

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	首席主任研究官
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

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、新型コロナウイルス感染症のパンデミック時に、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、感染症対策としての換気対策を行っている時期の測定結果において、一部の建物を除き、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。

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、管理者や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整理し、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、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とを目的とする。

B. 研究方法

B1. 個別空調に関する自治体の取り組み事例

空気環境測定業者、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った自治体調査の中から、個別空調方式に特化した維持管理に資する情報として「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、個別空調方式に特化した空気環境の維持管理・行政指導マニュアル（案）として、その内容を紹介する。

B2. COVID-19 等感染症対策前後の事務所建築の温熱環境

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。本報では、その質問調査対象について、感染対策後の室内温湿度及び二酸化炭素濃度の測定を行った結果を報告する。

建物の室内の温度、相対湿度、CO₂（T&D 社、CO₂ Recorder Tr-76Ui を使用）について、5 分間隔で 2 週間の測定を夏期と冬期に行った。測定機器は、設置に関する注意事項をあらかじめ教示した上で、机や棚の上に任意で設置し、建物につき 1 台とした。結果の分析には、得られた測定データを空調設備が稼働していると思われる日の 9 時～17 時までを 5 日分用いた。建物の概要については、建築物の管理者または事務所の責任者に対して、主たる用途、延べ床面積、階数、竣工年、所在地、使用形態、周辺環境、設備等を質問紙調査により回答を得ている。2019 年 8 月から 9 月と 2020 年 1 月から 2 月に行われたもの平時の結果とし、2021 年 2 月と 2021 年 8 月から 9 月に行われたものを感染症対策後として、その結果を再分析する。

C. 研究結果と考察

C1. 個別空調に関する自治体の取り組み事例

指導助言の実績のある東京都健康安全研究センターに、経験と実態に基づき内容の紹介を依頼した。マニュアルとしての取りまとめに関して、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を得ることができた。

C2. COVID-19 等感染症対策前後の事務所建築の温熱環境

表 1 に調査建物 55 件の概要を示す。

図 1 に、空調が稼働している日の 9 時から 17 時までの 5 日間の温湿度の平均値を建物ごとに、既報^{1~2)}の測定結果と合わせて示す。絶対湿度は、

測定値をもとに Goff-Gratch の式より算出している。図より、本報告の対象物件の 9 時から 17 時までの 2021 年冬（2 月）の 5 日間の平均値をみると、温度の場合、既報^{1~2)}とほぼ同程度であることが大略的にわかるが、湿度の場合、既報^{1~2)}よりもさらに低湿度環境になっているのがわかる。一方、2021 年夏（8 月～9 月）は、温度の場合、既報^{1~2)}とほぼ同程度であることが大略的にわかるが、湿度の場合、既報^{1~2)}よりもやや高い物件が大略的に多い。

図 2 に、2021 年冬（2 月）の二酸化炭素濃度の結果を建物別に示す。一部の建物を除いて、1,000ppm 以下になっていることがわかる。

図 3 に、2021 年夏（8 月～9 月）の二酸化炭素濃度の結果を図 2 と同様に建物別に示す。こちらも、冬期と同様に、一部の建物を除いて、1,000ppm 以下になっていることがわかる。

このように、二酸化炭素濃度の結果から、2021 年は、これまでよりも外気の室内への流入量が多い可能性が示唆されている。

D. 結論

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 の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。

<謝辞>

空気環境測定業者、自治体の立入検査等を行う職員へのヒアリングにご協力いただいた皆様に感謝申し上げます。また、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、個別空調方式に特化した維持管理の情報として「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、ご助言をいただくとともにご執筆いただいた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 ビル衛生検査担当 総括課長代理 坂下一則氏には、本研究班に惜しみなく、情報を提供いただきました。ここに記して御礼申し上げます。

E. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 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. 室内環境学会学術大会; 2022.12.1-2; 東京. 同講演要旨集. p.150-151.

