

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

IoT、AI等の最新技術を活用した建築物衛生管理手法の  
検証のための研究

令和6年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 金 勲  
令和7(2025)年3月

# 目 次

I. 総括研究報告書	・・・	1
IoT、AI等の最新技術を活用した建築物衛生管理手法の 検証のための研究	・・・	2
金 勲		
II. 分担研究報告書	・・・	11
1. 特定建築物の報告統計	・・・	12
鍵 直樹、金 勲、下ノ菌 慧、中野 淳太、海塩 渉		
2. 室内環境に関する現場調査	・・・	18
2-1 建物概要	・・・	19
下ノ菌 慧		
2-2 温度、相対湿度、気流	・・・	21
下ノ菌 慧		
2-3 化学物質濃度（VOCs及びカルボニル化合物）	・・・	27
鍵 直樹		
2-4 浮遊粉じん及び浮遊粒子状物質	・・・	32
金 勲		
2-5 一酸化炭素及び二酸化炭素濃度	・・・	38
金 勲		
2-6 ASHRAE 55-2023に準拠した手法による温熱環境評価	・・・	42
中野 淳太		
3. 空気環境衛生管理に向けた自動計測センサーの活用手法の検討	・・・	52
3-1 CO <sub>2</sub> 濃度の自動校正機能の検証と 自動計測センサーによる冬期の室内環境評価	・・・	53
下ノ菌 慧、鍵 直樹、金 勲		
3-2 現場立入測定・法定測定と自動計測センサーの比較検討	・・・	68
下ノ菌 慧、鍵 直樹、金 勲		
4. 空気環境管理に向けたBEMSデータ活用手法の検討	・・・	74
海塩 渉、金 勲、下ノ菌 慧		
5. 建築物衛生管理へのデジタル技術の活用に関するアンケート調査	・・・	89
金 勲、三好 太郎、増田 貴則		
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	・・・	101

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

IoT、AI 等の最新技術を活用した建築物衛生管理手法の  
検証のための研究

令和 6 年度 総括研究報告書

研究代表者 金 勲

令和6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)  
総括研究報告書

IoT、AI等の最新技術を活用した建築物衛生管理手法の検証のための研究

研究代表者 金 勲 国立保健医療科学院 上席主任研究官

### 研究要旨

建築物衛生行政における空気環境、水質検査等の定期検査・点検規制については、令和4年12月21日公表の「デジタル原則を踏まえたアナログ規制の見直しに係る工程表」において「新たな規制の在り方の検討」という方針が示されており、その検討結果によっては、建築物衛生法令、大臣告示又は建築物環境衛生管理要領その他の行政通達を改正する必要がある。そのため、厚生労働省では「デジタル技術を活用した建築物環境衛生管理のあり方に関する検討会」を設置し、必要な検討を行ってきた。

測定・検査・点検は測定技術者による現場立入調査が基本となるが、近年はIoTやセンシング技術の発展により、建築物環境衛生管理の人手不足や中小規模建築物の自主管理の可能性なども視野にこのような技術を活用すべきという声も上がっている。

本研究では、自動測定によるデータの精度を検証するとともに、自動測定で得られるデータを活用することによって、現行の測定方法よりも適切な維持管理ができるかを検証する。加えて、自動測定が既存測定と同程度以上の精度であると判断できる条件を明確化する。更に、自動測定が既存測定（手動測定）と同程度以上の精度であると判断できる条件（センサー精度、測定箇所、測定機器の校正の頻度等）を明確化することで、特定建築物のより適切な維持管理手法を確立することを目標とする。

本研究では2年計画の1年目として、先行研究から選別した温度・湿度・CO<sub>2</sub>濃度センサー2種類、PM<sub>2.5</sub>センサー2種類、また改良された Air Quality Sensor を用いた中長期間比較評価を行っている。

建物7施設10フロアに自動計測センサーを設置し、うち5施設8フロアに対して法定測定法による管理基準項目6項目の立入調査を実施した。一部建物においてはBEMSデータ、測定技術者による報告調書を収集して、自動計測センサー及び法定立入調査結果と精度の比較検討を行った。

また、建築物環境衛生管理に携わっている技術者を対象に、業務上負担の実情、業務効率化のためのデジタル技術の活用に関する認識と需要を設問するアンケート調査を行った。

本年度は、下記項目に関する研究を行い、まとめた。

- ①特定建築物の報告統計
- ②室内環境に関する現場調査
- ③空気環境衛生管理に向けた自動計測センサーの活用手法の検討
- ④空気環境衛生管理に向けたBEMSデータ活用手法の検討
- ⑤建築物衛生管理へのデジタル技術の活用に関するアンケート調査

## 研究組織

### 研究分担者

鍵 直樹 (東京工業大学)  
海塩 渉 (東京工業大学)  
中野 淳太 (法政大学)  
増田 貴則 (国立保健医療科学院)  
三好 太郎 (国立保健医療科学院)  
下ノ菌 慧 (国立保健医療科学院)

### 研究協力者

白根 和明 (アズビル (株))  
原山 和也 (アズビル (株))  
三浦 眞由美 (アズビル (株))  
吉村 太志 (日本カノマックス (株))  
内山 功 (日本カノマックス (株))  
東山 泰造 (日本カノマックス (株))  
小島 謙太郎 (柴田科学 (株))  
檜山 功 (柴田科学 (株))  
黒田 洋平 (ダイキン工業 (株))  
笹井 雄太 (ダイキン工業 (株))  
近藤 純史 (ダイキン工業 (株))  
平敷 勇 (三菱電機 (株))  
関内 健治 (全国ビルメンテナンス協会)  
鎌倉 良太 (日本建築衛生管理教育センター)  
杉山 順一 (日本建築衛生管理教育センター)  
谷川 力 (日本ペストコントロール協会)

## A. 研究目的

昨今の人手不足に加えデジタル技術の発展により、建築物衛生法においても管理・点検・検査業務に対してデジタル技術を活用した効率化の検討が行われている。

建築物衛生行政における空気環境、水質検査等の定期検査・点検規制については、令和4年12月21日公表の「デジタル原則を踏まえたアナログ規制の見直しに係る工程表」において「新たな規制の在り方の検討」という方針が示されている。

本研究は IoT/AI 技術を含む自動測定によるデータの精度を検証し、「現行の測定方法よりも適切な維持管理を行うことができるかどうか」、また「自動測定と既存測定(手動測定)が同程度以上の精度であると判断できる条件を明確化」することで、特定建築物のより適切かつ効率のよい維持管理手法を提案することを目的とする。

本研究では、空気環境、空気調和設備、給水等の衛生管理に関して、以下の事項を行う。

- ① これまで研究してきた自動測定手法、異常の判別基準及びその方法並びに精度管理方法のさらなる検証
- ② 現場調査
- ③ デジタル技術 (IoT/AI 等) に関する国内外の文献調査及びメーカーとの情報交換、管理技術者向けアンケート調査等
- ④ 法令・通達等の改正に必要な科学的エビデンスの蓄積

具体的な研究内容は以下の通りである。

①自動測定手法、異常の判別基準とその方法、精度管理方法のさらなる検証、では先行研究「IoT を活用した建築物衛生管理手法の検証のための研究 (22LA1010、R4～R5 年度、代表：金勲)」で蓄積されたデータを解析し、以下内容に関して更なる検証を行う：

- 1)自動測定と既存測定(手動測定)によるデータ精度及び校正に関する検証
- 2)測定位置、代表性に関する比較検証
- 3)BEMS データの活用手法

②現場調査：「研究項目①」の3項目「1)、2)3)」について現場計測及び立入調査等を行う。

③デジタル技術 (IoT/AI 等) に関する国内外の文献調査及びメーカーとの情報交換、管理技術者向けアンケート調査：IoT/AI を活用した建築物衛生管理基準関連の計測と管理技術に関する調査を実施する。

④法令・通達等の改正に必要な科学的エビデンスを蓄積及び資料の作成

また、本研究では空気環境 6 項目（浮遊粉じん、CO、CO<sub>2</sub>、温度、相対湿度、気流）及び水管理（残留塩素濃度）など測定義務として頻度の高い項目を対象とした。

## B. 研究方法

先行研究「IoT を活用した建築物衛生管理手法の検証のための研究（22LA1010、R4～R5 年度、代表：金勲）」では連続計測用小型センサー（以下、自動計測センサー）として、温度・湿度・CO<sub>2</sub>濃度センサー3種類、PM<sub>2.5</sub>センサー2種類、より多くの空気環境項目の測定が可能な Air Quality Sensor を選定して、特定建築物を対象に長期間比較評価を行った。

本研究では2年計画の1年目として、先行研究から選別した温湿度・CO<sub>2</sub>濃度センサー2種類、PM<sub>2.5</sub>センサー2種類、また更に改良された Air Quality Sensor を用いた中長期間比較評価を行っている。

建物 7 施設 10 フロアに自動計測センサーを設置し、うち 5 施設 8 フロアに対して法定測定法による管理基準項目 6 項目の立入調査を実施した。また、一部建物においては BEMS データ、測定技術者による報告調書を収集して、自動計測センサー及び法定立入調査結果と精度の比較検討を行った。

建築物環境衛生管理技術者や建築物の環境衛生全般に関する維持管理に携わっている関係者を対象に、業務上負担の実情、業務効率化のためのデジタル技術の活用に関する認識と需要を設問するアンケート調査を行った。

### B.1 特定建築物の報告統計

これまでの研究結果を踏まえて、厚生労働省から公表された全国の立ち入り調査のデータを用いた空気環境項目の不適合率の最新動向に

ついて整理した。

### B.2 室内環境に関する現場調査

特定建築物 7 施設 10 フロアに自動計測センサーを設置し、うち 5 施設 8 フロアに対して法定測定法による管理基準項目 6 項目の立入調査を実施した。

今回用いた自動計測センサーでは二酸化炭素（以降、CO<sub>2</sub>）濃度、温湿度、粒径 2.5μm 以下の微小微粒子状物質（以降、PM<sub>2.5</sub>）の連続自動測定機能を有している。

また、夏期及び冬期に建築物衛生法で定める従来の法定手法で空気衛生環境 6 項目（浮遊粉じん、CO、CO<sub>2</sub>、温度、相対湿度、気流）を測定すると共に、化学物質濃度、浮遊粒子状物質濃度などの空気環境の測定を行った。更に、温熱環境に関する最新の基準 ASHRAE55-2023 に準拠して室内温熱環境の特性を調査した。

### B.3 空気環境衛生管理に向けた自動計測センサーの活用手法の検討

特定建築物 7 施設 10 フロアに自動計測センサーを設置し、CO<sub>2</sub>、濃度、温湿度、粒径 2.5μm 以下の微小微粒子状物質（以降、PM<sub>2.5</sub>）の中長期間の連続自動測定を行った。

CO<sub>2</sub>濃度の自動校正機能の検証については、2種の自動計測センサーに対して自動校正機能を On とした機器と Off とした機器を隣接させて設置した。自動計測センサーによる冬期の室内環境評価については、2024年度の冬期（12～3月）を対象に平日 9～18時の空気温湿度と CO<sub>2</sub>濃度の特別集計値、基準値内時間率等で評価した。

現行測定と自動計測センサーの比較については、秋期（2024/10）と冬期（2025/1 - 2025/3）の代表 1日に現場立入による現行測定法に準じた空気環境 6項目測定（現場立入測定）を実施するとともに、建築物衛生法の環境衛生管理

基準に従って 2 か月以内ごとに 1 回実施されている測定(法定測定)による測定値を入手し、当該時刻の自動計測センサーの値と比較した。この比較には、現場立入測定若しくは法定測定の測定値に対して自動計測センサーの温度が±0.5K、相対湿度が±5%RH、CO<sub>2</sub>濃度が±50ppm 以内の値である場合に両者は同等と見なし、全測定回数に対する同値である測定回数の比率(一致率)で評価した。

#### B.4 空気環境管理に向けた BEMS データ活用手法の検討

建築物の空気環境管理への Building Energy Management System (BEMS) データの応用可能性の検討にあたって、BEMS の空調関連データとして通常取得しているデータを整理し、建築物環境衛生管理基準の項目との比較を行った。

2023 年の暖房期(1~2月)と冷房期(7月)、2024 年 3 月以降の BEMS と小型データロガーによる温度・相対湿度・CO<sub>2</sub>濃度の連続測定データが蓄積された 2 棟のオフィスビルを対象に、先行研究では実施できていなかった①中間期の BEMS と小型データロガー測定の対応の検証、②1 年経過後の BEMS と小型データロガー測定の対応(経年変化)の検証を行った。

#### B.5 建築物衛生管理へのデジタル技術の活用に関するアンケート調査

建築物環境衛生管理の有資格者である統括管理者及び空調給排水管理監督者を対象に自身の管理業務に従事する建築物等についてアンケート調査を行った。

設問内容は以下通りである。

- ・建築物の所在地
- ・建築物を管理していた時期
- ・業務内容(現場管理者や管理会社職員など)

- ・建物属性(用途、所有区分、使用状況、延床面積、階数、竣工年)
- ・設備概要(空調方式、水源、給湯方式)
- ・帳簿の作成、管理及び報告方法(電子・紙媒体)
- ・理想的な帳簿の作成、管理及び報告方法
- ・身体的、精神的、時間的な負担が大きな作業
- ・水の管理(検査実施頻度及び実施方法、検査に要する時間など)
- ・中央監視システムや BEMS (Building Energy Management System) の導入状況
- ・中央監視システムや BEMS の活用状況

事前調査及び本調査による有効回答は統括管理者 118 (回収率 40%)、空調給排水 63 (回収率 27%)、合計 181 件であった。

但し、水の衛生管理に関しては、事前調査の結果を踏まえて一部設問内容に変更を加えたため、本調査による 120 件を解析対象とした。

### C. 研究結果

#### C.1 特定建築物の報告統計

(1) 特定建築物の各環境要素について CO<sub>2</sub>濃度、温度、相対湿度の不適率の経年変化は、いずれも高く、不適率は年々上昇する傾向にあった。それぞれが、省エネ法の改正、建築物衛生法の改正、東日本大震災の影響によるものと考えられる。一方、浮遊粉じん、CO、気流、ホルムアルデヒドについては、低い不適率で推移している。

(2) 2023 年度に CO<sub>2</sub>濃度、温度及び相対湿度の不適率が高くなったことは、COVID-19 が 2023 年度に 5 類感染症となったことに起因すると考えられる。2023 年度以降の空調・換気などの空気環境に係る維持管理の実態は、いわゆるコロナ禍のそれとは異なると推測できるためである。2023 年度の CO<sub>2</sub>濃度の不適率は、減少傾向を示した前年度よりも若干上昇し、温

度と相対湿度の不適率は、それぞれ 40.0%と 60.4%と過去最高値を更新した。また、温度と相対湿度の不適率はその後も上昇し続けた。

## C.2 室内環境に関する現場調査

特定建築物 7 件(宮崎県 3 件、関東近郊 4 件)で 10 フロアを対象に自動計測センサーの設置、空気環境 6 項目測定、化学物質濃度・浮遊微粒子個数濃度の秋期及び冬期測定を実施し、以下の結果を得た。

(1) 建物の断熱性能や空調設備が異なる 7 件の建物概要を示した。

(2) 空気環境管理項目 6 項目のうち、温度、相対湿度、気流について現場立入測定を実施した。2 種の空気環境 6 項目測定器を用いて各室 20 分間測定した。ガラス面積率が大きい建築物において空気温度の平均値が最も高く 26.8°C であった。秋期の相対湿度は 60%RH 程度であったが、冬期の相対湿度はほとんどの建築物で 40%RH を下回った。2 種の空気環境 6 項目測定器の差の平均値は空気温度が 0.3K、相対湿度が 2.8%RH、気流が 0.03m/s であった。

(3) ホルムアルデヒドを含む厚生労働省の指針値物質を中心に調査した。アルデヒド類、厚生労働省で指針値が定められている 13 物質、TVOC の暫定目標値 (400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) を超過する建築物は無かったが、2E1H については 1 件の建築物以外で検出され、特に高濃度で検出された建築物もあった。

(4) 浮遊粉じん濃度及び浮遊粒子状物質 6 粒径の計測結果を報告した。浮遊粉じんはいずれの建物も管理基準濃度 0.15 $\text{mg}/\text{m}^3$  に比べると低濃度であり、計測機器間では平均 0.0046 $\pm$ 0.0049  $\text{mg}/\text{m}^3$  の差が見られた。6 粒径浮遊粒子状物質では、全体的に 1.0 $\mu\text{m}$  以下の小さな粒子では室内濃度 (IA) が外気 (OA) より低い傾向が見られる一方、5 $\mu\text{m}$  以上の粒子においては室内 (IA) が外気 (OA) より高くなる室がよ

り増える傾向を示した。殆どの場合、室内濃度は外気より低くなっており、空調系統や空調フィルタによる低減が考えられる。

(5) CO の外気濃度は約 0.1 ppm、室内 CO 濃度も 1 ヶ所を除いた全測定点で 0.1ppm 程度と大差なく、室内 CO 濃度は外気由来によるものと判断された。いずれも管理基準値に比べると低い水準であった。CO<sub>2</sub> に関しては外気濃度約 400ppm に対して、室内平均は 658~1234ppm と 1 ヶ所で管理基準 1000ppm 以上となっていたが、他の建物は 1000ppm より低いレベルで管理されていた。機器による測定値の差は、CO は 0.06 $\pm$ 0.11ppm、濃度差の範囲は 0~0.6ppm、CO<sub>2</sub> は 19 $\pm$ 15ppm、濃度差範囲は 0~57ppm であり、校正による誤差等が考えられる。

(6) ASHRAE (アメリカ暖房冷凍空調学会) の ASHRAE 55 の最新版 (2023 年) に準拠して、5 件の建築物において ASHRAE 55 に準拠した温熱環境評価を行った。内外温度差が大きくなる夏期と冬期に 0.1m と 1.7m の空気温度差が 3K を超える、窓面方向の放射温度が 40°C を超えるなど、建築物衛生法で指定されている居室の中央部の床上 75cm 以上 150cm 以下の空気温湿度の測定のみでは、室内温熱環境の問題点抽出は難しいといった課題が挙げられた。

## C.3 空気環境衛生管理に向けた自動計測センサーの活用手法の検討

(1) CO<sub>2</sub> 濃度の自動校正機能の検証については、経時的に両者の差が大きくなる傾向が見受けられる場合と不規則な差の推移を示す場合があった。また、自動校正機能を使用しない場合には測定値が 304ppm となる時間帯もあることから、測定の精度が低下している可能性がある。

(2) 自動計測センサーによる冬期の室内環境評価については、基準値内時間率という指標に



より、現行測定よりも詳細な評価が可能となると考えられる。現場立入測定と自動計測センサーの比較では、冬期の相対湿度の一致率は88%と高い結果であったが、温度とCO<sub>2</sub>濃度の一致率はいずれも50%以下であった。特に、冬期のCO<sub>2</sub>濃度の一致率が低くなっているが、自動計測センサーによる測定値が全体的に低い傾向が見られ、自動計測センサーの自動校正の値が400ppmであることが一要因と考えられる。

(3) 法定測定と自動計測センサーの比較では、一致率は空気温度が37%、相対湿度が77%、CO<sub>2</sub>濃度が43%であった。法定測定では、外気測定後に室内測定を実施している、CO<sub>2</sub>濃度の校正が成されていない可能性があり、一致率の低下の要因につながったと考えられる。

#### C.4 空気環境管理に向けたBEMSデータ活用手法の検討

(1) 中間期のBEMSセンサーの温度・湿度・CO<sub>2</sub>濃度は居住域の値から大きく外れることはないため、中間期のBEMSデータは空気環境管理に活用できる可能性が高い。

(2) CO<sub>2</sub>濃度はいずれの時期でもBEMSセンサーの値と居住域の値が近くなるが、温度・相対湿度は暖房期のバラツキが大きくなりやすいため、BEMSデータを活用する上では暖房期に注意を払う必要がある。

(3) 経年変化の検証において、温度・相対湿度・CO<sub>2</sub>濃度のいずれの値も経年による差は小さく、一度各環境要素のトレンドやセンサーの個体差等を把握すれば、BEMSデータを環境管理に活用できる可能性が高い。

