

令和4年度
生活衛生関係技術担当者
研修会

建築衛生の動向と課題

—建築物環境衛生管理における空気調和設備等の適切な運用管理手法の研究など—

- 建築物衛生法と行政報告例の推移
- 建築物衛生に関する研究
- 健康増進のための住環境整備
- 新型コロナウイルス感染症の環境対策

国立保健医療科学院 客員研究員
北海道大学大学院 教授
林 基哉

建築物衛生の動向と課題

1. 建築物衛生法と行政報告例の推移

2. 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」

R1-R3 「建築物環境衛生管理における空気調和設備等の適切な運用管理手法の研究」

3. 健康増進のための住環境整備

R1 「健康増進のための住環境についての研究」

R1-R3 「健康増進に向けた住宅環境整備のための研究」

4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

R1 「新興・再興感染症のリスク評価と危機管理機能の実装のための研究」

R2- 「ポストCOVID-19に向けた建築・設備におけるウイルス感染症対策と
省エネルギーの両立」

各項目のポイント

1. 特定建築物の空気環境の不適率（温度、湿度、二酸化炭素濃度）が上昇しており、COVID-19の影響もみられる。空気環境の改善に向けた対策が必要となっている。
2. 建築物衛生管理基準の検証に基づいて一部が改正された。建築物衛生の向上と効率化のために、中規模建築物及び個別空調の維持管理・行政指導、ICT利用に関する研究が行われている。
3. 住宅の室内環境に係る健康影響が明らかになりつつあり、健康住宅に関するガイドラインの策定、特に冬期の室内環境の改善が望まれている。
4. COVID-19のクラスター調査によって、建築物の換気不良が指摘された。エアロゾル感染対策の基本としての空調換気設備の設計・施工・維持管理を確実にする、監視指導が求められている。

1. 建築物衛生法と行政報告例の推移

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

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)

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)

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

2021 建築物衛生法改正(空気環境基準値等)



伝統木造住宅



1888 学校建築



1968 霞ヶ関ビル

1. 建築物衛生法と行政報告例の推移

■「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)

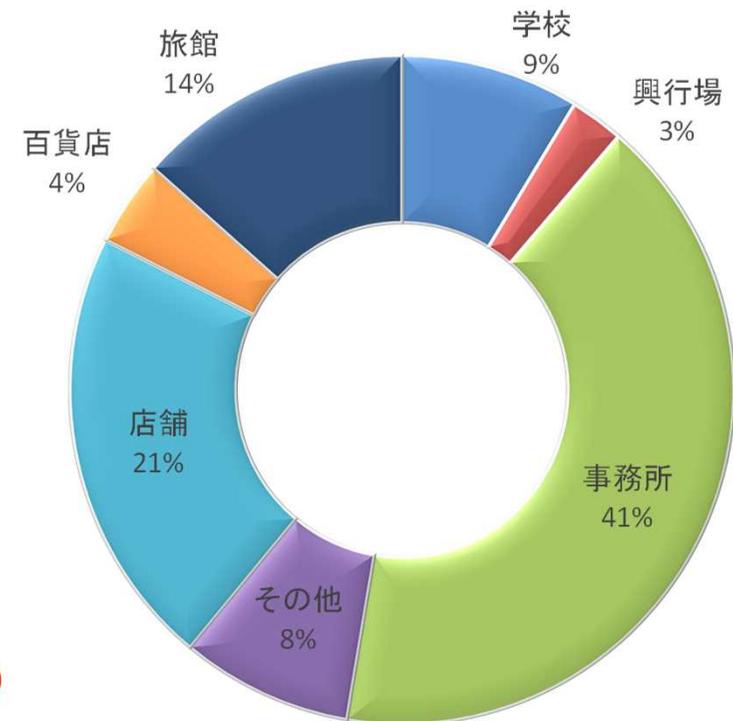
(2) 特定建築物の所有者(管理権原者)の義務

- 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。

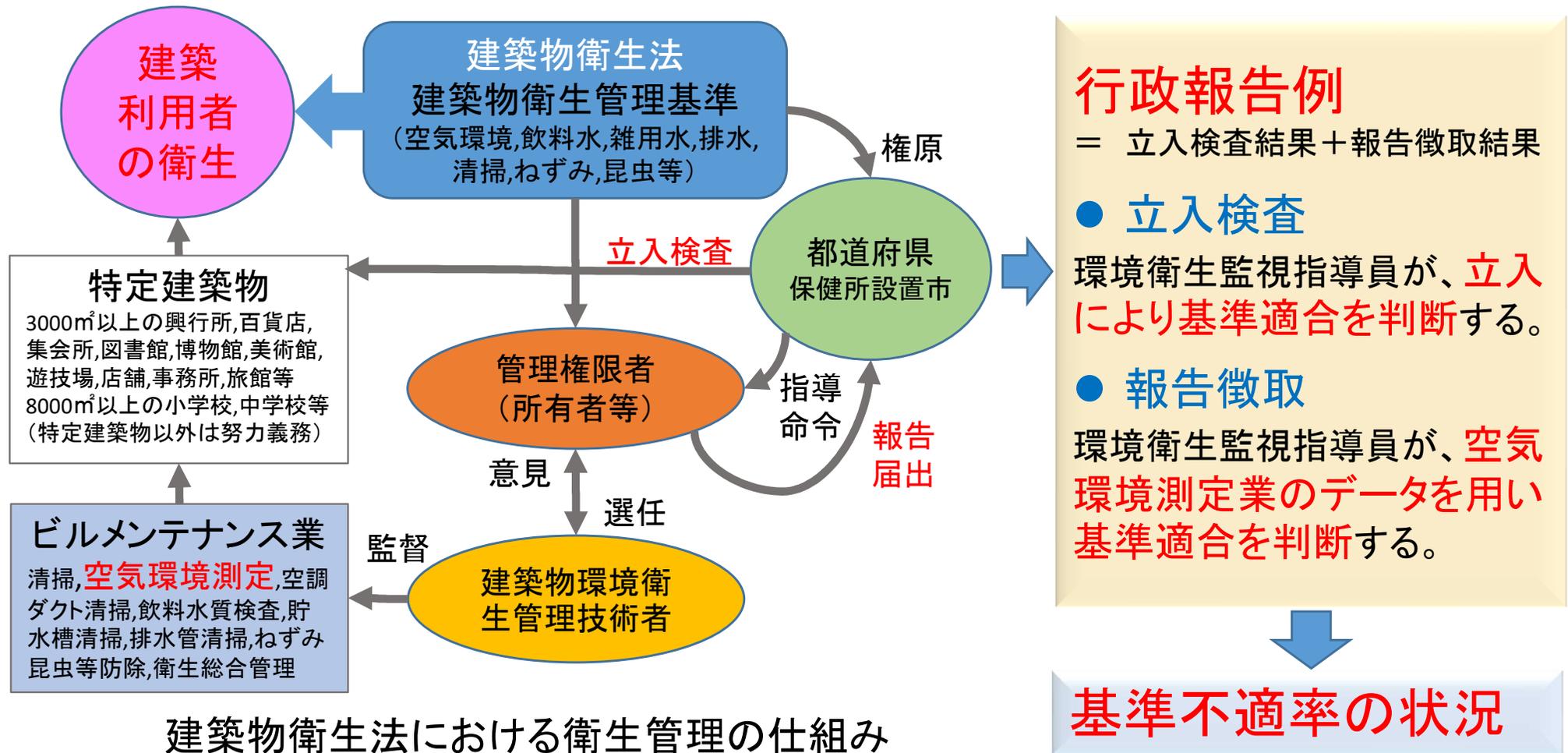
(4) 建築物の衛生的環境の確保に関する事業の登録(都道府県知事)



特定建築物の構成(2017)

1. 建築物衛生法と行政報告例の推移

- 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



1. 建築物衛生法と行政報告例の推移

● 建築物環境衛生管理基準等（2021改正）

- CO濃度 10ppm→**6ppm**、特例20ppmの廃止（WHO 7mg/m³以下（24時間値6.0ppm(20°C換算値)）
- 温度最低値 17°C→**18°C**（WHO 冬期の高齢者における血圧上昇）
- PM2.5、CO2濃度（外気濃度差基準）は検討継続
- 建築物環境衛生管理技術者の条件

二以上の特定建築物の業務の遂行に支障がないことを確認／ICTの活用など

室内空気環境の管理基準

	(令和4年3月31日まで)	(令和4年4月1日以降)
ア 浮遊粉じんの量	0.15 mg/m ³ 以下	
イ 一酸化炭素の含有率	100万分の10以下（=10 ppm以下）	100万分の <u>6</u> 以下（=6 ppm以下）
	※特例として外気がすでに10ppm以上ある場合には20ppm以下	※特例に関する規定は廃止。
ウ 二酸化炭素の含有率	100万分の1000以下（=1000 ppm以下）	
エ 温度	17°C以上28°C以下	18°C以上28°C以下
	居室における温度を外気の温度より低くする場合は、その差を著しくしないこと。	
オ 相対湿度	40%以上70%以下	
カ 気流	0.5 m/秒以下	
キ ホルムアルデヒドの量	0.1 mg/m ³ 以下（=0.08 ppm以下）	

1. 建築物衛生法と行政報告例の推移

行政報告例の空気環境不適率

1) 1999年以降上昇の背景

- 報告聴取の増加
報告聴取の不適率は高い傾向
- 省エネルギーの促進
温度設定の変更、換気抑制
- 空調方式の変化
個別空調、気化式加湿器の増加

2) 2011年以降、上昇速度減少。

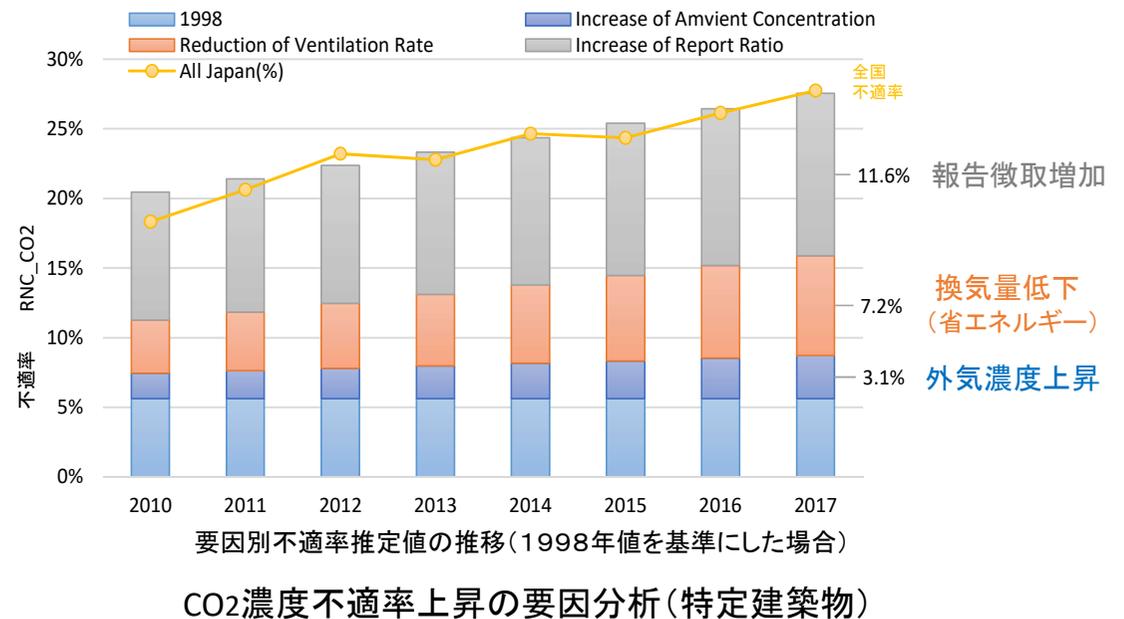
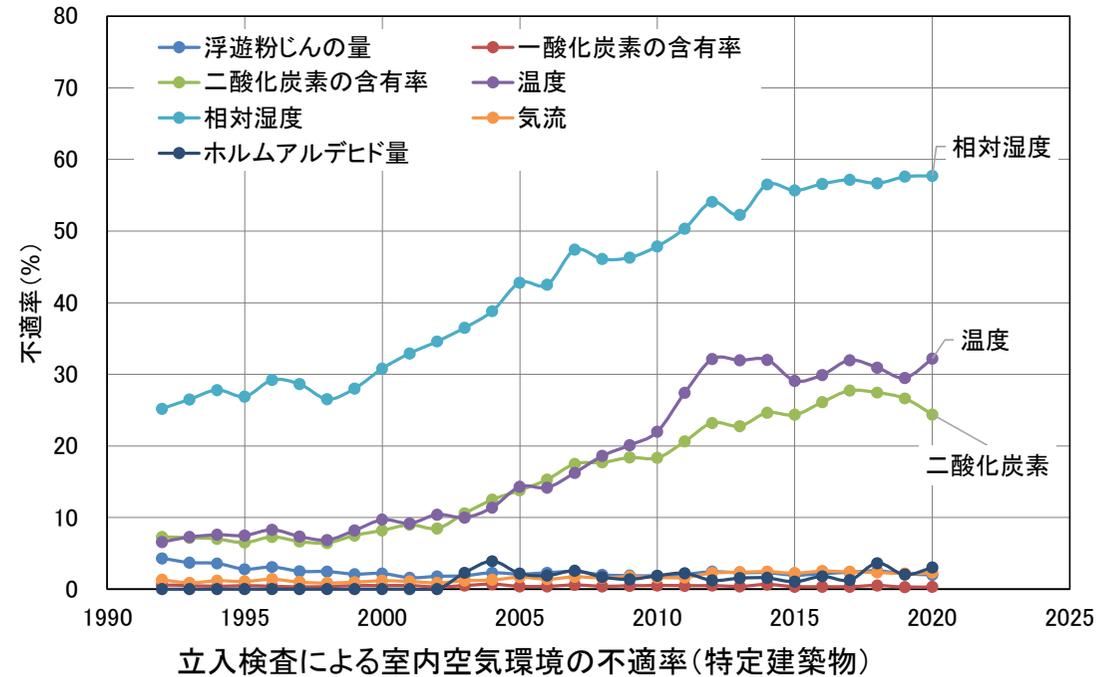
分析が必要(監視指導効果?)

3) 2020年度の不適率(コロナ禍)

- ① 二酸化炭素は若干低下。
- ② 温度は若干上昇。



- ✓ 健康影響(SBS・感染症等)
- ✓ 省エネルギー・低炭素化



1. 建築物衛生法と行政報告例の推移

- 18企業の22オフィスの使用状況とエネルギー消費を調査、COVID-19のBefore、Withに顕著な差

(一財)建築環境・省エネルギー機構に設置された「住宅・建築分野の省エネ・省CO₂・環境技術体系確立を目指す研究開発プロジェクト(自立循環プロジェクトフェーズ6)ポストCOVID-19における空調・換気・通風計画のあり方検討委員会

➤ COVID-19による事務所の変化

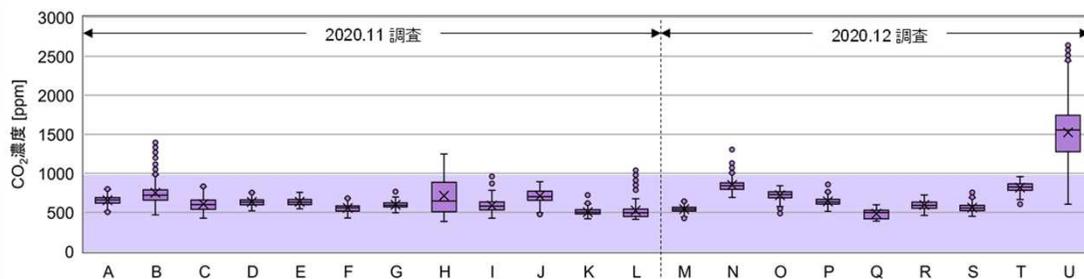
- 世界最先端デジタル国家創造宣言2018
目標:2020 テレワーク企業34.5%、テレワーカー15.4%
- 厚生労働省等による感染対策
換気量30m³/h人、温湿度の維持(建築物衛生法)



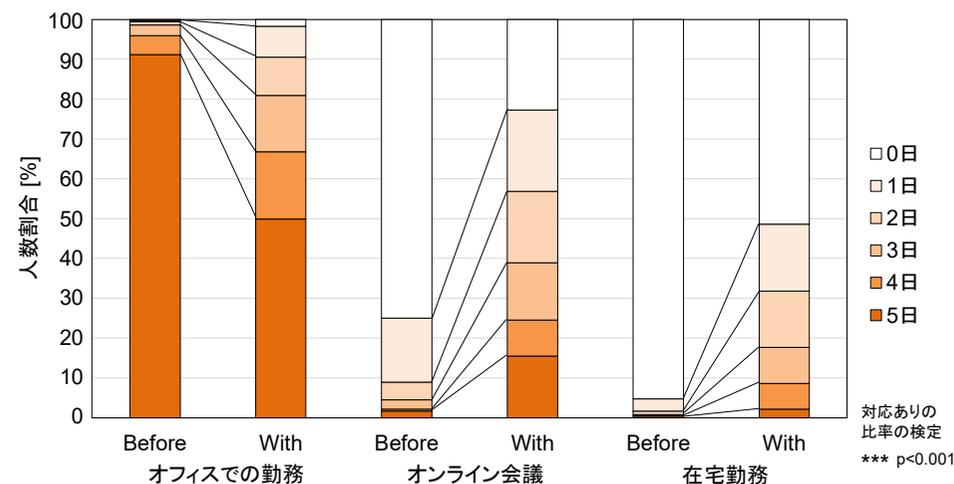
➤ 在室者数の減少

➤ 換気量増加によるエネルギー消費増加

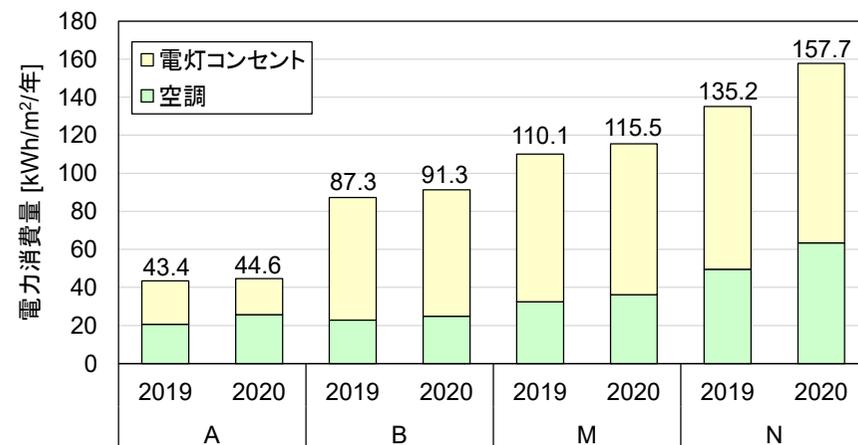
■ CO₂濃度(平均:666 ppm)



COVID-19の感染拡大後のオフィスのCO₂濃度(事務所)



COVID-19の感染拡大前後のオフィス勤務状況の変化(事務所)



COVID-19の感染拡大前後のオフィスの電力消費の変化(事務所)

1. 建築物衛生法と行政報告例の推移

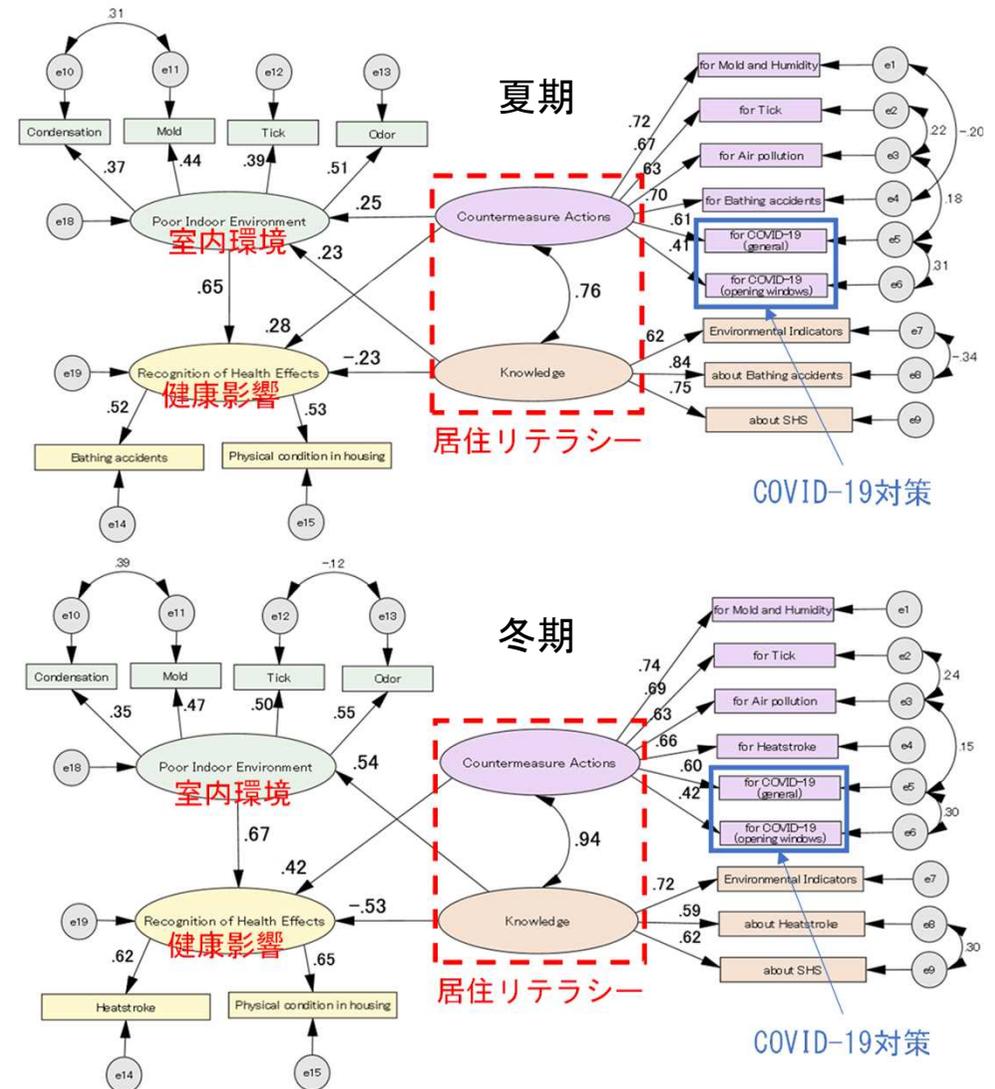
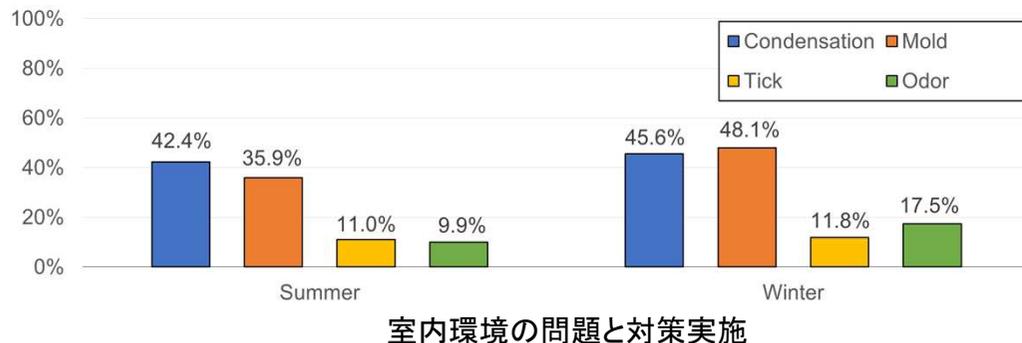
➤ COVID-19環境下における居住リテラシーと健康問題の関係性に関する包括的モデルの検証

(一財)建築環境・省エネルギー機構に設置された「住宅・建築分野の省エネ・省CO2環境技術体系確立を目指す研究開発プロジェクト(自立循環プロジェクトフェーズ6)ポストCOVID-19における空調・換気・通風計画のあり方検討委員会

COVID-19の住生活への影響を分析

⇒居住リテラシーが、COVID-19対策に影響

夏期調査 n=2,116	冬期調査 n=2,181
対象：2020年4～8月	対象：2020年10月～2021年2月
条件： ①北海道・秋田県・宮城県・東京都・大阪府・高知県・長崎県・沖縄県 ②3年以上同じ家に居住・2年以上家族構成に変化がない世帯(単身世帯を除く) *性別・年齢(20-60歳代)・居住地で均等化 内容：約50問 回答者属性・住宅属性・住宅設備・室内環境・COVID-19関連・知識・行動	
・住宅内熱中症に関する設問 ・エアコンがある世帯を条件に追加	・入浴事故に関する設問 ・室内の湿度環境に関する設問



