

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）  
分担研究報告書

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  
管理・指導の課題整理

研究分担者	開原 典子	国立保健医療科学院 生活環境研究部	主任研究官
研究分担者	柳 宇	工学院大学 建築学部	教授
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

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空調設備と維持管理に関する質問紙調査を行い、COVID-19 等感染症対策が行われる前と感染症対策が行われた後で、困難な状態に陥っていないか等を把握した。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考えられた。

今後、詳細な分析が必要であるものの、感染症対策による空調設備等の運用管理手法の変化も含めて、COVID-19 等感染症対策後の室内環境調査データの分析が必要である。また、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、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の整理が望まれている。

#### A. 研究目的

個別空調の急速な普及に伴い、効果的な指導助言に資する運用管理手法の情報は不足していることから、本研究部会では、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ことを目指している。具体的には、不適合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することで、不適合率上昇の分析を行い、これらの結果を個別空調方式に特化した空気環境管理手法の確立や管理手法に基づいた行政指導等を行う際のマニュアル作成のための礎とする。

これまでに、約 40 件の事務所ビルの夏期と冬期の温湿度を調査した結果<sup>1)</sup> から、建築物衛生法によって管理されない建物において、温度は夏期および冬期ともに概ね基準に近い状況で良好に管理されていること、相対湿度は冬期に基準を下回りその管理と運用に課題があることを示している。

これらの平時に行った調査物件に対して、感染症拡大後の空調換気設備と維持管理に管理の状況を把握する。

#### B. 研究方法

空調換気設備と維持管理公益社団法人全国ビルメンテナンス協会の協力の下、令和 2 年度までに、「特定建築物及び中規模建築物における室内環境と建築物利用者の健康に関する調査」<sup>注1)</sup>において、「温度・湿度・CO<sub>2</sub>測定（1 台設置）」を実施した会員企業を対象として建物の空調設備と維持管理に関する質問紙調査を行った。

以下に冬期に行った質問項目と夏期に行った質問項目を示す。

#### C. 研究結果

##### C1. 冬期の空調換気設備と維持管理<sup>2)</sup>

調査は 2021 年 2 月から 3 月にかけて 55 件の

(冬期の質問項目)

I 【測定場所について】CO<sub>2</sub>測定機器を設置する場所と状況について、教えてください。

問1 測定室について、該当する番号一つ選んで○をつけてください。
1. 前回と同じ 2. 前回と異なる
【1. 前回と同じ 2. 前回と異なる】と回答した方にうかがいます。
測定場所は、どのような部屋ですか。( )

問2 測定対象室の状況について、以下の項目に数値を記入してください。

- 1. 床面積：約 ( ) m<sup>2</sup>
2. コロナ前の在室人数：約 ( ) 人
3. コロナ後の在室人数：約 ( ) 人
4. 入居階数：( ) 階

問3 測定対象室の空調方式について、該当する番号一つ選んで○をつけてください。

- 1. 中央方式 2. 個別方式 3. 中央・個別併用方式 4. わからない
【1. ~ 3. の空調運転している」と回答した方にうかがいます。
i 温度・湿度の設定について、場所や数値を記入してください。
a. 温湿度測定位置 ( )
b. 測定期間中の温湿度設定値：温度 ( °C)、湿度 ( %)
ii 居室で操作できるものについて、該当する記号すべて選んで○をつけてください。
a. 無 b. モード設定 (自動・暖房・冷房・送風) c. 風量設定
d. 温度設定 e. 湿度設定
f. その他 ( )

問4 測定対象室の空調制御について、該当する番号一つ選んで○をつけ、運転時間等の運用方法を記入してください。

- 1. 個別制御 ( )
2. グループ制御 ( )
3. パターン制御 ( )
4. その他 ( )
5. わからない ( )

問5 測定対象室の換気設備について、該当する番号一つ選んで○をつけてください。

- 1. 第1種換気 2. 第2種換気 3. 第3種換気 4. わからない

問6 測定対象室の換気量について、以下の項目に数値や内容を記入してください。

- 1. 設計換気量 ( m<sup>3</sup>/h) または換気回数 ( 回/h)
2. CO<sub>2</sub>制御 ( ppm)
3. その他のデマンドコントロール ( )
4. わからない

問7 熱回収の有無について、該当する番号一つ選んで○をつけてください。

- 1. 無 2. 有 3. わからない

問8 加湿装置等について、該当する番号すべてを選び○をつけてください。

- 1. 無 2. 空調設備に組み込まれている (別々の機器でも同じ測定対象室にある場合を含む)
3. ポータブル加湿器 4. その他 ( )
【2. の空調設備に組み込まれている」と回答した方にうかがいます。
加湿方式について、該当する記号一つ選んで○をつけてください。
a. 気化式 b. 蒸気式 c. 水噴霧式 d. ハイブリット式
e. その他 ( )
f. わからない

