

2024 JAHMEC

第51回 建築物 環境衛生管理 全国大会

抄録集

令和6年1月18日(木)・19日(金)

メインテーマ

「求められる建築物衛生管理を考える」

会場

日本教育会館一ツ橋ホール (東京都千代田区一ツ橋2-6-2)

公益財団法人 日本建築衛生管理教育センター

目 次

趣	旨	2						
大	会	行	事	2				
日	程	3						
厚生労働大臣表彰被表彰者	4							
会長表彰被表彰者	5							
研究集会優秀発表表彰	6							
特	別	講	演	7				
専	門	講	座	11				
シ	ン	ボ	ジ	ウ	ム	19		
研	究	集	会	51				
セ	ン	タ	一	研	究	報	告	97
委	員	名	簿	106				
広	告	一	覽	107				

【趣旨】

近年、都市部を中心に大規模で多目的な建築物が数多く建設され、これに伴い設備や構造は益々複雑化してきている。このため建築物の環境衛生管理に携わる様々な者の知識の向上に資することを目的に全国大会を開催し、建築物の環境衛生に関する意見・議論を交わし、新たな知見を得ることにより、建築物における衛生的環境の確保を図ることとする。

【大会行事】

（1）式典

建築物の環境衛生管理に関し、永年顕著な功績のあった方々の表彰及び研究集会での優秀な調査・研究発表の表彰を行う。

（2）特別講演

建築物の環境衛生問題にとらわれず、最近の社会の趨勢や国際社会の動向など幅広いテーマで特別講演を行う。

（3）専門講座

建築物の環境衛生に関するトピックスや新たに発生した問題等について、専門家による講座を行う。

（4）シンポジウム

建築物の環境衛生管理問題に関する最新の課題や重要問題点について、有識者等複数の演者によるメインテーマに基づくシンポジウムを行う。

（5）研究集会

建築物環境衛生管理技術者や行政、学識経験者等、建築物の環境衛生管理関係者が行った調査・研究等の成果や実績及び維持管理に関する改善事例実績等を発表し、その成果を今後の方向付けに役立てるために討議を行う。

（6）センター調査・研究報告

当センターが実施した調査・研究の報告を行う。

【日程】

第1日目 1月18日(木)

9:33～10:12	研究集会	3題
10:27～12:02	特別講演	「仕掛け」で人を動かす」
13:00～14:00	式典(次第)	
	・主催者挨拶	(公財)日本建築衛生管理教育センター会長
	・表彰状授与	厚生労働大臣表彰
		(公財)日本建築衛生管理教育センター会長表彰
		研究集会優秀発表表彰
	・来賓祝辞	厚生労働大臣
		(一財)日本公衆衛生協会理事長
	・謝辞	受賞者代表
14:18～16:53	研究集会	11題
17:09～17:30	センター調査・研究報告	

第2日目 1月19日(金)

10:03～10:29	研究集会	2題
10:40～11:47	専門講座	「人工知能の現状と利活用」
13:03～13:55	研究集会	4題
14:10～16:57	シンポジウム	「環境衛生管理における不適の実態と課題を考える」

令和5年度 厚生労働大臣表彰被表彰者（建築物環境衛生功労者）

栃木県	小松英夫	公益社団法人栃木県ビルメンテナンス協会副会長
埼玉県	小池洋士	一般社団法人埼玉県ビルメンテナンス協会理事
東京都	多治見昭彦	一般社団法人全国管洗净協会専務理事
富山県	西村浩一	一般社団法人富山県ビルメンテナンス協会理事
大阪府	松枝考史	一般社団法人大阪府ペストコントロール協会副会長
兵庫県	井上寛之	一般社団法人兵庫ビルメンテナンス協会会长
広島県	東貴光	一般社団法人広島県ペストコントロール協会理事
香川県	新谷清二	一般社団法人香川ビルメンテナンス協会前会長
福岡県	川原淳	公益社団法人福岡県ビルメンテナンス協会理事
鹿児島県	吉田健朗	一般社団法人鹿児島県ビルメンテナンス協会会长
沖縄県	武村周児	一般社団法人沖縄県ビルメンテナンス協会副会長
J P C A	坂倉弘康	公益社団法人日本ペストコントロール協会理事
JAHMEC	森一晃	元 建築物環境衛生管理技術者試験委員
JAHMEC	田中榮次	建築物環境衛生管理技術者講習会教授
JAHMEC	藤繩信夫	建築物環境衛生管理技術者講習会教授

以上15名

推薦者：都道府県及び団体

J P C A（公益社団法人日本ペストコントロール協会）

JAHMEC（公益財団法人日本建築衛生管理教育センター）

※氏名、役職はR5.4.1現在のものを記載

令和5年度 会長表彰被表彰者（建築物の環境衛生管理事業功労者）

北海道	岡田知己	北洋ビル管理株式会社代表取締役社長
青森県	袴田豊	育栄管財株式会社常務取締役
埼玉県	内田恒雄	株式会社ケイユーサービス代表取締役
東京都	足立雅也	あだちP C Oコンサルティング代表
東京都	池崎真澄	常興システム株式会社代表取締役
東京都	上田 隆	日本赤十字社東京都赤十字血液センター嘱託
東京都	江森徹	日鉄興和不動産株式会社賃貸事業本部運営管理部部長
東京都	牧倫郎	元 南多摩保健所生活安全課係長
東京都	百田真史	東京電機大学未来科学部建築学科教授
神奈川県	飯塚宏	日建設計コンストラクション・マネジメント株式会社マネジメント・コンサルティング部門ディレクター
愛知県	石坂重典	王子P C サポート代表
愛知県	神田佳和	名鉄ビルサービス株式会社取締役
愛知県	山口義浩	三永ビルド株式会社代表取締役
京都府	河辺正人	京阪建物株式会社常務取締役 AM 部長
京都府	齋藤義憲	一級建築士事務所株式会社くまのすみか取締役所長
大阪府	乾孝士	大阪府立布施工科高等学校非常勤講師
大阪府	上田仁美	上田仁美建築設計室代表
大阪府	黒澤尚子	イカリホールディングス株式会社専務取締役
大阪府	桑原宏明	株式会社P P I プラス代表取締役
大阪府	橋本頼幸	株式会社こま設計堂代表取締役
大阪府	松下浩	阪急阪神不動産株式会社開発事業本部技術統括部設備グループグループ長
大阪府	山田康博	信栄ビルサービス株式会社専務取締役
高知県	石野伸次	ニチエイサービス株式会社代表取締役社長
福岡県	赤星博昭	九州ビルサービス株式会社熊本支社長
鹿児島県	永田公宏	株式会社永田シロアリ研究所代表取締役

以上25名

令和4年度 第50回建築物環境衛生管理全国大会研究集会優秀発表表彰

〔調査研究部門〕

優秀賞

研究発表 コロナ禍における特定建築物の飲料水の実態
発表者 岩田 淳一 (東京都健康安全研究センター広域監視部建築物監視指導課)

優秀賞

研究発表 イエバエ4系統の波長選好性
発表者 木村 悟朗 (イカリ消毒株式会社技術研究所)

特別賞

研究発表 感染症防止に向けての各種大便器からの飛沫発生とその評価
発表者 木村 彩芳 (関東学院大学)
大塚 雅之 //

特別賞

研究発表 感染症対策のための各種水栓による手指衛生と節水効果の評価
発表者 板橋 芽美 (関東学院大学)
大塚 雅之 //

〔事例報告部門〕

優秀賞

研究発表 健康食品工場において実施したダクト管内の防虫清掃による
タバコシバンムシの駆除事例
発表者 田中 康次郎 (株式会社フジ環境サービス)
出口 善揮 //
渡辺 信子 //

奨励賞

研究発表 温泉熱を利用したリゾートホテルの省エネルギー事例
発表者 鳶田 成二 (株式会社ユニ設備設計)

※氏名、役職は発表当時のものを記載

特 別 講 演

1月18日(木) 10:27 ~ 12:02

「「仕掛け」で人を動かす」

講師氏名 松村 真宏（まつむら なおひろ）

仕掛学者／大阪大学大学院経済学研究科 教授



[学歴]

- 1998年 大阪大学基礎工学部システム工学科卒業
2000年 大阪大学大学院基礎工学研究科修士課程修了
2003年 東京大学大学院工学系研究科博士課程修了

[職歴]

- 2003年 東京大学大学院情報理工学系研究科 学術研究支援員（～2004年）
2004年 国立大学法人大阪大学大学院経済学研究科 講師（～2007年）
2004年 イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校 客員研究員
2007年 国立大学法人大阪大学大学院経済学研究科 准教授（～2017年）
2012年 スタンフォード大学 客員研究員（～2013年）
2017年 国立大学法人大阪大学大学院経済学研究科 教授

[受賞]

- 2013年 大阪大学総長奨励賞（大阪大学）
2017年 ベストペーパー賞（山本晶, 松村真宏, 日本マーケティング学会）
2017年 大阪大学賞（大阪大学）

[主な著書]

- ・ドーナツを穴だけ残して食べる方法, 大阪大学出版会 (2014)
- ・毎日がたのしくなる！まほうのしかけ しかけは世界を変える!!, 徳間書店 (2019)
- ・人を動かす「仕掛け」 あなたはもうシカケにかかっている, PHP 研究所 (2017)
- ・仕掛けー人を動かすアイデアのつくり方, 東洋経済新報社 (2016)
- ・実践仕掛けー問題解決につながるアイデアのつくり方, 東洋経済新報社 (2023)

「仕掛け」で人を動かす

松村 真宏

(仕掛け学者／大阪大学大学院経済学研究科 教授)

運動不足や不健康的な食事といった不摂生、ゴミのポイ捨てのような違反行為、エネルギー問題といった社会的課題など、個人や社会の問題の多くは人の行動そのものが作り出している。したがって、これらの問題を解決する本質的な方法は、人の行動そのものを変えることにある。

仕掛け学は、人の行動を変える「仕掛け」を対象にした新しい学問分野である。仕掛けは行動変化を強制するのではなく、魅力的な行動の選択肢を増やすことで目的の行動に誘うアプローチをとるのである。

本講演では、人の行動のメカニズムや行動を変えるためのアプローチについて、仕掛け学の視点から様々な事例を紹介しつつお伝えする。マーケティング、モチベーションアップ、組織活性化、まちづくり等の課題解決のヒントの一助になれば幸いです。

専門講座

1月19日（金） 10：40～11：47

「人工知能の現状と利活用」

講師氏名 大岡 龍三（おおおか りょうぞう）

東京大学生産技術研究所 人間・社会系部門 教授



[略歴]

- 1989年 京都大学工学部建築学科卒業
1991年 京都大学大学院工学研究科建築学専攻修士課程修了
1993年 東京大学生産技術研究所助手
1998年 福井大学工学部環境設計工学科講師
2000年 福井大学工学部建築建設工学科助教授
2001年 東京大学生産技術研究所助教授
2007年 東京大学生産技術研究所准教授
2009年 東京大学生産技術研究所教授

[専門分野] 建築都市環境工学、都市エネルギー工学

[学会活動]

日本建築学会理事、空気調和・衛生工学会理事、日本流体力学会理事、国際建築物理学会 (International Association of Building Physics; IABP) 理事、ASHRAE Japan Chapter 会長、IAQVEC (Indoor Air Quality, Ventilation and Energy Conservation of Buildings) Association 会長等

[受賞]

日本建築学会賞、空気調和・衛生工学会賞、Building and Environment Best Paper, ASHRAE Fellow 等

[主な著書]

図説建築環境工学（彰国社）、スマートシティ時代のサステナブル都市・建築デザイン（彰国社）、「住む」ための事典（彰国社）等（全て分担執筆）

人工知能の現状と利活用

大岡 龍三
(東京大学生産技術研究所)

はじめに

建築設備において設計と運用の最適化は、快適な環境を維持しつつエネルギー効率を高める上で必要不可欠である。設計するという行為は、ある目的を達成するための機能を最大限にする仕様を確定することである。また目的が複数以上あり、それら相互にトレードオフの関係にある場合、それらの間の妥協点を探ることも設計行為となる。建築であれば、安全性、快適性、健康性、省エネルギー性、使いやすさ、美しさなどが目的になるであろう。一方運用ということを考えれば、ある目的のために、対象となる事物や人間のうち、どれを、いつ、どの程度動かすのかを決定することになる。そこでもまた、最適化プロセスが必要となる。これらの行為は、建築の分野では、一般に専門家（エキスパート）が自身の経験にしたがって決定している。具体的にエキスパートの脳内で起こっていることを考えてみると、対象において設計パラメータや制御パラメータを変更した結果を想像し（時には実験やコンピュータシミュレーションなどの結果を援用しつつ）、それで得られるいくつかのケースを相互比較することにより、最適と思われる解を選び出しているのだと想像される。いわゆる天才と呼ばれる人達や、そこまでいかなくとも熟練した高度専門家は、パラメータを変更したときの結果の想像が非常に的確でかつ、通常の人とは比べ物にならないほど莫大な数のケース比較を処理できるのであろうと想像する。すなわち、迅速かつ的確なシミュレーション能力と、常識に捉われず可能性のある解の範囲を押し広げることのできる柔軟性、さらにはその無数の解候補の中から最適なものを選び出す探索能力に秀でているのだと考えられる。これらの能力は、人工知能（Artificial Intelligence: AI）が発達させてきた分野でもある。特に近年のコンピュータの発展により、AIによるこれらの能力は、人間のそれらをはるかに凌駕するようになってきている。そのため設計行為やシステムの運用にAIを援用できれば、探索範囲が格段に広がり、新たな気付きを与えてくれる可能性がある。本稿では、環境設計・運用において必要とされるAIの能力と、その利用可能性について論ずることとする。

1. 建築設備設計・運用において必要とされるAI

人工知能（AI）をIT用語辞典¹⁾で調べると「人工知能とは、人間にしかできなかつたような高度に知的な作業や判断をコンピュータを中心とする人工的なシステムにより行えるようにしたもの。」とある。しかしながら、上記はかなり広い内容の定義であり、具体的な定義になると研究者ごとに異なり、明確な定義は存在しない状態である。また時代ごとにとらえ方も大きく異なる。例えば専門家（エキスパート）の行動パターンを模擬したエキスパートシステムは、人工知能の第一世代（1950年代～）から存在するが、当時のものは非常に初步的な二値制御や差分制御等を構成要素とした条件判断に基づくルールベースの知識エンジンである。もちろんこれもAIの一種であるが、今日の人がイメージしているAIは機械学習やディープラーニング等であり、今現在これをAIと呼ぶ人は少ないよう

思う。ここで議論するものも現代の人がイメージする AI とする。図 1 に現時点での AI の分類を示す²⁾。かなり細分化されているが、各分類要素は相互に関連性を有する。建築の環境設計・運用に必要なのは、上述のように、条件を変化させたときに結果がどう変わるかの予測能力（図中 deep learning や machine learning に基づく）、や最適解の探索能力（図中 planning scheduling & optimization に基づく）である。ここではその 2 つについて議論する。

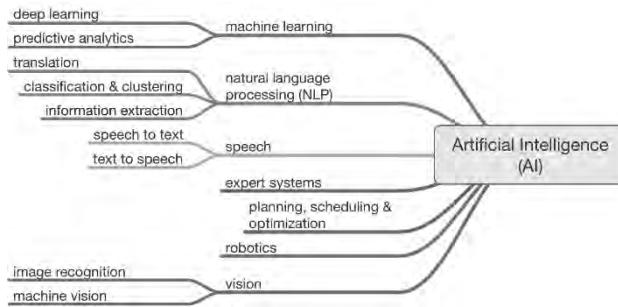


図 1 AI の分類²⁾

上述のように設計プロセスの中では設計パラメータを変更したときにどのような状態になるのかを予測する必要がある。また運用最適化においても将来の状況並びに、制御パラメータを変更したときに、それぞれの機器や対象がどのような性状を示すのかという予測をする必要がある。近年の AI はそれらの能力を大きく発展させてきた。特に 2000 年代以降の発達したディープラーニングは、特微量抽出能力に基づく高精度な予測能力を有している。例えば建物の省エネルギー性能、環境品質の予測、将来のエネルギー需要予測、エネルギー機器の性能予測である。もちろん、これらの予測については従来から研究が行われ、さまざまなモデルが提案してきた。ただし、それらの多くは簡易な統計モデルや物理モデルに基づくものである。簡易な統計モデルは予測精度の点で、物理モデルは取り扱いの点で問題がある。物理モデルは、人間が理解できる現象（例えば、熱は温度の高い所から低いところに向かって流れる等）まで要素を分割し、それを再構築することによってシステムのモデル化を行なうものである。そのモデルのもつ物理的な意味まで落とし込んでいるので、そのシステム像は人間にとって理解しやすいものとなっているが、多くの場合、要素を再構築する際にイタレーション（繰り返し計算）を必要とするため計算時間を要する。多くの設計プロセス、制御システムにおいて、検討に時間がかかるということが実用上大きな障害となる。一方、簡易な統計モデルによる予測の代表例は線形回帰であろう。入力に対して出力を線形関係で結びつけるものであり、計算が非常に簡便であるのが特徴である。しかしながら入力と出力の因果関係が明確ではなく、非線形問題に適用できないなど、適用範囲に注意しなければならない。AI による予測手法の代表格であるニューラルネットワークやそれを発展させたディープラーニングも、観測データをもとにしているので統計モデルの一種といえるが（逆に線形回帰は低次のネットワーク手法といえる）、非線形問題にも適用可能であり、線形回帰とは比べものならない程度に予測精度を向上させている。一方、これらの手法は、物理モデルに基づいていないので、人間にとってはブラックボックスとなっており、これらの手法に基づくモデルの原理が理解できない（あるいは非常に理解しづらい）ものであり、どこまで汎用性があるのかが決定できないという

問題がある。これは人間の学習による理解のプロセスと、機械（コンピュータ）によるそれとが異なることが原因であると考えられる。

ニューラルネットワークにより現象を再現・予測しようとする試みは、人工知能の第二世代（1980年代～）から行われていた。ネットワークの層数を増やすことにより予測精度を向上できることは、当時からわかつっていたが、一般に利用されているシグモイド関数を活性関数に用いると、層数を増やすごとにその微係数がかかることになり、最終的に損失関数の勾配がゼロに近くなる勾配消失問題のために重み係数をうまく見つけることができなかった。第三世代（2000年代～）において、活性化関数を正規化線形関数（Rectified Linear Unit: ReLU）とすることによりこの問題を解決することが可能となり、現在の人工知能ブームにつながる。

次に、最適解を選び出すプロセスを考える。これは可能性のあるすべての選択肢から最適解を選び出す探査手法である。もちろん全ての可能性を検討することが正確な最適解を得ることができる（これを全探査という）。ただこの手法は非常に計算負荷が高く建築設計や運用制御において利用するには実際的な方法とは言えない。例えば一つの機器の1時間ごとのON・OFFの24時間の組み合わせでさえ、 $2^{24}=16,777,216$ 通りの組み合わせが存在する。実際には、ON・OFFのみの制御ではなく、機器が1台ということもないで、建築全体のエネルギーシステムの最適化ということを考えれば、いかに膨大な数の検討が必要になるかが容易に理解できるであろう。これらの問題を効率的に探査する方法が最適化手法である。大きく、数理的手法と、メタヒューリスティクス（統計的手法）に分類できる。数理的な手法は最適化問題を解析的に解くもので、代表的なものとしては線形計画法や動的計画法がある。解析的に解くので、解の数学的な厳密性は保証される。ただし線形計画法は、線形問題にしか適用できないという欠点があり、行列式が零に近くなるような問題、非常に複雑な問題になると極端に解くことが困難になる。動的計画法は、非線形問題にも適用可能であるが、全探査ほどでないにせよ、問題が複雑になれば探査数が増大し、計算負荷が増大するという問題がある。一方、メタヒューリスティクスは、人工知能の一つであり、メタ（高次の・汎用的な）とヒューリスティクス（経験に基づく発見的手法）を組み合わせた造語であり、ほとんど全ての問題に適用できるところにその特長がある。メタヒューリスティクスは、大きく遺伝的アルゴリズム（GA）などの進化的アルゴリズムと粒子群最適化（PSO）などの群知能に分類できるが、いずれの方法も次の解候補をどのような手法で見つけるかというところが違うだけで、それ以外に大きな差はない。メタヒューリスティクスは、上述のように非常に汎用的であるが、あくまで発見的方法であるので、解の数学的な厳密性は保証されていない。そのため準最適化手法と呼ぶ研究者もいる。メタヒューリスティクスでは、できるだけ効率的に最適解を見つけるために、解と思われる場所の近くを集中的に探索して速く解を見つけることと、できるだけ解の可能性の領域を広げる2つのことが要求される。ただしこの2つの要求は一般に相矛盾することが多い。前者に注力すれば、解は速く求まるが、局所最適解に陥る危険性があり、後者に注力すれば、局所最適解に陥る危険性は減るが、なかなか解が収束しないことになる。広い範囲からできるだけ速く解を見出すことが今後の課題となり、そのような方向での研究が求められる。

2. AI を利用したモデル予測制御³⁾

前述したように、適切な制御にあたり、将来予測と最適化は不可欠であるが、その二つを組み合わせたものにモデル予測制御(Model predictive control: MPC)がある。モデル予測制御とは制御手法の1つであり、フィードフォワード制御の概念に近い。フィードバック制御が過去の情報から制御量を決定するのに対し、モデル予測制御では未来の状況をモデルによって予測し未来のある期間を通じて目的が最適になるよう制御量を決定する。モデル予測制御のコンセプト自身は、それほど新しいものではない。1980年代から化学プラントの分野で利用されはじめ、建築や都市エネルギーシステムの分野でも導入が検討されてきたが、まだ実用化されているとは言いがたい。その理由としてリアルタイム制御として利用するには、高速かつ高精度な予測モデルと、最適解を選び出すツールが必要となる。近年のAIの発展により、ようやくモデル予測制御の、建築や都市のエネルギーシステムの分野における実用化の兆しが出てきたといえるであろう。

次に東京にある8階の仮想オフィス建築物(図1)を対象とし、モデル予測制御を適用し、室内の環境条件を満足した状態でエネルギー消費を最小にする検討を行ったので以下に紹介する。

熱源・空調システムは、空冷式チラーと温度成層型水蓄熱槽、チラーと蓄熱槽に接続された2台のFCUで構成されており、3台の熱交換器と5台の変流量ポンプによって運転を行う(図2)。モデル予測制御では、予測区間全体の室温と設定値の差が最小になるよう、制御入力値を逐次決定する(図3)。制御変数はポンプ流量となる。設定冷房室温は26°C、冷房時間は9時から18時である。

モデル予測制御の効果を検証するために、ルールベース制御との比較を行った。さらに将来予測の効果を検討するために在室負荷が既知の場合(図4中Baseline)とそれが増加した場合(図4中Variation)について検討を行った。ここでのルールベース制御は、在室時間以外の時間帯においてポンプ一定流量運転でTESを満蓄にし、在室時間では一定流量で放熱し、蓄熱量が不足する時にはチラーで追い掛け運転を行う制御とした。検討ケースは、在室負荷のパターンが既知(Baseline)における場合のルールベース制御(RBC_Base)、在室負荷が増加(Variation)するが、制御量は既知の場合と同じとするルールベース制御(RBC_Base_Var)、在室負荷が変化し、制御量も変化するルールベース制御(RBC_Var)、モデル予測制御(MPC)の4つとする。モデル予測制御の予測部にはANNを、最適化手法にはε DE-RJ³⁾を用いた。ANNの教師データにはEnergyPlus 8.5のシミュレーション結果を利用した。目的関数は運用コスト最小化である。解析期間は7月17から20日の4日間とした。

図5に各ケースの室内気温変化の結果を示す。RBC_Base_Varでは室内負荷に追従できず、室内気温が制約条件である設定値26°Cを越えているが、他のすべての全てのケースは制約条件に維持されている。図6に各ケースの運用コストの差を示す。MPCの結果は、同じ条件であるRBC_Varに比べて4~20%削減しており、4日間の平均で7%の削減を示した。これによりモデル予測制御の有効性が確認された。

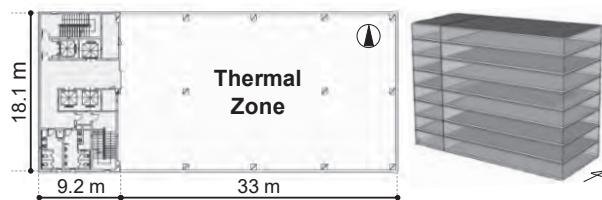


図 1 対象建物 (左 : 基準平面図)

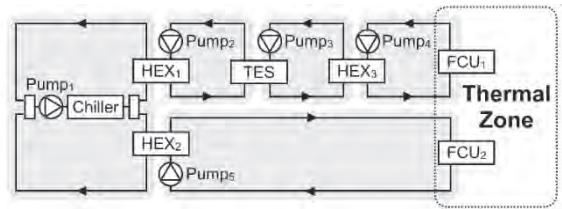


図 2 対象建物の設備システム

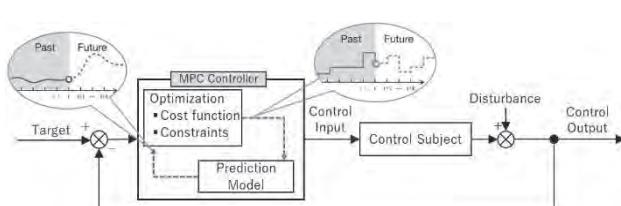


図 3 モデル予測制御の概要

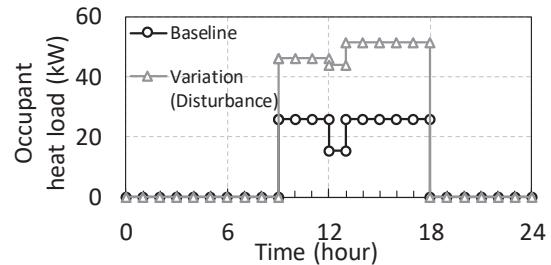


図 4 在室負荷のパターン

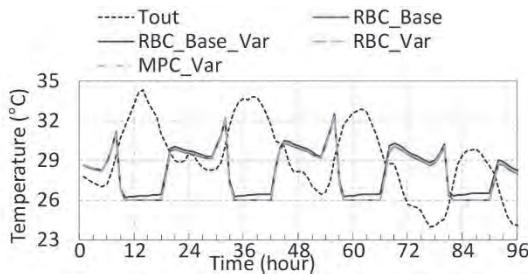


図 5 室内気温の結果

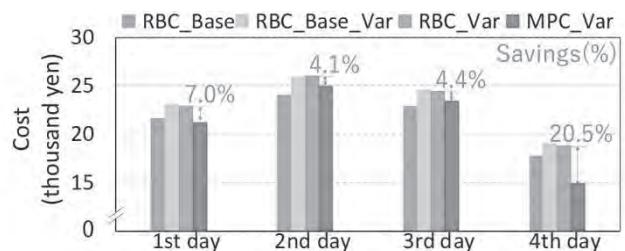


図 6 運用コストの結果

3. まとめと今後の課題

本稿では、建物の空調・エネルギー・システムの運用に関して、人工知能（AI）の利用の可能性と、その一例であるモデル予測制御をオフィスビルに適用した例を紹介した。今後AIの利用はますます増大するものと予想されるが、現時点においては以下の課題が考えられる。

- (1) AI導入によるその効果の定量化
- (2) AI利用における予測や最適化の信頼性の保証
- (3) AIによる判断・結果について誰が責を負うのか
- (4) エキスパートの今後の役割

これらの課題について今後取り組んでいく必要がある。

参考文献

- 1) IT用語辞典, <http://e-words.jp/w/人工知能.html#Summary>
- 2) Samrat Kar, "AI Mind Map", Published in Machine Learning and Artificial Intelligence Study Group (<https://medium.com/ml-ai-study-group/ai-mind-map-a70dafcf5a48>)
- 3) Doyun Lee et. al., Energy and Buildings, vol. 225, 2020

シンポジウム

1月19日(金) 14:10～16:57

「環境衛生管理における不適の実態と課題を考える」

シンポジウム

テーマ「環境衛生管理における不適の実態と課題を考える」

座長 林 基哉 (北海道大学大学院 工学研究院 特任教授)

趣旨説明 25

1. 建築物衛生法と監視手法 26

本間義規 (国立保健医療科学院 統括研究官)

2. 不適率の実態と対策 32

開原典子 (国立保健医療科学院 生活環境研究部 上席主任研究官)

3. 東京都の監視体制と指導の実際 38

坂下一則 (東京都健康安全研究センター 広域監視部建築物監視指導課 総括課長代理)

4. 給排水設備の衛生的課題と対策 44

青木一義 (元 株式会社西原衛生工業所 本社技術部 専任部長)

シンポジウム 座長プロフィール



林 基哉（北海道大学大学院 工学研究院 建築都市部門
空間デザイン分野 環境空間デザイン学研究室 特任教授）

学歴：1986年 北海道大学工学部建築工学科 卒業
1988年 北海道大学大学院工学研究科建築工学専攻 修了（工学博士）

職歴：1988年 積水ハウス株式会社 東京設計部 技術研究所
1999年 宮城学院女子短期大学 助教授
2002年 宮城学院女子大学 教授
2014年 国立保健医療科学院 統括研究官
2020年 北海道大学大学院工学研究院建築都市部門空間デザイン分野
環境空間デザイン学研究室 教授

研究分野：建築衛生, 感染症対策, シックハウス対策, 寒地住宅, サステナブル建築など

シンポジストプロフィール



本間 義規 (国立保健医療科学院 統括研究官)

学歴：1992年 北海道大学工学部建築工学科卒業

2001年 北海道大学大学院工学研究科都市環境工学専攻博士後期課程修了
博士(工学)

職歴：1992年 北海道立寒地住宅都市研究所 研究職員

2000年 岩手県立大学盛岡短期大学部 講師

2003年 岩手県立大学盛岡短期大学部 助教授 (2007年, 准教授)

2012年 岩手県立大学盛岡短期大学部 教授

2015年 宮城学院女子大学 教授

2021年 国立保健医療科学院 統括研究官, 現在に至る

研究分野：建築環境（熱・湿気・換気), 建築物衛生, シミュレーション



開原 典子 (国立保健医療科学院 生活環境研究部 建築・施設管理研究領域)

上席主任研究官)

学歴：2014年 神戸大学大学院工学研究科建築学専攻（後期課程）修了, 博士（工学）

職歴：2001年 エス・バイ・エル株式会社 住まいと暮らし研究所

2015年 国立保健医療科学院 生活環境研究部 建築・施設管理研究領域
主任研究官

2022年 国立保健医療科学院 生活環境研究部 建築・施設管理研究領域
上席主任研究官

研究分野：建築環境工学, 建築物衛生, 住居衛生, 室内温熱環境, 温熱生理

受賞歴：日本建築学会英文誌 JAR 2020 Best Paper Award (共同受賞) 他



坂下 一則 (東京都健康安全研究センター広域監視部建築物監視指導課 総括課長代理)

学歴：東京農工大学農学部環境保護学科卒業

職歴：2004年 東京都福祉保健局健康安全室環境衛生課

2005年 東京都福祉保健局健康安全室環境水道課

2007年 東京都健康安全研究センター建築物監視指導課

2008年 東京都多摩立川保健所生活環境安全課

2014年 東京都西多摩保健所生活環境安全課

2017年 現職



青木 一義 (元 株式会社西原衛生工業所 本社技術部 専任部長)

学歴：1976年 武藏工業大学(現・東京都市大学)工学部建築学科 卒業

1978年 同大学大学院修士課程工学研究科建築学専攻 修了

1982年 同大学大学院博士課程工学研究科建築学専攻 修了

職歴：1982年 株式会社西原衛生工業所 技術開発室

2014年 株式会社西原衛生工業所 技術部専任部長

資格：工学博士, 技術士(衛生工学部門), 一級建築士, 設備設計一級建築士, 建築設備士, 工学会設備士(空調・衛生), 建築物環境衛生管理技術者, 一級管工事施工管理技士, SHASE 技術フェロー

研究分野：給排水衛生設備

受賞歴：NPO 給排水設備研究会業績賞 (2014), 日本建築衛生管理教育センター会長表彰 (2021), 空気調和・衛生工学会篠原記念賞(2019), 同学会功績賞 (2021,2023), 他

環境衛生管理における不適の実態と課題を考える

林 基哉（北海道大学 工学研究院）

1. 建築環境衛生管理の重要性

建築物は、建築物衛生法（昭和45(1970)年）に規定される環境衛生管理基準に基づく維持管理が求められ、自治体は特定建築物の立入検査を行っている。立入検査の結果は衛生行政報告例として公表され、全国の建築環境衛生の実態を知る唯一の情報となっている。この基準は、新型コロナウイルス感染症に対する換気対策立案の基礎となった。しかし、多数のクラスター事例で換気不良が確認され、建築環境衛生管理の重要性が改めて指摘された。

2. 衛生行政報告例における建築環境衛生の実態

衛生行政報告例の不適率を見ると、空気環境の二酸化炭素、温度、湿度の不適率が上昇傾向にある（図1）。厚生労働科学研究では、二酸化炭素の不適率上昇の要因として省エネ・省コストによる換気量削減、外気濃度上昇が挙げられ、さらに特定建築物数の増加にともなう立入検査頻度の減少も挙げられた。給排水の不適率は大略的には低下傾向にあるが、給水の逆流防止、給湯の残留塩素や温度の維持管理などの不適事例が多い状況が報告されている。環境衛生の実態は、空調換気・給排水等の設備の変化、自治体の体制など、様々な要因によって大きく変化している可能性があるため、衛生行政報告例を基礎とし全国の環境衛生の実態を分析し有効な対策を立案することが急務となっている。

3. シンポジウムの目的

超高齢社会、脱炭素時代の中、建築環境衛生の改善を目的とし、衛生行政報告例の分析、特定建築物以外の実態、個別空調の影響と維持管理、デジタル技術導入など、厚生労働科学研究等を共有するとともに、建築環境衛生の実態及び不適率低減の方法について、建築環境衛生の担い手を広く交えて議論し、環境衛生管理における不適の実態と課題を考える。

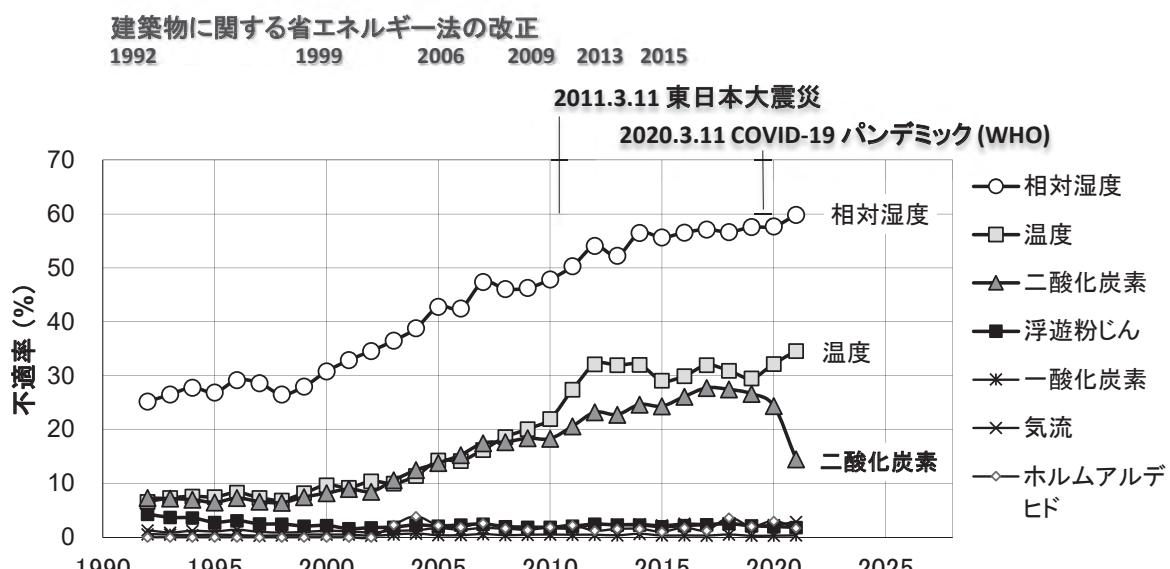


図1 空気環境の不適率の推移（衛生行政報告例より）

建築物衛生法と監視手法

本間義規（国立保健医療科学院）

1. はじめに

建築物衛生法は昭和 45(1970)年に施行されている。その後、特定建築物の対象面積の拡大（昭和 50(1975)年）、中央管理方式以外の空気調和設備（個別分散空調方式）と機械換気設備の追加、10%規定の廃止、ホルムアルデヒドの追加等（平成 14(2002)年）、大きな改正が 2 回行われているが、それ以降大きな改正は行われていない。法効力が安定的に確保されているということの証左といえるだろう。改善勧告・命令の件数は近年増えてきている傾向にあるもののそれでも 0.2%以下（令和 4(2022)年度改善命令 12 件、改善勧告 8 件）、使用停止・制限はほぼ行われておらず（平成 19～令和 4(2007-2022)年の 15 年間で使用停止・制限は合計 6 件）、数字だけをみるとかなり優秀である。しかし、温度、相対湿度、二酸化炭素の不適率が高い（令和 4(2022)年度の不適率、温度 36%、相対湿度 60%）。不適率が高いのに改善勧告・命令、使用停止・制限に及ぶものが少ないのはなぜなのか。不適率を抑制できないのは何か根本的な理由があるからなのか。空気管理基準の成り立ち、監視（チェック）体制、空調設備の特徴・制御方法・運転方法の観点から考察してみたい。

カーボンニュートラル、ネットゼロ時代にあって、建築物を取り巻く状況は大きく変化している。省エネ適合義務化や省エネ基準の引き上げ、ライフサイクルカーボンなどの評価枠組みの充実だけではなく、例えば国連環境計画では、UN Finance Initiative や UNEP-SBCI : UN Environment Programme Sustainable Buildings and Climate Initiative が建築・不動産分野において ESG 投資を積極的に推進することによる脱炭素の取り組みも行われている。不動産を格付けするうえで、健康、快適性、ウェルビーイングや知的生産性にも影響を及ぼす IEQ(Indoor Environmental Quality)の重要性が指摘され、日本のビルも GRESB 評価や WELL 認証を受審するところが増加している。EU やオーストラリア、アメリカ等では IEQ を公的に評価する仕組みを整備・運用しているなか、建築物衛生法はその領域に踏み込めていないのが現状である。こうした社会背景等を踏まえながら、建築物衛生法に纏わる現状の課題について整理してみたい。

2. 建築物衛生法の成り立ち

1) 社会背景

昭和 45(1970)年に建築物衛生法が制定された背景と成立過程を簡単にまとめる。建築物衛生法が成立した時期は、高度経済成長に伴いオフィスビルの需要が急増した時代である。高さ制限撤廃にかかる建築基準法改正により超高層ビルの建設が可能になったが、高層化と高い容積率によって窓開けできないオフィスビルが増えたことにより、空調設備で制御された人工環境下で多くの時間を費やす執務者が増加した。折しも大気汚染が深刻化し、単純な換気（外気導入）による室内空気質環境の維持が難しくなる。一方、急速に増加した空調設備を有するオフィスビルでは、温度調節不適に伴う冷房病、ビル病ともよばれる不定愁訴を訴える執務者の割合が増え、さらに清掃・ごみ処理の不徹底に伴う衛生害虫の発生などがクローズアップされていたという背景がある¹⁾。

2)建築物衛生法の成立¹⁾

昭和 40(1965)年 9 月、厚生大臣の諮問機関である公害審議会が設置され、公害部会、水道部会、下水・清掃部会、生活環境部会が活動を行い、生活環境部会は 1 年後の昭和 41(1966)年 8 月、「健康な居住水準の設定について」(川名吉衛門、平井信義、小林陽太郎、三浦豊彦、東田敏夫) と「多数人利用建築物の衛生基準について」(緒方一喜、松野淳一、木村宏、武藤暢夫、小林陽太郎、森村武雄) を中間答申している。答申内容を図 1 に示す。

「多数人利用建築物の衛生基準」

大都市地域への異常な人口集中とその解決を目的とした建築物の高層化、巨大化が進んでいる。これを利用する人間の存在する場所として、建築物内の環境衛生を維持することは重要な技術課題である。

1.衛生基準の設計に関する主要事項

建築基準法は建築物の敷地、構造、設備及び用途に関する最低の基準を定めている。しかし、その衛生基準の維持管理についても十分な考慮がはらわれなければならない。

(1)給排水設備、空気調和設備、電気、ガスなどの安全衛生的な仕様、建築物の清掃、し尿処理、ねずみ、衛生害虫の駆除など、全般にわたる維持管理基準を設定すべきである。地下街については公共的地下道内の環境衛生の規制が必要である。