3. 総説

なし

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

<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

1.2.3. 設備業者等による定期点検時の管理者の留意事項

空調設備の維持管理は、建築物衛生法の施行規則や厚生労働大臣告示、建築物環境衛生維持管理要領等で規定されている（表 1.2.3.-1）。この規定は、セントラル方式だけでなく、個別空調方式にも適用される。

全熱交換器やパッケージエアコン、ファンコイルユニット等、複数の機器で構成される個別空調方式は、セントラル方式より管理点数が多くなる。また、天井面や天井内等、制約のあるスペースでの作業となるため、維持管理の負担が大きい。点検口が専用部に設置されると、入居者への配慮も必要となる。空調機械室等に機器を集中配置するセントラル方式とは異なる点である。

こうした事情から、個別空調方式の点検やフィルタ交換等を休館日等に集中的に実施することが少ない。その際、建築物衛生法で規定された維持管理を確実に実施する必要がある。

特に、「排水受け」と「加湿装置」は点検頻度が定められており、また、目視での作業が想定されているので、計画的な維持管理が欠かせない。また、加湿装置の清掃方法にも注意が必要である。加湿モジュールを取り外して清掃すると効果的であるが、天井内での漏水リスクを避けるため、設置した状態での作業となることがある。仕様書等も参考にしながら、適切な清掃方法を選択する必要がある。

表 1.2.3.-1 空気調和設備に必要な管理項目

設備名	管理項目	頻度	管理の内容	根拠
加湿装置	清掃	1年以内ごとに1回	加湿モジュール、スプレーノズル、エリミネータ等の清掃 加湿用補給水槽の清掃	規則 告示 要領
	点検	使用開始時及び以後1月以内ごとに1回点検、必要に応じ清掃	加湿材の汚れ、加湿能力、エリミネータ等の汚れ、スプレーノズルの閉塞状況等	
排水受け (ドレンパン)	点検	使用開始時及び以後1月以内ごとに1回点検	汚れ、閉塞状況の有無を点検、必要に応じ清掃	規則
フィルタ	点検 交換	定期	汚れの状況、差圧計の異常の有無、必要に応じ交換	告示
冷温水コイル	点検 洗浄 交換	定期	コイル表面の汚れ等の有無	告示
ダクト・ダンパー 吹出口・吸込口	清掃 点検	定期	吹出口・吸込口の清掃、補修等 ダンパーの作動状況点検 厨房ダクト、グリースフィルタの点検・清掃	告示
送風機・排風機	点検	定期	送風量・排風量の測定 作動状況の点検	告示
自動制御装置	点検	定期	隔測温度計の検出部の障害の有無	告示

規則：建築物衛生法施行規則

告示：厚生労働省告示第119号（平成15年3月25日）

要領：建築物環境衛生維持管理要領（平成20年1月改定）

2.2. 基本的な指導の流れ

建築物衛生法では、空気環境の調整、給排水の管理、清掃及びねずみ・昆虫等の防除について管理基準が定められている。この基準に照らし適正に維持管理されているかを確認・指導するのが立入検査である。一般的には、帳簿書類の確認、設備の確認、空気環境測定等の方法で実施される。

2.2.1. 個別空調方式での監視指導

個別空調方式は、機器の設置台数が多く、居室の天井内等に設置されるため、詳細な現場確認が困難である。このため、帳簿書類で管理状況を把握することが重要となる。

建築物衛生法では、病原体で居室内部の空気が汚染されることを防止するための措置として、排水受けと加湿装置の定期的な点検・清掃が規定されている。また、厚生労働大臣告示及び建築物環境衛生維持管理要領で点検の箇所と項目が示されている。

一方、事業者の負担軽減を図る簡素合理化の観点から、空調機の排水受け等の点検について、運転条件等、設備の状況に応じた取扱いを認める通知が出されている。

東京都では、当該通知に基づき、空調機のグループ化による点検も可としている。

1 加湿装置、排水受けについてレジオネラ属菌等を含むスライム、カビ等の汚れを検知するセンサーがついている場合には、常時センサーが汚れを確認していることから、このことをもって、月1回の点検を実施しているとみなすこととする。