問9 空調機等のフィルタの使用について、該当する番号に○をつけ、備えている機器の種類(空調機、換気設備等)を記入してください。

- 1. 無 ( )
2. プレフィルタ ( )
3. 中性能フィルタ ( )
4. 高性能フィルタ ( )
5. わからない ( )

II 維持管理

問10 職場での新型コロナウイルス感染症対策について、該当する番号すべてに○をつけ、その項目の数値や運転時間等の運用方法を記入してください。(複数回答)

- 1. 換気量増加 ( )
2. フィルタメンテ・交換 ( )
3. CO<sub>2</sub>モニタリング ( )
4. 温度のモニタリング ( )
5. 相対湿度のモニタリング ( )
6. 勤務形態 ( )
7. その他 ( )

問11 個別空調方式について、以下の項目を記入してください。

- 1. 維持管理しやすい点 ( )
2. 維持管理で苦慮する点 ( )
3. よくある不具合 ( )
4. 自治体等立入検査での指摘事項 ( )
5. その他 ( )

(夏期の質問項目)

CO<sub>2</sub>測定機器を設置する場所と状況について、教えてください。

問1 測定室について、該当する番号一つ選んで○をつけてください。
1. 前回と同じ 2. 前回と異なる
【1. 前回と同じ 2. 前回と異なる】と回答した方にうかがいます。
測定場所は、どのような部屋ですか。( )

問2 測定対象室の状況について、以下の項目に数値を記入してください。

- 1. 今回の測定期間中の在室人数：平均 約 ( ) 人
2. 床面積：前回と異なる場所の場合のみお答えください。一約 ( ) m<sup>2</sup>
3. 入居階数：前回と異なる場所の場合のみお答えください。→ ( ) 階

問3 測定対象室の空調運転について、現状や冬期と夏期の違い、困っていること等を記入してください。

- 1. 設定値について
i 温度・湿度の設定について、場所や数値を記入してください。
a. 温湿度測定位置・センサのある場所 ( )
b. 測定期間中の温湿度設定値：温度 ( °C)、湿度 ( %)
2. 運転・維持管理について

冬期(2021年2月)と比べて、異なる点を記入してください。

- 3. 冬期(2021年2月)と比べて、困ったこと・困っていること
a. 温度に関することで、困ったこと・困っていることを記入してください

b. 湿度に関することで、困ったこと・困っていることを記入してください

- c. 換気(窓開け換気も含む)に関することで、困ったこと・困っていることを記入してください

d. 結露に関することで、困ったこと・困っていることを記入してください

- e. 調整・制御性に関することで、困ったこと・困っていることを記入してください

f. その他、困ったこと・困っていることを記入してください

問4 職場での新型コロナウイルス感染症対策に関して、冬期と比べて異なる点、さらに力を入れていることについて、該当する番号すべてに○をつけ、その項目の数値や運転時間等の運用方法を記入してください。(複数回答)

- 1. 換気量増加 ( )
2. フィルタメンテ・交換 ( )
3. CO<sub>2</sub>モニタリング ( )
4. 温度のモニタリング ( )
5. 相対湿度のモニタリング ( )
6. 勤務形態 ( )
7. その他 ( )

問5 その他、個別空調方式を含む室内空気環境の調整について、お困りごとなどございましたら、ご自由にご記入ください。

企業に対し実施された。調査対象室は、前回までに調査を行った場所と同じであるという回答を得ている。各質問に対する回答は、以下の通りであった。

図1に調査対象室の床面積の回答を示す。対象の42%（23件）が100㎡未満、100㎡以上200㎡未満が25%（14件）、200㎡以上300㎡未満が16%（9件）、300㎡以上が11%（6件）、無回答が6%（3件）という内訳であった。

図2にコロナ前後の在室人数の回答を示す。コロナ前より在室人数が減っている35%、同じ65%であった。

図3に対象室の空調方式の回答を示す。個別方式が73%と最も多く、次いで、中央・個別併用方式11%、中央方式7%の順であった。

図4に対象室の温度設定値の回答を示す。設定値としては、24℃以上25℃未満が23%（12件）と最も多く、次いで、25℃以上26℃未満19%、22℃以上23℃未満・23℃以上24℃未満・26℃以上27℃未満がそれぞれ10%等の順であった。

