

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 北海道大学 大学院工学研究院 教授

研究要旨

本研究では、個別空調方式に特化した空気環境管理手法の確立と行政指導等を行う際のマニュアルを目指して、4つの研究を行い、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に資する科学的根拠を示す。

部会①は、個別空調における現状調査による建築物衛生法を踏まえた類型化と管理者や行政指導における課題を整理することで、中央空調方式と個別空調方式の違いによる課題を整理する。

部会②は、不適率上昇に関する調査により個別空調方式の管理方式や管理実態及び室内環境の差を明らかにし不適率上昇について分析する。

部会③と④は、個別空調方式に特化した空気環境管理手法の確立を目指し、管理手法に基づいた行政指導等を行う際のマニュアルを作成しその効果について調査する。以上により、管理者側、自治体側、双方に不足している情報を整備し、今後増えると予測される個別空調への効率的な行政指導等を行うことが可能となる。また、個別空調を備えた建物の空気環境が改善されることで、特定建築物全体の空気環境が改善され（不適率の上昇が抑えられ）、シックビルディング症候群を防除することができることが期待される。

本研究によって、以下の知見が得られた。個別空調方式は、在室者がエアコンや換気設備の操作を行う可能性が高いとともに、中央管理による安定した外気調整が行われないために、空気環境の室温差、時間変化及び季節による差が生じやすく、空気環境の不適率を上昇させる可能性が高く、行政報告例の不適率が高い相対湿度、温度、二酸化炭素では、上記の機序が強く関係している。この他に、個別空調方式では、個別換気設備が用いられる場合に、外調機のフィルターに比べてフィルター効果が低いために、室内の浮遊粉じん濃度が高くなる可能性がある。このような、個別空調方式の特性を踏まえた、維持管理手法と、それに基づいた行政指導に関するマニュアル案を作成した。

研究分担者

開原 典子 国立保健医療科学院  
柳 宇 工学院大学  
長谷川兼一 秋田県立大学  
中野 淳太 東海大学  
菊田 弘輝 北海道大学大学院  
李 時桓 信州大学

研究協力者

齋藤 敬子 日本建築衛生管理教育センター  
関内 健治 全国ビルメンテナンス協会  
谷川 力 ペストコントロール協会  
金 勲 国立保健医療科学院  
小林 健一 国立保健医療科学院  
東 賢一 近畿大学  
鍵 直樹 東京工業大学

## A. 研究目的

特定建築物における建築物環境衛生管理基準のうち、相対湿度、温度、二酸化炭素の不適合率が近年、上昇傾向にある。既往の研究「H29-R1「建築物環境衛生管理基準の検証に関する研究」により、その要因として、建築物の大規模化と用途の複合化により、建築物の衛生管理が複数のテナントによって行われ、中央一括管理ができないこと、省エネルギーを目的とした換気回数の減少があることを示すとともに、個別空調方式の使用が拡大してきたことも不適合率の上昇の要因の一つであることを示してきた。

既往研究「H29-R1「建築物環境衛生管理基準の検証に関する研究」により行った空気環境測定者

へのアンケート調査と自治体の建築物の衛生管理担当者へのヒアリング調査からは、個別空調の管理の難しさや立入検査時の難しさが指摘されるとともに、実態調査からは、室内空間のムラが大きいことが指摘された。個別空調の急速な普及に伴う運用管理手法の情報は不足している状況にあり、今般、より効率的な監視指導が求められるなか、個別空調方式に特化した空気環境管理手法の確立とその管理手法に基づいた行政指導等を行う際のマニュアルの検討が急務である。

本研究班では、これまでの特定建築物に関する既往研究で行った室内空気環境の測定データの蓄積がある。これらの中央一括管理方式のデータは、個別空調方式を用いて形成される室内空気環境の