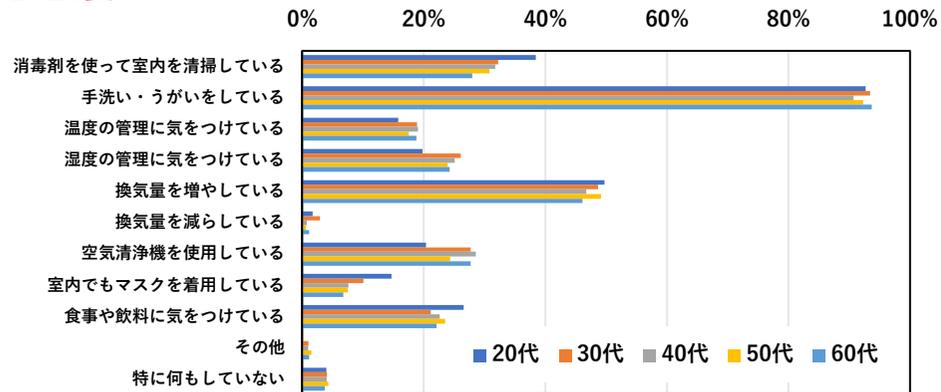
1. 建築物衛生法と行政報告例の推移

➤ COVID-19環境下における居住リテラシーと健康問題 の関係性に関する包括的モデルの検証

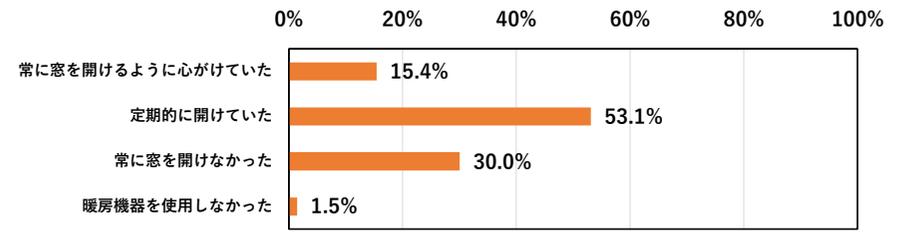
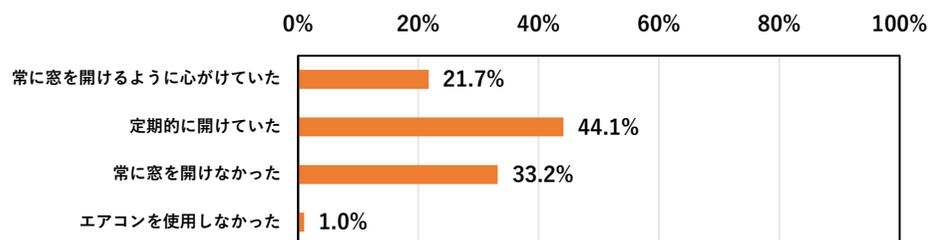
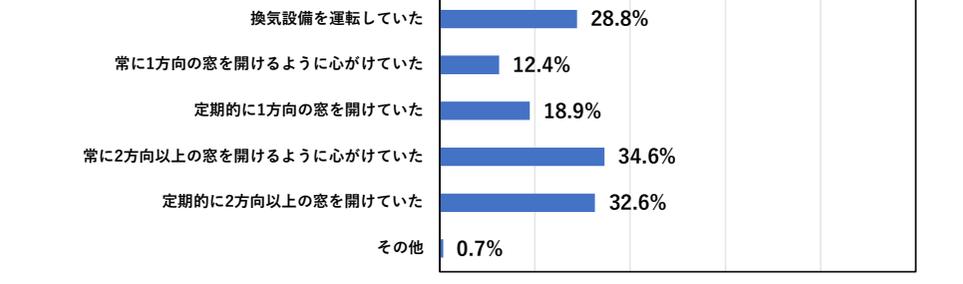
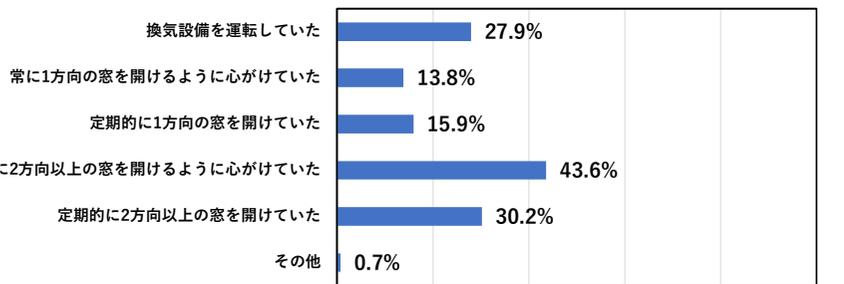
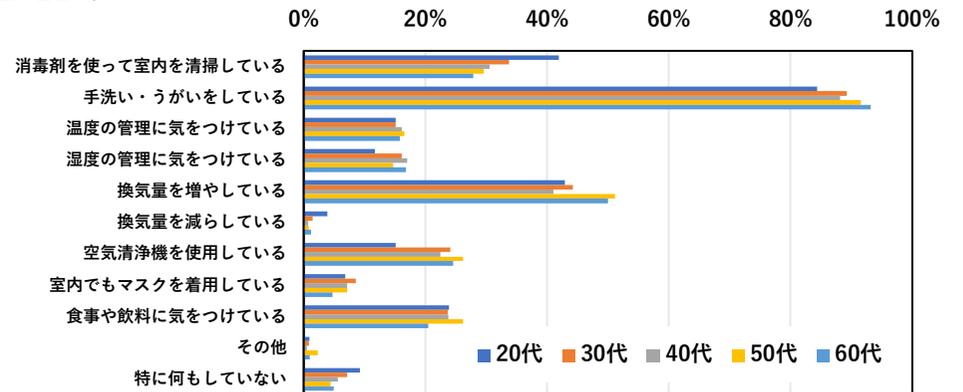
(一財)建築環境・省エネルギー機構に設置された「住宅・建築分野の省エネ・省CO2・環境技術体系確立を目指す研究開発プロジェクト(自立循環プロジェクトフェーズ6)ポストCOVID-19における空調・換気・通風計画のあり方検討委員会

住宅で、COVID-19 対策の換気量確保が行われた。冬期にも窓開放換気が行われた。

2020夏



2021冬



1. 建築物衛生法と行政報告例の推移

➤ 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。

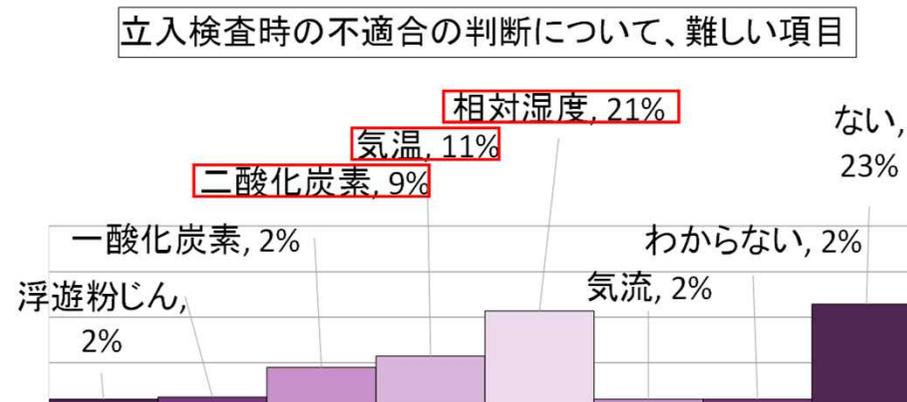
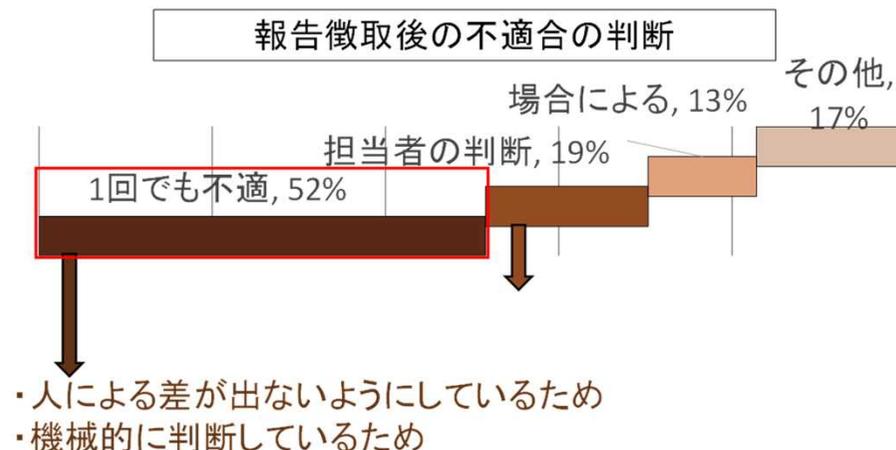
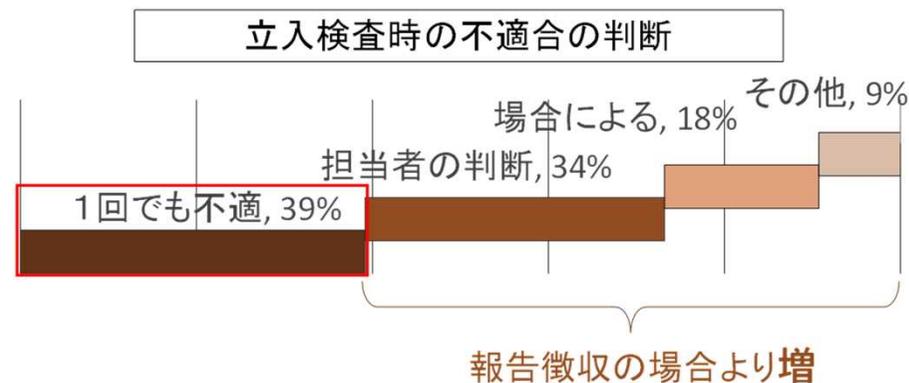


➤ 報告徴取は、法定検査の測定値のみの判断になる。

➤ 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。



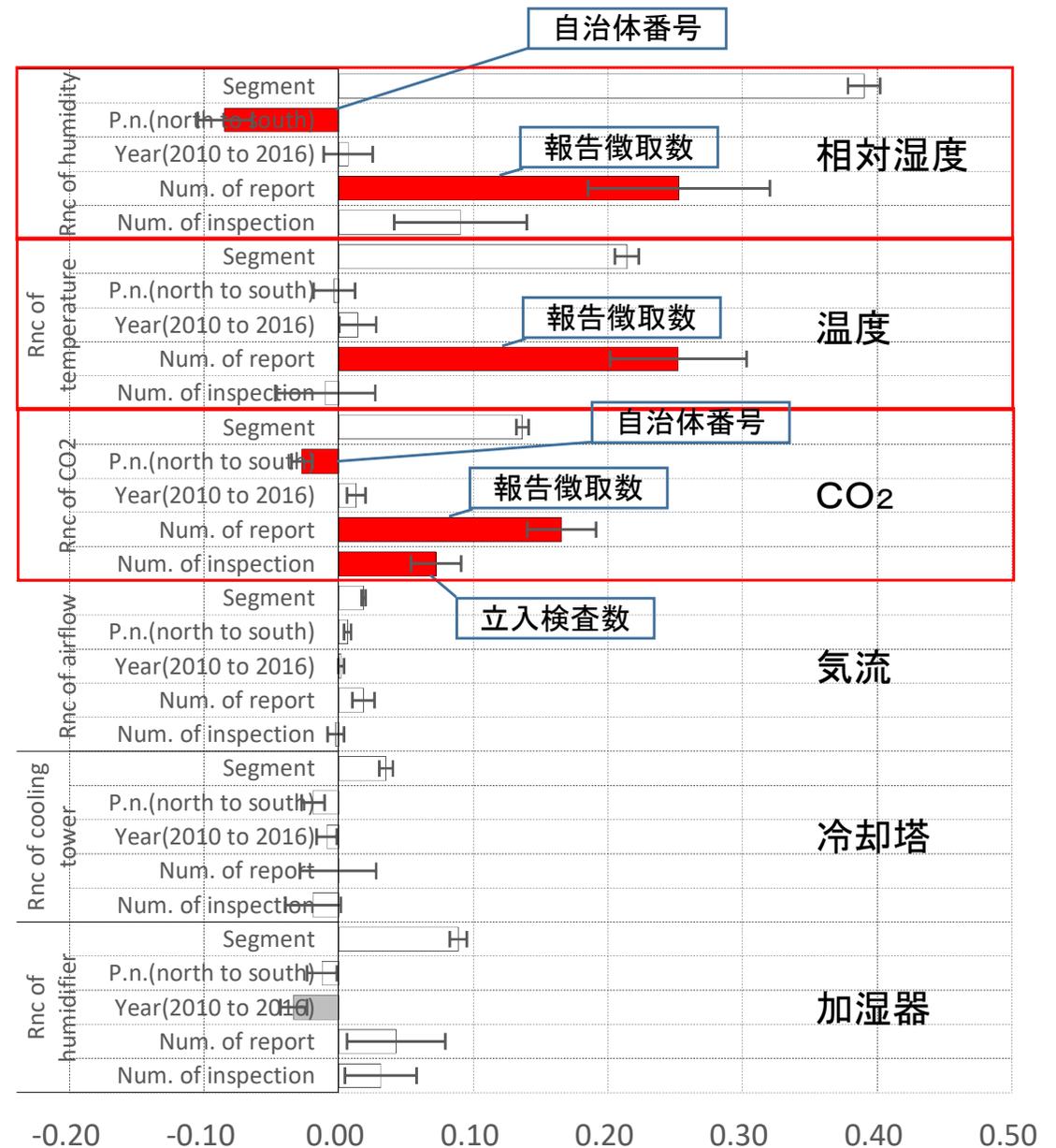
1. 建築物衛生法と行政報告例の推移

➤ 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(JMPによる尺度化係数、標準偏差及びP値)

1. 建築物衛生法と行政報告例の推移

特定建築物における空気環境測定の実態に関する全国調査

(公財)日本建築衛生管理教育センター提供

①不適切な状況下で測定

- 一部不適切な状況下での測定が実施されていた。
- 不適切な測定点で測定していた。
- 空調装置等が停止した状態で測定を実施していた。

②原因追及調査と改善策

- 改善に向けた取り組みが不足している場合があった。
- 一部追加調査が未実施だった
- 適切な改善策が提示できないケースが示唆された



・空気環境測定や空気環境の改善の意義を周知化する。

・適切な状況下で測定を実施できるよう、依頼主やテナントの協力を仰ぐ。

などの対策を実施していく必要がある

測定点	・室内で測定する時に、 通常の在室状況を代表 する適切な測定点で測定しているか？
測定回数	・一日に 2回以上 、測定しているか？
室の状況	・ 在室者のいない居室や廊下 などで測定する場合があるか？ ・ 休日 や 就業時間外 など、空調が運転されていない日や時間帯に測定する場合があるか？ ・ 窓が開放 されている室で測定する場合があるか？
空調装置の稼働	・ 個別方式空調 が運転されていない室で測定する場合があるか？ ・個別方式空調の 換気装置 が運転されていない室で測定する場合があるか？
原因追及調査	・法令検査で問題があった測定場所や施設について、 原因追及のための測定 を実施しているか？
改善策の提示	・法令検査で問題があった測定場所や施設について、 改善策 を提示しているか？

測定要素	不適切な状況下での測定	結果
測定点	在室者のいない居室や廊下での測定	54%
	居室の入口付近など不適切な位置での測定	23%
測定回数	一日の測定回数が1回のみ	8%
室の状況	休日や営業時間外の測定	14%
	窓が開放された状態での測定	23%
空調装置の稼働	空調や換気装置が停止した状態での測定	20%以上

1. 建築物衛生に関する研究

- 建築物衛生管理基準の検証に基づいて一部が改正された。
- 建築物衛生の向上と効率化のために、中規模建築物及び個別空調の維持管理・行政指導、ICT利用に関する研究が行われている。
- 本講義の主な調査研究等

課題	H29	H30	R1	R2	R3	R4
建築物衛生に関する研究	● 建築物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			建築物環境衛生管理における空気調和設備等の適切な運用管理手法の研究		
健康増進のための住環境整備			健康増進のための住環境についての研究	健康増進に向けた住宅環境整備のための研究		
新型コロナウイルス感染症の環境対策			新興・再興感染症のリスク評価と危機管理機能の実装のための研究	ポストCOVID-19に向けた建築・設備におけるウイルス感染症対策と省エネルギーの両立		

1. 建築物衛生に関する研究

建築物環境衛生管理における空気調和設備等の適切な運用管理手法の研究

- これまでの調査研究に基づいて、個別空調に対応した維持管理・行政指導によって、特定建築物をはじめとして建築物の室内空気環境の改善を図る。

建築物環境衛生管理における空気調和設備等の適切な運用管理手法の研究

成果1 **個別空調方式**に特化した空気環境管理手法の確立

成果2 **個別空調方式**の管理手法に基づいた行政指導等を行う際のマニュアル

研究C **個別空調**のための空気環境管理手法の検討・行政指導等のマニュアル案の作成

研究A 空気調和設備と管理状況に関する実態調査

- ① 空調設備の現状及び動向に関する調査(R2-)
- ② 建築物衛生法に基づく空調設備の類型化
- ③ 空調設備の種類に対応した管理の実態調査
- ④ 空調設備の種類に対応した行政指導の実態調査

研究B 空気環境不適率上昇に関する調査分析

- ① 個別空調等の空気環境の実態調査
- ② 個別空調等による空気環境の特性に関するシミュレーション
- ③ 個別空調等の普及と空気環境不適率への影響に関する分析

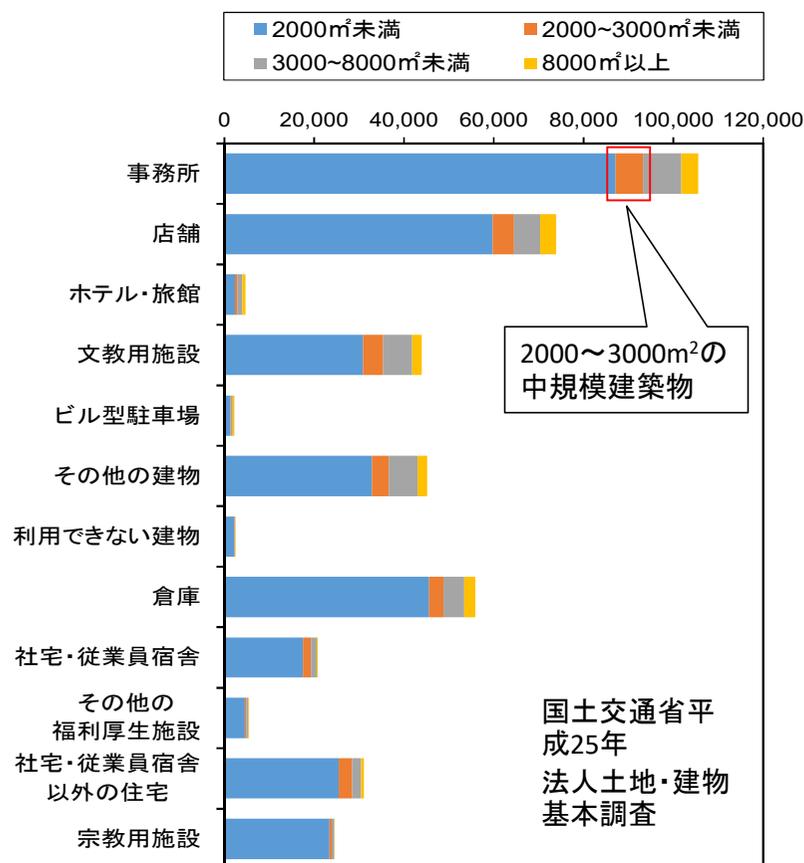
H29-R1「建築物衛生管理基準の検証に関する研究」, H29-R1「中規模建築物における衛生管理の実態と特定建築物の適用に関する研究」における、特定建築物等の空気環境調査の知見

1. 建築物衛生に関する研究

事務所建築の室内空気環境管理に関する調査(H29-R1)

特定建築物と中小規模建築物の空気環境の実態

「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

事務所の空気環境調査 (42件・夏期冬期)

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。

1. 建築物衛生に関する研究

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)

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	○

- 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

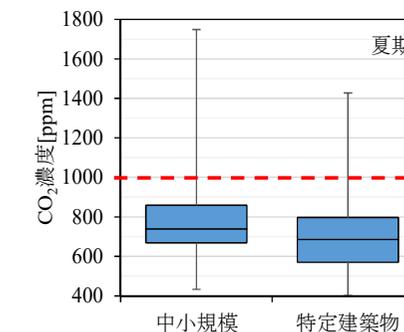
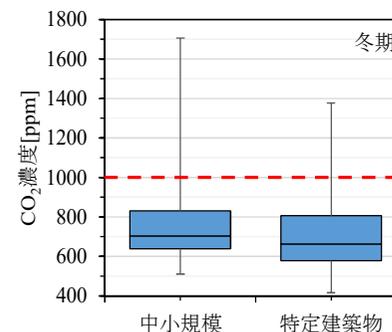
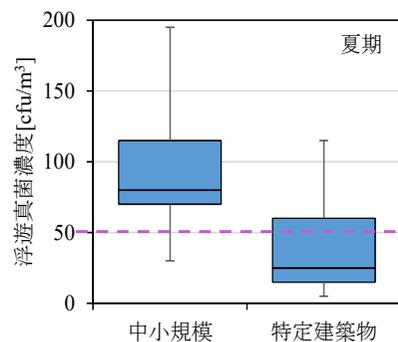
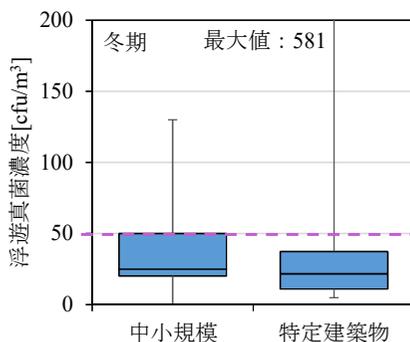
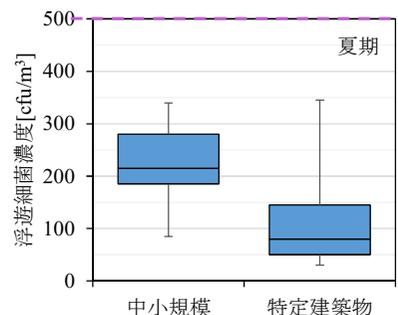
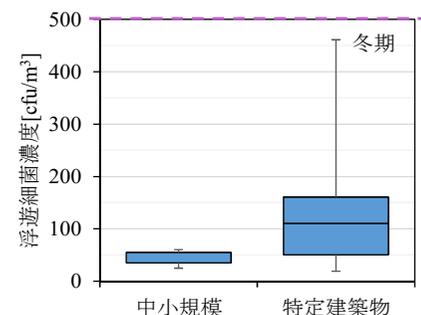
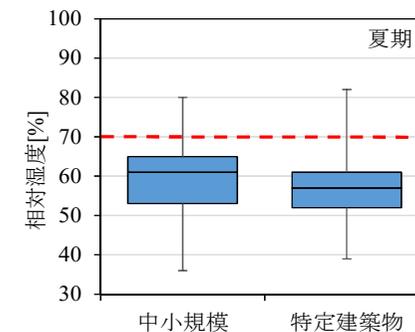
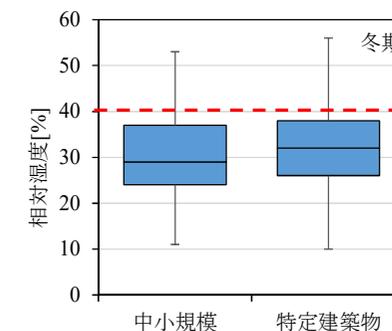
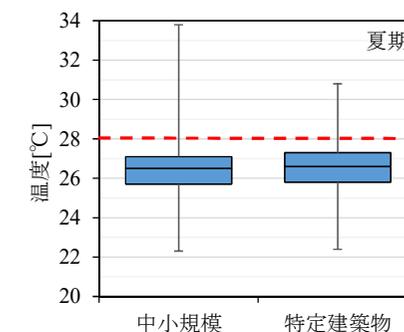
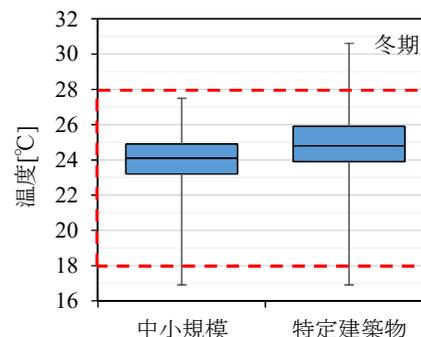
1. 建築物衛生に関する研究