図5に対象室の湿度設定値の回答を示す。不明や無回答を合わせると70%（36件）となり、湿度の管理状態を把握していないと思われる。設定値を把握している場合にも、40%以上50%未満および50%以上60%未満がそれぞれ10%（5件）、40%未満6%（3件）、60%以上2%（1件）であった。

図6に対象室で操作可能な空調に関する設定の回答（複数回答）を示す。最も多いのは、モード設定（自動・暖房・冷房・送風）33%（44件）、次いで、温度設定32%（43件）、風量設定29%（39件）の順であった。湿度設定について、4%（5件）が室内で操作可能であると回答している。

図7に対象室の空調制御に関する回答を示す。最も多いのは個別制御72%（42件）であった。わからないという回答もみうけられるものの、グループ制御やパターン制御を行っている場合が含まれている。

図8に対象室の換気設備の回答を示す。最も多いのは第1種換気35%（19件）、次いで、第3種換気22%（12件）、第2種換気7%（4件）であ

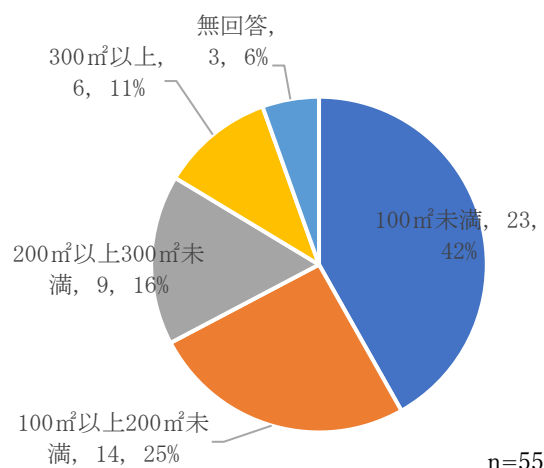


図1 対象室の床面積

n=55

った。わからないとの回答も27%（15件）ある。図には示さないものの、換気量について、CO<sub>2</sub>制御していると回答の対象室も4件含まれていた。このように、どのような仕組みで換気量が設定されているのかわかっているという回答がある一方で、わからないという回答も40件あった。

図9に対象室の熱回収の有無の回答を示す。熱回収が無いとの回答が34%（19件）、有るとの回答が24%（13件）、わからないとの回答が40%（22件）であった。

図10に加湿装置等の設置状況（複数回答）の回答を示す。加湿設備等が無いが27%（17件）、空調設備組み込みが16%（10件）、ポータブル加湿器52%（32件）であった。

図11に加湿装置等がある場合に空調設備に組み込まれている場合（ただし、別々の機器でも同じ対象室にある場合を含む）の加湿方式の回答を示す。最も多いのが水噴霧式4件、次いで気化式3件、蒸気式1件、その他とわからないがそれぞれ1件ずつであった。

図12に空調機等のフィルタ（複数回答）の回答を示す。最も多いのはプレフィルタ31件、次いで、中世能フィルタ8件、高性能フィルタ3件、無しが4件、わからないが14件、無回答が1件であった。