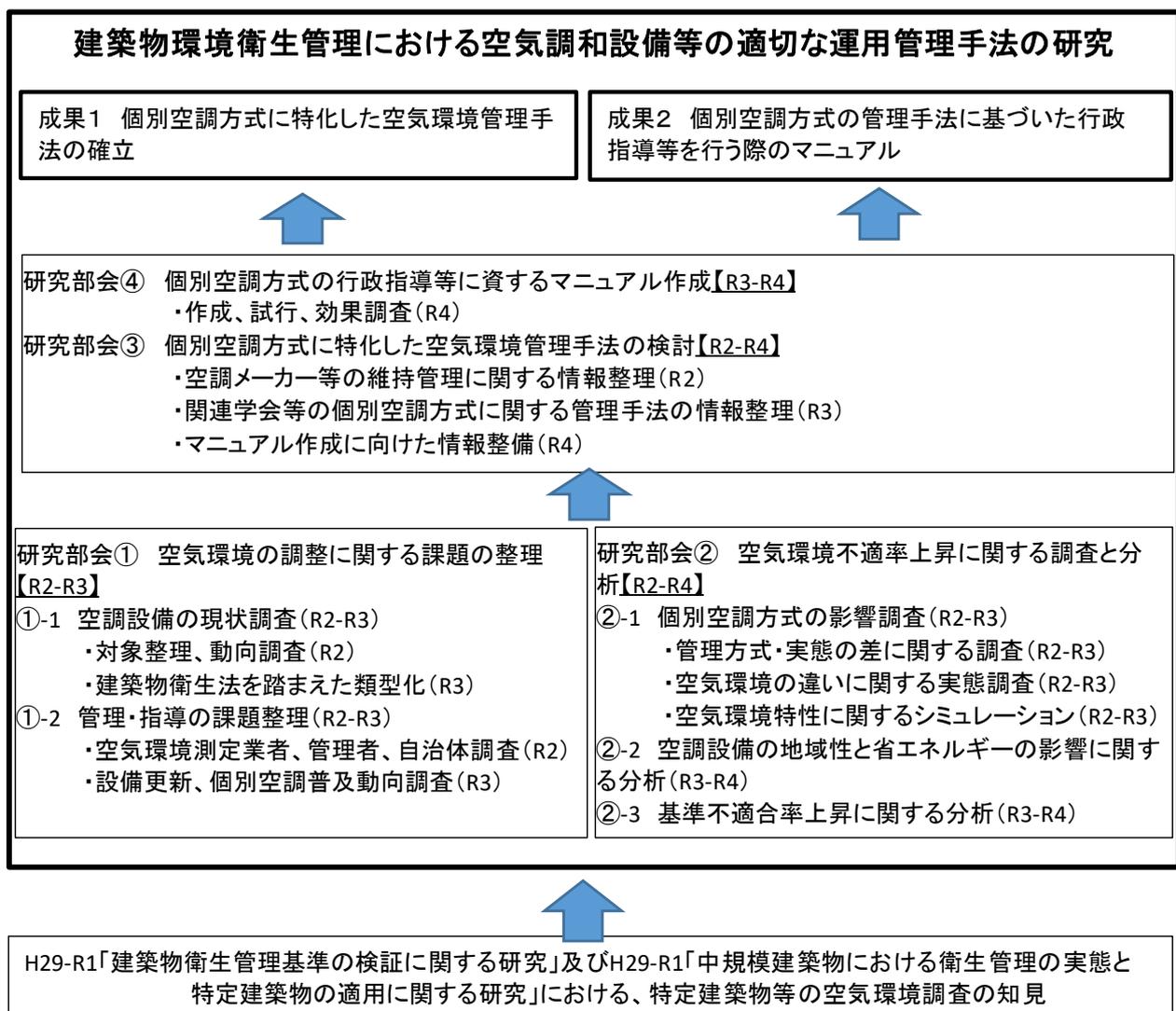


図1 研究の構造

比較対象として利用可能である。また、本研究は、自治体、ビルメンテナンス業の実情を踏まえた調査が必要であるが、本研究班では、公益財団法人日本建築衛生管理教育センター、公益社団法人全国ビルメンテナンス協会との共同や、建築物の衛生管理担当者との連携を行いながら、急速に普及する個別空調に関する現場に必要な情報を収集・整備することが可能である。

本研究は、3年間の研究期間で、中央空調方式と個別空調方式の設備の違い等に着目した特定建築物における空気環境調整の課題整理と、近年の建築物環境衛生管理基準の不適合率上昇との関連を分析し、個別空調方式に特化した空気環境管理手法の確立を目指すとともに、その管理手法に基づき、行政指導等を行う際のマニュアルの検討を行い、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に資する科学的根拠を示す。

## B. 研究方法

本研究班「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」は、①空気環境の調整に関する課題の整理、②基準不適合率上昇に関する調査と分析、③個別空調方式に特化した空気環境管理手法、④個別空調方式の行政指導に資するマニュアル作成の4つの研究部会から構成される。その具体的な研究計画及び方法を以下に示す。

### B1. 空気環境の調整に関する課題の整理【R2-R3】

本部会では、空気環境の調整に関する課題を整理するために、空調機器の現状調査を行い類型化するとともに、実態に応じた監視指導の課題を明らかにする。

#### B1-1. 空調設備の現状調査（中野/長谷川/菊田）

令和2年度は、本研究で対象とする個別空調方式の整理を行うとともに、空調設備メーカーに対する空調機器の種類や販売状況および開発動向に関するヒアリングを行う。令和3年度は、令和2年度に引き続き、空調設備メーカー調査を行うと

ともに、建築物衛生法の定義を踏まえて、類型化を行う。

#### B1-2. 管理・指導の課題整理（開原/ビル管/ビルメン/自治体（東京都・福岡等））

令和2年度は、空気環境測定業者、管理者、自治体の立入検査等を行う職員へのヒアリングとアンケート調査を行い個別空調に関する行政指導等の課題を明らかにする。なお、調査にあたっては、日本建築衛生管理教育センター、全国ビルメンテナンス協会の協力を得る。令和3年度は、令和2年度に行った自治体調査の中から、立入検査等に同行し、指導時の課題等の情報を収集するとともに、提出された設備の変更情報から自治体の個別空調の普及動向の調査を行う。