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

1. 温度、相対湿度、CO₂濃度は、中小規模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大きい傾向がある。

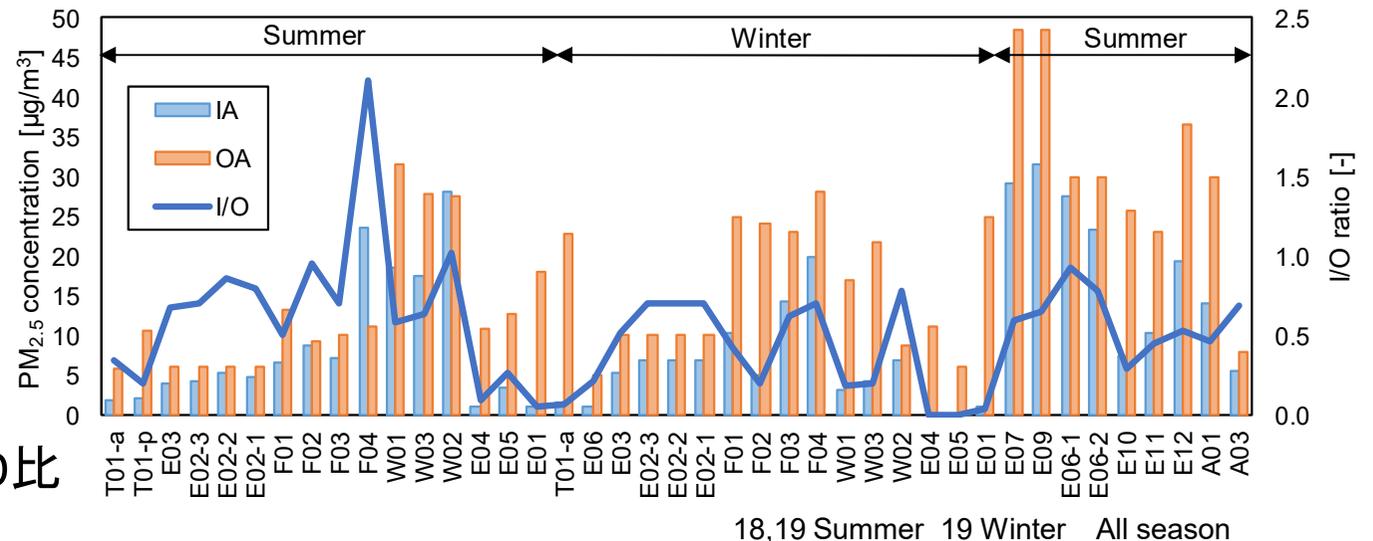
2. 粒子及び細菌真菌は、中小規模は特定建築物より高い傾向がある。エアフィルタの性能の差が挙げられる。

3. 真菌は、中小規模で夏期に日本建築学会AIJの事務所管理基準 (50CFU/m³) を超えている。



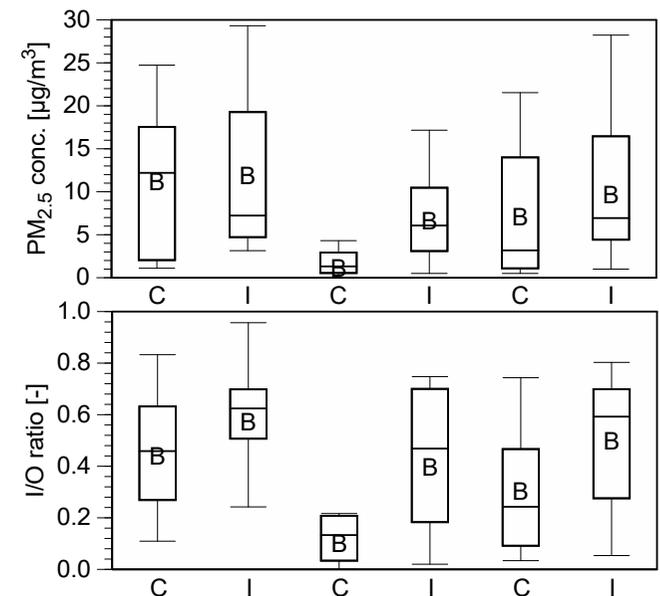
1. 建築物衛生に関する研究

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

- 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あったことが原因で、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

1. 建築物衛生に関する研究

Phase 1

- 全国ビルメンテナンス協会489社の建物
- 米国EPAと欧州のシックビルディング(SBS)調査票、厚生労働省ストレス調査票から調査票作成。
- ◆ **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オフィスの管理者、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。

厚労科研(H23-健危-一般-009)

- Phase 1 職場環境と健康に関するアンケート調査 (2012) (冬期と夏期の全国規模の断面調査)
- ↓
- Phase 2 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 (2013) (冬期と夏期の断面調査)

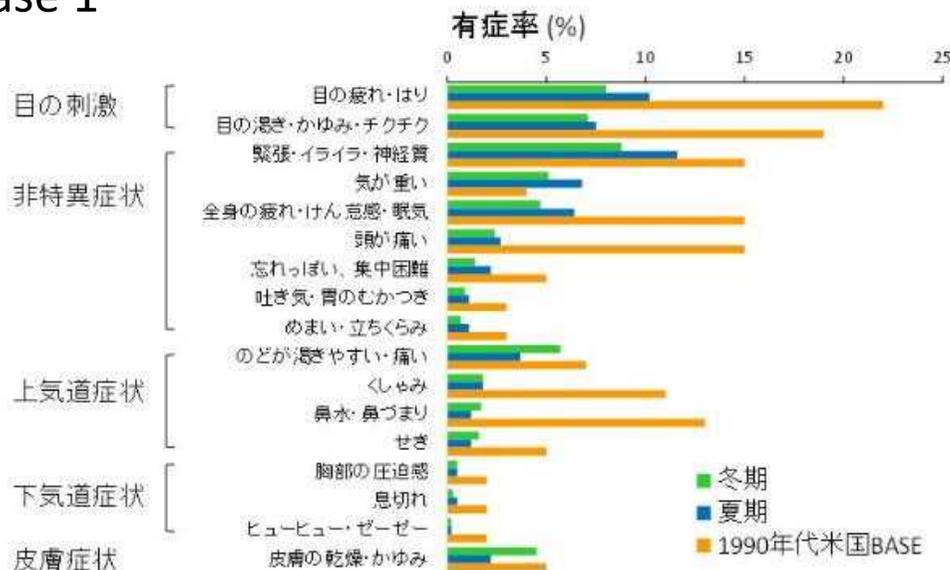
厚労科研(H26-健危-一般-007)

- Phase 3 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 (2014-2016) (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)

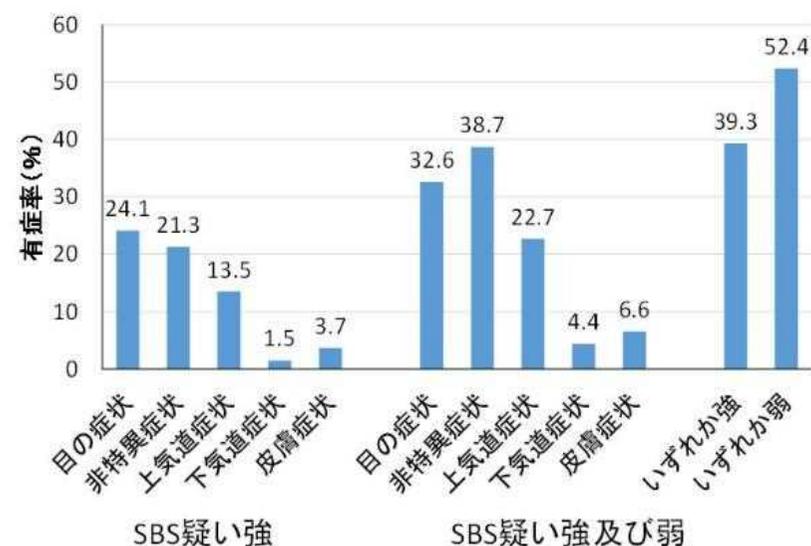
- Phase 4 建築物の規模別の実態調査 (2017-2019) ・建築物利用者の健康状態
・職場環境、室内空気質

Phase 1



Phase 3

2016年1月初め入力(1791件)までの暫定値



1. 建築物衛生に関する研究

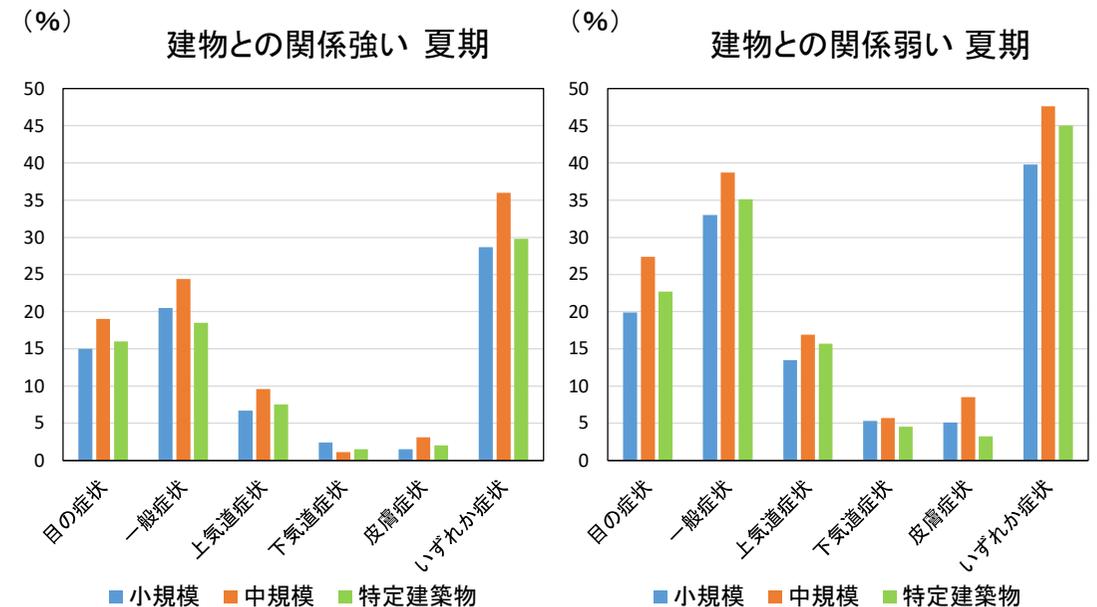
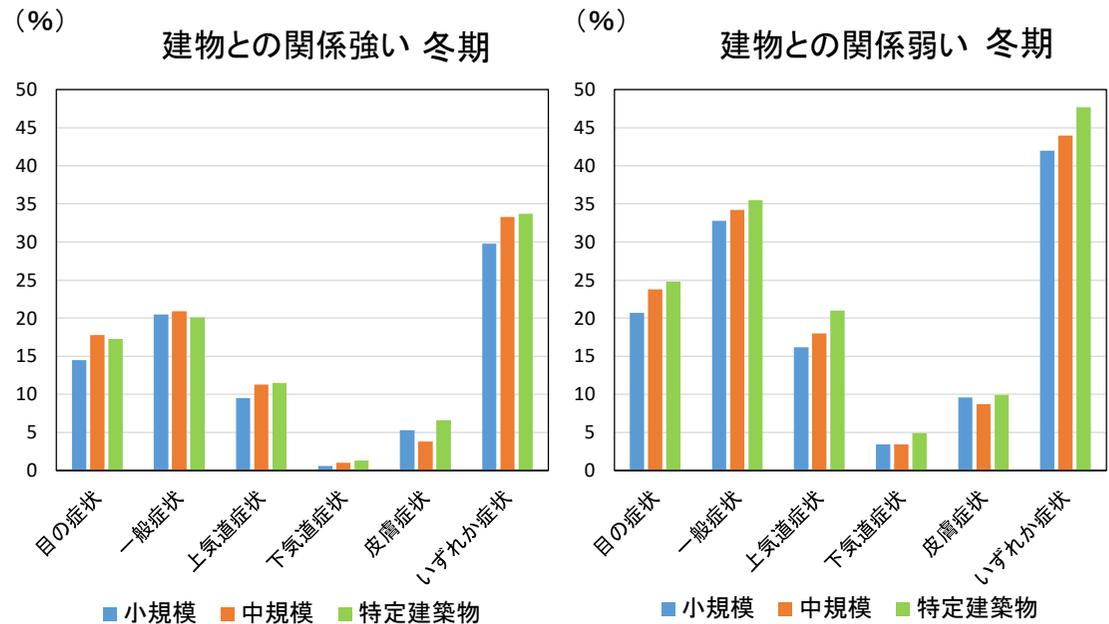
Phase 4

- 温度と湿度は、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)が有意に少ない。
- 建物との関係が強く疑われるビル関連症状は、概して小規模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。

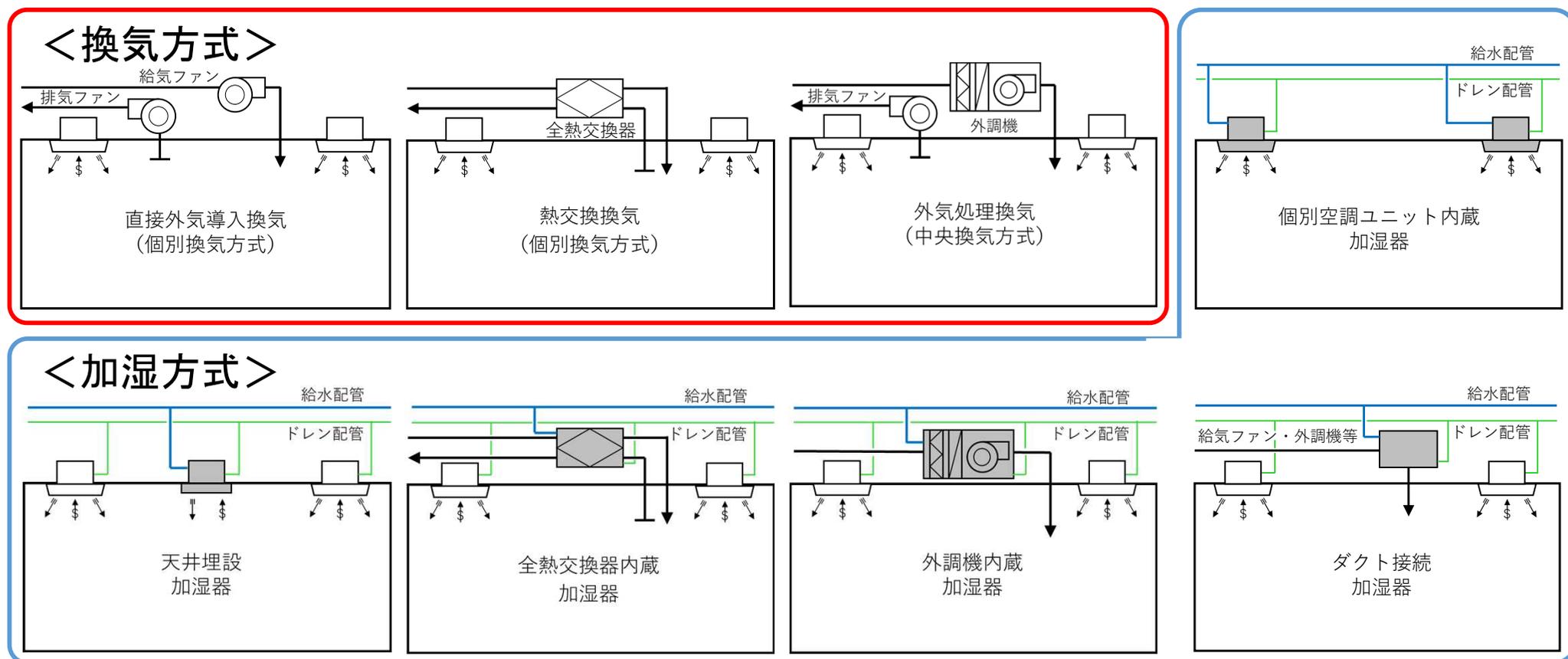
建物との関係強い: 毎週1~3日または毎日かほとんど／職場を離れると良くなる
 建物との関係弱いが疑い有り: 過去4週間で合計1~3日／職場を離れると良くなる



1. 建築物衛生に関する研究

個別空調の換気・加湿方式の類型化

- 個別空調方式の換気方式を3、加湿方式5に類型化を行った。
- 個別方式全体としての指導内容とあわせて、各方式に応じた管理上の注意点を示すのが望ましいと考えられる。



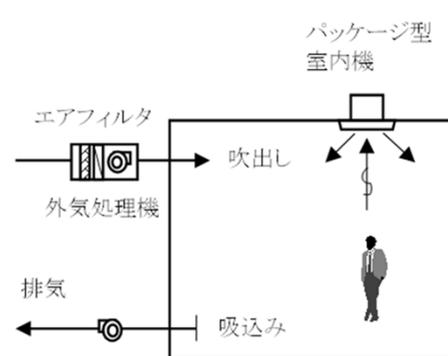
1. 建築物衛生に関する研究

個別空調の空気環境への影響調査

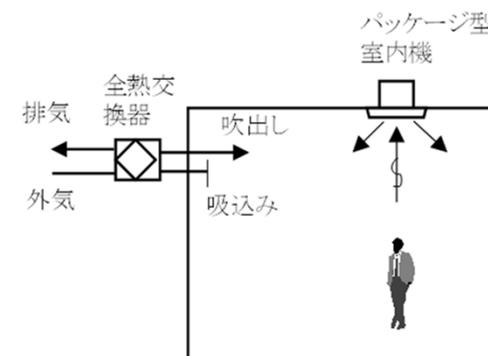
中央空調方式と個別空調方式の管理方式および管理実態の差に関する調査と、空気環境の違いに関する実測調査(空気環境の管理項目、浮遊真菌・細菌、PM2.5等)

2022年度の調査対象

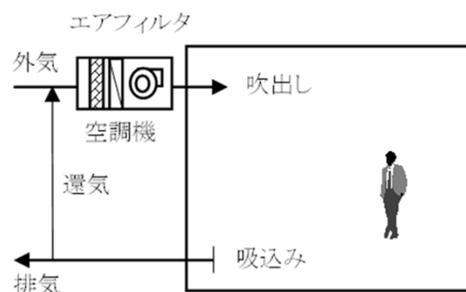
対象ビル	対象室	所在地	空調・換気方式	フィルタ性能	測定日
A	事務室	東京都港区	OAHU+PAC	中性能	2022年8月30日
B	事務室	東京都足立区	PAC+HEX	そ塵用	2022年8月31日
C	事務室	埼玉県さいたま市	AHU	中性能	2022年8月31日
D	事務室	北海道札幌市	PAC+換気扇	そ塵用	2022年9月2日
E	事務室	北海道札幌市	PAC+換気扇	そ塵用	2022年9月2日
F	事務室8F	秋田市	OAHU+PAC	中性能	2022年9月29日
	事務室4F		OAHU+PAC	中性能	
G	事務室2F	秋田市	PAC+HEX	そ塵用	2022年9月29日
	事務室5F		PAC+HEX	そ塵用	



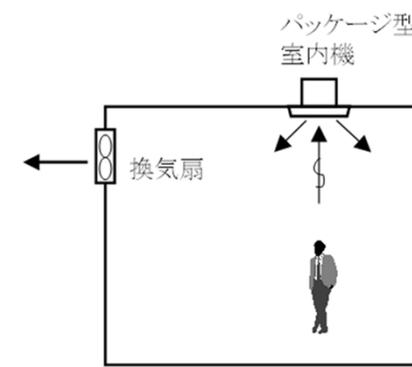
A, F, Gビルの空調・換気方式
(個別熱源・中央換気方式)



Bビルの空調・換気方式
(個別熱源・個別換気方式)



Cビルの空調・換気方式
(中央熱源・中央換気方式)

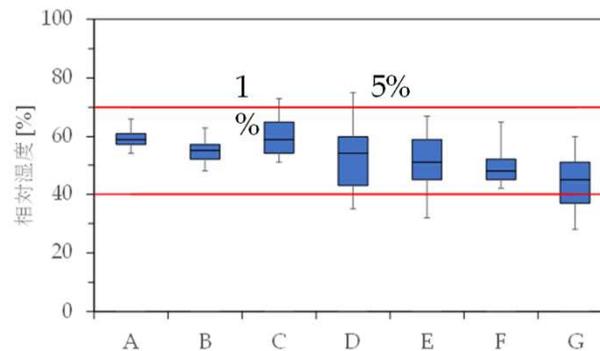
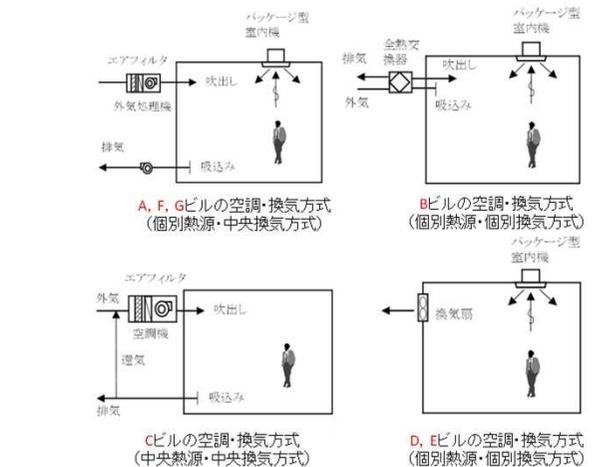
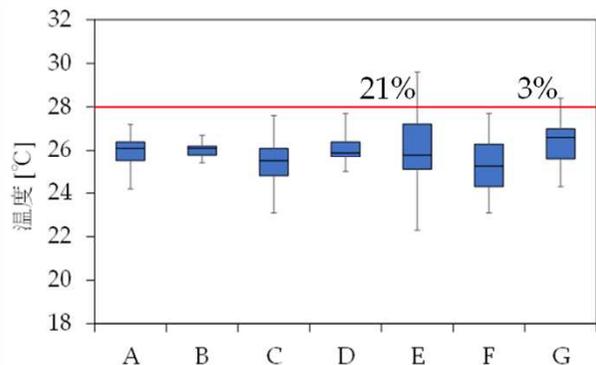
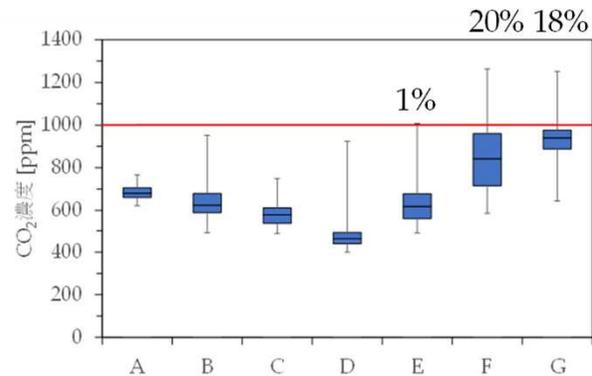


D, Eビルの空調・換気方式
(個別熱源・個別換気方式)