図13に新型コロナウイルス感染症対策の回答を示す。最も多いのは換気量を増やす32件、次いで、勤務形態24件、フィルタのメンテ交換・

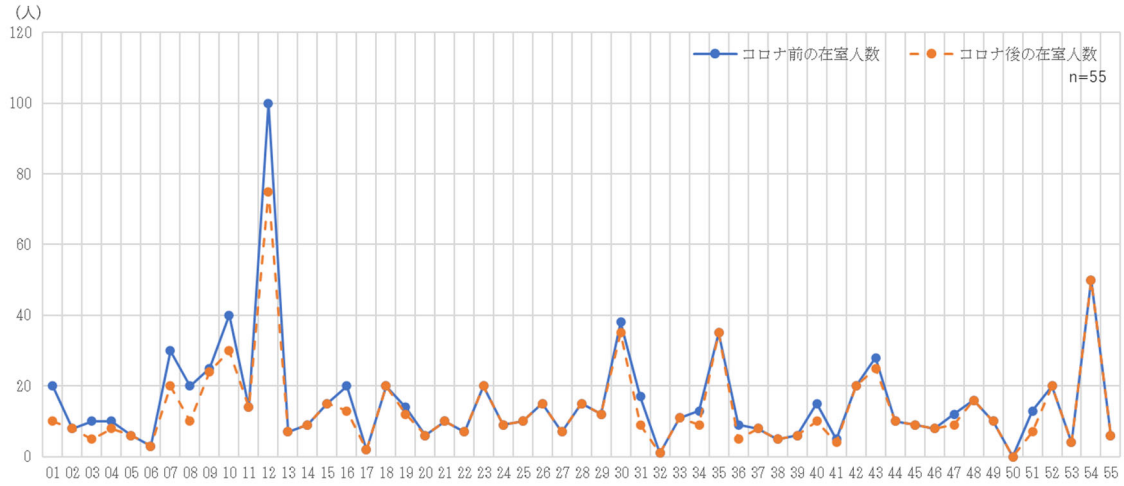


図2 感染症対策前後の在室人数の比較

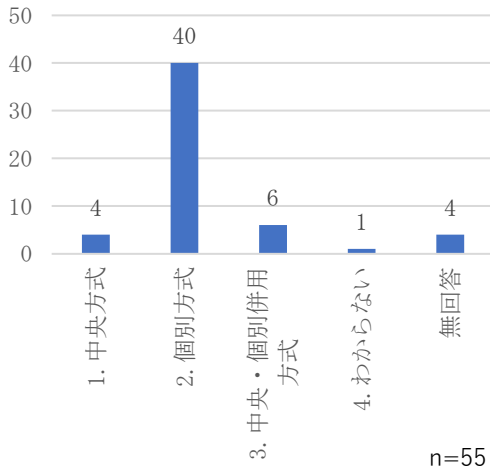


図3 対象室の空調方式

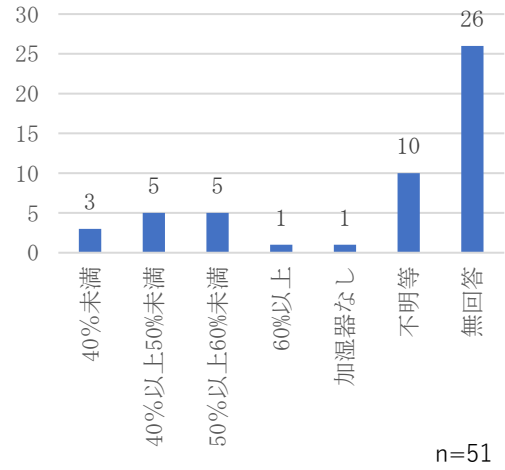


図5 対象室の湿度設定値

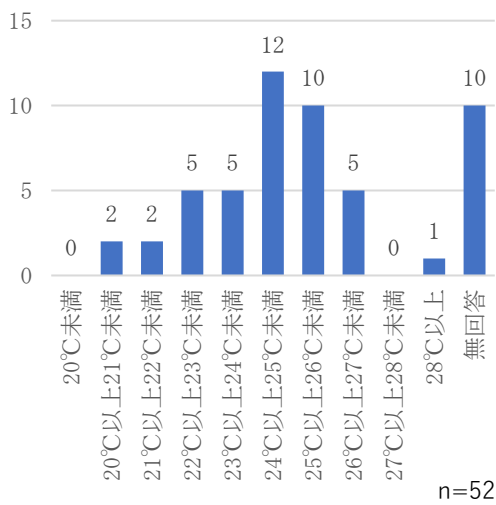


図4 対象室の温度設定値

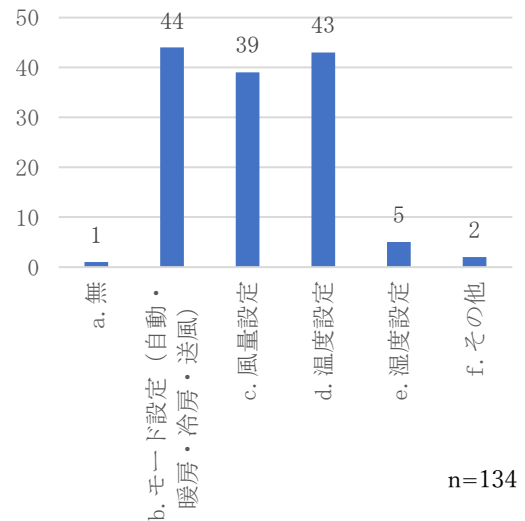


図6 居室で操作可能な空調設定(複数回答)

温度のモニタリングがそれぞれ4件、CO<sub>2</sub>のモニタリングが2件、相対湿度のモニタリングが1件、その他の対策が14件、回答なしが4件であった。

このように、調査対象について空調換気設備と、維持管理や換気量の推定に必要な情報等および緊急時の運用に関する情報を集積した。

## C2. 夏期の空調換気設備と維持管理

調査は2022年8月に、冬期に行った55件のうち、41件の企業に対し実施された。調査対象室は、冬期調査を行った場所と同じであるという回答を得ている。各質問に対する回答は、以下の通りであった。