## B2. 空気環境不適合率上昇に関する調査と分析【R2-R4】

本部会では、空調方式の類型化を踏まえた空気環境の実態調査を行い、不適合率上昇の機序を解明する。

#### B2-1. 個別空調方式の影響調査（真菌・細菌：柳、放射・熱的分布・温熱指標：中野、建物設備・断熱性能：菊田、数値実験（CFD）：李、維持管理：開原/長谷川/李）

令和2年度は、用途や地域性を踏まえるとともに空調設備方式の違いにより20件程度を対象に、中央空調方式と個別空調方式の管理方式および管理実態の差に関する調査と、空気環境の違いに関する実測調査（空気環境の管理項目、浮遊真菌・細菌、PM2.5等）を行う。実測調査では、空気環境の時間変動、空間分布を明らかにする。また、実測調査の結果を利用して、空調方式による時間変動、空間分布に関するシミュレーションを行う。

令和3年度は、令和2年度と同様の方法で調査と測定および分析を継続し、個別空調の普及が基準不適合率上昇に与えている可能性とその機序を明らかにする。

#### B2-2. 空調設備の地域性と省エネルギーの影響に関する分析（菊田）

令和3年度は、令和2年度に行った調査物件の結果を用いて、地域性の観点から、個別空調方式を用いた場合の省エネルギー効果に関する分析を行う。令和4年度は、令和3年度に引き続き、分析を行う。

### B2-3 基準不適合率上昇に関する分析（林）

令和3年度は、個別空調方式に特化した管理手法や行政指導の改善が不適合率改善に与える効果を推定する。令和4年度は、令和3年度に続き、分析を行う。

### B3. 個別空調方式に特化した空気環境管理手法の検討【R3-R4】（柳）

本部会では、空調設備メーカーの維持管理情報収集と整理、機器のマニュアル・建物マニュアルの入手と整理、関連学会の情報整理を行うとともに、部会①および②の結果を踏まえて、空気環境の管理手法の案を作成する。

令和2年度は、部会①の空調設備の類型化と連携し、空調設備メーカーの個別空調方式に関する機器の維持管理マニュアルを入手し、その情報を整理する。令和3年度は、関連の学会情報から、個別空調方式の管理手法に関する情報を整理する。令和4年度は、部会①の管理・指導の課題整理と連携し、個別空調方式に特化した空気環境管理手法について、管理者用、行政担当者用等のレベルに分けたマニュアル作成に向けた情報整備を行う。

### B4. 個別空調方式の行政指導等に資するマニュアル作成【R4】（全員（とりまとめ開原））

本部会では、管理手法、様式の共通化、事例調査、パターン解析等を踏まえて、個別空調方式の行政指導に資するマニュアル案の作成を行う。令和4年度は、部会①～③までの一連の成果を踏まえて、個別空調方式の行政指導マニュアル案を作成し、自治体職員への試行と効果に関するヒアリングを行う。

## C. 研究結果

### C1. 空気環境の調整に関する課題の整理

個別空調設備に関する現状の把握および課題抽出を目的とし、個別空調に関わる業種をビル管理業、設備製造業、総合建設業（設備設計部門）の3つに分け、1社ずつヒアリング調査を行った。個別空調方式の管理マニュアルを作成していく上で、「個別空調方式」という大きな分類のみでは整理しきれない機器性能や管理実態の差異があることが示唆された。組み合わせられている換気設備や加湿設備の仕様の実態を明らかにし、中分類を検討することが望ましいと感ぜられる。

2017～2020年の夏季と冬季において、北海道、東京、埼玉、横浜、名古屋、大阪、福岡にある事務所建築物27件にて行った調査の再分析を行い、空気環境不適合率上昇における個別空調方式の影響を調査した。PAC+換気方式は外気の影響を大きく受け、特に相対湿度は不適合となる範囲まで分布しやすい傾向にあることがわかった。空気温度および気流速度については、衛生管理基準の範囲を超えることはまれであった。ISO17772-1による評価結果からは、PAC+換気方式において総合評価およびPMVの評価がカテゴリI～N/Aまで広く分布していることがわかった。これは、同一空間内でもインテリアとペリメータの空気温度および平均放射温度の差が大きくなる傾向にあるためであった。また、冬季の上下温度分布も中央方式より大きくなりやすいことが確認された。以上を総合すると、換気を伴う個別空調方式は外気湿度の影響を受けやすく、同一空間内の高さ方向および水平方向の環境に分布が生じやすいことがわかった。また、同じ空調方式でも建物間の差が生じやすいと言える。衛生管理において、個別空調方式では室内環境分布に着目した評価が重要になると考えられる。

空調方式に着目した延床面積や空調設備、エネルギー消費量等の動向を把握するために、建築設備情報年鑑・竣工設備データベース「ELPAC」（一般社団法人建築設備技術者協会）を用いて分析した。本研究では建築物データが多い6地域の事務