(2)衛生的維持管理基準にみあつた建築設計の基準を設定し、設計者、施工者に対し、必要な安全衛生上の点検項目を整備すべきである。

(3)給排水工事基準その他については、関係当局が相協力してその整備を検討してゆく必要がある。

(4)衛生的維持管理基準に関連する、機械・設備の水準を維持するため、機械設備の質的標準化を図るべきである。

(5)騒音防止に対する建築構造を必要とする。

(6)建築物の外部環境についても適宜検討する必要がある。

2.厚生行政において、当面取り上げるべき措置

建築物の管理者の責任を明確にすること。維持管理技術者の設置及び監視体系の強化、啓もうなどを実施すべきである。

(1)維持管理技術者を早急に制度化すべきである。

(2)建築物の維持管理業務を管理者から委託を受ける企業の業務の適正化を育成し、指導する必要がある。

(3)一般国民に対する啓もうが必要。

(4)規制には関係行政機関の密接な提携が必要、特に保健所における監視指導体制を整備する必要がある。

図 1 「多数人利用建築物の衛生基準」答申概要

答申を受けて厚生省は直ちに建築物衛生管理法(案)の立法準備を開始し一応の成案を得たが、各省折衝が難航している間に自民党斎藤邦吉衆議院議員他 6 名から厚労省案とほぼ同じ内容の法律案が「建築物における衛生的環境の確保に関する法律(案)」として国会に提出されるも昭和 44(1969)年に廃案になっている。翌年、第 63 回国会において、自民、社会、公明、民社、共産の 5 党協議に基づく議案として与野党全会一致をもって本委員会提出の法案に決定、衆参で原案通り可決され公布・施行されている。

3.建築物環境衛生管理基準の検討

室内環境の物理要素の基準は、昭和 40(1965)年度厚生科学研究補助金「ビルディングの環境衛生基準に関する研究」²⁾がベースになっている。この研究は、社団法人空気調和・衛生工学会(会長内田秀雄東京大学教授)に委託され、昭和 41(1966)年 3 月に報告書が提出されている。事務所建築を主体として取り上げ、空気調和、暖冷房、換気、採光照明、騒音防止に関する「目標値」、「推奨値」及び「許容限度」の段階的基準を提案している(表 1)。審議会設置のタイミングからしても基準策定のために新たに研究を行うことではなく、その時点までに得られている国内外の基準や研究成果をまとめるかたちとなっている。

報告書に示された各要素の目標値、推奨値及び許容限度と比較してみると、法律上定められている空気管理基準は、その項目によって報告書内の目標値や推奨値、許容限度が適宜適用されており、一定のルールはない。シックハウス法(建築基準法改正)により、平成 14(2002)年から追加になっているホルムアルデヒド($0.1\text{mg}/\text{m}^3=0.08\text{ppm}$)は、当初基準に

は示されていなかった。そのほか、細菌や或いは換気量（正確には自然換気の外気導入量、外気導入量がどうであるかどうかに関わらない機械換気風量、現在の相当換気量）についても述べられている（図2、換気量はYaglouの研究成果を引用しており、臭気基準であることは有名）。短期間の検討であったことから、検討メンバー自身、多くの課題を積み残しているような印象である。生活環境部会臨時委員であり空気調和衛生工学会ビルディング環境衛生基準委員会委員長でもある小林陽太郎（当時国立公衆衛生院）は、のちに「今日設定を予想される環境基準は、暫定的なもので、知識・技術、国民の理解度の進歩などによって改変されるべきものであると考えており、固定された最終結論を出すことは現在ではできないとされている」と述べている³⁾。

表1 環境要素制御の目標値、推奨値および許容限度（厚労科研 S40(1965)）²⁾

	目標値	推奨値	許容限度	備考	執筆担当
冬期温度		17-23°C(昭和17年石川知福) 19.5-23.5°C(女子工場、阿久津・三浦、 労働化学 38(7),1962)			
夏期温度		21-26°C(冷房あり) 22-24°C(冷房あり)	27°C(冷房なし) 23-27.5°C(冷房なし、女子工場、阿久 津・三浦) 21-28°C(冷房あり、平山、真許、 Yaglouら)	水平分布、垂直分布に注意を払う。冷房時の上下温度分布の許容 限度は1.7°C、暖房時で±2°C	小林陽太郎
湿度		55-70% 人体に対し夏は少湿、冬は多湿が望ま しい。	冬の最低限度35% 夏の最高限度70%	湿度についての基準を単独に期すことは意味は少ないとの記述。	小林陽太郎
粉塵(計数法)			100 p/cc(清浄) 100-200(軽度発塵) 200-400(高度発塵) 400(如限度)	1000以下(遊離ケイ酸分50%未満) 700以下(遊離ケイ酸分50%以上) 労働省通牒	木村宏
粉じん(重量法)			5mg/m ³ 以下(中程度) 5-10 g/m ³ (許容度) 10-20 mg/m ³ (禁忌度) 20mg/m ³ 以上(危険度)	15mg/m ³ 以下(遊離ケイ酸分50%未満) 10mg/m ³ 以下(遊離ケイ酸分50%以上) 労働省通牒	木村宏
細菌	落下法 75P/m ³ 以下(ほとんど人間に由来する もの) 100P/m ³ 以下(そうでないもの) フィルタ法 2000P/m ³ 以下	フィルタ法 2000-10000p/m ³	フィルタ法 10000p/m ³ 以上 スリット法 1760p/m ³	落下法(日本薬学会、衛生試験法註解(1965) フィルタ法(佐守信男他、日本衛生学雑誌12(5), 1957) スリット法(R. B. Bourdillon他, Studies in Air Hygiene, 1948)	吉澤晋
CO	20ppm	20ppm	50ppm	ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienist), ICI(The Imperial Chemical Industries, Ltd.), 日本産業衛生協会許容濃度向井の勧告値, リ連の許容濃度	今野啓一
CO ₂	1000ppm	1500ppm	5000ppm		
ホルムアルデヒド	0.1 ppm	0.1 ppm	1 ppm		

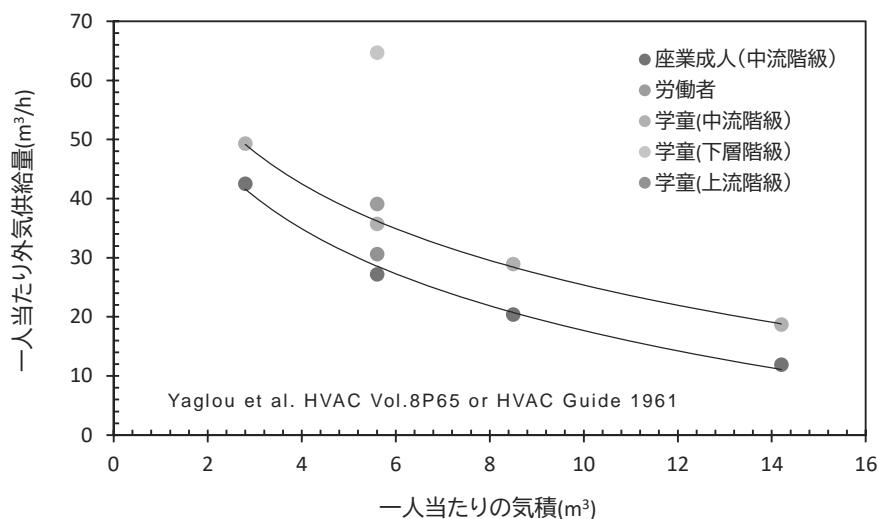


図2 報告書に掲載されているYaglouの臭気基準一人当たり外気供給量²⁾

4. 報告・検査と監視手法

1) 4つの段階

特定建築物の衛生環境が適正に確保されているかどうかをどのように確認しているのだろうか。竣工前チェックと竣工後のチェック体制の2つに大別される。

まず竣工前のチェックについて、竣工してからでは不具合を改善することが難しいため、建築物は設計段階から適切にその内容の確認を受け、問題がある場合は早い段階でそれを是正しておく必要がある。そのために建築基準法第93条が規定されている。この規定によると、特定行政庁、建築主事又は指定確認検査機関（以下、確認機関等）は、防火上のチェック（消防長或いは消防署長に通知し同意を得ること）と保健衛生上のチェック（保健所長に通知し、必要と認める場合において意見を述べることができる、建築基準法第93条第6項）のプロセスを通さなければならない（第一段階）。

竣工後の確認体制は次の通りである。まずは、特定建築物の衛生環境を管理する維持管理権原者（以下、権原者）の明確化（第二段階）、次にその状態をチェックし必要に応じて指導（意見具申）する建築物環境衛生管理技術者（以下、管理技術者）の選任（法第6条）とその活動（第三段階）、そして最終的に保健所による監視指導（環境衛生監視員、施行規則第21条第2項）が行える（第四段階）という複数段階のチェック体制となっている。そして、都道府県知事は、保健所の立入検査結果に応じ、必要に応じて改善勧告、改善命令、使用停止・使用制限を指示（法第12条）することが可能である。保健所がチェックした内容は衛生行政報告例として毎年厚生労働省に報告され、e-statにて公開されている。

2)衛生行政報告例

衛生行政報告例は、内務報告例（明治19（1886）年内務省令第17号）からスタートし、昭和13（1938）年「厚生省報告例」（昭和13（1938）年訓令第13号）が厚生省の発足に伴う変更、そして平成12（2000）年度の地方自治法改正に伴う変更を経て現在の形式となっている。47都道府県、20指定都市、62中核市の合計129の自治体から毎年報告を受けている。調査事項は精神保健福祉関係、栄養関係、衛生検査関係、生活衛生関係、食品衛生関係、医療関係、薬事関係、母体保護関係、難病・小児慢性特定疾病関係等になり、建築物衛生法関連は生活衛生関係のデータとして検査件数と不適件数がまとめられている。

建築物の維持管理項目に関する検査事項は、表2に示す通り全36項目あり、特定建築物用途（興行場、百貨店、店舗、事務所、学校、旅館、その他）ごとに収集されている。

表2衛生行政報告例 第4章生活衛生（空気環境・空気調和の衛生、飲料水の管理、その他）

空気環境・空気調和の調整	空気環境	ホルムアルデヒド量検査の実施有無、浮遊粉じん、CO、CO ₂ 、温度、相対湿度、気流
	空調設備の維持管理	冷却塔への供給水に必要な措置 加湿装置への供給水に必要な措置 冷却塔、冷却水の汚れ点検（1月以内ごと） 冷却塔、冷却水の水管清掃（1年以内ごと） 加湿装置の汚れ点検（1月以内ごと） 加湿装置の清掃（1年以内ごと） 排水受けの汚れ、閉塞の状況点検
飲料水の管理	飲料水の管理	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の実施、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	遊離残留塩素の含有率の検査の実施 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、濁度
その他		排水設備の清掃、大掃除、ねずみ等の防除、帳簿書類の備付け

3) 不適率と監視体制との関連性

傍から見る限り鉄壁な監視体制にみえるが、にも関わらず不適率が増え続けるのはなぜなのだろうか。確認申請時における保健所長の意見具申がどの程度行われているのか把握できていないが、少なくとも図面と設備機器仕様書のみの審査で、その建築物が適切な室内環境を確保できるかどうかを判断することは難しい。審査側が容易に判断できる方法としては、室温湿度変動・空気質等の環境シミュレーション結果を提出してもらうことだろう。最近ではBIMやデジタルファブリケーションによって意匠・構造・環境の連成シミュレーションが可能な時代であるが、残念なことに特殊な例を除いて殆ど普及していない。

次に権原者である。建物利用者からのクレームには敏感だが、クレームがなければ室内環境の数値には関心が薄い。管理技術者は、その選任割合は全数の99.5%であり、監視の目が不足しているわけではなさそうである。最終的な確認ステージは保健所（環境衛生監視員）である。環境衛生監視員の立入検査（令和4(2022)年度）は全国で5897件（全数の12.3%）、報告徴収は20487件（全数の43.0%）である。平均すると8年に1回程度の立入検査、2年に1回程度の報告徴収である。自治体によってばらつきがあるが、現状の人員体制では全数調査は無理との意見も少なくない。さらに、自治体によって不適の判断基準が異なるということもよく耳にする⁵⁾。そのほか、テナントの業務の邪魔になるということで適切に計測できないという課題も指摘されている。現在はコンパクトな計測器で連続測定・記録ができる時代である。50年前に規定された測定法も見直しが必要であろう。

5. ビルの空気環境問題はいつからなのか

表3、表4は、昭和48(1973)年大阪市環境保健局環境衛生課の一般ビル立入検査結果である⁶⁾。暖房期の相対湿度不適率は83.3%、冷房期40.7%となっている。比較として表5に令和4(2022)年度の大阪市の衛生行政報告例を、表6に同じく令和4(2022)年度の全国要素別不適率を示す。サンプル数が異なるが、時代を問わず大阪市の相対湿度不適率は全国と比較して高い。つまり相対湿度の不適率は今に始まった現象ではないともいえる。原因究明が進まない理由は、加湿・除湿いずれの問題なのかを判断できないこと、さらに不適であると指摘されたビルの空調設備情報がセットで提供されていないことが大きく影響している。

表3 昭和48(1973)年大阪市(暖房期)

建築物用途	事務所	店舗	百貨店	旅館	合計	不適率
検査件数	43	2	4	5	54	
検査項目						
温度	1	-	-	-	1	1.9%
相対湿度	36	2	3	4	45	83.3%
気流	-	-	-	-	0	0.0%
浮遊粉じん量	24	-	2	2	28	51.9%
CO濃度	1	-	-	-	1	1.9%
CO2濃度	2	-	1	-	3	5.6%

表5 R4(2022)年度衛生行政報告例(大阪市)

建築物用途	事務所	店舗	百貨店	旅館	合計	不適率
検査件数	1254	240	13	213	1720	
検査項目						
温度	425	143	5	87	660	38.4%
相対湿度	978	199	10	146	1333	77.5%
気流	18	8	1	8	35	2.0%
浮遊粉じん量	26	4	0	3	33	1.9%
CO濃度	4	0	1	0	5	0.3%
CO2濃度	286	21	0	5	312	18.1%
ホルムアルデヒド	4	0	0	4	8	0.5%

表4 昭和48(1973)年大阪市(冷房期)

建築物用途	事務所	店舗	百貨店	旅館	合計	不適率
検査件数	50	25	8	4	87	
検査項目						
温度	4	1	1	-	6	11.1%
相対湿度	13	5	-	4	22	40.7%
気流	1	2	-	-	3	5.6%
浮遊粉じん量	28	13	-	-	41	75.9%
CO濃度	-	4	-	-	4	7.4%
CO2濃度	8	6	4	-	18	33.3%

表6 R4(2022)年度衛生行政報告例(全国)

建築物用途	事務所	店舗	百貨店	旅館
温度	30.2%	46.1%	45.8%	32.1%
相対湿度	62.7%	60.1%	71.8%	52.6%
気流	2.1%	2.7%	4.9%	3.7%
浮遊粉じん量	1.7%	1.5%	1.9%	1.1%
CO濃度	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
CO2濃度	19.2%	7.5%	7.1%	2.7%
ホルムアルデヒド	2.1%	3.2%	0.0%	3.1%

6. 現状の課題：空調制御の難しさ

CO₂濃度の不適率が上昇するということは、換気量が不足しているか設定以上の在室者が存在しているか否かのいずれかである。仮に換気量が減少したのであれば、室内湿度や温度は改善するはずである。しかし、温度、相対湿度、CO₂濃度の不適率は、同様な増加傾向にある。ビル用マルチパッケージ型空調システム（ビルマル）の普及が原因との分析もあるが、ビルマル全てがNGというわけでもない⁷⁾。空調設備のファクター以外に、テナント・入居者等の建物利用者の利便性（制御性、好みの温度設定や風量調節、冷暖房の切り替えが容易等のユーザビリティの変化）とともに、ゾーニングと負荷変動に追随する制御の難しさも大きな要因である。大規模ビルの空調制御は人体の体温制御に似て大変複雑であり、最近では建築設備のデジタルツイン生成に関する検討も行われている⁸⁾。

7. 現状の課題：環境基準の再考

環境基準が実態に合っているのかどうかを確認する必要がある。昭和40年代(1965-1974)と違い、現在は世界各国で室内環境評価の取り組みが進んでおり、regulation, standard, guidelineの各水準で多くの環境基準が示されている。図3に各国の相対湿度基準をプロットしてみた⁹⁾。地域差もあるため一概には判断できないが、日本の気候を考えると冬期40%はやや高めである。相対湿度の健康影響はエビデンスが得られにくいのは海外も同様であり、健康影響とエネルギー等の観点から総合的に判断する余地はあるだろう。

そもそも、建築物の室内環境質の確保は面積の大小にかかわらず重要である。さらに監視範囲を拡げるためには現状の手法そのものの見直しが必要である。因みに科学院ではIoT活用による執務者の主観申告データと物理環境データ収集に基づく衛生管理手法の検討を進めているところであり、今後、何某かの改善に役立てたいと考えている。

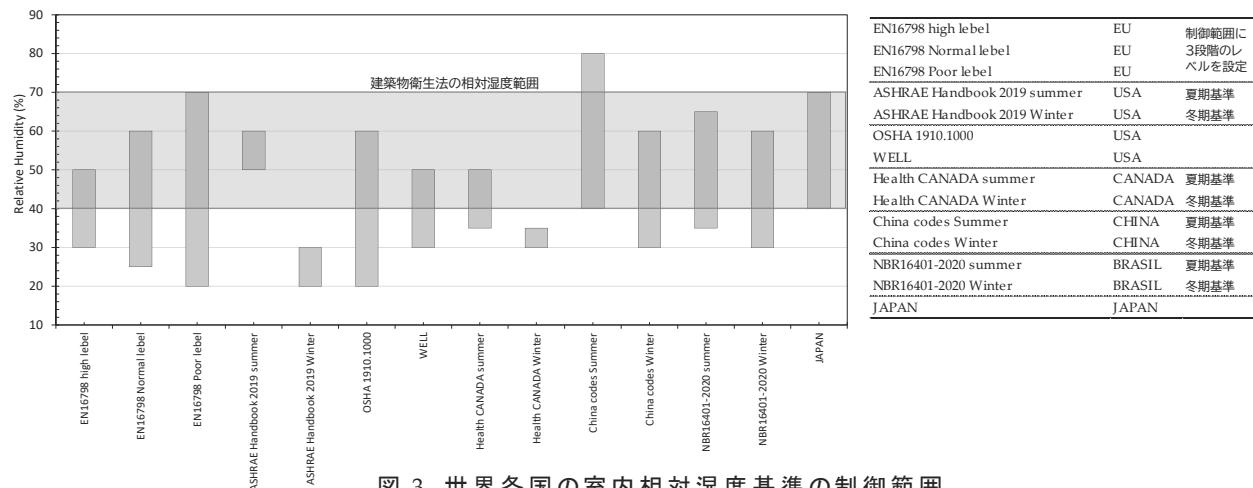


図3 世界各国の室内相対湿度基準の制御範囲

引用文献・参考文献

- 1) 財団法人ビル管理教育センター20年史, 財団法人ビル管理教育センター, 平成3年12月20日
- 2) 小林陽太郎：ビルディングの環境衛生基準に関する研究, 昭和40年度厚生科学研究, 昭和41年3月
- 3) 小林陽太郎：公害と環境基準, 建築雑誌, 594ページ, 日本建築学会, 昭和42年9月号
- 4) 内田秀雄：空気調和の最近の動向, 日本機械学会誌, 第69巻第570号, 55-56, 1966/07
- 5) 室内空気質のための必要換気量, 空気調和・衛生工学会 换気設備委員会・室内空気質小委員会, H28/10/31
- 6) 金子ふさ, 空調ビルの空気性状と問題点, 生活衛生 19(5), 153-159, 1975
- 7) ビル用マルチパッケージ型空調システム, 公益社団法人空気調和・衛生工学会, 丸善, 平成29年12月
- 8) 松田侑樹・大岡龍三, 建築設備のデジタルツイン生成に関する研究(第2報):空調システム全体を再現するANNモデルの評価, 日本建築学会環境系論文集第86巻第780号, 175-183, 2021年2月
- 9) STC34, Indoor Environmental Quality (IEQ) guidelines database, <https://ieqguidelines.org/>

不適率の実態と対策

開原 典子（国立保健医療科学院）

1. 衛生行政報告例にみる調査の動向

建築物環境衛生管理基準は、環境衛生上良好な状態を目標としている。基準に違反し、かつ、健康がそこなわれる事態等の環境衛生上著しく不適当な場合に、改善命令、使用停止等の行政措置がとられる。特定建築物の届け出件数は、直線的に増しておらず、全国で増える施設数は年間約700件である（図1）。施設数は自治体によって大きく異なるが、いずれの自治体においても増加の傾向にある（図2）。調査数（報告徴収数と立入検査数の合計）は、新型コロナウイルス感染症の感染拡大時にやや減ったものの、元の状態に戻りつつある。また、立入検査等の推移より、近年、立入検査は減少し、報告徴収数は増加の傾向にある（図3）。図4に都道府県別の特定建築物に対する報告徴収の割合を示す。報告徴収の割合が高い自治体では、増加傾向が強いことがわかる。図5に都道府県別の特定建築物に対する立入検査の割合を示す。すべての自治体で立入検査を行っていることがわかるが、その割合は低下する傾向にある。

2. 衛生行政報告例における特定建築物の不適率の動向

建築物環境衛生管理基準は、空気環境の調整、給水及び排水の管理、清掃、ねずみ、昆蟲等の防除その他環境衛生上良好な状態を維持するのに必要な措置について定めているものである。

図6に、空気調和設備の病原体汚染防止に関する不適率の推移を示す。遊離残留塩素に関する項目では、比較的安定して不適率が低い傾向が続いている。

図7に飲料水の管理、図8に雑用水の管理に関する不適率の推移を示す。これらの項目では、近年、不適率が安定又は低下の傾向となっており、立入検査等の監視指導の効果が伺える状況となっている。

図9に、清掃・ねずみ等の防除に関する不適率の推移を示す。これらの項目についても、飲料水や雑用水の管理同様に、不適率が安定又は低下の傾向となっている。

このように、空気調和設備の病原体汚染防止、給水、雑用水、清掃、ねずみ等の項目では不適率が安定又は低下している。

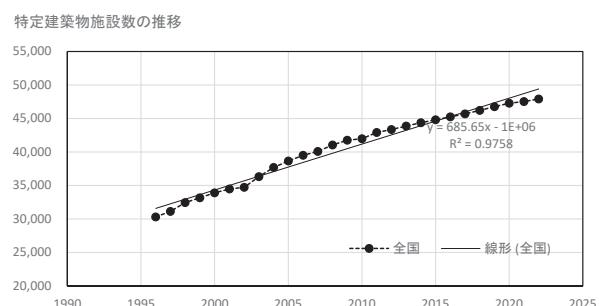


図1 特定建築物の推移

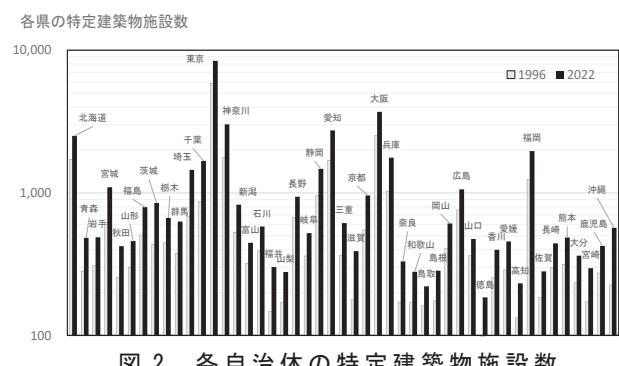


図2 各自治体の特定建築物施設数

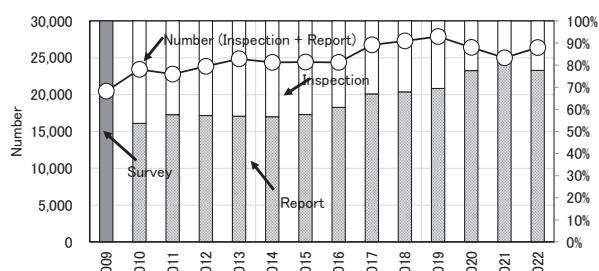


図3 立入検査等の推移

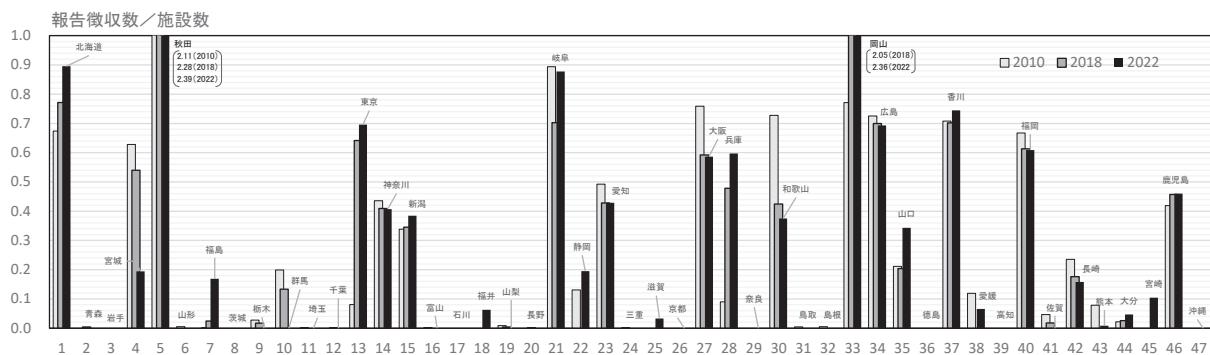


図4 特定建築物に対する報告徴収の割合

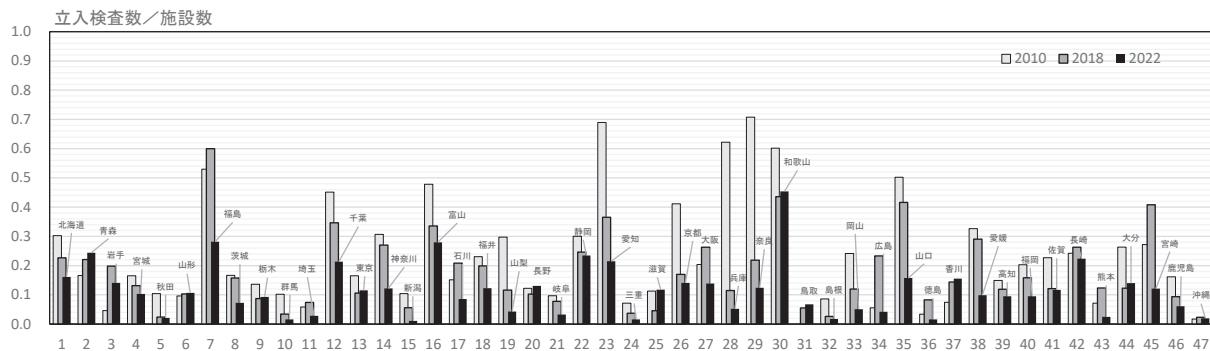


図 5 特定建築物に対する立入検査の割合

図 10 に、空気環境の不適率を示す。湿度、温度、二酸化炭素濃度は不適率が高く平成 11(1999)年度以降に継続的な上昇が見られる。また、温度は平成 23(2011)年度から平成 26(2014)年度に一時的な上昇が見られる。空気環境の不適率の上昇要因として、平成 11(1999)年の省エネルギー法改正にともなう換気量、設定温湿度の調整、個別空調の普及、平成 23(2011)年の東日本大震災後の節電に伴う設定温度の調整の影響の可能性がうかがえる。令和 2(2020)年度以降のデータより、COVID-19 のパンデミックに際し、政府機関によって換気の必要性が啓発され、特に、二酸化炭素濃度、温度、相対湿度の傾向が変化していることがわかる。具体的には、二酸化炭素濃度の不適率が急激に低下し、温度の不適率が上昇した。室内二酸化炭素濃度が低下については、換気対策による換気量の増加、行動制限に伴う在室者数の減少等が一因とみている。

一方で、COVID-19 のパンデミック以前において、特定建築物の空気環境不適率の上昇要因を明らかにするために、平成 29(2017)年までの行政報告例の不適率の実態把握、不適率上昇要因に関する統計解析、外気濃度上昇、省エネルギー等に伴う換気量減少の不適率への影響に関する分析が行われた。その結果、相対湿度、温度、二酸化炭素濃度の不適率の上昇要因は、個別空調方式の比率が高まったことによる可能性を挙げている。個別空調方式では、室毎の制御が行われるために、建物全体の空気環境制御が十分に行われないため、室間差や時間変化が発生する可能性が高いからである。このために、定期的測定や立入検査において、基準を満たさない結果が増えると捉えていた。すなわち、報告徴収の増加、省エネルギーの影響、外部環境の変化に加えて、個別空調の普及によって、温度、相対湿度、二酸化炭素濃度の不適率が上昇したと結論づけている¹⁾。

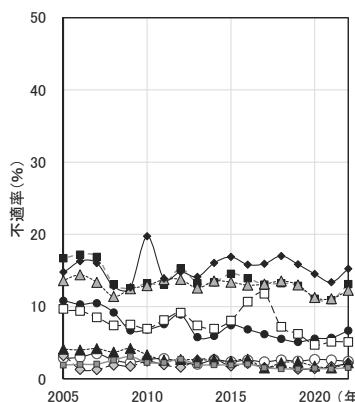


図 6 空気調和設備の病原体汚染防止に関する不適率の推移

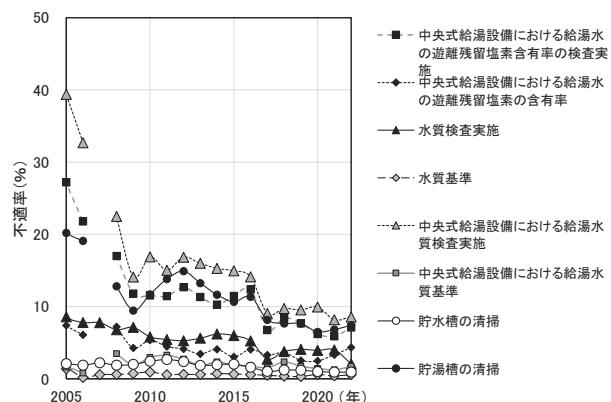


図 7 飲料水の管理^{注1)}に関する不適率の推移

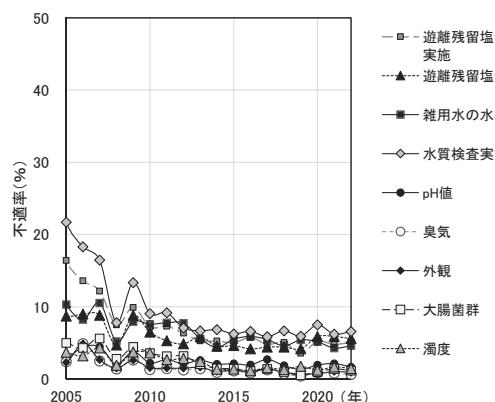


図 8 雜用水の管理に関する不適率の推移

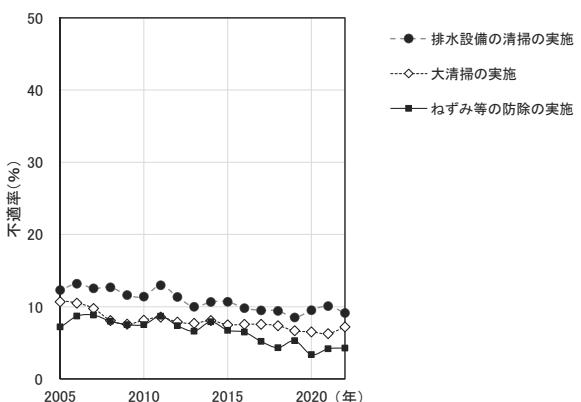


図 9 清掃・ねずみ等の防除に関する不適率の推移

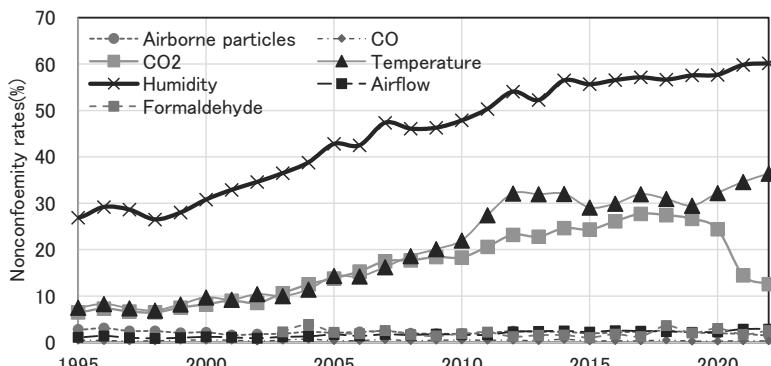


図 10 空気環境の不適率の推移

図 11 に、空気環境で不適になりやすい温度、相対湿度、二酸化炭素濃度について、用途別に不適率の推移を示す。興行場、百貨店、店舗、事務所、学校、旅館において、どの項目でも、旅館が低く、学校が高い傾向にある。特に、二酸化炭素濃度は、事務所と学校の不適率が他の用途よりも高いことがわかる。

3. 特定建築物の衛生環境に関する監視指導

特定建築物の衛生環境に関する監視指導を担当する環境衛生監視指導員に対する調査²⁾から、報告徴収の方が不適になりやすい傾向があることがわかっている。その理由に、立入検査では立入時の空気環境測定、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のに対し、報告徴収では法定検査の測定値のみの判断になることが挙げられている。

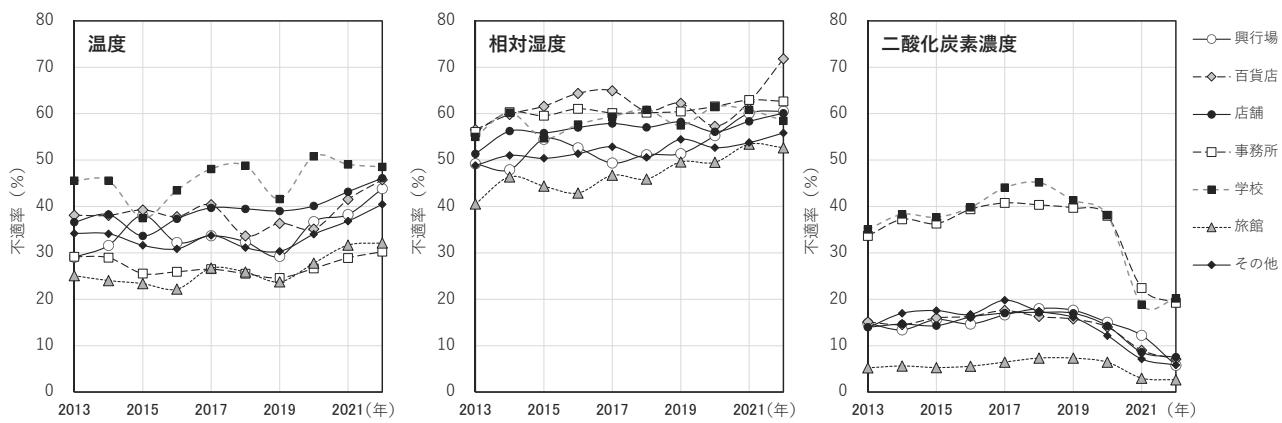


図 11 溫度・相対湿度・二酸化炭素濃度の不適率の推移（用途別）

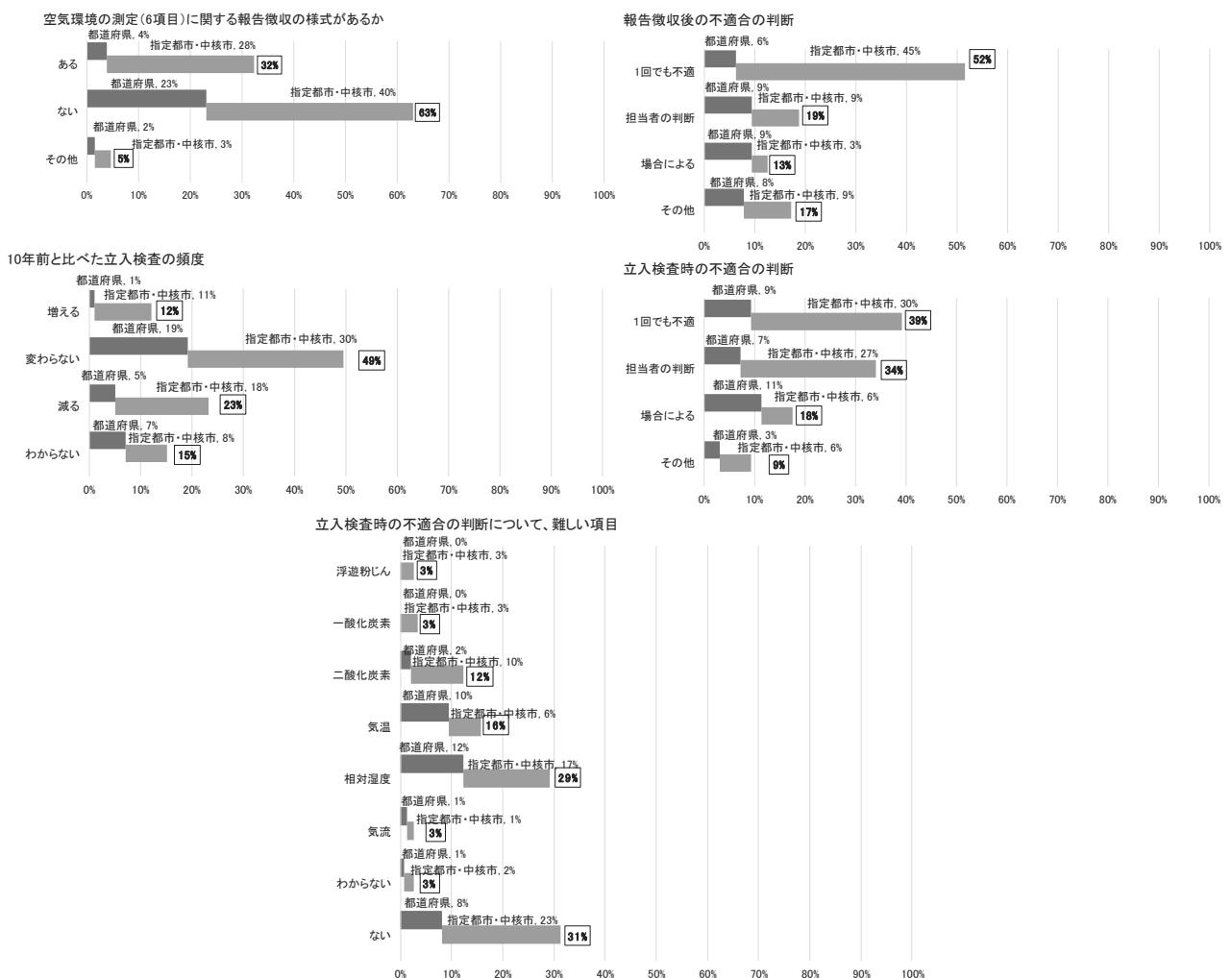


図 12 空気環境の測定 6 項目（浮遊粉じんの量・一酸化炭素の含有量・二酸化炭素の含有量・温度・相対湿度・気流）に関する質問紙結果²⁾

具体的な回答として、立入検査及び報告収における不適合の判断（①「同一物件において、1回でも基準を満たさなければ不適とする」、②「物件の状況等をみて、担当者の判断によって不適かどうかを決める」、③「場合による」④「その他」）について、①を選択した率は、立入検査では 39%、報告収では 52% であった。報告収で①と回答した理由に、「人による差が出ないようにしている。」、「機械的に判断している。」との回答が見られた。

また、報告徴収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。このことは、立入検査の不適率が低くなる可能性の一つとされている。

4. 空気環境測定の実態³⁾

空気環境測定者に対して、測定時に関する調査を行った結果を紹介する。空気環境の測定点、測定時間、測定後の改善に関する課題が抽出された。空気環境の測定点については、適切でない場合があるとの回答が2割を超え、その理由は在室者やテナント等への配慮が挙げられている。また、一日に2回測定できない場合もある状況が明らかとなった。

在室者がいない状況での測定は半数以上で行われており、休日等空調が運転されない場合の測定も4割程度実施されていた。理由として、在室者への配慮、依頼主から要請が多くかった。

不適合の場合の原因追及のための測定ができない場合も2割以上ある。原因は、在室者への配慮、依頼主の依頼、契約上の制限等、が挙げられている。

個別に測定の際の困難なこととして挙がったのは、「冬期に湿度を上げることが難しい」という意見であった。冬期は外気温が低く、外気中の絶対湿度が低いため、暖房で室を暖めることで相対湿度が下がりやすく、相対湿度を40%以上に上げることが難しいようである。次に挙がったものは、「依頼者や建物利用者に測定の意義を理解してもらえず、トラブルになった」という意見であった。具体的には、「在室者が協力的ではない場合がある」や、「測定を早く終わらせるようにと急かされる場合がある」等の在室者とのトラブルの他、「依頼者に在室者がいない状況で測定をしなければならない」等、依頼者とのトラブルが発生したようである。この他、学校や旅館等の施設では在室者がいる時に測定を実施することができないという意見も挙がった。測定機材に関して、「機材が重い」、「機器の更新の予算が取れない」といった意見も挙がっている。改善策の提案については、「問題点を指摘しても予算がない等で改善されないことが多い」、「コストの高い換気装置は提案しにくい」、「換気のための注意に対し、省エネ等の問題を相談された」等、改善にかかる費用の問題から、改善がされない場合や、改善策の提案をやめる場合があるようである。また、不適の判定については「基準を少し超えた不適合判定は依頼者に嫌がられる」等、説明等に関する課題もある。

以上のように、空気環境の測定は、使用状況、依頼主やテナントの要望等の影響を受けることによって、適切な実施が難しい場合があることが確認されている。このような実態は、例えば、在室者がいない場合の測定が多い用途では、二酸化炭素濃度の不適率が低くなる等、行政報告例における不適率の特性にも影響している。また、正しい測定が難しい状況は、空気環境自体の悪化の要因となる可能性が否定できない状況にあるため、測定者のみならず依頼者に理解を得ることが非常に重要である。

5. 今後の建築物衛生管理への期待

個別空調方式の比率が高まることが、相対湿度、温度、二酸化炭素濃度の不適率上昇の要因になった可能性がある。個別空調方式は、室毎の制御が行われるために、建物全体の空気環境制御が十分に行われないため、室間差や時間変化が発生する可能性が高い。この

ために、定期的測定や立入検査において、基準を満たさない結果が増えると考えられる。このような分析が進む一方で、昨今の人々の介在が不要となる忠実なアルゴリズム等の技術の進歩により、デジタル技術を活用した建築物環境衛生管理のあり方が検討されている。とりわけ、①衛生水準の低下、健康被害を防ぐことができるか、②測定の精度管理、測定値の真正性が継続して担保できるか、③デジタル機器の供給体制や費用（導入・運用）が適切か、について課題として挙げられている⁴⁾が、導入の可能性が期待されている。

注 1) 「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」、「水質検査実施」及び「水質基準」には、中央式給湯設備におけるものは含まない。「水質検査実施」及び「中央式給湯設備における給湯水質検査実施」には、遊離残留塩素含有率の検査実施を含まない。「水質基準」及び「中央式給湯設備における給湯水質基準」には、遊離残留塩素含有率を含まない。「貯水槽の清掃」には「貯湯槽の清掃」を含まない。

参考文献

- 1) 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 (研究代表者・林基哉), 令和 4 年度 総括・分担研究報告書 (Web) 2023 年
- 2) 開原典子, 林基哉, 大澤元毅, 金勲, 柳宇, 東賢一, 鍵直樹. 特定建築物の室内空気環境データの分析. 空気調和・衛生工学会大会 ; 同学術講演論文集. p. 81-84. 2017 年
- 3) 林基哉, 開原典子, 榎田尚樹. 建築物環境衛生管理基準の検証に関する研究 4. 制度提. 建築物環境衛生管理基準の検証に関する研究 令和元年度 総括・分担研究報告書 (Web) 2020 年
- 4) 厚生労働省. デジタル技術を活用した建築物環境衛生管理の在り方に関する検討会. 第 1 回 資料 2 建築物衛生関係法令等におけるデジタル原則を踏まえたアナログ規制の見直し対象（定期点検・検査関係）について, p4,
https://www.mhlw.go.jp/stf/dejitarukentikubutsukankyoueisei-kentoukai_0808.html (accessed 2023 年 12 月 1 日)
- 5) 林基哉, 金勲, 開原典子, 小林健一, 鍵直樹, 柳宇, 東賢一. 特定建築物における空気環境不適率に関する分析, 日本建築学会環境系論文集 No. 764 PP. 1011-1018 (2019)
- 6) 林基哉, 小林健一, 金勲, 開原典子, 柳宇, 鍵直樹, 東賢一, 長谷川兼一, 中野淳太, 李時桓. 事務所建築の室内空気環境管理に関する調査 その 1~3 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 ; 2019. 9. 18-20 ; 札幌. pp. 45-60.