2 単一の建築物内で同一の設置環境下にある空気調和設備については、運転条件や型式別にグループ化した上で、各階毎にその代表設備を目視により点検等することとし、代表設備以外の設備については、給気にカビ臭等の異臭がないか等の確認をもって、加湿装置、排水受けの状況を判断することで差支えない。

（平成27年3月31日付健衛発0331第9号厚生労働省健康局生活衛生課長通知「特定建築物における個別管理方式の空気調和設備の加湿装置及び排水受けの点検等について」）

2.2.2. 監視指導の実際

図2.2.2.-1は、東京都ビル衛生検査担当で実施した立入検査での「空調機の清掃・点検」に係る帳簿書類審査の結果である。個別空調方式の不適率が、他の空調方式に比べて高い傾向となっている。個別空調方式は、設置台数が多い、天井内の狭いスペースに設置されている等、清掃・点検が困難なことが影響しているものと思われる。

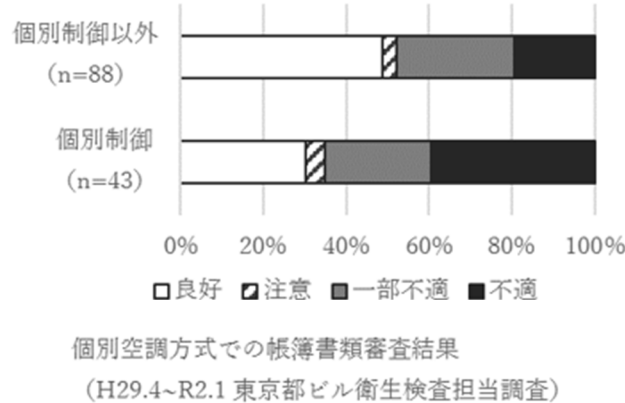


図 2.2.2.-1 東京都ビル衛生検査担当で実施した立入検査での「空調機の清掃・点検」に係る帳簿書類審査の結果

近年、省エネルギー化やスペースの有効活用によるレンタル比の向上要求から、個別空調方式の導入が進んでいる（図 2.2.2.-2）。フロアやゾーンごとに温度や風量を調整できる個別空調方式は、居室の使用実態に応じた運転がしやすい一方、機器の設置台数が多い、天井内等高所の狭いスペースに設置される等、維持管理の困難なケースが少なくない。実態に応じた適切な保守・点検と運転管理が必要である。

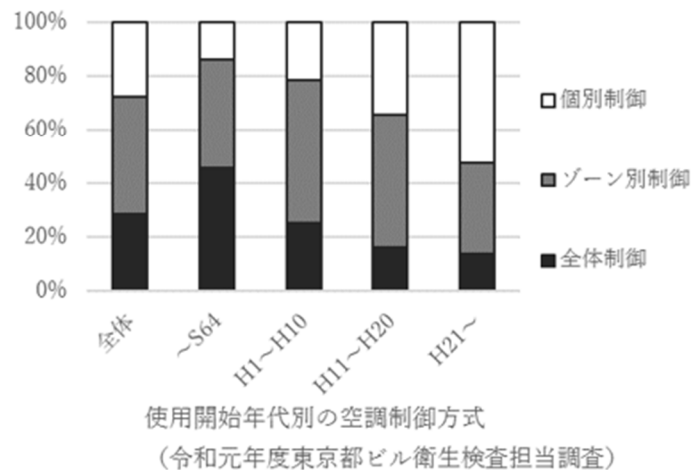


図 2.2.2.-1 使用開始年代別の空調制御方式（令和元年度東京都ビル衛生検査担当調査結果）

平成 27 年の厚生労働省通知で、個別空調方式での加湿装置、排水受けの維持管理について、グループ化して代表機を目視確認する等の手法が示されたが、そもそも目視の困難な機器が少なくない。