所建築についても着目した。その結果、以下のことがわかった。①竣工年度が新しくなるにつれて「個別空調方式」「個別空調方式+中央管理方式」の空調設備を導入する建築物が増加している。②加湿方式は「気化式」のものが大半である。「未導入」の割合は不明であるが、「個別空調方式」の方が相対的には「データなし・未導入」の割合が高いため、冬期の低湿度環境の形成の要因になっている可能性がある。③「年代を経るに従って原単位の中央値が小さくなる傾向が見られる。これは、設備機器の高効率化が進んでいることと整合していると推察できる。また、空調方式で比較すると、「中央管理方式」の方が原単位は若干小さい。

7事務所ビル9執務室の夏期と冬期における室内空気環境の測定結果より、夏期と冬期の室内温度、二酸化炭素濃度、夏期の相対湿度は総じて良好であったが、冬期に8室の相対湿度が40%を下回った。また、1室ではあるが、機械換気を止めており、その室内二酸化炭素濃度の中央値が1200ppm、最大値が1600ppmであった。換気運転を行うように啓発する必要性が示唆された。たばこ煙による室内浮遊微粒子濃度の上昇や、加湿器と考えられる浮遊微粒子と浮遊細菌濃度の異常な上昇がみられたことから、運用時における適切な衛生管理は必要であることが示された。

空調設備の地域性と省エネルギーの影響に関する分析において、個別熱源、中央熱源、ハイブリッド方式において、データベースに基づく機器選定後の熱源機器容量等（設計時、実態）を分析し、比較した。また、個別熱源方式をベースとした上で、シミュレーションに基づく空調用の一次エネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量（運用時、計算）を計算し、比較した。得られた知見を以下に示す。1. 空気調和設備のエネルギー消費性能が向上するにつれて冷暖房ごとの熱源機器容量が小さく、個別熱源は中央熱源に比べて熱源機器容量が大きくなる傾向がある。2. 中央熱源方式は個別熱源方式に比べて約45%の増加に対し、主に搬送系の削減に伴い、

ハイブリッド方式は個別熱源方式に比べて約15%の増加に抑えられる。3. 同じ年間熱負荷の基で、個別熱源方式におけるAPF、省エネルギー手法による削減率を段階的に示し、札幌では特に全熱交換器、東京と那覇では他にも外気冷房システムが省エネルギー化に繋がることを確認された。4. カーボンニュートラルの視点から、個別熱源方式における電力主体とガス主体の一次エネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量を示し、特に札幌は冷熱源に電力、温熱源にガスを選択することで、さらなる省エネルギー効果が期待できる。5. 北海道と沖縄を除く45都府県の県庁所在地を対象とした個別熱源方式において、トップランナーの温暖地仕様であれば、空調用で200MJ/(m<sup>2</sup>・年)前後に抑えられる。

個別空調に特化した行政指導に資する維持管理マニュアル（案）の作成にあたり、「設備業者等による定期点検時の管理者の留意事項」、個別空調方式に特化した立入検査に資する情報として「基本的な指導の流れ」と「立入検査及び報告徴取の事例」について、東京都の事例を紹介した。

また、これまでに「建物の空調設備と維持管理」に関する質問紙調査（夏期・冬期）の結果を報告している。質問紙調査の結果から、平時と比較してCOVID-19の感染拡大後は、感染対策として行っている窓開け換気により、空調設備を用いた室内の温熱環境調整が難しくなっているという回答が得られていることについて、郵送調査において、その実態の一端を捉えるデータを得ることができた。本研究班では、建築物衛生法によって管理されない建物も含めて調査を行っているが、COVID-19による感染症対策の一つである換気対策が行われた際の測定結果から、一部の建物を除いて、二酸化炭素濃度が1,000ppm以下のより外気に近い値となっていることが確認された。一方、湿度は、既往の調査結果よりもさらに低湿度環境となっていることをとらえるデータが得られた。この結果は、「建物の空調設備と維持管理」

に関する質問紙調査（夏期・冬期）の結果の感染症対策に関する行動と符合するものである。COVID-19 の感染症対策としてとられた換気対策や行動変容が、空気調和設備等の運用管理に影響していくのか、継続的に動向を調査し、新たな感染症対策の一助なるべく、今後も調査を継続していくことは重要であると思われる。

## C2. 空気環境不適合率上昇に関する調査と分析

特定建築物で最も多い事務所ビルに注目して、衛生環境と健康影響の実態に関する基礎情報を入手するために、特定建築物に関する行政報告例の分析、特定建築物及び中規模建築物の空気環境を中心とした実態調査を行った。山形県から沖縄県までの全国の事務所 42 件の夏期及び冬期の 5 日間の執務時間帯の室内空気環境測定データを用いて、室内空気環境の特性、建築物環境衛生管理基準の適合状況に関する分析を行った結果、以下の知見を得た。