以上の分析を通して、過去に実施した単年の冷房期・暖房期のみを検証を補完することができ、BEMSデータの空気環境管理への活用可能性の知見が強化された。これまでは温度とCO<sub>2</sub>濃度の活用を中心に考えており相対湿度はセンサーの個体差が大きく活用は難しいと判断

していたが、1年経過した後も同様の傾向を示していたため、一度センサーの挙動を掴めば、BEMSによる相対湿度の管理も可能となることが期待される。

#### C.5 建築物衛生管理へのデジタル技術の活用に関するアンケート調査

(1) 該当建物の管理業務の期間は平均9.4±0.8年で、度数としては1~2年が最も多かった。業務内容としては、管理会社や部署の職員が59%と最も多く、次に建物の現場管理者33%、自社ビル管理会社(組合)職員が4%であった。建物の主な用途は、事務所が58%、店舗(百貨店)14%、旅館・ホテル7%、学校(研修所)8%、興行場3%、その他が9%であった。

(2) 負担が大きな業務内容として、帳簿の管理と報告が59%と最も多く、清掃作業31%、冷却塔・冷却水の点検30%、加湿装置の点検29%、空気環境6項目の測定24%、排水受け\_パッケージエアコン(PAC)24%、排水受け\_空調機(AHU)23%であった。また、飲料水\_残留塩素濃度22%、飲料水\_貯水槽の点検20%、ネズミ・衛生害虫等が20%であった。

(3) 中央監視システム+BEMSの導入は16%と少なく、中央監視システムのみ導入が45%、両方導入無しも30%あった。中央監視やBEMSデータの空気環境管理への活用としては、温度48%、相対湿度40%と両項目がやや高い活用度を示し、CO<sub>2</sub>は23%、気流、CO、浮遊粉じんは1割程度であった。データの水管理への活用は貯水槽水量が17%と最も高く、流量14%、水質13%、減水量申請10%、水温9%で空気環境よりは低い結果となった。

(4) 水の衛生管理に関しては、飲料水及び雑用水における残留塩素濃度、濁度、色度、pHの検査頻度を、検査実施体制(自己測定もしくは外部委託)の差異に着目して検討を行った。いずれの測定項目においても、自己測定を通じた

検査を実施している事例と比較して、検査を外部委託している事例において検査頻度不適率が大幅に高くなっていた。自己測定を通じた検査体制の構築が検査頻度不適率の低減にむけて重要な対策となるものと考えられる。

#### D. まとめ

本研究では建築物衛生法においても管理・点検・検査業務に対してデジタル技術を活用した効率化の検討を目的にし、以下内容の研究を実施した。

##### (1) 特定建築物の報告統計

CO<sub>2</sub>、温度、相対湿度の不適率の経年変化は、いずれも不適率が高く上昇する傾向にあった。それぞれが、省エネ法の改正、建築物衛生法の改正、東日本大震災の影響が考えられる。

一方、浮遊粉じん、CO、気流、ホルムアルデヒドについては低い不適率で推移している。

COVID-19 による影響として、2023 年度に CO<sub>2</sub> 濃度、温度及び相対湿度の不適率が高くなっている。2023 年度には CO<sub>2</sub> 濃度の不適率は、減少傾向を示した前年度よりも若干上昇し、温度と相対湿度の不適率は、それぞれ 40.0%と 60.4%と過去最高値を更新した。また、温度と相対湿度の不適率はその後も上昇し続けた。

##### (2) 室内環境に関する現場調査

現場測定で管理基準値に不適合となった項目は CO<sub>2</sub> 濃度及び冬期の相対湿度であった。CO<sub>2</sub> 濃度は 1ヶ所で 1200ppm 程度と管理基準 1000ppm を超えており、冬期の相対湿度は殆どの測定ヶ所で 40%RH を下回った。温度、浮遊粉じん、CO、気流で不適合になった測定点はなかった。

2種の空気環境6項目測定器(ビル管セット)間の測定値の差の平均は空気温度が 0.3K、相対湿度が 2.8%RH、浮遊粉じん 0.0046 mg/m<sup>3</sup>、CO 0.06ppm、CO<sub>2</sub> 19ppm、気流が 0.03m/s であった。

化学物質濃度については、アルデヒド類、厚生労働省で指針値が定められている 13 物質、TVOC の暫定目標値 (400µg/m<sup>3</sup>) を超過する建築物は無かったが、2E1H については 1 件の建築物以外で検出され、特に高濃度で検出された建築物もあった。

温熱環境測定方法としてより厳格な基準を提示している ASHRAE 55 に準拠して温熱環境評価を行った。室内外温度差が大きくなる夏期と冬期に床上 0.1m と 1.7m の空気温度差が 3K を超える、窓面方向の放射温度が 40°C を超えるなど、建築物衛生法で指定されている居室の中央部の床上 75cm 以上 150cm 以下の空気温湿度の測定のみでは、室内温熱環境の問題点抽出は難しいといった課題が挙げられた。

##### (3) 空気環境衛生管理に向けた小型センサーの活用手法の検討

建築物衛生管理における自動計測センサーの活用に向けて自動計測センサーによる室内環境評価ならびに現行測定と自動計測センサーの結果を比較した。

CO<sub>2</sub> 濃度の自動校正機能の検証については、経時的に両者の差が大きくなる傾向が見受けられる場合と不規則な差の推移を示す場合があった。また、自動校正機能を利用しない場合には測定値が 304ppm となる時間帯もあることから、測定の精度が低下している可能性がある。

自動計測センサーを活用することで室内環境を詳細に評価可能となるほか、現行測定の課題(前室の測定の影響や CO<sub>2</sub> 濃度の校正)への対応が可能となる等の利点がある。なお、現場立入測定と自動計測センサーによる比較では CO<sub>2</sub> 濃度は自動計測センサーの方が低い値となったが、自動校正値が 400ppm であることが要因と考えられ、近年漸増している大気中 CO<sub>2</sub> 濃度に合わせて校正することが望ましい。

現場立入測定若しくは法定測定の測定値に対して自動計測センサーの温度が±0.5K、相対

湿度が±5%RH、CO<sub>2</sub>濃度が±50ppm 以内の値である場合に両者は同等であると見なし、全測定回数に対する同値である測定回数の比率（一致率）で評価したが、温度やCO<sub>2</sub>濃度は一致率が低くなった。測定法間のデータ整合性を考える際にはこの誤差範囲をどれぐらいまで許容すべきかを検討する必要がある。

#### (4) 空気環境管理に向けた BEMS データ活用手法の検討

BEMS データの分析を通して、暖房期の扱いに注意が必要であるものの、BEMS データの空気環境管理への活用可能性が示唆された。これまで相対湿度はセンサーの個体差が大きく活用は難しいと判断していたが、一度個体差やセンサーの癖を掴んでおきさえすれば、1年後も同様の傾向を示していたため、BEMS による相対湿度の管理も可能となると期待される。

本分析は、未だやや定性的な考察になっているため、今後は二乗平均平方根誤差（RMSE）等の指標を用いながら、より定量的な結果の解釈を加えていく予定である。更に、BEMS 活用をする前提に立って、蓄積されたデータの詳細な分析を行うことで、実際に BEMS を空気環境管理に活用する上での注意点について纏めていく必要がある。

#### (5) 建築物衛生管理へのデジタル技術の活用に関するアンケート調査

中央監視システム+BEMS の導入は 16%と少なく、中央監視システムのみ導入が 45%、両方導入無しも 30%あった。中央監視や BEMS データの空気環境管理への活用としては、温度 48%、相対湿度 40%と両項目がやや高い活用度を示した。水管理への活用度は低かった。

管理技術者業務の効率化を考えると帳簿関連が約 6 割と最も需要が多く、他に清掃作業／冷却塔・冷却水の点検／加湿装置の点検は約 3 割であった。他に、空気環境 6 項目の測定、空調排水受けの点検に需要があると判断される。

帳簿関連業務に関しては電子ファイルも認められているが、未だに紙媒体が多く、特に行政報告は紙が 66%、紙・電子媒体両方が 28%と電子媒体のみは 6%であった一方、理想的な帳簿形式としては、電子媒体が 69%、紙・電子媒体両方が 25%と大きな乖離が存在している。

## E. 健康危険情報

該当なし。

## F. 研究発表

1) 下ノ 菌慧, 海塩渉, 鍵直樹, 中野淳太, 金勲. 建築物環境衛生管理への小型連続測定器・BEMS の活用可能性に関する検証. 第 57 回空気調和・冷凍連合講演会; 2024.4.18-19; 東京. 同講演論文集. 20. p.147-152.

2) 海塩渉, 鍵直樹, 金勲, 下ノ 菌慧, 中野淳太. 建築物衛生法における建築物環境衛生管理手法の再考 (第 3 報) ビルエネルギーマネジメントシステム活用による暖冷房期の空気環境管理. 令和 6 年度空気調和・衛生工学会大会; 2024.9.11-13; 佐賀. 同学術講演論文集. p.117-120.

3) 金勲, 海塩渉, 鍵直樹, 中野淳太, 下ノ 菌慧. 建築物衛生法における建築物環境衛生管理手法の再考 (第 4 報) 建築物環境衛生管理技術者の業務に関する認識調査. 令和 6 年度空気調和・衛生工学会大会; 2024.9.11-13; 佐賀. 同学術講演論文集. p.121-124.

4) 金勲, 下ノ 菌慧, 増田貴則, 三好太郎, 鍵直樹, 海塩渉, 中野淳太. デジタル技術を活用した建築物環境衛生管理の効率化に関する管理技術者の認識調査. 第 83 回日本公衆衛生学会総会; 2024.10.29-31; 札幌. 同抄録集. O21-2-2, pp.310

「総説」

1) 下ノ蘭慧, 海塩渉, 鍵直樹, 中野淳太, 金勲.  
デジタル技術を活用した建築物環境衛生管理  
の効率化の検討. 病院設備. 2024;66(4):34-37  
(報告)

2) 海塩渉, 鍵直樹, 金勲, 下ノ蘭慧, 中野淳太.  
建築物の空気環境管理における BEMS 活用の  
可能性. 病院設備. 2024;66(4):38-41 (報告)

**G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)**

該当なし。

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

IoT、AI 等の最新技術を活用した建築物衛生管理手法の  
検証のための研究

令和 6 年度 分担研究報告書

令和6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)  
分担研究報告書

1. 特定建築物の報告統計

分担研究者	鍵 直樹	東京科学大学	教授
研究代表者	金 勲	国立保健医療科学院	上席主任研究官
分担研究者	下ノ菌 慧	国立保健医療科学院	研究員
分担研究者	中野 淳太	法政大学	教授
分担研究者	海塩 渉	東京科学大学	助教

**研究要旨**

建築物衛生法においては対象となる特定建築物の維持管理手法として、環境衛生管理基準値を定め、測定を行い基準値と比較して、適切な維持管理を行っているところである。近年の特定建築物における現状の把握については、全国の特定建築物の報告データを用いて行うことが可能である。

本報告では、これまでの研究結果を踏まえて、厚生労働省から公表された全国の立ち入り調査のデータを用いた空気環境項目の不適率の最新動向について整理を行った。

特定建築物の各環境要素について二酸化炭素濃度、温度、相対湿度の不適率の経年変化は、いずれも値が高く、上昇する傾向となった。それぞれが、省エネ法の改正、建築物衛生法の改正、東日本大震災の影響が示唆された。一方、浮遊粉じん、一酸化炭素、気流、ホルムアルデヒドについては、低い不適率で推移している。

なお、新型コロナウイルス感染症が2023年5月に5類感染症になった影響として、二酸化炭素濃度の不適率が減少した前年度より若干上昇し、温度及び相対湿度は上昇し続けていると推察される。2023年度は温度、相対湿度の不適率が40.0%、60.4%となった。

**研究協力者**

増田 貴則 国立保健医療科学院  
三好 太郎 国立保健医療科学院

**A. 研究目的**

建築物衛生法では対象となる特定建築物の維持管理として、環境衛生管理基準値が表 1-1 のように定められている。なお、2022年から、一酸化炭素の基準値として10 ppm 以下であるところが、6 ppm 以下であることと、20 ppm 以下の特例が削除された。さらに温度については、17℃以上が、18℃以上となった。温度、相対湿度、二酸化炭素濃度、一酸化炭素濃度、気

流、浮遊粉じんの6項目について2カ月以内ごとに1回測定し、基準値との比較を行うことで、適切な維持管理を行うことになっている。ホルムアルデヒドについては、新築または大規模模様替えを行った後、最初に来る6月から9月の間に1回測定する。近年、温度、相対湿度、二酸化炭素の濃度の不適率が上昇する傾向にあることは本研究の関連研究で既に報告されている<sup>1,2)</sup>。

本報告では、これまでの研究結果を踏まえて、厚生労働省から公表された全国の立ち入り調査のデータを用いた全国都道府県の不適率の最新動向について整理を行った。

表 1-1 空気環境に関する建築物環境衛生管理基準

浮遊粉じんの量	0.15 mg/m <sup>3</sup> 以下
一酸化炭素の含有率	10 ppm 以下 (6 ppm 以下に改正)
二酸化炭素の含有率	1000 ppm 以下
温度	17℃以上 28℃以下 (18℃以上に改正)
相対湿度	40%以上 70%以下
気流	0.5 m/秒以下
ホルムアルデヒドの量	0.1 mg/m <sup>3</sup> 以下 (= 0.08 ppm 以下)

## B. 研究方法

厚生労働省が各都道府県、保健所設置市、特別区における建築物衛生の実態を把握することを目的とし、毎年集計を行っているものを、独立行政法人統計情報センターで公表されている。そこで、公表されている全国の建築物の維持管理に関するデータを用いて、基準値に適合しなかった建物の割合、不適率の動向の整理を行うことにより、建築物における環境衛生の実態、不適率の状況について把握することができる。ここで示す建物維持管理のデータは、建築物の維持管理項目ごとの調査件数及び不適件数が集計されている。また、対象期間は平成 8 年度から令和 5 年度（1996-2023 年度）までで、不適率の推移を見ることができる。なお、建築物の維持管理項目は、帳簿（1 項目）、空気環境の調整（16 項目）、給水の管理（10 項目）、雑用水の管理（9 項目）、排水設備（1 項目）、清掃（1 項目）、防除（1 項目）に分けられている。用途は興行場、百貨店、店舗、事務所、学校、旅館、その他と分かれており、それぞれの用途別ごとの不適率の比較をすることができる。これらのデータに基づき、用途別不適率及び不適率の経年変化を集計し、建物維持管理の問題点の抽出を行った。ここでは、空気環境の調整の内、空気環境の測定項目について述べる。

なお、令和 4 年（2022 年）に一酸化炭素濃度と温度の建築物環境衛生管理基準値の改正が行われたが、令和 3 年度（2021 年度）までは改正

前の調査結果であり基準値改正前の基準で、令和 4 年度（2022 年度）からは改正された基準値で評価されている。

## C. 研究結果および考察

### C.1 空気環境項目別の不適率の経年変化

図 1-1 に空気環境 7 項目（浮遊粉じん、二酸化炭素、一酸化炭素、温度、相対湿度、気流、ホルムアルデヒド）の不適率の経年変化を示す。浮遊粉じん、一酸化炭素、気流、ホルムアルデヒドについては、低い不適率で推移している。一方、二酸化炭素濃度、温度、相対湿度の不適率においては、いずれも値が高く、3 回の顕著な上昇が見られた。1 回目は平成 11 年度（1996 年度）（相対湿度）、2 回目は平成 15 年度（2003 年度）（温度、相対湿度、二酸化炭素濃度）、3 回目は平成 23 年度（2011 年度）（温度、相対湿度、二酸化炭素濃度）であった。それぞれは省エネ法の改定と建築物衛生法改定の翌年、東日本大震災の年と重なる。省エネのために、設定温度・相対湿度の設定・制御の問題、換気量を削減することなどにより、基準値を逸脱する事例が増加したものと考えられる。また、平成 15 年度（2003 年度）における建築物衛生法の改定により、個別空調方式の建物が特定建築物の適用範囲となったため、基準値の不適の件数が増加したことが考えられる。なお、平成 25 年（2013 年度）に相対湿度の不適率が一旦減少に転じているが、その原因として加湿器を設置してない建築物において、相対湿度との比較を行わなくてよいとの通知が提出されたことも関係すると考えられる。二酸化炭素については、平成 29 年度（2017 年度）までは 27.7%と上昇傾向であったが、その後若干の減少に転じている。また、新型コロナウイルス感染症の流行が始まった令和 2 年度（2020 年度）においては、感染症対策のため換気の増強、窓開け換気の励行を行っていたところである。二酸化炭素濃度の不適率については、令和 4 年度（2022 年度）に 12.5%にまで不適率が低下した。しかし、令和 5 年（2023 年）5 月 8 日からは、新型インフルエンザ感染症が感染症法上で 2 類相当としていたところ、5 類感染症となったことから対応も緩和されたこともあり、令和 5 年度（2023 年度）には不適

率が若干上昇の傾向となった。一方、温度及び相対湿度については、平成 29 年度(2017 年度)に 31.9%、57.2%であったが、さらに不適率が上昇し、令和 5 年度(2023 年度)に 40.0%、60.4%と過去最高値を更新している。換気の増強、窓開け換気の実施により、二酸化炭素濃度を低下させたが、特に夏期の空調時の温度が、湿度については夏期と冬期に基準値の範囲に収まらなかったことが考えられる。なお、令和 5 年(2023 年)においても在宅勤務により在室者数が減少していたものの、対面の活動も復活していることから、また窓開け換気についても実施されなくなりつつあり、二酸化炭素濃度の不適率のより戻しがあったものと考えられる。

図 1-2 から図 1-8 に浮遊粉じん、一酸化炭素、二酸化炭素、温度、相対湿度、気流、ホルムアルデヒドの用途別不適率の経年変化を示す。図 1-1 で示したように、浮遊粉じん、一酸化炭素、気流、ホルムアルデヒドについては、低い不適率を推移しており、用途によって特に特徴はない。ただし、ホルムアルデヒドにおいて、例えば平成 27 年度(2005 年度)の百貨店で高い不適率となっているのは、対象となった建物件数が 30 棟と少ないことで値が大きく変動したものと考えられる。

図 1-4 の二酸化炭素については、旅館を除けば、全ての用途で軒並みに上昇し続けている。特に学校と事務所の上昇が著しく、平成 8 年度(1996 年度)の 10%程度に比べ、令和元年度(2019 年度)は 4 倍超となった。いずれの用途においても、新型コロナウイルス感染症の流行が始まった令和 2 年度(2020 年度)に減少、令和 3 年度(2021 年度)に大きく減少に転じており、どの用途においても、感染症対策のため換気の増強、窓開け換気の励行を行ったためと考えられる。学校については、学校保健安全法の学校環境衛生基準において、換気の基準として 1500 ppm 以下であることが望ましいとしており、特定建築物となっている学校建築においては、同じ二酸化炭素濃度であっても、基準値が異なっていることも要因として考えられる。旅館において不適率が低い要因としては、計測場所・時間など測定条件に起因することも考えられる。例えば、宴会場において、宴会の最中に計測がされ

ているかといえば、困難であることが想像される。

図 1-5 の温度については、いずれの用途も上昇傾向にあり、学校、百貨店、店舗の不適率が特に高い傾向であった。学校については二酸化炭素と同様に学校環境衛生基準に、望ましい基準として 10℃以上、30℃以下であるとしていたため、建築物衛生法とは異なっていたことが原因の一つと考えられる。しかしながら、平成 30 年(2018 年)に、17℃以上、28℃以下と改正され、建築物衛生法と一旦は同じ値になった。令和元年度(2019 年度)には一旦不適率に改善の傾向が見られたものの、新型コロナウイルス感染症の対策のため、2020 年度以降は再度増加したものと考えられる。なお、現在(令和 4 年)には温度が建築物衛生法と同じ 18℃以上、28℃以下であることが望ましいとしている。店舗については近年の不適率上昇が顕著であることに注視する必要がある。