一方、汚染リスクは、機器の種類や設置場所によって異なる。加湿装置が組み込まれた機器とそうでない機器の排水受けでは、ドレン水の発生量や発生時期が異なる。加湿装置が組み込まれていても、アフターラン機能で乾燥工程が備わっていれば、汚染リスクは低くなる可能性がある。

多様な空調機器を一律の方法で維持管理するのは困難であり、それぞれの機器の設置状況や汚染リスクに応じた維持管理手法の整理が望まれる。ドレン水の異常を検知する機能が備わっている等、各種センサー等による確認機能があれば、年 1 回程度の詳細点検と管内巡視で総合的に判断する方法も有効と思われる。

2.5. 立入検査及び報告徴取の事例

2.5.1. 天井内に設置された空調機の維持管理

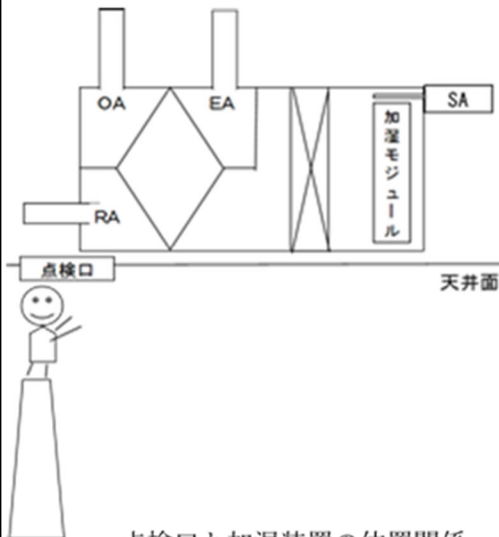
天井内の空調機には、ドレン水や加湿水の漏水を防ぐための高い密閉性が求められる。このため、空調機本体の点検口を容易に開けづらいケースがある。目視点検用の小窓が設置された機器もあるが、確認できる範囲が限定されるので注意が必要である。



2.5.2. 点検口の位置・大きさが不適切

天井内に設置された機器の維持管理は、天井面の点検口からアプローチすることになる。この点検口の位置や大きさが不適切な例がある。下図の例では、点検口から離れた位置に加湿モジュールが設置されていたために維持管理が困難であった。天井面の点検口は、アプローチの容易な位置とする必要がある。点検口を複数設置するケースもある。

なお、点検口から作業ができない場合、作業員が天井裏に入ることになるが、石膏ボードの破損を防ぐために防護板を敷くなどの対策が必要となる。

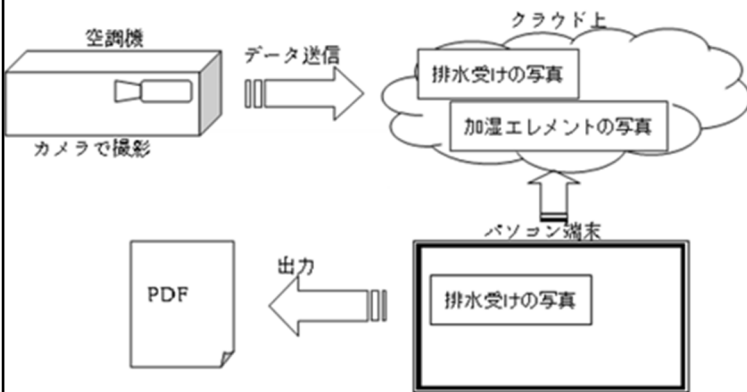


点検口と加湿装置の位置関係

2.5.3. 内蔵カメラによる点検

空調機内部のカメラによる遠隔監視システムを導入しているビルがある。このシステムは、空調機内部のカメラで、排水受けや加湿エレメントを撮影し、クラウド上で確認するシステムである。ビル管理者はパソコン端末等で画像を確認し、電子データでの出力も可能である。カメラの方向が固定されている