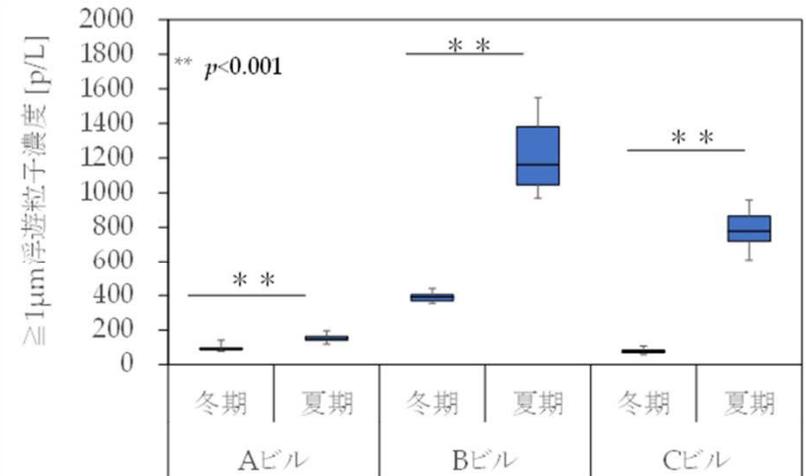
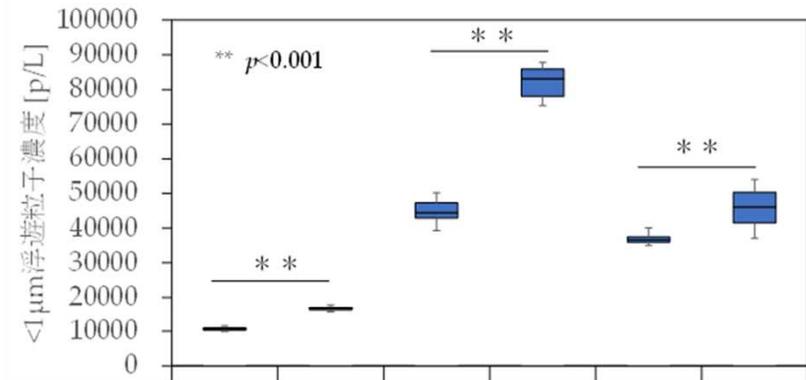
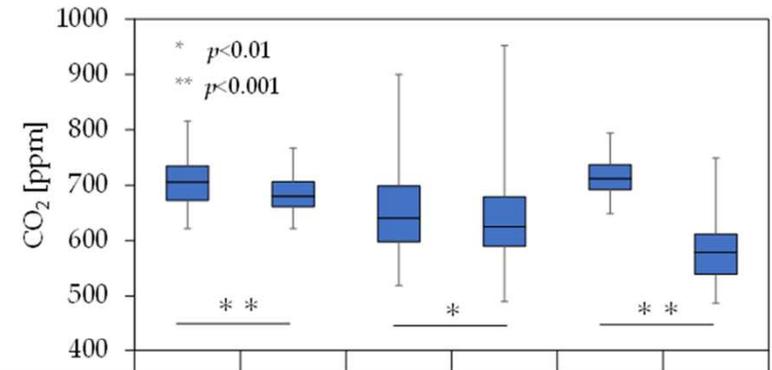
1. 建築物衛生に関する研究

個別空調の空気環境への影響調査

- 中央空調方式と個別空調方式の管理方式および管理実態の差、空気環境の違いに関する実測。
- 空調の類型化を踏まえた分析を実施中。



FビルはZEB ready(再生可能エネルギーを除き、基準一次エネルギー消費量から、50%以上の一次エネルギー消費量を削減した建築物)ビルである。



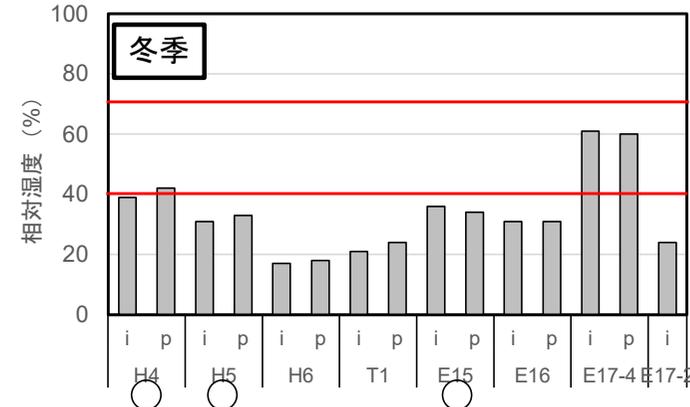
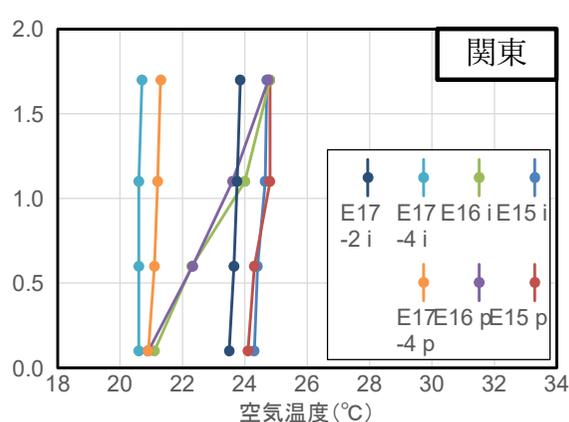
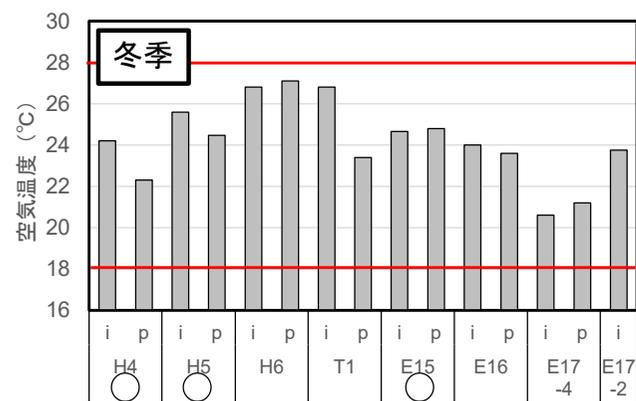
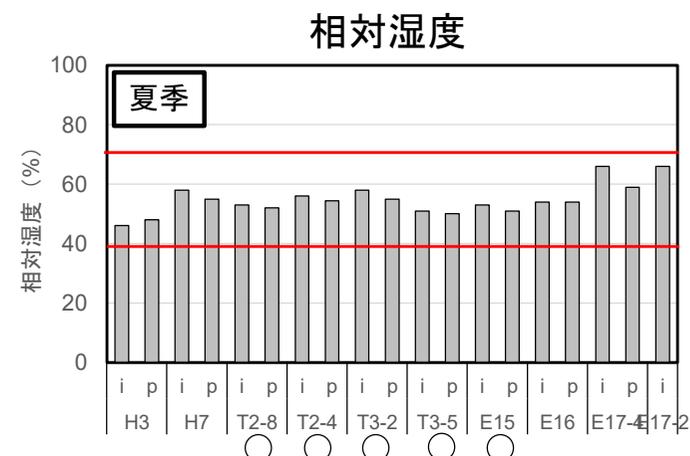
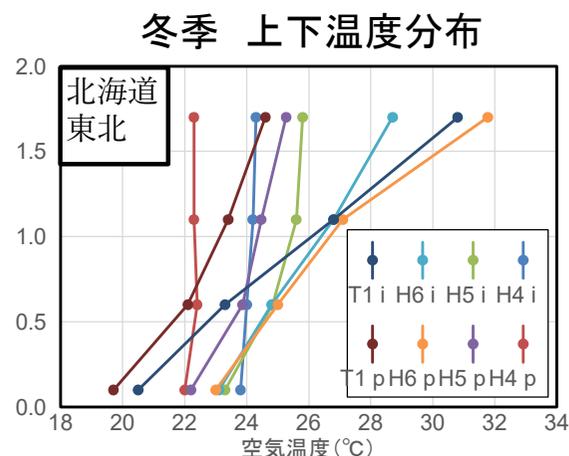
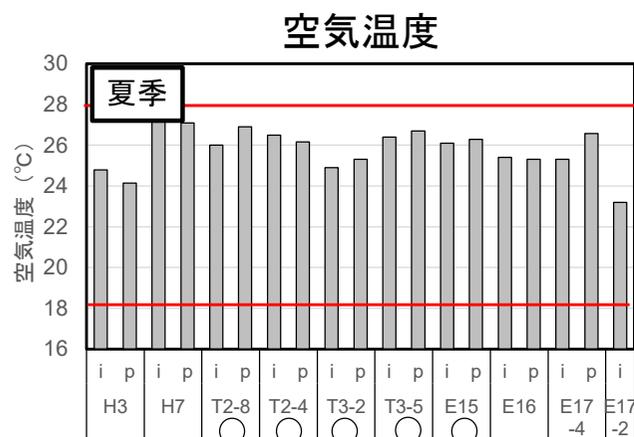
季節別比較

SPSS Ver 29, ノンパラメトリック
Mann-Whitney U検定

1. 建築物衛生に関する研究

個別空調の空気環境(熱)への影響分析

- 空気温度は管理基準値内だが、冬季には窓際(p)と室中央(i)の温度差が大きくなる。
- 冬季の寒冷地や関東でも断熱性の低い建物では上下温度分布が大きくなる。
- 冬季の湿度は大半が管理基準値を満たしておらず、依然として課題である。

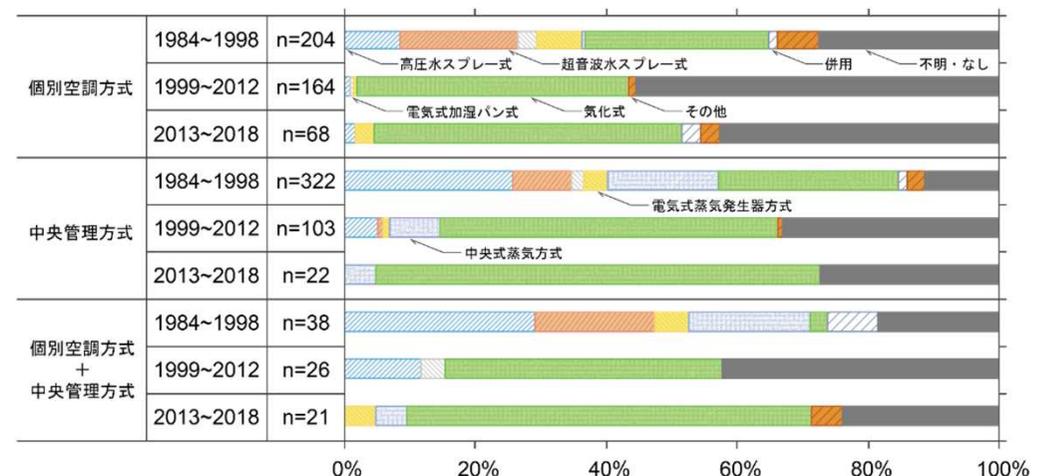
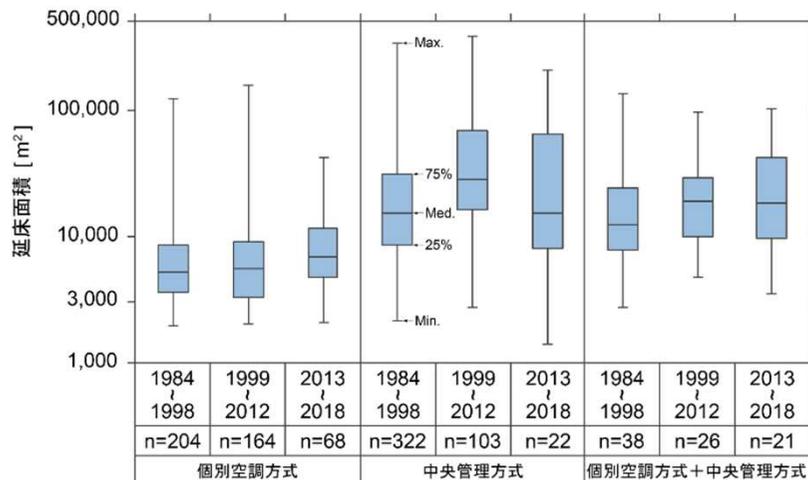
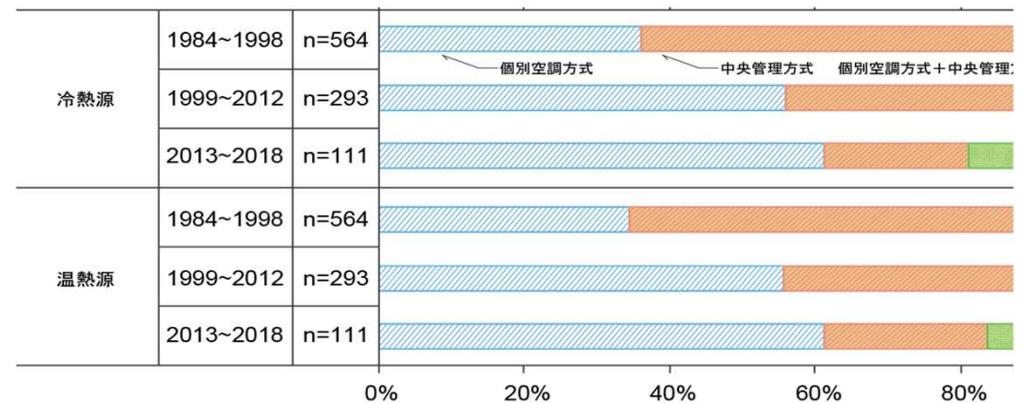
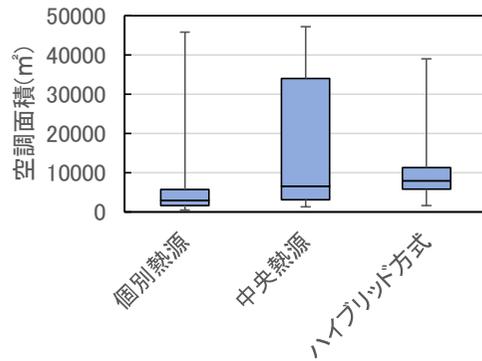
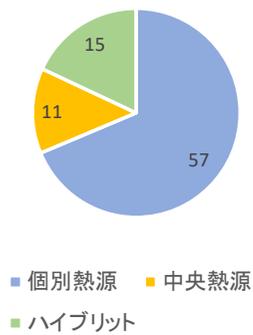


1. 建築物衛生に関する研究

空調方式・加湿器等の動向

建築設備情報年鑑・竣工設備データベース「ELPAC」(一般社団法人 建築設備技術者協会)

- 個別熱源は多くの建物で採用され、熱源機器としては、**空冷式パッケージエアコン及びルームエアコン**である。
- 個別熱源の空調面積の中央値は2986m²、**採用した建物の約86%が空調面積10,000m²以下**である。



延床面積

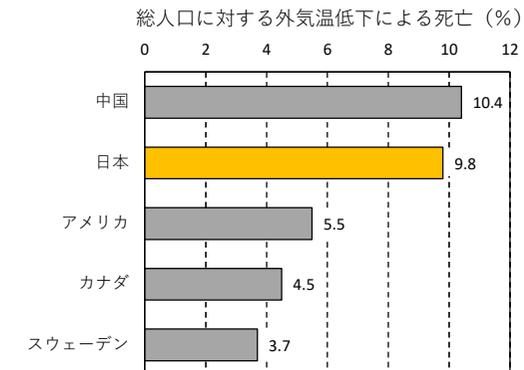
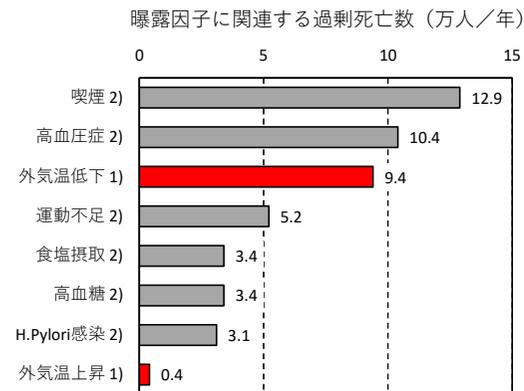
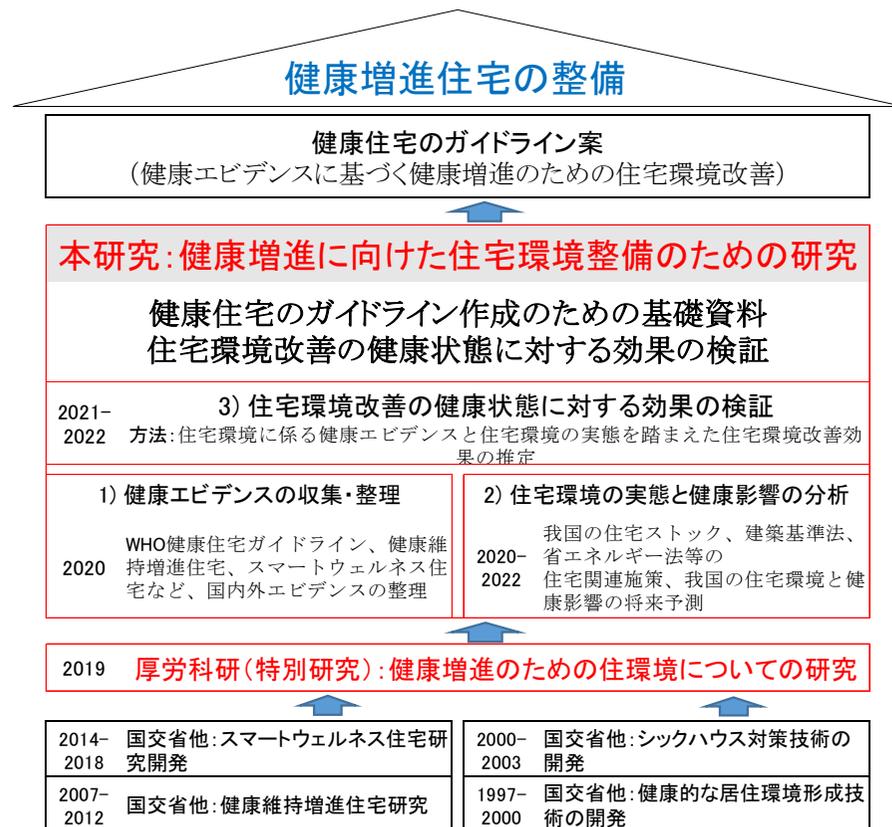
加湿器 (インテリアゾーン)

2. 健康増進のための住環境整備

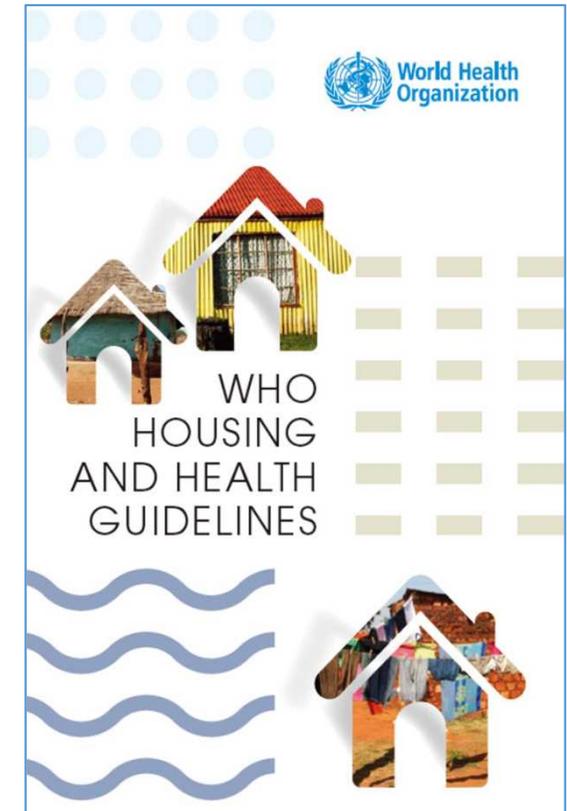
健康増進に向けた住宅環境整備のための研究 令和2年度~厚生労働科学研究

北海道大学 林基哉 森太郎 荒木敦子 秋田県立大学 長谷川兼一 慶應義塾大学 杉山大典 奈良県立医科大学 佐伯圭吾 近畿大学 東賢一 国土技術政策総合研究所 桑沢保夫 国立保健医療科学院 小林健一 阪東美智子 金勲 開原典子

- 1970年代以降、住宅性能（断熱気密性の向上、暖冷房換気設備の普及）の向上 ⇒ 新旧の住宅性能に大きな格差
- 住宅環境の多様性と健康リスク
- 空気環境 建材等の化学物質、真菌・ダニ、ダンプネス等によるシックハウス症候群・アレルギー疾患
- 温熱環境 高血圧症、脂質異常症、虚血性心疾患、脳血管性疾、ヒートショックのような状態像
- スマートウェルネス住宅 ⇒ 住宅性能と健康の関係



1) Gasparrini et al. Lancet 2015;386:369-75
2) Ikeda et al. PloS Med 2012;9:e1001160



世界保健機関ホームページより
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241550376>

2. 健康増進のための住環境整備

健康増進に向けた住宅環境整備のための研究 令和2年度~厚生労働科学研究

北海道大学 林基哉 森太郎 荒木敦子 秋田県立大学 長谷川兼一 慶應義塾大学 杉山大典 奈良県立医科大学 佐伯圭吾 近畿大学 東賢一 国土技術政策総合研究所 桑沢保夫 国立保健医療科学院 小林健一 阪東美智子 金勲 開原典子

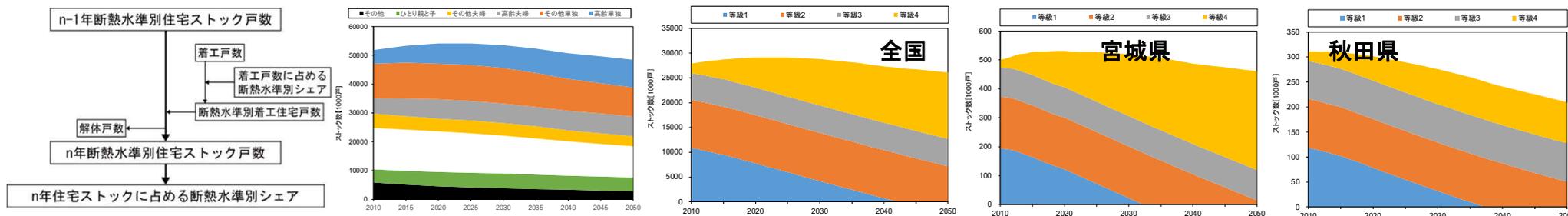
- 省エネルギー性能が高い住宅の普及 ➡ 室内(暖房)環境の改善 ➡ 健康維持増進
- 超高齢社会における、健康づくりのためには、特に冬期の室内環境の向上と、居住リテラシーの醸成が急務である。

断熱水準別ストックの将来推計(秋田県立大学 長谷川兼一教授)

- 都道府県別に家族類型別世帯数を2050年まで推計、解体率と世帯数から新築住宅数を決定
- 断熱水準は断熱等級1(無断熱), 断熱等級2(1980年基準), 断熱等級3(1992年基準), 断熱等級4(1999年基準以上)
- 新築住宅数に占める都道府県別の断熱水準の割合を設定
新築住宅の断熱水準別の着工戸数を積み上げるにより、断熱水準別住宅数を推計

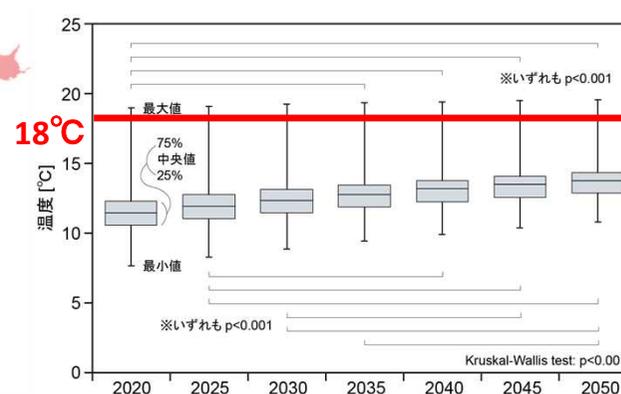
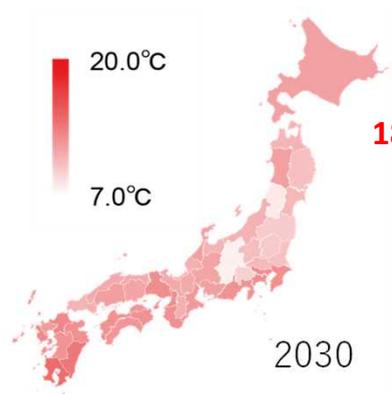
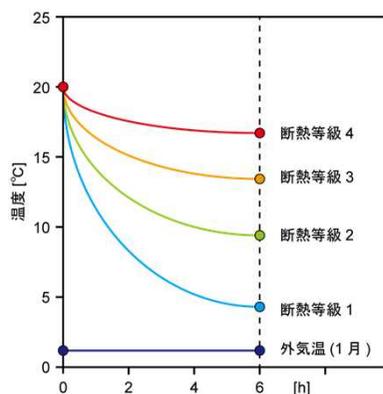


- [全国]
 - 住宅ストックのうち等級4は21%である。(2020年)
 - 等級4は、2030年に32%、2050年には半数となる。
- [地域差]
 - 住宅ストックのうち等級4は全国より少ない。(2020年)
 - 等級4は、2050年には大きな地域差が発生する可能性。



室内温熱環境(明け方の室温)の将来推計(秋田県立大学 長谷川兼一教授)

- 明け方の室温の低下に着目
2月0時に暖房停止、朝6時の室温
- 2030年時点の推定結果
外気温や断熱等級の分布による地域差
- 2050年までの推計
室温の有意な上昇に15年
施策(住宅性能改善・居住リテラシー啓発)による温熱環境の改善が望まれる。