図14に対象室の温度設定値の回答を示す。設定値としては、26℃以上27℃未満が22%（9件）で最も多く、次いで、24℃以上25℃未満が17%（7件）および、25℃以上26℃未満が7%等の順であった。窓開け換気等を考慮すると、高めの室温であると推察される。

図15に対象室の湿度設定値の回答を示す。不明や無回答が半数（21件）となった。冬期同様、湿度の管理状態を把握していないと思われる。設定値を把握している場合にも、40%以上50%未満、50%以上60%未満、および60%以上がそれぞれ10%（4件）であった。

図16に空調運転・維持管理について、冬期と比べて異なる点の回答を示す。46%（19件）が冬期と比べて異なる点があると回答している。あると回答している場合の自由記述では、換気回数が増えた、空調の設定温度が異なる、個別式のエアコンに変更した、加湿を行わない、湿度が高くなりがち、換気のためにも度を開けているためエアコンが効きにくい、空気清浄機を新たに設置した等の回答があった。

図17に、温度に関して、冬期と比べて困ったことや困っていることの回答を示す。56%（23件）が困ったことや困っていることはないとの回答であったものの、17%（7件）はあるとの回答であった。あると回答している場合の自由記述では、空調吹き出しの位置によって冷房の効果に差がある（同3件）、換気するたびに温度

が上がる（同2件）、局所的に冷えすぎるところがある、室温が変化しやすい、室外機への負荷がかかり過ぎている等の回答があった。

図18に、湿度に関して、冬期と比べて困ったことや困っていることの回答を示す。温度と同様、56%（23件）が困ったことや困っていることはないとの回答であったものの、17%（7件）はあるとの回答であった。あると回答している場合の自由記述では、換気のために外気導入量が多く湿度が60%以上になり高い、換気するたびに湿度が上がる、じめじめして不快（同2件）等の回答があった。

図19に、換気に関して、冬期と比べて困ったことや困っていることの回答を示す。約半数の49%（20件）が困ったことや困っていることはないとの回答であったものの、29%（12件）はあるとの回答であった。あると回答している場合の自由記述では、結露が起こる、窓開けのために温度や湿度が上がってしまう（同2件）、窓を開けていることで温度と湿度が適正にならない、窓を開けているため冷房の効率が悪い、温度と湿度を下げるのに時間がかかる（同2件）等の回答があった。

図20に、結露に関して、冬期と比べて困ったことや困っていることの回答を示す。61%（25件）が困ったことや困っていることはないとの回答であったものの、5%（2件）はあるとの回答であった。あると回答している場合の自由記述では、外気が当たるところは結露が発生する、結露の水滴が落下する等の回答があった。

図21に、調整・制御性に関して、冬期と比べて困ったことや困っていることの回答を示す。56%（23件）が困ったことや困っていることはないとの回答であったものの、7%（3件）はあるとの回答であった。あると回答している場合の自由記述では、温度の調整が難しくなり何度に設定すべきかわからない、場所によって温度変化が大きいので調整が大変、中間期の気温変化時に対応できない等の回答があった。

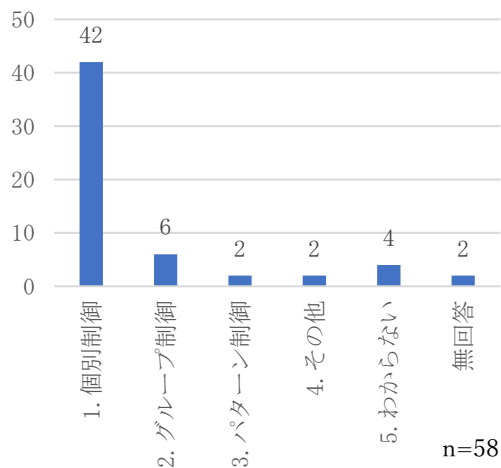


図7 対象室の空調制御(3件複数回答)

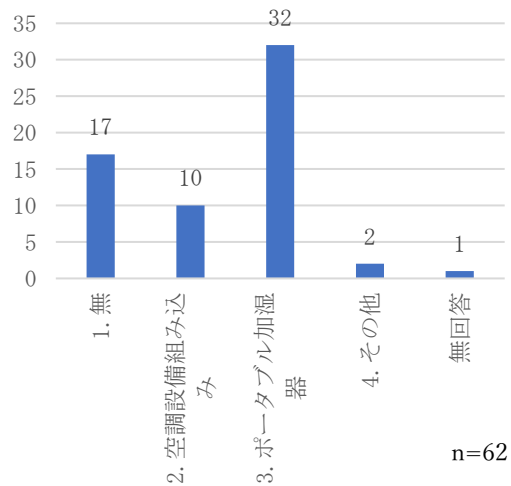


図10 加湿装置等の設置状況(複数回答)

