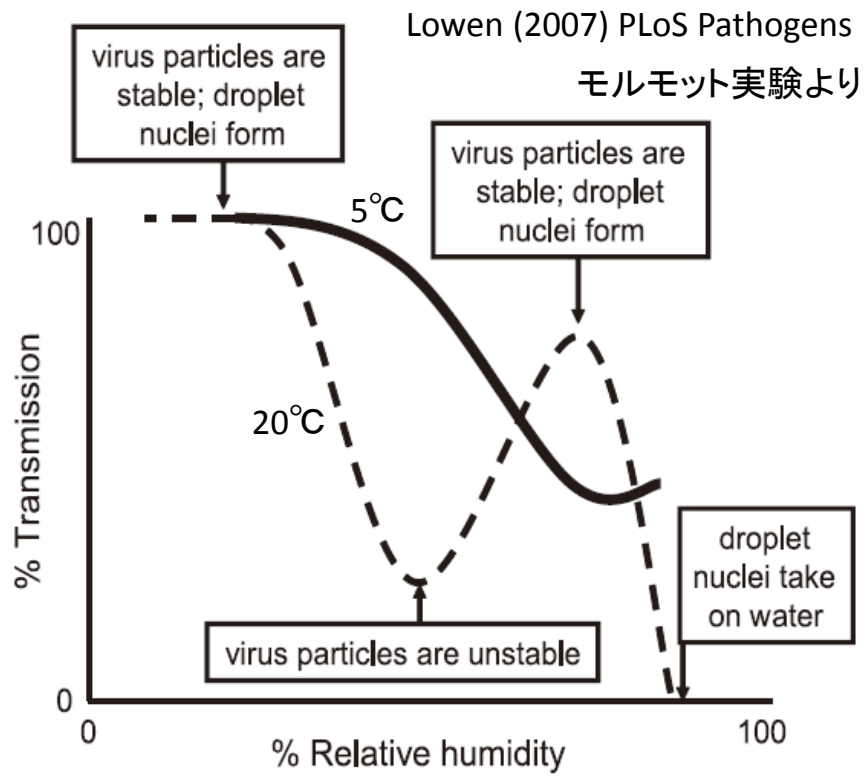


Figure 6. Variation of Transmission Efficiency with Relative Humidity: A Model

「建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究」

研究項目

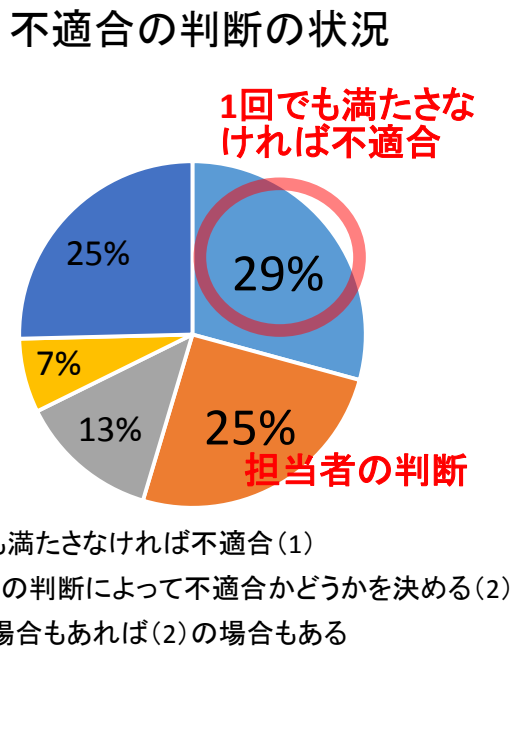
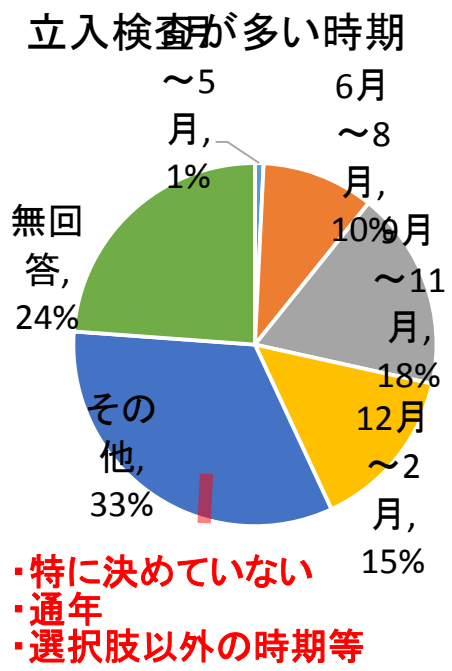
1. 建築物における空気環境の衛生管理の現状
 - 1.1 特定建築物におけるCO₂濃度不適率の現状
 - 1.2 特定建築物立入検査データによる冬期室内湿度の分析
2. 健康危機管理に対応した環境衛生の実態と管理項目の検討
 - 2.1 温湿度・CO₂微生物の調査結果
 - 2.2 事務所建築室内のPM_{2.5}濃度と特徴
3. 温湿度と二酸化炭素の健康等への影響に関する近年のエビデンス
 - 3.1 建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査
 - 3.2 温湿度とCO₂の健康等への影響に関する近年のエビデンス
4. 建築物衛生管理の今後のあり方に関する課題