本研究は、厚生労働科学研究「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（研究代表者：林 基哉）」による成果の一部である。自治体・保健所等の皆様のご助言ご協力を賜るとともに、関連分野の研究者の協働によって行われたことを記し、関係各位に謝意を表す。

東京都の監視体制と指導の実際

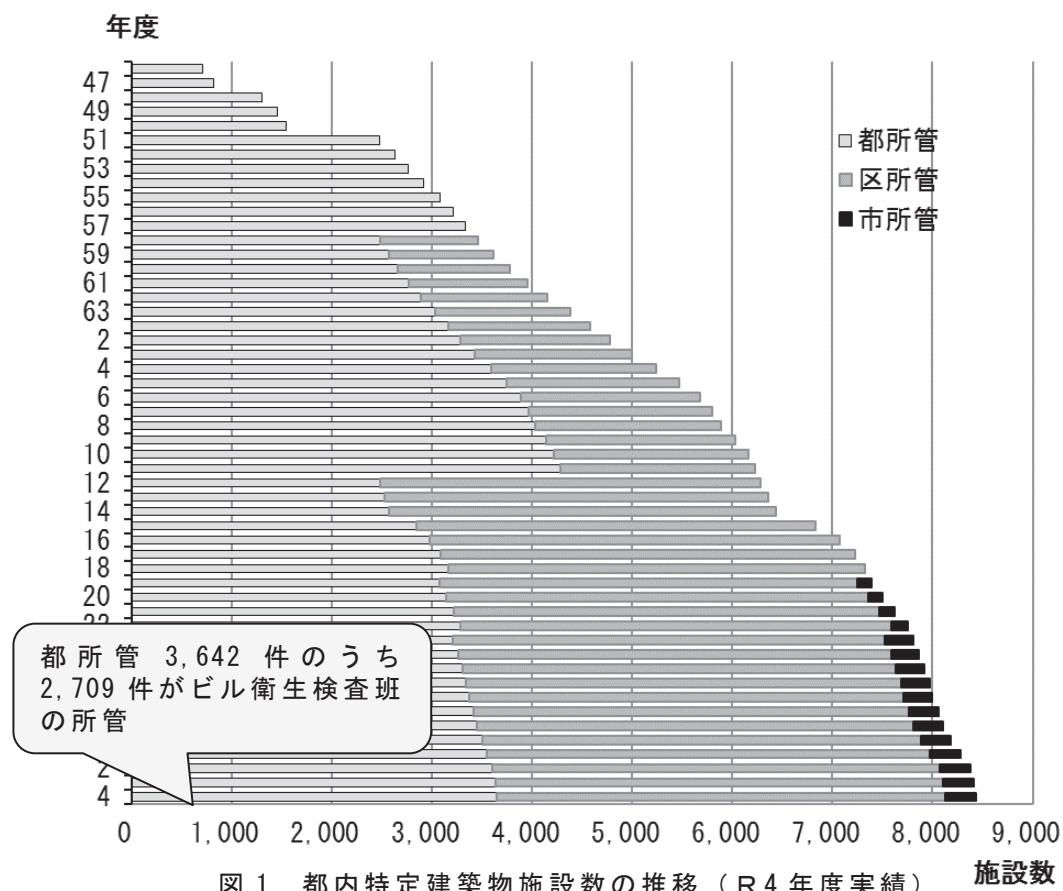
坂下 一則（東京都健康安全研究センター広域監視部建築物監視指導課 総括課長代理）

1 東京都の建築物衛生行政

建築物衛生法が施行された昭和45(1970)年当時、都内の特定建築物は710件であった。その後、法対象の拡大もあり、令和4(2022)年度末現在、特別区内に7,177件、多摩・島しょ地域に1,255件、合わせて8,432件の特定建築物がある。これは国内の特定建築物の約六分の一の規模である。

特定建築物の監視指導は、所在地を所管する保健所で実施するのが一般的である。しかし、東京都区部では、「地域保健対策強化のための関係法令の整備に関する法律」及び「特別区における東京都の事務処理の特例に関する条例」により、延べ面積10,000m²を超える特定建築物約2,700件の監視指導は東京都ビル衛生検査班で実施している。

東京都ビル衛生検査班は、特定建築物の監視指導の専従組織で、建築物衛生法が施行された翌年に設置された。発足当初は保健所に分駐していたが、現在は、東京都健康安全研究センター広域監視部に所属している。組織は1班3名の4班体制で、特別区内を4ブロックに分けて監視指導を実施している。



2 東京都ビル衛生検査班の監視指導

監視指導には、2つの立入検査（一般立入検査、精密立入検査）と帳簿書類審査がある。また、設計段階の事前指導である建築確認申請時審査を特別区の保健所と合同で実施している。

表1 立入検査（一般・精密）と帳簿書類審査

種類	一般立入検査	精密立入検査	帳簿書類審査
対象	すべてのビル	新築・大規模改修後 1年程度経過したビル等	すべてのビル
検査時間	半日程度	3日間	1時間
検査内容	ア 帳簿検査 イ 設備検査 ウ 空気環境測定	(左の項目に加え) エ 特殊調査 オ 不適項目の原因究明調査	左記アの項目

(1) 立入検査

一般立入検査

半日程度で終了する立入検査で、帳簿書類の検査、空調・給排水設備等の検査及び空気環境測定を実施する。監視指導の柱となる検査で、年間の実施規模は約400件である。同じ特定建築物に立ち入る頻度は5~6年に1回となっている。

精密立入検査

新規の届出や大規模改修等のあった特定建築物を対象とする立入検査である。概ね3日程度を要し、一般立入検査の内容に加えて、1日3回の空気環境測定、衛生上の問題点の原因究明や改善のための調査（特殊調査）を実施する。

(2) 帳簿書類審査

立入検査における帳簿書類の検査を指定した会場で実施する監視指導である。概ね1時間程度で終了するので、一定期間に集中的な監視指導を実施できる。

(3) 建築確認申請時審査

特定建築物の構造設備に係る事前指導である。建築物衛生法はビルの衛生管理に係る一般法であり、明確な設備基準は規定されていない。しかし、ビルを適切に維持管理するためには、それに相応しい構造設備の備わっていることが望まれる。この橋渡し役を担うのが建築確認申請時審査である。

東京都ビル衛生検査班では、建築基準法第93条第6項の規定を利用して、特別区保健所と合同で審査を行っている。

＜建築基準法第93条第5項（抄）＞

建築主事等は、建築物衛生法に規定する特定建築物の確認申請等を受けた場合、遅滞なく、保健所長に通知しなければならない。

＜建築基準法第93条第6項（抄）＞

保健所長は、必要があると認める場合においては、建築主事等に意見を述べることができる。

東京都ビル衛生検査班では、立入検査を前回の実施日からの経過年月が長い順に実施している。また、立入検査の間に帳簿書類審査を挟むことや貯水槽水道に係る維持管理状況報告書を毎年徴収することで、監視指導のブランクを生じないよう配慮している。一般的な監視指導のサイクルは図2のとおりである。

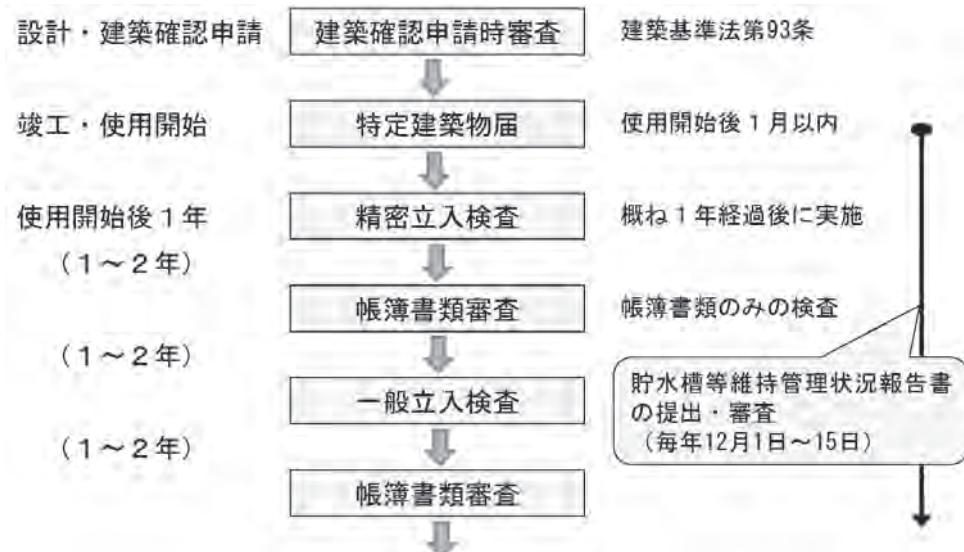


図2 東京都ビル衛生検査班の監視指導サイクル

3 監視指導の実際と不適事項

(1) 帳簿書類の検査

特定建築物の維持管理状況を帳簿書類から確認する検査である。東京都では、法令等に基づき27の確認事項を定めている。検査を効率的に進めるため、確認の対象となる帳簿書類を事前に通知している。また、過去の管理状況を記入する調査票を併せて送り、法令等に沿った管理ができているか、自主点検を求めている。

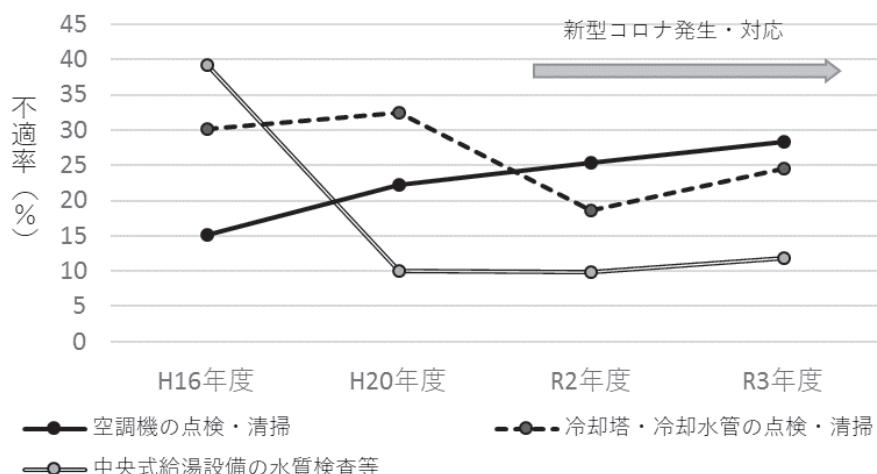


図3 帳簿書類検査不適率の経年変化

図3は、平成15(2003)年の政省令改正で追加された管理基準に係る不適率の経年変化である。「空調機の点検・清掃」の不適率が高止まりしているが、その多くは排水受けと加湿装置の点検・清掃に係る指摘である。近年、導入の進んでいる個別空調方式は、機器の設置台数が多く、専用部の天井等に設置されるため、現場作業が困難である。また、天井内の機器にはドレン水や加湿水の水漏れを防ぐための高い密閉性が求められ、点検口を容易に開けづらいケースが少なくない。

「冷却塔・冷却水管の点検・清掃」では、冷却水管の清掃に係る指摘が多いが、冷却塔を運転しながらでも使用可能な水管清掃薬剤の普及等もあり、改正直後に比べると不適率は低下している。

「中央式給湯設備の水質検査等」の不適率も低下しているが、近年、普及しつつある即時型循環給湯設備には貯湯槽がなく、中央式給湯設備との認識を欠くことがあるので注意が必要である。

(2) 設備の検査

設備の維持管理状況を現場で確認する検査で、残留塩素測定等も併せて実施する。帳簿書類上の管理記録とも照らし合わせながらの評価となる。東京都が定める確認事項は36項目である。帳簿書類の検査と同様、対象となる設備を事前に通知するとともに、検査当日、設備の設置状況等を管理者に確認した上で検査に臨んでいる。

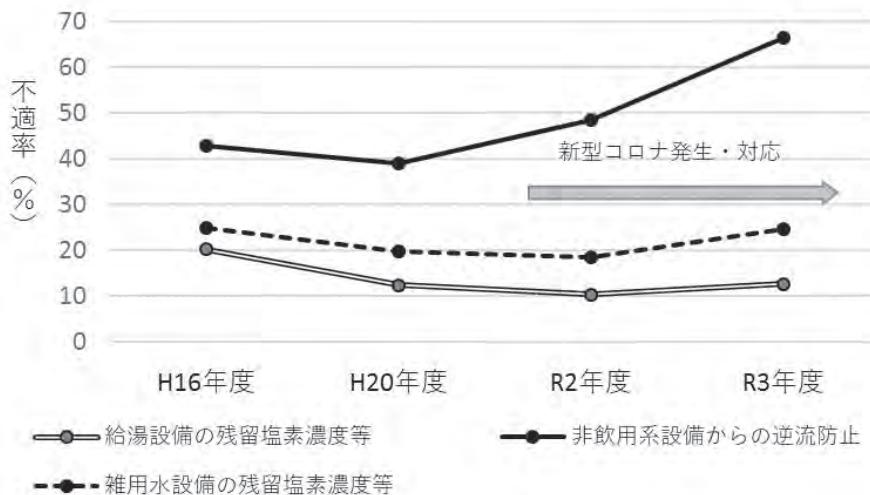


図4 設備検査不適率の経年変化

図4は、設備検査で指摘されることの多い項目の不適率である。「給湯設備の残留塩素濃度等」と「雑用水設備の残留塩素濃度等」は、平成15(2003)年の政省令改正で追加された項目である。改正後、不適率は漸減傾向であったが、ここ数年やや上昇傾向にある。コロナ禍でビルの利用人数が減少した影響があるものと思われる。

「非飲用系設備からの逆流防止」は、政省令改正前からの検査項目である。一般的なビルには、飲用系の貯水槽以外に消防用補給水槽や膨張水槽等の非飲用系水槽類が設置されている。これらの水槽類には飲用に適さない水が貯留されているため、飲用系統の配管等に逆流すると、飲用水が汚染される可能性がある。また、水槽以外の設備でも、例えば、飲用水を使用する自動灌水装置では、散水用チューブから泥水が逆流する可能性がある。東京都では、飲料水の適切な水質を確保する措置として、吐水口空間の確保を含む、逆流防止対策を指導している。

(3) 空気環境測定

令和3,4(2021, 2022)年度に実施した空気環境測定結果の不適率を表2に示す。測定項目の中では相対湿度の不適率が最も高く、特に暖房期では50%近い不適率となっている。

表2 期間別の項目別不適率 (R3,4年度)

	年間	中間期 4~5月	冷房期 6~9月	中間期 10~11月	暖房期 12~3月
温度	17/2683 (0.6)	0/257 (0.0)	3/1276 (0.2)	2/445 (0.4)	12/705 (1.7)
相対湿度	521/2683 (19.4)	65/257 (25.3)	59/1276 (4.6)	84/445 (18.9)	313/705 (44.4)
気流	2/2526 (0.08)	0/243 (0.0)	2/1205 (0.2)	0/406 (0.0)	0/672 (0.0)
二酸化炭素	45/1680 (2.7)	5/199 (2.5)	27/815 (3.3)	5/289 (1.7)	8/377 (2.1)
一酸化炭素	0/1680 (0.0)	0/199 (0.0)	0/815 (0.0)	0/289 (0.0)	0/377 (0.0)
浮遊粉じん	2/1369 (0.15)	0/189 (0.0)	2/753 (0.3)	0/278 (0.0)	0/149 (0.0)

※1. 表上段の数値は「各項目の基準不適箇所数／各項目の測定(判定対象)箇所数」

※2. 段()内の数値は「不適率(%)」

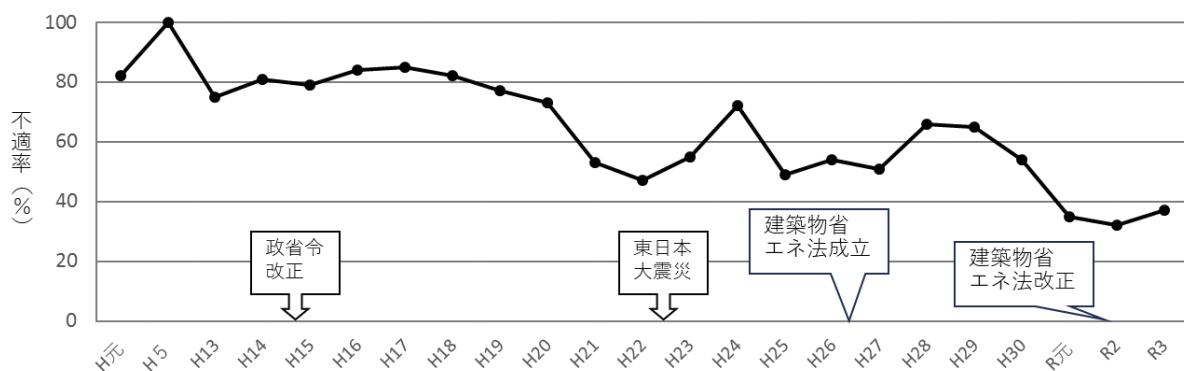


図5 相対湿度実測値の不適率の経年変化 (冬季: 12~3月)

図5は、立入検査で実施した空気環境測定での相対湿度不適率の経年変化である。東日本大震災の電力需給ひっ迫や建築物省エネ法による節電対策の影響を受けつつも、不適率は長期的には低下傾向にある。加湿装置の性能向上等が影響しているものと思われる。

低湿度の原因には、加湿装置の能力不足や空調機器の運転方法が考えられる。加湿装置の能力は、適切な加湿計算で決定する必要がある。また、現在、普及している気化式加湿方式では、飽和効率の確認も重要となる。表3は、建築確認申請時審査での加湿設計の不適状況である。審査時だけでなく、竣工後の確認でも設計の不十分なケースが少なくない。

表3 加湿設計に係る不適率(%)

	H29	H30	R1	R2	R3	R4
建築確認申請時審査	66	42	68	78	69	69
初回立入検査時	27	34	30	27	19	31

加湿装置の能力以外では、冷房（送風）モードで加湿装置が停止してしまう空調運転上の問題もある。高気密・高断熱化されたビルでは、IT機器からの熱負荷で、暖房期でも冷房運転となるケースがある。この場合、加湿装置が停止したり、停止しないまでも十分な加湿が困難になってしまう。

衛生基準を容易に達成できる構造設備と管理体制をそろえることは困難である。実際のビル管理の現場では、与えられた条件の中で如何に適切な管理を実現するか、ビルの利便性や経済性、省エネルギー対策も考慮しながら取り組まれている。

建築物衛生行政は、管理基準との比較を一律に実施するのではなく、その特定建築物の利用目的や構造設備等の実態を踏まえ、より良い環境の実現に向けて指導・助言することが肝要と考える。

東京都ビル衛生検査班では、今後とも、特定建築物の衛生確保に寄与できるよう、様々な課題に積極的に取り組んでいきたい。

給排水設備の衛生的課題と対策

青木 一義（元 株式会社西原衛生工業所 本社技術部 専任部長）

1. はじめに

建築物における給排水設備が衛生的に設置され、正常に機能を果たすよう維持管理を継続していくためには、建築基準法や建築物衛生法等の関連法規を遵守していくことが求められる。しかしながら、設備として実際に使用される資機材は多岐にわたるため、それらの材料や構造の特性を良く理解し、必要な手順に従って施工にあたることも重要となる。また、それらが不十分であると後になってトラブルとなってしまうことが多い。本報では現状の衛生的課題として、給排水設備の施工に起因して生じ易い事項をトラブル事例として紹介するとともに、今後の設備の動向と設計・維持管理上の留意点の概要を示す。

2. 衛生的課題と改善の可能性

2.1 給水・給湯設備

(1) 配管の劣化等

給水・給湯設備に使用される管材として、樹脂ライニング鋼管、ステンレス鋼鋼管、銅管等の金属管のほか、ポリ塩化ビニル管、ポリエチレン管、架橋ポリエチレン管、ポリブテン管等の樹脂配管が多用されている。ここでは、水質、水温の影響のほか、配管支持材、保温材、配管施工に起因した配管劣化への影響についての事例を示す。

①配管の腐食

○異種金属接触腐食

現象：建物の竣工引渡し後、数年経過してステンレス鋼鋼管継手に接続された化粧プラグのネジ部から漏水が生じた。同様に、設備機器や量水器を配管に接続する際に使用された継手類から漏水が生じたケースもある。

原因：金属配管において、配管の材質と異なる継手が直接接続されたため、異種金属接触腐食が進行し、漏水に至ったことによる。使用された化粧プラグはメッキされた黄銅（真鍮）製であり、ステンレスよりも電位が卑な（低い）状態となったため腐食したことによる。

対策：黄銅製のほか鉄製などの異種金属接合となる場合には、絶縁継手を使用して、異種金属直接接合となることを防止する。また、関連事項として、ポンプ吐出側配管（樹脂ライニング鋼管やステンレス鋼管）に設置する圧力計等に接続するゲージコックの材質は、絶縁継手を介し青銅（砲金）製（黄銅製に比べ強度が強く、脱亜鉛腐食の恐れがない）とし、このため、ゲージコックがポンプ附属品として納入される場合には、事前にその材質等についてメーカーに確認をとる必要がある。

このほか、ステンレス鋼鋼管の使用に際しての注意事項として、塩化物イオンとの接触による腐食があげられる。例えば雑用水給水系統に使用する際には、末端給水栓での残留塩素濃度を確保するため、給水元で水中の遊離残留塩素濃度を高くして給水する場合が多く、そのためステンレス鋼鋼管ではなく樹脂ライニング鋼管を使用する必要がある。上水系統にステンレス鋼鋼管を使用する場合には、雑用水系統と管材が異なるためクロスコネ

クション防止ともなる。さらに、屋外配管のステンレス鋼鋼管に使用する保温材は、ラッキングからの雨水等の侵入により、グラスウールやロックウール保温材を使用するとその組成によって塩化物イオンが発生し外面腐食させることもあるため、独立気泡タイプのポリスチレンフォーム保温材などを使用する必要がある。

また、ステンレス鋼鋼管は、隙間腐食（フランジ接合部、パッキンの合わせ目、ガスケットの隙間など、水が停滞している箇所で腐食が進行する現象）が生じ易いので、フランジ式継手等に使用するガスケットには、塩化物イオンを含有しているノンアスベスト製ガスケットではなく、テフロン含包ガスケットや耐塩素 EPDM ガスケットを使用するなどの留意も必要である。

加えて、ステンレス鋼鋼管の配管支持金物にも、異種金属接触防止として軟質塩化ビニルを支持金物表面にコーティングしたものが一般的に使用されるが、使用温度が 60°C を超えるような給湯配管では、軟質塩化ビニルが熱の影響で劣化して塩素ガスが生じ、ステンレス鋼鋼管に応力腐食割れを生じさせる場合があるため、架橋アクリル樹脂コーティング支持金物（使用温度 90°C まで）などの使用も検討する必要がある。

②高温による材質劣化

○高温によるゴム製フレキシブル継手の損傷

現象：給湯設備での真空式温水発生器廻りの配管に使用したゴム製フレキシブル継手が破損し、漏水が発生した。

原因：最高使用温度が 70°C のゴム製フレキシブル継手を使用していたが、真空式温水発生機は設定温度をそれよりも高い温度にて運転していたため、継手の劣化が生じたことによる。

対策：最高使用温度 100°C のゴム製フレキシブル継手に変更するなど、継手選定時には、流体の種類、温度、圧力を確認し、最適なものを使用する必要がある。

③配管施工状況による劣化

○塩化ビニル管の損傷

現象：ポリ塩化ビニル管の継手近傍で亀裂が生じ、漏水が発生した。

原因：ポリ塩化ビニル管の差し込み接合は、配管直管の差し口と継手受け口に接着剤を塗布し、それらの接着面を膨潤させて管材を一体化させる溶着接合である。配管と継手接続時の接着剤の塗過ぎ、配管への応力の作用（生曲げ、配管支持金物の締め付け、熱膨張等による応力）、冬期の低温下での施工条件が重なり、ソルベントクラッキングが生じたことによる。

対策：標準施工手順の遵守により接着剤の使用は適量とし、配管後には接着剤に含まれる溶剤蒸気が配管の樹脂中に浸透して配管にクラックを生じないよう、配管の両端を開放して通気を良くして溶剤蒸気を除去するとともに溶剤の乾燥時間を確保する。さらに、上述のように配管に無理な応力をかけないよう留意することも必要である。

また、これとは逆に、接着剤の塗布量不足、接着時の継手への配管押し込み保持時間の不足、配管切断時の斜め切りや配管表面の面取りが不十分なこと、配管の継手への差し込み長さの不足等により配管が継手から抜け、漏水を生じる場合もあるので留意する。

（2）吐水口空間、クロスコネクション

飲用貯水槽や衛生器具の水受け容器に対する衛生管理において、基本となるのは吐水口

空間の確保があげられるが、消火用補給水槽、雑用水槽、開放型貯湯槽などへの上水の補給の際に吐水口空間が確保されていない事例が散見される。

○空調設備への補給水管

現象：空調設備の密閉式冷水配管系統への補給水を上水給水系統から配管で直接接続して供給したため、クロスコネクションの状態となった。

原因：給水配管が空調設備の補給水用のものであり、クロスコネクションとなる危険性があることを良く理解せずに施工したことによる。

対策：給水配管への汚染防止対策として、補給水管に吐水口空間及びオーバーフロー管を確保した補助水槽を設置し、そこから空調設備に補給する間接給水方式とする必要がある。さらに、異常がないか定期的に補助水槽を確認する必要もある。

(3) 給水管・給湯管からの異物流出

○配管接合シール材の流出

現象：上水系統の給水栓から白い異物が流出した。

原因：配管のねじ部の接合に用いた液状シール剤を塗りすぎたため、それが十分硬化する前に通水を行ったことから、未硬化のシール剤が細かい異物として流出したことによる。

対策：過剰に塗布された嫌気性のシール剤は、水中にはみ出ると硬化せずに粘着性の異物として流出するため、過剰な塗布とねじ山の先端には塗布を行わないようする。また、液状シール剤は、種類ごとにねじ部への塗布方法が異なるため、メーカ資料の確認や事前の配管実習の実施などにより適正な施工の遵守を行う必要がある。

○給湯配管での継手や弁体の汎用合成ゴムの流出

現象：給湯栓から黒色異物が流出した。

原因：給湯配管に設置した合成ゴムフレキシブル継手の内面が劣化してゴムが剥離し、これが異物となって流出したことによる。ゴム材として汎用合成ゴム（EPDMなど）が用いられており、温度、残留塩素などの影響によって劣化が進み流出したことによる。

対策：耐久性を向上させた高耐久 EPDM、フッ素ゴム、テフロンなど耐熱性、耐久性に優れた製品を使用する。また、給湯配管に設置したバタフライバルブ等の弁体止水部に使用されている汎用合成ゴムが劣化して止水不能となる場合もあり、同様に給湯用として耐塩素性の高いフッ素ゴム製品のものを選定する必要がある。

(4) 配管のエア溜まり

○給湯配管でのエア溜まり

現象：屋上に連立して設置された貯湯槽からの給湯配管において、貯湯槽での加熱により水中から分離した気泡が貯湯槽からの出湯管内に滞留したため、出湯不良を生じた。

原因：貯湯槽の出湯管に空気抜き弁が設置されていなかったことによる。

対策：自動空気抜き弁や気水分離器などのエア抜き装置を給湯主管の圧力の低い位置に設置するとともに、定期的にエア抜き装置の点検を行う必要がある。さらに、給湯配管でも、鳥居配管などによる気泡の滞留がないよう留意する。

(5) 給水圧力の変動

○インバータ加圧給水ポンプ系統での不具合

現象：雑用水系統に設置されたインバータ加圧給水ポンプ系統において、建物最上階の10階で大便器を使用した際、エアが噴出して便所ブース内および使用者の衣服を汚した。

原因：無負荷時に加圧給水ポンプが停止するシステムを採用したインバータ制御により、途中階で多量の水が瞬時に使用されると（複数の大便器洗浄弁が同時使用された場合）、ポンプ停止状態から必要給水量に相当するポンプ回転数に達するまでのタイムラグにより、ポンプ給水量が便器洗浄弁の必要水量に追いつかず、管内圧力の低い最上階で給水管内が一時的に負圧となり、便器に接続されたバキュームブレーカからエアが吸い込まれ、その状態の時に最上階の大便器が使用されたため、エアが噴出し汚水が飛び散ったことによる。

対策：洗浄弁の瞬間的な使用水量に追従可能な保有水量（タイムラグによる不足水量）を持つアキュムレータ（小型圧力タンク）を給水ポンプや給水主管の最上部に設置して対応させる。

2.2 排水設備

(1) 排水管

①配管・継手部の劣化

○排水鋼管用可とう継手（MD継手）からの脱管

現象：雑排水槽から下水道放流を行うためのポンプアップ揚水管の途中で継手から配管が抜け、漏水が発生した。

原因：ポンプアップ排水管に排水鋼管用可とう継手（MD継手）を使用し、継手の抜け防止対策が十分でなかったため、雑排水ポンプの発停時の水撃作用による圧力変動で継手が配管から外れたことによる。

対策：排水ポンプアップ配管に使用する継手は、排水鋼管用可とう継手ではなく、ねじ接合、フランジ接合とするほか、ハウジング形管継手（ハウジング形継手ごとに支持金物を設置）を使用する。

○耐火二層管の継手分岐部の破損

現象：排水系統に使用した耐火二層管の分岐継手部が破損した。

原因：伸縮継手が設置されていなかったため、流し系統の排水時に配管の熱伸縮が生じ、その伸縮量を吸収できなかったことによる。

対策：排水立て管および排水横管別にメーカー等による伸縮継手設置規準に従い、伸縮継手を設置する。この事例では、分岐継手の直上またはその継手近傍に伸縮継手を設置した。

②高温、紫外線等による劣化

○高温排水による排水用塩化ビニルライニング鋼管の詰まり

現象：排水用塩化ビニルライニング鋼管内のビニル皮膜が剥離して配管を閉塞した。

原因：流し台等から排水された熱湯により、ライニング鋼管内のビニル皮膜が剥離したことによる。

対策：熱湯の排水が危惧される排水系統には、排水用塩化ビニルライニング鋼管は使用しない。排水温度により管材を使い分け、温度の高い部分には鋼管を使用し、排水温度が80°C以下の場合には耐熱硬質塩化ビニル管（HTVP）を使用する。

○屋外露出の塩ビ管の紫外線による劣化

現象：屋外露出のポリ硬質塩化ビニル管にひびが入り、漏水が生じた。

原因：直射日光の紫外線により、ポリ硬質塩化ビニル管樹脂が劣化し、ひび割れを生じたことによる。

対策：屋外露出でポリ硬質塩化ビニル管を配管する際には、配管に直射日光を当てないよ

うに断熱材やラッキング処理などを行い、配管を保護する。

③通気不足

○高層階からの排水時に下層階で排水の吹き出し

現象：高層建物において、高層階のレストランからの厨房排水時に、下層階の衛生器具で排水の噴き出し、排水トラップの封水切れが生じた。

原因：排水管の口径が不足していたこと、上層階からの単独排水のために通気管の設置が不十分であったことによる。

対策：単独排水でも通気管を設置するとともに、必要に応じ結合通気管を設置する。さらに地下排水槽へ排水する場合には、排水槽から単独に立ち上げた通気管の口径が十分であることが必要である。

④二重トラップ

○地下トイレの小便器からの排水の逆流

現象：建物地下階の排水系統において、地階トイレの大便器の排水時に隣接した小便器から排水の逆流が生じた。

原因：地下ピットの排水槽に放流している排水管の末端が、排水槽の水面より低い水没した位置となっていたため、二重トラップの構造となり、排水の流れが阻害されたことによる。

対策：配管の放流部が、常に排水槽水面より上部になるように設置する。または、排水管の管端に90°大曲Y継手などを使用してその上部を開放させることにより、二重トラップとならないようにする。

○空調機ドレンパンからの排水不良

現象：天井埋め込み形空調機のドレンパンから水が溢れた。

原因：空調機からのドレン管には空調用機械式トラップが設置されており、さらにドレン配管の末端がトラップ栓に接続され、二重トラップの構造となっていたことによる。

対策：配管の末端をトラップ栓とせず、通常の栓に開放させる。

(2) 排水管洗浄

空気調和・衛生工学会の委員会報告によると、排水管洗浄の際に、配管よりも継手で腐食が起きやすいこと、排水管の部位別の比較では排水立て管では少ないが、清掃を要する排水横枝管でトラブルが多いこと、さらに、雑排水系統に用いた硬質塩化ビニルライニング鋼管（WSP-042）に排水鋼管用可とう継手（MDジョイント）を使用した際に、トラブルが多いことが示されている。また、配管清掃業者からのヒヤリングでも、継手部に起因するトラブルの多いことが示されている。

○厨房排水管設置のMD継手の穴あき

現象：厨房排水管に使用した排水用可とう継手（MD継手）の穴あきにより漏水が生じた。

原因：厨房排水管の高圧洗浄時に、MD継手内面の塗膜が金属製高圧洗浄ホースにより削られ、その部分から腐食して穴明き現象が発生し漏水が生じたことによる。

対策：MD継手メーカより厨房排水用として開発された、継手本体の肉厚や継手内面の腐食塗膜厚さを増したり、特殊コーティングを施して耐食性、耐摩耗性を高めた高耐久継手を使用する。さらに、厨房排水管清掃時に、継手や配管内面を損傷しないように高圧洗浄ホースの外面が樹脂材料で被覆されたものを使用する。なお、排水管洗浄作業を行う際に

は、事前に配管の材質や腐食などの状態を良く調査し、状況に応じた作業計画を講じる必要がある。

3. 設備の動向と設計・維持管理上の留意点

3.1 節水形器具の採用による建物内使用水量、排水量への影響

節水形便器や自動水栓の普及、および事務所ビル等ではペットボトル飲料や新型コロナ感染の影響による在宅勤務の普及の影響により、建物内の使用水量の低減が見られ、従来の設計値では設備が過大となる傾向がある。これに対し、空気調和・衛生工学会などでは受水槽や加圧ポンプなどの設備設計に用いる使用水量の原単位や給水管の管径算定に使用する給水器具負荷単位の見直しが現在行われているところである。

既存設備においては、実際の使用水量に合わせ、水槽内での滞留時間が長くならないよう設定水位の調整等が必要となる。ただし、設定水位を下げるとステンレス製貯水槽では気層部増加による腐食対策がさらに必要となり留意する必要がある。同様に、排水設備でも既存の排水槽が過大となり、従来のままの排水ポンプの制御では、排水の滞留時間が増加し臭気や腐敗が発生するため、排水槽の水位制御やタイマー制御の追加による滞留時間の抑制、即時排水型ビルピット設備の設置などが必要となる。排水再利用設備などでも処理原水となる排水量が低減すると設備が過大となる傾向があり、既存設備において実状に合わせた機器類運転の制御方法などの変更が必要となる。

3.2 デジタルテクノロジー活用による設備使用状況把握、故障予知、保全システム導入

近年、種々の業界で人材の確保、業務の省力化・効率化が問題になってきている。建築設備の維持管理業務においても例外ではなく、それを補う手段としてデジタルテクノロジーの活用に目が向けられている。

給排水設備においては、まだ限定的であるが、設備機器に設置した各種センサーからのデータを集約し、それらに基づいた設備使用状況分析により設備機器稼働のいっそうの省エネルギー化や適正化を図るとともに、故障等の予防保全にも活用することにより、設備の稼働停止状況の発生を防止している例がある。さらに、トイレベースの使用状況を監視し、その使用回数などの得られたデータから、トイレの維持保全システムとして備品の補給、清掃回数、排水管の詰まりの状況等の判断情報として活用している例もある。今後、目的に合わせ、得られたデータからいかに状況を事前に判断できるかが、AI技術の活用を含めて課題となっている。

参考文献

- 1) 建築設備のトラブル情報の活用状況に関する研究、2021.3、施工保全委員会施工・保全のトラブル事例共有化小委員会成果報告書、空気調和・衛生工学会
- 2) 現場の「困った」・「クレーム」知つて助かる解決事例集、2018.6、NPO給排水設備研究会監修、橋本総業株式会社
- 3) 最近の建築設備配管「事故事例」とその対策、2007.2、NPO給排水設備研究会
- 4) 排水管清掃方法及び公耐久継手の規格化に関する調査研究、2013.3、空気調和・衛生工学会施工保全委員会 排水管清掃と排水管継手の耐久性向上検討小委員会、空気調和・衛生工学会

建築物環境衛生管理技術研究集会

1月18日(木) 9:33～10:12

14:18～16:53

1月19日(金) 10:03～10:29

13:03～13:55

建築物環境衛生管理技術研究集会

1月18日（木）

9:33～10:12 [E. ねずみ・害虫等]

座長 武藤敦彦 ((一財)日本環境衛生センター 環境生物・住環境部 技術審議役)

[調査研究]

1. コバエ類の通過可能な隙間にに関する研究 56

木村悟朗 (イカリ消毒(株) 技術研究所)

[事例報告]

2. 建物内に持ち込まれる衣服付着性昆虫等に対する粘着ローラーの除去性能評価 58

田中康次郎 ((株)フジ環境サービス)

3. 東京都港区内におけるハチ類の駆除と駆除地区の分布状況 60

鈴木光樹 (アペックス産業(株))