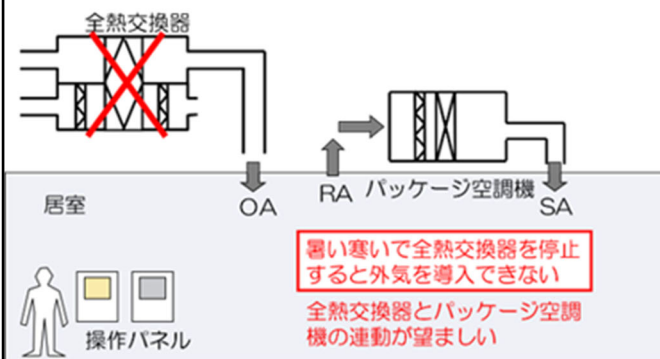
ため、排水受けの一部しか確認できない、異臭や異音等を検知できない等の制約がある。



2.5.4. 不適切な空調制御

<在室者が全熱交換器を停止してしまう>

空調機の発停や温度調整を利用者が任意にできるシステムがある。居室の利用状況に応じた温度設定ができる一方、利用者が操作方法を正しく理解していない場合、換気設備である全熱交換器を停止してしまうことがある。



<全熱交換器からの外気を導入できない>

全熱交換器とパッケージ空調機がダクトで接続されている場合、パッケージ空調機が停止すると外気を十分に導入できない場合がある。温度条件が満たされても、パッケージ空調機は停止せず、送風モードで運転する等、必要な外気量を確保する対策が必要である。