建築物衛生管理の今後のあり方に関する課題

空気環境測定6項目に関する質問紙調査

- 全国生活衛生担当者142に配布、130(92.9%)の回答を得た。
- 調査項目：①報告徴取について、②立入検査について、③行政報告例に計上する立入検査と報告徴取に関する内容について
- 調査期間：平成28年12月～平成29年1月

速報



建築物衛生管理の今後のあり方に関する課題

全 般	<ul style="list-style-type: none">・環境衛生代表値の採取が難しい。・データ処理・評価手順の不統一	<ul style="list-style-type: none">→適切な測定位置, 測定タイミング確保→処理・評価方式の整合化
温 度	<ul style="list-style-type: none">・全国的な不適率の上昇・夏期室温が28°Cを超過する傾向 過度な省エネ行動(設定)・冬期室温が高く, 乾燥を助長する傾向 冷放射 室内温度ムラ 暖房温度基準の未整備・非均質空調の普及(タスク・アンビエント等)	<ul style="list-style-type: none">→冷房温度適正設定に関する注意喚起→表面温度管理, 空調運転管理の配慮指針→空調吹出し方向, 温度設定への配慮指針→暖房時の上限温度基準の設定→温熱環境代表指標測定・評価方法の見直し
相対湿度	<ul style="list-style-type: none">・全国的な不適率の上昇・不適切な加湿(容量・設備)設計・加湿器のない管理対象外建築物・卓上加湿器の衛生問題	<ul style="list-style-type: none">→換気量の適正設定に関する注意喚起→用途・要求水準に応じた適正加湿設備整備→カテゴリーと対処方法の見直し→加湿器設置基準, 維持管理基準の検討
気 流	<ul style="list-style-type: none">・低い不適率・冷風・乾燥温風による不快頻発	<ul style="list-style-type: none">→温湿度・放射も考慮した総合指標の検討

建築物衛生管理の今後のあり方に関する課題

	課題	対応案
二酸化炭素	<ul style="list-style-type: none"> ・全国的な不適率の上昇 ・個別式空調による換気量減少 (温度・相対湿度も同様) ・濃度変動による不適判定 ・在室者変動による換気過多 ・省エネのための換気量削減 	<ul style="list-style-type: none"> →平均濃度で問題ないことを提言, 重要性の啓発 →最大在室者数に基づく乾燥, エネルギーロス →空衛学会等の動向注視 BEMS活用の可能性
一酸化炭素	<ul style="list-style-type: none"> ・低い不適率 ・リスクが大きく見直し困難 ・「路外駐車場」の換気量緩和(国交省) (10→5回/h) 	
浮遊粉じん	<ul style="list-style-type: none"> ・低い不適率 ・空調機のエアフィルタ非搭載 空調系統が汚染される弊害あり ・PM_{2.5}は外気とエアフィルタ次第 ・禁煙措置との関連に配慮が必要 	<ul style="list-style-type: none"> →遵守を担保する方法が不確実 →花粉等の除去, 侵入防止の観点からの見直し →禁煙建築物における状況の注視
ホルムアルデヒド	<ul style="list-style-type: none"> ・低い不適率 ・換気によるVOC低減の可能性 	
その他項目	<ul style="list-style-type: none"> ・浮遊微生物, 代替物質(エンドトキシン)・TVOC, 臭気センサ値などの活用可能性 ・総合温熱環境指標(PMV, SET*など)活用による温湿度規制緩和の可能性 ・空間分布, 空気質濃度の経時変動に対応した評価方法或いは緩和措置の可能性 	