14:18～14:57 [B. 建築物の空気環境]

座長 柳 宇 (工学院大学建築学部 教授)

[調査研究]

4. COVID-19 対策のための換気設備の増設

北海道と福岡県の保育施設における検証 62

杉山幸輝 (北海道大学)

5. CO₂センサーの適切な利用による空調管理 64

薄井信貴 (東京都健康安全研究センター 広域監視部 建築物監視指導課)

[事例報告]

6. 空調機内の汚染～現場から見た空調機内部の汚染～ 66

末光真二 ((一社)日本空調システムクリーニング協会)

15:03～15:55 [C. 建築物の給排水]

座長 坂上 恭助 (明治大学 名誉教授)

[調査研究]

7. 受水槽方式の微生物汚染対策に関する検討～その3：2023年調査報告～ 68

松鶴 さとみ (鹿児島大学)

[事例報告]

8. ディスポーザ排水配管における管洗浄実験 70

小久保 あや ((一社)全国管洗浄協会)

9. 長期間使用する給湯設備からの金属溶出の状況 72

尾台 荘悟 ((公社)全国建築物飲料水管理協会)

10. 過去の簡易専用水道検査結果に基づく

貯水槽の劣化傾向と耐用年数についての考察 74

田邊 大輔 ((公財)栃木県保健衛生事業団)

16:01～16:53 [A. 建築物と健康影響]

座長 相澤 好治 (北里大学 名誉教授)

[調査研究]

11. レジオネラ培養検査におけるレジオネラ選択剤としての

エタンプトールの有効性 76

井上 浩章 (アクアス(株) つくば総合研究所)

12. 幼児の日常手洗いにおける持参タオルを用いた際の除菌効果に関する実態調査 78

田中 健太 (関東学院大学)

13. 局所式給湯設備におけるレジオネラ対策に着目した衛生管理 (続報) 80

安齋 博文 ((公財)日本建築衛生管理教育センター)

[事例報告]

14. 高層ビルを中心とした新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止に関する連携 82

鬼頭 浩二 (名古屋市保健所中村保健センター)

1月19日（金）

10:03～10:29 [D. 建築物の清掃・廃棄物]

座長 正田浩三（東京美装興業（株）顧問）

[調査研究]

15. 清掃資機材倉庫の利用実態調査 84

杖先壽里（（一財）建築物管理訓練センター）

[事例報告]

16. 建築物の清掃効果の見える化（その2 作業方法別の比較） 86

北山克己（（公社）東京ビルメンテナンス協会）

13:03～13:55 [F. その他（省エネ・改善）]

座長 飯塚宏（日建設計コンストラクション・マネジメント（株）

マネジメント・コンサルティング部門 ディレクター）

[調査研究]

17. 建築物環境衛生管理技術者の兼任状況に関する調査 88

吉丸祥平（東京都健康安全研究センター 広域監視部 建築物監視指導課）

[事例報告]

18. 温泉旅館の地球温暖化防止対策の新たな視点

～サプライチェーン排出量の見える化の必要性と対策 90

赤井仁志（東北文化学園大学）

19. 給水システムのエネルギー性能評価事例 92

岡内繁和（明治大学 拡張給排水設備研究所）

20. 環境配慮型ビルにおける竣工後の性能検証 94

山田一樹（（株）日建設計総合研究所）

1. コバエ類の通過可能な隙間に関する研究

木村悟朗（イカリ消毒株式会社 技術研究所）

1. はじめに

建築物における衛生的環境の確保を図るために、主要な有害生物については IPM に基づく維持管理方法がまとめられている（建築物環境衛生維持管理要領等検討委員会、2008；日本環境衛生センター、2008）。主要な有害生物として標準的な目標水準も設定されているコバエ類の防除方法に、防虫ネットによる侵入防止対策がある（日本環境衛生センター、2008）。この防虫ネットを通過する飛翔性昆虫についてはいくつかの知見があるが、建築物で問題になるものについては基本的にはメッシュ数との関係が議論されてきた（三井、1990；小関・松谷、1998）。メッシュ数とは 1 インチ（25.4mm）間にある目開きの数であり、目開きとは網目の隙間部分の寸法である。したがって、同じメッシュ数であっても線径により目開きは変化する。これらのことから、コバエ類を物理的に防ぐためにはメッシュ数ではなく隙間の大きさである目開きが重要であるが、これまで目開きと侵入との関係については十分に議論されていない。試験用ふるいの規格である JIS Z 8801 は国際規格に対応し、目開きと線径のみの表示規格としてメッシュ数の表示が廃止されている（東京スクリーン株式会社、2017）。多くのハエ目は 40 メッシュを通過できないことが報告されている（小関・松谷、1998）。しかしながら、建物内で問題となるコバエ類には様々な分類群があり、目レベルでは情報として不十分である。新しい生活様式では換気が重要な要素であり、侵入対策としての防虫網の必要性はますます高まっている。本研究は建築物で問題となるコバエ類の通過可能な隙間を明らかにするために目開きに注目し、試験用篩を用いて通過試験を行った。

2. 材料と方法

試験には代表的なコバエ類としてクサビノミバエ *Megaselia scalaris* (Loew, 1866)（以下、ノミバエ）とキイロショウジョウバエ *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830（以下、ショウジョウバエ）を使用した。試験期間中、これら供試虫は 25°C、50%RH、明期：暗期=14:10（時間）の恒温恒湿室において飼育した。試験には羽化後 1 週間以内の個体を使用した。

試験用篩は JIS 規格のもの（ $\phi 100 \times 45 \text{ mm}$ 、ステンレス）を使用した。篩の目開き 1000 (1mm)、850、710、600、500、425、355、300、250 および 212 μm を使用した。これらを重ねて最下部の皿部に誘引物（コバエ激取れ、フマキラー株式会社）を配置した。二酸化炭素で麻酔をかけた供試虫 25 個体を最上部の 1000 μm の篩内に放虫し、直ちに蓋をして飼育場所とは異なる恒温恒湿室（25°C、50%RH、全暗）に静置した。放虫 24 時間後、恒温恒湿室から篩を取り出し速やかに冷凍庫に入れ、冷凍殺虫後に各篩に移動した供試虫の個体数を計数した。試験は種ごとに行い、20 回ずつ反復した。統計的な解析は KyPlot 6.0 を用いた。

3. 結果と考察

種ごとに通過可能な目開きは異なった。ノミバエは 500 μm を通過した。目開き 1000 μm の篩上（=通過しなかった目開き）の平均個体数土標準偏差は 9.4 ± 5.5 個体/試験であり、850 μm (10.3 ± 3.3 個体/試験) と有意な差はなかったが、710 μm (4.5 ± 2.9 個体/試験)、600 μm (0.6 ± 0.9 個体/試験)、500 μm (0.1 ± 0.4 個体/試験)、425 μm (0.1 ± 0.2 個体/試験)、355～212 μm (0.0 ± 0.0 個体/試験) とは有意に異なった ($p < 0.01$, Tukey test)。また、710 μm 上の平均個体数は 600 μm 以下と有意に異なった ($p < 0.01$ 、

Tukey test)。710 μm 以下の目開きでは、目開きが小さくなるに従って有意に減少した ($r=0.79$ 、 $p<0.01$ 、linear correlation)。

一方、ショウジョウバエは710 μm を通過しなかった。1000 μm 上の平均個体数は12.0±4.0個体/試験であり、850 μm (10.1±2.8個体/試験)、710 μm (2.8±2.1個体/試験)、600~212 μm (0.0±0.0個体/試験) とは有意に異なった ($p<0.01$ 、Tukey test)。また、850 μm 上の平均個体数は710 μm 以下と、710 μm は600 μm 以下とそれぞれ有意に異なった ($p<0.01$ 、Tukey test)。本種においても各篩上の個体数は目開きが小さくなるに従って有意に減少した ($r=0.82$ 、 $p<0.01$ 、linear correlation)。

換気のために換気扇を使用すると室内は陰圧になることから、昆虫類を引き込む可能性は高まる (辻 2003、2007)。陰圧条件による防虫ネット (目開き 503/549 μm) の評価ではライトなどの誘引源がなくともハエ目ユスリカ科などが引き込まれたという報告がある (木村ら、2018)。この試験の目開きならばノミバエも通過できることが本研究より明らかであり、陰圧条件下では侵入が助長される可能性がある。一方、陽圧化しても数 m/s 程度の風速では問題なく移動できることも明らかになっている (木村、2022)。本試験で使用したコバエ類は臭いに誘引されることから、陽圧化が侵入を助長する可能性もある。本研究の結果から、物理的に侵入を防ぐためには425 μm 以下の目開きの防虫メッシュが必要であることが明らかとなった。目開き 425 μm は40 メッシュ相当であり、40 メッシュならばノミバエは侵入を阻止できると考えられる。しかしながら、40 メッシュは防虫にはよいが目詰まりしやすいため、実用上は25 メッシュ程度で妥協することとなる (三井、1990)。一方、40 メッシュを通過するハエ目が存在することも明らかであり (小関・松谷、1998)、更なる検討が必要である。また、同一個体群においても侵入能力に差がみられたことから、目開きと体サイズとの関係についても今後検討したい。

4. 謝辞

本研究の費用の一部は、公益財団法人日本建築衛生管理教育センター2022年度 建築物環境衛生管理に関する調査研究助成金の助成を受け実施された。

5. 引用文献

- 建築物環境衛生維持管理要領等検討委員会 2008 建築物における維持管理マニュアル.
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seikatsu-eisei09/03.html> (2023年3月24日アクセス)
- 木村悟朗 2022 ハエ・コバエ類における飛翔と歩行による移動可能な風速と距離. 第49回建築物環境衛生管理全国大会建築物環境衛生管理技術研究集会抄録集, 鎌田元康編, pp. 82-83, 日本建築衛生管理センター, 東京.
- 木村悟朗, 内田有治, 榎田順一 2018 製紙工場における飛翔性昆虫類, 特にユスリカの侵入実態. 紙パ技協誌, 72: 388-391.
- 小関俊子, 松谷修市 1998 防虫ネットのメッシュ数による飛翔性昆虫の侵入阻止力の違い. ペストロジー学会誌, 13 (2): 6-9.
- 三井英三 1990 食品工業と害虫—混入異物としての虫. 240 pp., 光琳, 東京.
- 日本環境衛生センター 2008 建築物におけるIPM実践ハンドブック:新しい理念に基づく総合的有害生物管理. 291 pp., 中央法規出版, 東京.
- 東京スクリーン株式会社 2017 現行JIS Z 8801と旧JIS規格.
<https://www.tokyo-screen.com/blog/staff/20190924-668/> (2022年5月12日アクセス)
- 辻 英明 2003 異異物昆虫の屋内侵入条件に関する実験的研究:窓やドアの隙間からの出入り. ペストロジー学会誌, 18: 25-30.
- 辻 英明 2007 微小飛来昆虫の屋内侵入と屋内気圧 および吸入風速との関係. 環動昆, 18: 39-41.

2. 建物内に持ち込まれる衣服付着性昆虫等に対する 粘着ローラーの除去性能評価

○田中康次郎・梶山知代 (株) フジ環境サービス)

1. はじめに

特定建築物における環境衛生管理には、ねずみ・昆虫等の防除が含まれる。これらの防除対象種は人に危害を及ぼす虫(蚊、ハエ、ゴキブリ、ノミ、トコジラミ、イエダニ、マダニ、シラミ、屋内塵性ダニ)が指定されている。当社が防虫防鼠管理で携わる食品や医薬品製造工場においては、ひとたび虫が混入異物として消費者に発見されると、状況によっては大々的に報じられ、多大な損害を被る事例がしばしば見られることから、指定害虫以外の防除も重要な管理事項であると考えられる。

野外に生息する虫の活動量や個体数は一般的に季節的な消長を示すが、製造工場内など屋内環境においてもその影響を受けることがある。特に屋外から工場内に侵入したり、持ち込まれたりする昆虫類ではその傾向が顕著である。

今回、我々は飛翔性昆虫の侵入防止策の一つとして使用されている粘着ローラーの防虫対策としての有効性を明らかにするために、試験を実施した。

2. 試験方法

実施期間: 2021年5月19日～11月30日

実施場所: 静岡県静岡市駿河区中島
埼玉県川口市三ツ和

京都府京都市山科区大塚中溝

試験者の総人数: 16名(静岡3名、埼玉1名、京都12名)



図1. 粘着ローラー

試験に用いた粘着ローラー: プロフェッショナルウェアクリーナー(株式会社ニトムズ)(図1)

試験方法の詳細:

- 試験者は、試験期間中の出勤日(祝日、日曜日を除く)の出社時(午前7時～9時)もしくは施工現場からの帰社時(午後5時頃)に、事務所内へ入室した際、帽子や靴、インナーを除く全身の着衣表面全体に粘着ローラーの粘着面を触れさせ、着衣の付着物を採取した。なお、試験者は異物を除去するエアーシャワーなどの設備は利用していない。
- 各試験者とも1回の採取に粘着シートをローラー1周分使用した。
- 回収した粘着シートを、実体顕微鏡下で検鏡し、虫類の捕獲の有無を確認し、付着している場合はそれらを簡易的に同定した。

3. 結果

調査では、合計550枚の粘着シートを回収した(静岡172枚、埼玉115枚、京都263枚)。実体顕微鏡下で検鏡した結果、粘着シートには合計86頭の虫が付着していた。最も多く付着したのは屋内性のダニ類であり、全体のおよそ60%を占めた(51頭)。次いで、アザミウマ目、アブラムシ科有翅虫(各11頭)、他にクモ目やコナチャタテ科昆虫も確認された(図2)。虫の付着数は7、8月が最多となったが、回収された粘着シートの枚数が8月は少ないためか、1枚当たりの付着数は8月が最も多い結果となった(図3)。7月以降は主に屋内塵性ダニ類が確認された。

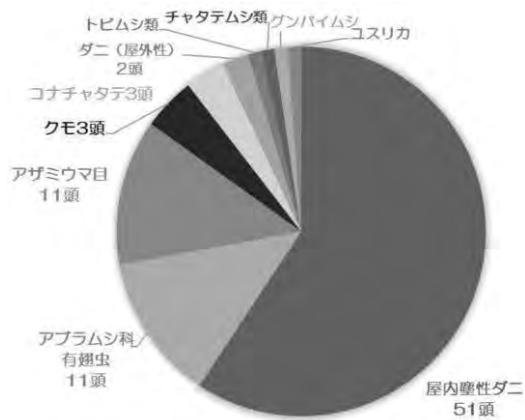


図 2. 粘着シートに付着した虫種の内訳

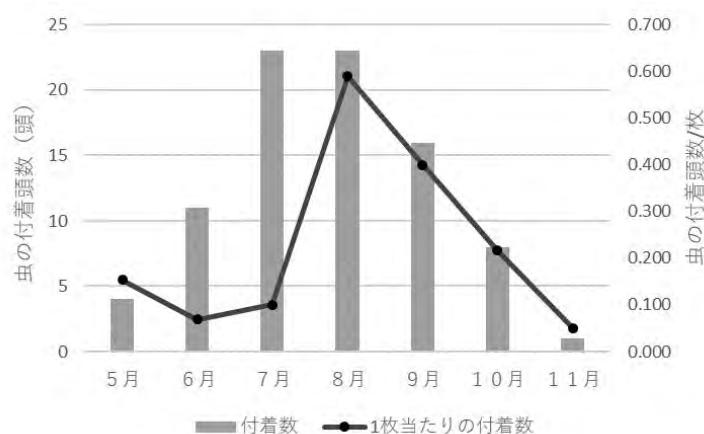


図 3. 粘着シートに付着した虫の推移

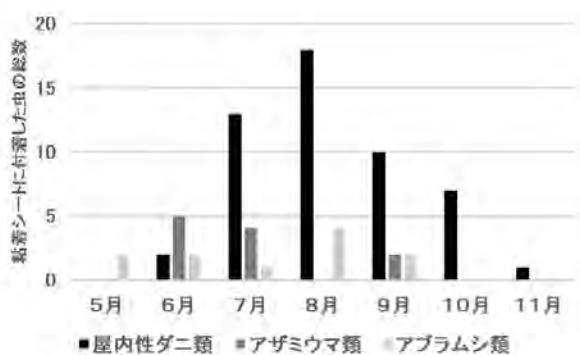


図 4. 粘着シートに付着した主要 3 種の推移

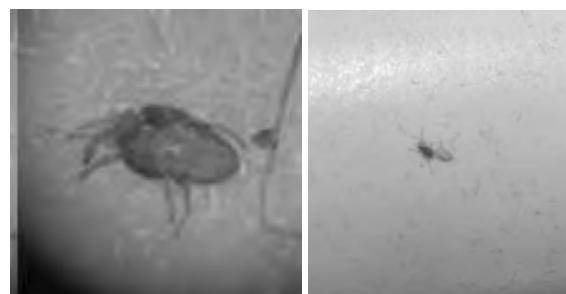


図 5. 屋内塵性ダニ類



図 6. アブラムシ科
有翅虫

4. 考察(まとめ)

本試験により、粘着ローラーを用いることによって着衣に付着した微小な屋内塵性ダニや体長 2~3 mm 程度のユスリカ等を除去できることが明らかになった。

各種の製造工場において、粘着ローラーを用いる主な理由は落下毛髪への対策であるが、今回の試験結果から、入場者の着衣に付着した虫を製造エリア内に持ち込むことを防ぐ目的でも粘着ローラーが有効であることが示されたと考える。

今後の課題としては、粘着ローラーを用いることにより、着衣に付着した虫がどの程度除去できるかを明らかにすることによって、虫の持ち込み防止力を明確にすることである。そのために、粘着ローラーによる虫除去効率について調査をしたいと考えている。

5. 参考文献

監修 一般財団法人 日本環境衛生センター(2008) 建築物における IPM 実践ハンドブック 中央法規出版株式会社

3. 東京都港区におけるハチ類の駆除と駆除地区の分布状況

○鈴木光樹、元木 貢、佐々木健（アペックス産業株式会社）

1. はじめに

近年、全国的にスズメバチ、アシナガバチ、ミツバチなどの社会性ハチ類の苦情相談・駆除依頼が増加している。東京都においても、相談件数は増加傾向にあり、行政機関¹⁾や日本ペストコントロール協会²⁾より公表されている。これらのデータからハチ問題の実状を把握することは、それらへの対応策や住民への情報提供を行う上で重要である。

また、駆除地域の環境状況と組み合わせることで、都市環境におけるハチ類の発生傾向を掴むことができれば、注意喚起や防除対策に有効な情報となることが考えられる。過去には札幌市や名古屋市近郊等において、駆除件数の地区別集計を報告したものがあったが、東京都において発表されたものは少ない。

そこで、2020年度～2022年度に当社に寄せられた港区内のハチ駆除について、港区が公表している緑地環境データ³⁾と組み合わせることで、都市環境におけるハチ類の発生状況について検討した。

2. 駆除集計項目及び環境状況項目

駆除対象種の分類は、スズメバチ類・アシナガバチ類・その他とし、駆除地区は、赤坂・麻布・高輪・芝・芝浦港南地区として、①総駆除数、②年間消長、③地区別の駆除件数を集計した。

駆除地区の環境状況項目として、港区が公表している緑地環境データから、①緑の指標となる緑被率・樹木被覆率、②建築物の指標となる用途地域図を使用した。

3. 結果

3年間の総駆除件数は188件で、駆除対象のほとんどがスズメバチ類とアシナガバチ類であり、最近ではスズメバチ類の割合が多い傾向にあり、年間の駆除件数は夏季に集中していた。地区別の駆除件数を集計した結果、駆除件数は赤坂地区（60件）、麻布地区（57件）、高輪地区（54件）の3地区に集中しており、総駆除件数に対する割合は3地区の合算で90%を超えていた。

表1. 当社で受けた港区ハチ類駆除件数

	2020	2021	2022	総駆除数
スズメバチ類	20 (44.4%)	31 (50%)	41 (50.6%)	92 (48.9%)
アシナガバチ類	21 (46.7%)	26 (41.9%)	34 (42%)	81 (43.1%)
その他	4 (8.9%)	5 (8.1%)	6 (7.4%)	15 (8%)
合計	45	62	81	188

表2. 2020～2022年度における地区別ハチ駆除件数

	赤坂	麻布	高輪	芝	芝浦港南
スズメバチ類	29	24	32	5	2
アシナガバチ類	28	27	18	7	1
その他	3	6	4	0	2
地区別合計	60 (31.9%)	57 (30.3%)	54 (28.7%)	12 (6.4%)	5 (2.7%)

（総駆除件数に対する割合）

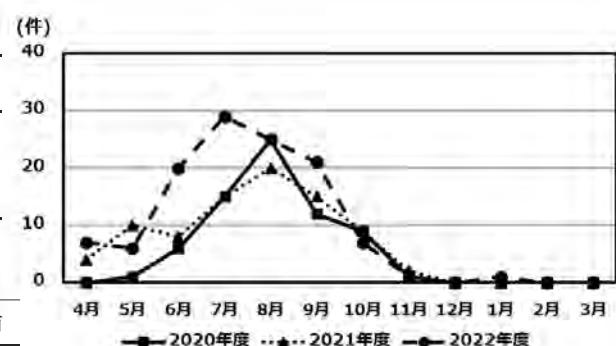


図1. 港区におけるハチ駆除件数の年間消長

環境状況をみると、駆除件数の多い赤坂・麻布・高輪地区は、港区の中で比較的、緑被率・樹木被覆率が高く、住居地域が多かった。駆除件数の少ない芝地区の緑被率・樹木被覆率は麻布地区に近い値であったが、芝地区の大半は商業地域として使用されていた。駆

除件数の最も少なかった芝浦港南地区は緑被率・樹木被覆率が港区内で最も低く、準工業地域として使用されていた。

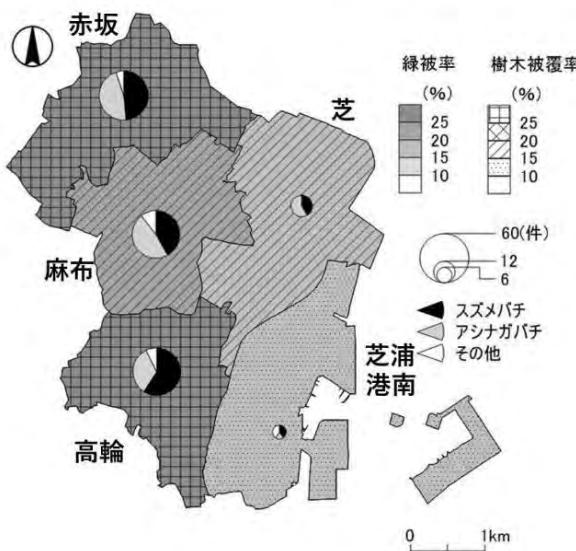


図2. 地区別の駆除件数、及び緑被率・樹木被覆率³⁾

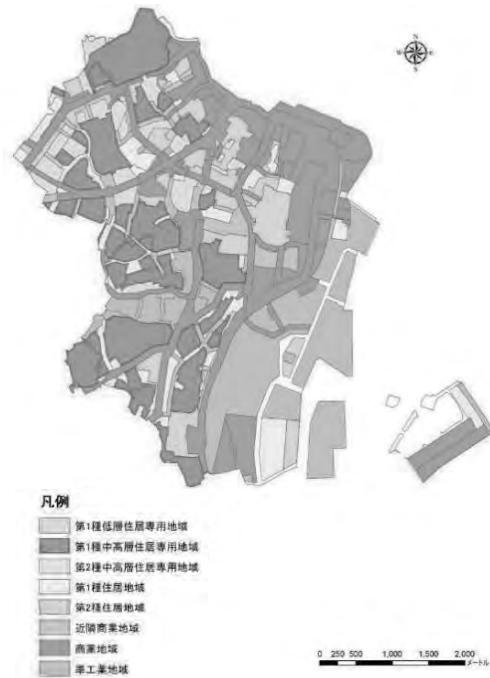


図3. 港区の用途地域図³⁾

4.まとめ

今回の集計では、港区内におけるスズメバチ類とアシナガバチ類の駆除件数に大きな違いはみられなかったものの、ハチ類の駆除件数には地域により大きな違いがみられた。過去の研究⁴⁾で、1995～2001年 の東京都内全域でのハチ相談件数は、スズメバチが26%、アシナガバチが49%という統計データがあり、アシナガバチの相談が多くなった。今回の集計は東京都の中でも港区における当社での駆除に限定したものだが、スズメバチ類とアシナガバチ類の駆除件数に大きな違いはみられなかったことから、近年では都市環境でもスズメバチ類の発生が増加傾向にあると考えられた。

駆除件数の違いについて、件数の多い地区は緑被率・樹木被覆率が高い傾向にあり、加えて、庭や植栽を有する戸建住宅・集合住宅が多く建てられていることが関係している可能性が考えられる。一方、件数の少ない芝浦港南地区は準工業地域であり、また、緑が比較的多い芝地区もオフィスビルが立ち並ぶ商業地域であることから、緑がある程度限られているため、ハチ類が営巣しにくい環境になっていると考えられる。

今回の報告では地区別の駆除件数と環境状況からハチの生息状況を検討したが、今後は集計を継続しながら、詳細な営巣場所や種の同定を追加することで、より詳細な発生状況を捉えていく必要がある。

【引用文献】

- 1) 東京都保健医療局. 2023. 東京都におけるねずみ・衛生害虫等相談状況調査結果. 東京都保健医療局ホームページ.
- 2) 谷川力 他. 2020. (公社)日本ペストコントロール協会に寄せられた害虫獣の相談件数-特に相談件数の多い種類と急増している種類について-. ペストロジー. 35(2). 81-87.
- 3) 港区. 2022. 港区みどりの実態調査(第10次)報告書. 港区ホームページ.
- 4) 松浦誠. 2003. 都市における社会性ハチ類の生態と防除 I. 都市における不快・刺咬昆虫としてのハチ類. ミツバチ科学. 24(2). 49-60.

4. COVID-19 対策のための換気設備の増設 北海道と福岡県の保育施設における検証

○杉山幸輝^{*1}、山田裕巳^{*2}、菊田弘輝^{*1}、林基哉^{*1}、長谷川麻子^{*3}

(*1 北海道大学、*2 九州女子大学、*3 宮城学院女子大学)

1. はじめに

COVID-19 対策として、エアロゾル感染を抑制する換気は有効な手段の 1 つである。しかし実際は、窓開け換気の継続的な実施が困難、換気設備が整っていても稼働が不十分等の問題が顕在化している。特に保育施設では集団生活の中で密集・密接を避けられないため、一般的に感染リスクが高まると考えられる。そのため、季節や立地によらず適切に換気を継続できる環境整備が重要である。本研究は、保育施設の換気状況の実態を調査し、特徴や利用状況に応じて換気設備を増設し、その効果を検証することを目的とする。

2. 調査概要

北海道と福岡県の 3 つの保育施設(表 1、図 1)を対象に、換気状況に関するヒアリングと換気設備の風量測定を行った。調査をもとに、換気が特に不十分であった保育室を対象に換気設備を増設し、再度測定を行って改善効果を検証した。改修では、COVID-19 の感染リスクを高める要因の 1 つである「換気の悪い密閉空間」の対策として、厚生労働省が推奨している 1 人当たり換気量 $30\text{m}^3/\text{h}$ を満たすよう機種を選定し、温熱環境に配慮して全熱交換換気システムを採用した。

3. 調査結果

ヒアリング結果を表 2 に示す。施設 A は窓開け換気がしづらく、主要な換気経路である出入口から入る空気が出入口付近の排気口からすぐに排出され、空気のよどみが発生しやすいと回答が得られた。施設 B、C では合同保育時やイベント時に可動間仕切壁を外して大人数で利用されるため、在室人数に応じた換気量の確保が課題であった。また、3 施設とも保育に適した温熱環境と換気量の確保の両立が課題点であると回答が得られた。

表 1 各施設の基本情報

	種別	所在地	構造	建築年	室	年齢	園児数	暖房設備 ^{*1}	既設換気設備
施設A	認定こども園	北海道札幌市	RC造	2012	a1	3歳	20人	A.C. F.H.	第3種
施設B	認定こども園	福岡県北九州市	RC造	2012	b1	3~5歳	40人	A.C.	第3種
					b2	-	-		
施設C	保育園	福岡県久留米市	S造	2010	c1	3歳	21人	A.C.	第3種
					c2	-	-		
					c3	4歳	21人		

*1 A.C.:Air Conditioner F.H.:Floor Heating

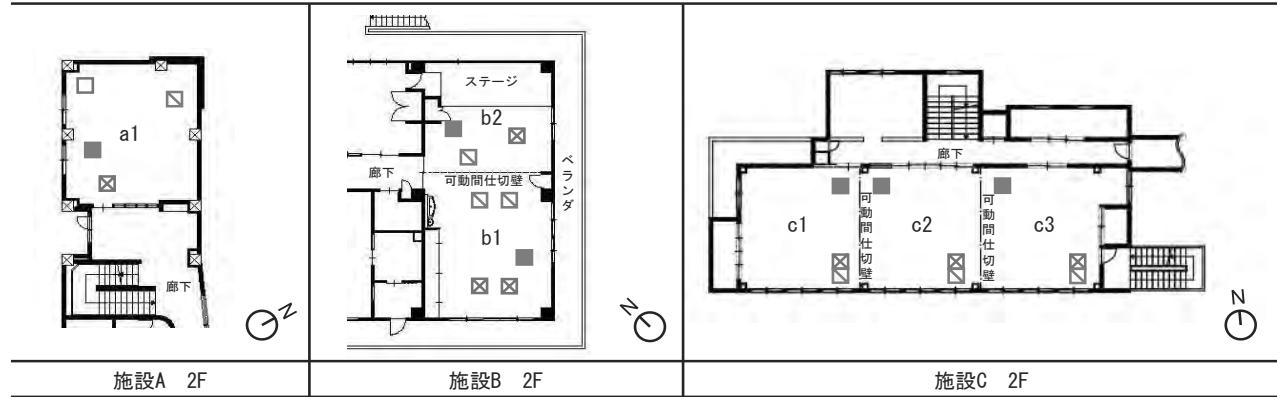


図 1 各施設平面図(1/400)と換気設備の位置及び種類

表2 ヒアリング結果

	施設A	施設B	施設C
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> 通常、園児20人と保育士1人が過ごす。保育室前の廊下も利用して遊ぶこともあり、活発な園児が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> 登園時や夕方以降は園児30人程度(最大40人)と保育士1、2人が過ごす。 イベント時はb1、b2をつなげて園児最大30人、大人45人程度が在室。 	<ul style="list-style-type: none"> 通常、保育室c1、c2は1つの部屋として利用し、合同保育時は3つの部屋をつなげて利用する。 イベント時は3部屋をつなげて最大70人(園児20人、大人50人)程度が在室。
現状の課題点	<ul style="list-style-type: none"> 窓が排煙窓のみで位置が高く、窓開け換気がしづらい。 寒冷地における保育に適した温熱環境と換気量の確保の両立。 	<ul style="list-style-type: none"> 在室人数に応じた換気量の確保。 季節を問わず窓開け換気を実施しており、保育に適した温熱環境の実現と高額な光熱費への対応が困難。 	<ul style="list-style-type: none"> 在室人数に応じた換気量の確保。 窓開け換気による空調負荷が大きく、換気量の確保と適切な温熱環境の両立が困難。

ヒアリング結果をもとに全熱交換換気設備を増設した。設置の際、施設Aでは保育室の奥に排気口、入り口付近に給気口を、施設Bでは園児や保護者が集まりやすい場所に排気口、保育室の奥に給気口を、施設Cでは全熱交換換気設備の前に送風ファンを設けることで空気の流れを生むように配置を工夫した。

換気改善前後の機械換気による1人当たり換気量、CO₂濃度、消費電力量を表3に示す。CO₂濃度は田島らの提案した式^{注2)}からCO₂呼出量を算出し、機械換気量とともにザイデル式に代入して算出した。改善前の消費電力量は既存換気設備と窓開け換気の併用により改善後と同じ換気量が得られたと仮定して算出した^{注3)}。表3より、改善前の1人当たり換気量は4.8~7.4m³/hであったが、改善後は1人当たり換気量30m³/hを満たした。施設B、Cで在室人数の増加が想定される状況下においても、第1種換気と第3種換気を併用することで1人当たり換気量30m³/hを概ね満たした。その結果、建築物衛生法による基準であるCO₂濃度1000ppm以下も概ね満たした。また、消費電力量の多い暖房時(1月)をみると、熱交換換気によって換気によるエアコンの電力増加量は施設Aで約2分の1、施設B、Cで約6分の1に削減され、空調負荷を抑制することができた。

表3 換気改善前後の比較

	施設A(a1)		施設B(b1)		施設C(c1, c2, c3)		
	改善前	改善後	改善前	改善後	改善前	改善後	
想定状況	通常時	通常時	通常時	通常時 合同保育時	合同保育時	合同保育時	イベント時
換気手法	第3種	第1種	第3種	第1種 第1種+第3種	第3種	第1種	第1種+第3種
1人当たり換気量[m ³ /h]	6.8	32.8	7.4	31.3 29.5	4.8	31.9	26.8
CO ₂ 濃度[ppm]	2375	810	1866	787 798	3403	856	1036
換気によるエアコンの電力増加量[kWh]	暖房時(1月) 冷房時(8月)	617 17	268 7	506 179	82 52	179 83	787 293
						132 50	209 79

4.まとめ

換気設備の改修により、「換気の悪い密閉空間」の対策として推奨される1人当たり換気量30m³/h及びCO₂濃度1000ppm以下を概ね満たすことができた。また、エアコンによる電力増加量を抑えることで効率的な換気の実施が可能となった。

注

1)事前測定では風量測定に小型風量計(KANOMAX、TABmaster mini Model 6750)を用いた。事後測定ではキャプチャーフード風量計(KANOMAX、Model 6710)を用いた。

2) $PCO_2 = 1.601 \times 10^{-4} \times (60.63 \times A_D \times Met \times C_a \times C_g)$

PCO₂: CO₂呼出量[m³/h]、A_D: 体表面積[m²]、Met: エネルギー代謝率、C_a: 年齢係数、C_g: 性別係数

3)全熱交換器の温度交換効率、エアコンの成績係数はカタログ値を使用した。また、設定温度は施設Aでは1月、8月ともに25°Cとした。施設B、Cでは1月は22°C、8月26°Cとした。

参考文献

- World Health Organization (WHO), "Coronavirus disease (COVID-19): How is it transmitted?" (2021) <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/coronavirus-disease-covid-19-how-is-it-transmitted>
- 田島昌樹、井上貴之、大西裕治:換気測定のための在室者の二酸化炭素呼出量の推定、日本建築学会環境系論文集、第81巻、第728号、pp. 885-892、2016.10
- 国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所 国立栄養・健康研究所、2012、改訂版「身体活動のメツ(METs)表」

謝辞

この研究は三菱総合研究所が内閣官房の委託を受けて推進している「ウィズコロナ時代の実現に向けた主要技術の実証・導入に向けた調査研究業務」の一環として、実施したもので、記して謝意を表します。

5. CO₂センサーの適切な利用による空調管理

薄井信貴（東京都健康安全研究センター 広域監視部 建築物監視指導課）

1 はじめに

新型コロナウイルス感染症予防の観点から、換気の指標として二酸化炭素濃度が重要視されている。近年、特定建築物において室内環境の快適化や省エネルギーを目的として、CO₂センサーで居室内の二酸化炭素濃度を制御する施設が増加しているが、CO₂センサーの表示値と実測値が乖離している例が散見される。

そこで、東京都が所管する特定建築物について、CO₂センサーの普及実態、維持管理状況及び表示値と実測値との比較等を調査したので、その結果を報告する。

2 調査概要

- (1) 対象 令和4年度に立入検査を実施した特定建築物（特別区内の延べ面積1万m²超）
・事前調査票による簡易調査 292施設
・CO₂センサー設置施設への実態調査 72施設
- (2) 方法 ①簡易調査（管理担当者による事前調査票への記入）
②実態調査（立入検査時のアンケート調査、居室における二酸化炭素濃度測定等）

3 結果及び考察

簡易調査で得られた結果を（1）①に、実態調査で得られた結果を（1）②、（2）及び（3）に示す。なお、実態調査では項目により未回答の施設があるため母数が異なる。

（1）CO₂センサー設置の実態

① CO₂センサー設置の有無及び設置場所

CO₂センサーを設置している施設は292施設中89施設（30%）であり（図1）、うち53施設（59%）が事務所用途を占めた。設置場所は、空調機の還気ダクト内の設置が85施設中70施設（82%）と最も多かった。

② 外気導入設備との連動

CO₂センサーには空調機などの外気導入設備と連動させ、予め定めた二酸化炭素濃度設定値に応じて外気導入量を調整するシステムがある。CO₂センサーを設置している89施設のうち73施設（85%）がセンサー表示値と外気導入設備を連動させていた。

実態調査で回答を得られた61施設の二酸化炭素濃度設定値を図2に示す。最も多い設定値は800ppm程度であった。また、コロナ対策により低い濃度に設定している施設もあった。

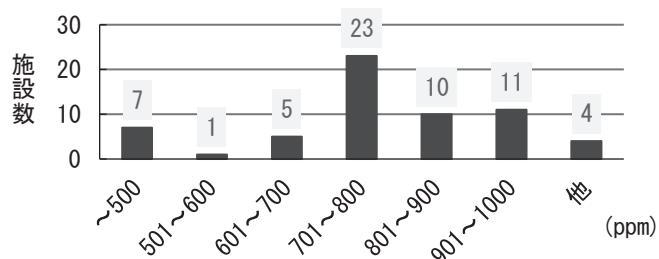
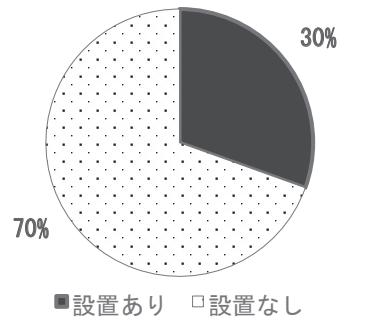


図2 二酸化炭素濃度設定値と施設数 (n=61)

(2) CO₂センサーの校正実態

① 手動校正

校正には、標準ガスを用いる方法等（以下、手動校正）と一定の条件下でセンサー値を自動調整する方法（以下、自動校正）があり、回答のあった60施設中53施設（88%）が手動校正であった。定期的な実施は53施設中45施設（85%）で、不定期は6施設（11%）であった。校正方法は標準ガスが33施設（62%）、実測値比較が9施設（17%）であった。

② 自動校正

60施設中5施設（8%）が自動校正であった（表）。自動校正のみの場合、校正を行う時間帯に在室者がいる場合や気密性の高い居室では、400ppmより高い濃

表 自動校正方式

施設	自動校正方式	校正方法
A	1日の最低二酸化炭素濃度を400ppmとして校正	自動校正のみ
B	1日の最低二酸化炭素濃度と基準校正值（400ppm）を比較して校正	手動及び自動校正
C	1日の最低二酸化炭素濃度と基準校正值（400ppm）を比較して校正	手動及び自動校正
D	夜間の二酸化炭素濃度に対して校正	手動及び自動校正
E	不明	手動及び自動校正

度で校正してしまう可能性がある。そのため、空気環境測定の結果との比較や手動校正を併せて実施することで、定期的にCO₂センサーの表示値の正確性を確認する必要がある。

(3) CO₂センサー表示値と二酸化炭素濃度実測値の比較

実態調査を行った72施設中39施設（137箇所）でCO₂センサー表示値と実測値を比較した（差＝表示値－実測値）。最大差は346ppmであった。

① 手動校正頻度による差

手動校正の頻度による差について比較を行った（図3）。定期、不定期及び未実施の校正頻度による差は見られなかった。

② 測定範囲による差

センサーの設置位置により、測定する空気が单一居室のみの場合と複数居室の場合がある。また、測定範囲に会議室等の異なる用途スペースがある場合とない場合がある。

これら測定範囲による表示値と実測値の差を図4に示す。单一居室のみの場合では、異なる用途スペースが存在する場合と存在しない場合を比較しても、大きな差は見られなかった。しかし、測定範囲が複数居室の場合、差が比較的大きかった。二酸化炭素濃度の異なる居室の空気が混ざってしまうために、実際の居室の換気状況を反映できていない可能性がある。

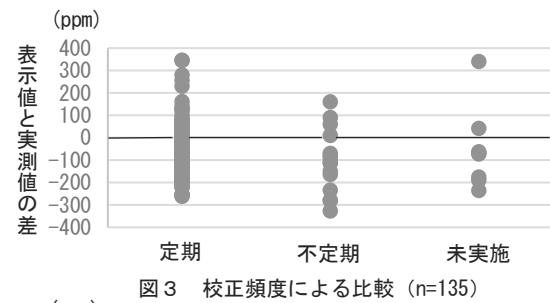


図3 校正頻度による比較 (n=135)