2. 健康増進のための住環境整備

国立保健医療科学院 感染を抑制するための室内空気環境計画に関する研究

国立保健医療科学院 林基哉 阪東美智子 金勲 開原典子 小林健一 北大 羽山広文 菊田弘輝 宮城学院女子大 巖爽 本間義規 工学院大 柳宇 東工大 鍵直樹 神戸大 高田暁 アールト大 加用源空 他

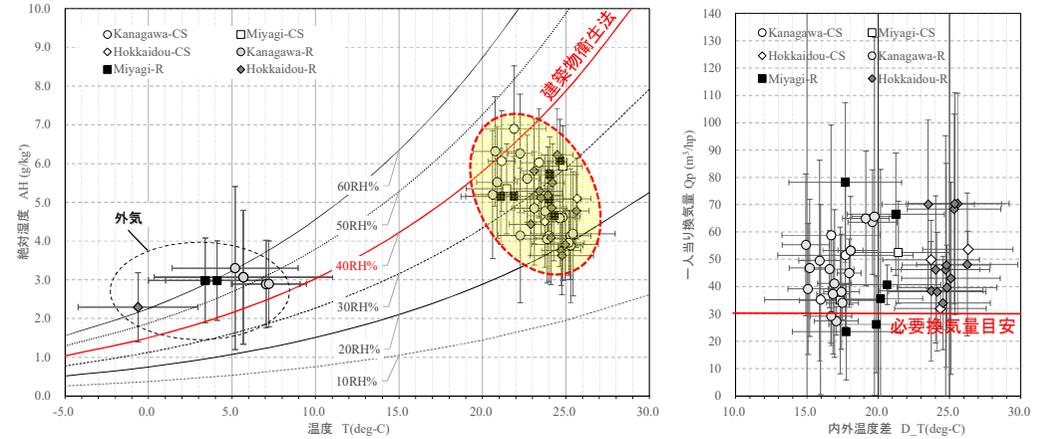
➤ 高齢者施設におけるインフルエンザ集団感染対策「湿度維持と換気」

- 湿度計・加湿器の利用、定期的な窓開け換気の励行
- ⇒ 加湿器の給水・清掃、加湿器によるレジオネラ症、エネルギー消費等

➤ 室内温湿度環境の実態

- ポータブル加湿器を多用するが、湿度40%以下
- 換気量は必要換気量目安(30m³/h人)より大きく、湿度低下の主要因
- 換気量が多くなる理由:

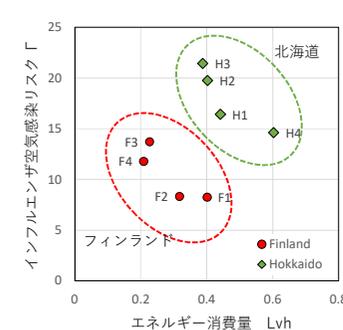
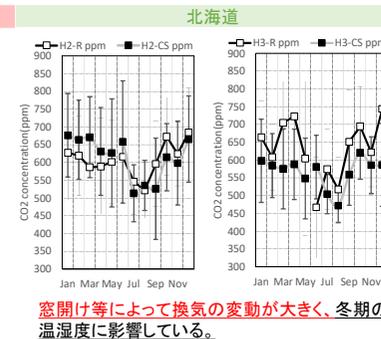
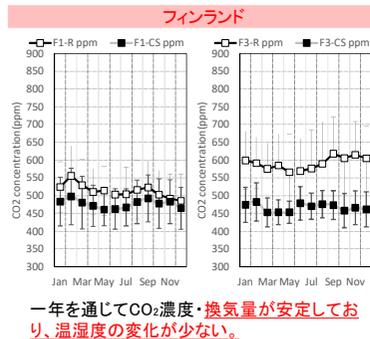
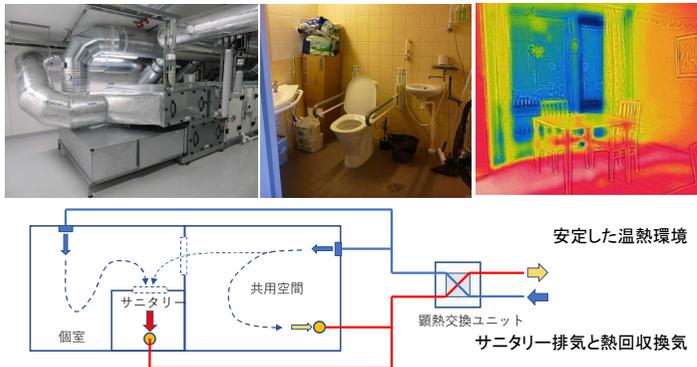
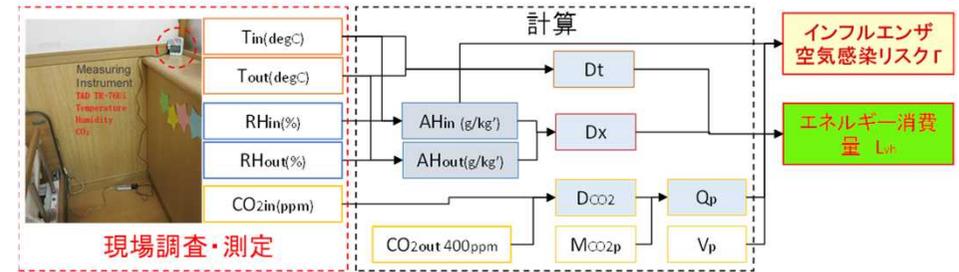
- ①排処理時の臭気対策の窓開け
- ②感染症対策の窓開け



国内の高齢者施設の冬期室内空気環境(温度、湿度、一人当たり換気量)

[国内・フィンランドの高齢者施設調査]

- 国内: 断熱性能が低く温熱環境が不安定。冬期に加湿するが湿度が低い。臭気と乾燥の課題があり、集団感染が発生している。
- フィンランド: 加湿しないが安定した換気によって臭気及び感染リスクを抑え、熱回収換気によって省エネルギーとなっている。
- ⇒ 感染対策と省エネルギーが両立している可能性がある。



4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

新型コロナウイルス感染症に対する建築環境衛生の対応

2019.11.22 中国武漢市「原因不明のウイルス性肺炎」確認

2020.02.03 横浜港寄港のクルーズ船内の感染確認

2020.02.25 「新型コロナウイルス感染症対策本部」開設 クラスター対策班設置

2020.03.01 「新型コロナウイルスの集団感染を防ぐために」

2020.03.11 WHO：パンデミックを表明

2020.03.30 「商業施設等における『換気の悪い密閉空間』を改善するための換気について」

2020.03.31 「新型コロナウイルス感染症の大規模な感染拡大防止に向けた職場における対応について」

2020.04.02 「特定建築物における空気調和設備等の再点検について」

2020.04.03 「『換気の悪い密閉空間』を改善するための換気の方法」商業施設管理権限者向け

2020.05.04 「新型コロナウイルスを想定した『新しい生活様式』」

2020.05.26 「令和2年度の熱中症予防行動について（周知依頼）」

2020.06.17 「熱中症予防に留意した『換気の悪い密閉空間』を改善するための換気について」

2020.11.27 「冬場における『換気の悪い密閉空間』を改善するための換気の方法」

2021.04.07 「新型コロナウイルス感染症の治療を行う場合の換気設備について」

2022.07.14 「感染拡大防止のための効果的な換気について」 新型コロナウイルス感染症対策分科会

令和2年度厚生労働科学研究
「新興・再興感染症のリスク評価と危機管理機能の実装のための研究」

●室内環境中の感染抑制に関するガイドライン

●室内環境中のエアロゾルの感染性状
温湿度とウイルス生存時間（BSL3）

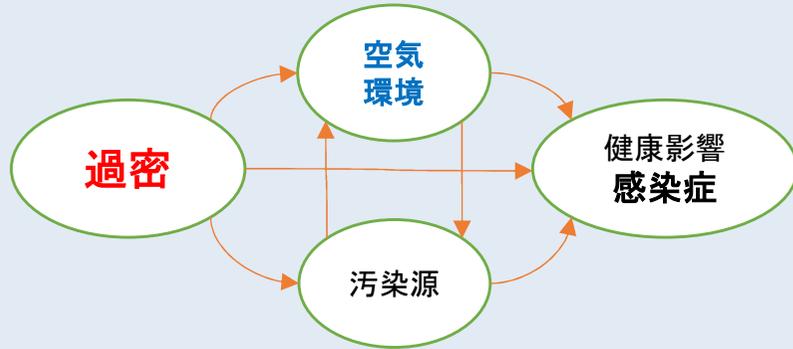
●クラスター発生空間の調査

対象：展示等の会場、
音楽・接待を伴う飲食店、
事務所、病院、高齢者施設等
調査：クラスター感染の状況、
建築設備、運転・維持管理の状況
測定：換気量、給排気風量、気流、
エアロゾル等の挙動

4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

建築物衛生法と感染症対策

過密を避ける ⇒ 建築(住居)衛生の基本



●居住面積水準（住生活基本計画）

●建築物衛生法の衛生管理基準

① 過密と空気環境（二酸化炭素濃度等）の関係

② 相対湿度下限値の検討（インフルエンザウイルス）

✓ DIN 1946 35%

✓ ビルディングの環境衛生基準の提案値 55% 「咽頭粘膜の乾燥防止」

✓ 建築物衛生法・建築物環境衛生管理基準 40%

●公害審議会 1965年6月30日

①環境衛生に係る公害に関する重要事項

②水道・清掃施設・下水道の終末処理場

③その他環境衛生に係る生活環境に関する重要事項

●生活環境部会 1966年8月13日

中間答申 **多人数利用建築物の衛生水準の設定, 健康的な居住水準の設定**を公害審議会に提出

✓ 冷房により消化器系疾患の罹患率が上昇

✓ 冬期暖房中に二酸化炭素濃度が0.3~0.4%まで上昇

●「ビルディングの環境衛生基準に関する研究」小林 1966年3月

✓ 基準値の概念としては、理想値、目標値、推奨値、許容最低限度といった各段階がある。

●建築物衛生法(建築物における衛生的環境の確保に関する法律)

(昭和45年4月14日法律第二十号)

特定建築物の所有者、占有者その他で当該特定建築物の維持管理について権原を有するものは、政令で定める基準に従って当該特定建築物の維持管理をしなければならない。

●建築物環境衛生管理基準(空気環境)

	(令和4年3月31日まで)	(令和4年4月1日以降)
ア 浮遊粉じんの量	0.15 mg/m ³ 以下	
イ 一酸化炭素の含有率	100万分の10以下 (=10 ppm以下) ※特例として外気がすでに10ppm以上ある場合には20ppm以下	100万分の6以下 (=6 ppm以下) ※特例に関する規定は廃止。
ウ 二酸化炭素の含有率	100万分の1000以下 (=1000 ppm以下)	
エ 温度	17°C以上28°C以下 居室における温度を外気の温度より低くする場合は、その差を著しくしないこと。	18°C以上28°C以下
オ 相対湿度	40%以上70%以下	
カ 気流	0.5 m/秒以下	
キ ホルムアルデヒドの量	0.1 mg/m ³ 以下 (=0.08 ppm以下)	

4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

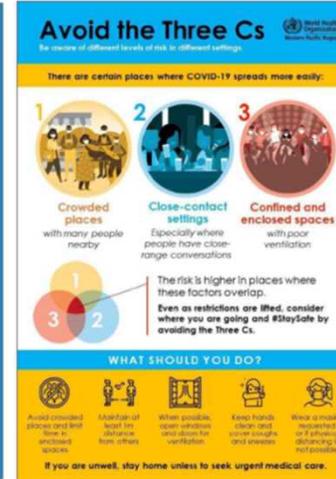
COVID-19 の換気対策の経緯

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）に対する換気等の対策

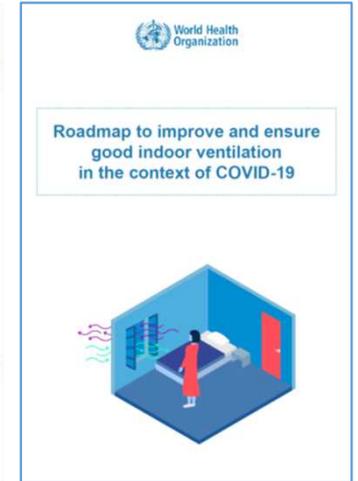
2019. 11. 22	中国武漢市「原因不明のウイルス性肺炎」確認
2020. 02. 03	横浜港寄港のクルーズ船内の感染確認
2020. 02. 25	「新型コロナウイルス感染症対策本部」開設 クラスタ対策班設置
2020. 03. 01	「新型コロナウイルスの集団感染を防ぐために」
2020. 03. 30	「商業施設等における『換気の悪い密閉空間』を改善するための換気について」
2020. 06. 17	「熱中症予防に留意した『換気の悪い密閉空間』を改善するための換気について」
2020. 11. 27	「冬場における『換気の悪い密閉空間』を改善するための換気の方法」
2021. 04. 07	新型コロナウイルス感染症の治療を行う場合の換気設備
2022. 07. 14	「感染拡大防止のための効果的な換気について」新型コロナウイルス感染症対策分科会



首相官邸ホームページより
<https://www.kantei.go.jp/jp/content/000061868.pdf>

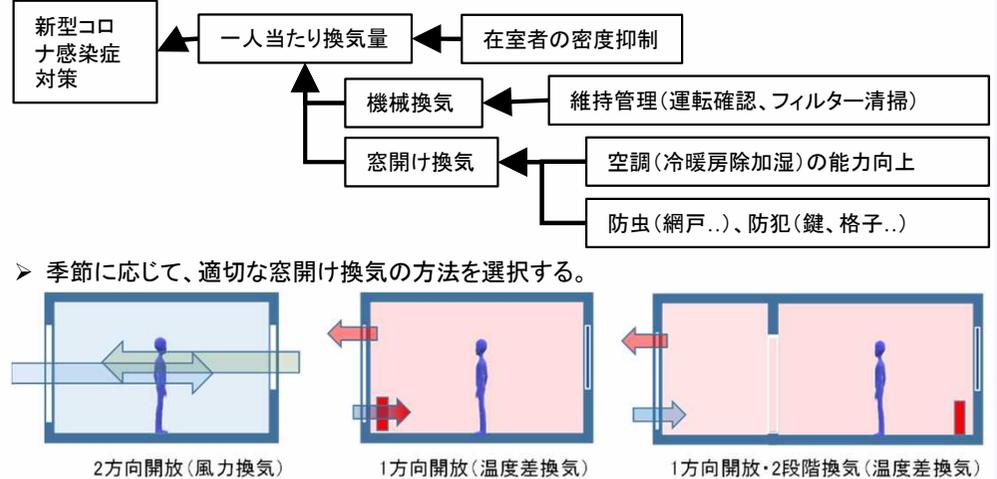


<https://www.who.int/brunei/news/infographics---english>



<https://www.who.int/publications/i/item/9789240021280>

2020.5.20「新型コロナウイルス感染症予防のための夏期における室内環境対策」 建築衛生分野の研究者からの報告



Measures against COVID-19 concerning Summer Indoor Environment in Japan, Motoya Hayashi et al. Japan Architectural Review, Volume 3, Issue 4 22 August 2020

～ 商業施設等の管理者の皆さまへ～

「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法

新型コロナウイルス感染症予防のための夏期における室内環境対策に関する法律（令和2年3月9日附第191号）では、商業施設等の管理者が遵守すべき事項が定められています。新型コロナウイルス感染症の予防対策として、換気の悪い密閉空間を改善するための換気の方法を以下に示します。

専門委員会からの見解（抄）

クラスター（集団）感染発生リスクの高い状況の回避

- 換気を行うとき、換気の悪い密閉空間（以下、「換気の悪い密閉空間」と略す）を改善するための換気を実施する。定期的に外気を取り入れ換気を実施する。
- 人の密度を下げる。人を密集させない環境を整備。会場に入る定員をいつもより少し少なくし、入場時に換気扇を回して空気を浄化する。
- 近距離での会話や発声、発声、を避ける。大きな発声させない環境づくり（声援などは控える）と、共有物の適正な管理又は消毒の徹底等。

推奨される換気の方法

どら管理法（建築物における換気設備の維持に関する法律）における空気環境の測定に関する基準に適合しては、必要換気量（一人あたり毎時30m³）を満たすことにより、「換気の悪い密閉空間」には対応できません。そのため、以下のいずれかの換気方法を実施することをお勧めします。

なお、「換気の悪い密閉空間」はリスク要因の一つに過ぎず、一人あたりの必要換気量を満たすだけで、感染を確実に予防できるということまで文脈で明らかでない限りは、換気量を増やして対応することが必要です。

① 機械換気（空調設備、機械換気設備）による方法

- どら管理法における特定建築物に該当する商業施設等については、どら管理法に基き空気環境の測定に関する基準に適合してはならない場合、満たされていない場合、換気設備の点検、整備等の維持管理を適切に行うこと。
- 特定建築物に該当しない商業施設等においても、どら管理法の考え方に基づき必要換気量（一人あたり毎時30m³）が確保されていることを確認すること。必要換気量を満たす場合は、一部換気量の不足を補うことにより、一人あたりの必要換気量を確保することを目指す。

厚生労働省ホームページより
<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000640913.pdf>

～ 換気機能のない冷暖房設備を使っている商業施設等の皆さまへ～

熱中症予防に留意した「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法

換気機能のない冷暖房設備（簡易式エアコン）が設置されている商業施設等の場合、外気量が少ないとき、必要換気量を満たすための換気（30分ごとに1回、数分程度を繰り返す）を行うこと、さらに室温を必要換気量より相対湿度および相対湿度の基準（28℃以下・70%以下）を維持できない場合があります。

新型コロナウイルス感染症の予防対策の一つとして「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気と、熱中症予防を両立するため、以下の点に留意してください。

窓を開けて換気する場合の留意点

- 居室の温度および相対湿度を28℃以下および70%以下に維持できる範囲内で、2方向の窓を開け、連続的に室内に空気を流通させること。
 - この際、簡易式エアコンの温度を下げ、天井や壁の高い位置にある窓を開けて換気すること。
 - 1方向しか窓がない場合は、下を閉じ、天井や壁の高い位置にある窓を開けて換気すること。
- 居室の温度および相対湿度を28℃以下および70%以下に維持しようとする、窓を十分に開けられない場合は、窓からの換気と併せて、可動式の空気清浄機を使用すること。

空気清浄機を利用する場合の留意点

- 空気清浄機は、HEPAフィルターによるろ過で、かつ、風量が5m³/min程度以上のものを使用すること。
- 人の居場所から10m²(6畳)程度の範囲内に空気清浄機を設置すること。
- 空気のよみを発生させないように、外気を取り入れる風向と空気清浄機の風向を一致させること。

熱中症の予防のためには、こまめな水分補給や経路管理などにも留意が必要です。

厚生労働省ホームページより
<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000618969.pdf>

～ 商業施設等の管理者の皆さまへ～

冬場における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法

外気量が少ないとき、「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気と、室温の低下による凍結防止を両立するため、以下の点に留意してください。

「換気の悪い密閉空間」はリスク要因の一つに過ぎず、一人あたりの必要換気量を満たすだけで、感染を確実に予防できるわけではありません。必要換気量を増やして対応することが必要です。

推奨される換気の方法

① 窓の開放による方法

換気機能を持つ冷暖房設備や機械換気設備が設置されていない、または換気量が十分でない商業施設等は、以下に留意して、窓を開けて換気してください。

- 冷暖房設備本体の室内空気取り入れ口が、換気扇やフィルターがない場合、室内の空気を確保するだけで、外気の取り入れは十分にできていない。
- 居室の温度および相対湿度を18℃以上かつ40%以上に維持できる範囲内で、2方向の窓を開け、連続的に室内に空気を流通させること。
 - この際、簡易式エアコンの温度を下げ、天井や壁の高い位置にある窓を開けて換気すること。
 - 1方向しか窓がない場合は、下を閉じ、天井や壁の高い位置にある窓を開けて換気すること。
- 居室の温度および相対湿度を18℃以上かつ40%以上に維持しようとする、窓を十分に開けられない場合は、窓からの換気と併せて、可動式の空気清浄機を使用すること。

窓を開け換気による室温変化を抑えるポイント

- 1方向の窓を少しだけ開けて段階換気を行うが、室温変化を抑えられず、室温が低下する場合は、部屋の温度と相対湿度を必要換気量より高めに設定して対応してください。
- 人がいない部屋の窓を開け、扉を閉じて、少し経った状態の新鮮な空気を人がいる部屋に取り入れること（二段階換気）に有効です。
- 開けている窓の近く（暖房器具を設置する）と、室温の低下を防ぐことができますが、換気量を増やさないでください。火災の予防に注意してください。

厚生労働省ホームページより
<https://www.mhlw.go.jp/content/000698868.pdf>

4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

感染拡大防止のための効果的な換気について 令和4年7月14日（火）新型コロナウイルス感染症対策分科会より

①エアロゾル感染＋②飛沫感染(*)の対策が必要

(内閣官房コロナHP) <https://corona.go.jp/proposal/#kanki>

① エアロゾル感染の対策 → エアロゾル粒径と感染の関係が明らかになっていないため、A+Bの対策が望ましい。

A 大きい粒径が到達する風下での感染の対策

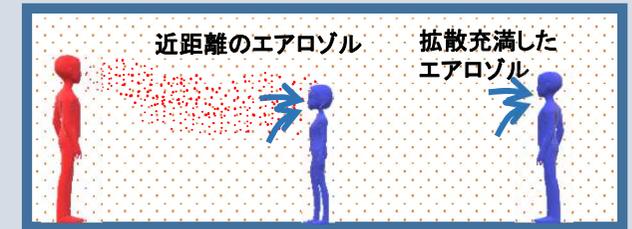
人の距離を確保、横方向の一定 airflow を防止(扇風機首振り・エアコンスイングなど)

B 小さい粒径が浮遊する空間内での感染の対策

必要な換気量(1人当たり30m³/h以上、CO₂濃度1000ppm以下)を確保

② 飛沫感染(*)の対策 (※)飛沫感染:ウイルスを含む飛沫が口、鼻、目などの露出した粘膜に付着することにより感染すること。

マスクの装着、飛沫放出が多い場合には直接飛沫防止境界(パーティションなど)を設置

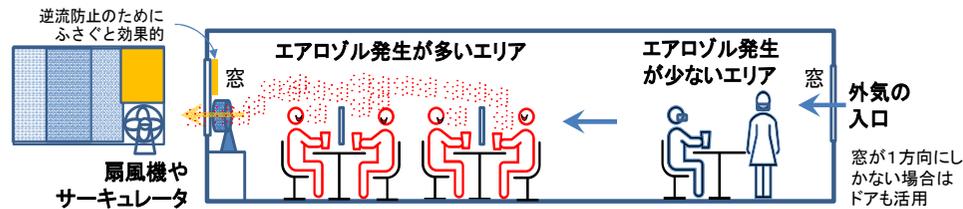


室内環境中の飛沫の挙動と伝搬の可能性

エアロゾル感染を防ぐ空気の流れ

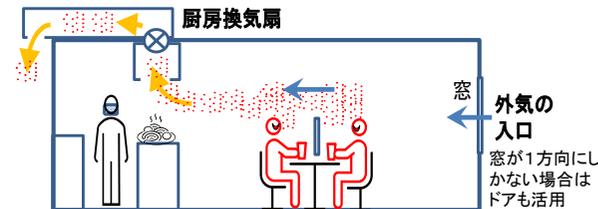
窓が2方向にある場合

エアロゾル発生が多いエリアから扇風機、サーキュレータで排気し、反対側から外気を取り入れる。



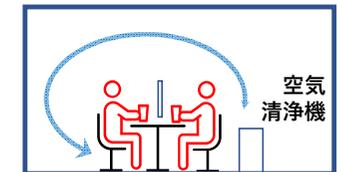
換気扇がある場合

換気扇で排気し、反対側から外気を取り入れる。



換気扇・窓がない場合

空気清浄機でエアロゾルを捕集。[HEPAフィルターが推奨される。]



対策の要点

① 空間のエアロゾル除去(換気)性能の確保

- ・換気量(CO₂濃度)基準を満たすことは、多くの建物の換気設備で可能。
- ・換気設備の性能が不十分な場合は、窓開け換気を実施。

② エアロゾルの発生が多い行為等への対応

- ・エアロゾル発生が多い行為(口腔ケア、激しい運動)が想定される場合には、A 風下での感染+B 空間内に拡散することによる感染の双方を十分に配慮。

③ 換気量増加(窓開け換気)の副作用への配慮

- ・冬期には寒さ(ヒートショック等)、夏期には暑さ(熱中症等)と湿気(結露による真菌細菌等)に配慮。
- ・夏期には、温度計を設置し室温をモニターしながら冷房と換気を同時に行い、熱中症とならないよう工夫。
- ・窓開けが難しい場合には、CO₂濃度を確認した上で、必要に応じて人の密度を抑制(人距離確保と感染者が存在する確率を抑制)、空気清浄機を利用。