図 1-6 の相対湿度については、どの用途も同様に上昇傾向が見られる。

ホルムアルデヒドについては、基準値として制定された当初から、低い不適率を推移している。住宅においては、気密性の向上による換気の減少、フローリングや壁紙に使用される接着剤などの多用から発生するホルムアルデヒドなどの化学物質の室内濃度が高くなること、シックハウス症候群、化学物質過敏症の主要原因となっていた。その対応として、厚生労働省から化学物質の指針値を制定、建築基準法によりホルムアルデヒド発散建材の使用制限、24 時間換気設備の設置義務化とともに、発生源である内装材料からの化学物質の発生が少なくなったことで、住宅室内の化学物質濃度が低下している。一方、特定建築物においては、二酸化炭素濃度の基準値より、一定の換気量が確保されていること、住宅とは異なる内装材料を用いていることからホルムアルデヒドの発生量は比較的少ないこともあり、不適率としても低いものとなっていると考えられる<sup>3)</sup>。



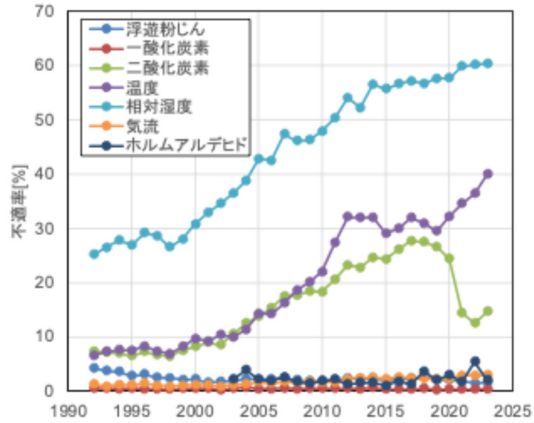


図 1-1 空気環境 7 項目の不適率の経年変化

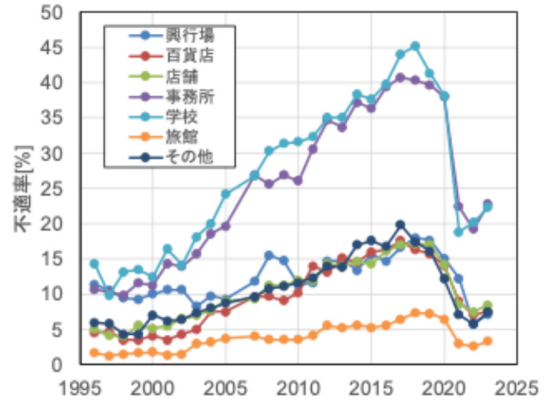


図 1-4 用途別の二酸化炭素濃度不適率の経時変化

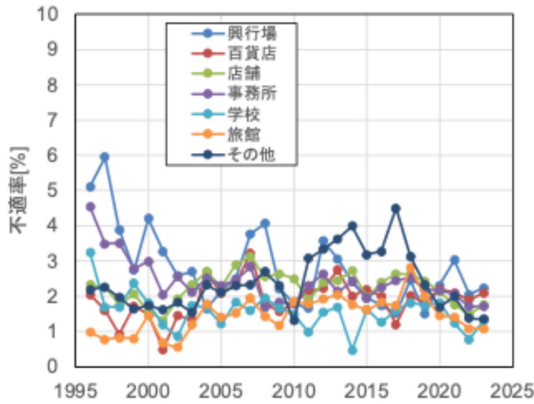


図 1-2 用途別の浮遊粉じん濃度不適率の経時変化

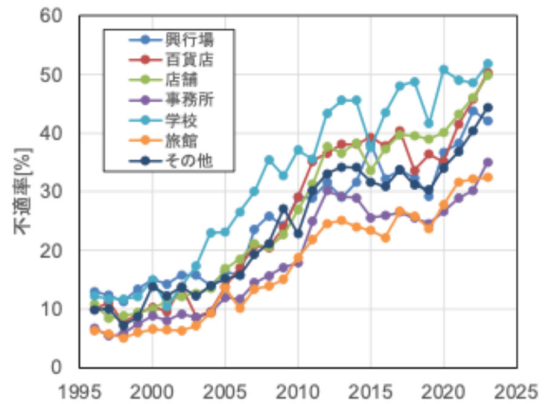


図 1-5 用途別の温度不適率の経時変化

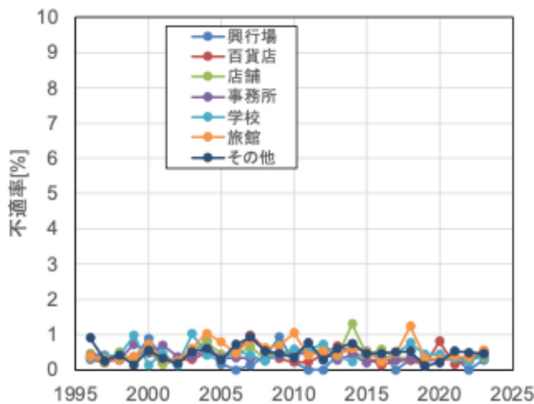


図 1-3 用途別の二酸化炭素濃度不適率の経時変化

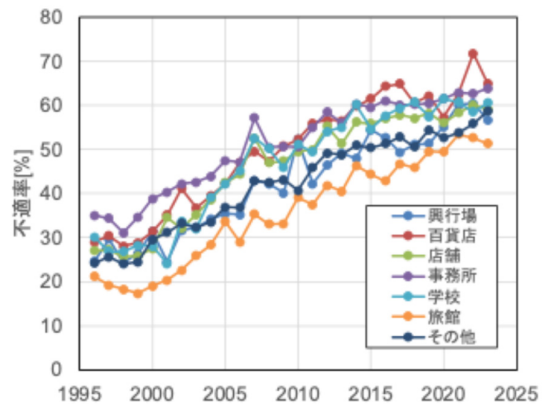


図 1-6 用途別の相対湿度不適率の経時変化

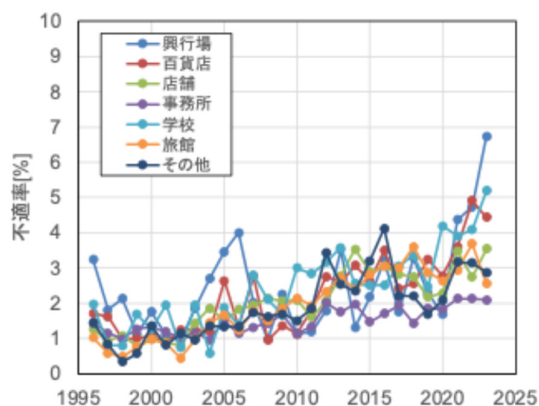


図 1-7 用途別の気流不適率の経時変化

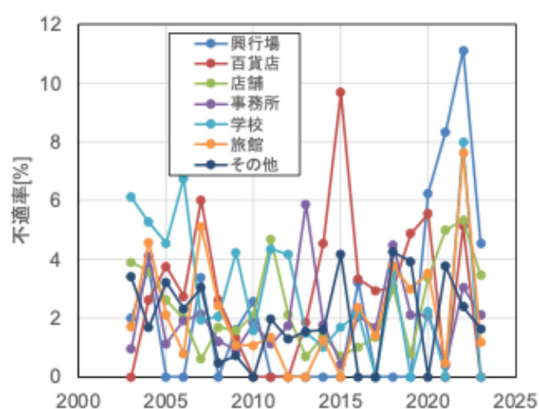


図 1-8 用途別のホルムアルデヒド濃度不適率の経時変化

## C.2 考察

空気環境項目別の不適率の経年変化より、二酸化炭素濃度、温度、相対湿度については、年々上昇する傾向となり、特に二酸化炭素濃度は換気に関わる項目であることから、室内空気質への影響が懸念される。しかしながら、ホルムアルデヒド濃度については、基準に制定されて以来、低い不適率となっており、換気不足による濃度上昇の傾向は見られない。これには、住宅とは異なりホルムアルデヒドを多量に発生する建材を使っていないこと、ある程度の換気ができていることなどが挙げられる。なお、ホルムアルデヒド以外の化学物質については、二酸化炭素濃度の不適率が高い傾向であることから、換気が十分とは言えず、ホルムアルデヒドとは異なる発生源であれば、室内濃度が高くなる可

能性もある。新型コロナ対策として、窓を開けた換気を行ったことにより、二酸化炭素濃度の不適率は令和 3 年度 (2021 年度) に大きく減少し、令和 5 年度 (2023 年度) においては新型コロナ感染症が感染症法上 5 類に緩和され、その対応も変わり若干増加傾向になったが、温度及び相対湿度の不適率はさらに上昇しており、温熱環境への影響が課題である。

## D. まとめ

これまでの研究結果を踏まえて、厚生労働省から公表された全国の立ち入り調査のデータを用いた不適率の最新動向について整理を行った。

特定建築物の各環境要素について二酸化炭素濃度、温度、相対湿度の不適率においては、いずれも値が高く、上昇する傾向となった。それぞれが、省エネ法の改正、建築物衛生法の改正、東日本大震災の影響が示唆された。また、浮遊粉じん、一酸化炭素、気流、ホルムアルデヒドについては、低い不適率で推移している。なお、新型コロナウイルス感染症の対策の実施からコロナ禍以前に戻つつあるため、二酸化炭素濃度だけではなく、温度及び相対湿度の不適率についても影響を及ぼしていることが推察された。

## E. 参考文献

- 1) 東賢一, 池田耕一, 大澤元毅, 鍵直樹, 柳宇, 斎藤秀樹, 鎌倉良太: 建築物における衛生環境とその維持管理に関する調査解析, 空気調和・衛生工学会論文集, Vol.37, No.179, pp. 19-26, 2012.9
- 2) 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, Vol.84 No.765, pp.1011-1018, 2019.11
- 3) 鍵直樹, 池田耕一, 柳宇, 長谷川あゆみ, 藤井修二: パッシブ法による事務所における揮発性有機化合物の実態調査と汚染原因の検討, 日本建築学会環境系論文集, 日本建築学会, Vol.74, No. 638, pp. 501-506, 2009.4

## F. 研究発表

1. 論文発表

- なし
- 2. 学会発表  
なし
- 3. 著書  
なし

**G. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）**  
予定なし

令和6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)  
分担研究報告書

2. 室内環境に関する現場調査

代表研究者	金 勲	国立保健医療科学院	上席主任研究官
分担研究者	鍵 直樹	東京科学大学	教授
分担研究者	中野 淳太	法政大学	教授
分担研究者	下ノ菌 慧	国立保健医療科学院	研究員

**研究要旨**

研究の1年目として、7件（宮崎県3件、関東近郊4件）で10室を対象に小型測定器の設置、空気環境6項目測定、化学物質濃度・浮遊微粒子個数濃度の秋期及び冬期測定を実施した。

本章1節：建物の断熱性能や空調設備が異なる7件の建物概要を示した。

本章2節：空気環境管理項目6項目のうち、温度、相対湿度、気流について現場立入測定を実施した。2種の空気環境6項目測定器を用いて各室20分間測定した。ガラス面積率が大きい建築物において空気温度の平均値が最も高く26.8°Cであった。秋期の相対湿度は60%RH程度であったが、冬期の相対湿度はほとんどの建築物で40%RHを下回った。2種の空気環境6項目測定器の差の平均値は空気温度が0.3K、相対湿度が2.8%RH、気流が0.03m/sであった。

本章3節：ホルムアルデヒドを含む厚生労働省の指針値物質を中心に調査した。アルデヒド類、厚生労働省で指針値が定められている13物質、TVOCの暫定目標値(400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )を超過する建築物は無かったが、2E1Hについては1件の建築物以外で検出され、特に高濃度で検出された建築物もあった。

本章4節：浮遊粉じん濃度及び浮遊粒子状物質6粒径の計測結果を報告した。浮遊粉じんはいずれの建物も管理基準濃度0.15 $\text{mg}/\text{m}^3$ に比べると低濃度であり、計測機器間では平均0.0046 $\pm$ 0.0049 $\text{mg}/\text{m}^3$ の差が見られた。6粒径浮遊粒子状物質では、全体的に1.0 $\mu\text{m}$ 以下の小さな粒子では室内濃度(IA)が外気(OA)より低い傾向が見られる一方、5 $\mu\text{m}$ 以上の粒子においては室内(IA)が外気(OA)より高くなる室がより増える傾向を示した。殆どの場合、室内濃度は外気より低くなっており、空調システムや空調フィルタによる低減が考えられる。

本章5節：COの外気濃度は約0.1ppm、室内CO濃度も1ヶ所を除いて0.1ppm程度と大差なく、室内CO濃度は外気由来によるものと判断された。いずれも管理基準値に比べると低い水準であった。CO<sub>2</sub>に関しては外気濃度約400ppmに対して、室内平均は658~1234ppmと1ヶ所で管理基準1000ppm以上となっていたが、他の建物は1000ppmより低いレベルで管理されていた。機器による測定平均値の差は、COは0.06 $\pm$ 0.11ppm、濃度差の範囲は0~0.6ppm、CO<sub>2</sub>は19 $\pm$ 15ppm、濃度差範囲は0~57ppmであり、校正による誤差等が考えられる。

本章6節では、ASHRAE（アメリカ暖房冷凍空調学会）のASHRAE 55の最新版（2023年）に準拠して、5件の建築物においてASHRAE 55に準拠した温熱環境評価を行った。内外温度差が大きくなる夏期と冬期に0.1mと1.7mの空気温度差が3Kを超える、窓面方向の放射温度が40°Cを超えるなど、建築物衛生法で指定されている居室の中央部の床上75cm以上150cm以下の空気温湿度の測定のみでは、室内温熱環境の問題点抽出は難しいといった課題が挙げられた。

## 2-1. 建物概要

### A. 研究目的

本研究では、7件の建築物を対象に小型測定器による二酸化炭素（以降、CO<sub>2</sub>）濃度、空気温湿度、粒径 2.5μm 以下の微小粒子状物質（以降、PM<sub>2.5</sub>）の測定ならびに5件の建築物を対象に建築物衛生法で定められる立入測定を実施する。空気温度は外皮断熱仕様、相対湿度は加湿量、CO<sub>2</sub>濃度は換気量、PM<sub>2.5</sub>濃度はフィルタ性能に大きく影響されることから、本節では7件の建物概要を整理する。

### B. 研究方法

建物の各種データは担当者へのヒアリング若しくは建築図面から収集した。収集した項目は建物概要として立地、竣工年月、延床面積、階数、軒高、構造、室概要としてフロア、室面積、天井高、室容積、床材を調査した。外皮断熱仕様は外壁、屋根、1階床、サッシ別に種類と厚さを調査した。空気調和設備は空調方式、空調吹出位置、空調能力、空調風量、台数、フィルタ性能、加湿方式、加湿量、換気風量を調査した。

### C. 研究結果

建物概要の調査結果を表 2-1-1 に示す。立地は宮崎県 3 件、関東近郊 4 件の計 7 件であり、1 件あたり最大で 2 フロアの測定を行った。竣工年月は最も古い建物が B ビルであり、最も新しい建物が A ビルであった。延床面積は E ビルが 1551.0m<sup>2</sup> であり、特定建築物には該当しない。その他の建物は延床面積 3000m<sup>2</sup> 以上であり、特定建築物に該当する。測定対象室の床面積は最小が 173.13m<sup>2</sup>（C ビル）、最大が 1555m<sup>2</sup>（E ビル）であり、D ビルの 1F、F ビル、G ビルは比較的大平面のプランとなっている。外皮断熱仕様は外壁に 15～25mm 程度の断熱材が施工されており、サッシには低放射ガラス（Low-E ガラス）や二層複層ガラスを採用している建物が多い。空調設備は一部パッケージエアコンが採用されているが、いずれの建物でも中央管理室から発停・制御を行う方式であった。また、G ビルにはペリメータ部の熱処理のためにファンコイルユニット方式が併用さ

れていた。空調吹出し位置は E ビルと G ビルが床、その他は天井であった。

### D. まとめ

本節では、測定対象とした7件の建物の概要を示した。本研究では、7件の建築物を対象に小型測定器による CO<sub>2</sub> 濃度・温湿度・PM<sub>2.5</sub> 濃度の測定ならびに5件の建築物を対象に建築物衛生法に準じた空気環境測定や放射熱環境測定等を行う。また、特定建築物に該当する A ビル、B ビル、C ビル、D ビル、F ビル、G ビルでは、建築物衛生法に係る定期検査結果のデータを収集し、これらの比較検証により、小型測定器や BEMS データが建築物衛生管理に利用できる条件を明らかにする予定である。

なお、表 2-1-1 の建物記号は以降の章・節で共通の記号とする。

### E. 参考文献

なし

### F. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし
3. 著書  
なし

### G. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

予定なし

表 2-1-1 建物概要

建物記号		A-1	A-2	B	C	D-1	D-2	E-1	E-2	F	G
建物概要	立地	宮崎県宮崎市		宮崎県宮崎市	宮崎県宮崎市	千葉県印西市		埼玉県三芳町		神奈川県藤沢市	神奈川県藤沢市
	竣工年/月	2020 / 08		1968 / 03		1993 (2019 改修)		1992 / 03		2006 / 11	
	延床面積(m <sup>2</sup> )	24 406		3935.21		39 150.9		1 551.0		17 863.5	9 132.1
	階数(地上/地下)	10 / 1		5 / 0		4 / 1		3 / 0		7 / 0	5 / 0
	軒高(m)	47.40				18		12.08		32.3	21.6
	構造	S 一部 RC、免震構造		RC		RC		RC		S 一部 RC	
室概要	フロア	2	8	3	6	1	3	2	3	2	2
	室面積(m <sup>2</sup> )	約 540	約 537	224.50	173.13	1 195.4	491.9	354.0	354.0	1555.2	1305.0
	天井高(m)	2.8	2.8			2.6	2.6	2.7	2.7	2.8	2.8
	室容積(m <sup>3</sup> )	1 512	1 503.6			3 108.0	1 278.9	955.9	955.9	4 370.1	3 654.0
	床材	OA(ビニル床シート・ビニル床タイル・タイルカーペット)		繊維床		タイルカーペット	タイルカーペット	OA(コンクリート下地)	OA(コンクリート下地)	OA(コンクリート下地)	OA(コンクリート下地)
	外壁	現場発泡ノンフロン湿式断熱材 25mm				押出法ポリスチレンフォーム断熱材 25mm		15mm(種別不明)		吹付硬質ウレタン	
外皮断熱仕様	屋根	硬質発泡ポリスチレン板 30mm				押出法ポリスチレンフォーム断熱材 25mm		硬質ウレタンフォーム 25mm		フォーム 15mm	
	1 階床	現場発泡ノンフロン湿式不燃断熱材 25mm				フェノールフォーム断熱材 20mm		30mm(種別不明)		硬質ウレタンフォーム保温板 2 種 2 号 30mm	
	サッシ	複層ガラス (FL6+A6+FL6)				PWG ガラス(10+A8+10)		熱線吸収フロートガラス		Low-E 二層複層ガラス (6+6+6)	南: Low-E 二層複層ガラス (6+12+6.8) 北: 熱線反射ガラス
	空調方式	AHU(VAV)		AHU ※R7 年度より PAC	AHU	AHU (CAV)	放射冷温水パネル+チルドビーム+FCU	外気処理エアコン+水熱源パッケージエアコン (中央管理)		変风量単一ダクト方式	変风量単一ダクト方式+ファンコイルユニット方式
空気調和設備	空調吹出位置	天井		天井	天井	床	天井	床		天井	床
	空調能力(kW)	冷房: 98.1 暖房: 70.2	冷房: 100.1 暖房: 69.2			冷房: 191.2 暖房: 125.4	冷房: 64.3 暖房: 100.3	冷房: 11.2 暖房: 12.5		冷房: 329 暖房: 268	冷房計: 1407 暖房計: 1144
	空調風量(m <sup>3</sup> /h)	13 800		16 500		47 340	11 200	1 920			
	台数	1	1			6	冷放射パネル 184 枚+チルドビーム 28 台+FCU5 台	各 2	各 2	3	
	フィルタ(外調)	比色法 65%				比色法 65~90		比色法 65%			
	フィルタ(空調)					質量法 20		ロングライフ		比色法 90% 質量法 82	計数法 87% 質量法 38%
	加湿方式	気化式				気化式		蒸発式		水気化式	水気化式
	加湿量(kg/h)	12.9	17.0			20	15.2	2.9			
換気量(m <sup>3</sup> /h)	9 850	8 200			4 660	2 000	500×2				