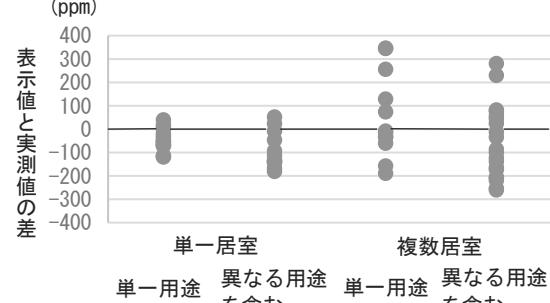


図4 測定範囲による比較 (n=61)

4 まとめ

今回の調査ではCO₂センサー普及率は約30%であった。CO₂センサーの運用は換気対策や省エネルギーに有効であるが、CO₂センサーだけに頼るのではなく、空気環境測定結果を活用し、実測値との差を把握した上で実態に合わせた管理をする必要がある。そのため、CO₂センサーの管理について監視指導や講習会等で指導・助言していきたい。

6. 空調機内の汚染 ～現場から見た空調機内部の汚染～

末光 真二(一般社団法人日本空調システムクリーニング協会 (JADCA))

1. はじめに

空調機内の汚染は、機器本来の持つ能力の低下をもたらし送風量の低下、電力消費量の増大などに影響を与えるばかりでなく、室内空気環境の悪化を招くことが報告されている。ここでは、実際に現場で機器洗浄等の維持管理業務を行った事例より、空調機器内部の汚染の実態、対処方法、機器洗浄前後の効果検証方法等を紹介する。

また、近年の猛暑とコロナ禍の影響を受けたと思われる空調設備の不具合事例も紹介する。

2. 空調機内の汚染事例

実際の維持管理の現場写真を見ると熱交換コイル・送風機・ドレン系統等に粉塵、水垢等の付着堆積が発生しており、吹出ルーバー部に真菌類の発生している機器も見られた。



写真 1. 汚染状況(コイル)

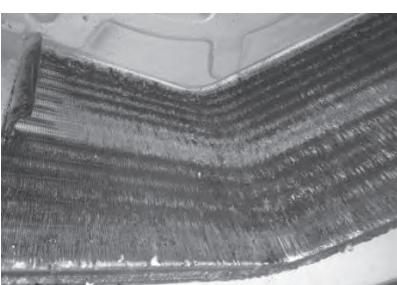


写真 2. 汚染状況(コイル)



写真 3. 洗浄後(コイル)



写真 4. 汚染状況(ルーバー)



写真 5. 汚染状況(トレスポン)



写真 6. 汚染状況(排水管)

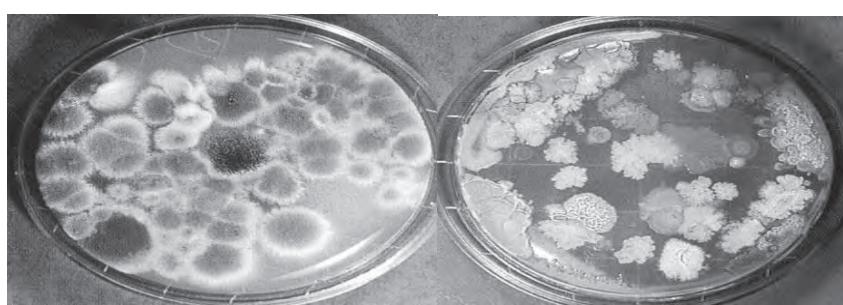


写真 7. 汚染物質(真菌)



写真 8. 汚染物質(細菌)



写真 9. 真菌測定(吹出口)

また、AHU 等の大型空調機については、熱交換コイル・送風機等の塵埃付着の汚染だけではなく、加湿装置に採用事例の多い滴下気化式の加湿エレメントの真菌類の発生などの不具合も発生している。

3. 機器洗浄の効果検証

機器洗浄の効果判定としては、熱交換コイル・送風機・ドレンパン等、機器の洗浄前後の目視確認・写真撮影を行い機器の試運転を行う。試運転時には送風機の運転状況、モーターの異常音・振動等を確認する。吹出風速の測定を行い機器の運転状況の判定を行う。

空調機内の真菌・細菌類を調査する場合はコンタクトプレートを調査対象機器の調査部位(ドレンパン等)に押し付け表面付着菌を採取する。持ち帰った培地を、一般細菌は37℃で24時間、真菌は25℃で72時間培養する。培養後培地上のコロニー数をカウントし写真撮影する。

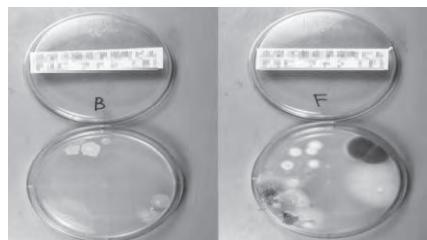


写真 10. 付着微生物測定

4. 不具合事例(猛暑・コロナ影響)

近年の猛暑・コロナ禍の影響を受けて建築物内の空調設備には様々な影響を受けているが、下記にその一例を紹介する。

大型のショッピングセンターがコロナ禍のため入口の自動ドアを開放していたら食品売り場の天井から漏水した事例。原因は天井内の冷媒配管の外部結露が発生し天井ボードに漏水していた。これは、換気のため外気導入量が増大したことにより高温多湿の外気導入が増え冷媒配管の外部結露を引き起こしたものと推測する。これと似た事例はここコロナ禍以来、各所で発生している。

この他にも、ドアを開放したことにより建築物入口近辺の吹出口の結露発生、エアコンからの漏水事故等もこれまでと比較して多発している。



写真 11. 冷媒配管外部結露



写真 12. 天井ボード漏水

5. まとめ

空調機内部の汚染は経年により増加し、維持管理状況によっては機器故障等の運転不具合をもたらすだけでなく、機器の能力低下、室内空気環境の悪化も発生する。

このところのコロナ禍の影響により、建築物内の空調・換気システムに対する認識の高まりを受け、室内の空気環境を良好に維持管理する為にも建築物の空調設備の維持管理計画を策定するだけでなく、空調システム全般の構成・環境などを定期的に点検・診断する必要があると考える。また、機器洗浄などの維持管理を行うことの効果判定方法についても今後検討して行きたい課題である。

参考文献

JADCA スタンダード 2018 空調版((一社)日本空調システムクリーニング協会)

7. 受水槽方式の微生物汚染対策に関する検討 ～その3：2023年調査報告～

○松鶴さとみ、二宮秀與(鹿児島大学)

1. はじめに

以前より、受水槽方式の水質は、停滞水や死水による微生物等の生育やスライムの生成、昆虫や小動物の侵入による堆積、透光による内部の藻の生育等の水質汚染の問題がある。気温の高い夏季は、貯水槽内の水温が上がり、残留塩素が消失し、微生物の繁殖しやすい環境となる。また、2020年から新型コロナウイルス感染症のため、オンライン講義や在宅勤務等が実施され、学校施設や事務所ビルでは通常時と比べて水使用量が激減した。しかし2023年5月以降、講義や勤務等はほぼ通常時に戻っている。

本報では、過去¹⁾に調査報告した学校施設で継続的に調査を行い、水使用量と飲用水中の遊離残留塩素濃度、一般細菌数と従属栄養細菌数を測定した結果を報告する。

2. 方法

鹿児島大学が管理する貯水槽を有する建物のうち、郡元北地区の専用水道に接続する建築学科棟で調査を行った。表1に対象建物の概要を示す。この専用水道は、敷地内にある井戸から水を汲み上げ、井水を濾過、塩素消毒をし、清水槽に貯水している。ここから北地区の各建物に飲用水を供給している。

表2に採水方法の概要を示す。表3に一般細菌数および従属栄養細菌数の培養条件を示す。遊離残留塩素濃度は携帯型デジタル水質計（オンラインラボCL-101：東西化学産業株式会社製）を用い、DPD法で、一般細菌数は水質基準に係る検査方法で、従属栄養細菌数はJIS K 0350-30-10²⁾の検査方法に則り、測定を行った。

3. 結果

2018年度および2020年10月から2021年9月迄¹⁾と、2022年10月から2023年9月迄の各月の

表1. 対象建物概要

	建築年度 (年)	改修年度 (年)	階層 (階)	延床面積 (m ²)	貯水槽 分類	貯水槽 有効容量 (m ³)	採水箇所
北清水槽	-	-	-	-	受水槽	300.0	-
建築学科棟 (2号館)	1972	2015	5	4068	受水槽	8.5	受水槽 5F廊下 5F実験室

表2. 採水および遊離残留塩素濃度の測定概要

	貯水槽			水栓
採水条件	採水場所	オーバーフロー・水抜き管末端		手洗いや台所の水栓
	条件	消毒用アルコール綿で清拭後、3分間排水後に採取	3分間排水後に採取	
容器		ポリプロピレン広口瓶1Lタイプ（アズワン株式会社製） 容器1本あたりチオ硫酸ナトリウム500mgを入れ高圧蒸気滅菌したもの		

表3. 一般細菌数および従属栄養細菌数の培養条件

	一般細菌	従属栄養細菌
培地	標準寒天培地(日水製薬株式会社)	R2A寒天培地(日水製薬株式会社)
培養条件	37°C/24時間	25°C/7日間

日最大・日平均水使用量を図1に、遊離残留塩素濃度の測定結果を表4に、一般細菌の測定結果を表5に、従属栄養細菌の測定結果を表6に示す。

建築学科棟の水使用量は、2020～21年は 1.09m^3 であったが、2022～23年は 1.05m^3 と約3%減少した。また、2018年度と比べ日平均水使用量が約26%減少した。オンライン講義が減少し通常時に戻っても、水使用量に変化が見られなかった。

表4～6より、貯水槽の水質に問題はないが、建物末端にある5F実験室給水栓で、水道法や建築物衛生法の水質基準を満足できていない。2023年9月の日平均水使用量は 0.63m^3 と3月に次いで少なく、配管内での飲用水の滞留が水質悪化の原因と考えられる。

さらに、一般細菌を追加で24時間（合計48時間）培養した結果、遊離残留塩素濃度の低い5階実験室では、約3倍～342倍に増加した。24時間培養ではコロニーの生育が不十分で危険側に評価している可能性がある。

4.まとめ

オンライン講義が減少し、通常時に戻ったが、日平均水使用量は変わらず、建物末端水栓では水質悪化の傾向が見られること等を明らかにした。今後も継続して調査を行う予定である。

*参考文献

- 1) 松鶴さとみ 他：受水槽方式の微生物汚染対策に関する検討，第49回建築物環境衛生管理全国大会抄録集，pp.94-95，(2022)
- 2) 日本産業規格：JIS K 0350-30-10 用水・排水中の従属栄養細菌試験方法，(2002)

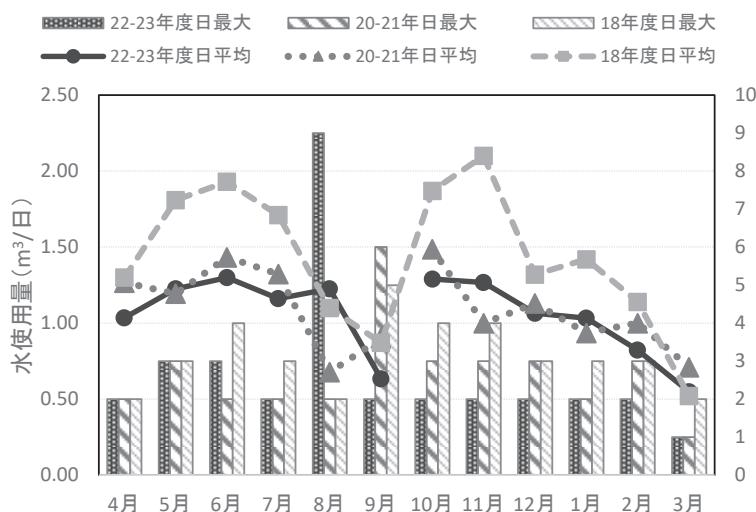


図1. 建築学科棟の各月の水使用量

表4. 遊離残留塩素濃度の測定結果

遊離残留塩素濃度[mg/L]	9月12日	9月27日	10月3日	
北清水槽	0.17	0.38	0.34	
建築学棟	受水槽	0.17	0.26	0.25
	5階廊下	<u>0.07</u>	0.17	0.17
	5階実験室	0.00	0.05	0.04

表5. 一般細菌の測定結果

一般細菌[CFU/mL] 24h	9月12日	9月27日	10月3日	
北清水槽	0.0	0.0	0.0	
建築学棟	受水槽	0.0	0.7	0.0
	5階廊下	0.0	0.0	2.7
	5階実験室	0.0	<u>1343.3</u>	4.0

一般細菌[CFU/mL] 48h	9月12日	9月27日	10月3日	
北清水槽	1.3	0.0	1.0	
建築学棟	受水槽	5.7	0.7	0.0
	5階廊下	2.3	2.0	2.7
	5階実験室	<u>100.0</u>	<u>4133.3</u>	<u>1366.7</u>

表6. 従属栄養細菌の結果

従属栄養細菌[CFU/mL]	9月12日	9月27日	10月3日	
北清水槽	0.7×10^0	1.7×10^1	4.7×10^0	
建築学棟	受水槽	5.7×10^0	6.7×10^0	6.3×10^0
	5階廊下	1.0×10^2	1.2×10^2	2.3×10^2
	5階実験室	7.0×10^1	1.6×10^4	1.6×10^4

8. ディスポーザ排水配管における管洗浄実験

○小久保あや,難波信二,佐藤昭仁,齊藤将一,西川昌樹,生酒猛,高岡ジョージ,上野雄治,
大中武弘,大野隆次,佐藤恭輔 ((一社)全国管洗浄協会)

1. はじめに

ディスポーザ生ごみ処理システムは集合住宅等に広く普及している。しかし、破碎残渣物（主に卵殻）が排水配管底に堆積し（写真1）、排水不良や管閉塞による溢水被害が生じている。本協会では高圧洗浄による有効な清掃方法を検討してきた¹⁾。

実配管と実破碎卵殻を用いて、エルボ種類、ノズル挿入方向等が管洗浄性能に及ぼす影響を調べた。

2. 実験概要

図1と写真2に、供試排水配管（透明ポリ塩化ビニル管、6曲がり）を示す。排水横主管は管径：100A、全長：20m、排水立て管は2本、管径：75Aである。エルボにはロングエルボ（LE）とショートエルボ（SE）の2セットを用いた。ホース挿入方向は上流からと下流からの2方向とした。ノズル種類は後方噴射、前方後方噴射、回転噴射の3種類を用いた。

洗浄対象物は写真3の破碎卵殻（重量：7Kg）とし、排水横主管の停滞・堆積しやすい5か所に分散して置いた。洗浄後に回収枠に排出された破碎卵殻の重量を測定した。水圧・吐水量は10Mpa・16.8～18.9L/minと15Mpa・20.6～23.1L/minとし、挿入スピードは4m/min（SLOW）と8m/min（FAST）とした²⁾。

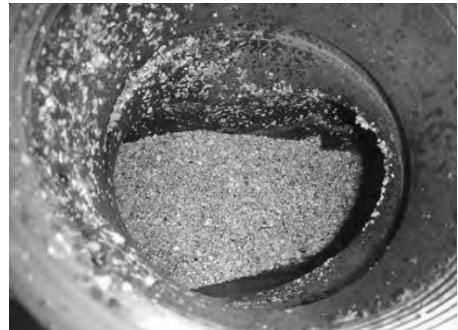


写真1 排水横主管の堆積状況



写真2 供試排水配管



写真3 供試破碎物

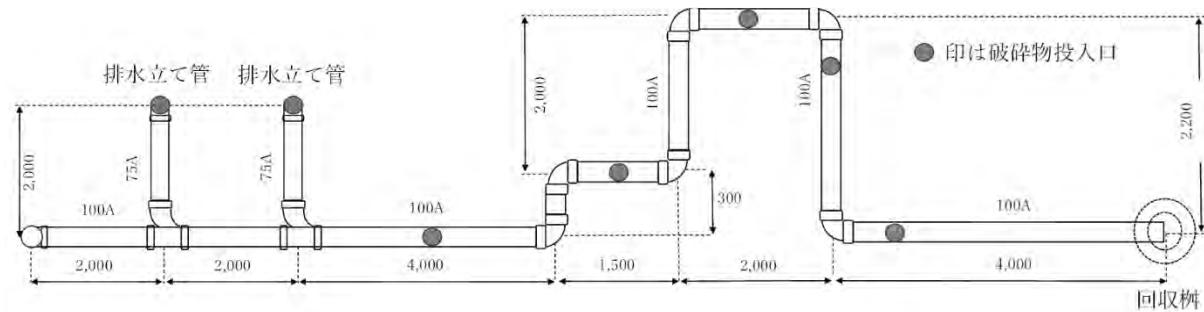


図1 供試排水配管

3 実験結果と考察

実験結果（回収重量）を表1に示す。上流からの洗浄では、破碎卵殻は搅拌されるのみであり（写真4）、卵殻は管底に積し、他の厨芥物のみ排出された結果、回収重量は少なかった。下流からの洗浄は破碎卵殻は円滑に搬送され（写真5）、上流からの洗浄に比べて回収重量は極めて大きくなった。10MPaより15MPaの方が回収重量は大きかった。とくに10MPaにおける後方噴射ノズルの回収重量が小さかった。これらより、下流からの洗浄、後方噴射ノズル・回転噴射ノズルの採用が有効なことが明らかとなった。

排水立て管と排水横主管の接続部に破碎卵殻が入り込み、残存した。排水横主管からノズルが挿入できないため、洗浄できなかった。現場においては各系統毎の洗浄が必要になる。

表1 実験結果（回収重量[g]）

ホース 挿入箇所	10Mpa						15Mpa						
	FAST			SLOW			FAST			SLOW			
	後方噴射	前方後方噴射	回転噴射	後方噴射	前方後方噴射	回転噴射	後方噴射	前方後方噴射	回転噴射	後方噴射	前方後方噴射	回転噴射	
上流 から	SE	140	44	45	54	146	117	31	133	35	27	132	64
	LE	77	42	72	17	28	9	52	30	18	16	38	40
下流 から	SE	2006		4947	5166		5584	4784		6845	5864		5291
	LE	2186		6249	6098		6351	4851		6299	6210		5591

重力式排水においては、破碎卵殻を円滑に排水する流速等が得られない。その結果として破碎卵殻等が堆積するため、より短い周期での定期清掃が望まれる。

3.まとめ

本実験結果をまとめると次になる。

SEとLEの洗浄性能に殆ど差異はないが、挿入抵抗が小さく挿入性能に優れているLEの採用が望ましい。上流からの洗浄では、破碎卵殻は搅拌されるのみであり、搬送されなかった。下流から高圧洗浄ホースを挿入する方法が有効である。ノズルは後方噴射と回転噴射が優れている。

重力式排水においては、破碎卵殻を円滑に排水する流速等が得られない。その結果として破碎卵殻等が堆積することが通常であるため、より短い周期での定期清掃が望まれる。

今後、掃除口の適切な設置位置と数について検討する予定である。

【参考文献】

1)大野隆次:ディスポーザ排水処理システムの粉砕物堆積状況報告及び効果的清掃方法の提案、建築物環境衛生管理全国大会、pp.88-89、2023

2)坂上恭助ほか:建築物排水管清掃技士資格講習会テキスト、(一社)全国管洗净協会、2021



写真4 上流からの洗浄後堆積状況



写真5 下流からの洗浄状況

9. 長期間使用する給湯設備からの金属溶出の状況

尾台莊悟（公益社団法人全国建築物飲料水管管理協会）

1. はじめに

設置から 19 年経過した中央式給湯設備の貯湯槽と熱交換器とを繋ぐ熱交換器側配管の接続部分から漏水が生じた。毎年 4 月に真空ヒーターの点検・整備として炉内や煙管の清掃、バーナーや真空の調整等を実施し、5 月に貯湯槽清掃を実施しており、前年の点検時には異常は見られなかった。

今回、熱交換器の配管接続部分で激しい腐食が確認されたことから、熱交換器や配管、貯湯槽内の状況を点検し、併せて給湯栓の水質検査を実施したのでその結果等を報告する。

2. 建物の概要および設備の状況

対象施設は長野県にある分譲マンションで主にリゾート向きで利用されている。設置されている給湯設備（衛生設備）は以下のとおりである。給湯系統図については図 1 に示す。

水源：上水 給湯方式：中央式 貯湯容量： $7.5\text{m}^3 \times 2$ 基

熱源：真空ヒーター 2 基 合計出力 $1,160\text{kW} \times 2$ 基 热交換器：SUS 製（交換歴 なし）

用途：給湯、昇温（浴槽）、暖房の 3 系統で使用

配管：給湯系は HTLP（炭素鋼钢管の内側に耐熱性硬質塩化ビニル管を耐熱接着剤でライニングした複合管）

浴槽昇温系・暖房系は炭素鋼钢管

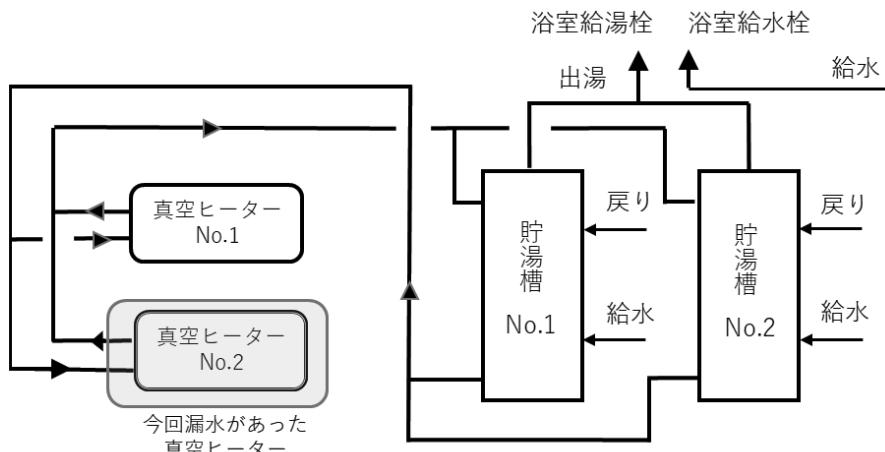


図 1 本施設の給湯系統図

本施設では真空ヒーターを 2 基併用しているが、漏水が生じたのは真空ヒーター No.2 のみで、もう 1 基は同様に使用していたにもかかわらず腐食は見られなかった。漏水被害が生じていた真空ヒーター側の腐食被害が激しかった部位の状況を写真 1～4 に示す。

写真 1 は熱交換器の状況である。熱交換器配管のうち右側は半分以上が閉塞していた。

写真 2 はヘッダーの状況である。3 系統あるうち、給湯系統のヘッダーは錆が著しいことが確認できる。一方、昇温（浴槽）と暖房系統のヘッダーは錆汚れが全面に付着しているもののヘッダー自体には錆は見られなかった。

写真 3 は熱交換器取付用ボルトの状況である。熱交換器は取付用の植え込みボルト 8 本で固定するように設計されているが、そのうち 3 本が腐食して折れており、かろうじて復旧できた。

写真 4 は戻り側のバタフライ弁内部の状況である。バタフライ弁も半分が閉塞状態であった。



写真1 熱交換器の状況

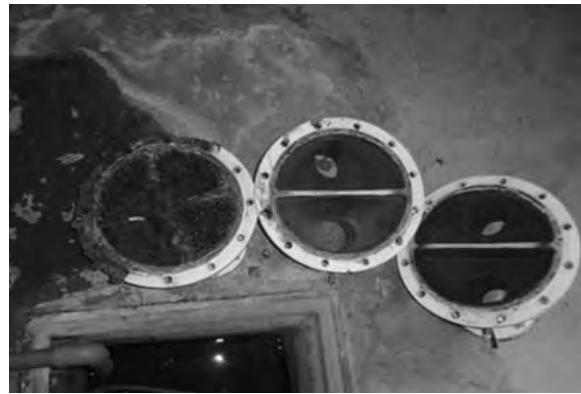


写真2 ヘッダーの状況
(左から給湯系, 昇温(浴槽)系, 暖房系)



写真3 熱交換器取付用ボルトの状況



写真4 戻り側バタフライ弁内部の状況

真空ヒーターNo.2側は令和4年7月に熱交換器ならびに3系統のヘッダー交換作業を実施した。交換前、「鉄及びその化合物」が水質基準を2倍超過していたが、9月1日に実施した水質検査では基準適合の結果となった（表1）。

表1 水質検査結果

	銅及びその化合物	鉄及びその化合物	鉛及びその化合物	亜鉛及びその化合物	レジオネラ属菌
基準値	1.0mg/L 以下	0.3mg/L 以下	0.01mg/L 以下	1.0mg/L 以下	100CFU/100mL 以下
浴室給湯 R4/5/27	0.031	0.684	0.006	0.043	陰性
浴室給水 R4/9/1	0.052	0.029	0.004	0.069	陰性
浴室給湯 R4/9/1	0.069	0.025	0.007	0.096	陰性

3. 考察

真空ヒーターNo.2と配管との接続部分において、漏水が生じるとともに、鏽こぶが成長（特に配管接続部分で）する状況であった。漏水が生じた原因是、接続部分に使用されていたパッキンの劣化ならびに異種金属による腐食と考える。腐食が生じたのは今回の給湯系統で真空ヒーターNo.2の系統だけであり、給湯以外では現象が見られなかった。配管施工時、確実に実施されていた絶縁が漏水等の影響により異種金属同士が接触して腐食（ガルバニック腐食）が進行したものと思われる。腐食によって生じたさび等により熱交換器前のヘッダーは目詰まりを起こし、十分な効果を発揮できない状況であった。

今回、本事案は突然生じたことから、設備管理者の方々に興味を持って頂き清掃整備の重要性を認識されることを期待する。

10. 過去の簡易専用水道検査結果に基づく貯水槽の劣化傾向と耐用年数についての考察

○田邊大輔、松島史朗、増田英夫、渡邊慶(公益財団法人栃木県保健衛生事業団)

1. はじめに

FRP 水槽の耐用年数は『FRP 水槽構造設計計算法(1996 年版)社団法人強化プラスチック協会』によると、理論上 15 年とされている。しかし実際の耐用年数は様々な条件、要因によって大きく異なっているのは周知である。

今回、当事業団の過去 18 年間の検査結果を様々な角度から分析し、行政報告対象となった衛生上特に問題のある施設について、様々な条件下での劣化の傾向や度合いを整理すると共に、今後の課題等について報告する。

2. 調査対象

平成 17 年度から令和 4 年度の当事業団の検査実績は 29,471 件で、そのうち行政報告対象となったのは 234 件 (0.79%) であった。

それらを表 1 で示す厚生労働省告示第 262 号に基づいて区分すると 263 件であった。水槽の直接的な破損を示す区分は 4,5 または 6 の一部であり、99 件 (37.6%) と全体の中でも一定の割合を占めている。

本調査では、区分 4,5(6) の直接の原因となる指摘箇所を確認し、下記の通り調査対象と設定した。

- ・本体(開口部、すき間) : 区分 4,5
- ・本体(亀裂) : 区分 5
- ・本体(電極部等の接合部) : 区分 5
- ・マンホール(破損) : 区分 5
- ・通気管(破損) : 区分 5
- ・内部(光の透過) : 区分 6

3. 集計条件

- ①水槽材質別
- ②受水槽または高置水槽の別
- ③設置場所別:屋内または屋外(樹木)
- ④設置者等の意識別:3 年以上同じ指摘が続いている、または細かく修繕を行っている
- ⑤関連する不適箇所が最初に発生してから行政報告となるまでの年数別
- ⑥設置から行政報告となるまでの年数別

4. 結果

図 1~図 5、表 2 の通り。

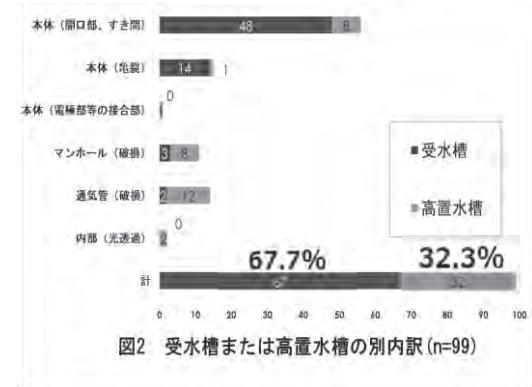
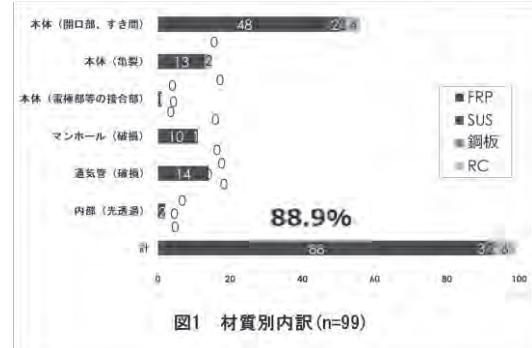
①水槽材質別の集計を図 1 に示す。FRP 製が 88.9% と群を抜いて多かった。特に SUS 製と鋼板製は、本体的な問題はほぼ発生していなかった。

②受水槽または高置水槽の別の集計を図 2 に示す。受水槽が 67 件 (67.7%)、高置水槽が 32 件 (32.3%) であった。ただし全般的な設置数の比率もほぼ同等であり明確な差とは必ずしも言えない。特徴として受水槽は「本体(亀裂)」が 14 件と多く、高置水槽は通気管(破損)が 12 件と他の指摘と比較し多く現れた。

③設置条件別の集計を図 3 に示す。屋外設置が 98.0% であり、中でも周囲に樹木の多い施設は、本体(開口部、すき間)による不適が大部分を占めていた。

表 1 厚生労働省告示 262 号に基づく行政報告区分

1	汚水槽その他排水設備から水槽に汚水若しくは排水が流入し、又はそのおそれがある場合
2	水槽内に動物等の死骸がある場合
3	給水栓における水質の検査において、異常が認められる場合
4	水槽の上部が清潔に保たれず、又はマンホール面が槽上面から衛生上有効に立ち上がっていないため、汚水等が水槽に流入するおそれがある場合
5	マンホール、通気管等が著しく破損し、又は汚水若しくは雨水が水槽に流入するおそれがある場合
6	その他検査者が水の供給について特に衛生上問題があると認める場合(※光の透過により水槽内部に藻類が発生している場合)



④設置者等の意識別の集計を図4に示す。3年以上同じ指摘を繰り返していた施設は65件であり、随時修繕を行っている施設の34件と比較すると、多くの不適が発生している。詳細としては、本体の不適においての大きな差は見られなかつたが、マンホールや通気管といった付帯設備の不適に大きな影響が見られた。

⑤関連する不適箇所が最初に発生してから行政報告となるまでの年数を表2に示す。ほとんどの年で差は見られなかつたが、過半数近くが1年以内に(その場で)対象となっていた。

⑥設置から行政報告となるまでの年数を図5に示す。一番多いのは30~39年経過した水槽で26件(38.2%)、続いて20~29年経過した水槽で22件(32.4%)となつた。10~19年経過した水槽は6件(8.8%)であった。

5. 考察

簡易専用水道における貯水槽の劣化、という意味合いで考慮した場合、FRP製の屋外設置型受水槽のリスクが最も高くなることが分かつた。これは現時点でも最も初期費用がかからない形であるが、その分だけ管理に手間を惜しまぬ姿勢が問われていると言えられる。

また設置者の意識が低い施設は多くの不適を生み出しているが、それらは主にマンホールや通気管といった付帯設備が原因であり、本体の不適は前回の検査から1年未満の期間で多く発生している。これは行政報告対象となる不適は事前に予期せず訪れることが意味すると共に、定期的な自主検査の実施や、1年に1回以上法定検査の受検の根拠と成り得る数値である。

本調査で得た設置から行政報告となるまでの年数を「貯水槽の現実的な耐用年数」と仮定すると、理論上の数値である15年以上が経過した水槽が多数見受けられた。それらの多くの場合は20年を超えると著しく不適が広がり、40年まで至ると極めて多くの水槽において行政報告対象となることが分かつた。

6.まとめ

本調査の観点から貯水槽の現実的な耐用年数を推測すると、理論値よりも長い事例が多く確認できたが、そこを超えると行政報告になる施設が大きく増える傾向がある。水槽の劣化は環境や状況に大きく左右されており、中でも設置者の意識による細かな修繕行動は、付帯設備の劣化を大きく軽減させていた。

また本体の不適は突発的に発生し、即座に行政報告にまで達する傾向があるため、定期的な点検や検査は水の衛生を保持するためには必須と言える。

我々検査機関はこれらの点を常に意識し、設置者への積極的な啓発や精度の高い検査を行うことで、公衆衛生の向上に寄与することが出来る。

それこそが登録検査機関としての責務であり、今後の課題でもあると言えるだろう。

*本報告は「令和4年度簡易専用水道検査全国技術研究発表会（一般社団法人全国給水衛生検査協会主催）」で報告したものに令和4年度のデータを追加し、再集計したものである。

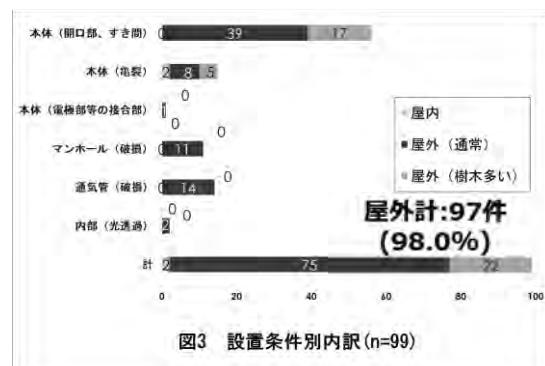


図3 設置条件別内訳(n=99)

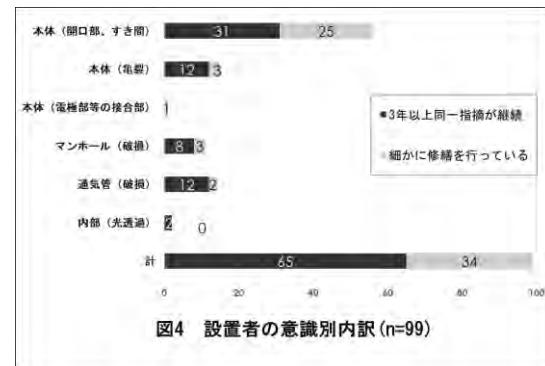


図4 設置者の意識別内訳(n=99)

表2 関連不適箇所が最初に発生してから行政報告に至るまでの期間 (n=80) ※データ不明の19件は除く

	10年 以上	9年	8年	7年	6年	5年	4年	3年	2年	1年	1年 未満
本体 (開口部、すき間)	0	1	0	0	1	0	0	1	1	4	35
本体 (亀裂)	0	1	1	2	1	1	2	0	3	0	3
本体 (電極部等の接合部)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
マンホール (破損)	1	0	0	1	0	1	1	0	3	0	3
通気管 (破損)	0	0	0	3	0	0	0	1	0	1	6
内部 (光透過、コケ)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	3	2	1	6	2	2	3	2	7	5	47
											58.8%

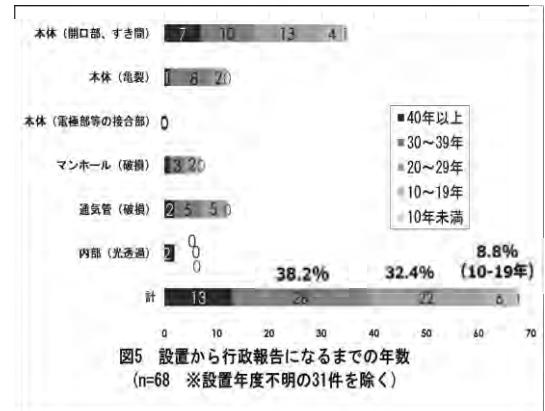


図5 設置から行政報告になるまでの年数
(n=68) ※設置年度不明の31件を除く

11. レジオネラ培養検査におけるレジオネラ選択剤としてのエタンプトールの有効性

○井上浩章、田口真鈴、田山聖奈、北爪麻奈実、斎藤幸恵、岩澤智幸
(アクアス株つくば総合研究所)

1. はじめに

環境水から平板培養法でレジオネラを検出する際、しばしば培地上に *Mycobacterium* spp. (以下抗酸菌) が発育してレジオネラの検出を妨げる場合がある。抗酸菌は酸処理 (pH 2.2, 10 min) や熱処理 (50°C, 30 min) への耐性や、レジオネラの選択培地に含まれる抗生物質に対する耐性を持つ種も存在するため、抗酸菌の発育抑制は難しい。著者らはレジオネラ検査時の抗酸菌汚染を低減させるために、抗結核薬のレジオネラ選択剤としての有効性を評価し、これまでにエタンプトール (EB) が抗酸菌の抑制に有効であることを明らかにしている¹⁾。今回は実際の浴槽水からのレジオネラ検査における EB の有効性を評価した。

2. 方法

2.1 浴槽水を用いた評価²⁾

2023年1月～2月に、日本全国の宿泊施設、公衆浴場等から採水した浴槽水 1302 検体を用いて EB 添加なし／ありでレジオネラを検査した。浴槽水を遠心濃縮法で 100 倍に濃縮し、得られた濃縮液の一部 (0.25 mL) に EB を 30 mg/L 含有するレジオネラ前処理用の酸性緩衝液を等量加えて 5 分間室温に置き、0.2 mL を GVPC 培地に接種した。比較対照として同濃縮液を用いて EB を含まない通常の酸性緩衝液でも処理し、GVPC 培地に接種した。36°Cのインキュベーターで 8 日程度培養し、培地上に発育したレジオネラ及び抗酸菌のコロニーを目視で観察して計数した。

2.2 浴槽水を用いたレジオネラ検査データの解析

2022年8月から9月に掛けて実施した浴槽水 (3100 検体) のレジオネラ検査結果と、2023年8月から9月に掛けて実施した浴槽水 (3161 検体) のレジオネラ検査結果を解析し、抗酸菌の汚染率、及びレジオネラの検出率を比較した。なお、2022年は EB 添加なし、2023年は EB 添加ありで検査した結果である。

3. 結果と考察

3.1 浴槽水を用いた評価結果²⁾

浴槽水を EB 添加なし／ありで検査した結果、レジオネラを 1 コロニー以上検出したのは EB 添加なしが 93 検体 (7.1%)、EB 添加ありが 97 検体 (7.5%) であった。1 コロニー以上の抗酸菌の発育が認められたのは EB 添加なしが 399 検体 (30.6%)、EB 添加ありが 0 検体 (0%) であった。また、EB 添加なしでは抗酸菌が培地を覆うように発育したためレジオネラを検出できなかった試料が 8 検体あった。しかしそれらは EB 添加ありでは抗酸菌の発育がすべて抑制され、そのうち 1 検体からは 25 コロニーのレジオネラを検出できた (図 1)。EB 添加なし／ありで検出されたレジオネラのコロニー数を比較したところ、

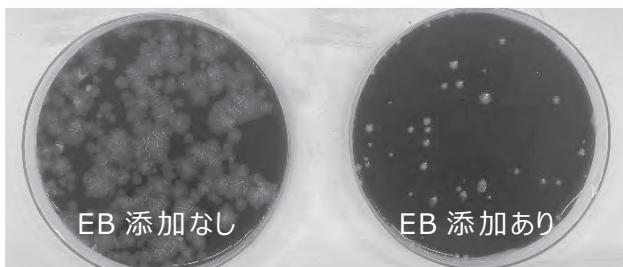


図 1 EB の抗酸菌抑制効果

EB 添加なしでは培地上に抗酸菌コロニーが培地上に広がり、レジオネラのコロニーは観察されなかつた。一方、EB 添加ありでは抗酸菌の発育が完全に抑制され、レジオネラのコロニーが検出された。

プロットは縦軸 (EB 添加あり) 方向に偏る傾向が見られた (図 2)。今回の検討で EB 添加ありの場合は培地上に抗酸菌の発育が認められなかつたことから、EB の抗酸菌抑制能が高いことが明らかとなつた。レジオネラの検出率を比較すると EB 添加のなし／ありでほぼ同等であり、レジオネラの発育に対して EB の影響は認められなかつた。

3.2 レジオネラ検査データの解析結果

EB 添加なし (2022 年) と EB 添加あり (2023 年) の検査結果の解析結果を表 1 に示す。抗酸菌の汚染は EB の添加により完全に抑制された。一方、レジオネラの検出率は EB 添加のなし／ありでほぼ同等であった。多検体の解析結果も EB の優れた抗酸菌抑制能、及びレジオネラの発育に影響がないことを示した。

4.まとめ

環境水からのレジオネラの培養検査においてレジオネラ以外の夾雜微生物を抑制することは検査の精度を保つ上でも重要な課題である。しかし、酸や熱による前処理を強めたり、選択培地に添加する抗生物質の濃度を増やしたりすることは、レジオネラの発育を抑制する場合がある。今回検討した EB は実際の環境水の検査においてもレジオネラに影響を与えるに抗酸菌を抑制することが明らかとなつた。EB はレジオネラ培養検査に用いる選択剤として優れており、実際の検査へ適用することで検査精度の向上が期待される。