4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

感染拡大防止のための効果的な換気について 令和4年7月14日（火）新型コロナウイルス感染症対策分科会 [林修正20220723]

換気を阻害しないパーティションの配置について

- 空気の入口（給気口）と出口（排気口）を確認
- 空気の流れを阻害しないようにパーティションを配置

【高いパーティションを用いる場合の留意点】

（天井からのカーテン、目を覆う程度の高さより高いパーティションなど）

- ① 高いパーティションは、空気の流れに対して平行に配置する。
- ② 高いパーティションと壁で囲まれた空間ではCO₂濃度を測定し、濃度が高い場合には空気清浄機やファン（扇風機、サーキュレータ、エアコンの送風）を用いて換気を改善する。
- ③ ファンを用いる場合には、風下での感染対策のために首振りやスイングを用いる。
- ④ 高いパーティションの隙間には気流が集中するため、その風下には席を配置しない。

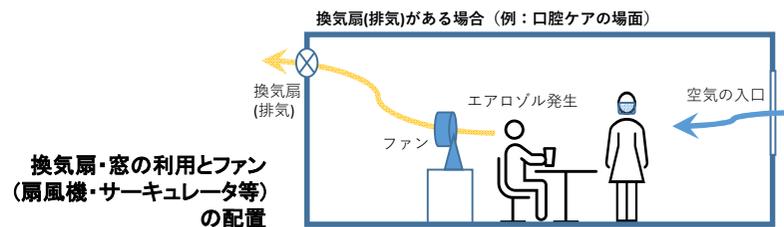
【低いパーティションを用いる場合の留意点】

（目を覆う程度の高さのパーティション）

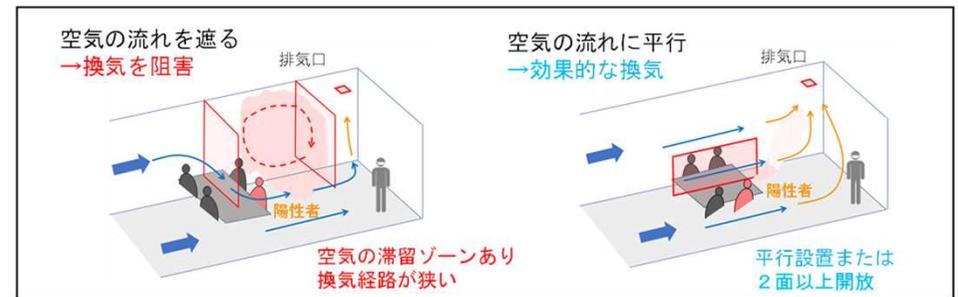
- ① 横の人との距離を1m程度以上確保できる場合は、空気によどみを作らないように、3方向を塞がないように配置する。

施設の特성에応じた留意点（高齢者施設等）より

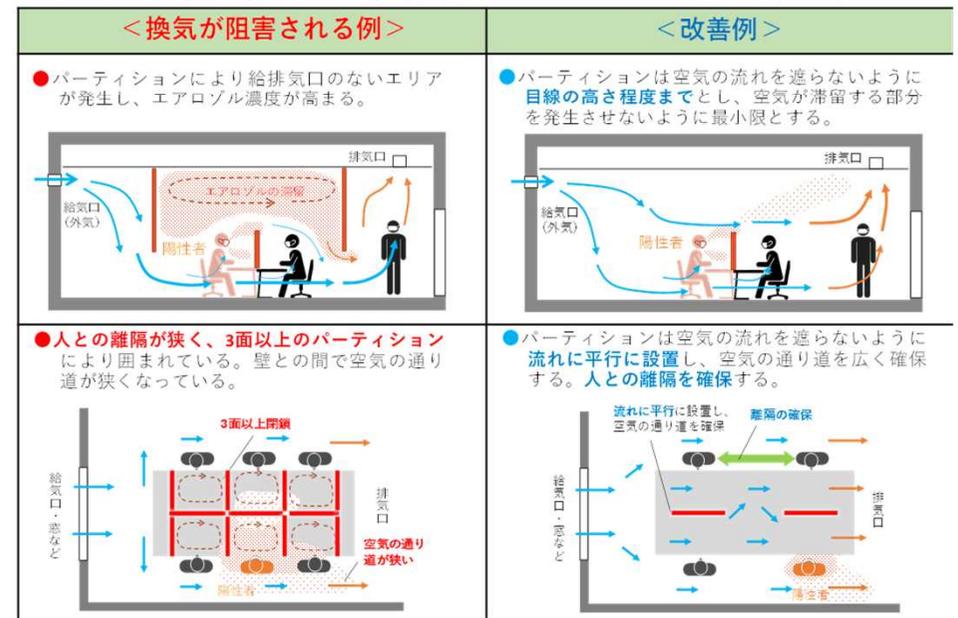
- 望ましい空気の流れは、“エアロゾルを発生させる人⇒ファン（サーキュレータ・扇風機）⇒排気口（換気扇（排気）・窓＋ファン）”。ファンはエアロゾルを発生させる人の風下側に設置し、その間には立ち入らないこと。（介護の場合は、介護者（マスク着用）⇒被介護者⇒扇風機⇒排気口[排気扇や窓]）
- 空気がスムーズに流れるように、ファンの強さや位置を調整。（空気が流れる方向を、スモークテスター、線香、ティッシュや糸などを利用して確認。）



●パーティションの配置や形状により、換気が感染対策に有効に働かない場合があります。



●以下のような場合もパーティションによる換気阻害の恐れがあります。マスクや離隔距離の確保に加え、パーティション設置も工夫しましょう。やむを得ず、高いパーティションと壁で囲まれてしまう場合は、二酸化炭素濃度測定・空気清浄機の使用・ファンによる換気の改善等が必要です。



※上記図表の作成に当たっては、山本佳嗣東京工芸大学准教授、尾方壮行東京都立大学都市環境学部建築学科助教にご協力いただいた。

4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

建築物の感染症リスク管理のための調査研究

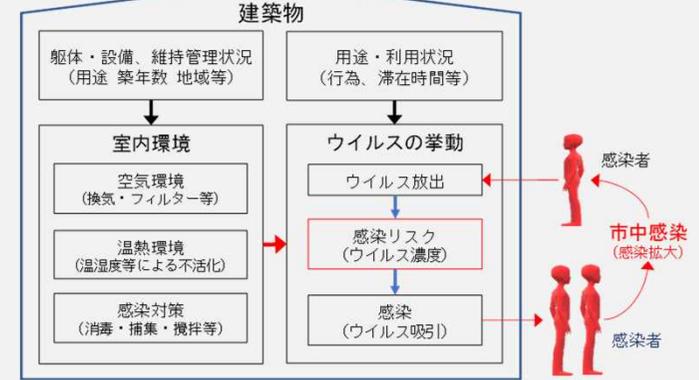
「新興・再興感染症のリスク評価と危機管理機能の実装のための研究」など

環境中の感染機序の解明

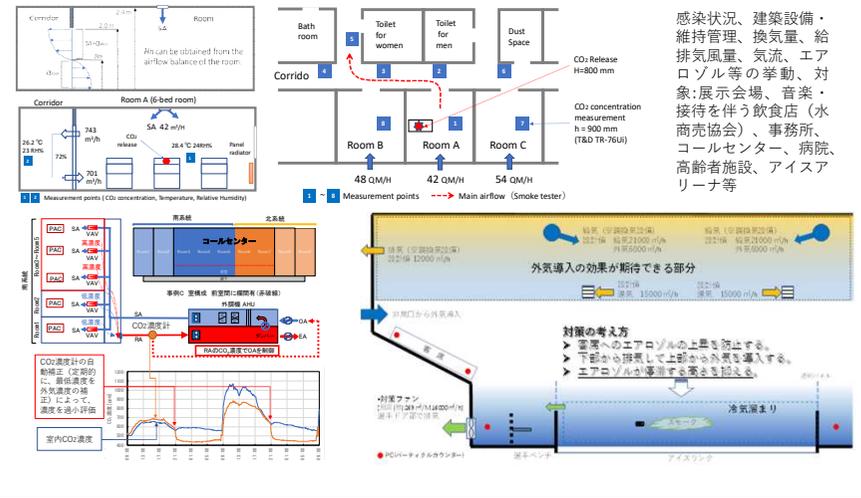
1. ウイルスの感染性・医療効果 (医学研究)
2. 室内環境の影響・感染対策の効果 (工学研究)
 - ① 建築用途 (行為・時間・密度等)
 - ② 空調換気設備、開口部 (換気量、フィルター性能)
 - ③ 室内空気環境 (温度、相対湿度、CO₂濃度等)
 - ④ 感染対策 (マスク、空気清浄機、攪拌、仕切板等)
3. ウイルス感染性と対策効果・被害規模 (学際研究)

リスク管理

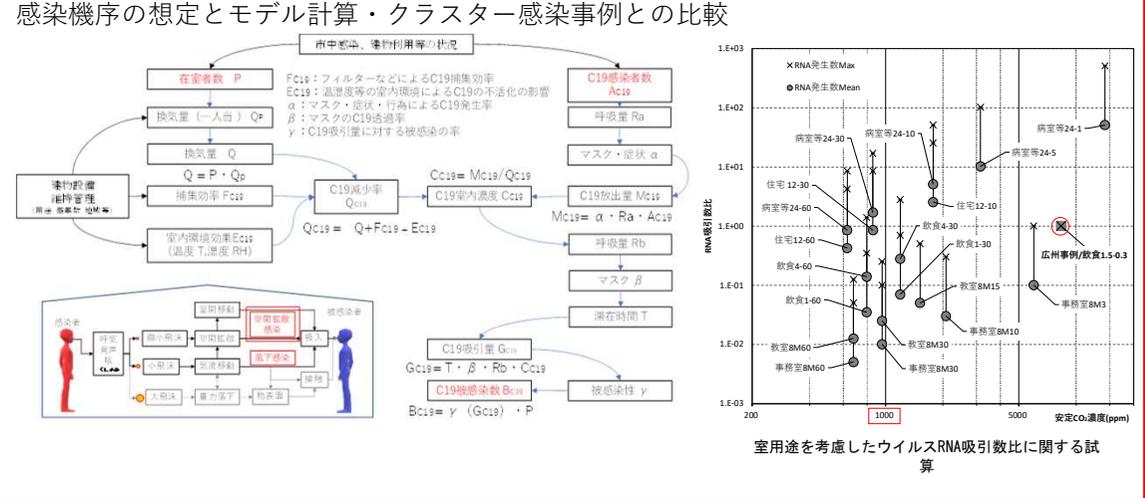
- 建築・設備の設計基準
建築用途毎の空調換気設計
- 建築・設備の維持管理
建築用途に対応した維持管理
建築物衛生法等による監視制度
- パンデミック時の応急対策
危機管理手法・体制整備



クラスター感染発生空間の空調換気調査



環境中の感染機序・対策効果に関するシミュレーション



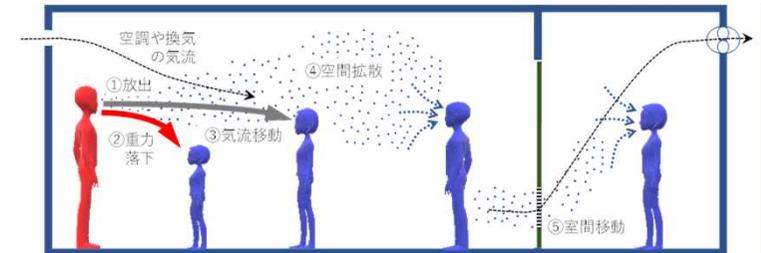
4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

クラスター発生空間の換気調査と対策

➤ 換気対策の基本

換気量確保(空間拡散感染対策) + 気流の制御(風下感染対策)

- 機械換気: 一人当たり $30\text{m}^3/\text{h}$ (建築物衛生法: 空気環境基準レベル)
- 換気量増加: 季節に応じた窓開け、扇風機等による換気促進
- 淀み解消、空気清浄機の利用



室内環境中の飛沫の挙動と伝搬の可能性

➤ クラスター発生時の空調換気性状の調査

- ① 空調換気方式・運転状況(図面: 外気導入経路と外気量設計値、目視: スモークテスター)
- ② 空調換気風量(風速計・風量計)、室間差圧(差圧計)
- ③ CO_2 濃度(室内各所; 一人当たり換気量、給排気口: 空気循環の確認)
- ④ エアロゾルの流出・移動(トレーサー)

➤ 対応策の検討

- ① 空調換気性状に関する原因調査(空調換気設備の点検)
- ② 改善提案(利用制限・応急対応・改修など)
- ③ 病院における検討例
 - 病棟の簡易陰圧化法(病室給気の停止等)
 - 処置室等における窓開け換気の方法
 - 空気清浄機の効率的導入の方法



風量計



風速計



スモークテスター

4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

事例_コールセンター（新しい省エネビルにおける換気不良）

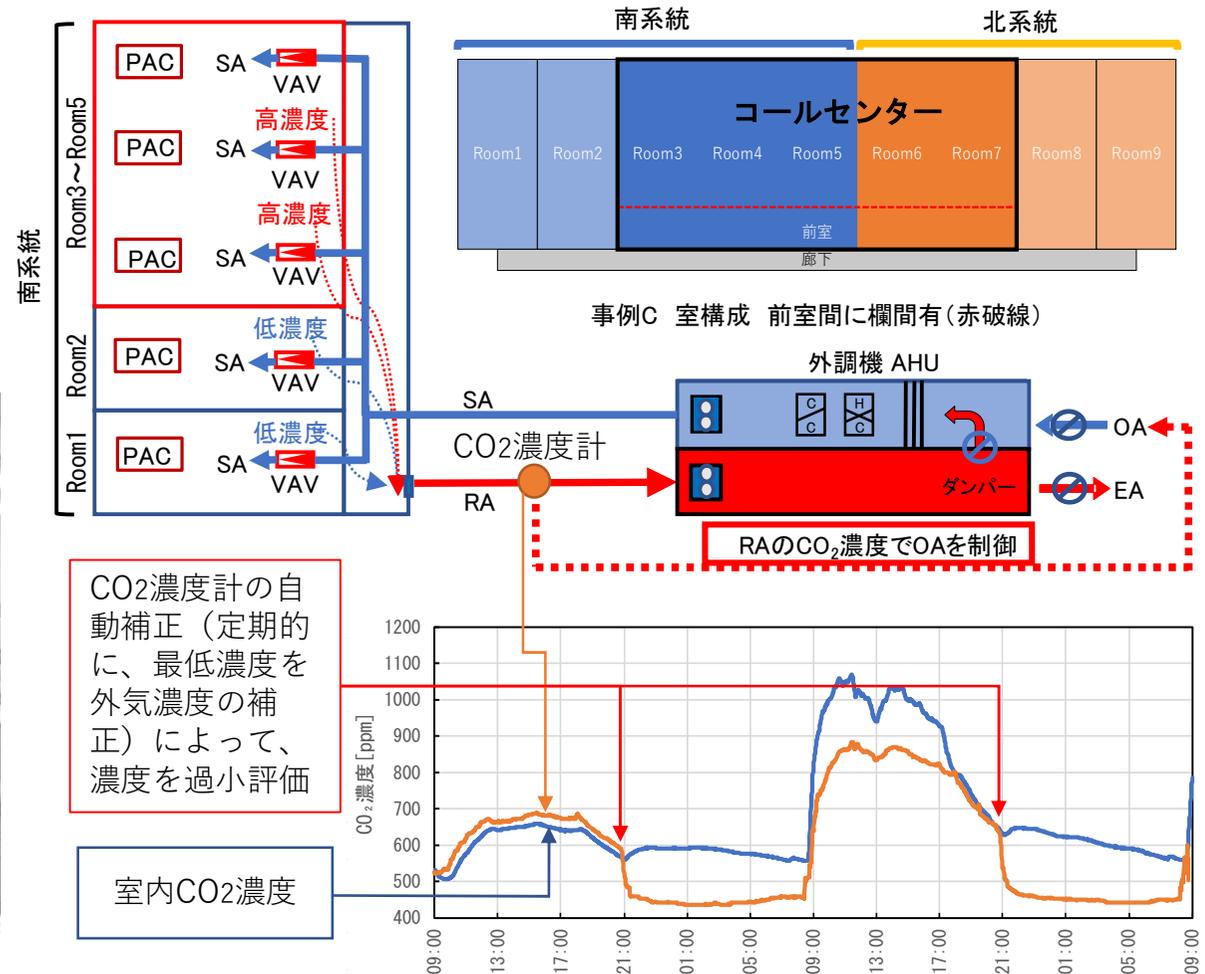
高い累積罹患率を認めた札幌市内コールセンターでの新型コロナウイルス感染症アウトブレイク(2021年5月)－健康管理, 感染管理, 換気を確認する重要性について (IASR Vol. 42 p206-207: 2021年9月号)

CO₂濃度制御による換気量抑制による換気不良による空間拡散感染

- 在室者はマスクを装着し、飛沫防止パーティションが各デスクの3方向に設置。
- CO₂制御(還気800ppm)で外気量が制御されたが、室内CO₂濃度は1000ppmを超えた。
- 不在室の還気混合とCO₂濃度計の自動補正による濃度の過小評価によって換気量が抑制された。



一般のコールセンターの状況



4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

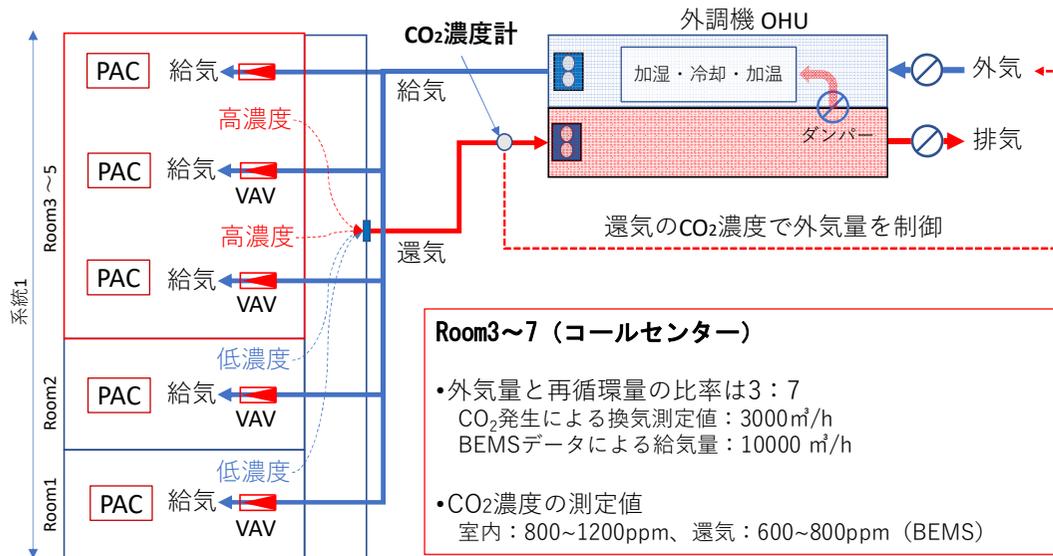
クラスター感染事例_コールセンター A

➤ クラスター感染時の空調換気性状

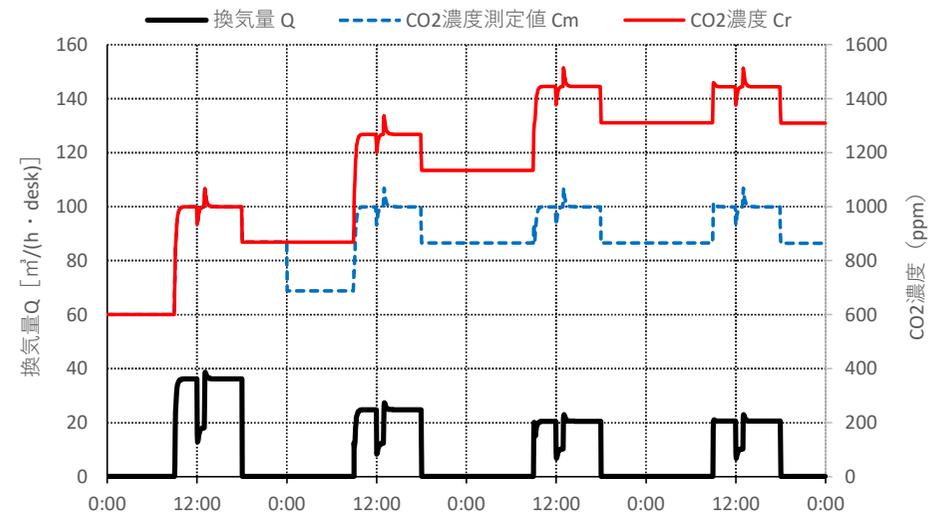
- 高層建物の1フロアで、コールセンターが運営された。
- 2系統のAHUのVAV(Room毎)制御と外気量のCO₂制御(還気800ppm)が、中央管理で9~19時に稼働された。
- 天井吹出口から給気され、天井チャンバー経由で集中排気され、還気RAの一部は再循環された。

➤ エアロゾル感染の分析と対策

- CO₂濃度による換気制御が十分機能していなかった可能性があり、Room間の温熱負荷の差、PACの運転状況によって、一部のRoom(空間)の換気量がより少なかった可能性があった。
- CO₂濃度制御の解除、ドアの開放、空気清浄機・サーキュレーターの利用を検討。



空調換気設備の概要と換気量の測定結果



CO₂濃度誤補正による換気不良の試算

4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

事例_コールセンター（新しい省エネビルにおける換気不良）

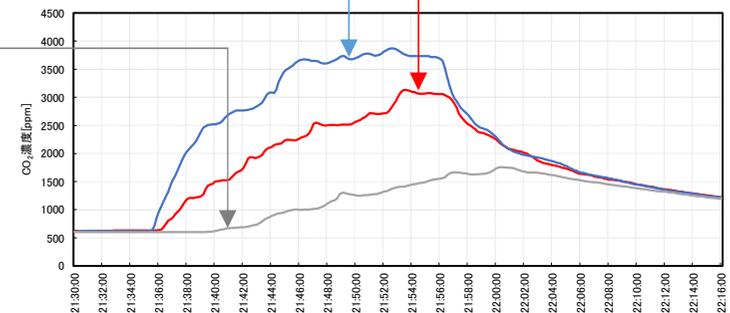
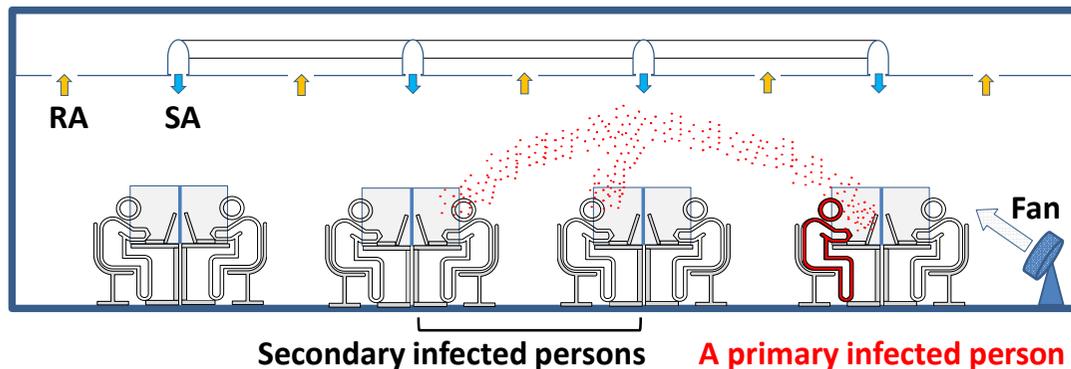
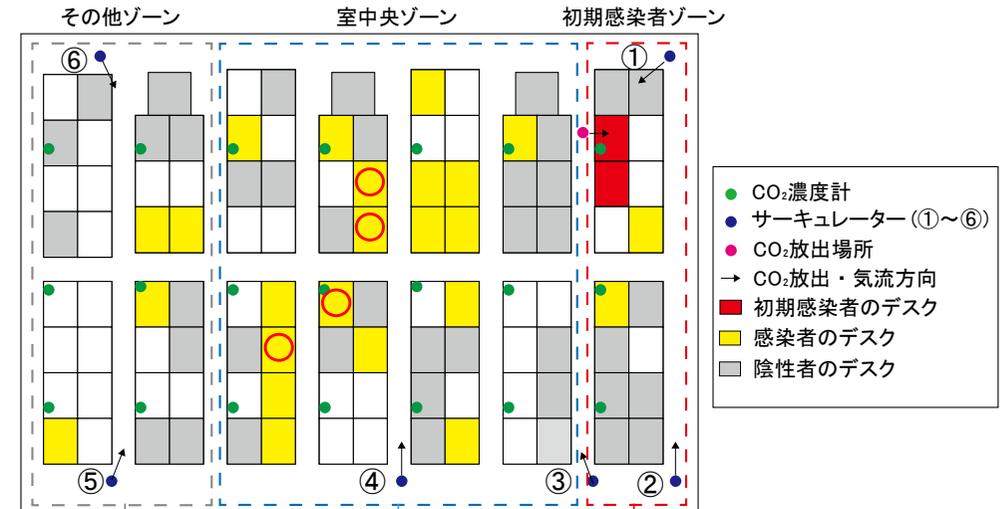
高い累積罹患率を認めた札幌市内コールセンターでの新型コロナウイルス感染症アウトブレイク(2021年5月)－健康管理, 感染管理, 換気を確認する重要性について (IASR Vol. 42 p206-207: 2021年9月号)