- ① 執務時間内の室内空気環境変化については、冬期の温度、絶対湿度、冬期と夏期の CO<sub>2</sub> 濃度に上昇傾向がみられる。
- ② 事務所ビル毎の温度、湿度、CO<sub>2</sub> 濃度、PMV 概算値については、冬期の温度が高いほど相対湿度が低い傾向が伺えるとともに、PMV は温度に依存している。
- ③ 対象全体の不適時間率については、温度は冬期 1%夏期 26%、相対湿度は冬期 65%夏期 19%、CO<sub>2</sub> 濃度は冬期 39%夏期 43%であった。

行政報告例の不適合率と比較すると、中小規模で個別空調が多い対象では、換気と加湿の制御が十分ではない場合が多いことが要因として挙げられる。

COVID-19 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た。夏期の熱中症、冬期の寒さ対策を踏まえた換気対策を示すなど、WHO 等の国外の情報、国内のクラスター調査の知見を踏まえ、日本独自の対策が発信された。また、感染

抑制に必要な換気量、空気の流れに関する定量的な知見が非常に少ないと共に、変異株の流行の影響に関する定量的な推定も困難である中、国立感染症研究所はエアロゾル感染に関する整理を行い、政府の新型コロナウイルス感染症対策分科会は、エアロゾル感染対策として、空気の流れを考慮した効率的な換気方法を示した。これらの対応は、今後の新興再興感染症への対策に影響し、パンデミック時の空調換気運転のあり方、建築設備の設計と維持管理に関する課題を提起した。しかし、COVID-19 のパンデミックに伴って、二酸化炭素濃度の不適合率が急激に低下し、温度の不適合率が上昇した。行政報告例の空気環境不適合率は、COVID-19 パンデミックに伴って、推奨された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によって、室内二酸化炭素濃度が低下したと考えられる。また、同様の理由で温度の不適合率が増加したと考えられる。

行政報告例の空気環境不適合率は、相対湿度、温度、二酸化炭素濃度の不適合率は、2019 年まで、基本的な上昇傾向が継続している。2000 年以降、個別空調方式の比率が高まることで、相対湿度、温度、二酸化炭素濃度の不適合率上昇の要因になった可能性がある。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。このような機序によって、報告聴取の増加、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合率が上昇したと考えられる。

建築物衛生法によって管理されない建物も含めて、平時の事務所ビルにおける室内温湿度の再解析を行った。約 60 件の事務所ビルの夏期と冬期の測定結果より、平時の場合、温度は、多くの建物が建築物衛生法の基準に近い状況にあり、個別の空調方式を用いている 2,000～3,000 m<sup>2</sup>の中規模ビ

ルや 2,000 m<sup>2</sup>未満の小規模ビルであっても、調整可能であることが示唆された。一方で、冬期の相対湿度の結果は、気化式の加湿設備や空調の個別方式が増えている今般の平時の事務所ビルの低湿度環境の傾向を示しており、既往の研究と同様に、運用に課題があるといえる。本研究班では、COVID-19 の発生から終息までの感染症対策の変化を踏まえて、平時だけでなく、感染症対策等の緊急時の情報も含めた管理手法に関する情報整理を行ってきているが、空調設備の動向とともに維持管理のあり方についても、継続的に情報を更新していくことが必要であるといえる。

### C3. 個別空調方式に特化した空気環境管理手法の検討

既往研究 1「(建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究, 平成 26~28 年度厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業))と、既往研究 2「中規模建築物における衛生管理の実態と特定建築物の適用に関する研究, 平成 29~令和 1 年度厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)」の調査結果を用い、空調方式別の視点から中央方式空調システム(中央方式)と個別方式空調システム(個別方式)を採用した建築物の室内環境を比較した結果、下記の事柄が分かった。

- 温度：季節と空調方式を問わず、室内温度は建築物衛生法の管理基準値を満足した。また、個別方式の温度設定が居住者に任せているため、中央方式に比べると冬期に 0.5℃高く、夏期に 0.4℃低くなっている。
- 相対湿度：夏期では建築物衛生法の管理基準値を満足したが、冬期では空調方式を問わず、40%を下回った。また、冬期では個別方式より中央方式の方が 5%程度高かった。
- CO<sub>2</sub> 濃度：季節を問わず何れの方式においても、室内濃度の中央値が 1000ppm を下回った。
- 浮遊微生物：季節を問わず室内浮遊細菌濃度が建築学会の維持管理基準値の 500cfu/m<sup>3</sup> を満足した。また、中央方式に比べ、個別方式の

方が高い値を示した。一方、浮遊真菌については、夏期の個別方式の室内濃度の中央値が 50cfu/m<sup>3</sup> を上回ったが、ほかは当該基準を満足した。

- 浮遊粒子：季節を問わず、中央方式より個別方式の室内粒径別浮遊粒子濃度が高い値を示した。浮遊微生物の測定結果と併せて考えると、個別方式を採用した室内の粒子状物質のろ過性能が劣っている。

また、個別方式空調と中央方式空調における感染性エアロゾルに起因する感染リスクの比較を行った。個別方式空調機のフィルタが標準仕様(MERV 1)の場合の感染確率は、一般に中性能フィルタ(MERV12 以上)が備えられる中央方式空調の場合に比べ約 2 倍高くなる。従って、個別方式の空調機(パッケージエアコン)のフィルタを中性能(MERV12 以上)にグレードアップすることが望ましい。