引用文献

- 1) Inoue et al. (2022) Efficacy of ethambutol as a selective agent for detecting *Legionella* in environmental water samples. The 10th International Conference on *Legionella*. P-64.
- 2) Inoue et al. (2024) Ethambutol inhibited the growth of acid-fast bacteria and enhanced the detection of *Legionella* in environmental water samples. *J. Microorg. Control*, 29(1) (in press)

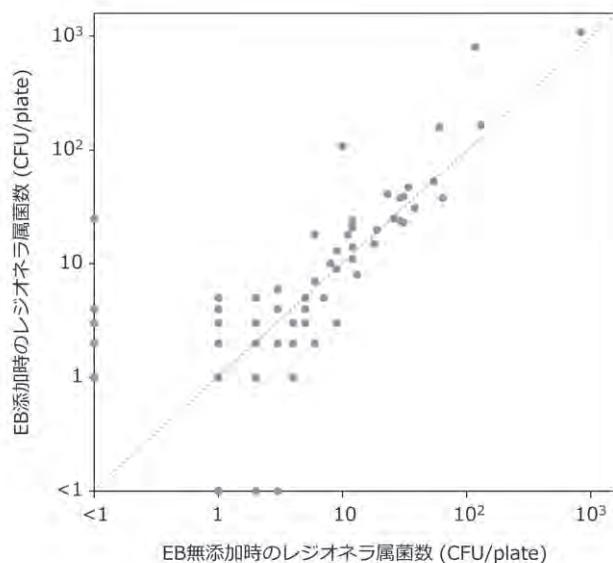


図 2 EB 添加なし／ありにおけるレジオネラの検出菌数の比較 ($n = 121$)

表 1 レジオネラ及び抗酸菌の検出率

	CFU/100 mL	EB なし	EB あり
	<10	91.0	90.7
レジオネラの検出率	10-90	7.2	6.7
	100-990	1.6	2.2
	1000-9900	0.2	0.3
	>10000	0.0	0.1
抗酸菌の検出率		25.7	0.0

12. 幼児の日常手洗いにおける持参タオルを用いた際の除菌効果に関する実態調査

○田中 健太、大塚 雅之、板橋 芽美（関東学院大学）

1. 背景及び目的

2019年より流行していたCOVID-19を受け、マスクの着用や手洗いを自ら行うことができない乳幼児の感染対策に関心が高まっている¹⁾。しかし、現状報告されている文献の多くは保護者や教育施設へのアンケート調査などが多数で、幼児本人の手洗い行為における除菌効果の分析などに着目した文献は少なく、実態は明らかになっていない。本実験で対象となるこども園を調査によって、トイレ使用後の手洗いでは使い捨てのペーパータオル（以後、ペーパータオル）を、日常手洗いでは園児室にて幼児が持参している布タオル（以後、持参タオル）を使用していることが明らかになった。よって、本研究では、5歳児の幼児を対象とし、手洗い時の排水流量、使用水量、洗浄時間、除菌率の4項目の実態把握とともに、ペーパータオル使用時と持参タオル使用時の比較を行うことを目的とする。

2. 実験概要

2.1 実験システム

本実験は対象のこども園で行ったため、園児が普段使用している自動水栓を用いた。図1に実験で使用する水栓のシステム図を示す。同図に示すように、対象園のトイレに設置されているL社製の自動水栓を使用し、給水部に流量センサーを設置した。手洗い時の石鹼は、普段から対象園が使用していたプッシュ式の泡状石鹼を使用し、実験結果に影響が出ないよう手洗い時に石鹼が必要な場合は幼児ではなく観測者が1プッシュ（1.1g）与えることとした。手拭きには、写真1に示すペーパータオルと、写真2に示す幼児各自の持参タオルを使用する。

2.2 実験方法

本実験は、5歳の幼児30名（ペーパータオル15名、持参タオル15名）を対象に幼児の昼食前に行った。図2に実験フローを示す。同図は1人1回あたりの実験フローであり、幼児が任意の手洗いをした後にペーパータオルまたは持参タオルで手拭きを行い、その前後にパームスタンプ検査によって手指の細菌を採取する。

2.3 測定項目

本実験における測定項目は、流量センサーで測定した排水流量[L/min]と、培養した寒天培地より算定した除菌率[%]である。さらに、使用水量[L]を排水時間[秒]と測定した排水流量から求める。

3. 結果及び考察

3.1 手洗い方式

図3に幼児の手洗い時の洗浄流量と排水量の

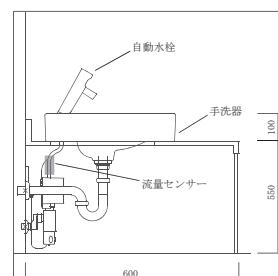


図1 実験システム 写真1 ペーパータオル

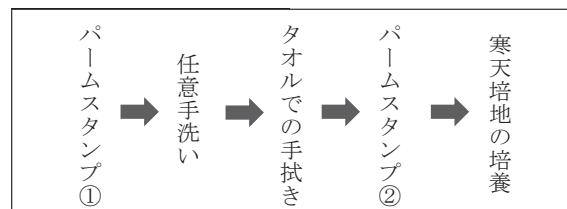
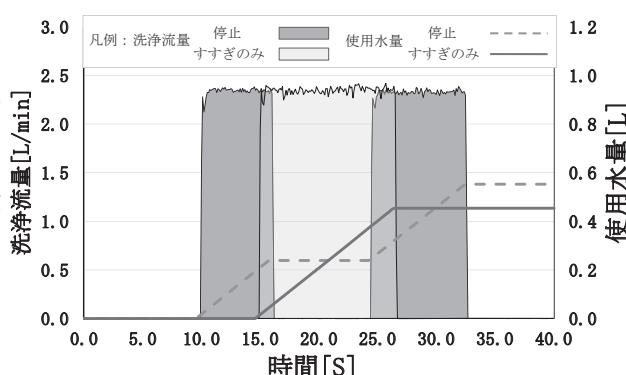


図2 実験フロー



一例を示す。同図に示すように、幼児の手洗い方式は、手を濡らしてから石鹼をつけ、すすぎ時に再度水を出す「停止方式」、石鹼を取る前に手を濡らさず、すすぎ時に初めて水を出す「すすぎのみ方式」の2種類が確認された。ペーパータオルと持参タオルの使用者は共に停止方式は11名、すすぎのみ方式は4名であった。

3.2 使用水量・排水時間

図4に各手拭き方法の使用水量を示す。同図に示すように、使用水量の平均値は、ペーパータオル使用時で約0.37L、持参タオル使用時で約0.46Lと差が0.1L未満と大差はなかった。図5に各手拭き方法の排水時間を示す。同図に示すように、排水時間の平均値はペーパータオル使用時で約10秒、持参タオル使用時で約15秒であった。しかし、持参タオル使用の幼児15名のうち2名が38秒、51秒と他の幼児と比べて特に長く、その他13名の平均値は約12.6秒であったため、2名を除くと大差はなかった。

3.4 除菌率

図6に各手拭き方法の除菌率を示す。同図に示すように、除菌率の平均値はペーパータオル使用時で約-90%、持参タオル使用時で約-310%とどちらも除菌効果が得られていないことが分かった。また、15名中ペーパータオル使用時で6名、持参タオル使用時で11名の手洗い後の細菌数が手洗い前に比べて増加したことから、持参タオル使用の方がペーパータオル使用時に比べて除菌効果が低いと考えられる。この要因として、手拭きは細菌を物理的に拭き取り除去することで効果があるが、鵜飼ら²⁾の研究で明らかになっているように、実験前までに同一の持参タオルを複数回用いたことでタオル自体が汚染され、このような結果に繋がったと考えられる。

4. まとめ

本実験は、幼児手洗いの知見を得ることを目的とし、ペーパータオルと持参タオル使用時の排水流量、使用水量、排水時間、除菌率の実態把握及びそれらの比較を行った。排水流量が一定となる自動水栓で手洗いを行ったところ、使用水量や排水時間においては大差なかった。それを前提とすると、持参タオルはペーパータオルよりも除菌効果が低いことが分かった。

以上のことから、持参タオルを使用し除菌効果を得るには、頻繁にタオル自体の除菌を行うか、毎回洗濯済みのタオルを用いることが必至であると推察する。よって、今回実験を行ったような幼児施設においてCOVID-19のような感染症対策及び衛生性の向上を検討する場合、手洗いの場面に差なくペーパータオルの励行を徹底する必要があると考える。

謝辞 本研究は、科研費(21H01497及び22K04438)の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 岡田賢司、多屋馨子：保育現場から新型コロナウイルス感染症対策の現状報告、感染症・予防接種レター（第86号）第80巻第3号 pp.435-437 (2021)
- 2) 鵜飼和浩、山本恭子他：除菌効果からみた臨床現場における効果的な「石鹼と流水による手洗い」の検討、日本看護研究学会雑誌 Vol. 26 No. 4 pp. 59-66 (2003. 09)

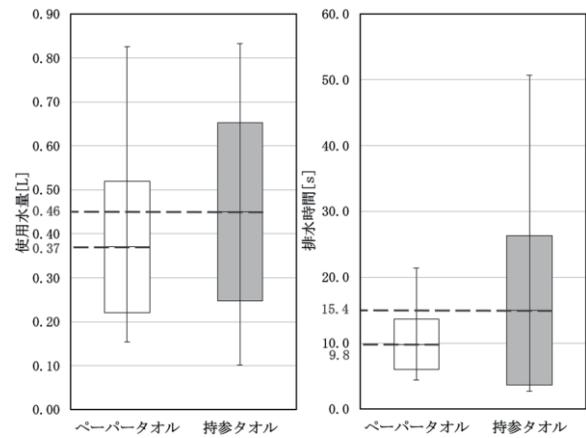


図4 使用水量



図5 排水時間

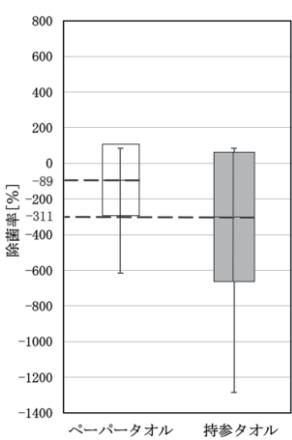


図6 除菌率

13. 局所式給湯設備におけるレジオネラ対策に着目した衛生管理（続報）

○安齋博文, 後藤隼, 杉山順一, 鎌倉良太

（（公財）日本建築衛生管理教育センター）

1. はじめに

建築物衛生法では給湯設備におけるレジオネラ属菌等病原微生物による汚染を防止するため、循環式の中央式給湯設備に対して、湯温が貯湯槽内で60°C以上、末端でも55°C以上とする等の維持管理が建築物環境衛生維持管理要領に規定されている。貯湯槽を有している局所式給湯設備（以下、給湯器）においては、飲用貯水槽と同様に点検・清掃の実施が規定されているにも関わらず、構造上清掃できない製品が存在し、さらに貯湯槽内の温度を含め管理に関する規定がない等の課題が指摘されていた¹⁾。

既報²⁾³⁾において、レジオネラ汚染が発生している事務所ビル（Aビル）の電気式の給湯器に対して、設定温度の昇温等、汚染の改善について検討し、給湯器内の逃し管が汚染源となっている可能性が高いことを報告した。

本報では、レジオネラ汚染のある2台の給湯器の逃し管および逃し弁を交換し、交換部品の内部および、交換後の給湯器の調査を行った。

2. 材料と方法

Aビル給湯器2台（A：既報11FトイレNo.18、B：既報9FトイレNo.29）を対象とした。2023年7月に逃し管、逃し弁の交換を行い、交換部品の内壁を拭き取り検査用綿棒で拭き取りPBS10mLに懸濁した試料（拭き取り試料）を試験液とした。給湯水は、7月の部品交換前日、8月、10月に、逃し管（初流水）および水栓から採取した。レジオネラ属菌の検出は、培養法と遺伝子検査法で行い、培養法は第4版レジオネラ症防止指針⁴⁾、遺伝子検査法は、レジオネラ検出キットE（栄研化学）を用いたLAMP法（7月）と、CycleavePCR[®] Legionella(16S rRNA) Detection Kit（TAKARA）を用いqPCR法（8、10月）で行った。

3. 結果

3-1 逃し管および逃し弁の交換

図1に給湯器の内面図と交換した逃し管および逃し弁を示す。逃し管は樹脂製で長さ約40cm、直径約9mmであった。逃し弁は貯湯槽からの銅管に直に接続されているのではなく、塩ビ製と思われるT字管の立ち上がり部分に接続されていた。逃し管内面には青色のスケールが一面に付着していた。

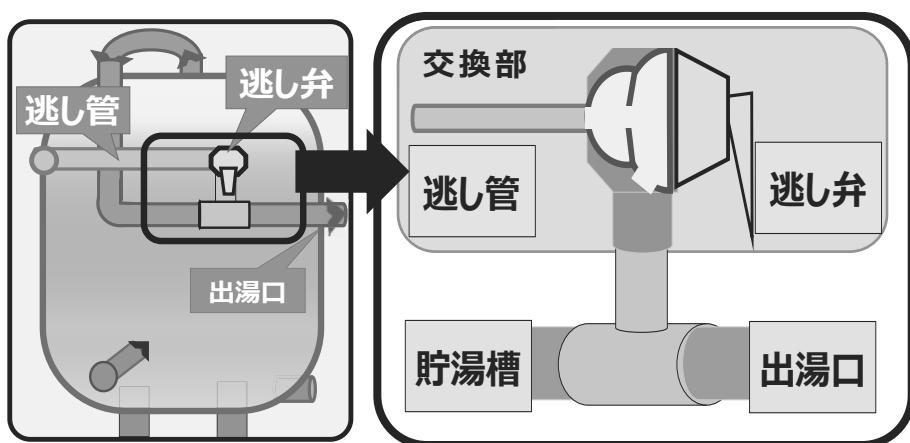


図1. 局所貯湯式給湯設備の内面図および交換部

3-2 レジオネラ属菌の検出状況

培養法では交換した逃し管、逃し弁の拭き取り試料および7月の部品交換前、8月、10月の検水のすべてでレジオネラ属菌は検出されなかった。

遺伝子検査法においては、逃し管内の拭き取り試料からレジオネラ属菌が検出されなかったが、給湯器Bでは逃し管よりも貯湯槽に近い、逃し弁内部のパッキンおよび金属部でレジオネラ属菌陽性となった。給湯水は、7月の部品交換前で、2台共に逃し管、水栓から採水した試料で陽性であり、交換後、8月の調査で、給湯器Bの逃し管初流水では、不検出となった。しかし、給湯器Aの逃し管初流水および、両方の水栓からレジオネラ属菌が検出された。10月の調査では給湯器Bの逃し管初流水においても検出され、遺伝子数も増加した（表1）。

表1. 局所貯湯式給湯設備からのレジオネラ属菌検出状況

検査月	採水パターン	給湯器	培養法 CFU/100mL	LAMP法	給湯器	培養法 CFU/100mL	LAMP法
	逃し管初流水			陽性			
7月	水栓	N.D			N.D		陽性
(部品交換前)	逃し管内	N.D		陰性	N.D		陰性
	逃し弁パッキン						
	逃し弁金属部	N.D		陰性	N.D		陽性
	採水パターン						
		A	培養法 CFU/100mL	qPCR法	B	培養法 CFU/100mL	qPCR法
8月	逃し管初流水			535			
	水栓	N.D		48	N.D		N.D
10月	逃し管初流水			5,189			1,178
	水栓	N.D		747	N.D		8,902
							228

4. まとめ

今回、レジオネラ汚染のある2台の給湯器において、既報の調査で汚染源と考えられた部材の交換による根絶を試みた。しかし、交換から1ヶ月後の調査で1台から、3ヶ月後の調査ではさらにもう1台が、共に逃し管初流水からレジオネラ属菌の遺伝子が検出された。一時的には減少したが、再び遺伝子数の増加が見られたことから、逃し弁よりも貯湯槽に近い部分に汚染源があると推察された。

本調査で給湯器内部構造が確認でき、逃し管や逃し弁以外に高温水と接触しない箇所が新たに判明した。汚染箇所と考えるT字配管の立ち上がり部分について引き続き検討したい。

現在製造販売されている電気式の給湯器は、燃焼機構がないためガス漏れ等の心配がなく省スペースであり、気軽に給湯が使えることから広く普及している。しかし、設備の構造上、十分な清掃や消毒ができないため、一度レジオネラ汚染が発生してしまうと、汚染源の根絶は非常に困難である。製造メーカーは、給湯器の衛生面についてもっと考慮しなければならないと考える。また、利用者側も取扱説明書等を熟読して、保守管理の重要性を理解する必要があると考える。

[参考文献]

- 1) 古畠勝則ら(1994)給湯水におけるレジオネラ汚染とその対策、日本公衛誌、41, 1073-1083.
- 2) 安齋博文(2023)局所式給湯設備における衛生管理の実態調査、第50回建築物環境衛生管理全国大会抄録集109-113
- 3) 安齋博文(2021)局所貯湯式給湯設備におけるレジオネラ汚染の調査と対策、第80回日本公衆衛生学会総会(東京)P-21-10
- 4) 日本建築衛生管理教育センター(2017)第4版レジオネラ症防止指針、日本建築衛生管理教育センター

14. 高層ビルを中心とした新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止に関する連携

鬼頭浩二(名古屋市保健所中村保健センター)

1 はじめに

令和元年末に発生した新型コロナウイルス感染症は翌年日本に上陸した。その後変異を繰り返しつつ令和3年にはデルタ株が本邦に到来し多くの事業所においてクラスターを発生させた。名古屋市中村区に集中する高層ビルでは、多数の事業所が1ビルに入居し、かつ、利用者の共有設備として多数のトイレ・レストルーム・喫煙室などを有している。本市の新型コロナウイルス感染症対策室事業所疫学担当(後改称:事業所チーム)は、このような状況が感染症拡大の一因であるとの認識に至り、第5波の初期段階の令和3年8月初頭より感染者が発生した事業所に対して立入調査を開始した。当時、感染者および濃厚接触者の特定・モニタリングは各保健センターが行っていたが、感染者の居住地は市外であることも多く自治体を横断した情報は時間差が生じるとともに内容も一律とは言い難い状態にあった。事業所チームは、迅速な情報収集により、こうした情報の誤謬を複数の情報源でもって補完することで感染者と濃厚接触者を特定しクラスターの発生を最小限に防ぐことを目的とした(図1)。その一環として高層ビル関係者から直接情報を得ることは感染拡大防止を迅速に実行できる手段として期待された。筆者所属の環境業務室住居衛生業務担当は、事業所チームより高層ビルを中心とした建築物の管理状況の評価、および換気の観点から空調に着目した技術援助を要請され、協力することとなったものである。

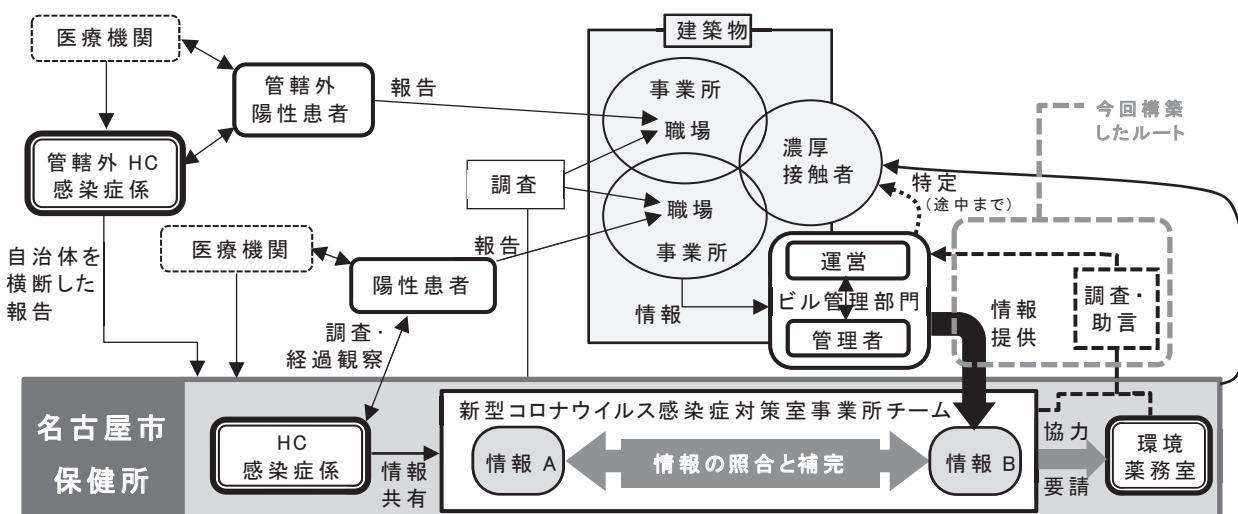


図1 新型コロナウイルス感染症対策室事業所チームによる調査関係図

2 感染拡大防止の評価

(1) 行政とビル管理部門との連携の評価

一部の運営者・管理者からは積極的な協力を得られ、デルタ株まではこのシステムは機能した。一方で限定的な協力に終始した施設もあったことも事実である。障害となったのは個人情報の開示に関する問題である。感染症法および個人情報保護に関する法律においては第3者への本人の同意なしでの情報提供が認められているところであるが、現実には難色を示される場合もあり、また、法的な位置付けが不明確な濃厚接触者に至っては未調査や情報が開示されない場合もあった。

(2) 消毒等予防対策の評価

オフィスエリアの施設共用部での感染者の行動範囲は、管理者により把握され消毒作業がおおむね迅速に実行されたが、スイッチ類の消毒は見落とされていることもあった。トイレ・レストルーム・喫煙室等は、ある程度の滞在が想定されている共用部であるが、利用者への快適さの追求が人流の集中と滞在時間を長くさせるなど感染症の観点からは悩ましい問題も顕在化した。実際、休憩室を介した感染拡大の可能性が高い事例が発生している。商業エリアでは利用者が不特定多数であることから感染対策の徹底は困難を伴うものであったようだ。各事業所の感染症に対する意識の差が大きいことも問題であった。また、利

用者が手のひらに塗布や噴霧する消毒液の量が明らかに少量である事例が多く見られた。

3 空調に関する懸念

(1) 混和された還気の供給

空調に関する最大の懸念は、還気と外気が混和し供給されることで感染が拡大する可能性があったことである。空調機器の種類によるが特に高層ビルでは1基の空調機器から複数の居室・事業所に対して供給する場合がある(図2)。ウイルスが空中を浮遊して感染することを想定した場合、接触感染より感染スピードが速い恐れを考慮しての懸念であったが、今回の調査で該当する事案は見られなかった。この問題はウイルスの感染力および性質に直結する。そのため今後は出現するウイルスに応じた対応が必要である。

(2) 外気導入量の確保

コロナ禍に関わらず必要な外気導入量の確保は換気の原則である。調査したほとんどの建築物では、設備的に取り入れることが可能な外気の量の100%をすでに導入しているか、このコロナ禍の間に100%に変更した。そのため、必要な外気導入量は多くの施設で確保されたといえるが、最も注意しなければならないのは在室人数である。特に高層ビルでは窓開放による外気の導入はありえず、外気は機械的に導入され、能力は設計時に決定している。1人当たりの外気導入能力の決定に際し、これまで建築基準法では基準値が $20\text{ m}^3/\text{H}\cdot\text{人}$ であるが、建築物衛生法関係では公益財団法人日本建築衛生管理教育センターが推奨値を $25\text{ m}^3/\text{H}\cdot\text{人}$ としており、建築物衛生法における全国的な実質的基準値として運用されている。しかしながら、このコロナ禍において厚生労働省は $30\text{ m}^3/\text{H}\cdot\text{人}$ を推奨している。 $30\text{ m}^3/\text{H}\cdot\text{人}$ であれば十分な換気効果が望めるが、設計値とは差異が生じる場合があるため、実際の利用人数に適合するかを算定する必要がある。今回の調査では休憩室や食堂などで利用人数が超過した例があり直ちに改善がなされた。事務室では今回は事例がなかったが、事業所によっては $30\text{ m}^3/\text{H}\cdot\text{人}$ を超過している場合もあるものと思われる。そのような場合には時間による利用者の集中を防ぐなどの措置が必要となろう。

4 デルタ株からオミクロン株へ

令和4年初頭、潜伏期間が短縮したオミクロン株への置き換わりが急速に進行した。そのころ本市では同じイベントで連日10人を超える感染者の発生が継続した事例が生じた。もっぱら感染者の特定と消毒や換気の強化、利用人数制限等の対処となつたが、結果的には感染のスピードが対処を上回つたと思われる。また、推定感染日、発症日、営業者把握日等を考慮し経過を追跡すると、ピークアウトも対策強化の前に生じたと考えられた。その後の感染者減少は対策の効果の可能性はある。その後、感染者情報の爆発的な増加により事業所や建築物に対する包括的で細やかな助言指導は事実上困難となつた。そのため、事業所に対しての事業所チームと環境薬務室の共同調査はこの事例が最後となつた。

5 まとめ

デルタ株までの事業所チームと建築物側との連携は程度の差はあるものの感染拡大防止に寄与したものと思われる。オミクロン株以降は、感染力の増大、感染から発症までの間隔の変化、また、ワクチン接種率向上など社会状況の変化、濃厚接触者の取り扱いの変更といった様々な要因により、行政の対策も刻々と変更せざるを得ない事態となつた。一方で環境薬務室からの空調関係の助言は、上記の要因によつても変更の必要はないものと考える。この視点からは、感染症発生時に管理側は最大限の外気導入量の確保と維持に全力を傾注し、運営側は外気導入能力に適合する在室人数の調整にご尽力いただきたい。

(本稿は第35回愛知県建築物環境衛生管理研究集会の発表に情報を加筆したものである)

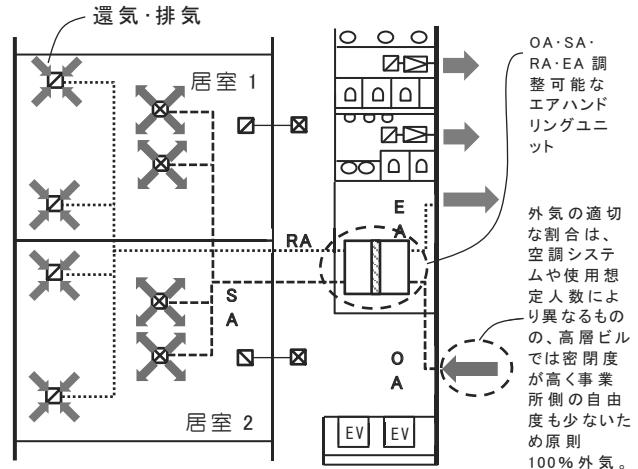


図2 複数居室に混和された還気が供給される例

15. 清掃資機材倉庫の利用実態調査

○杖先壽里 ((一財)建築物管理訓練センター), 正田浩三 (東京美装興業(株))

1 はじめに

昨年の清掃控室の実態調査結果の報告に引き続き、清掃資機材倉庫の実態調査結果について報告する。ビル管理業界では、1980年代に、清掃控室・倉庫等の環境に関する指摘があり、当時の実態に注目してアンケートによりその実態が報告された。その後、清掃控室・倉庫について注目されることなくすぎてきた。しかし、新型コロナウイルスの流行により、清掃の役割は美観だけでなく衛生の維持であることから資機材を衛生的に管理・保管することが重要と認識された。そこで、資機材倉庫の広さと実態について調査を行った。

2 アンケート概要

過去に実施された清掃控室と資機材倉庫に関するアンケート調査^{1), 2)}を基に、アンケートを作成し、(公社)全国ビルメンテナンス協会の会員会社に配布し、管理責任者を対象に回答してもらった。回収は600件中305件(回収率51%)であった。

3 結果

調査の結果、「資機材倉庫がある」は268件(88.2%)、「ない」は36件(11.8%)であった。資機材の保管場所を図1に示す。資機材倉庫が無いときの代用場所は「控室」25件、「階段下」2件、「機械室」3件、その他はSK、廊下、駐車場の一隅やパイプスペース内であった。資機材倉庫の設置経緯としては、「建築当初よりあった」132件、「顧客指定場所があった」88件、「顧客と交渉した」8件、「他の場所の一部を区切った」17件、その他10件であった。

次に、資機材倉庫の設備の設置率を図2に示す。「コンセント」71.9%、「収納棚」63.9%と50%を超えていた。しかし、用具の衛生を保つ設備としては「タオル・モップ干場」46.6%、「洗濯機」28.5%、「洗い場」26.9%、「乾燥機」9.2%と低い値であった。さらに、換気設備は25.7%と低く、資機材の衛生に係わる洗濯乾燥設備や換気設備を設計段階で設置している建物は、非常に低いといえる。

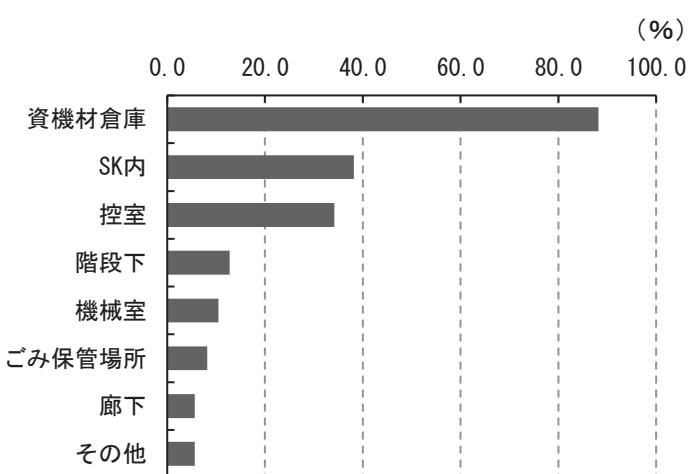


図1 資機材倉庫場所（複数回答）

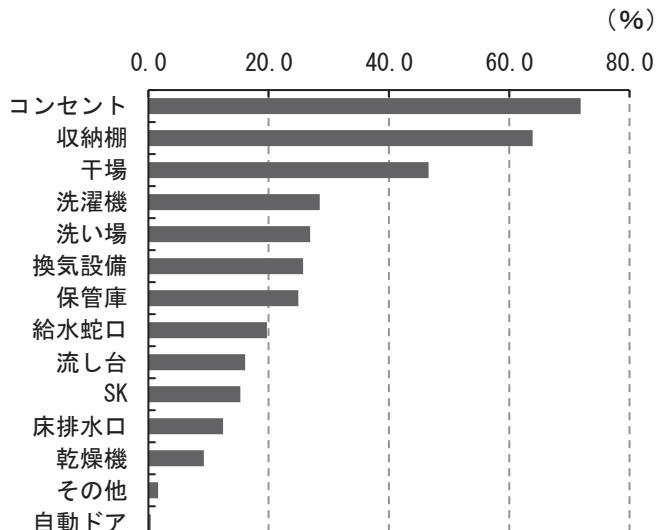


図2 資機材倉庫場所住設備（複数回答）

次に、資機材倉庫の総合的な評価を図3に示す。「どちらともいえない」34.5%、「やや不便」22.7%、「やや便利」20.8%、「便利」15.5%、「不便」6.4%であった。

また、用途別に延床面積の資機材倉庫面積の平均値を表1に示す。受託会社数が複数の場合は、各社に資機材倉庫があると想定されるため、集計対象は受託会社数が1社の建物に限定した。資機材倉庫の面積は、商業ビルが最も広い結果となった。資機材倉庫の面積に関する基準は確認できていない。BELCAの調査³⁾によると延べ面積に対する面積比は、0.10%と報告されており、それに比較すると高い割合となった。しかしながら、ビルメンテナンス業界ではロボットの導入も模索されておりバッテリーの充電や保管場所の確保も必要となる。

用具の衛生を保つ環境に加え、コンセントの設置、大型機器が保管できるスペースは必須のスペックと考える。また、資機材倉庫は控室と同一フロアにあること（約80%）を確認した。小規模なビルでは、控室はなく、資機材倉庫と兼用となっているケースが多い。既存の建物では改善が難しいが、今後、大規模修繕などがある場合はビル管理会社から施主へ情報を提供し、適切な資機材保管庫（広さ、位置、住設備）の確保がより良いビル環境つくりへつながることの理解を得ることが肝要と考える。

4まとめ

資機材倉庫の面積の平均は、 $22.87 \pm 32.20 \text{ m}^2$ （延床面積に対する資機材倉庫面積の比率では $0.224 \pm 0.393\%$ ）であった。資機材倉庫以外の場所（SK内39%、控室34%、機械室10%）を兼用している場合が多いことも検証できた。広さについての申告では、「普通」49.8%、「狭い」31.3%、「広い」15.8%の順であった。設備は給排水設備の設置率が30%未満であり、資機材倉庫の広さ、設備が不十分であることを確認した。新型コロナウイルスや今後のパンデミックの流行を予測すると、資機材を衛生的に管理する倉庫の役割がより重要となると考える。

5引用

- 1) 特集設計とメンテナンス連載・第1回建物メンテナンス性能調査一清掃編, ビルメンテナンス誌 1990年2月 PP45~53, 全国ビルメンテナンス協会
- 2) 特集設計とメンテナンス連載・第3回建物メンテナンス性能調査一清掃編, ビルメンテナンス誌 1990年4月 PP80~84, 全国ビルメンテナンス協会
- 3) より良いメンテナンスのための設計・施工10の原則改訂版, (公社) ロングライフビル推進協会 (BELCA), PP75~79, H28.9.2

謝辞

この研究は2021年度公益財団法人日本建築衛生管理教育センターの研究補助金を受けた。ここに謝意を表します。また(公社)全国ビルメンテナンス協会会員企業の皆様のご協力にも深謝します。

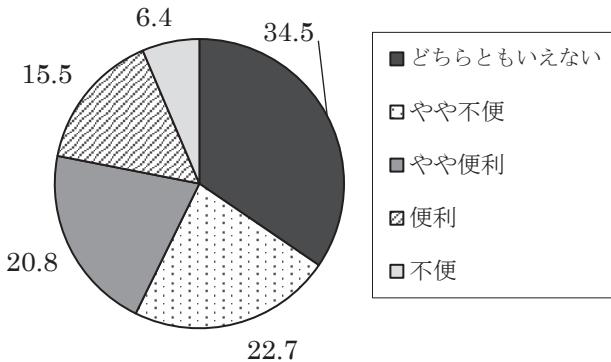


図3 資機材倉庫場所総合評価

表1 資機材倉庫の面積

単位: m^2

用途	平均 \pm S D (サンプル数)
事務所ビル	14.94 ± 15.08 (86)
官庁	20.20 ± 14.35 (23)
商業ビル	44.57 ± 31.46 (15)
病院	34.61 ± 59.13 (33)
スーパーマーケット	14.65 ± 13.65 (2)
複合ビル	24.91 ± 26.08 (16)
全体	22.87 ± 32.20 (236)

16. 建築物の清掃効果の見える化（その2 作業方法別の比較）

北山克己（公益社団法人 東京ビルメンテナンス協会）

1. はじめに

建築物清掃は、建物内の場合は概ね1日1回～数回実施している。これらの場所の清掃状況の評価は、目視を中心とした評価者の主観により行ってきた。これは、清掃仕様書に示された清掃回数が適正かどうか、作業ミスがあるか等を自主点検として行ってきたものである。しかし、新型コロナウイルス感染症の流行により、衛生管理上の品質確認をどうするかが課題となっている。その様な中で昨年度は、3つの建築物におけるタオル等による拭き取り作業前後のATP値の実態調査を行った。本年度は、継続して、ATP値による清掃作業前後の調査を清掃資機材の組み合わせを変えて測定実施したので、その結果について報告する。

2. 調査方法

調査は、4つの建築物内の清掃場所毎の清掃前後をキッコーマン製「ルミテスターATP測定器」を使用して測定した。建築物としては、①事務所建築物、延床面積3980m²、地上3階～地下1階、在籍人数約200人である。測定は、午後の清掃手直し前に実施した(5日間)。②複合建築物、延床面積約29万m²、地上7階～地下2階、月間利用者数約244万人である。測定は、清掃直後に測定できないので、閉館後(16時)に実施した。③ホテル建築物は、延床面積約3578m²、地上10階、客室113室である。④大学建築物は、延べ床面積10032m²であり、地上6階、地下2階である。

清掃用具の組み合わせは、6種類の組み合わせで実施した。拭き上げタオルは、綿タオル・マイクロファイバークロスの2種類。資材は、水・弱アルカリ性洗剤・除菌剤の3種類とした。

3. 結果

4つの建築物のドアノブの清掃前後のATP値の測定結果を図1に示す。どの組み合わせも除去効果が高い結果となった。これは、ドアノブを握って作業することで均一に力が強く伝わったことによると考えられる。

続いて、テーブルの清掃前後のATP値の結果を図2に示す。最も除去効果が高いのは、洗剤+マイクロファイバークロスであったが、洗剤の効果が見られた。これは、テーブル面をタオルで押さえることで、均等に拭く力が面に伝わりにくく、他の部位より、除去量差が少なかったと推察される。

次に、EV押し鉗の清掃前後のATP値が図

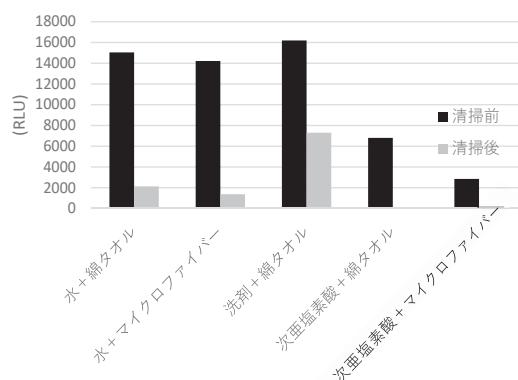


図1. ドアノブの清掃前後のATP値

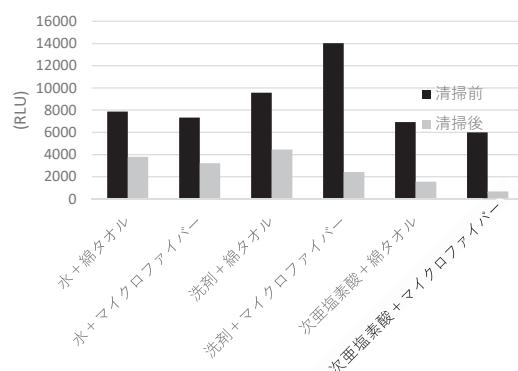


図2. テーブルの清掃前後のATP値

3 に示す。

最も除去効果が高いのは、水+マイクロファイバーであり、他との組み合わせとの差が少なかった。これは、押し鉗の表面が平滑で、面積が少ないことが関係していると考える。

次に、便座の清掃前後の ATP 値の結果を図 4 に示す。どの組み合わせも高い効果がある結果となった。これは、便座の表面は凹凸が少なく、手を広げて持つことができ、力が均一に伝わりことによる物理的な作用と考える。

これらの結果より、ドアノブや便座など、握る・持つことができる部分では、均一な力が強く伝わり物理的な作用が功を奏し、どの組み合わせでも汚れを除去することできることを確認した。

また、机・テーブルのような、広い平面の拭き上げでは、強い力で均一に接することができにくく、洗剤等の補助資材の使用等化学的な作用を併用した方法が有効であることを確認した。その他、ATP 測定器の使用により、清掃前後で、大きく値が下がること、値の高い部分、低い部分があることを把握することができる。そのため、経済的な側面も加味して、汚れが少ない部分の清掃回数を減らして、汚れの激しい部分の清掃回数を増やすことが、衛生管理において重要と考えられる。又、ATP 測定器を導入することで、清掃効果データとしての裏付けが、簡易にできると考える。

4.まとめ

日常清掃に使用する資機材の組み合わせを変えて、清掃前後の ATP 値を測定し、ドアノブ等の握るように拭き取りを行う箇所は、どの組み合わせでも高い効果が見られた。テーブルのような大きな平面を拭く場合は、洗剤等の効果が見られ、力の掛け方や接地する面の凹凸等が影響すると考える。従って、作業箇所の特性に応じた資機材の選択・化学的な作用を用いた洗剤等の選択を組み合わせ作業していくことで効果が得られると考える。

5.引用文献

- 1) 公益社団法人東京ビルメンテナンス協会 調査研究小委員会、清掃状況「見える化」に関する調査報告書、2021.3
- 2) 北山克己：建築物の清掃効果の見える化、第 50 回建築物衛生管理全国大会、pp92-93、公益財団法人日本建築衛生管理教育センター、2023.1
- 3) 公益社団法人東京ビルメンテナンス協会 調査研究小委員会、清掃状況「見える化」に関する調査報告書（作業方法別での数値比較）、2022.3

謝辞

この調査は公益社団法人東京ビルメンテナンス協会の調査研究小委員会の報告内容を加筆したものである。研究小委員会で現場測定を行った、株小田急ビルサービス永井孝代女氏、興和不動産ファシリティ株小棚木達也氏、日本空港サービス株田崎光氏、株ビケンテクノ 川端雅人氏及び委員の皆様に記して感謝する。