CO₂濃度制御による換気量抑制の中、サーキュレータ①の気流の風下感染の可能性

- 初期の感染者の風上に設置されたサーキュレータの気流方向で、2次の感染者(○)が発生した。
- 2次感染者を中心に、感染者が室全体に分布した。

[対策]

- ① CO₂濃度制御の修正による換気量の確保
- ② サーキュレータの停止、空気清浄機の利用
(デスクの近くに設置されたサーキュレータで首振り機能を用いると、気流による不快が発生した。)



4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

事例_病院 (調査対象12件、クラスター発生7件)

- 病院のクラスター感染に対する疫学調査
- エアロゾル感染の検証のための空調換気性状調査

- ① クラスター発生時の空調換気運転・維持管理状況の聞き取り
- ② 換気量・差圧等の測定、エアロゾル流出の再現実験
トレーサー(CO₂・エアロゾル)を病室で発生
- ① 病室等のCO₂濃度の連続測定



➤ エアロゾル感染対策 + エアロゾル感染に関する研究

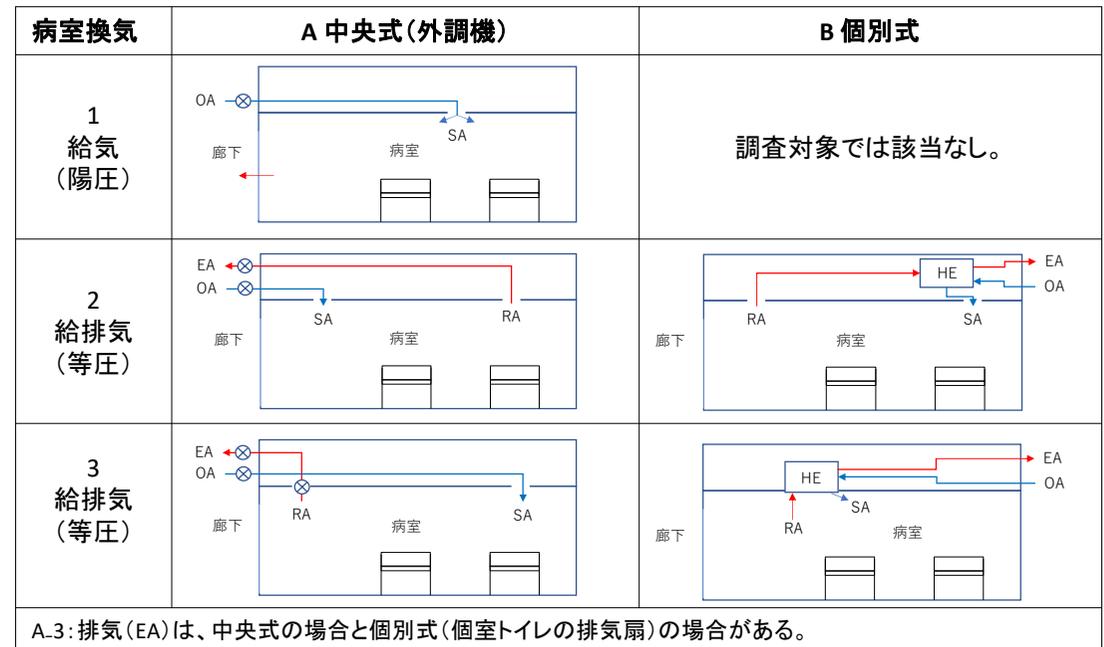
CO₂を用いた病室等の換気量測定とエアロゾルの流出状況の再現実験



CO₂発生・濃度測定のための準備 ドライアイスによるCO₂発生 CO₂濃度計 差圧計

対象	感染者数	病室換気	感染状況と換気等の室内環境に関する調査結果の概要
A	約300	給気 A-1	<ol style="list-style-type: none"> ① 暖房期。初期に処置室でNHF*を使用 ② 病棟の換気量は設計値の30%に低下 ③ 多床室給気量が設計値の4~31%、夜間に給気停止 ④ 処置室・病室から扉開放時にエアロゾルが廊下に流出
B	約50	給排気 A-2	<ol style="list-style-type: none"> ① 冷房期。病室でNHF*を使用 ② 給気量は設計値に近いが、排気量は設計値の約50% ③ 節電などのために、給気は30分毎に約3分間停止 ④ 病室からエアロゾルが廊下に流出し、給気停止時に近くの病室等に流入
C	約150	給排気 B-3	<ol style="list-style-type: none"> ① 暖房期、病室でNHF*を使用 ② 病室の熱交換給排気扇の給排気量は機器能力の約50%
D	約10	給排気 A-3	<ol style="list-style-type: none"> ① 暖房期、病室でNHF*を使用 ② 病室の換気量は、設計値の約50%

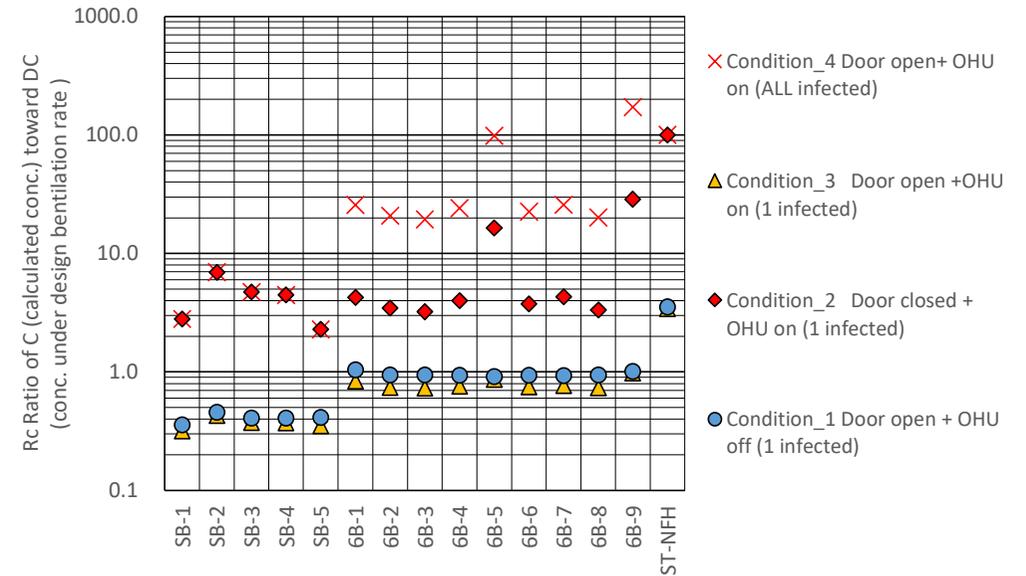
* NHF: ネーザルハイフロー(鼻から酸素を供給)



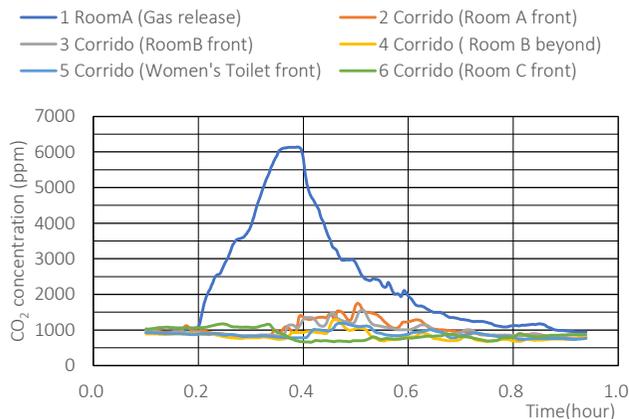
4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

クラスター感染事例_病院A

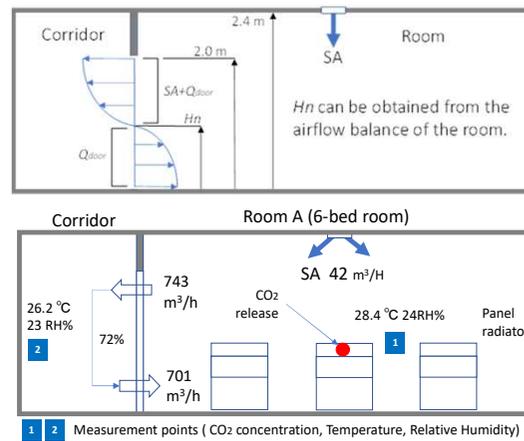
- 病室の扉開放は換気量を高めるが、夜間給気停止時に閉めると換気が非常に悪くなる。
- 日中は、空気は病室Aから廊下へ移動し廊下で広がった。空気は隣の病室(扉は閉じられ給気されていた病室Bと病室C)には侵入しなかった。
- 初期に換気不良(設計値の10%)の処置室でNHFが使用され、拡大時には多数の患者が換気不良の多床室を使用した。
- エアロゾル感染の経路を確定することは困難であるが、換気不良がCOVID-19のクラスター発生に与えた影響は無視できない。
- 特に古い建物では、換気(運転記録、給排気風量、室内空気環境等)の定期的点検が重要である。



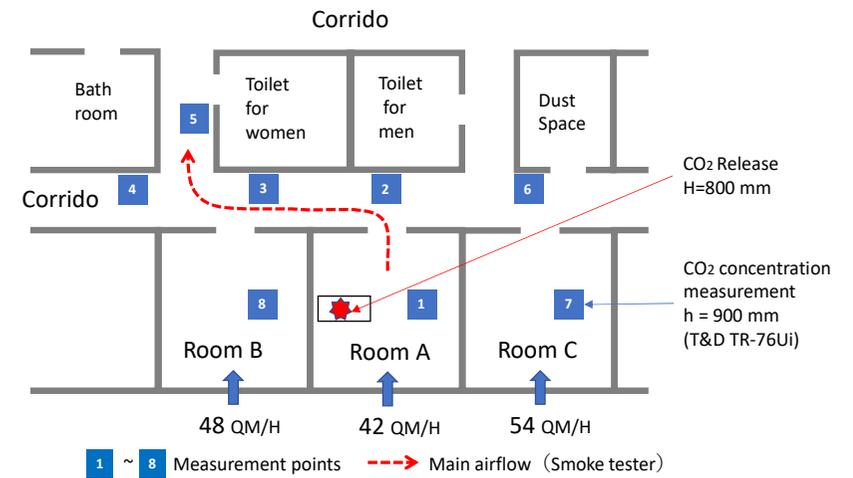
病室等の換気量減少による呼気濃度の上昇率



CO₂濃度の応答



病室の換気と廊下への空気の流出



病室から廊下への空気の流出と廊下での移動

4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

新型コロナウイルス感染症の治療を行う場合の換気設備

➤ クラスタ発生病院の空調換気調査

- 北海道から九州の計9件(A~I)
- 築後年数は、約10年~30年超

➤ 調査結果の概要

- 設備老朽化、省エネ・省コスト
⇒給排気風量不足による換気不良
⇒病院クラスター感染の要因

➤ 健康危険情報通報・対策

厚生労働省事務連絡(2021年4月7日)
[新型コロナウイルス感染症の治療を行う場合の換気設備について]

- ① 点検(換気量の測定等)
- ② 換気設備の清掃、補修等
- ③ 改善までの対策(窓開け等)

新型コロナウイルス感染症の治療を行う場合の換気設備について

新型コロナウイルス感染症患者及び疑似症患者の治療を行うにあたり、十分な換気を行うよう周知してまいりましたが、厚生労働科学研究「新興・再興感染症のリスク評価と危機管理機能の実装のための研究」(研究代表者 国立感染症研究所 齋藤智也)の分担研究として、北海道大学 林基哉教授が実施した、「室内環境が新型コロナウイルスのクラスター感染に与える影響に関する調査」(別添)を踏まえ、各医療機関における換気設備につきまして点検が必要である旨を周知いたしますので、下記の内容について御了知の上、貴管内の関係機関に対して周知いただきますよう、お願いいたします。

記

- 1 換気量(給気量や排気量)の不足が、病院内でのクラスター感染の要因となった可能性が否定できないと考えられ、換気量が設計時に対して減少する要因として、換気設備の老朽化や省エネルギー、省コスト等のための換気量調整が挙げられます。
- 2 新型コロナウイルス感染症患者の治療に当たり、換気設備について以下の対応を検討することとして下さい。
 - ① 換気設備の換気量の測定等を行い、適切に機能していることを確認して下さい。
 - ② ①の測定の結果、適切な換気量が確保できていない場合は、フィルター等の清掃や老朽化した換気設備の補修等を行うことにより、換気状況の改善を図れるよう検討を行って下さい。なお、改善を行うまでの対策として、窓開け等により換気を行うことも考えられます。
 - ③ 医療機関等から換気状況の改善方法等について相談があった場合は、必要に応じて、建築物衛生法担当部局と連携を図ってください。

※ 新型コロナウイルス感染症の治療を行う医療機関については、診療報酬の特例評価、病床確保料の支援、入院受入医療機関への緊急支援、感染拡大防止等支援等を行っております。

4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

病院におけるクラスターとエアロゾル感染対策の必要性

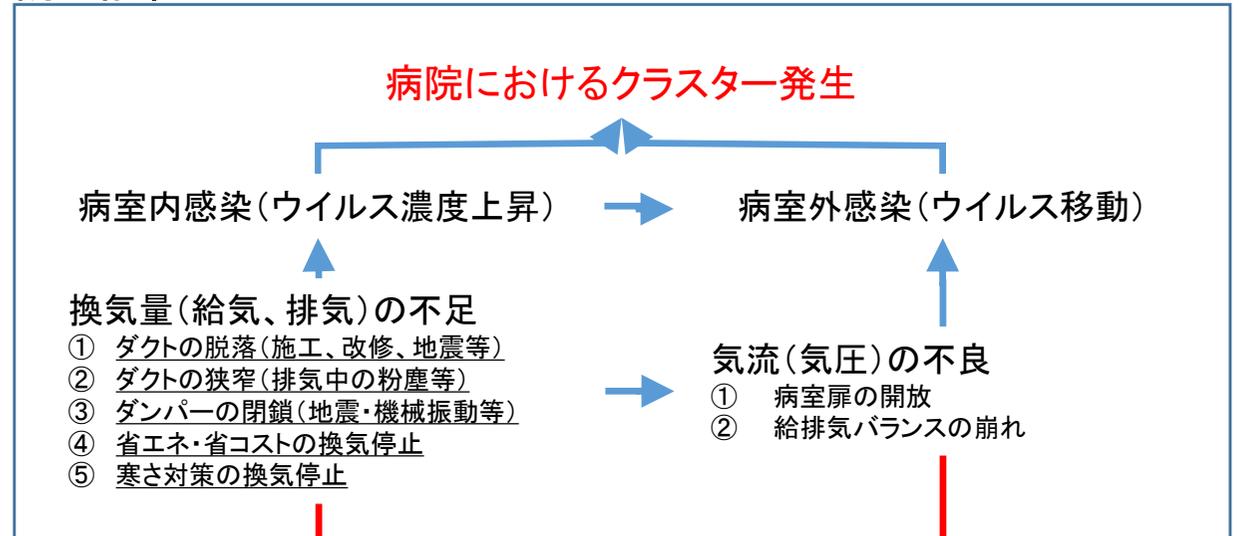
調査結果

- 換気不良がクラスターの要因の可能性
- 換気不良の原因
 - 空調換気設備の老朽化
 - 空調換気設備の維持管理の不備
 - 省エネルギー・省コストの運用
- **建築物衛生法に準じた環境衛生管理**
(定期的な空気環境測定・検査等)

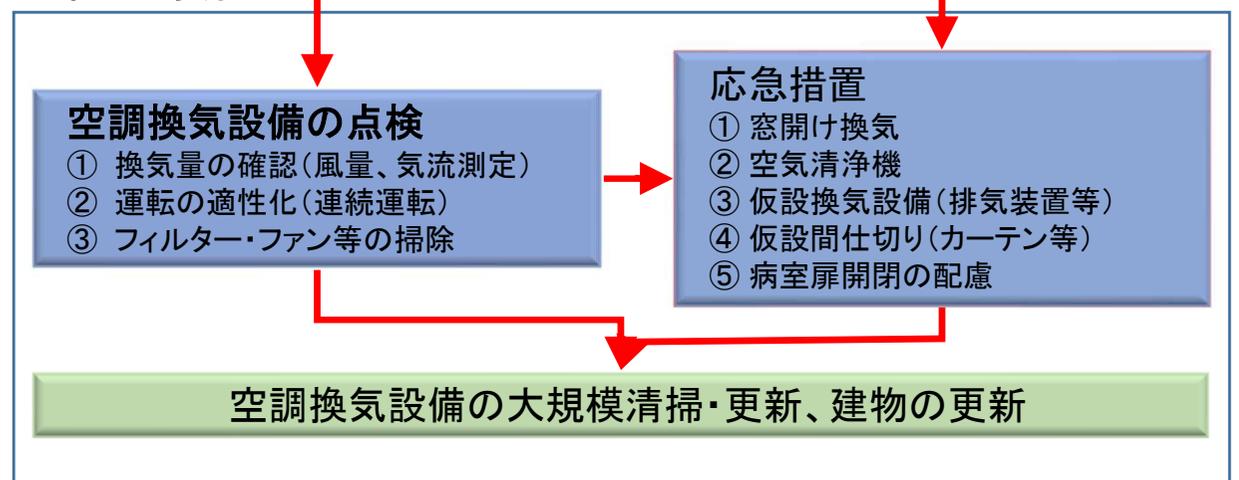
今後の課題

- 浮遊飛沫(エアロゾル)感染の機序解明
- 感染力に対応した空調換気設備の
設計基準・維持管理基準の策定
- 病院の建築・設備の計画、運用の再考

調査結果



対策の必要性



4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

アイスアリーナにおけるクラスター感染の事例1

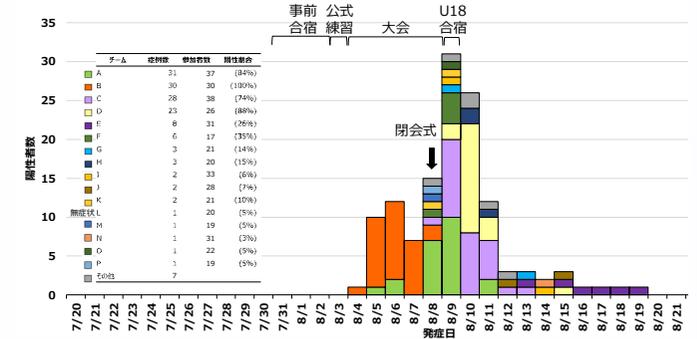
国立感染症研究所 <https://www.niid.go.jp/niid/ja/2019-ncov/2488-idsc/iasr-news/10667-500p02.html>

[クラスター発生と調査・対策]

- 一連のイベント(合宿、練習、大会)で感染拡大、接触感染、飛沫感染が想定
- **アイスアリーナ特有の行為と換気性状による浮遊飛沫感染(エアロゾル感染)の可能性**
- **氷上スポーツにおける浮遊飛沫感染対策の試行**

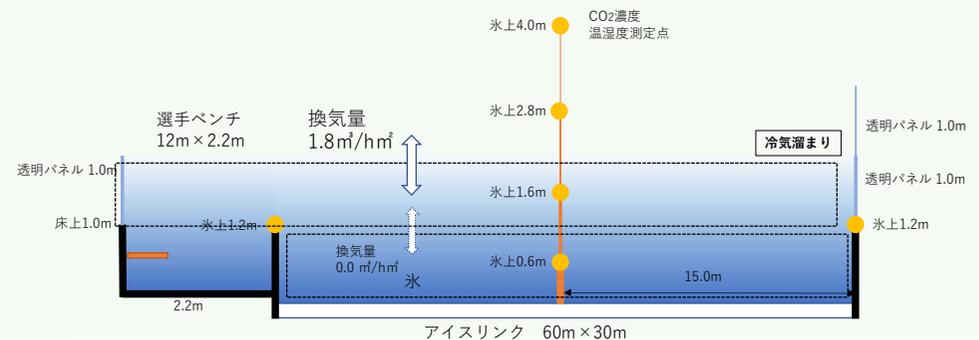


図. 全国高等学校選抜アイスホッケー大会関連COVID-19症例のチーム別発生状況、2021年7月20日～8月23日 (n=160)



[浮遊飛沫感染リスクの分析]

- 事前合宿の複数感染者の参加、激しい呼吸(安静時の10倍程度)によるウイルス発生量・吸引量が増加
- 周囲パネルによる冷気溜まりによる換気量不足と浮遊飛沫停滞層、選手ベンチ等密集エリアでの浮遊飛沫濃度の上昇



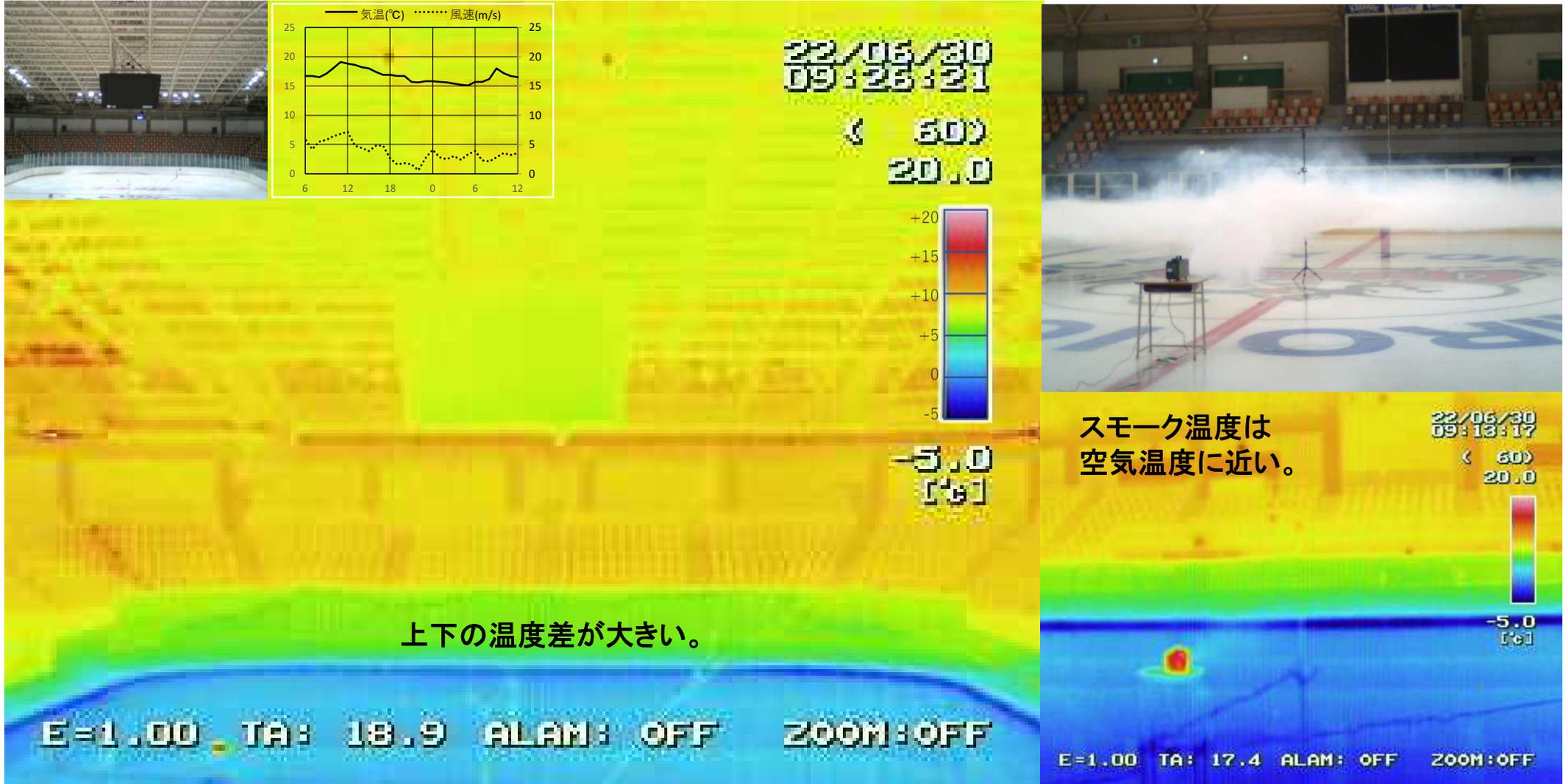
[浮遊飛沫感染の対策]