## 2-2. 温度、相対湿度、気流

### A. 研究目的

建築物衛生法では、延床面積が 3000m<sup>2</sup>以上の特定建築物において、空気調和設備・機械換気設備を設けている場合の空気環境の基準が定められている。空気調和設備を設けている場合の空気環境の基準は浮遊粉じんの量が 0.15mg/m<sup>3</sup>以下、一酸化炭素の含有率（以降、CO 濃度）が 6ppm 以下、二酸化炭素の含有率（以降、CO<sub>2</sub> 濃度）が 1000ppm 以下、温度が 18°C 以上 28°C 以下、相対湿度が 40%以上 70% 以下、気流が 0.5m/s 以下と定められており、2 か月以内ごとに 1 回の測定が義務付けられている<sup>1)</sup>。

本研究では、小型測定器や BEMS 等による自動測定によるデータの精度を検証することを主目的としているが、はじめに、建築物衛生法に係る測定方法による測定を行った。本節では、5 件の建築物で測定した温度、相対湿度、気流速度の結果を報告する。

### B. 研究方法

測定機器概要を表 2-2-1 に示す。測定には柴田科学社株式会社製の室内環境測定セット：IES-5000 と日本カノマックス株式会社製のオートビル III：Model 2100 を用いた。測定原理はいずれも同一の方式であるが、CO<sub>2</sub>は IES-5000 の方が測定範囲は広く、その他の項目は Model 2100 の方が測定範囲は広い。また、温度・CO<sub>2</sub> (at 1000ppm)・浮遊粉じんの測定精度はいずれも同等であるが、CO (at 6ppm) の測定精度は IES-5000 の方が高く、相対湿度・気流の測定精度は Model 2100 の方が高い。

測定は A・B・C ビルは 2024 年 10 月と 2025 年 1 月、D ビルは 2025 年 2 月、E ビルは 2025 年 3 月に実施した。各建物の平面概要図と測定点を図 2-2-1～図 2-2-6 に示す（C ビルは平面図が入手できていないため省略）。水色陰影部が測定対象室を示しており、赤丸プロットが測定点を示している。室内・屋外ともに 20 分間測定し、内 10 分間の平均値で整理した（表 2-2-2）。

表 2-2-1 測定機器概要

測定機器	室内環境測定セット：IES-5000	オートビルセット III：Model 2100	
	(柴田科学株式会社)	(日本カノマックス株式会社)	
測定原理	温度	白金抵抗体抵抗式	白金測温抵抗体方式
	相対湿度	高分子薄膜静電容量式	静電容量式
	気流	ブリッジ平衡型定温度差動作方式（熱線方式）	熱線方式
	CO	定電位電解方式	電気化学方式
	CO <sub>2</sub>	非分散型赤外線方式	非分散型赤外線方式
浮遊粉じん	光散乱方式	光散乱方式	
測定範囲	温度	-10～60°C	-20～60°C
	相対湿度	5～95%	2～98%
	気流	0.05～2.00m/s	0.05～5.00m/s
	CO	0～100ppm	0.1～500 ppm
	CO <sub>2</sub>	0～10000ppm	0～5000 ppm
浮遊粉じん	0.000～4.000mg/m <sup>3</sup>	0.001～10.000mg/m <sup>3</sup>	
測定精度	温度	全域±0.5°C	±0.5°C
	相対湿度	±4%RH @25°C	2～80%：±2.0% RH 80～98%：±3.0% RH
	気流	全域±0.2m/s	0.05～0.99m/s：±0.02m/s 1.00～5.00m/s：指示値の±2%又は0.015m/sのいずれか大きい方
	CO	0～10ppm：±2.5ppm 10.1～100ppm：±5ppm	指示値の±3%又は±3ppmのいずれか大きい方 @20°C
	CO <sub>2</sub>	0～2000ppm：±50ppm 2001～5000ppm：±100ppm 5001～10000ppm：±500ppm	指示値の±3%又は±50ppmのいずれか大きい方 @20°C
浮遊粉じん	±10%	±(指示値の10%+1)カウント	

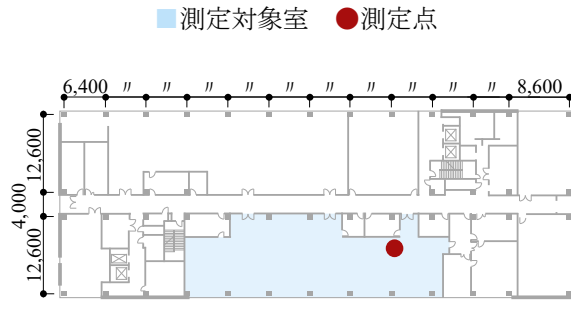


図 2-2-1 A ビル (2F) 平面概要図

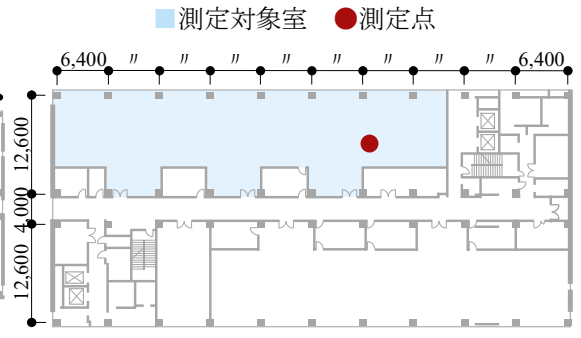


図 2-2-2 A ビル (8F) 平面概要図

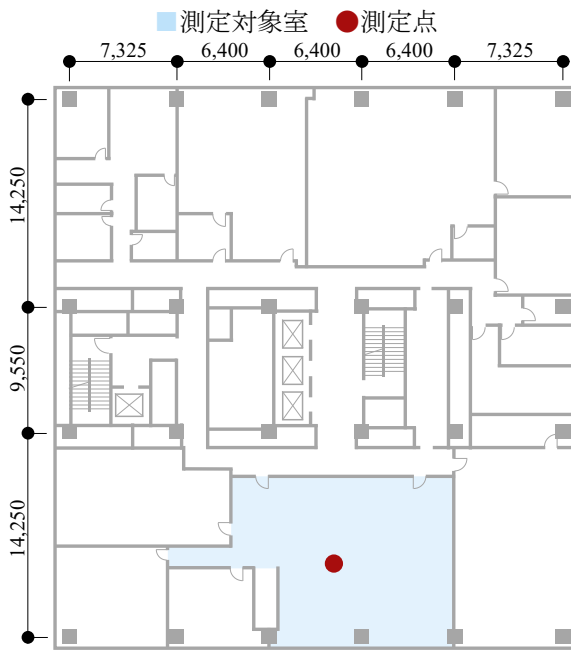


図 2-2-3 C ビル平面概要図

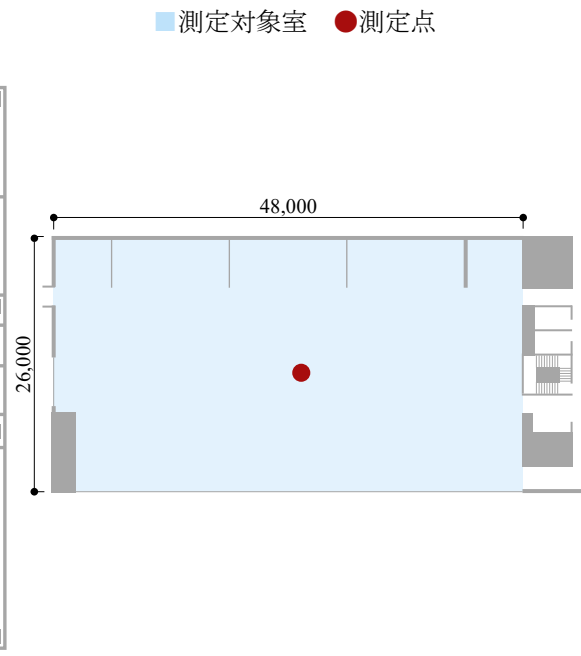


図 2-2-4 D ビル (1F) 平面概要図

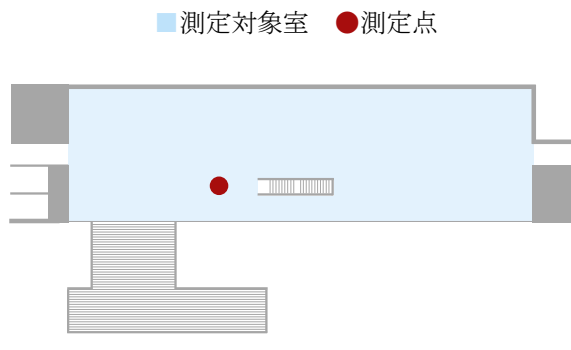


図 2-2-5 D ビル (3F) 平面概要図

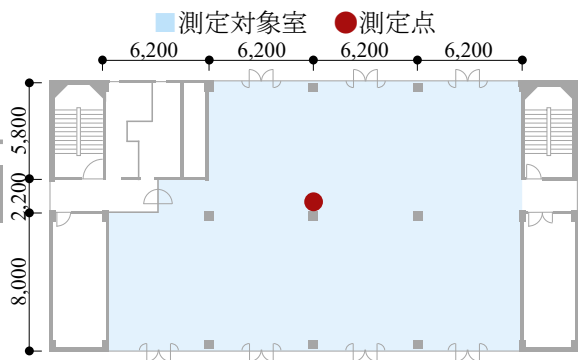


図 2-2-6 E ビル (2F・3F) 平面概要図



表 2-2-2 測定日時と測定時刻

建物記号	A-1 (1)	A-2 (1)	B (1)	C (1)	D-1	D-2	E-1	E-2	A-1 (2)	A-2 (2)	B (2)	C (2)
測定日 (2024 年度)	10/22		10/22	10/23	2/25		3/28		1/29		1/30	1/29
室内測定開始時刻	10:45	11:20	14:35	10:50	11:15	10:55	16:00	15:30	15:50	16:20	10:20	13:40
室内測定終了時刻	10:55	11:30	14:45	11:00	11:25	11:05	16:10	15:40	16:00	16:30	10:30	13:50
屋外測定開始時刻	未実施		未実施	未実施	12:05		16:30		16:50		10:50	14:20
屋外測定終了時刻	未実施		未実施	未実施	12:15		16:40		17:00		11:00	14:30

## C. 研究結果

### C.1. 温度

温度の測定結果を図 2-2-7 に示す。C ビルの IES-5000 では測定値にやや変動があるが、その他の建築物では大きな変動は見られなかった。

10 分間平均温度を図 2-2-8 に示す。最も温度が高かったのは D ビルの 3F であり、26.8°C であった。これは窓面積率（窓面積／外壁面積）が大きく日射の影響により暖かい空間となったと考えられる。最も温度が低かったのは C ビルであった。当該ビルは 10 月測定時が 23.6°C、1 月測定時が 23.2°C であり、測定時期によらず一定の温度となっていた。なお、IES-5000 と Model 2100 は平均で 0.3K の差であったが、D ビルの 1F の測定では 0.7K の差が生じる場合もあった。

### C.2. 相対湿度

相対湿度の測定結果を図 2-2-9 に示す。B ビルでは 10 月測定時に測定開始時から測定終了時まで 4～5%RH の低下が生じていたが、その他の建築物では大きな変動は見られなかった。

10 分間平均相対湿度を図 2-2-10 に示す。A ビル、B ビル、C ビルの 10 月測定時は最高値が 67%RH (B ビル)、最低値が 57%RH (A ビル 8F) であった。1～2 月測定時は最高値が 51%RH (E ビル 3F)、最低値が 16%RH (B ビル) であり、A ビルと E ビルを除いて建築物環境衛生管理基準値を下回っていた。なお、IES-5000 と Model 2100 の結果は概ね同等であり、測定機器の差の平均値は 2.8%RH、最大値は 4.9%RH (D ビル 3F) であった。

### C.3. 気流

気流の測定結果を図 2-2-11 に示す。B ビルでは 10 月測定時に空調の影響と考えられるが最高 0.22m/s まで上昇していた。その他の建築物では 0.2m/s を超過することはなく、大きな変

動も見られなかった。

10 分間平均気流を図 2-2-12 に示す。最も気流が大きかったのは D ビルの 3F であり、0.15m/s であった。なお、IES-5000 と Model 2100 の結果は概ね同等であるが、IES-5000 は低速気流の場合に 0.05m/s と記録される。

## D. まとめ

本節では、5 件の建築物で測定した温度、相対湿度、気流速度の結果を示した。温度と気流についてはいずれの建築物においても環境衛生管理基準値内であったが、相対湿度については特に冬期に環境衛生管理基準値を下回る建築物が多かった。また、2 つの空気環境測定機器 (IES-5000 と Model 2100) の結果は概ね同等であることも示された。

## E. 参考文献

- 1) 厚生労働省. 建築物衛生のページ. <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000132645.html> (アクセス日 2025-4-22)