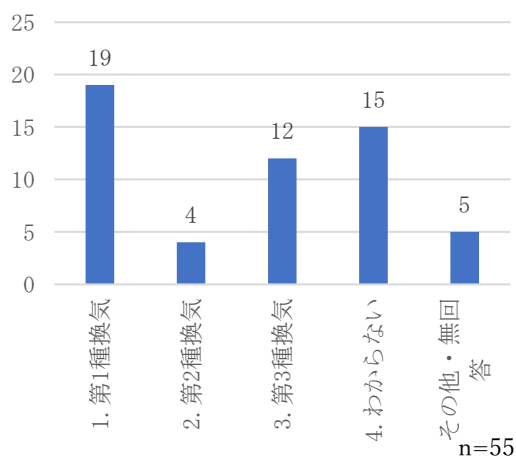


図8 対象室の換気設備

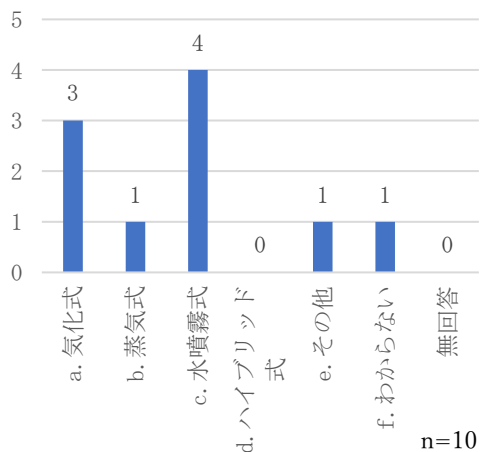


図11 加湿方式

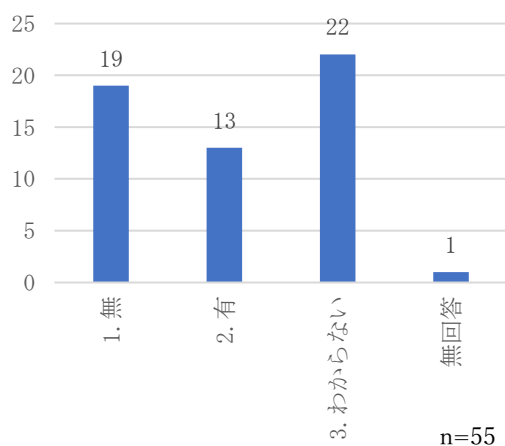


図9 対象室の熱回収の有無

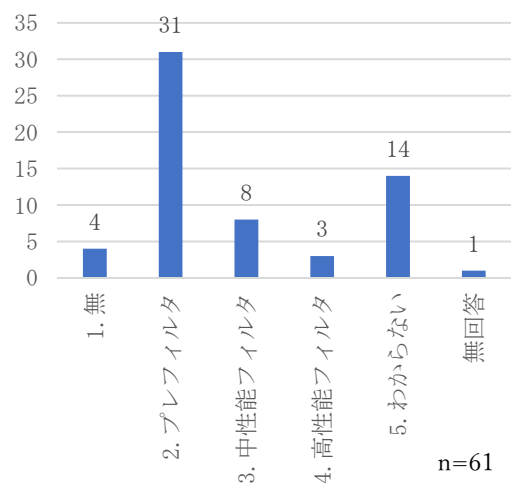


図12 空調機等のフィルタ(複数回答)

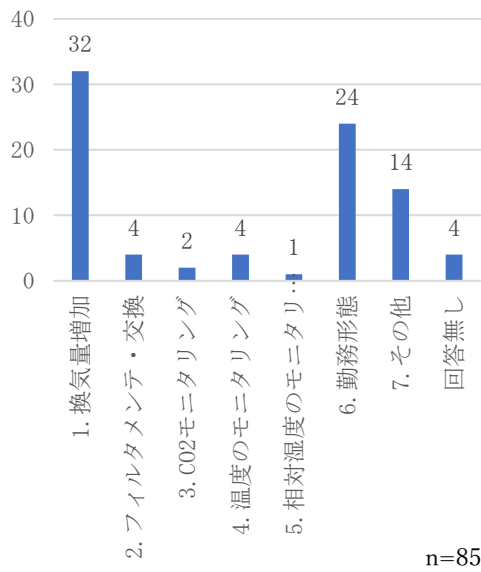


図 13 感染症対策(複数回答)