- ① 周囲パネルの一部を撤去 ⇒ 選手の呼吸高さの換気を改善
- ② 選手ベンチにファンを設置 ⇒ 密集エリアの浮遊飛沫濃度を下げる。
- ③ CO₂濃度モニター + 換気対策 ⇒ 密集エリアの浮遊飛沫濃度を下げる。



4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

アイスアリーナの温度分布とスモーク発生状況



4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

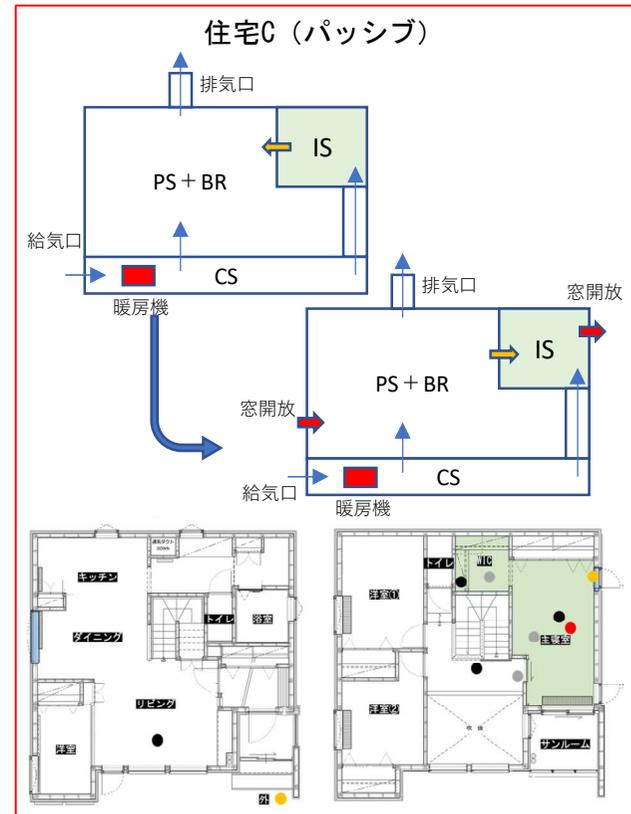
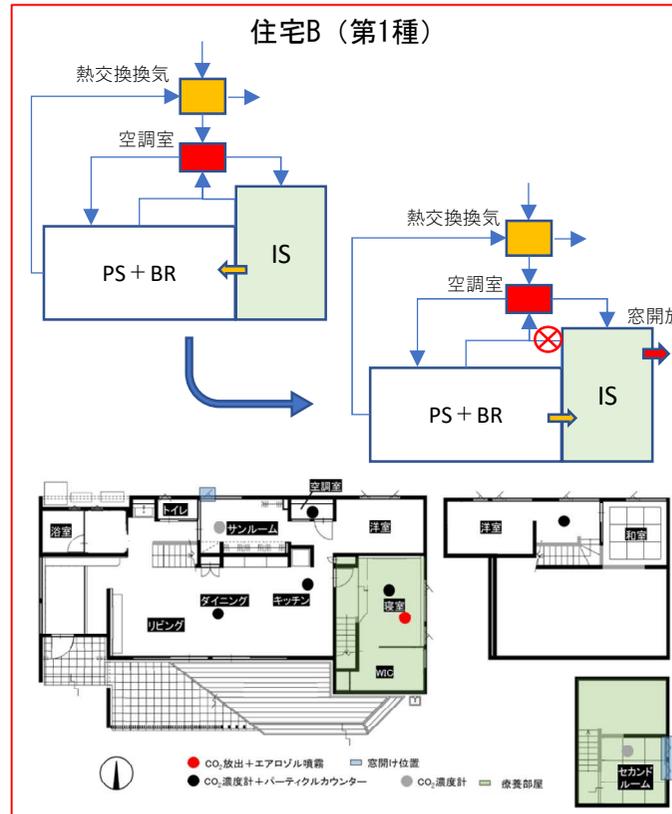
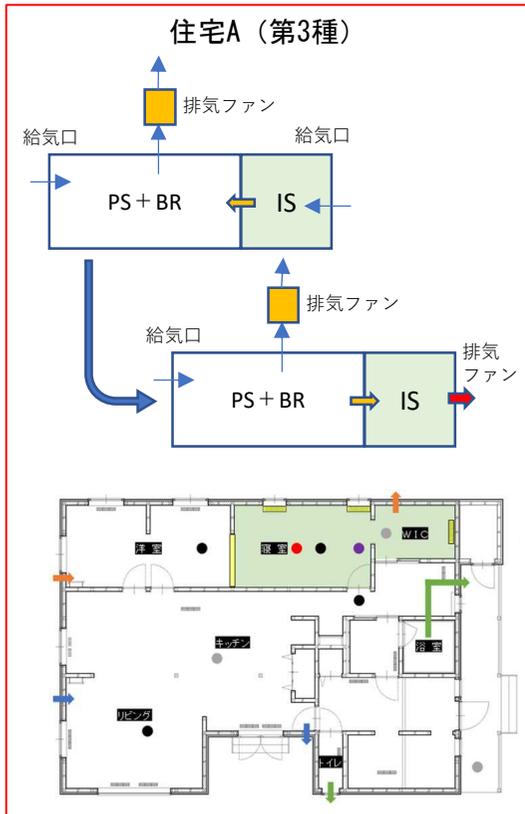
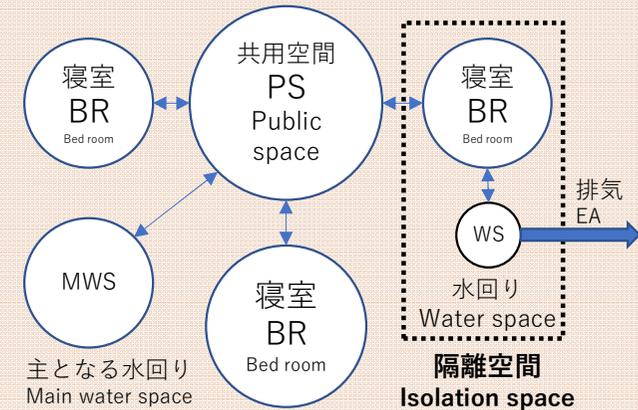
住宅療養時の換気対策

空調・換気方式とエアロゾルの挙動

- ▶ 第3種換気システム ⇒ 隔離空間（寝室）からの流出
- ▶ 第1種換気システム ⇒ 隔離空間（寝室）からの流出の可能性
- ▶ 全館空調システム・パッシブ換気システム+床下暖房
⇒ 空気循環による隔離空間（寝室）からの住宅内拡散



既存の空調換気システムでは、隔離空間の設置が難しい。



4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

感染症対策と省エネルギーの両立

IB ECS 住宅・建築SDGs推進センター
自立循環プロジェクト (jji-design.org)

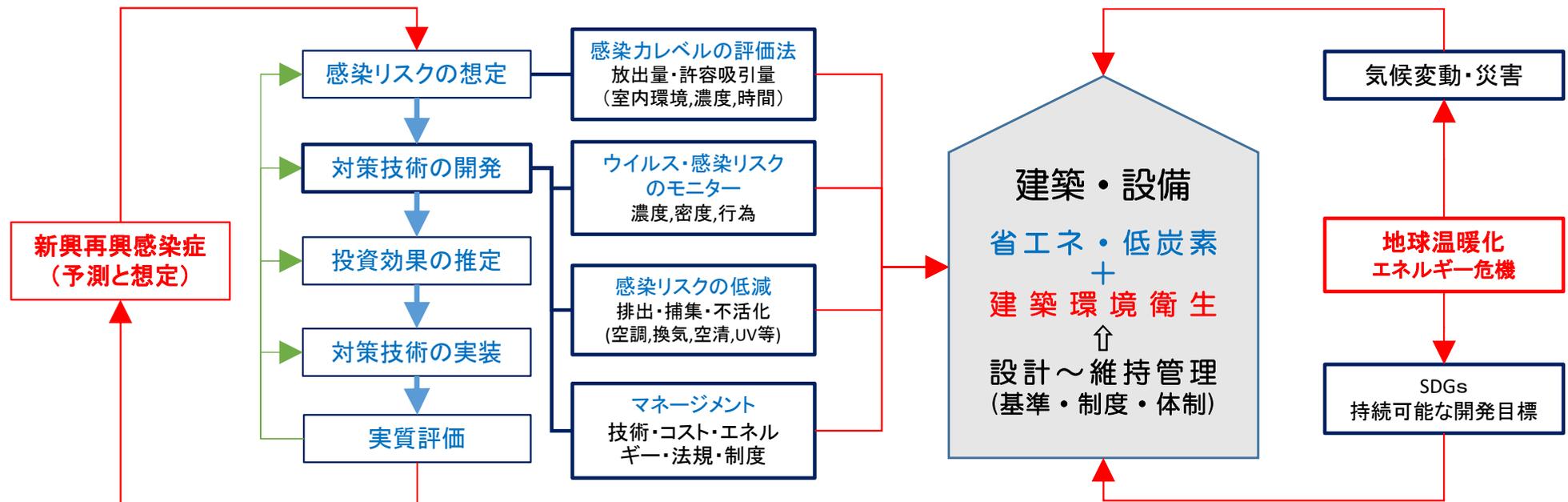
—実証データに基づく技術開発プロジェクト(自立循環プロジェクト)— ポストCOVID-19における空調・換気・通風計画のあり方検討委員会

ポストCOVID-19に向けた建築・設備におけるウイルス感染症対策と省エネルギーの両立

➤ 感染症対策と省エネルギーの両立のためのガイドライン ➤ 調査研究

- 建築設備分野における対策に関する最新情報の収集整理
- ウイルス感染症への対策を実現するための考え方
- 新旧関連技術の利用方法、建築設備の使い方・維持管理に関する基本的指針

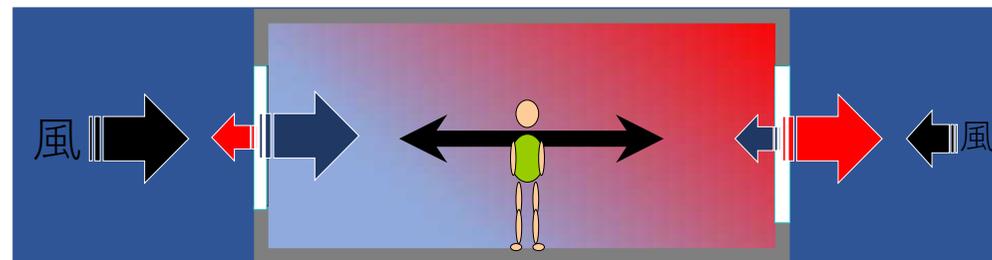
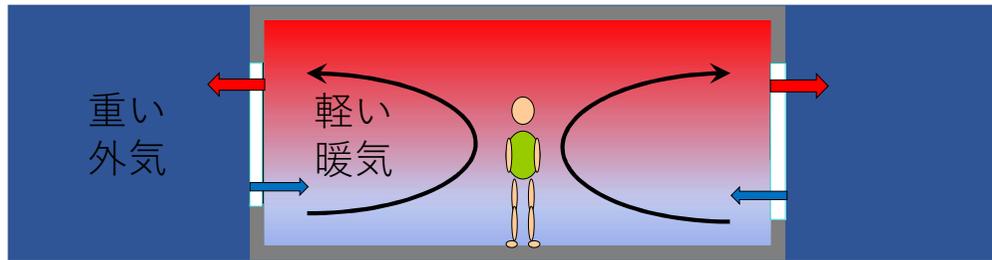
- With COVID19 の働き方・オフィス環境・エネルギーの実態
- 新型コロナウイルス感染下における居住リテラシーに関するWEB調査
- 住宅の換気経路と隔離室ドア開閉時のエアロゾル漏出に関する実験



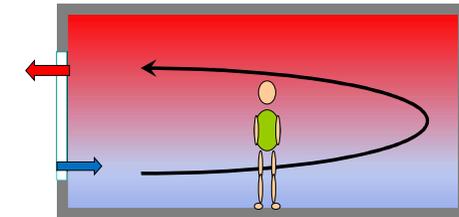
4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

冬窓開けと寒さ対策

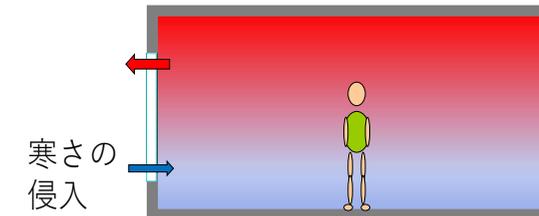
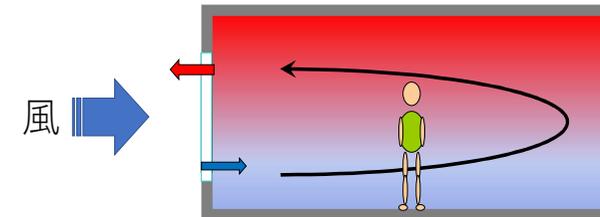
- ① 二面開口では、無風時には温度差換気、風が吹くと風力換気が発生する。
 - ⇒ 換気量が変化し、室内温熱環境が変化しやすい。
- ① 一面開口は、風の影響を受けづらい。
 - ⇒ 換気量が安定し、室内環境を制御しやすい。



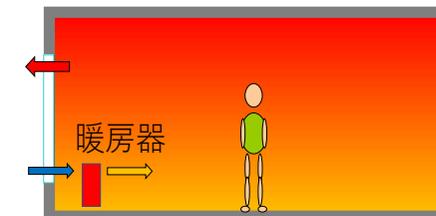
冬の窓開け換気の性質



一方向の窓開けは、風の影響が少なく調整しやすい。



窓下の暖房器で冷気を温めて、室温を維持する。

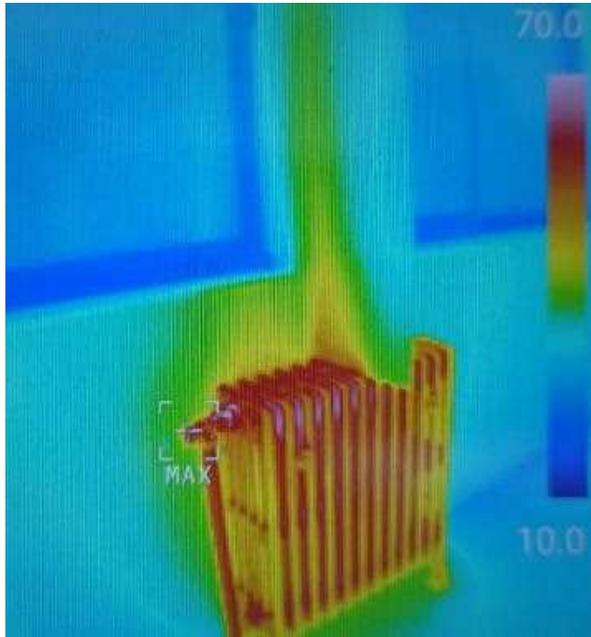


冬の窓開け換気の工夫

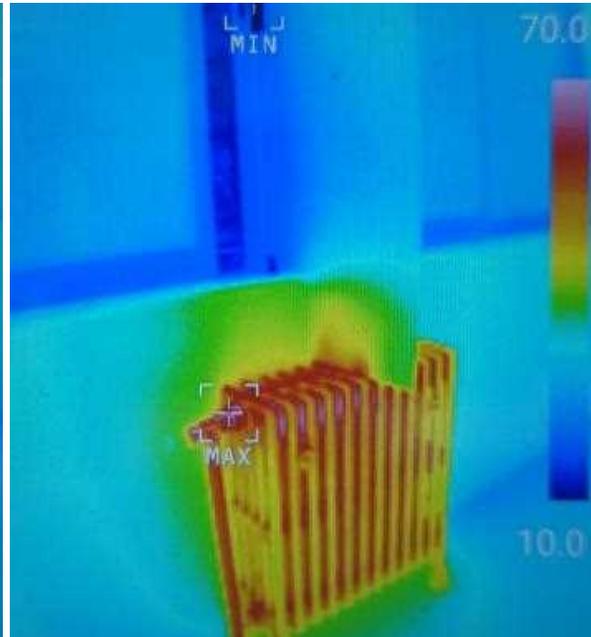
4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

▶冬の窓開けと寒さ対策

- ① 一面開口によって、安定した温度差換気を維持する。
- ② 窓下に暖房機を設置して、冷気を暖房機で温めて、室内温度を維持する。
- ③ 開口面積は、感染リスク(人数、行為、CO2濃度など)、外気温度を見ながら調整する。



窓閉鎖時の温度分布



窓開放時の温度分布



北大研究室 11月

4. 新型コロナウイルス感染症の環境対策

北海道の冬季の寒さに配慮した学校の換気方法

新型コロナウイルス感染症のリスク要因の一つである「換気の悪い密閉空間」の改善には、換気方法の工夫が重要です。

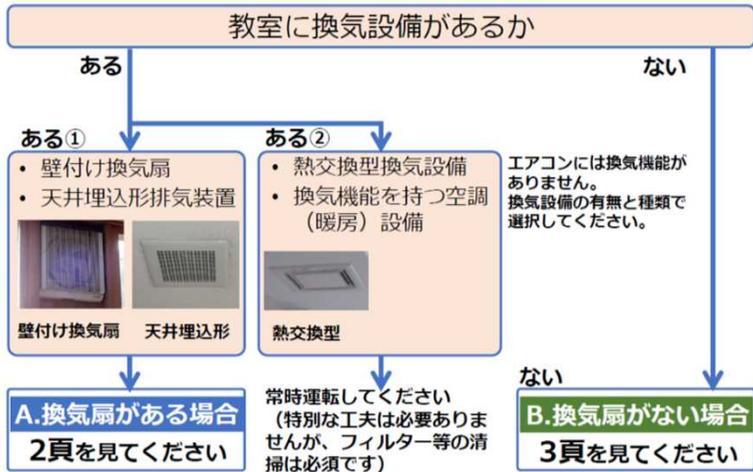
文部科学省：学校における新型コロナウイルス感染症に関する衛生管理マニュアル～「学校の新しい生活様式」～（2020.9.3 Ver.4）では、次のように示されています。

換気は、気候上可能な限り常時、困難な場合はこまめに（30分に1回以上、数分間程度、窓を全開する）、2方向の窓を同時に開けて行うようにします。

北海道では冬季に窓を大きく開けると、室内が寒くなります。効果的な換気のためには、常時換気を行うことが望ましい（4頁【参考】を参照）ことから、冬季の寒さ感を緩和する常時換気の方法を提案します。

※この提案は、学校環境衛生基準(文科省)等に基づく換気量を確保するための方法です。換気量を増やすと、暖房の燃料消費量は増加します。

換気方法の選択の流れ



A. 換気扇がある場合

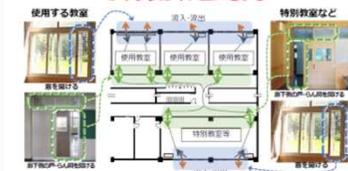
換気扇で常時排気+空き教室等を利用し外気を暖め給気



- 使用する教室は、換気扇を常時運転し、排気します。
- 必要給気は、空き教室または授業を行っていない特別教室等（以下、空き教室等）から取ります。使用する教室の廊下側から入風と、空き教室等の廊下側のらん間を確保します（授業時）。
- 給気を暖めるために、空き教室等を確保します。
- 給気のための空き教室等の距離は、寒くならないように、複数の空き教室等で行うことが望ましいです。
- 寒さを感じる場合には、空き教室等の機能を強めましょう。使用する教室等も寒い場合は暖房を強めましょう。

B. 換気扇がない場合

開け幅を適切に調整しながら常時2方向の窓を開け、寒くならない工夫をする



- 必要換気量を確保するためには、2方向の窓を開けることが有効です。
- 使用する教室と方向が異なる教室等（特別教室等）の窓と廊下側のP・らん間を確保します。開け幅は下表を参照してください。
- 教室が寒い場合は換気量を確保しましょう。
- 暖房のときは換気量を確保するので、開け幅を小さくできます。ただし、完全に閉じると換気不足になりますので、最低でも下表の開け幅の1/4程度は開けましょう。

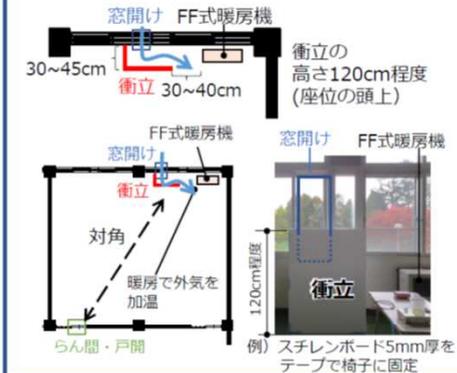
B. 換気扇がない場合

教室の窓を開ける際の工夫

- 外からの気流が直接人に当たらないように、また、流入する外気を暖房機で暖められるように、衝立などすると良いでしょう。

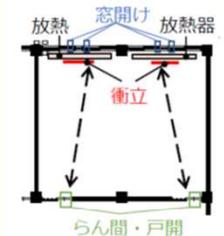
■ FF式暖房機1台のとき

暖房機の近くの窓を開けます。ただし、排煙が室内に入らないように、排気筒の上は避けます。



■ 温水・蒸気暖房のとき

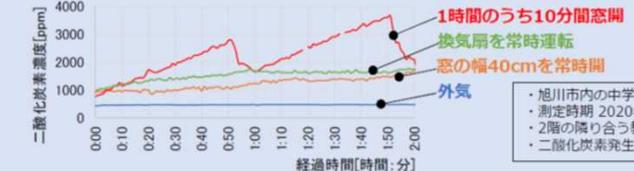
放熱器の上の窓を、分散して開けます。（例えば、開け幅40cmであれば、10cm×4カ所、など。）



- 2方向の教室の窓がない片廊下型の場合でも、教室と廊下を可能な限り常時（3頁表の目安を参照）、困難な場合はこまめに窓を開けてください。

【参考】換気の基本は常時換気です

- 換気は、間欠換気より、換気扇の常時運転や2方向の窓を常時開けることが有効です。



【作成】
地方独立行政法人北海道立総合研究機構建築研究本部 北方建築総合研究所

【協力機関】 北海道、旭川市
【協力有識者】 北海道科学大学 教授 福島 明
北海道大学 教授 林 基哉、准教授 森 太郎、准教授 菊田 弘輝
札幌市立大学 教授 齊藤 雅也

お問合せ先 (地独)北海道立総合研究機構建築研究本部 企画調整部企画課
TEL : 0166-66-4218



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

■ 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 R3年

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 空調用ダクトの衛生管理
 - 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





1. 「住まいと健康」問題とその対策

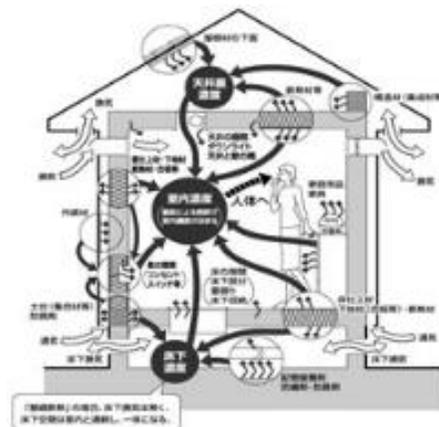
公衆衛生従事者が住まいに関わることの今日的意義を説明することができる。

- 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(ペットアレルギー含む)
- 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。



シックハウス対策

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 保健所の取り組みセミナー
- 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。

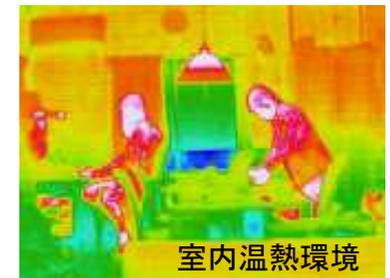
- 5.1 住環境教育演習
- 5.2 室内環境の測定法
- 5.3 施設見学(戸建住宅関連)
- 5.4 施設見学(集合住宅関連)



水害被災



結露とカビ



室内温熱環境