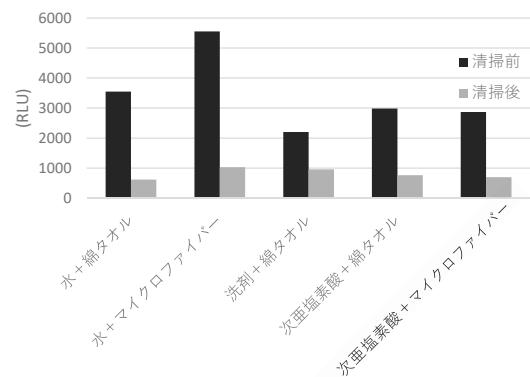


図 3. EV 押し鉗の清掃前後の ATP 値

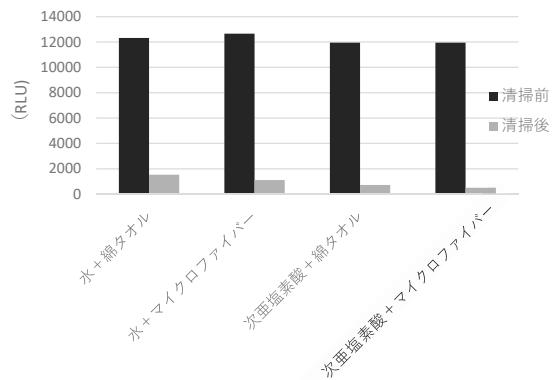


図 4. 便座の清掃前後の ATP 値

17. 建築物環境衛生管理技術者の兼任状況に関する調査

吉丸 祥平（東京都健康安全研究センター広域監視部建築物監視指導課）

1 はじめに

令和3年12月に政省令が改正され特定建築物に選任される管理技術者の兼任に係る要件が緩和された。特別区内の延べ面積10,000m²を超える特定建築物2,699施設のうち管理技術者兼任の届出のある施設は、政省令改正以前（R4.3.31時点）と政省令改正後（R5.2.28時点）で6.8%から8.6%まで増加した。そこで、今後も増加が想定される管理技術者兼任に係る指導等に役立てるため管理技術者兼任の実態について調査を行ったので報告する。

2 管理技術者の業務に係る実態調査

（1）対象施設、調査方法

令和4年10月から令和5年2月まで、特別区内の延べ面積10,000m²を超える特定建築物施設について、webアンケート等により調査を行った。

（2）調査結果、考察

108施設から回答が得られ、うち11施設は管理技術者の兼任があった（10.2%）

① 管理技術者の従事日数

管理技術者として従事している1か月あたりの日数は、月20日が多かった（図1）。

一方、従事日数の最少は月1日であり、3施設あった。この3施設の主な特定用途の内訳は、学校1（兼任あり）、事務所2（兼任なし）であった。別途立入検査で管理技術者の従事状況を聞いた際は、施設によっては月1回の現場業務を行っているなどの例がみられた。従事日数が少ない場合は、管理技術者以外の現場担当者に、より高度な空調給排水設備に関する知識・技術等が求められるのではないかと思われる。

② 管理技術者の業務内容

管理技術者の業務は、特定建築物の維持管理が環境衛生上適正に行われるよう監督することである。実際に管理技術者が行っているビル管理業務では「①維持管理計画の立案・進行管理」、「②空気環境等の評価・不適原因究明」は管理技術者の主たる業務であり、ほとんどの管理技術者が行っていた（図2）。図2の①～④は法令における管理技術者の業務であるが、⑥⑦⑨⑩の空調給排水設備に関する現場作業にも、管理技術者

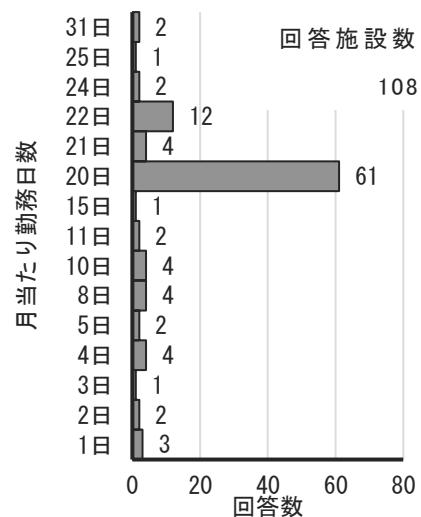


図1 管理技術者として従事している1か月あたりの日数

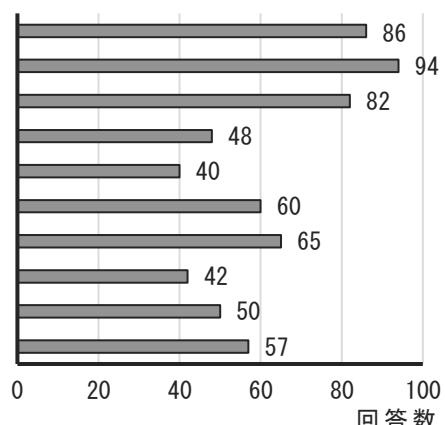
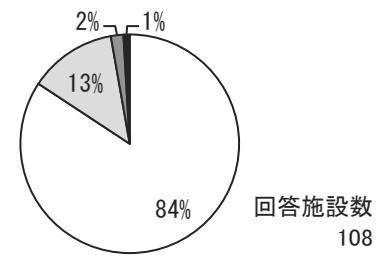


図2 管理技術者の業務内容

のほぼ半数以上が従事していた。

③管理技術者の勤務形態

管理技術者の勤務形態について施設に常駐している管理技術者は84%だった（図3）。平常時は常駐しないが緊急時は現場対応している割合が13%、平常時も緊急時もリモートで現場に指示をしている割合が2%（2施設）だった。その他（1%、1施設）の主な特定用途は学校であり、管理技術者は別の職業に就いていて、月2回管理技術者としての業務を行っているとのことだった。



回答施設数
108

□施設に常駐
□平常時は常駐なし・緊急時は現場対応
■平常時も緊急時もリモート対応
■その他

図3 管理技術者の勤務形態

3 管理技術者の兼任に係る意識調査

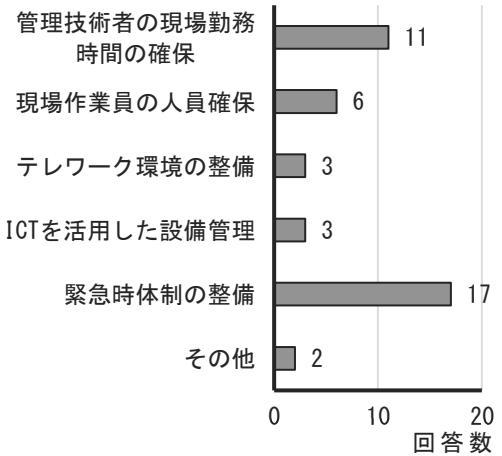
(1) 対象施設、調査方法

政省令改正後、新たに管理技術者の兼任が生じた特別区内の延べ面積10,000m²を超える特定建築物にアンケート調査を行った。

(2) 調査結果、考察

令和4年12月末時点で45施設が対象となり、うち25施設から回答を得た。

管理技術者が特定建築物の兼任を可能とする上で重要と考えていることの結果を図4に示した。「緊急時体制の整備」が17件と最も多く、次いで「管理技術者の現場勤務時間の確保」が11件、「現場作業員の人員確保」が6件であった。緊急時対応と現場体制の整備を重要と考えている者が多いことがわかった。今回の政省令改正に先だち開催された「建築物衛生管理に関する検討会（厚生労働省主催）」では、ICTの進展等により、従来の兼任に係る判断基準の削除が適当との報告があった。本調査において「ICTを活用した設備管理」を兼任可能とする上で重要とする回答は3件だった。



回答施設数 25（複数回答あり）
図4 管理技術者が兼任可能とする
上で重要と考えていること

4 まとめ

調査結果では、特定建築物1施設について管理技術者として従事している1か月あたりの日数は20日という結果が多かった。

政省令改正後に兼任を始めた管理技術者の意識調査では、緊急時対応と現場体制の整備が重要とする回答が多かった。

管理技術者兼任は増加傾向にあり、今までになかった兼任の形態も増加していくと考えられる。また、現場を重視した管理技術者の勤務形態・業務内容が多く見られたが、今後は兼任が増えるにつれて管理技術者が現場に赴くことが減少していくことが推察される。

18. 温泉旅館の地球温暖化防止対策の新たな視点 ～サプライチェーン排出量の見える化の必要性と対策

○赤井仁志(東北文化学園大学)、田中雅人、藤井真一郎(ミサワ環境技術株)

1. はじめに

近い将来、間接的な交易も含め欧米の取引先から、わが国の宿泊業に対し温暖化防止対策等の環境性能要求や脱炭素・脱化石燃料の数値の明示化を求められると予想する。これができるないと欧米との取引ができなくなり、インバウンドが滞る可能性がある。打開策として次が挙げられる。身の回りには様々な再エネ熱の熱源があり、温泉旅館等の宿泊施設は地中熱と温泉熱が使い易く、CO₂排出量やランニングコストが半減する。行き場のない太陽光発電でヒートポンプを稼働させ給湯、貯湯することで、2023年4月に施行した改正省エネ法の趣旨を遂行できる。

2. 欧米の環境に対する動向を知る

2021年秋、ライバル関係にある日本航空（JAL）と全日空（ANA）は、将来（2030年頃）の海外からの圧迫を見据えて、航空燃料をSAF（Sustainable Aviation Fuel）へ移行することで異例のタッグを組んだ。SAFの割合が低い航空会社の乗り入れを拒否する地域や国が出る可能性があるし、日本国内でSAFが調達できないと外国籍の航空機が日本に飛んでも来れないことも予想した動きである。

SDGsやESG投資、企業活動に関わる電気エネルギー消費の100%を再生可能エネルギーにする国際的なイニシアチブRE100（Renewable Energy 100 %, 100% Renewable Electricity）、パリ協定に基づく温室効果ガス排出削減目標SBT（Science Based Targets）、気候関連財務情報開示タスクフォースTCFD（The FSB Task Force on Climate-related Financial Disclosures）等、企業価値向上や国際標準化追従の動向もある。

企業間取引で、直接温室効果ガス排出削減とは無関係そうな建設業でも、気候変動への対応が進展している。建設業で本邦初のRE100とSBTの認証を受けた戸田建設㈱は、利益至上主義からサステナブル経営に舵を切る。近い将来、間接的な交易も含め欧米の取引先から、わが国の宿泊業に対し温暖化防止対策等の環境性能要求や脱炭素・脱化石燃料の数値の明示化を求められると推測する。これらができるないと欧米との取引ができなくなり、インバウンドが滞ると予想する。

3. 電気だけでなく熱も再生可能エネルギー利用を

RE100は、日本でも広く知られるようになり、世界をリードする421社（うち日本から83社）が加盟している（2023年10月時点）。RE100に対して、2019年に再生可能エネルギー熱の長期的なビジョンRHC100（Renewable energy-based Heating and Cooling）が策定された。RHC100ビジョンは、6章と2つのアネックスで構成されており、第4章が再生可能エネルギー100%の建物となっている。

国際再生可能エネルギー機関（IRENA）や国際エネルギー機関（IEA）等の“Renewable Energy Policies in a Time of Transition: Heating and Cooling（移行期の再生可能エネルギー政策：加温・冷却）”の中で、加温・冷却は世界エネルギー消費量のほぼ半分を占め、加温・冷却のほとんどが化石燃料に依存しており温室効果ガス排出と大気汚染つながっていると記されている。再エネ電力システムの柔軟性向上や加温・冷却の電化（ヒートポンプ活用）、低温太陽熱、地熱・地中熱、その他の再エネ熱熱源の統合により地域熱供給（温冷熱）を改善しようということが、わが国では具体策に乏しい。

宿泊施設の建物全体に占める最終エネルギー消費割合の8割弱は熱で、再エネ熱利用設

備導入の伸び代が大きい（図1）。日本の再生可能エネルギー熱導入可能ポテンシャルの合計は約2,396 PJ/年で（図2）、家庭・業務他部門の熱需要の約2,400 PJ/年に匹敵する。身の回りの様々な再エネ熱の熱源の中で、温泉旅館等の宿泊施設だと地中熱と温泉熱が使い易く、適切な計画・設計と運用管理によりランニングコストが半減する。これらの再エネ熱導のための補助事業が環境省や経済産業省で用意している。

4. 行き場のない太陽光発電を給湯・貯湯で

2018年10月13日（土）と翌14日（日）に、九州電力㈱が、日本で最初の離島以外での出力制御（太陽光・風力の発電業者に稼働停止を求める行為）に踏み切った。太陽光発電や風力発電等の発電量は大きく変動するため制御しにくく、再エネ由来の電力の利活用が喫緊の課題である。宿泊施設は、年間を通して給湯エネルギーが生じる。電力が余剰な時間帯にヒートポンプを稼働させ貯湯をし、不足気味の時間帯にはヒートポンプは稼働させないことを目指すべきである。

2022年5月13日の第208回 通常国会で、省エネ法の改正が可決成立した。改正の中で、とくに重要なものは下記の3点である。

- ①エネルギーの使用の合理化の対象範囲の拡大：エネルギーの定義の見直し
- ②非化石エネルギーへの転換に関する措置
- ③電気の需要の最適化に関する措置

「③電気の需要の最適化に関する措置」には、「電気の一次エネルギー換算係数の設定」や「電気需要最適化に資する料金体系等の整備を促す仕組みを構築」等が盛り込まれる。電力が余剰な時間帯の電気料金を下げようとするもので、前述した通りヒートポンプを稼働させ給湯して、貯湯することでランニングコストを減額できる。地中熱や温泉熱をヒートポンプの熱源にすることで、さらに大きな経費軽減にもつなげることが期待できる。

参考・引用文献

- 1) 赤井仁志:再エネ熱、VREのセクターカップリングと貯湯・蓄熱による利活用とVPPリソースとしての給湯・浴場等システム、空気調和・衛生工学(空気調和・衛生工学会誌), 第97巻, 第1号, pp.51~57, 2023年(令和5)1月
- 2) 赤井仁志:温泉旅館の地球温暖化防止対策～欧米からのインバウンド需要が滞らないために、観光施設(国際観光施設協会誌), 第343巻, 2023若葉, pp.50~51, 2023年(令和5)4月

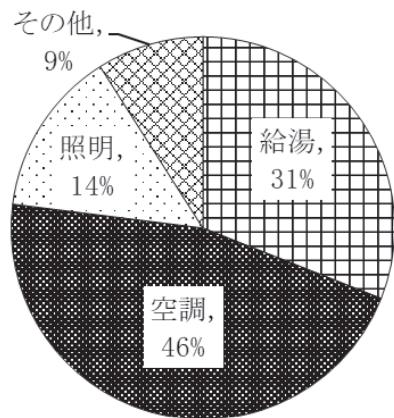


図1 宿泊施設の最終エネルギー消費割合

(ZEBの実現と展開に関する研究会報告書、経済産業省)

[TJ/年]

太陽熱	322,534
地中熱	1,614,474
バイオマス熱	199,377
雪氷熱	97,035
温泉熱	13,466
河川熱	31,324
海水熱	99,662
下水熱	17,978

図2 日本の再生可能エネルギー熱導入可能量

(NEDO技術戦略研究センター レポート)

『再生可能エネルギー熱利用分野の技術戦略策定に向けて』

19. 給水システムのエネルギー性能評価事例

○岡内繁和(明治大学・拡張給排水設備研究所)、光永威彦(明治大学)

1. はじめに

給水方式には色々あるが、給水ポンプの効率を比較・評価することが困難であった。しかし、地球温暖化防止のために、建築物における給水設備においても、今後ますますの省エネルギー化を促進させる必要がある。そこで筆者らは、給水システムが効率的な給水ができているかを評価する指標として、1日あたりの給水ポンプの電力消費量を給水量で除した、単位給水電力量 [$\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$] を提案した¹⁾。それにより、異なる給水システムや異なる建物のエネルギー効率を定量的に比較することができるようになった。

本報では筆者らが提案する単位給水電力量を用いた給水システムのエネルギー性能評価の事例について報告する。なお、本論文は文献²⁾の事例に、さらに事例を追加して解析評価したものである。

2. 評価事例

2.1 建物 A (共同住宅)

建物 A の改修前後の系統図を図 1 に示す。建物 A は 11 階建て 63 戸の共同住宅である。改修前の給水設備はピットの受水槽に水中ポンプ (7.5 kW) で高置水槽に揚水していた。改修後は直結増圧ポンプ (3.7 kW) で高置水槽 (2 槽) に揚水していた。

改修前後の給水量と電力量の計測結果を表 1 に示す。単位給水電力量は数値が小さい方が省電力を示す。改修前は $0.237 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ 、改修後は $0.197 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ である。改修工事で給水ポンプが 7.5 kW から 3.7 kW になり、 $0.040 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ 省エネになった。単位給水電力量を使用することにより、省エネルギー性能を評価することができる。

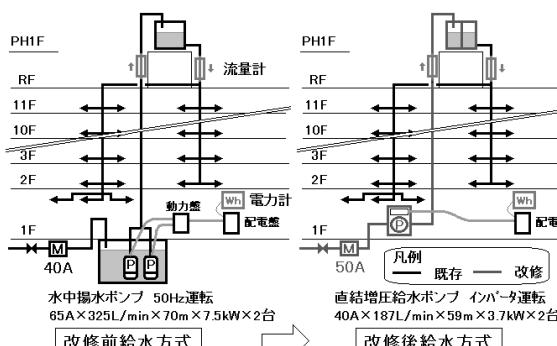


表 1 建物 A の改修前後の計測結果

日付	改修前計測結果			検 針 者 A	改修後計測結果		
	給水量 [m ³]	電力量 [kW·h]	単位給水電 力量 [kW· h/m ³]		給水量 [m ³]	電力量 [kW·h]	単位給水電 力量 [kW· h/m ³]
8月8日	22.8	5.50	0.241		16.7	3.27	0.196
8月9日	17.5	4.13	0.236		22.7	4.40	0.194
8月10日	23.0	5.41	0.236		18.7	3.64	0.195
8月11日	23.0	5.51	0.239		22.7	4.33	0.191
8月12日	17.3	4.15	0.239		41.7	7.90	0.189
8月13日	22.6	5.34	0.236		20.8	4.79	0.230
8月14日	17.3	4.13	0.239		19.1	3.70	0.194
8月15日	16.7	3.92	0.234		41.7	8.09	0.194
8月16日	11.5	2.69	0.234		64.5	12.20	0.189
	平均		0.237		平均		0.197

[注] 改修後の検針は検針者及び計測期間が異なるため A・B で分類した。

2.2 建物 B (共同住宅)

建物 B の改修前後の系統図を図 2 に示す。建物 B は 8 階建て 62 戸の共同住宅である。改修前は直結増圧給水ポンプ (3.7 kW) で高置水槽に揚水していた。改修後は、直結増圧給水ポンプはそのままに、高置水槽を撤去し給水ポンプで直接住戸に給水した。

改修前後の給水量と電力量の計測結果を表 2 に示す。改修前は $0.174 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ 、改修後は $0.715 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ であった。改修工事では電力を多く消費する結果となった。直結増圧方式は給水を貯留しないために衛生的ではあるが、高置水槽方式の 4 倍も多く電力を消費することが明らかとなった。

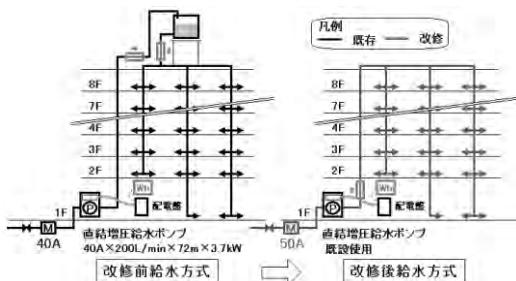


図 2 建物 B の改修前後の系統図

表 2 建物 B の改修前後の計測結果

	改修前計測結果				改修後計測結果			
	日付	給水量 [m³]	電力量 [kW·h]	単位給水電 力量 [kW· h/m³]	日付	給水量 [m³]	電力量 [kW·h]	単位給水電 力量 [kW· h/m³]
検針者	2/16~19	85.3	15.0	0.176	A	2/28~3/2	64.3	46.6 0.726
	2/19~21	49.8	8.6	0.172		3/2~3/6	112.4	77.3 0.688
	2/19~20	21.8	3.7	0.170		3/1~3/2	30.0	21.0 0.699
	2/16~17	17.2	3.1	0.180	B	3/2~3/3	25.6	20.5 0.800
	2/17~19	68.1	11.9	0.175		3/3~3/5	65.1	41.9 0.643
	2/19~20	21.8	3.7	0.170		3/5~3/6	27.0	19.8 0.733
B	2/19~20	27.1	4.7	0.175	平均			
	2/20~21	28.0	4.8	0.173	平均			
平均 0.174								

[注] 検針は検針者及び計測期間が異なるためA・Bで分類した。

2.3 建物 C (総合病院)

建物 C の系統図を図 3 に示す。建物 C は 6 階建て 384 床の地方の拠点総合病院であり、給水設備はポンプ直送方式である。ポンプの吐水量が 1,500L/min と大きく、5.5kW ポンプ 4 台の並列運転であった。当該ポンプには 3 つの運転モードがあり、3 モードで計測した給水量と電力量の計測結果を表 3 に示す。A(一般)モードは 0.344 kW·h/m³、B(メー カのエコ)モードは 0.373 kW·h/m³、C(給水圧力低下対策)モードは 0.463 kW·h/m³ である。運転モードで給水ポンプの消費電力が変わることが判明した。

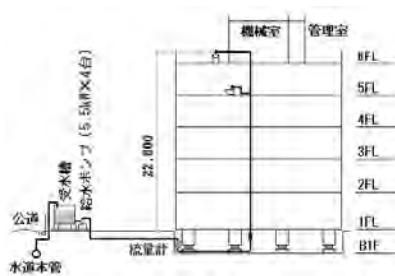


図 3 建物 C の系統図

表 3 建物 C の 3 モード計測結果

	Aモード				Bモード				Cモード			
	日付	給水量 [m³]	電力量 [kW·h]	単位給水電 力量 [kW· h/m³]	日付	給水量 [m³]	電力量 [kW·h]	単位給水電 力量 [kW· h/m³]	日付	給水量 [m³]	電力量 [kW·h]	単位給水電 力量 [kW· h/m³]
9/3 (火)	44.83	133.0	2.966	0.344	9/10 (火)	50.45	164.0	3.250	—	—	—	—
9/4 (水)	43.48	124.8	2.873	0.344	9/11 (水)	48.27	153.8	3.189	9/18 (水)	46.59	114.5	2.457
9/5 (木)	43.86	127.4	2.905	0.344	9/12 (木)	40.23	119.0	2.957	9/19 (木)	47.49	117.1	2.465
9/6 (金)	49.89	155.7	3.120	0.344	9/13 (金)	39.99	114.7	2.889	9/20 (金)	45.75	114.2	2.497
9/7 (土)	46.50	137.6	2.959	0.344	9/14 (土)	33.08	75.2	2.273	9/21 (土)	40.74	80.6	1.979
9/8 (日)	41.82	111.3	2.861	0.344	9/15 (日)	33.58	76.7	2.283	9/22 (日)	43.03	71.8	1.669
—	—	—	—	—	9/16 (月)	34.42	81.3	2.362	9/23 (月)	45.04	87.8	2.173
平均				2.914	平均				—	—	—	2.207

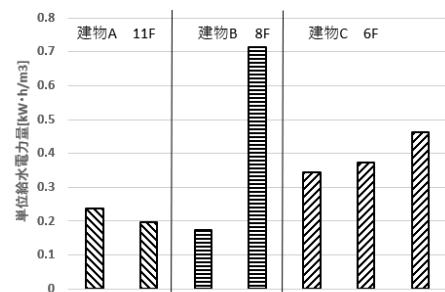


図 4 単位給水電力量の比較

3.まとめ

3 事例の単位給水電力量を図 4 に示す。

- 単位給水電力量により、給水ポンプのエネルギー効率を定量的に評価でき、改修工事の効果検証が可能となった。
- 直結増圧方式が高置水槽方式の 4 倍も電力を消費することが示唆された。
- 給水ポンプの運転モードにより消費電力が変わることが判明した。

給水量とポンプの電力量を計測することによって単位給水電力量が計算でき、省電力な運転モードを検証することが可能となる。今後、揚程を含めたエネルギー評価を検討する予定である。

- [参考文献] 1) 岡内繁和ほか: 給水ポンプの省電力性能の評価指標に関する研究 第1報 単位給水電力量の提案と集合住宅での適用性の検証、空気調和・衛生工学会、空気調和・衛生工学会論文集 No. 270、pp. 1-8、2019
2) 岡内繁和ほか: 集合住宅の給水方式による給水ポンプ消費電力の比較、空気調和・衛生工学会、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp. 33~36、2018

20. 環境配慮型ビルにおける竣工後の性能検証

山田 一樹 (株)日建設計総合研究所

1. はじめに

某本社ビルは、新しい時代に求められる多様な働き方を支援するワークプレースを主に、地域に開かれた育成用途を併設する複合建築として2021年2月に竣工を迎えた。本建物では、運用後の省エネルギーを実現するために、竣工後においても施主、設計者、施工者、運用者、第3社である弊社を交えて性能検証会議を実施してきた。本報では、性能検証を通じて得られた省エネルギーの取り組みを報告する。

2. 設備概要

本設備設計は省エネルギー、省資源、BCPに配慮した計画となっている。熱源設備は自己熱源と地域冷暖房施設からの供給により構成されており、冷水はインバーターボ冷凍機と空冷ヒートポンプモジュールチラーで構成されている自己熱源をベースに運転し、その後DHCからの冷水受入となっている。温熱は空冷ヒートポンプモジュールチラーとDHCからの蒸気の受け入れにより供給している。2次側空調は外調機と空調機による潜熱顕熱分離空調を構成しており、空調機からは單一ダクトVAV方式で事務所空間を空調している。また、美術品展示室及び収蔵庫は室内の温湿度を恒温恒湿に保てるように恒温恒湿パッケージエアコン、再熱ヒータ及び電極式蒸気加湿器を設置している。

3. 性能検証概要

性能検証では竣工前に項目を列挙し、各項目に対し BEMS データを取得し検証に活用してきた。BEMS データは施工中に検証が出来るポイントを計量できているかも確認しながら進めてきた。熱源設備は機器の特性、運転状況により熱源性能が変化するため、国土交通省で公開されている LCEM ツールを用いて妥当性を判断した。これらの性能検証を月 1 回開催される性能検証会議にて関係者と共有しながら、運用の適正化、自動制御の設定値の適正化を図り省エネルギーとなる運用を実施してきた。

4. 主な性能検証の結果

性能検証では、①設計通りの運転にするための改善と②エネルギー消費状況から分かる省エネルギー項目について協議をしてきた。本報では、①、②について代表的な結果を述べる。①は外気冷房の実施の適正化、②は美術品展示室等の運用に合わせた空調の最適化である。

4-1. 外気冷房の適正化

初年度は外気冷房が有効となる期間において、一部の外調機にて外気冷房が一部の条件が満たしていないため稼働していないことがわかった。本件では、冷水弁が開いていないことが条件に入っていたことで稼働しない状態であった。次年度には運用での冷水弁が開かない設定見直しにより改善が確認できた。竣工の時期によって試運転調整時に総合的な運転が実施しにくい設備もあるため、1年目

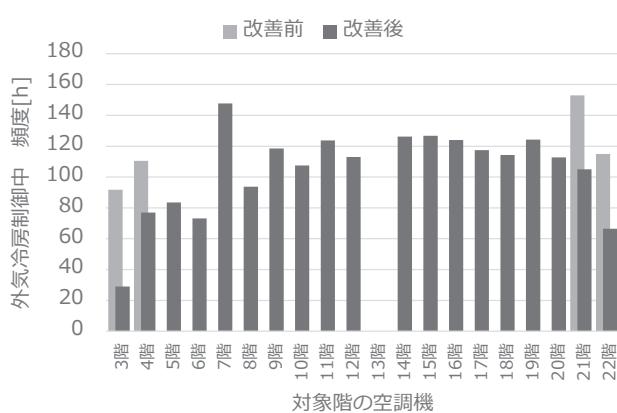


図 1 外気冷房の稼働時間の変化

の運転を元に確認することが重要である。

図1に改善前後の外気冷房稼働状況を示す。改善前は一部の階での外気冷房は実施出ていたものの、基準階のフロアでは外気冷房がなされていなかった。運用での設定変更により中間期に外気冷房が稼働したことを確認した。

その効果もあり図2に示すように主として熱源のエネルギー消費量が低減され、21%の省エネ効果が得られた。

4-2. 運用に合わせた恒温恒湿パッケージエアコンの最適化

本建物のエネルギー消費構造を図3に示す。熱源に次いで空気搬送が大きいことから空気搬送の消費内訳を把握した(図4)。美術品展示室等の恒温恒湿パッケージエアコンは台数が少ないにも関わらず多くのエネルギーを消費していることがわかった。このように省エネルギーを実施するにはエネルギー消費が大きい順に対策を講じることで効率的に省エネルギーが実行できる。

恒温恒湿パッケージエアコンは通常圧縮機容量を100%で運転しているため、再熱のエネルギーも多く消費する。しかし、実際に発生する負荷は100%となることは少なく、実態に合わせ最適化することが有効である。本建物では、電気ヒータの消費量から実負荷を推定し、圧縮機容量を80%まで低減する制御に変更した。その効果により前年比で約7%の低減が得られた。

5. まとめ

性能検証を実施している建物における省エネルギー効果を報告した。

- ① 運用で設計の意図通りの運転が出来ているか、データを元に把握し改善を図った。
- ② エネルギー消費が大きい設備から省エネルギー対策を講じ、効果が得られた。

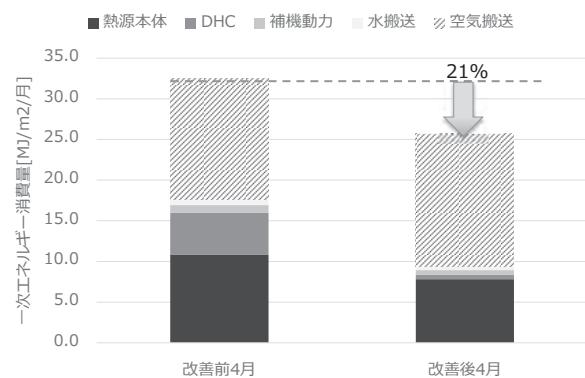


図2 外気冷房の稼働による省エネ効果

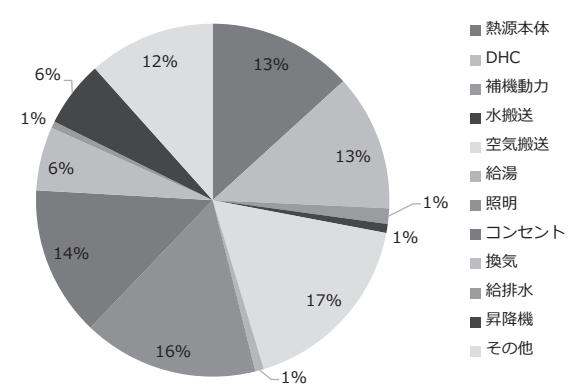


図3 本建物のエネルギー消費構造

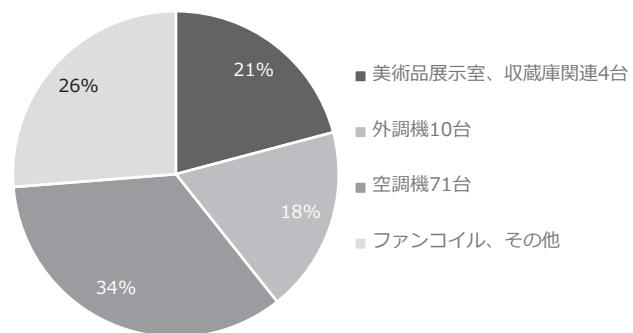


図4 空気搬送のエネルギー内訳

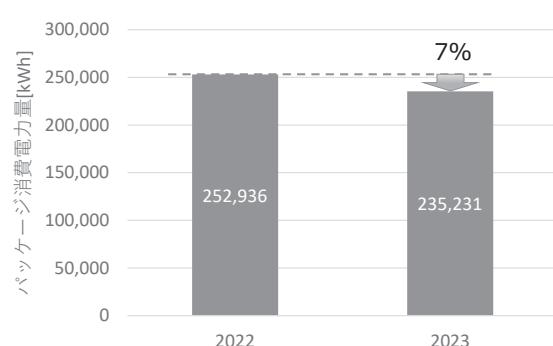


図5 恒温恒湿パッケージの最適化(4~7月)

センター調査・研究報告

1月18日(木) 17:09~17:30

「建築物内の環境表面における汚染実態」

建築物内の環境表面における汚染実態

○後藤 隼、安齋 博文、杉山 順一、鎌倉 良太
((公財) 日本建築衛生管理教育センター)

1. はじめに

環境表面を介した接触感染は、感染者から排出された病原体が環境表面に付着し、ヒトがこれに接触し病原体を取り込むことで引き起こされる。新型コロナウイルス感染症の流行を契機に、こうした接触感染についても注目が集まっており、接触感染対策の一環として建築物内の接触箇所における清掃や消毒等が行われている。

しかしながら、環境表面からの接触感染については、十分な知見が集積されていない状況であり、建築物内の清掃・消毒作業においては十分な検証が行われないままに感染対策が実施されている。また、国立保健医療科学院による清掃に関する意識調査(阪東, 2023)では、ビル管理者の清掃に関する知識が不十分であることが指摘されている。このことから、建築物内の感染制御にあたって、過不足のない清掃・消毒作業を検討するためには、まずは建築物内の環境表面における汚染実態について把握する必要がある。

現在のところ、環境表面の汚染度をモニタリングするためのガイドラインや標準的な手法は定められていないが、環境表面上の微生物を拭き取って培養を行う培養法検査と、ATP(アデノシン三リン酸)等を指標として汚染度を測定するATP測定検査が環境表面の汚染度を測定するための一般的な評価方法として用いられている。

そこで本調査では、接触感染リスクの評価に必要な表面の汚染度や汚染部位の特定、清掃方法の検討を目的として、講習会や講義等で使用する長机を対象にATP法による汚染実態調査と培養法による微生物の生息状況調査を実施した。

2. 材料と方法

2.1 調査地点とサンプリング

講習会や講義等で不特定多数の人が使用する居室A～Dの4地点を対象に、使用されている長机を用いて拭き取り調査を実施した(表1, 3)。サンプリングは通常の使用後かつ清掃前のタイミングで実施した。また、長机における汚染部位の特定のため、長机を端と中央の2区画に分けて拭き取りを行った。端区画は使用者の接触頻度は低いが、清掃が十分なされていない可能性がある区画として、反対に中央区画は高頻度で接触するが、清掃も十分に行われている区画と想定した。また、A地点については清掃実施者に対し清掃手法や清掃状況についてヒアリングを実施した。

2.2 ATP拭き取り検査(A3法)による汚染実態調査

ATP拭き取り検査(A3法)にはATP測定器 Lumitester Smart および専用スワブ LuCiPac A3 Surface(キッコーマンバイオケミファ)を用いた。端区画は長机の両端から合計400cmとなるように、中央区画は座席の正面に10cm×10cmの枠を4つ設置して拭き取り範囲とした。スワブを滅菌水で濡らした後、長机の端区画と中央区画においてそれぞれ拭き取りを行った。その後、試薬と反応させATP値を測定し、100cm²あたりのATP値を算出した。

2.3 培養法による微生物の生息状況調査

長机に付着した微生物のサンプリングには微生物用スワブ SmartCheck (拓研コーポレーション) を用い、培養には一般生菌用フィルム培地 Easy Plate AC (キッコーマンバイオケミファ) を用いた。拭き取り範囲はフィルム培地の検出範囲を考慮して約 4000 cm²と設定した。長机の面積が約 8000 cm²であったので、4 辺から合計 4000 cm²となるように端区画の範囲を設定し、残りの 4000 cm²を中央区画として設定した。スワブで長机の端区画と中央区画をそれぞれ拭き取った後、リン酸緩衝液 (PBS) 10mL 中に溶出させて試料液を作成した。この試料液 1mL をフィルム培地上に滴下して、35°C で 48 時間培養後、一般生菌数を計測した。一般生菌数は 1000 cm²あたりの一般生菌数に換算して解析を行った。

2.4 統計解析

統計解析にはオープンソースの統計分析ソフト HAD ver. 18_002 を用いた。ATP 値と一般生菌数の計測結果についてサンプルの特徴を説明するために要約統計量を求めた。また、ATP 値と一般生菌数のデータの分布を確認するためヒストグラムを作成した。

次に、端区画と中央区画における ATP 値および一般生菌数の比較のため、F 検定による等分散性検定および t 検定による有意差検定を行った。また、サンプリング地点間の ATP 値および一般生菌数の比較には ANOVA および Holm 法による多重比較を用いた。

2.5 菌同定と有害性検索

培養法でコロニーを形成した菌を分離し、マトリックス支援レーザー脱離イオン化飛行時間質量分析装置 (MALDI-ToF-MS) AXIMA-Performance および同定システム SARAMIS Premium (島津製作所) を用いて菌を同定した。また、同定菌株の有害性検索には製品評価技術基盤機構 (NITE) が公開している微生物有害情報リストを用いた。

3. 結果と考察

3.1 A 地点における清掃実施者へのヒアリング結果

A 地点における長机の清掃は使用後に毎日実施されていた。清掃には一般的な清掃用クロスが用いられており、長机の 4 辺を拭いた後に全体を拭く方法で行われていた。

清掃後のクロスを確認したところ、クロスの中央部に多くの汚れが付着している反面、クロスの辺縁部への付着は少なかった。このことから、長机の端区画については清掃時に十分な圧力が掛かっていない可能性が示唆された。

3.2 ATP 拭き取り検査 (A3 法) による汚染状況

ATP 値の平均値は 100 cm²あたり端区画で 4501 RLU、中央区画で 2870 RLU であり、A～D の全ての地点で中央区画よりも端区画における ATP 値の平均値が高くなっていた (表 1)。最頻値は端区画では 4000～5000 RLU、中央区画では 2000～3000 RLU となった (図 1)。

各地点における端区画と中央区画の ATP 値の比較のため t 検定を実施した結果、A・B・D 地点において、端区画の ATP 値が有意に高かった (図 2-a)。

これらのことから、長机における汚染部位は端区画であると推測された。使用者の接触頻度が低い端区画の ATP 値が高くなっていたことから、直前の使用よりも定期清掃時

の拭き残しによる影響が大きいと考えられ、清拭時の圧力が十分でないことが原因と推定された。このことから、端区画の清拭の際には、例えば長机の端から側面にかけての部分を押さえるような形でクロスを持って4辺の清拭を行った後、全体の清拭を行う等の方法が考えられる。

次に、A～Dの4地点間の比較を表2および図3に示す。ANOVAにより、A～Dの4地点間に有意差があることが示された($p < 0.01$)。Holm法による多重比較により、端区画ではB地点-D地点間およびC地点-A・B地点間に有意差があり(図2-b)、中央区画ではC地点-A・B・D地点間に有意差があることが示された(図2-c)。

特にC地点については、他の3地点と比べて端区画、中央区画ともにATP値が高いこと、端区画と中央区画のATP値に有意差がないこと、C地点の全サンプルでATP値が高い傾向が見られたことから、定期清掃の頻度や方法に何らかの問題があった可能性がある。

3.3 培養法による一般生菌の生息状況

一般生菌数の平均値は端区画で 4.8×10^5 CFU、中央区画で 2.3×10^5 CFUとなった(表3)。A・D地点では一般生菌数が少なく、B・C地点では一般生菌数が多い傾向がみられた。

最頻値については端区画・中央区画ともに10CFU未満であり、ほとんどの長机の表面では一般生菌が低密度であることが明らかになった(図3)。基本的に、長机の表面では一般生菌の生息条件は満たされず、表面に一般生菌が付着した場合でも付着後の菌数は減少傾向となる可能性が高い。このことが一般生菌の低密度化の主な要因であると考えられる。

一方で、 $10^6 \sim 10^7$ CFUにも小さいピークがあり、離れ小島型の分布となっていた。仮に利用者による表面の汚染の程度が大きい場合には、付着後に菌数は増加して汚染が進行する可能性がある。このことが $10^6 \sim 10^7$ CFUにピークが確認された要因であると考えられる。

各地点における端区画と中央区画の一般生菌数の比較のためt検定を実施した(図4-a)。t検定の結果、一般生菌数において端区画と中央区画の間に有意差は認められなかった。

ただし、ATP値と同様に、各地点における一般生菌数の平均値・中央値については端区画の方が中央区画よりも高くなっていたことから、区画の影響がないとは言い切れない。一般に、環境表面の有機物等による汚染の程度が大きいほど微生物の繁殖には好条件となることが知られている。ATP値の測定により、端区画の方が中央区画よりも汚染の程度が大きいことが示されており、端区画の一般生菌数の増加に寄与した可能性がある。