## F. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし
3. 著書  
なし

## G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)

予定なし

OIES-5000 × Model 2100

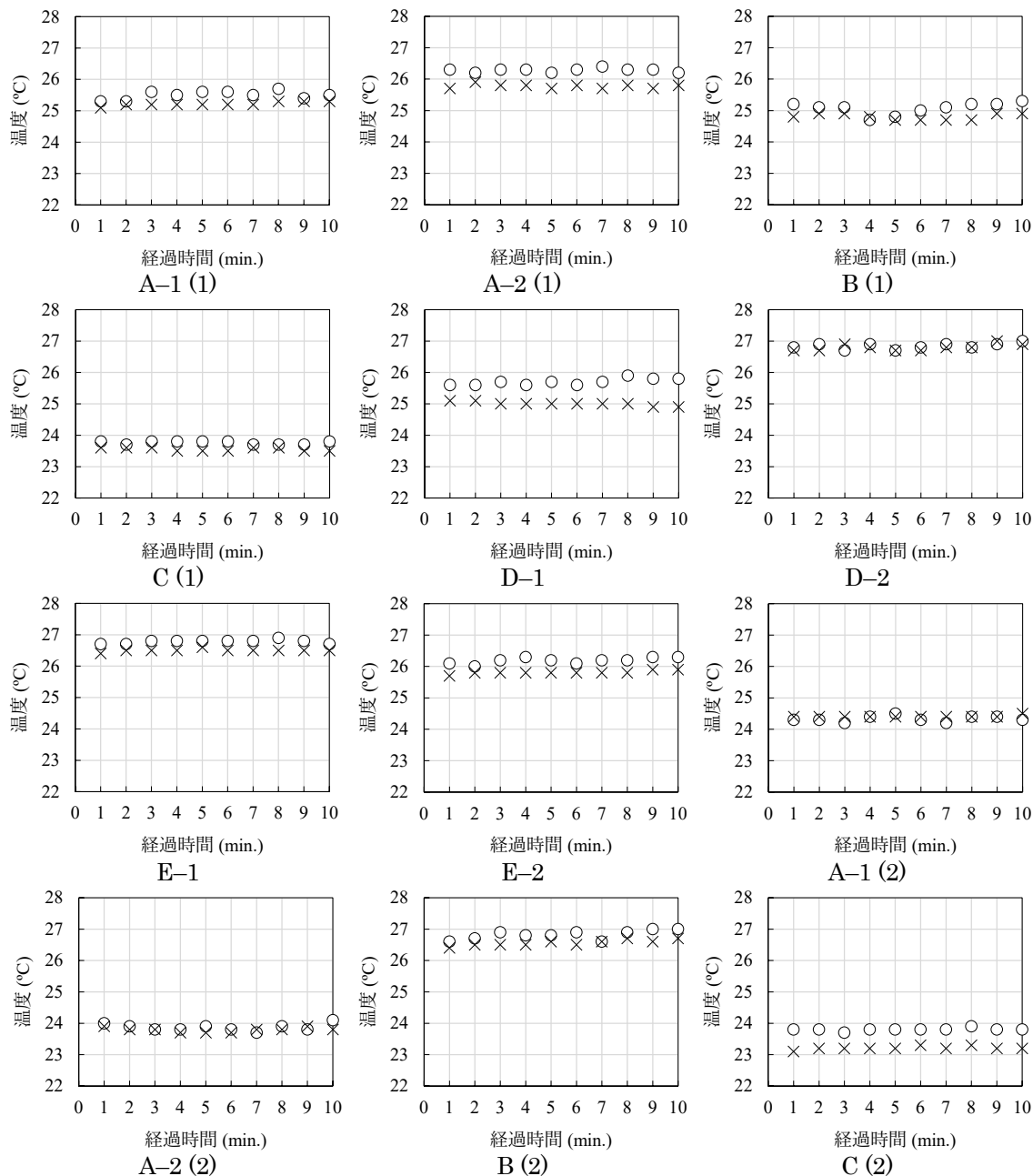


図 2-2-7 温度

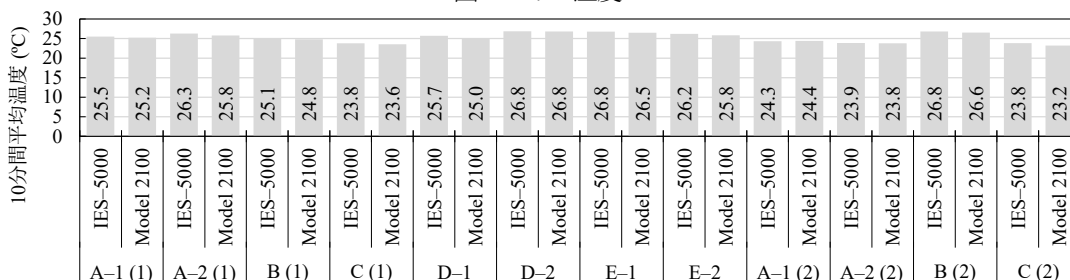


図 2-2-8 10分間平均温度

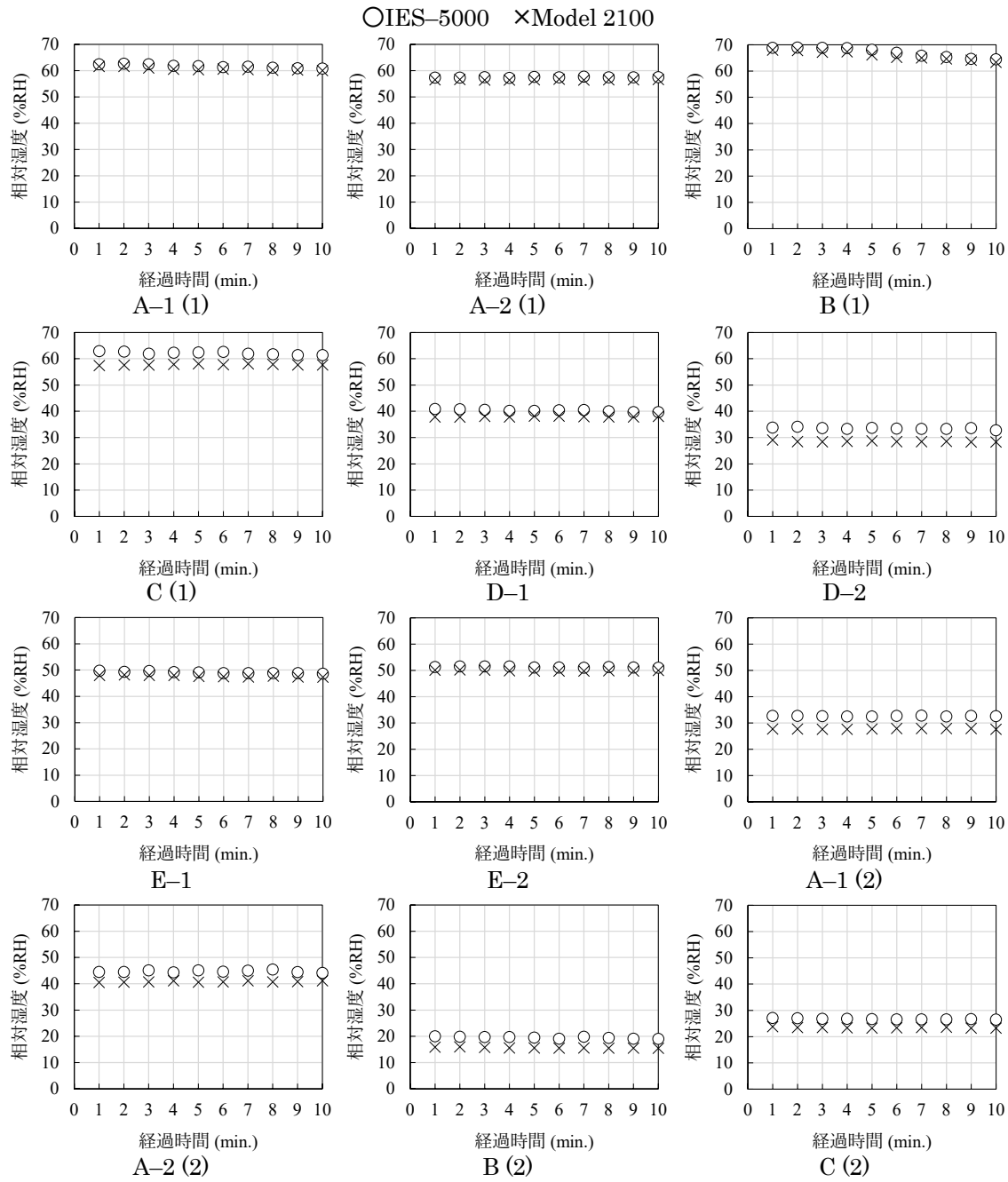


図 2-2-9 相対湿度

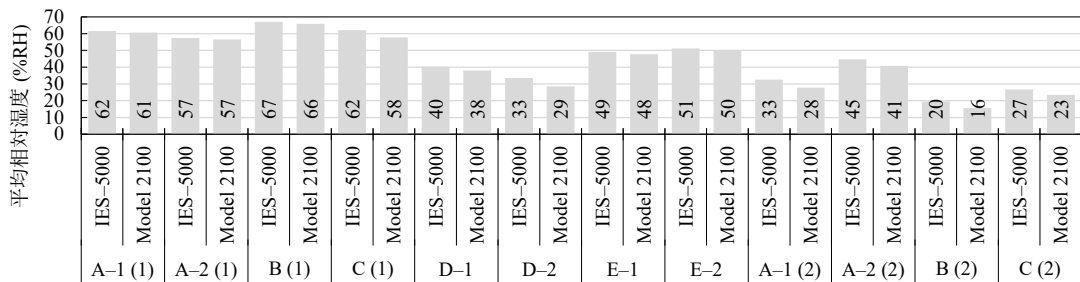


図 2-2-10 10 分間平均相対湿度

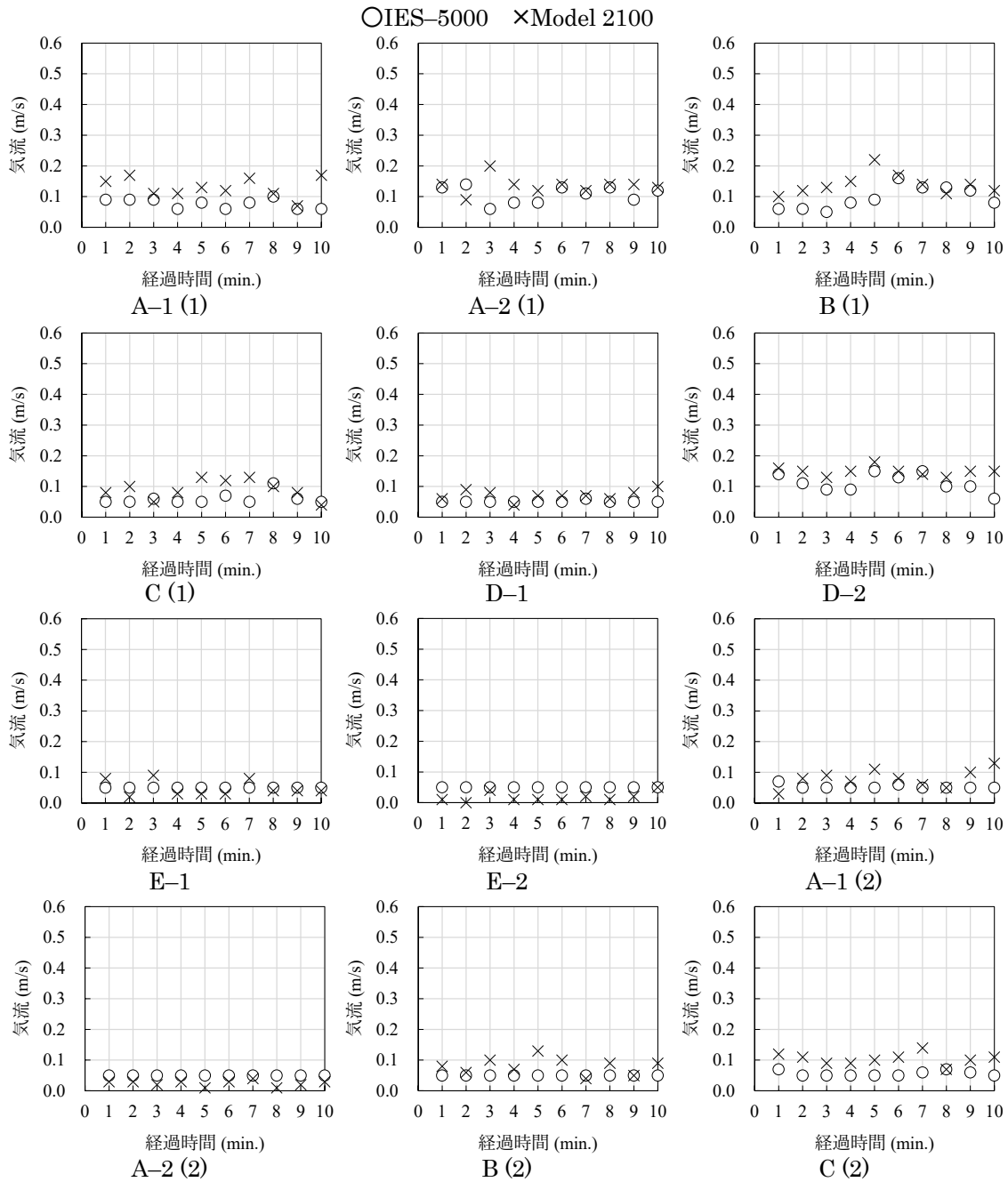


図 2-2-11 気流

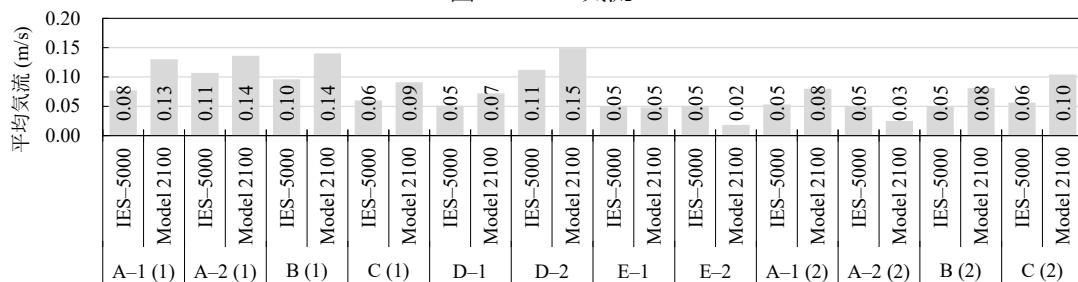


図 2-2-12 10 分間平均気流

## 2-3. 化学物質濃度 (VOCs 及びカルボニル化合物)

### A. 研究目的

建築物環境衛生管理基準におけるホルムアルデヒドの基準値は、100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  である。シックハウスに関連して表 2-3-1 のようにホルムアルデヒドを含む 13 物質が厚生労働省により濃度指針値が、TVOC については暫定目標値が定められているが、建築物衛生法においてホルムアルデヒド以外は基準値にはなっていない。特定建築物では、建築物環境衛生管理基準により二酸化炭素濃度を基準に適切な換気が行われていることが確認できることや、室内の化学物質発生源が住宅ほど多くないこと、設計換気量が住宅より多いことから化学物質濃度は低いと考えられている。

厚生労働省の室内濃度指針値は、現状において入手可能な科学的知見に基づき、人がその化学物質の示された濃度以下の暴露を一生涯受けたとしても、健康への有害な影響を受けないであろうとの判断により設定された値である。これらは、今後集積される新たな知見や、それらに基づく国際的な評価作業の進捗に伴い、将来必要があれば変更され得るものである。「シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会」では、令和 7 年 1 月 17 日にこの検討会の中間報告書が公表された<sup>1)</sup>。

この検討会において、最新の知見に基づいてエチルベンゼンの有害性評価を実施し、エチルベンゼンの指針値を 3,800  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  から 370  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  に改定された。

その他の物質として、2-エチル-1-ヘキサノール (2E1H) は、塩ビ建材や接着剤、塗料などの建材から発生し、眼、皮膚への刺激、中枢神経系などに影響を与え、健康被害をもたらすことが指摘されている<sup>2)</sup>。また、2E1H は特異臭があるため、建物内での悪臭の原因にもなり得る。これまで 2E1H は室内では未規制であったが、多くの建物で検出されるようになり、中には高濃度で検出される室内も存在することから、厚生労働省は 2017 年 4 月に、2E1H を揮発性有機化合物の室内濃度に関する指針値に追加する改定案を示し、指針値を 130  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  と定める予定であった<sup>3)</sup>。しかし、2018 年 12 月の第 23 回

シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会において、対策を講ずるにあたり科学的知見のさらなる収集が必要であり、また技術的観点から実効性に疑義のある値が提案されている可能性があるとの意見や、国際動向も踏まえて、指針値案は見直されることになった<sup>4)</sup>。さらに、令和 7 年 1 月 17 日に公表された検討会の中間報告書では、初期リスク評価を行った結果、国内における実態調査により測定された室内空气中の 2-エチル-1-ヘキサノール濃度が維持される限りは、人健康影響（一般毒性、生殖発生毒性、発がん性）に関するリスクは高くはないと考えられる、としている<sup>5)</sup>。しかし、この検討会で参照している実態調査は、住宅となっており、実態調査における 95%tile 値に相当する濃度が 35.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  としており、建築物については別途検討する必要があると考えられる。なおこの検討会では、2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールモノイソブチレート (TMPD-MIB)、2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールジイソブチレート (TMPD-DIB) においても同様の初期リスク評価を行っており、現在の住宅の室内濃度が維持されれば、人健康影響に関するリスクは高くはないとしている。

ここでは、事務所建築物における化学物質濃度の現状を把握するため、ホルムアルデヒドを含む厚生労働省の指針値に示されている物質を中心にアクティブ法を用いて実測調査を行った。

表 2-3-1 化学物質の濃度指針値

揮発性有機化合物	室内濃度指針値
ホルムアルデヒド	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08 ppm)
アセトアルデヒド	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03 ppm)
トルエン	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07 ppm)
キシレン	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm)
エチルベンゼン	370 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.085 ppm)
スチレン	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm)
パラジクロロベンゼン	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)
テトラデカン	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)
クロルピリホス	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07 ppb) 小児の場合 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007 ppb)

フェノブカルブ	33 µg/m <sup>3</sup> (3.8 ppb)
ダイアジノン	0.29 µg/m <sup>3</sup> (0.02 ppb)
フタル酸ジ-n-ブチル	17 µg/m <sup>3</sup> (1.5 ppb)
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	100 µg/m <sup>3</sup> (6.3 ppb)
TVOC (暫定目標値)	400 µg/m <sup>3</sup>

## B. 研究方法

対象とした建築物は表 2-3-2 に示す建築物 A から E の埼玉県、千葉県、宮崎県にある事務所建築物である。建築によっては同じ建築物内で異なるフロアの居室 2 箇所を測定対象とし、同じ部屋で複数箇所において測定対象としているところもある。2024 年 10 月の冷房期と、2025 年 1 月から 3 月の暖房期において行った。

建築物衛生法によるホルムアルデヒドの測定については、2・4-ジニトロフェニルヒドラジン (DNPH) 捕集—高速液体クロマトグラフ法により測定する機器、4-アミノ-3-ヒドラジノ-5-メルカプト-1・2・4-トリアゾール (AHMT) 法により測定する機器又は厚生労働大臣が別に指定する測定器とされている。

厚生労働省による通知「室内空気中化学物質の室内濃度指針値及び標準的測定方法について」によれば、ホルムアルデヒド濃度の指針値制定にあたっては、一般的な人達における明らかな刺激感覚を防ぐことを指標として、30 分平均値で 0.1 mg/m<sup>3</sup> を指針値とすることが適当である、としている。

建築物衛生法においても、ホルムアルデヒド測定のタイミングを、新築、増築、大規模の修繕又は大規模の模様替えを完了し、その使用を開始した時点から直近の 6 月 1 日から 9 月 30 日までの間に 1 回と規定している。これは、ホルムアルデヒドの発生が新しい建材から多く発生すること、温度上昇に伴って多く発生することを意識したものである。なお、ホルムアルデヒドの量の測定結果が管理基準を超過した場合は、空気調和設備又は機械換気設備を調整し、外気導入量を増加させるなど、室内空気におけるホルムアルデヒドの量の低減策に努める必

要がある。さらに、翌年の測定期間中に 1 回、再度、当該測定を実施することが必要となる。

測定時間についての規定はないものの、上述のように 30 分平均値で 0.1 mg/m<sup>3</sup> を指針値としていることから、30 分の平均値が求められると考えられる。厚生労働大臣が別に指定する測定器においても、30 分のサンプリング時間での測定値の一致を求めている。ただし、特定建築物などの室内においては、空調条件が定常であれば、室内濃度は定常状態となっているものと考えられる時点でのサンプリングを行うことを考慮することが重要である。

表 2-3-3 に示すように、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドなどのカルボニル化合物については、DNPH カートリッジを用いて 30 L 捕集 (30min at 1.0L/min) を行い、HPLC により 12 成分の定量分析を行った。トルエンなど VOCs については、Tenax-TA 充填捕集管を用いて 9 L 捕集 (30min at 300 mL/min) し、GC/MS により 45 成分の定量を行った。なお、TVOC の算出には、C6 (ヘキサン) から C16 (ヘキサデカン) に検出したピークをトルエン換算して算出した。

表 2-3-2 測定対象とした建物概要

	A	B	C	D	E
立地	宮崎県 宮崎市	宮崎県 宮崎市	宮崎県 宮崎市	千葉県 印西市	埼玉県 三芳町
階数(地上/地下)	10/1			4/1	3/0
構造	S一部RC、 免震構造			RC	RC
特定建築物	特定建築物	特定建築物	特定建築物	特定建築物	
測定場所面積 [m <sup>2</sup> ]	540	225	173	1195	354
空調設備	AHU (VAV)	PAC	AHU	コンパクトエアハン(CAV)	外気処理エアコン+水熱源パッケージエアコン(中央管理)
空調風量[m <sup>3</sup> /h]	13800(換気量9850)			47340	1920
外調機のフィルタ性能	比色法65%			比色法65~90%	比色法65%
室内機のフィルタ性能				質量法20%	ロングライフ
加湿器の種類	気化式			気化式	気化式
床材	OA(ビニル床シート・ビニル床タイル・タイルカーペット)			OA(金属下地)	OA(コンクリート下地)

表 2-3-3 空气中化学物質の測定概要

測定項目	内容
アルデヒド類	DNPH カートリッジ 30L (at 1.0L/min) 溶媒抽出-HPLC
VOCs	Tenax-TA 9L (at 300 mL/min) 加熱脱着-GC/MS

### C. 研究結果および考察

各測定点における化学物質濃度を表 2-3-4 に示す。

アルデヒド類であるホルムアルデヒド、アセトアルデヒドは建築物衛生法の基準値 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  及び厚生労働省指針値 48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  に対し指針値を超過する室はなかった。室内にこれらの物質の発生量の高い汚染源は存在しないと考えられる。

厚生労働省で指針値が定められている 13 物質中、室内の建材からの発生源としてトルエン、エチルベンゼン、キシレン、エチルベンゼン、スチレンが検出されたが、濃度としては低い水準であり、厚生労働省指針値を超えた物質はな

かった。室内の持ち込みとなる防虫剤から発生するパラジクロロベンゼンについては 1 物件のみ検出されたが、その他の室内は検出限界以下であった。

TVOC については、暫定目標値 400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超過する物件はなかった。厚生労働省の指針となっている物質については、それぞれ指針値以下であり、TVOC 濃度に関係する物質はそれ以外の多種類の物質と、2E1H 濃度が他の物質と比較して高い値で検出された。

2E1H 濃度については、建築物 C 以外で検出され、特に建築物 E において高濃度で検出された。建材からの 2E1H 発生には、一次発生と二次発生が知られている。一次発生は建材の製造中に含有された 2E1H が発生することを示す。二次発生は、コンクリートなどの下地に施工した塩ビ建材や接着剤に含まれる可塑剤のフタル酸ジエチルヘキシル (DEHP) がコンクリートに含まれるアルカリ水溶液によって加水分解されることで 2E1H を生成し、発生することを示す。タイルカーペットや塩化ビニルがコンクリート下地に直接敷かれている部屋では、2E1H の濃度が高いと報告されており<sup>5)</sup>、室内の 2E1H 濃度が高い原因として二次発生を挙げ

表 2-3-4 揮発性有機化合物の測定結果

	A (2024/10/22)			B (2024/10/22)		C (2024/10/23)	
	A-1	A-2	OA	B	OA	C	OA
Formaldehyde	8.0	15.0	0.0	7.3	0.0	10.0	1.7
Acetaldehyde	4.3	10.5	4.8	26.3	4.8	8.7	4.8
Benzene	1.0		2.1	1.5	2.1		1.3
Toluene	1.0	2.0	0.9	2.3	0.9	1.4	1.6
Ethylbenzene		1.2		1.5			
Xylene		2.0		1.2			
Styrene							
p-dichlorobenzene				24.7			
2E1H	18.0	49.7					
Tetradecane							
TVOC	125.9	275.6	97.3	146.9	97.3	102.1	77.5

	C (2025/1/29)		A (2025/1/29)			B (2025/1/30)		D (2025/2/25)			E (2025/3/28)		
	C	OA	A-1	A-2	OA	B	OA	D-1	D-2	OA	E-1	E-2	OA
Formaldehyde	4.2	1.8	3.7	8.7	0.0	4.5	0.0	5.0	6.2	1.7	10.7	10.0	1.3
Acetaldehyde	7.3	9.0	6.5	13.3	3.5	5.7	4.5	6.8	8.0	4.0	11.5	10.3	5.3
Benzene										1.0			
Toluene						3.7		0.7			6.0	5.2	3.1
Ethylbenzene						2.1					0.7	1.7	0.9
Xylene						1.1					1.9	1.9	0.7
Styrene						11.8							
p-dichlorobenzene													
2E1H			5.0	16.2		26.8		1.3	2.4		131.2	107.1	
Tetradecane													
TVOC	25.5	1.5	67.1	129.5	4.6	258.6	4.6	53.3	46.2	73.9	302.3	253.0	131.2

注：空欄は検出限界以下

ているものが多く、コンクリート下地の含水率に着目した研究が多くなされている。通常の事務用途の建築物においては、床にタイルカーペットが敷かれており、床の下地はタイル地、コンクリートスラブ、金属製・コンクリート製・プラスチック製 OA フロアの 5 種類に分類することができる。

建築物 E においては、コンクリート製 OA フロアであることを確認しており、上述のコンクリート下地による二次生成物の可能性が考えられる。

最近の 2E1H に関する研究論文は限られており、2E1H に関するレビュー論文<sup>6)</sup>によると、2E1H の吸入暴露は、実験動物において目、鼻、喉の粘膜に炎症を引き起こし、ヒトを対象とした研究では、嗅覚刺激と目の不快感が増加した。2E1H は室内空气中に長期間保持される可能性があり、これに暴露された建物居住者に望ましくない健康影響を引き起こす可能性が高くなる。また、建築物 56 棟の 67 室において、夏期と冬期に空气中の 2E1H 濃度を測定し、さらに 5 つのビルの 5 つの部屋で 2 年以上の追跡調査を行った<sup>7)</sup>。その結果、2E1H は室内空气中の主要な揮発性有機化合物のひとつであること、平均濃度は夏期 (55.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) の方が冬期 (13.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) よりも有意に高かった。追跡調査では、室内空气中の 2E1H 濃度は、経年の減少はみられないが、季節変動として夏期には濃度が明らかに上昇し、冬期には明らかに低下した。