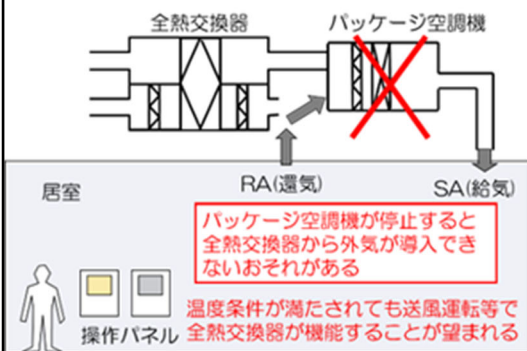


表1 建物概要

	所在地 (都道府県)	主たる用途	延床面積	地上階数	地階数	竣工年月 (西暦年)	空調方式
1	秋田県	その他	2,000㎡未満	2	1	-	個別方式
2	山形県	事務所	2,000㎡未満	3	2	1990年代	中央方式
3	埼玉県	事務所	2,000㎡未満	4	1	2000年代	個別方式
4	埼玉県	事務所	2,000㎡未満	4	1	1980年代	個別方式
5	埼玉県	事務所	2,000㎡未満	7	1	1990年代	個別方式
6	埼玉県	事務所	2,000㎡未満	2	1	1990年代	個別方式
7	東京都	その他	5,000~10,000㎡未満	4	3	2000年代	中央方式
8	東京都	事務所	3,000~5,000㎡未満	9	1	1990年代	個別方式
9	東京都	事務所	50,000㎡以上	27	5	2010年代	中央方式
10	東京都	事務所	10,000~50,000㎡未満	11	1	1990年代	中央方式
11	東京都	事務所	2,000㎡未満	4	1	1990年代	個別方式
12	東京都	事務所	2,000~3,000㎡未満	8	2	1980年代	中央・個別併用方式
13	東京都	事務所	2,000㎡未満	5	2	1990年代	個別方式
14	東京都	事務所	2,000㎡未満	1	2	1980年代	個別方式
15	東京都	事務所	2,000㎡未満	5	1	999	個別方式
16	東京都	事務所	2,000㎡未満	3	3	1990年代	個別方式
17	東京都	事務所	2,000~3,000㎡未満	9	1	-	個別方式
18	東京都	事務所	2,000㎡未満	2	1	1960年代	個別方式
19	東京都	事務所	2,000㎡未満	5	1	1960年代	個別方式
20	東京都	事務所	2,000~3,000㎡未満	6	1	1980年代	個別方式
21	東京都	事務所	2,000~3,000㎡未満	9	1	1970年代	個別方式
22	東京都	事務所	2,000~3,000㎡未満	3	1	-	個別方式
23	東京都	事務所	2,000㎡未満	4	2	1980年代	個別方式
24	東京都	事務所	2,000㎡未満	8	2	-	個別方式
25	東京都	事務所	2,000㎡未満	5	1	1960年代	中央・個別併用方式
26	東京都	事務所	2,000㎡未満	12	1	2000年代	個別方式
27	東京都	事務所	2,000㎡未満	4	1	1990年代	個別方式
28	神奈川県	事務所	2,000㎡未満	3	1	1990年代	個別方式
29	神奈川県	事務所	2,000㎡未満	11	1	2000年代	個別方式
30	神奈川県	その他	2,000㎡未満	10	2	1990年代	個別方式
31	富山県	事務所	2,000㎡未満	3	1	2010年代	個別方式
32	石川県	事務所	3,000~5,000㎡未満	9	2	1990年代	個別方式
33	福井県	事務所	2,000㎡未満	4	1	1990年代	個別方式
34	山梨県	事務所	2,000㎡未満	2	1	1980年代	個別方式
35	岐阜県	事務所	5,000~10,000㎡未満	9	1	1970年代	中央方式
36	岐阜県	事務所	2,000㎡未満	2	1	1980年代	個別方式
37	愛知県	事務所	5,000~10,000㎡未満	9	2	1970年代	中央方式
38	愛知県	事務所	3,000~5,000㎡未満	9	3	1980年代	個別方式
39	大阪府	事務所	2,000㎡未満	4	1	1970年代	個別方式
40	大阪府	事務所	3,000~5,000㎡未満	4	2	-	中央・個別併用方式
41	兵庫県	事務所	10,000~50,000㎡未満	10	2	1990年代	個別方式
42	鳥取県	事務所	2,000㎡未満	1	1	-	個別方式
43	鳥取県	事務所	2,000㎡未満	2	1	1990年代	個別方式
44	福岡県	事務所	2,000㎡未満	2	1	2000年代	個別方式
45	福岡県	事務所	2,000~3,000㎡未満	3	2	-	個別方式
46	福岡県	事務所	2,000㎡未満	8	1	1980年代	個別方式
47	福岡県	事務所	2,000㎡未満	3	2	2000年代	個別方式
48	福岡県	事務所	2,000㎡未満	3	1	2000年代	中央・個別併用方式
49	佐賀県	事務所	2,000㎡未満	2	1	1990年代	個別方式
50	長崎県	事務所	2,000㎡未満	2	3	1990年代	個別方式
51	熊本県	その他	5,000~10,000㎡未満	5	2	1990年代	中央・個別併用方式
52	熊本県	事務所	2,000~3,000㎡未満	6	1	1990年代	中央・個別併用方式
53	鹿児島県	その他	5,000~10,000㎡未満	12	1	1990年代	個別方式
54	沖縄県	事務所	2,000~3,000㎡未満	4	1	1980年代	個別方式
55	沖縄県	事務所	2,000㎡未満	4	1	1990年代	個別方式