表1 各測定地点におけるATP値の要約統計量

サンプリング地点	サンプル数	平均値	中央値	標準偏差	分散	最小値	最大値
A	端	31	3739	3420	1585	2.5E+06	1639
	中央	31	2504	2329	1022	1.0E+06	541
B	端	10	4061	4115	1435	2.1E+06	2647
	中央	10	2404	2435	1413	2.0E+06	261
C	端	6	7150	7062	1539	2.4E+06	5017
	中央	6	6325	6223	3565	1.3E+07	2469
D	端	10	5717	5527	1335	1.8E+06	4410
	中央	10	2396	2477	809	6.5E+05	1263
全体	端	57	4501	4238	1883	3.5E+06	1639
	中央	57	2870	2469	1885	3.6E+06	261

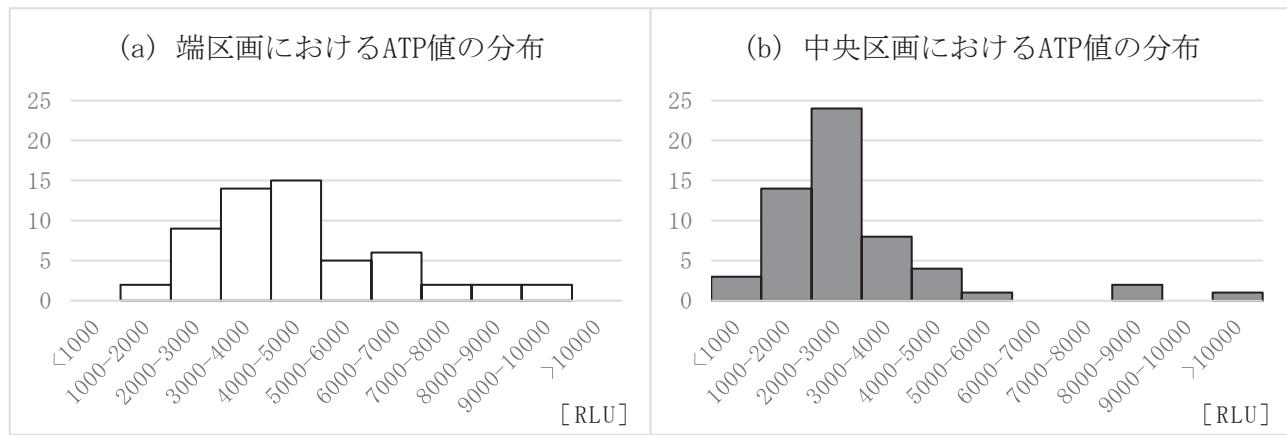


図 1 端区画と中央区画における ATP 値のヒストグラム

表 2 ANOVA 結果 (ATP 値・一般生菌数)

	ANOVA	$F(3, 53)$	η^2 値	p 値
ATP 値	端区画	11.142	0.387	0.000
	中央区画	11.931	0.403	0.000
一般生菌数	端区画	7.180	0.289	0.000
	中央区画	1.918	0.098	0.138

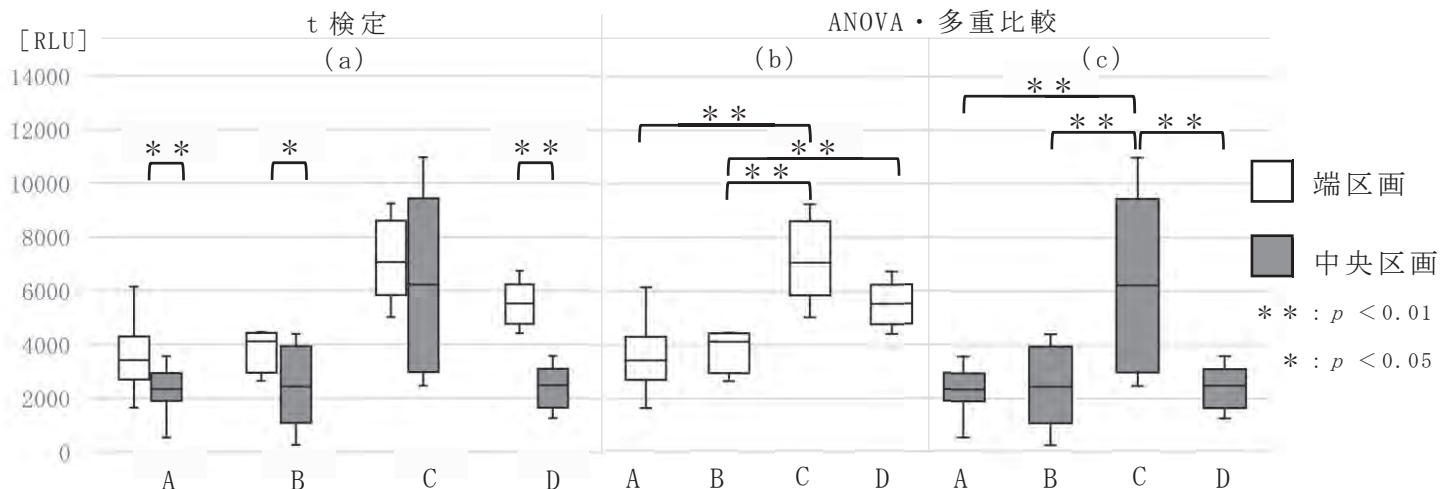


図 2 A~D 地点における ATP 値の比較

表 3 各測定地点における一般生菌数の要約統計量

サンプリング地点	サンプル数	平均値	中央値	標準偏差	分散	最小値	最大値
A	端	31	16	6	25	6.4E+02	0
	中央	31	11	4	19	3.5E+02	0
B	端	10	2.0E+06	1.8E+05	3.0E+06	9.2E+12	11
	中央	10	8.6E+05	40	2.7E+06	7.4E+12	1
C	端	6	1.3E+06	1.3E+06	8.9E+05	7.9E+11	6289
	中央	6	7.3E+05	5.1E+05	9.0E+05	8.1E+11	9
D	端	10	2	1	1	1.2E+00	0
	中央	10	0	0	1	4.0E-01	0
全体	端	57	4.8E+05	8	1.5E+06	2.2E+12	0
	中央	57	2.3E+05	4	1.2E+06	1.4E+12	0

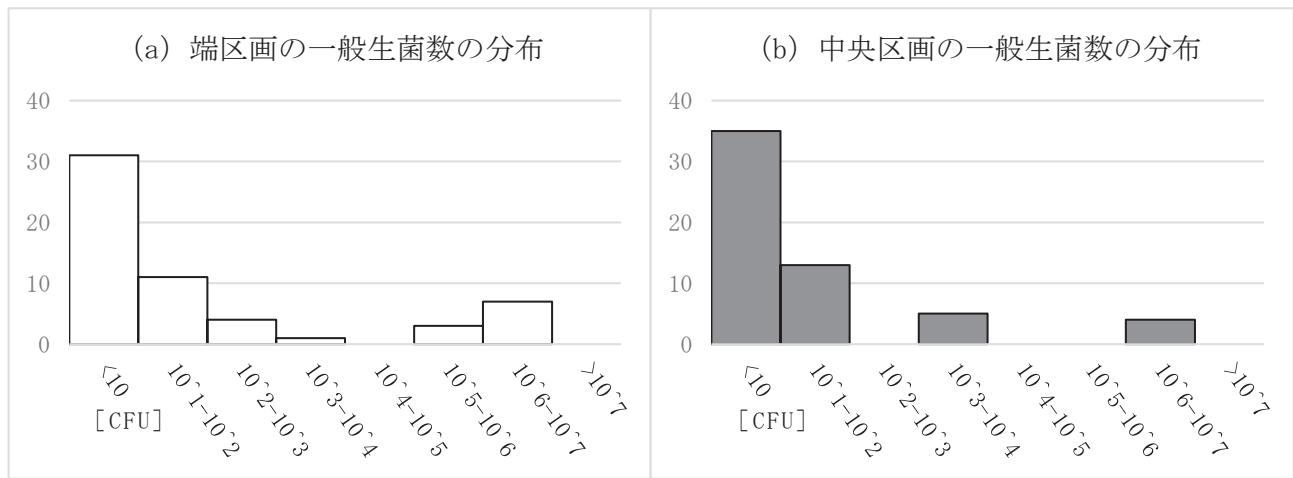


図3 端区画と中央区画における一般生菌数のヒストグラム

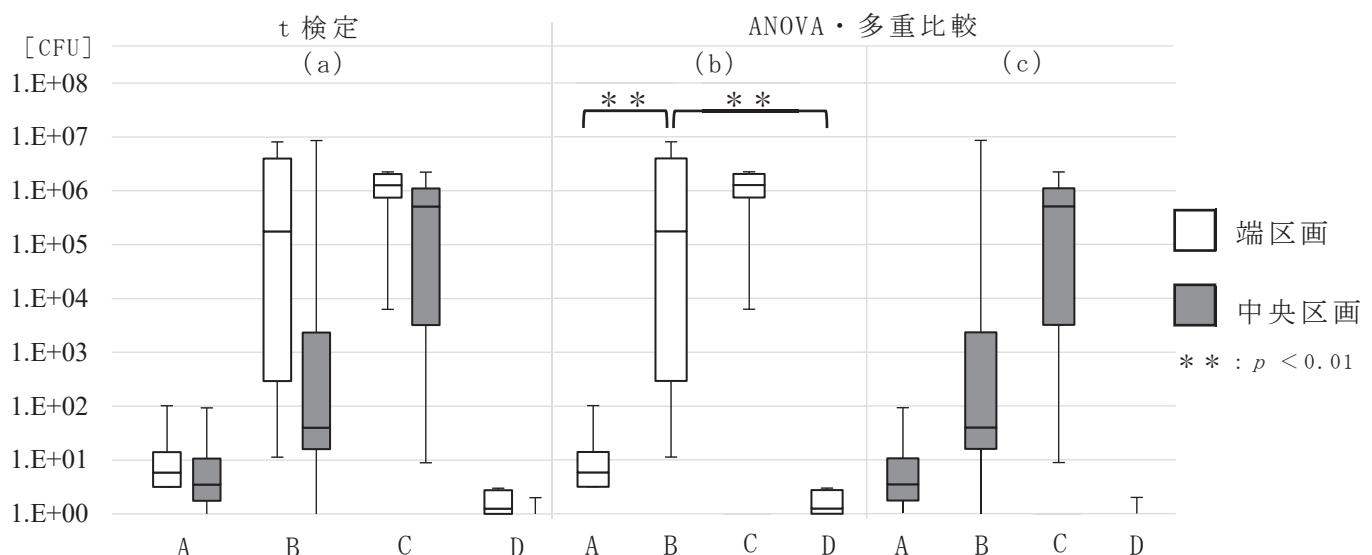


図4 A~D 地点における一般生菌数の比較

ANOVAにより、端区画の一般生菌数について、A~Dの4地点間に有意差があることが示された ($p < 0.01$) (表2)。Holm法による多重比較により、端区画ではA地点-B地点間およびB地点-D地点間に有意差があることが示された (図4-b)。一方で、中央区画の一般生菌においてはA~Dの4地点間に有意差は認められなかった (図4-c)。

4地点間における一般生菌数としては、B・C地点が高い傾向であり、A・D地点が低い傾向となった。C地点については一般生菌数に加えATP値も高いことから、定期清掃が適切に行われておらず汚れが除去されていない可能性がある。B地点については後述する。

3.4 一般生菌の同定結果

同定の結果、274株が同定され11の属が検出された (図4)。このうち、163株は*Staphylococcus*属であり、うち144株がA地点で検出された。その他には*Micrococcus*属、*Bacillus*属、*Acinetobacter*属が多く検出された。

各地点において同定された菌について図5に示す。A地点では187株が同定され、このうち*Staphylococcus*属が77%、*Micrococcus*属が15%を占めていた。A地点で同定された144株の*Staphylococcus*属の内訳は*S. aureus*(黄色ブドウ球菌)が6株、*S. epidermidis*

(表皮ブドウ球菌)が43株、*S. capitis*が26株、*S. hominis*が34株、*S. warneri*が27株、その他の種が14株であった。また、*Micrococcus*属は28株すべてが*M. luteus*であった。これらは長机の使用者由来の菌であると考えられる。

B地点では47株が同定され、*Acinetobacter*属が多く同定された。*Acinetobacter*属は環境中に広く生息し、ヒトの表皮にも存在が知れられている。また、B地点については、ATP値は低いのに対し、一般生菌数は高くなっていたが、*Acinetobacter*属は環境中で長く生存できることが知られており、貧栄養なB地点でも多く検出された可能性がある。

C地点では*Arthrobacter*属、*Pantoea*属、*Pseudomonas*属など14株が同定され、これらは土壤等に生息が知られている日和見細菌であった。

D地点では26株が同定され、このうち*Bacillus*属が58%を占めていた。B地点で同定された15株の*Bacillus*属の内訳は*B. cereus*が4株、*B. subtilis*(枯草菌)が6株、その他が5株であった。*B. cereus*は食中毒の原因菌として知られており、*S. aureus*と共に細菌学会BSLにおいてBSL2に分類されていた。

4. まとめ

今回の調査では、長机を端区画と中央区画に分画してサンプルの採取を実施した。ATP値の測定では、端区画のATP値が有意に高く、一般細菌数では、有意差は認められなかつたものの、端区画の一般細菌数が高い傾向があった。これらのことから、長机における汚染箇所は端区画であると推定される。1つの長机の中で、汚染度に差が生じた要因としては、清拭の方法による影響が考えられる。A地点でのヒアリング結果で示したように、通常の拭き取り方法では、清拭用クロスの縁部分まで十分に圧力がかからずに、端に汚れが残ってしまった可能性がある。本調査の結果を踏まえ、長机の端から側面にかけての部分を押さえるような形でクロスを持って4辺の清拭を行い、その後に全体の清拭を行う等の方法が考えられる。

また、A～Dの4地点を比較すると、A・D地点はATP値、一般生菌数ともに汚染度が低く比較的清潔な状態であったのに対して、B地点ではATP値は低いものの一般生菌数は高く、C地点はATP値、一般生菌数ともに汚染度が高いという結果になった。特にC地点では定期清掃が不十分であり一般生菌が定着している可能性が指摘された。B地点については環境表面での生存時間の長いとされる菌株が多く同定されたことから、ATP等の汚染が少なく貧栄養であるものの、一般生菌数が高くなつたと考えられる。

今回の調査で同定された一般生菌は、ヒトの常在菌や環境中の日和見細菌として知られる菌種が多く、それ自体の直接的な接触感染リスクを示すものではない。しかしながら、ATP値と一般生菌数がともに高いような状態は、表面自体が単に汚染されているというだけではなく病原体等についても増加すると考えられるため、接触感染リスクの増加が懸念される。

こうしたことから、今後の課題として、簡易的に測定可能なATP値や一般生菌数について指針値等を設定し、それを満足しているかを確認する評価方法の提案が必要である。定期清掃によって視認できる汚れ等がなかったとしても、今回の調査のようにATP値や一般生菌数が高い場合があることから、定期的に清浄度の検証を実施して適切に汚れが除去できているかの確認を行うことが重要である。食品衛生の分野では、食品衛生検査指針(微

生物編)において調理器具や設備における一般生菌数やATP値の評価方法が示されており、ビル清掃の分野においても同様の衛生検査指針の策定が求められる。ただし、ATP値については各メーカーで測定値の算出方法等が異なっており、異なるメーカーの機器を使用して得られた測定結果の比較には注意が必要である。今後は接触感染が懸念される微生物・ウイルス等を対象として調査を継続し、より一般に活用可能な評価方法について引き続き検討を行っていく予定である。

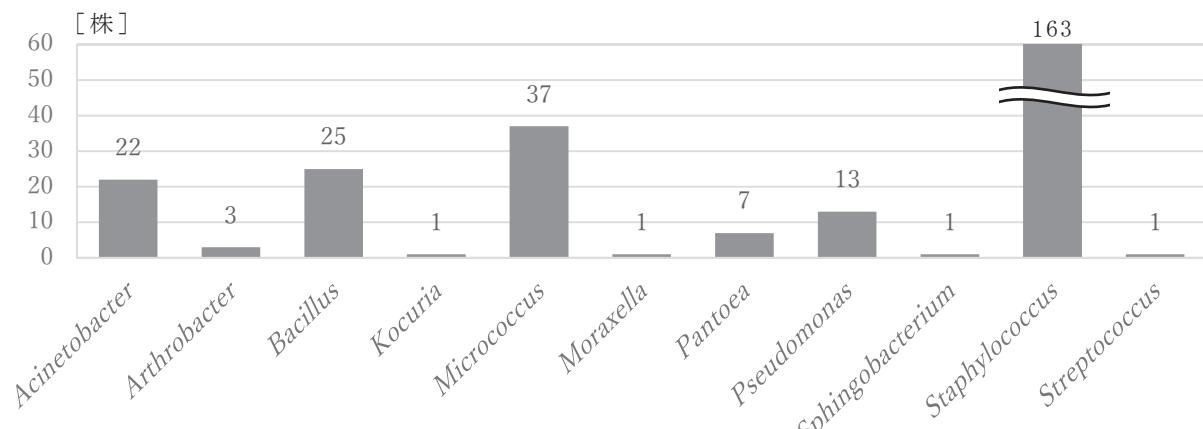


図5 一般生菌の同定結果と菌数（属名）

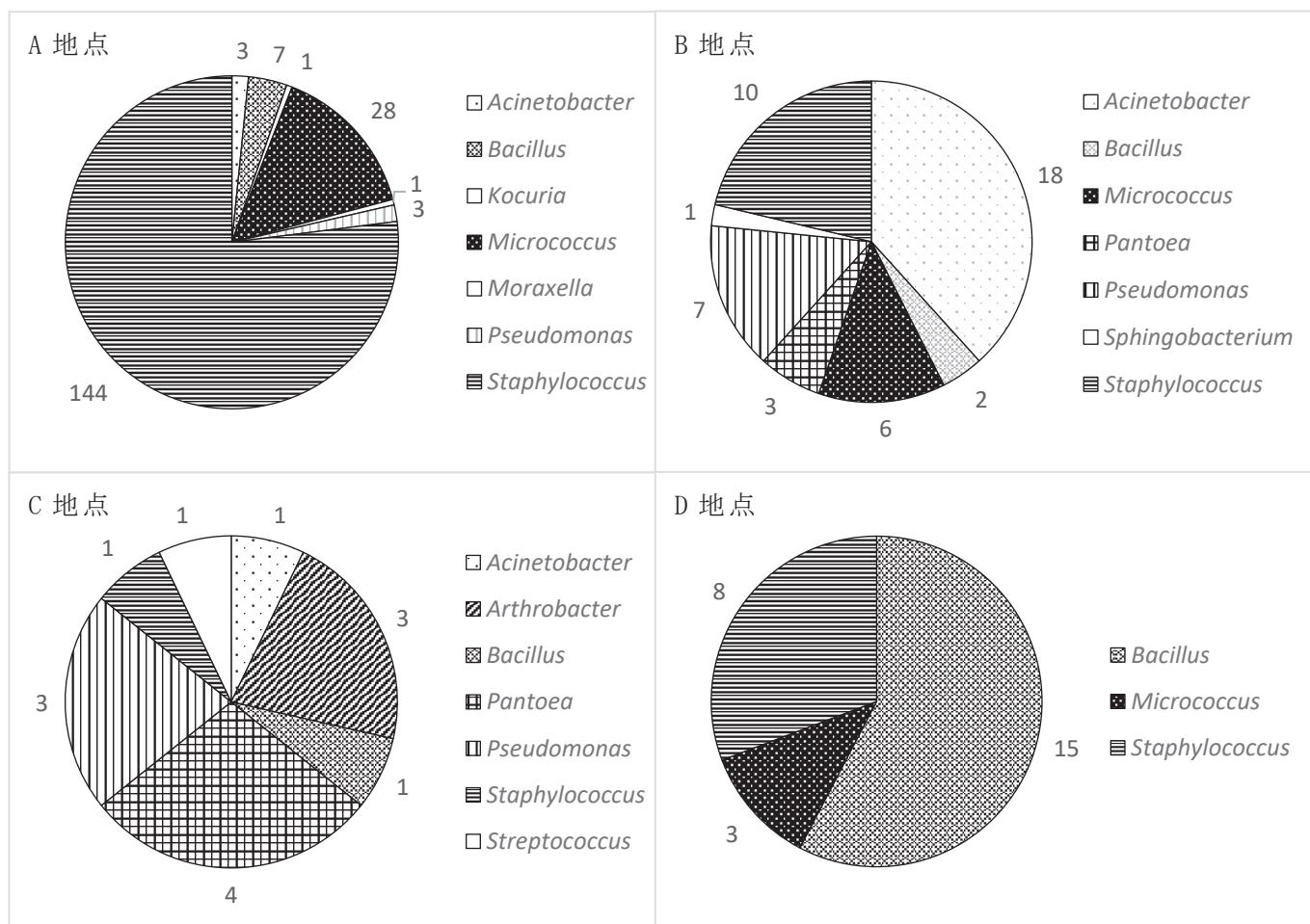


図6 各地点において同定された菌株（属名）

【参考文献】阪東美智子. (2023). ビル衛生管理者の清掃・消毒に関する知識・態度・行動に関する調査 (KAP 調査). 第 82 回日本公衆衛生学会.

第51回建築物環境衛生管理全国大会 実行委員会委員名簿

相澤好治 北里大学名誉教授

笠倉賢治 東京都健康安全研究センター広域監視部建築物監視指導課
課長代理

○坂上恭助 明治大学名誉教授

下平智子 公益社団法人全国ビルメンテナンス協会事業推進部長

永田哲郎 一般社団法人日本ビルディング協会連合会常任参事役

林基哉 北海道大学大学院工学研究院建築都市部門
空間デザイン分野特任教授

◎藤井修二 東京工業大学名誉教授

武藤敦彦 一般財団法人日本環境衛生センター環境生物・住環境部
技術審議役

柳宇 工学院大学建築学部建築学科教授

(敬称略、◎は委員長、○は副委員長、五十音順)

※令和6年1月17日現在

広 告 一 覧

(公社)全国建築物飲料水管理協会

(公社)日本ペストコントロール協会

(株)アイデック

(株)ガステック

光明理化学工業(株)

柴田科学(株)

東京ダイレック(株)

日本カノマックス(株)

(株)フローシステム

抗レジオネラ用空調用水処理剤協議会

災害時には貯水槽が必要不可欠

災害時に何が一番困ったか？

それは「水」…多くの被災者の皆様のご意見です。

そのためにも受水槽や高置水槽の「水」が必要不可欠です。

古くなった水槽も撤去せず、補修して残して下さい。

よかったです、助かったと「貯水槽」の大切さ、大切さを痛感することでしょう！！

「飲料水」と「生活用水」があれば、次の行動をおこすことができます。

「水」に「感謝」

全水協では貯水槽の維持管理のための

「貯水槽管理技術者」資格認定講習を全国的に行ない

人材の養成を図って貯水槽の維持管理の徹底を目指しています。

<協会の目的>

建築物における貯水槽(貯湯槽を含む)の清掃及び管理に関する技術・知識の普及並びに貯水槽清掃管理業者の健全な育成に努め、広く一般に貯水槽(貯湯槽を含む)の維持管理の重要性を啓蒙すると共に建築物内の適切な飲料水の供給に寄与することを目的としています。

<主な活動>

- ・貯水槽清掃作業従事者研修の開催(厚生労働大臣指定団体・登録機関)
- ・貯水槽管理技術者(全水協認定資格)の育成
- ・貯水槽清掃作業従事者研修指導者講習会の開催
- ・貯湯槽の清掃及び管理に関する技術・知識の普及
- ・レジオネラ症防止対策等技術講習会の開催
- ・貯水槽劣化診断研修会の開催
- ・貯水槽清掃ボランティア活動
- ・非常時の飲料水確保に関する技術研究
- ・機関紙「全水協」の発行
- ・行政機関及び関連団体との啓蒙活動の推進

<入会のご案内>

全水協は建築物飲料水管理に関する幅広い公益活動を通じて全国各自治体からも信頼を得ております。(公財)日本建築衛生管理教育センターをはじめとする関連団体とも連携して啓蒙活動について相互協力を推進するなど、協調性をもった活動を積極的に展開しております。

こうした公益活動を通じて皆様にメリットを還元することができると確信しております。

全水協の主旨に賛同される方は事務局までお問い合わせ下さい。入会資料をお送りいたしますので、ご入会をご検討頂きますようお願いいたします。



公益社団法人 全国建築物飲料水管理協会 (略称 全水協)

東京都千代田区平河町2丁目12番2号 藤森ビル3階

TEL 03-6380-9531 FAX 03-6380-9213

E-mail: info@jwa-org.or.jp URL: http://www.jwa-org.or.jp

しっかりと選んで 安心安全ペストコントロール



ねずみ・ゴキブリ・ハチ・ヒアリ・トコジラミなどの
有害生物の防除だけではありません!
デング熱・鳥インフルエンザ・豚熱などの感染症が
発生した時、台風・地震などの災害が発生した時などにも
防疫活動を行い人々の健康を守っています。



公益社団法人
日本ペストコントロール協会

〒101-0045 東京都千代田区神田鍛冶町 3-3-4 サンクス神田駅前ビル 3F
TEL : 03-5207-6321 FAX : 03-5207-6323
<https://www.pestcontrol.or.jp>

室内環境測定器レンタル

品名・型式(メーカー)	レンタル料金			備考
	1ヶ月	20日	10日	
デジタル粉じん計 LD-3S (柴田科学)	¥38,000	¥28,500	¥19,000	(公財)日本建築衛生管理教育センター較正付
風速計 ISA-700 (柴田科学)	¥26,000	¥19,500	¥13,000	
PID式 VOC 濃度計 TIGER (理研計器)	¥138,000	¥103,500	¥69,000	
室内環境測定セット IES-5000 (柴田科学) 粉じん・CO・CO ₂ ・温度・湿度・気流を同時測定	¥120,000	¥90,000	¥60,000	粉じん計は(公財)日本建築衛生管理教育センター較正付

デジタル粉じん計

LD-3S



風速計
ISA-700



PID式 VOC 濃度計
TIGER



室内環境測定セット
IES-5000



ガステック

一酸化炭素・二酸化炭素測定器 CMCD-200



コンパクトなボディでビル・オフィス内の
CO・CO₂を正確に測定！

- 小型・軽量でわずか600gと持ち運びに便利
- COの指示精度は±1ppmと高い信頼性(0~10ppmの範囲)
- 省エネスイッチで、電池の節約が可能
- 暗い場所でも読み取りやすい照明スイッチ
- COセンサはお客様にて交換が可能
- 24時間連続測定が可能(オプションのACアダプタ使用)
- ロギング機能搭載
- 電源は3電源に対応(乾電池/ニッケル水素充電池/AC電源)

あらゆる気体の測定に



株式会社 ガステック

SINCE 1970

営業本部: 〒252-1195 神奈川県綾瀬市深谷中8-8-6 電話0467(79)3911(代) Fax.0467(79)3979
西日本営業所: 〒532-0003 大阪市淀川区宮原2-14-14新大阪グランドビル 電話06(6396)1041 Fax.06(6396)1043
九州営業所: 〒812-0066 福岡市東区二又瀬11-9パークサイドスクエア 電話092(292)1414 Fax.092(292)1424
ホームページアドレス: <http://www.gastec.co.jp/>

一酸化炭素、二酸化炭素、 ホルムアルデヒドの測定に。

北川式ガス検知管

AP-20



北川式ガス採取器 **AP-20** はグリップ部分に **抗菌性** を保持させ、より衛生的に進化しました。抗菌試験においても MRSA、大腸菌、ブドウ球菌及び肺炎桿菌に効果があります。

カラーバージョン（青、緑、黄、赤）もあります。

一酸化炭素検知管 106SC

測定範囲 1～50ppm

二酸化炭素検知管 126SF

測定範囲 100～4000ppm

室内環境モニター（4成分）

UM-400



《測定範囲》
CO : 0.0 ~ 100.0ppm
CO₂ : 0 ~ 10000 ppm
温度 : -10.0 ~ 60.0°C
湿度 : 5.0 ~ 95.0%RH

- ◆小型・軽量（約800g）・静音。
- ◆幅広い測定レンジを採用。ビル環境・室内環境測定に最適。
- ◆1台で温湿度を含めた4成分の測定が可能。
- ◆有機ELにより暗所でも画面がはっきり見える。
- ◆データロガー機能搭載によるトレンド分析が可能。
- ◆3電源に対応、安心・便利に使用可能。
 - ・単3形アルカリ乾電池4本（標準付属品）
 - ・専用ACアダプター(100V)（別売品）、ニッケル水素充電池（単3形4本使用可能）

■室内環境測定用検知管

エアーサンプリングポンプ対応検知管

測定対象物質	型式	測定範囲
ホルムアルデヒド	710A	62 ~ 2500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ~ 2.0 ppm)
	710	13 ~ 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.01 ~ 0.48ppm)
	713	12.5 ~ 625 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.01 ~ 0.50ppm)
トルエン	721	192 ~ 3833 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ~ 1.0 ppm)
	724	50 ~ 2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.01 ~ 0.52 ppm)
キシレン	724	70 ~ 1400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02 ~ 0.32 ppm)
エチルベンゼン	721	220 ~ 5300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ~ 1.2 ppm)
p-ジクロロベンゼン	730	60 ~ 2450 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.01 ~ 0.40ppm)

環境測定用 エアーサンプリングポンプ

TWP-1



種類の異なる検知管・
捕集管等を同時吸引
左右それぞれ10種類の
測定条件を登録可能
2台分の機能で約700g

ASP-1200

強い吸引力・軽量約500g
10種類の測定条件を登録可能



小型・軽量・静音で可搬性に優れたエアーサンプリングポンプです。
厚生労働大臣の指定を受けたホルムアルデヒド検知管710型
(指定番号1502)及び713型(指定番号2702)や室内環境測定用
検知管と併せて環境管理にお役立てください。

北川式ガス検知管・検知警報器・測定器 光明理化学工業株式会社

大阪支店 TEL.06-6385-5100 / 営業所 札幌 TEL.011-209-3675 / 仙台 TEL.022-782-1585 / 北関東 TEL.048-725-5682
名古屋 TEL.052-332-5175 / 広島 TEL.082-250-1800 / 福岡 TEL.092-431-8803

本社

〒213-0006 川崎市高津区下野毛1丁目8番28号
TEL.044-833-8900(代) FAX.044-833-2671



弊社ホームページにてWeb販売も行っております。

URL <https://www.komyokk.co.jp/> E-mail qa@komyokk.co.jp



室内環境測定セット IES-5000R



》建築物衛生法に基づいた空気環境測定器

》粉じん・気流・温度・湿度・CO・CO₂同時測定

》報告書作成ソフトで書類作成が可能

■画期的なサイズ感！

- ・180(W)×130(D)×150(H)mm、約1.4kg
- ・従来品よりも半分以上の小型化・軽量化を実現

■本体+タブレットPCだけで測定可能！

- ・測定や報告書は全てタブレットPC (Windows) 1台のみで作成が可能！

■オプションはIES-4000と共通！

- ・照度計 CANA-0010S
- ・騒音計 NL-27接続ケーブル
- ・低位置温度計 LTM-1 等

製品情報

価格についてはご照会ください



二酸化炭素モニター CS-1



■特徴

- ・経済産業省 策定ガイドライン*に準拠
- ・小型で卓上や壁掛けで設置可能
- ・ロギングデータを本体に記録。通信ソフトでPCへ取り出し可能
- ・Bluetooth® 搭載で専用アプリをダウンロードすればスマートフォンでも表示可能
- ・吸引ファンを搭載、高い応答性を実現

製品情報

■仕様

品目コード	080990-001
型式	CS-1
二酸化炭素測定範囲	360~4,000ppm
温度・湿度測定範囲	温度: -10°C~100°C、湿度: 10~95%rh
主な機能	データロギング機能、Bluetooth通信機能
データロギング機能	二酸化炭素、温度、湿度、測定日時
通信方式	PC: 専用ソフトウェア使用 Bluetooth: Android/iPhone
動作時間	約10時間(単4アルカリ乾電池使用時)
電 源	単4乾電池4本またはUSB(micro-B)ポートからの電源供給
質 量	約180g(乾電池含む)
寸 法	約80(W)×45(D)×105(H)mm(突起物除く)
価 格¥	54,000



本社 〒110-0008 東京都台東区池之端2-6-6 Eメール : csc@sibata.co.jp
カスタマーサポートセンター (製品の技術的サポート専用) : 0120-228-766
マーケティング課 : 048-933-1574 FAX : 048-933-1587

柴田科学株式会社

営業所 東京 : 03-3822-2111 仙台 : 022-207-3750 名古屋 : 052-263-9310 大阪 : 06-6362-7321 福岡 : 092-433-1207

環境中の空気質、感染リスクが計測可能に

PALAS社製
ポータブル空気質モニタ



- ・空気質指数 (IAQ) 評価が可能
 - PM濃度とCO₂濃度を用いて算出
- ・感染リスク指数 (IRI) 評価が可能
 - 粒子数とCO₂濃度を用いて算出
- ・浮遊粒子のサイズ測定と計数が可能な
高分解能エアロゾルスペクトロメータ
- ・PM1、2.5、4、10、TSP、
さらに粒子数、粒径分布の同時計測が可能
- ・温度、湿度、圧力、CO₂、VOCセンサ搭載



①Dylec 東京ダイレック株式会社

東京本社 〒160-0014 東京都新宿区内藤町1 内藤町ビルディング
TEL 03-3355-3632 FAX 03-3353-6895 (代表)
TEL 03-5367-0891 FAX 03-5367-0892 (営業部)

TOKYO DYLEC CORP.

西日本営業所 〒601-8027 京都市南区東九条中御靈町53-4-4F
TEL 075-672-3266 FAX 075-672-3276

<https://www.t-dylec.net/> e-mail : info@tokyo-dylec.co.jp

空気環境測定器、これ1台！

オートビルセットIII 【Model 2100】

風速 粉じん 溫度 湿度 CO CO₂
オプション 騒音 照度 輻射

建築物衛生法規制6項目を1分間で同時測定でき、付属のソフトウェアを使用して報告書の作成も簡単にできる、空気環境測定のオールインワンモデルです。



個別測定器も各種ご用意

アネモマスター
ライト
【Model 6006-D0】

風速

高い信頼性とシンプルな操作性を実現した、コンパクト風速計の決定版。



光散乱式デジタル
粉じん計
【Model 3432】

粉じん

建築物衛生法、事務所則、学校保健安全法に沿った空気環境測定に最適。

IAQモニター
【Model 2212】

温度 湿度

CO CO₂

CO・CO₂・温度・湿度を同時計測可能な室内環境測定器。建築物衛生法に則した測定に最適。



KANOMAX
The Ultimate Measurements

日本カノマックス株式会社

製品に関するお問い合わせ

0120-009-750

E-mail : environment@kanomax.co.jp

<http://www.kanomax.co.jp/>

修理・校正サービスに関する
お問い合わせ

0120-981-959

E-mail : service@kanomax.co.jp

【本社】

大阪府吹田市清水2-1 (〒565-0805)
TEL: (06) 6877-0444(代)

【東京支社】

東京都港区浜松町2-6-2 (〒105-0013)
TEL: (03) 5733-6023

【営業拠点】

● 東京営業所 TEL: (03) 5733-6023
● 名古屋営業所 TEL: (052) 241-0535
● 大阪営業所 TEL: (06) 6877-0447

ポータブルガス分析計の
FLOW SYSTEM



空気環境測定をシンプルに

現場事情に合わせた特別な設計により、正確な測定を実現します。

BiLFlow

空気環境測定器ビルフロー

温度・湿度・気流・CO・CO₂ + 粉じん

開発・製造・販売元

株式会社 **フローシステム**

TEL.075-693-2457 FAX.075-693-2458

〒601-8363 京都市南区吉祥院嶋野間詰町503

www.flowsystem.co.jp mail@flowsystem.co.jp

東日本総販売元

ONKU 音空 株式会社

TEL.043-301-6505 FAX.043-301-6504

〒260-0027 千葉市中央区新田町32番15号

www.onku.co.jp mail@onku.co.jp

抗レジオネラ用空調水処理剤協議会からのお知らせ

レジオネラ症防止対策はできて いますか？



CLOSE-UP
クローズアップ



抗レジオネラ用空調水処理剤協議会は、有効かつ安全性の高い抗レジオネラ用水処理剤の供給とレジオネラ属菌による環境汚染に関する正しい知識の普及を目的として、1991年6月に設立されました。

本協議会は、個々の業者により独自に行われていた水処理薬剤の有効性や安全性の評価を統一し、抗レジオネラ用空調水処理剤自主基準を制定し登録薬剤制度を開始しています。抗レジオネラ用空調水処理剤を検討される場合には、登録薬剤リストより選定ください。

また、2021年6月より、抗レジオネラ用空調水処理剤協議会において「レジオネラ属菌検査指定精度管理実施機関」の認定制度を開始致しました（2023年12月時点、認定登録11社）。

本認定制度は、イギリス保健省に属する行政機関であるUKHSA(UK Health Security Agency)プログラムにおける結果、および当協議会が定めた自主基準を満たすことを要件として認定し、認定された検査機関が、レジオネラ属菌の検査で一定以上の精度管理を行っていることを示しております。

【抗レジオネラ用空調水処理剤協議会（会員16社）】

アクアス（株）、オルガノ（株）、片山ナルコ（株）
栗田工業（株）、晃栄化学工業（株）、三葉化工（株）
ショーワ（株）、水 ing（株）、東西化学産業（株）
ダイヤアクソソリューションズ（株）、内外化学製品（株）
日本滌化化学（株）、伯東（株）、丸三化学産業（株）、
三浦工業（株）、三菱ケミカルアクア・ソリューションズ（株）



検査精度管理機関の
登録マーク

詳細



(公財)日本建築衛生管理教育センター刊行書籍一覧

令和5年12月1日現在

刊行書籍名		本体定価 (税別)	送料	概要	
季刊誌「ビルと環境」 年4回(3月・6月・9月・12月)発行	年間購読	2,400	640	建築物環境衛生管理技術者のための季刊誌で、実務の参考になることを目標とし、単なる技術誌ではなく、技術管理に関連をもつビル運営面なども含めた幅広い内容の季刊誌	
		合計 ￥3,280			
	単発購読	710	160		
		合計 ￥941			
新 建築物の環境衛生管理 3巻・付録セット (第1版第3刷)		10,500	700	厚生労働大臣登録建築物環境衛生管理技術者講習会テキスト(分巻販売不可) 令和4年9月30日発行	
		合計 ￥12,250			
第4版 レジオネラ症防止指針		2,400	270	平成21年発行「新版レジオネラ症防止指針」を8年ぶりに改訂し、レジオネラ症の現状と発生要因を明らかにし、その防止対策について総合的、積極的に新しい提案や助言を行っています。 平成29年7月31発行	
		合計 ￥2,910			
改訂 特定建築物における建築確認時審査のためのガイドライン		3,200	270	特定建築物の建築確認時に保健所が行う技術指導指針 平成17年発行「特定建築物における建築確認時審査のためのガイドライン」改訂版 平成28年6月20日発行	
		合計 ￥3,790			

※書籍の購入をご希望の方は、書籍名、部数、送付先の郵便番号、住所、氏名又は会社名(ご担当者名)、電話番号及び請求書宛名を明記のうえ、e-mail(henshu@jahmec.or.jp)またはFAX(03-5765-7041)にて下記までお申し込み下さい。

先に請求書を送りさせていただき、ご入金確認後の書籍発送とさせていただいております。
予めご了承くださいますよう何卒よろしくお願ひ申し上げます。

(公財)日本建築衛生管理教育センター 編集広報室

TEL 03-5765-0597

FAX 03-5765-7041

第51回建築物環境衛生管理全国大会
抄録集

令和6年1月18日 発行

編集・発行者 宇都宮 啓
発行所 (公財)日本建築衛生管理教育センター
〒100-0004
東京都千代田区大手町1丁目6番1号
大手町ビル7階743区
電話 03-3214-4627
URL <https://www.jahmec.or.jp>

後 援

- 厚生労働省
 - 東京都
 - (一社)日本公衆衛生学会
 - (公社)空気調和・衛生工学会
 - (一社)日本衛生学会
 - 日本環境管理学会
 - (一社)日本ビルヂング協会連合会
 - (公社)全国ビルメンテナンス協会
 - (一社)不動産協会
 - (公社)全国建築物飲料水管理協会
 - (一社)日本空調システムクリーニング協会
 - (公社)日本ペストコントロール協会
 - 全国管工事業協同組合連合会
 - (一財)日本公衆衛生協会
 - (一財)日本環境衛生センター
 - (公財)日本環境整備教育センター
 - (公社)日本空気清浄協会
 - (公社)ロングライフビル推進協会
 - (一社)全国管洗净協会
 - (公社)全国ハウスクリーニング協会
 - (一社)日本建築設備診断機構
(順不同)
- ※(公社):公益社団法人
※(公財):公益財団法人
※(一社):一般社団法人
※(一財):一般財団法人

公益財団法人 日本建築衛生管理教育センター

〒100-0004
東京都千代田区大手町1丁目6番1号
大手町ビル7階 743区
TEL (03) 3214-4627
<https://www.jahmec.or.jp>