本研究においても、建物 A において 2E1H が検出され、冬期よりも冷房期の 10 月の方が高い値となっており、室内温度による発生源からの発生量、室内濃度への影響が考えられる。

#### D. まとめ

事務所建築物における化学物質濃度の現状を把握するため、ホルムアルデヒドを含む厚生労働省の指針値に示されている物質を中心にアクティブ法を用いて実測調査を行った。

結果として、基準値であるホルムアルデヒドおよび化学物質の指針値、TVOC の暫定目標値の濃度を超過する建物はなかった。TVOC 濃度については、厚生労働省の指針値は低濃度であるものの、2E1H の濃度が高濃度であったこと

が原因である。2E1H については、コンクリート下地による二次生成物の可能性が考えられ、室内温度による季節変動の可能性もしました。

#### E. 参考文献

- 1) 厚生労働省シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会: シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会中間報告書-第 24 回 ~ 第 28 回までのまとめ, 2025/1/17, <https://www.mhlw.go.jp/content/001378160.pdf> (2025.5.4 参照)
- 2) 東賢一, 池田耕一, 久留飛克明, 中川雅至, 長谷川あゆみ, 森有紀子, 山田裕巳: 建築に使われる化学物質事典, 株式会社風土社, 2006.5.1
- 3) 厚生労働省 医薬・生活衛生局医薬品審査管理課化学物質安全対策室: 第 21 回シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会 議事録, 2017. <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000166151.html> (参照: 2025.5.5)
- 4) 厚生労働省 医薬・生活衛生局医薬品審査管理課化学物質安全対策室(2018): 第 23 回シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会 議事録, [https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000166151\\_00002.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000166151_00002.html) (参照: 2025.5.5)
- 5) 上島通浩, 柴田英治, 酒井潔, 大野浩之, 石原伸哉, 山田哲也, 竹内康浩, 那須民江: 2-エチル-1-ヘキサノールによる室内空気汚染 室内濃度, 発生源, 自覚症状について, 日本公衛誌 52(12), pp. 1021-1031, 2005
- 6) Takanari Wakayama, Yuki Ito, Kiyoshi Sakai, Mio Miyake, Eiji Shibata, Hiroyuki Ohno, Michihiro Kamijima, Comprehensive review of 2-ethyl-1-hexanol as an indoor air pollutant, J. Occup. Health, 21:61(1):19-35, 2019.
- 7) Kiyoshi Sakai, Michihiro Kamijima, Eiji Shibata, Hiroyuki Ohno, Tamie Nakajima: Annual transition and seasonal variation of indoor air pollution levels of 2-ethyl-1-hexanol in large-scale buildings in Nagoya, Japan, Journal of Environmental Monitoring, 11,



2068-2076, 2009

**F. 研究発表**

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし
3. 著書  
なし

**G. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）**

予定なし

## 2-4. 浮遊粉じん及び浮遊粒子状物質

### A. 研究目的

建築物衛生法における空気中粒子濃度に関する室内基準は、浮遊粉じん濃度  $0.15 \text{ mg/m}^3$  以下と設定されている。同法における浮遊粉じんとは粒径  $10 \mu\text{m}$  以下の粒子となるが粉じん計のカットオフ径に関する定義の違いから  $\text{PM}_{10}$  とは少し異なる。

また、環境省が定める大気環境基準は  $\text{PM}_{2.5}$  の1年平均が  $15 \mu\text{g/m}^3$  以下、1日平均が  $35 \mu\text{g/m}^3$  と設定されている<sup>1)</sup>。室内基準は定められていない。

本研究では、特定建築物における室内浮遊粒子状物質 (Suspended Particulate Matter) 濃度データの蓄積と実態把握を行い、その特徴について検討する。

### B. 研究方法

浮遊粉じん測定にはビル管セットと呼ばれる建築物衛生管理基準6項目を同時測定できる IES-5000 (SIBATA 社製) 及び Model 2100 (Kanomax 社製) を用いた。

粒径別の浮遊粒子濃度は Particle Counter (Kanomax Model 3889) を用いて、6粒径 ( $0.3$ 、 $0.5$ 、 $1.0$ 、 $3.0$ 、 $5.0$ 、 $10\mu\text{m}$ ) に対する個数濃度を計測した。

浮遊粉じん、粒径別浮遊粒子ともに1分間の計測を20分間連続で行っている。浮遊粉じんは測定開始8分後から終了2分前までの10分間の平均値を、粒径別浮遊粒子は開始4分後から終了2分前までの15分間の平均値を用いた。

### C. 研究結果

図2-4-1に浮遊粉じん濃度のグラフを、表2-4-1に浮遊粉じん測定結果の集計表、表2-4-2に測定機器間の差を示す。

図2-4-2に室内浮遊粒子状物質の個数濃度積算値を、図2-4-3及び図2-4-4に代表粒径の個数濃度分布を示す。また、図2-4-5に粒径別IO比 (室内濃度/外気濃度) の結果を、表2-4-3に粒径別IO比の集計を示す。

#### C.1. 浮遊粉じん濃度

浮遊粉じん濃度は小数第三位までが最大有効数字であるが、ここでは差を比較するために

小数第4位までを用いた。

夏期 (10月) は測定当日、豪雨のため空気環境6項目の外気測定は欠測となった。室内濃度平均は IES-5000 (SIBATA 社) が  $0.0118 \pm 0.0108 \text{ mg/m}^3$ 、Model 2100 (Kanomax 社) が  $0.0018 \pm 0.0019 \text{ mg/m}^3$  であった。

冬期における外気濃度平均は IES-5000 (SIBATA 社) が  $0.0082 \pm 0.0012 \text{ mg/m}^3$ 、Model 2100 (Kanomax 社) が  $0.0028 \pm 0.0006 \text{ mg/m}^3$  であり、室内濃度平均はそれぞれ  $0.0030 \pm 0.0015 \text{ mg/m}^3$ 、 $0.0006 \pm 0.0005 \text{ mg/m}^3$  であった。

いずれも管理基準濃度  $0.15 \text{ mg/m}^3$  に比べると低濃度であり、管理基準を上回る建物はなかった。

両機器間の測定値平均の差 (表2-4-2) は  $0.0046 \pm 0.0049 \text{ mg/m}^3$  であった。IES-5000 が Model-2100 より若干高い値を示しているが、いずれも管理基準濃度  $0.15 \text{ mg/m}^3$  より  $1/12 \sim 1/250$  程度低い濃度での測定となっているため、基準に対する測定精度の影響は小さいと考えられる。

IES-5000 は低濃度域で敏感に数値を表すが Model 2100 は低濃度では測定値が0と表示されることが原因と考えられる。

#### C.2. 浮遊粒子状物質濃度

室内における小さな粒子は外気由来のものが多く、大きな粒子は人間活用による生成されることが多く、在室者密度が高く室内での活動が多いと濃度が高くなる。

個数濃度の積算値 (図2-4-2) として、 $0.3$ 、 $0.5$ 、 $1.0$ 、 $3.0\mu\text{m}$  の小さな粒子は全物件において外気 (OA) が室内濃度 (IA) より高い傾向を示す。

但し、建物A、Bの夏期 (10月) 測定では豪雨の影響もあり、外気濃度が全体的に高く計測されている。

また、 $5.0$ 、 $10\mu\text{m}$  の大きな粒子も室内が外気よりは低い物件が多いが、冬期の建物Aの2Fと8F、建物Bの3Fは室内濃度が外気よりも高くなっている。

室内側にはOA機器や冬期の個別式加湿器など発生源があるが、空調や室内沈着による濃度低減も生じる。今回測定した、物件では冬期の

建物 B や E は半減かそれ以下の濃度低減であるが、A、C、D では外気に比べて大幅な濃度低減が見られる。空調システムや空調フィルタによる低減が考えられる。

個数濃度 (図 2-4-3 及び図 2-4-4) は粒径が小さな粒子の濃度が高く、大きな粒径の粒子濃度は低い、典型的な濃度分布を示している。

### C.3. 浮遊粒子状物質の IO 比

IO 比としては、0.3、0.5、1.0、3.0 $\mu\text{m}$  の小さな粒径の粒子においては全て IO 比 $<1$  と、外気より室内で低く維持されている。一方、5 $\mu\text{m}$  と 10 $\mu\text{m}$  の大きな粒子では IO 比 $>1$  が冬期の建物 A、B の 2 物件 (3 カ所) 存在する。他の建物に比べて外気濃度が特段低い・高いことはなく、粒子全体の個数濃度積算値としては両方ともに室内 $<$ 外気であるため、発生由来の粒径特性が原因と考えられる。つまり、室内における大きな粒子は人工的に生成されることが多く、在室者密度が高く室内での活動が多いと濃度が高くなる。

粒子の除去性能は中性能フィルタが導入されている中央式がよりよいとされている<sup>2),3)</sup>。

粒径別の IO 比平均も 0.3、0.5、1.0、3.0 $\mu\text{m}$  では 0.3、0.3、0.2、0.4 と外気より大きく下回っているが、5 $\mu\text{m}$  と 10 $\mu\text{m}$  では 0.7、1.7 と高くなる傾向を示す。

### D. まとめ

浮遊粉じん濃度は、いずれも管理基準濃度 0.15 $\text{mg}/\text{m}^3$  に比べると低濃度であった。測定機器間では平均 0.0046 $\pm$ 0.0049  $\text{mg}/\text{m}^3$  の差が見られたが、濃度基準値に比べて低いレベルである。

6 粒径を対象にした浮遊粒子状物質測定では、1.0 $\mu\text{m}$  以下の小さな粒子では室内濃度 (IA) が外気 (OA) より低い傾向を示した一方、5 $\mu\text{m}$  以上の粒子においては室内 (IA) が外気 (OA) より高くなる室が増えた。

細かい粒子は外気由来であり空調経路で一部除去されるため室内濃度は外気より低くなるのが一般的な傾向である一方、大きな粒子は人工的に生成されることが多く、在室者密度が高く室内での活動が多くなると濃度が高くなることがある。

殆どの場合、室内濃度は外気より低くなって

おり、空調システムや空調フィルタによる低減が考えられる。

### E. 参考文献

- 1) 環境省：微小粒子状物質健康影響評価検討会報告書：粒子状物質の特性について、2008
- 2) 鍵直樹：事務所建築物における PM2.5 濃度の実態と室内外濃度比、空気清浄、54(4)、258-262、2016
- 3) 小林健一、金勲、鍵直樹ほか：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、令和元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)、2020.3

### F. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし
3. 著書  
なし

### G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)

予定なし

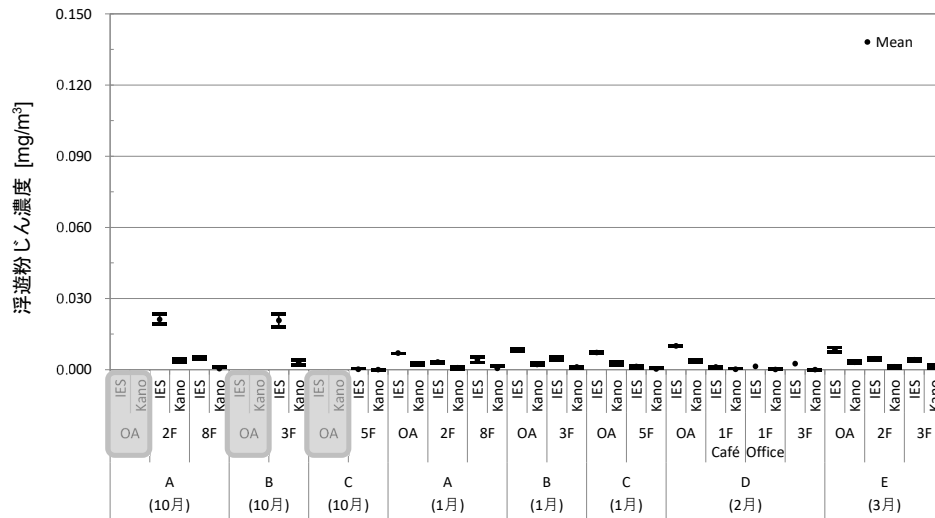


図 2-4-1 立入測定による浮遊粉じん濃度測定結果  
「IES : IES-5000 (SIBATA 社)、Kano : Model 2100 (Kanomax 社)」  
※ 陰影部分は豪雨による欠測

表 2-4-1 立入測定による浮遊粉じん濃度測定結果の集計  
「IES : IES-5000 (SIBATA 社)、Kano : Model 2100 (Kanomax 社)」

		2024年10月				2025年1~3月			
		IES		Kano		IES		Kano	
		OA	In	OA	In	OA	In	OA	In
浮遊粉じん [mg/m <sup>3</sup> ]	Mean	/	0.0118	/	0.0018	0.0082	0.0030	0.0028	0.0006
	SD	/	0.0108	/	0.0019	0.0012	0.0015	0.0006	0.0005
	Max	/	0.0250	/	0.0050	0.0100	0.0060	0.0040	0.0030
	Min	/	0.0000	/	0.0000	0.0070	0.0010	0.0020	0.0000

表 2-4-2 測定機器間の差  
「IES : IES-5000 (SIBATA 社)、Kano : Model 2100 (Kanomax 社)」

		機器間の差	管理基準
浮遊粉じん [mg/m <sup>3</sup> ]	Mean	0.0046	0.15mg/m <sup>3</sup> 以下
	SD	0.0049	
	Max	0.0200	
	Min	0.0000	

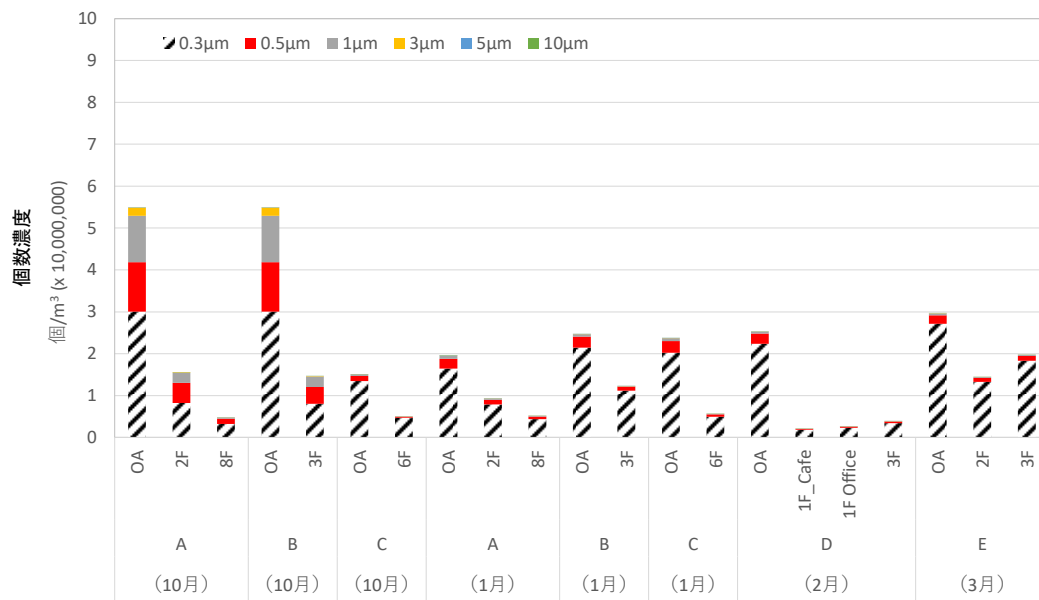


図 2-4-2 室内浮遊粒子の個数濃度積算値

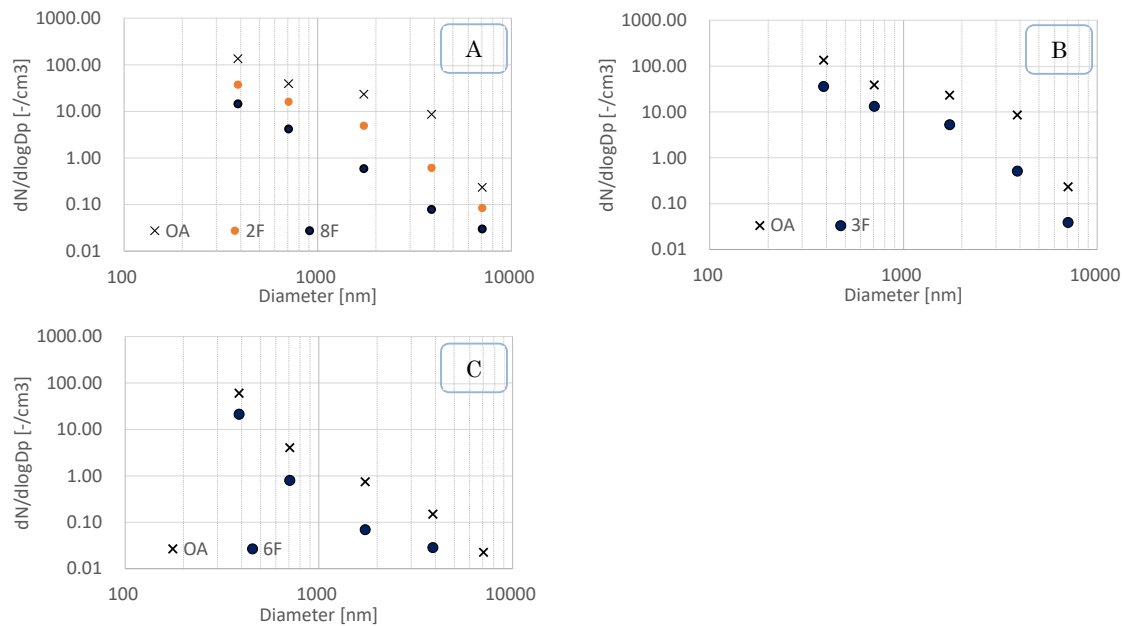


図 2-4-3 代表粒径の個数濃度分布 (10月)