空調方式の違いによる室内環境の違いについて、セントラル空調と個別空調を併用した場合、各空調方式を単体で使用した場合を対象に、CFD 解析による検討を行った。セントラル空調と個別空調を併用した場合について解析を行った結果、セントラル空調のみでは吹出口、風向等の位置関係により温度ムラが生じてしまうが、個別空調を使用することでこの問題を解消することが可能である。空調温度設定、風量設定が等しい場合でも、空調方式の違いによる温度ムラに差が生じた。セントラル空調のみを使用した場合は、気流の滞留などにより温度ムラが生じてしまい、室内温度分布を一定に保とうと制御をかけてもある程度の誤差が生じてしまった。これに比べて、個別空調を使用することで、熱源の局所排気などが行われ、居室の利用数が減少した場合でも室環境の制御が容易になると考えられる。

個別空調の使用率拡大に伴い、立入検査時の難しさや運用管理手法の情報不足が課題として挙げられ、より効率的な監視指導が求められている。特に建築物環境衛生管理では「測定点」、「測定時期」が重要なキーワードであり、本研究では CFD

解析（数値流体解析）を用い、オフィス空間における「測定点」、「測定時期」について検討し、現状の空調・換気方式の使用により、室内分布（温度、湿度、CO<sub>2</sub>、気流速度など）を明らかにし、冬期の暖房期間、夏期の冷房期間に対する「測定点」による違いについて考察した。

以上に基づいて、個別空調方式に特化した空気環境管理手法の確立、その管理手法に基づいた行政指導のガイドライン案を作成した。本ガイドラインでは、1章 個別空調方式に特化した維持管理法、2章 個別空調方式に特化した立入検査を示している。1章 個別空調方式に特化した維持管理法では、個別空調方式の特徴で、個別空調の普及の状況近年の動向、個別空調方式の運転と省エネルギー性、個別方式の種類と類型化、室内空気環境の課題を示した上で、個別空調方式に特化した維持管理として、日常の維持管理方法、設備業者等による定期点検、設備業者等による定期点検時の管理者の留意事項を示した。また、その他の留意事項として、個別空調機からの害虫の侵入、感染拡大時の換気の確保について、示した。

#### C4. 個別空調方式の行政指導等に資するマニュアル作成

管理手法、様式の共通化、事例調査、パターン解析等を踏まえて、個別空調方式の行政指導に資するマニュアル案の作成を行った。

マニュアルを用いた自治体職員への試行と効果に関しては、十分な結果が得られていないものの、今後のデジタル技術の導入を見据えた現状の限界と課題に関する記述が必要である等の意見が得られている。

以上に基づいて、個別空調方式に特化した空気環境管理手法の確立、その管理手法に基づいた行政指導のガイドライン案を作成した。本ガイドラインでは、1章 個別空調方式に特化した維持管理法、2章 個別空調方式に特化した立入検査を示している。2章 個別空調方式に特化した立入検査では、個別空調方式の留意点、基本的な指導の流れ、空気環境の測定方法、空気環境測定点の考え方を示し、立入検査及び報告徴取の事例を紹介した。

#### D. 結論

個別空調方式は、在室者がエアコンや換気設備の操作を行う可能性が高いとともに、中央管理による安定した外気調整が行われないために、空気環境の室間差、時間変化及び季節による差が生じやすく、空気環境の不適率を上昇させる可能性が高く、行政報告例の不適率が高い相対湿度、温度、二酸化炭素では、上記の機序が強く関係している。この他に、個別空調方式では、個別換気設備が用いられる場合に、外調機のフィルターに比べてフィルター効果が低いため、室内の浮遊粉じん濃度が高くなる可能性がある。このような、個別空調方式の特性を踏まえた、維持管理手法と、それに基づいた行政指導に関するマニュアル案を作成した。

#### E. 研究発表

##### 1. 論文発表

- 1) Motoya Hayashi, U Yanagi, Yoshinori Honma, Yoshihide Yamamoto, Masayuki Ogata, Koki Kikuta, Naoki Kagi, Shin-ichi Tanabe ; Ventilation Methods against Indoor Aerosol Infection of COVID-19 in Japan ; Atmosphere 14(1) 150-150, 2023.01.10
- 2) 林基哉, 環境工学からの情報発信-予期せぬ事態に専門家がとるべきスタンスとは(<連載> コロナ備忘録), 日本建築学会建築雑誌, p36-39, 2023.01
- 3) 林基哉, 建築物環境衛生研究者からみた環境過敏症 建築物の換気不良と室内空気環境の実態, 室内環境 25, p33-40, 2022
- 4) 林基哉, 【特集】COVID-19 を振り返る 日本政府による新型コロナウイルス感染症のエアロゾル感染対策, 空気清浄 60 巻 5 号, 2023. 01.31
- 5) 赤松大成, 森太郎, 林基哉, 羽山広文, 新型コロナウイルス感染症流行下の寒冷地の学校教室