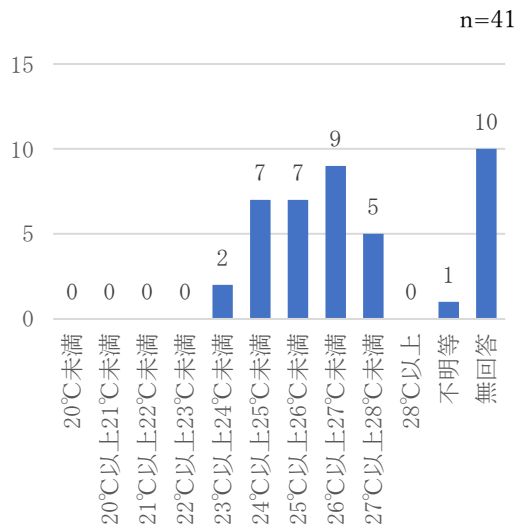


図 14 対象室の温度設定値

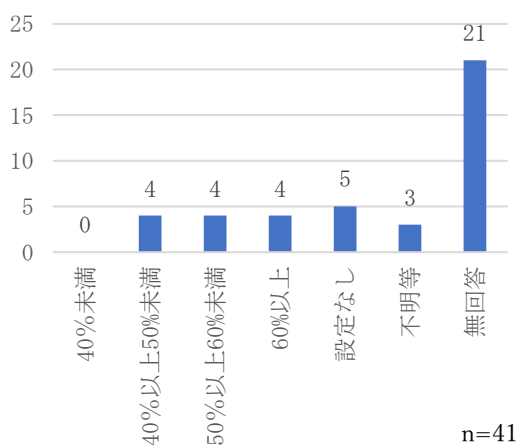


図 15 対象室の湿度設定値

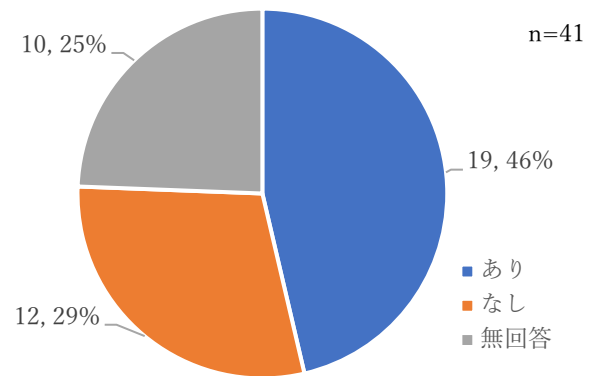


図 16 運転・維持管理 冬期と比べて異なる点

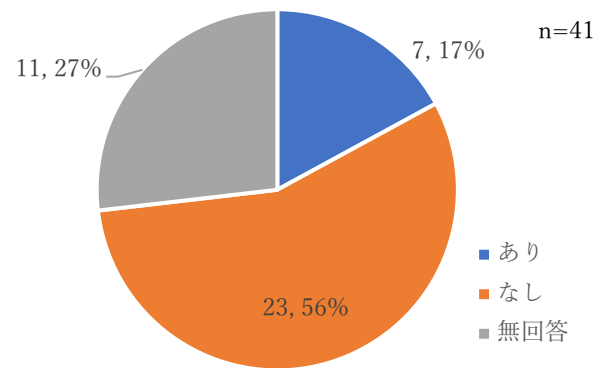


図 17 冬期と比べて困ったことや困っていること(温度)

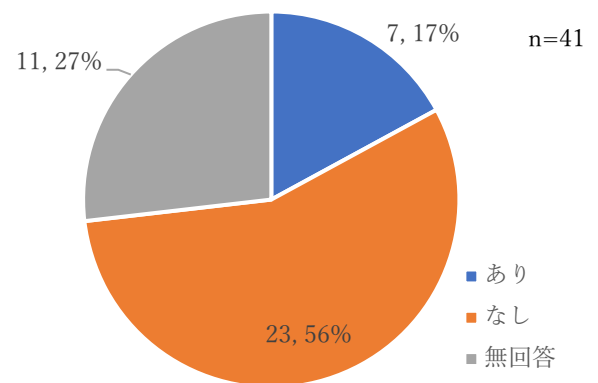


図 18 冬期と比べて困ったことや困っていること(湿度)