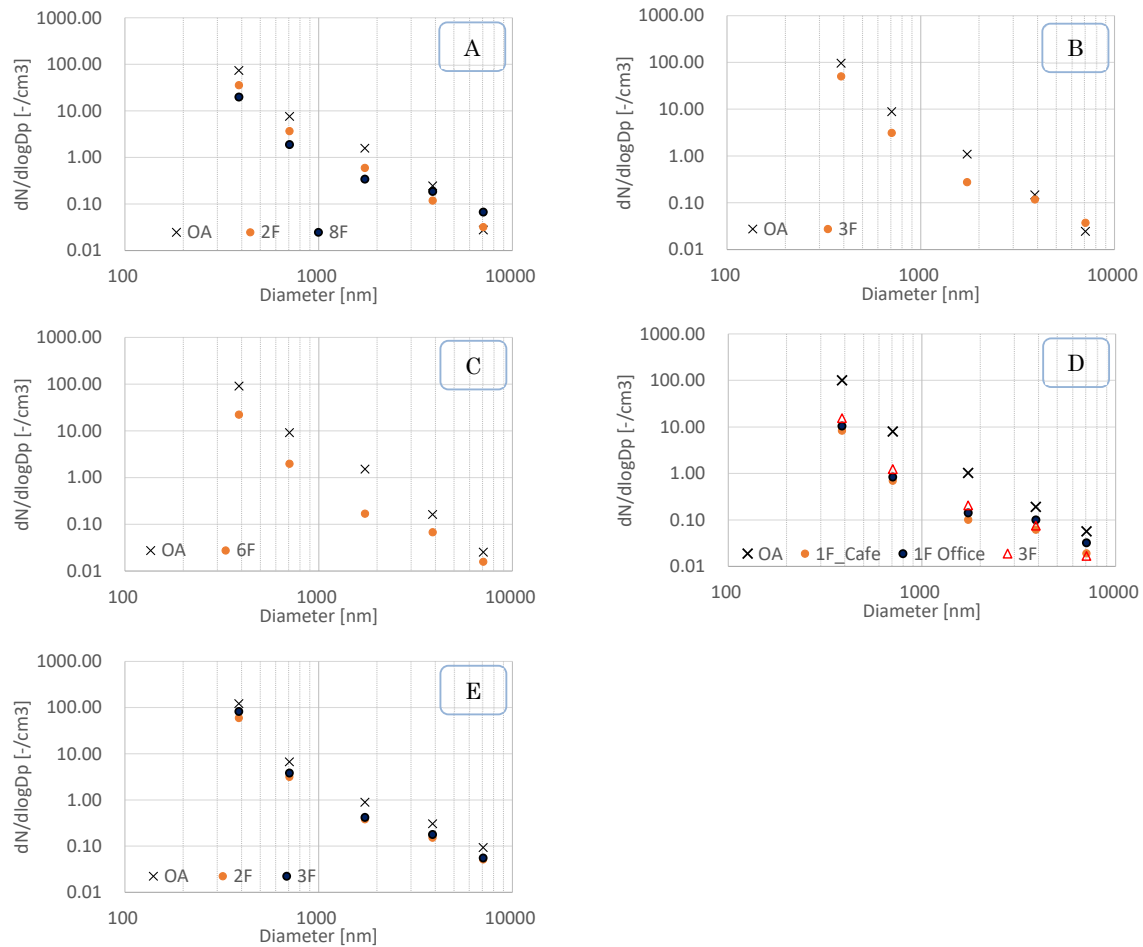


図 2-4-4 代表粒径の個数濃度分布（1～3月）

表 2-4-3 粒径別 IO 比（室内濃度／外気濃度）集計

	A				B				C				D			E			Mean	SD	Max	Median	Min						
	2024年10月												2025年1月～3月																
	2F	8F	3F	6F	2F	8F	3F	6F	1F Café	1F Office	3F	2F	3F																
0.3um	0.3	0.1	0.3	0.4	0.5	0.3	0.5	0.2	0.1	0.1	0.2	0.5	0.7	0.3	0.2	0.7	0.3	0.1											
0.5um	0.4	0.1	0.3	0.2	0.5	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.5	0.6	0.3	0.2	0.6	0.2	0.1											
1.0um	0.2	0.0	0.2	0.1	0.4	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.5	0.2	0.1	0.5	0.2	0.0											
3.0um	0.1	0.0	0.1	0.2	0.5	0.8	0.8	0.4	0.3	0.5	0.4	0.5	0.6	0.4	0.3	0.8	0.4	0.0											
5.0um	0.4	0.1	0.2	0.4	1.2	2.4	1.5	0.6	0.3	0.6	0.3	0.5	0.6	0.7	0.6	2.4	0.5	0.1											
10.0um	0.8	0.7	0.4	0.7	3.8	9.7	3.1	0.8	0.3	0.5	0.3	0.4	0.5	1.7	2.7	9.7	0.7	0.3											

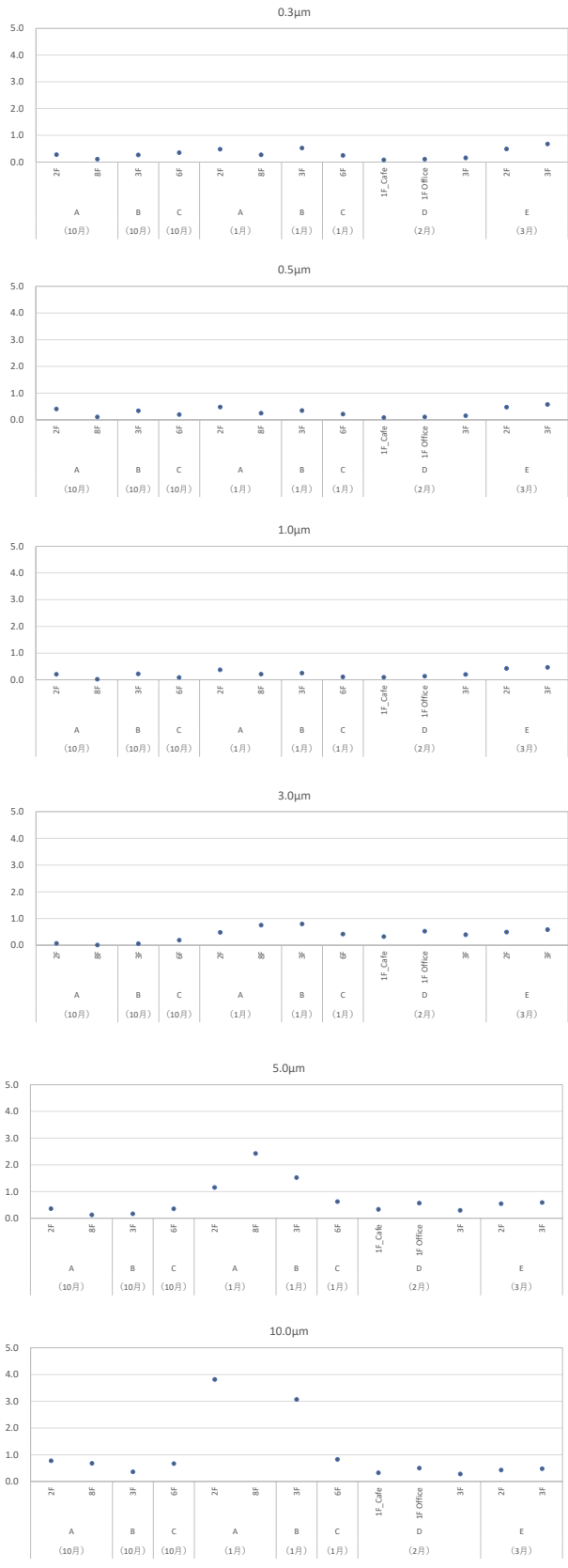


図 2-4-5 粒径別 IO 比 (室内濃度/外気濃度)

## 2-5. 一酸化炭素及び二酸化炭素濃度

### A. 研究目的

建築物衛生法における一酸化炭素 (CO) 濃度の管理基準は 6ppm 以下、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 濃度は 1000ppm 以下と設定されている。CO は人体有害性から設定されている反面、CO<sub>2</sub> は換気の指標として設定されている。

CO 濃度は従来の 10ppm 以下 (特例として外気がすでに 10ppm 以上ある場合には 20ppm 以下) だったものを令和 4 年 4 月から 6ppm 以下と引き下げると共に特例規定を廃止した<sup>1)</sup>。

本研究では、特定建築物における CO 及び CO<sub>2</sub> 濃度データの蓄積と実態把握を行うと共に、測定機器間の差について検討する。

### B. 研究方法

法律上の測定方法は、両方とも検知管方式若しくはそれと同程度以上の性能を有する測定器を用いて測定することを可としている。

本研究では、浮遊粉じん測定にはビル管セットと呼ばれる建築物衛生管理基準 6 項目を同時測定できる IES-5000 (SIBATA 社製) 及び Model 2100 (Kanomax 社製) を用いた。

両測定器ともに、CO 濃度に関しては定電位電解方式、CO<sub>2</sub> 濃度に関しては非分散型赤外線 (NDIR) 方式を採用している。

ガス濃度は 1 分間の計測を 20 分間連続で行い、濃度が安定する計測開始 8 分後から終了 2 分前までの 10 分間のデータを平均して用いた。

但し、建物 A、B、C (10 月) の外気測定においては豪雨により CO、CO<sub>2</sub> 共に欠測、また建物 B、C (10 月) の CO の室内はセンサー異常により欠測となった。

### C. 研究結果

図 2-5-1 に CO 濃度を、図 2-5-2 に CO<sub>2</sub> 濃度の測定結果を示す。また、CO 及び CO<sub>2</sub> 濃度の測定結果集計を表 2-5-1 に、表 2-5-2 に測定機器間の差を示す。

#### C.1. 一酸化炭素濃度

夏期 (10 月) は豪雨により外気測定は行っていない。室内は夏期 (10 月) IES-5000 (SIBATA 社) が 0.46±0.03 ppm、Model-2100 (Kanomax 社) が 0.10±0.00 ppm であった。冬期は外気が

それぞれ 0.13±0.01 ppm、0.10±0.00 ppm であり、室内はそれぞれ 0.12±0.01 ppm、0.10±0.00 ppm であった。

室内 CO 濃度はいずれも管理基準値に比べると低い水準であり、季節による違いも殆どみられなかった。

外気濃度と室内濃度も等しく、室内 CO 濃度は外気由来によるものと判断される。

機器による測定値の差は 0.06±0.11ppm であった。特に Model 2100 は測定値にばらつきが殆ど見えない特徴があったが、測定感度の違いによるものと考えられる。

#### C.2. 二酸化炭素濃度

外気の CO<sub>2</sub> 濃度平均は夏期 (10 月) は豪雨による欠測、冬期は IES-5000 (SIBATA 社) が 423±9ppm、Model-2100 (Kanomax 社) が 419±17 ppm であった。

室内 CO<sub>2</sub> 濃度平均は夏期 (10 月) IES-5000 (SIBATA 社) が 820±106 ppm、Model 2100 (Kanomax 社) は 857±96 ppm であった。冬期はそれぞれ 829±163 ppm、845±161 ppm であった。

管理基準 1000ppm を上回る建物が 1 件あり、建物 A-2 の室内で平均 1194±8 ppm、1220±10 ppm であった。他の建物は 1000ppm より低いレベルで管理されていた。夏期実測の結果も同室は 964±6 ppm、986±8 ppm と 1000ppm に近く、換気量に比べ在室人数が多いことが原因と推察される。また、建物 C の冬期測定では管理基準を超えていないが、1000ppm に近い濃度で管理されていた。

測定機器による測定値平均の差は 19±15ppm と、IES-5000 より Model 2100 がやや高い濃度を示しており、前年度の研究結果と同様の傾向を示した。但し、ガスセンサーはスパンガスによる校正による誤差や測定機器によるセンサー特性も考えられる。

### D. まとめ

一酸化炭素 (CO) 及び二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 濃度管理基準は、それぞれ 6ppm 以下及び 1000ppm 以下である。

CO の外気濃度は約 0.1 ppm、室内 CO 濃度も 1ヶ所を除いて 0.1ppm 程度と大差なく、室



内 CO 濃度は外気由来によるものと判断された。  
全体的にいずれも管理基準値に比べると低い水準であった。

CO<sub>2</sub> に関しては外気濃度約 400ppm に対して、室内平均は 658～1234ppm であった。

管理基準 1000ppm を上回る建物が冬期に 1 件あり約 1200ppm であったが夏期には基準濃度以下で管理されていたことから、冬期は換気量に比べ在室人数が多いことが原因と考えられる。他の建物は 1000ppm より低いレベルで管理されていたが 1000ppm に近い物件も存在していた。

機器のよる測定平均値の差として、CO は 0.06±0.11ppm、濃度差の範囲は 0～0.6ppm、CO<sub>2</sub> は 19±15ppm、濃度差範囲は 0～57ppm であった。

校正による誤差や、機器によるセンサー感度の違いと見られる。

#### E. 参考文献

- 1) 厚生労働省、建築物環境衛生管理基準について、  
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seikatsu-eisei10/> (accessed on 2024.3.20)

#### F. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし
3. 著書  
なし

#### G. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

予定なし

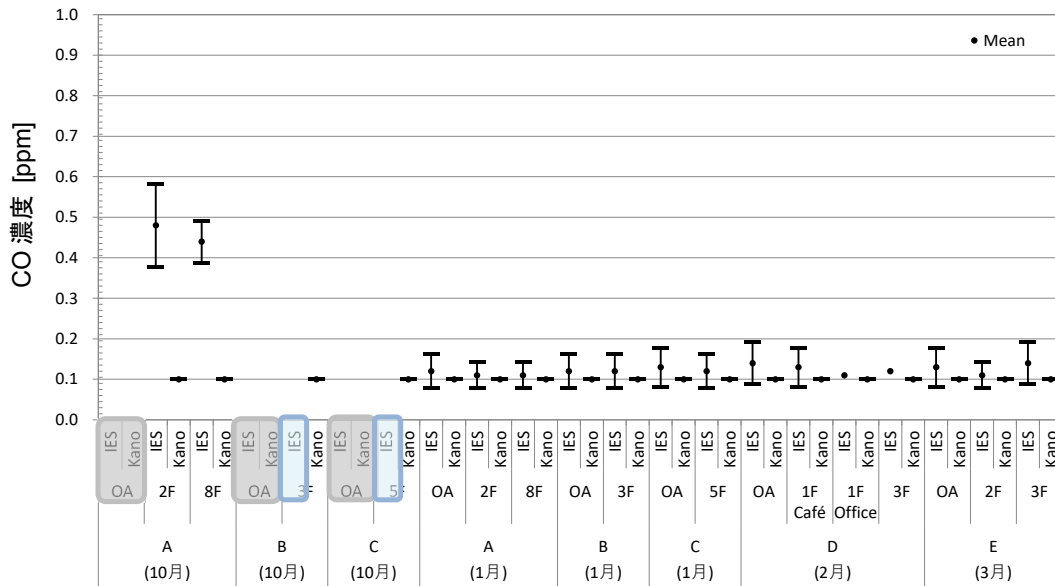


図 2-5-1 立入測定による CO 濃度測定結果

「IES : IES-5000 (SIBATA 社)、Kano : Model 2100 (Kanomax 社)」

注 1) 陰影部分 OA 3カ所 : 豪雨により欠測

注 2) 陰影部分 B (10月) IES、C (10月) IES : 計測器の CO センサー異常により欠測

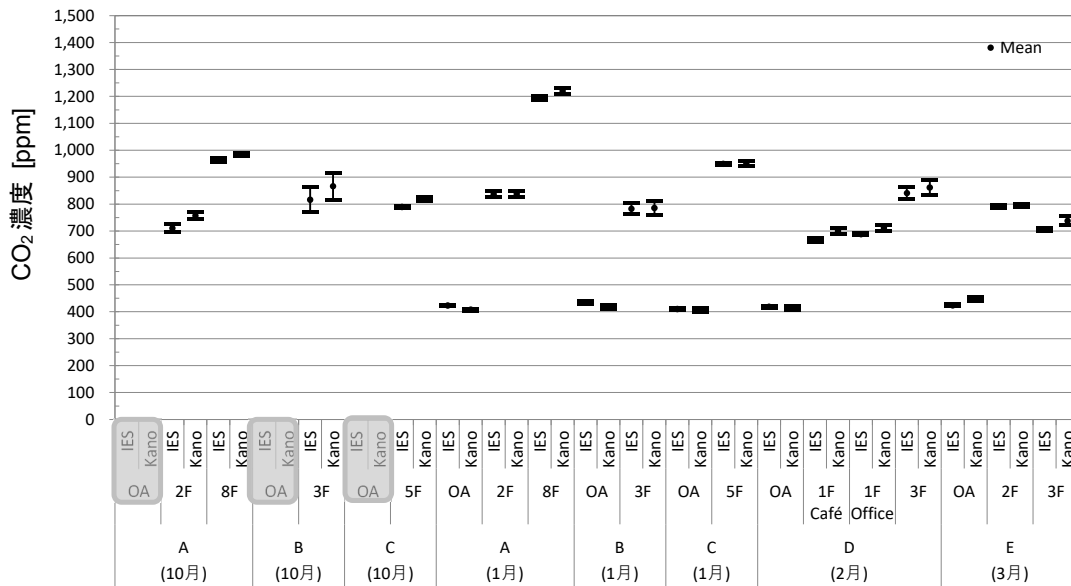


図 2-5-2 立入測定による CO<sub>2</sub> 濃度測定結果

「IES : IES-5000 (SIBATA 社)、Kano : Model 2100 (Kanomax 社)」

注 1) 陰影部分 OA 3カ所 : 豪雨により欠測

表 2-5-1 立入測定による CO 及び CO<sub>2</sub> 濃度測定結果の集計  
 「IES : IES-5000 (SIBATA 社)、Kano : Model 2100 (Kanomax 社)」

		2024年10月				2025年1~3月			
		IES		Kano		IES		Kano	
		OA	In	OA	In	OA	In	OA	In
CO [ppm]	Mean	/	0.46	/	0.10	0.13	0.12	0.10	0.10
	SD	/	0.03	/	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
	Max	/	0.70	/	0.10	0.20	0.20	0.10	0.10
	Min	/	0.40	/	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
CO <sub>2</sub> [ppm]	Mean	/	820	/	857	423	829	419	845
	SD	/	106	/	96	9	163	17	161
	Max	/	975	/	995	447	1204	459	1234
	Min	/	684	/	735	406	658	395	683

表 2-5-2 測定機器間の差  
 「IES-5000 (SIBATA 社)、Model 2100 (Kanomax 社)」

		機器間の差	管理基準
CO [ppm]	Mean	0.06	6ppm以下
	SD	0.11	
	Max	0.60	
	Min	0.00	
CO <sub>2</sub> [ppm]	Mean	19	1000ppm以下
	SD	15	
	Max	57	
	Min	0	

## 2-6 ASHRAE 55-2023 に準拠した手法による温熱環境評価

### A. 研究目的

本研究では、米国暖房冷凍空調学会の温熱環境基準である ASHRAE55-2023 に準拠して建築物の室内温熱環境評価を行った。季節の違いや同一季節の年度による差を分析し、自動計測センサーを使用した場合の測定位置や条件の課題を明らかにすることを目的とする。

### B. 研究方法

埼玉県、千葉県、宮崎県にて計 5 件の建物について、2024 年度冬季から春季にかけて調査を行った。また、2023 年度の測定結果とあわせ、分析を行った。測定対象建物および測定時期を表 2-6-1 に示す。

千葉県の建物 E では年度が異なるものの四季に調査を行い、埼玉県の建物 D では 2023 年度と 2024 年度の冬季に実施した。宮崎県の建物 A、B、C では 2024 年度冬季のみ調査を行った。

建物 B、C を除き、複数フロアを対象とした。快適性基準では執務者が滞在している、または滞在すると想定される居住域を評価対象に選定することとなっている。そのため、以下の基準で各フロアについて最低 2 点以上の測定点を設けた。環境特性の把握に必要と判断された場合は、同様の基準で追加の測定点を選定した。

- ・ 部屋または空間の中央かつ座席近傍となる点 (インテリア)
- ・ 最も大きな窓の中央から 1m 以内かつ座席近

傍となる点 (ペリメータ)

各建物測定点を図 2-6-1～図 2-6-6 に示す。

測定項目は空気温度、相対湿度、微小面放射温度、および気流速度とした。

空気温度と相対湿度は、居住域の代表となる以下の 4 点で 15 分間記録し、最後の 30 秒間の平均値を代表値とした。

- ・ 0.1m くるぶし
- ・ 0.6m 座位体中心
- ・ 1.1m 座位頭部・立位体中心
- ・ 1.7m 立位頭部

各空間の最も大きな窓のある方向を正面とし、高さ 1.1m にて上下左右前後の 6 方向について微小面放射温度を計測した。5 分間計測し、最後の 30 秒の平均を代表値とした。微小面放射温度は、微小平面に入射する放射束が実環境と同等になる均一な黒体閉空間の内表面温度である。逆となる 2 方向を測定することで、非対称放射温度による不均一環境の局所不快を評価できる。また、6 方向を測定し、重み付け平均をすることで人体の形状を考慮した平均放射温度を求めることができる。座位の執務者が主であるため、以下の式を用いて平均放射温度を求めた。

$$t_{pr} = \frac{0.18(上+下)+0.22(右+左)+0.30(前+後)}{2(0.18+0.22+0.30)}$$

また、高さ 1.1m にて気流速度を 3 分間計測し、その最大値、平均値、最小値を記録した。

表 2-6-1 測定対象建物概要

		立地	竣工年	延床面積 [m <sup>2</sup> ]	地上階 /地下階	測定日時	測定階	測定場所 面積 [m <sup>2</sup> ]	天井高 [m]	空調設備	空調 吹出位置
A	特定建築物	宮崎県	2020/8	24406	10/1	2025/1/29	2F	約540	2.8	AHU (VAV)	天井
							8F	約537	2.8	AHU (VAV)	天井
B	特定建築物	宮崎市			5/0	2025/1/30	3F	224.5		AHU(R7よりPAC)	天井
C	特定建築物					2025/1/29	5F	173.1		AHU	天井
D	特定建築物	千葉県 印西市	1993 2019改修	39150	4/1	2024/2/29 2025/2/25	1F	1195.4	2.6	コンパクトAHU(CAV)	床
							3F	491.9	2.6	外調機+放射パネル+ チルドビーム+FCU	天井
E		埼玉県 三芳町	1992/3	1551	3/0	2022/10/31 2023/2/17 2023/8/31 2025/3/28	2F	354.0	2.7	外調機+水熱源PAC	床
							3F	354.0	2.7	外調機+水熱源PAC	床