- における室内環境と換気代替手法の評価, 日本建築学会環境系論文集 Vol.803 p43-49,2023.01
- 6) 金勲,阪東美智子,小林健一,下ノ菌慧,鍵直樹,柳宇,菊田弘輝,林基哉, 接待を伴う飲食店における室内環境と感染症対策 (その1): 建築設備の概要及びコロナ禍における換気運用と感染状況, 日本建築学会環境系論文集 Vol.806 p300-306,2023.04
- 7) 東 賢一. 室内化学物質汚染の現状と対策. クリーンテクノロジー; 30(2), 41-45, 2020.
- 8) 柳 宇: エアフィルタ, 空気清浄機, 紫外線殺菌照射 (UVGI), ビルと環境, No.173, pp.18-24, 2021.
- 9) 柳 宇: ウイルス感染拡大を抑えるために設備設計者ができること, MET, 第 32 号, pp.4-9, 2021.
- 10) Motoya Hayashi, State of Poor Ventilation and Indoor Air Environment in Buildings - Environmental Hypersensitivity from Perspective of a Building Environmental Hygiene Researcher -, Indoor Environment, Vol25, No1, pp.1-8, 2022.
- 11) 林基哉, 室内環境における新型コロナウイルスの性質と感染対策,ビルと環境, No.173, pp.1-9,2022.
- 12) 林基哉, 新型コロナウイルス感染症対策のための二酸化炭素濃度の測定と換気制御,ビルと環境, No.174, pp.1-9, 2022.
- 13) Takashi Kurabuchi, U. Yanagi, Masayuki Ogata, Masayuki Otsuka, Naoki Kagi, Yoshihide Yamamoto, Motoya Hayashi and Shinichi Tanabe, Operation of air-conditioning and sanitary equipment for SARS-CoV-2 infectious disease control. Japan Architectural Review, 4, 423-434, 2021. <https://doi.org/10.1002/2475-8876.12238>
- 14) 林基哉, 我が国における新型コロナウイルス感染症に対する建築環境対策, 空気調和・衛生工学 第 95 巻, pp.381-388, 2021.05
- 15) Motoya Hayashi, U Yanagi, Yoshinori Honma, Yoshihide Yamamoto, Masayuki Ogata, Koki Kikuta, Naoki Kagi, Shin-ichi Tanabe ; Ventilation Methods against Indoor Aerosol Infection of COVID-19 in Japan ;Atmosphere 14(1) 150-150, 2023.01.10
- 16) 林基哉, 環境工学からの情報発信-予期せぬ事態に専門家がとるべきスタンスとは(<連載> コロナ備忘録), 日本建築学会建築雑誌,p36-39,2023.01
- 17) 林基哉, 建築物環境衛生研究者からみた環境過敏症 建築物の換気不良と室内空気環境の実態,室内環境 25,p33-40,2022
- 18) 林基哉, 【特集】COVID-19 を振り返る 日本政府による新型コロナウイルス感染症のエアロゾル感染対策, 空気清浄 60 巻 5 号, 2023. 01.31
- 19) 赤松大成, 森太郎, 林基哉, 羽山広文, 新型コロナウイルス感染症流行下の寒冷地の学校教室における室内環境と換気代替手法の評価, 日本建築学会環境系論文集 Vol.803 p43-49,2023.01
- 20) 金勲,阪東美智子,小林健一,下ノ菌慧,鍵直樹,柳宇,菊田弘輝,林基哉, 接待を伴う飲食店における室内環境と感染症対策 (その1): 建築設備の概要及びコロナ禍における換気運用と感染状況, 日本建築学会環境系論文集 Vol.806 p300-306,2023.04
- 21) 柳 宇: コロナウイルス対策として空調・換気設備ができること, 住まいと電気, 第 34, 第 8 号, 5-8. 2022. ISSN 2187-8412.