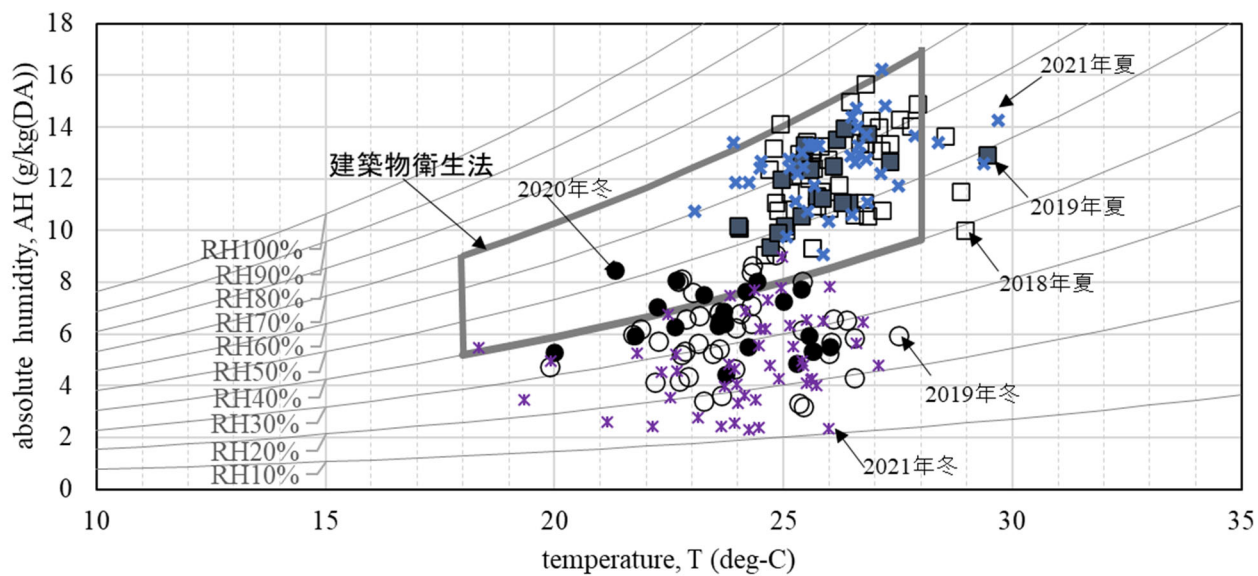


図1 室内温湿度の概況 (9時から17時まで, 5日間の平均値)

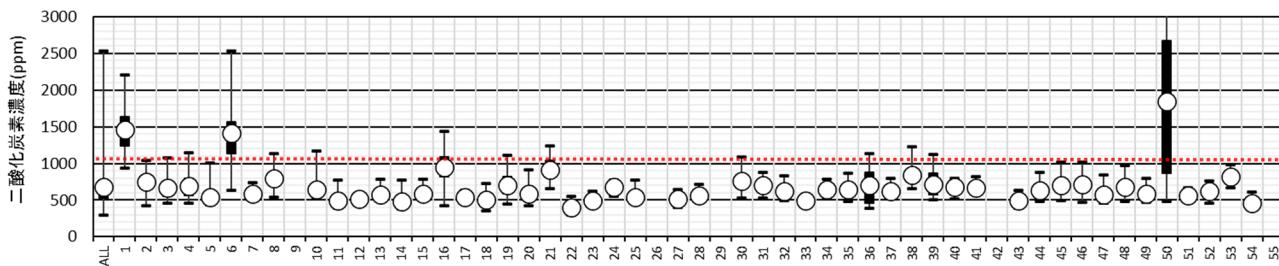


図2 二酸化炭素濃度 (9時から17時まで, 2021年冬 (2月), 5日間)

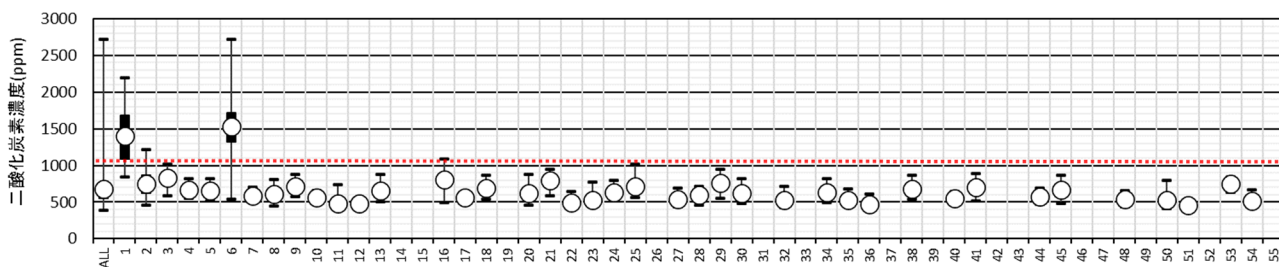


図3 二酸化炭素濃度 (9時から17時まで, 2021年夏 (8月~9月), 5日間)