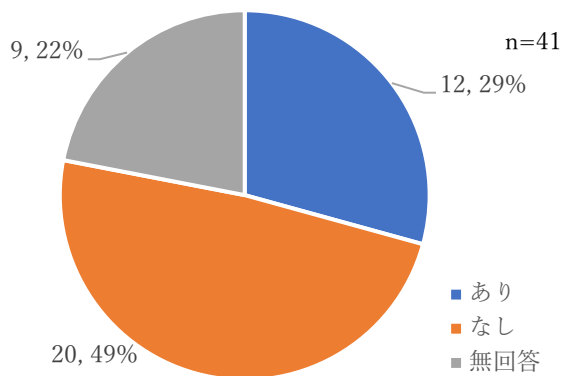


図 19 冬期と比べて困ったことや困っていること(換気)

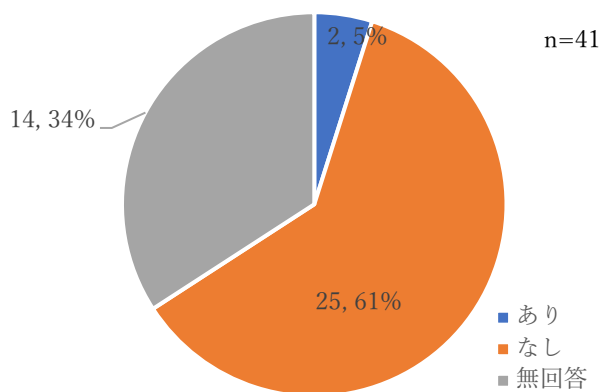


図 20 冬期と比べて困ったことや困っていること(結露)

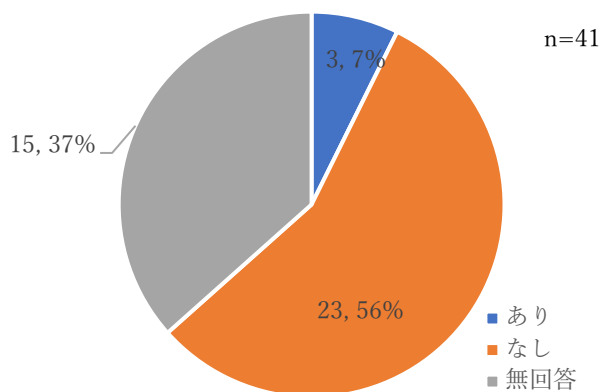


図 21 冬期と比べて困ったことや困っていること(調整・制御性)

## D. 考察

建物の空調設備と維持管理に関する質問紙調査を行った結果、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考えられる。今後、感染症対策による個別空調の運用管理手法の変化も含めて情報整備を進める必要があると思われる。

## E. 結論

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空調設備と維持管理に関する質問紙調査を行い、COVID-19 等感染症対策が行われる前と感染症対策が行われた後で、困難な状態に陥っていないか等を把握した。今後、詳細な分析が必要であるものの、感染症対策による空調設備等の運用管理手法の変化も含めて、COVID-19 等感染症対策後の室内環境調査データの分析が必要である。また、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、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の整理が望まれている。

### <注釈>

注 1) これまでに協力の研究とは、厚生労働科学研究「建築物衛生管理基準の検証に関する研究(研究代表者:林 基哉)」及び「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(研究代表者:小林 健一)」において、建築物利用者の健康状態や職場環境等の基本情報を得ることを目的として行ったフェーズ 1 からフェーズ 3 までの調査を示す。



## F. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 学会発表

- 1) 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.
- 2) 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.

### 3. 総説

- 1) 開原典子. 行政の動き 特定建築物の不適合率の状況. ビルと環境2021.9 ; 174 : 44-9.
- 2) 開原典子. COVID-19対策と熱中症対策を両立させる換気と冷房. 公衆衛生 2021 ; 85 (7) : 477-82.

## G. 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

### <参考文献>

- 1) 開原 典子, 金 勲, 林 基哉, 小林 健一, 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 2 室内温湿度の実態. 令和元年度空気調和・衛生工学会大会 ; 2019 年 10 月 ; 札幌. 令和元年度空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集.
- 2) 開原 典子, 金 勲, 小林 健一, 林 基哉, 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 7 夏期及び冬期の室内温湿度の実態. 令和 2 年度空気調和・衛生工学会大会 (オンライン) ; 2020 年 9 月. 令和元年度空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集.
- 3) 厚生労働省 “建築物における衛生的環境の確保に関する法律 (昭和 45 年法律第 20 号)”, 2015.3.20