## 2. 学会発表

- 1) 川崎嵩, 菊田弘輝, 林基哉, 阪東美智子, 長谷川兼一, 澤地孝男, 新型コロナウイルス感染下における居住リテラシーに関する WEB 調査 そ

- の2 冬期の調査結果,日本建築学会学術講演梗概集,p901-902,2022.07
- 2) 尾方壮行,山本佳嗣,鍵直樹,林基哉,田辺新一,デスクパーティションが呼吸器エアロゾル粒子への曝露に与える影響,日本建築学会学術講演梗概集,p1331-1332,2022.07
  - 3) 金勲,阪東美智子,小林健一,下ノ菌慧,鍵直樹,柳宇,菊田弘輝,林基哉,接待を伴う飲食店における換気と室内環境 感染症対策に関する実態調査,日本建築学会学術講演梗概集,p1355-1358,2022.07
  - 4) 山本直輝,菊田弘輝,長谷川麻子,林基哉,新型コロナウイルス感染症のクラスター感染が発生したコールセンターの空気環境,日本建築学会学術講演梗概集,p1547-1548,2022.07
  - 5) 赤松大成,森太郎,五宮光,林基哉,羽山広文,換気方式の異なる室内空間における換気効率の比較,日本建築学会学術講演梗概集,p2093-2094,2022.07
  - 6) Azuma K, Kagi, N, Yanagi U, Kim H, Hasegawa K, Shimazaki D, Kaihara N, Kunugita N, Hayashi M, Kobayashi, K, Osawa H. Effects of the total floor area of an air-conditioned office building on building-related symptoms: characteristics of winter and summer. The 16th international conference of Indoor Air Quality and Climate, Philadelphia, PA, USA, November 1-5, 2020.
  - 7) 東賢一、鍵直樹、柳宇、金勲、開原典子、林基哉、大澤元毅. オフィスビル労働者のビル関連症状と室内空気汚染物質との関係に関する縦断調査. 第93回日本産業衛生学会, 旭川, 2020年5月13日-16日.
  - 8) 渡邊健介, 柳宇, 殷睿: HEPA フィルタ付きの空気清浄機による大空間空気浄化性能の実証, 2021年室内環境学会学術大会講演用要旨集, pp.82-83, 2021.
  - 9) 殷睿, 柳宇, 渡邊健介: COVID-19に関する自宅療養のリスク低減方法の実証, 2021年室内環境学会学術大会講演用要旨集, pp.80-81, 2021.
  - 10) 山崎佑基, 菊田弘輝, 玉村壮太, 林基哉, 室内環境が新型コロナウイルスの空気感染に与える影響に関する実験法, 日本建築学会大会梗概集, 2021.9
  - 11) 松永崇孝, 菊田弘輝, 吉住佳子, 林基哉, 学校教室を対象とした新型コロナウイルス感染症対策における換気と空気清浄の効果検証, 日本建築学会大会梗概集, 2021.9
  - 12) Kenichi AZUMA, Naoki KAGI, U YANAGI, Hoon KIM, Noriko KAIHARA, Motoya HAYASHI, Haruki OSAWA. Effects of suspended particles, chemicals, and airborne microorganisms in indoor air on building-related symptoms: a longitudinal study in air-conditioned office buildings. Healthy Buildings 2021 – Europe Proceedings of the 17th International Healthy Buildings Conference 21-23 June 2021; ISSN: 2387-4295 (SINTEF Proceedings (online)). ISBN: 978-82-536-1728-2 (pdf). SINTEF Proceedings no 9. Paper5.2.
  - 13) 開原典子, 島崎大, 齋藤敬子, 金勲, 東賢一, 中野淳太, 樺田尚樹, 柳宇, 鍵直樹, 長谷川兼一, 建築物の環境衛生管理の実態に関する全国調査 その11 中規模建築物の環境衛生管理の実態. 第80回日本公衆衛生学会総会; 2021.12; 東京 (ハイブリッド). 抄録集 P-21-12. p. 488.
  - 14) 川崎嵩, 菊田弘輝, 林基哉, 阪東美智子, 長谷川兼一, 澤地孝男, 新型コロナウイルス感染下における居住リテラシーに関するWEB調査 その2 冬期の調査結果, 日本建築学会学術講演梗概集, p901-902, 2022.07
  - 15) 尾方壮行, 山本佳嗣, 鍵直樹, 林基哉, 田辺新一, デスクパーティションが呼吸器エアロゾル粒子への曝露に与える影響, 日本建築学会学術講演梗概集, p1331-1332, 2022.07

- 16) 金勲,阪東美智子,小林健一,下ノ菌慧,鍵直樹,柳宇,菊田弘輝,林基哉, 接待を伴う飲食店における換気と室内環境 感染症対策に関する実態調査, 日本建築学会学術講演梗概集,p1355-1358,2022.07
- 17) 山本直輝,菊田弘輝,長谷川麻子,林基哉, 新型コロナウイルス感染症のクラスター感染が発生したコールセンターの空気環境, 日本建築学会学術講演梗概集,p1547-1548,2022.07
- 18) 赤松大成,森太郎,五宮光,林基哉,羽山広文, 換気方式の異なる室内空間における換気効率の比較, 日本建築学会学術講演梗概集,p2093-2094,2022.07
- 19) 柳宇, 林基哉, 中野淳太, 菊田弘輝, 本間義規, 長谷川兼一: 建築物の空調換気設備と環境衛生の実態 その1 空調・換気方式別における空気環境の比較, 公衆衛生学会, 2022.
- 20) 林基哉, 菊田弘輝, 柳宇, 中野淳太, 鍵直樹, 長谷川兼一, 東賢一, 本間義規, 小林健一, 阪東美智子, 金勲, 開原典子: 建築物の空調換気設備と環境衛生の実態 その2 COVID-19 事例における空調換気の調査, 公衆衛生学会, 2022.
- 21) 開原典子, 柳宇, 林基哉: 建築物における空気調和設備の維持管理に関する調査, 2022年室内環境学会学術大会講演要旨集, 150-151, 2022.

## **F. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）**

### **1. 特許取得**

なし

### **2. 実用新案登録**

なし

### **3. その他**

なし