## C. 研究結果

### C.1. 四季の特性の比較 (E ビル)

四季に渡って調査を行ったEビルの上下温度分布を図2-6-1に示す。2Fと3Fで測定したインテリア2点とペリメータ1点の空気温度は、高さ1.1mだけ見ると各フロアの温度差は最大でも1°Cであり、概ね均一な環境と判断できる。しかし、高さ0.1~1.7mのプロファイルを見ると、夏季と冬季の3Fにおいて0.1mと1.7mで最大3°Cを超える測定点が見られ、ASHRAE55の推奨値を超える大きな上下温度差が確認された。また、この建物は床吹き出し空調のため、いずれの季節でも室下部で温度が低くなる傾向が見られた。

図2-6-2に相対湿度を示す。年間を通して概ね40%前後で維持されていたが、2022年度冬季の2Fでは約30%となっていた。

図2-6-3に気流速度を示す。年間を通していずれの測定点でも平均値は0.1 m/sを下回っており、静穏な気流環境となっていた。

図2-6-4および図2-6-5に季節ごとの6面放射温度を示す。春季と冬季は正六角形に近いプロファイルが見られ、方向による温度差が小さかった。夏季は3Fで方向別の差が顕著になり、上方向が高く、下方向が低くなる傾向が見られた。これは上下温度分布の傾向と一致しており、床吹き出しの冷気が床付近に、暖気が室上部に溜まっていることで放射温度にもその影響が反映されていた。冬季は2Fでも3Fでも測定点による差が大きく、南面窓のある前、上、右方向の微小面放射温度が高くなる傾向が見られた。

### C.2. 異なる年度の冬季特性の比較 (D ビル)

2023年度冬季と2024年度冬季に測定を行ったDビルについて、同じ季節の年度による違いを分析した。図2-6-6に上下温度分布を示す。測定時に雨天であった2023年度に対し、2024年度は晴天であった。そのため、テラスにつながる大きな窓のある3Fで大きく環境が異なっており、2024年度はインテリアがペリメータよりも2°Cほど高く、高さ0.1mと1.7mの温度差も3°Cを超えていた。窓の影響の小さい1Fは1°C程度の違いはあったものの、上下温度分布は小さく、傾向に変化はなかった。

図2-6-7に相対湿度を示す。2024年度の3Fで約30%となっていたが、これは日射により想定以上に室温が上昇していたためと考えられる。その他の測定点では概ね40%であった。

図2-6-8に気流速度を示す。平均値は0.2m/sを下回っており、静穏な気流環境となっていた。

図2-6-9に6面放射温度を示す。パーティカルブラインドが閉じられていたにもかかわらず、2024年度3Fの前方向(窓)が40°Cを超え、インテリア側である後方向を除き、33~34°Cとなっていた。2023年度はむしろ外気温の低さのために前方向が最も低かった。1Fのインテリアは上方向が低く、両年度で類似したプロファイルとなっていた。アトリウム下の測定点である1Fペリメータは、日射影響で上下方向の放射温度が他の方向よりも高くなっていた。

### C.3. 宮崎県宮崎市の異なるビルの比較 (A、B、C ビル)

2024年度冬季に宮崎県宮崎市で調査を行った3件のビルの分析を行った。測定期間は外気温が10°Cを下回る寒い日であった。

図2-6-10にビルA,B,Cの上下温度分布を示す。2020年に竣工したビルAは、2Fと8Fで温度帯は1.5°Cほど違うものの、0.1mと1.7mで約2°Cの差があり、上下温度分布の傾向はすべての測定点で一致していた。2Fは日射の影響で室温が全体的に高めとなっていた。Bビルは築年数の古い建物で、空調をPACに改修していた。断熱性が低い中で強力な暖房を運転させることで、6Fペリメータでは0.1mと1.7mの温度差が4°Cに達していた。インテリアでも3°Cの上下温度差があり、サーキュレータなどの分布を解消するための運用が望まれる。Cビルではインテリアとペリメータで1°C程度の差があったが、上下温度差は小さかった。

図2-6-11に相対湿度を示す。ビルAの8Fを除いて40%を大きく下回っており、暖房や日射による室温上昇に加湿能力が対応できていなかったと考えられる。

図2-6-12に気流速度を示す。平均値は概ね0.1m/sを下回る静穏気流であったが、最大値は0.5m/sを超える値も見られた。気流の小ささが

上下温度分布が大きくなる要因にもなっていたと考えられる。

図 2-6-13 に 6 面放射温度を示す。下方向が低く、上方向が高いことが共通する特徴として見られた。上下温度分布の大きさが放射温度にも反映されていた。また、測定点ごとの空気温度の違いも全体的な 6 角形プロファイルの大きさに影響していた。

#### D. まとめ

本節では、ASHRAE55-2023 基準に準拠した温熱環境の実測調査を行い、同じ空間の季節差、同季節の年度による差、同じ地域の建物による差を分析した。

高さ 1.1m の空気温度を取り出して季節を比較すると、設定されている室内環境に応じた 2 ~3°C の差が見られた。しかし、高さ 0.1m と 1.7m ではさらに大きな差が見られ、垂直温度プロファイルに着目すると、室温と外気温の差の大きくなる夏季と冬季に、上下温度差が大きくなることが確認された。この影響は 6 面放射温度にも表れており、上方向が高く、下方向が低くなることにつながっていた。

大きな窓のある空間では、ブラインドを閉めていても日射が空気温度および放射温度の上昇に寄与しており、ペリメータだけでなくインテリアにもその影響が見られた。冬季の室温上昇は、相対湿度の低下にもつながっていた。

いずれの測定点でも気流速度は管理基準値の 0.5m/s を上回ることにはなかった。しかし、建物の不十分な熱性能を補うために暖房運転を行うと上下温度差が大きくなり、静穏な気流環境は温度成層を助長していると考えられる。

以上の結果から示されるような温熱環境の特徴がわかっているならば、運用で補うことも可能である。しかし、建築物衛生法で指定されている居室の中央部の床上 75cm 以上 150cm 以下の測定点のみでは、室内温熱環境の問題点抽出は難しい。

環境用自動計測センサーの用途は、常時モニタリングだけではない。限定された期間であっても、水平・垂直方向の多点計測等により、その空間の温熱環境特性を評価できる手法の構築が課題である。

#### E. 参考文献

ASHRAE: ASHRAE Standard 55-2023, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, ASHRAE, 2023

#### F. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし
3. 著書  
なし

#### G. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

予定なし

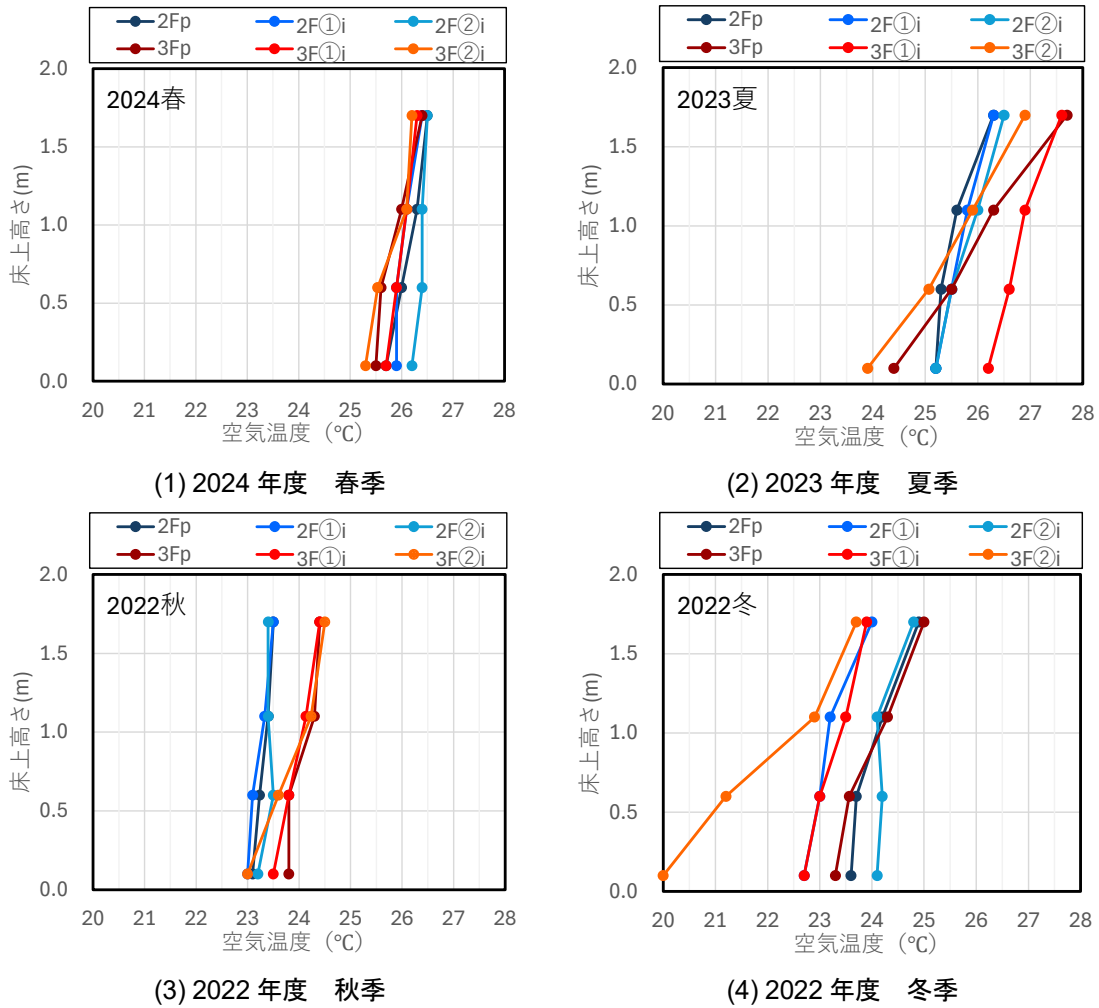


図 2-6-1 E ビル上下温度分布

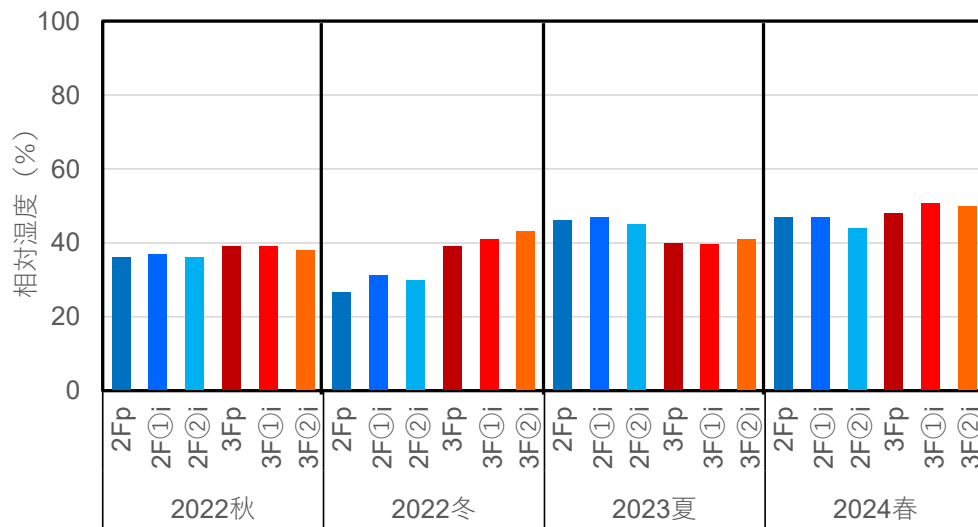


図 2-6-2 E ビル相対湿度

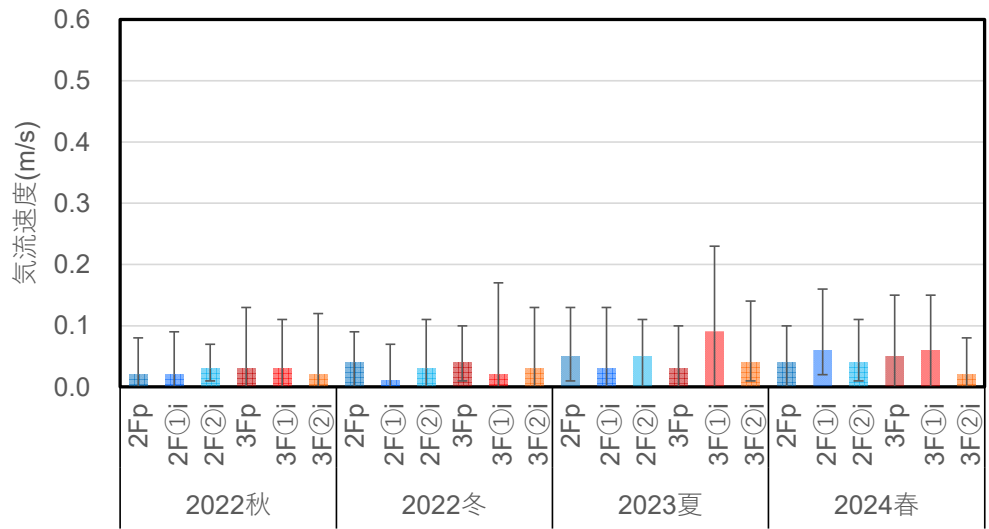


図 2-6-3 E ビル気流速度

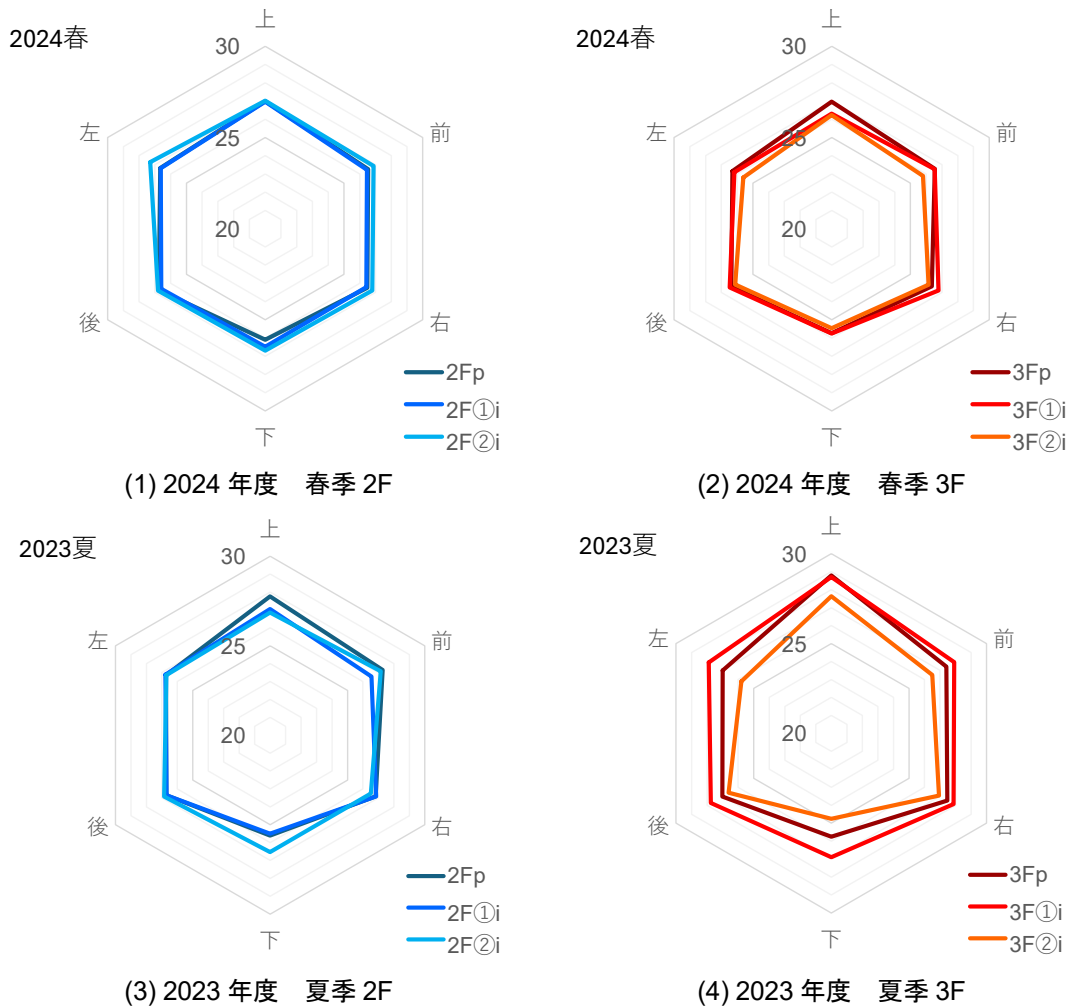
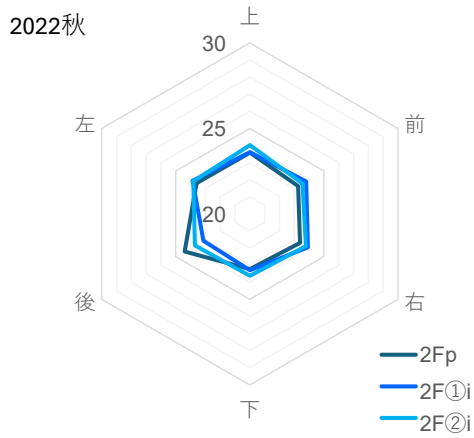
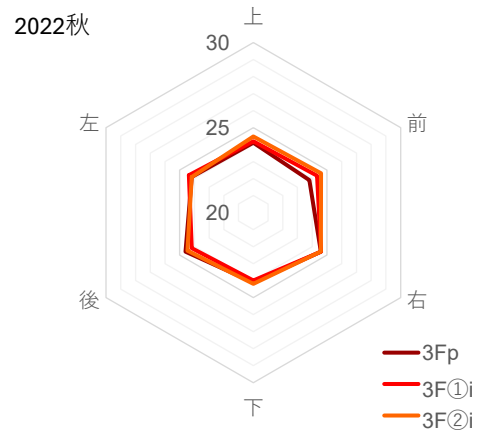


図 2-6-4 E ビル 6 面微小面放射温度 (春季・夏季)

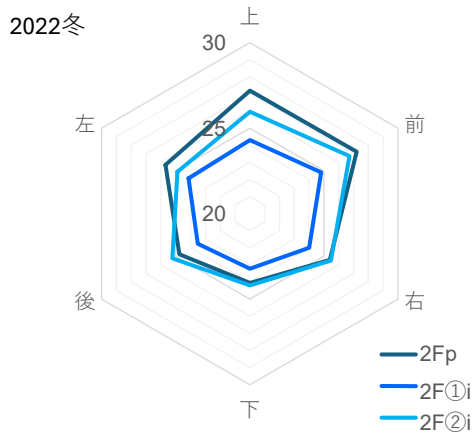




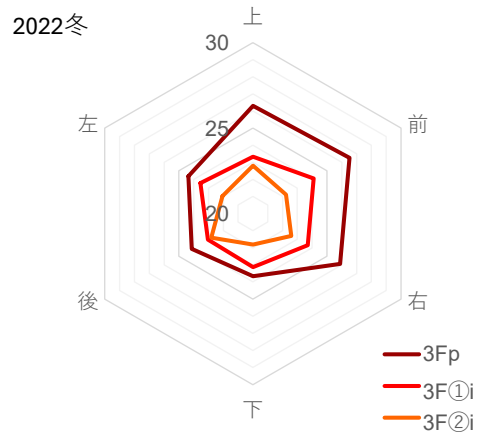
(1) 2022 年度 秋季 2F



(2) 2022 年度 秋季 3F



(3) 2022 年度 冬季 2F



(4) 2022 年度 冬季 3F

図 2-6-5 E ビル 6 面微小面放射温度 (秋季・冬季)

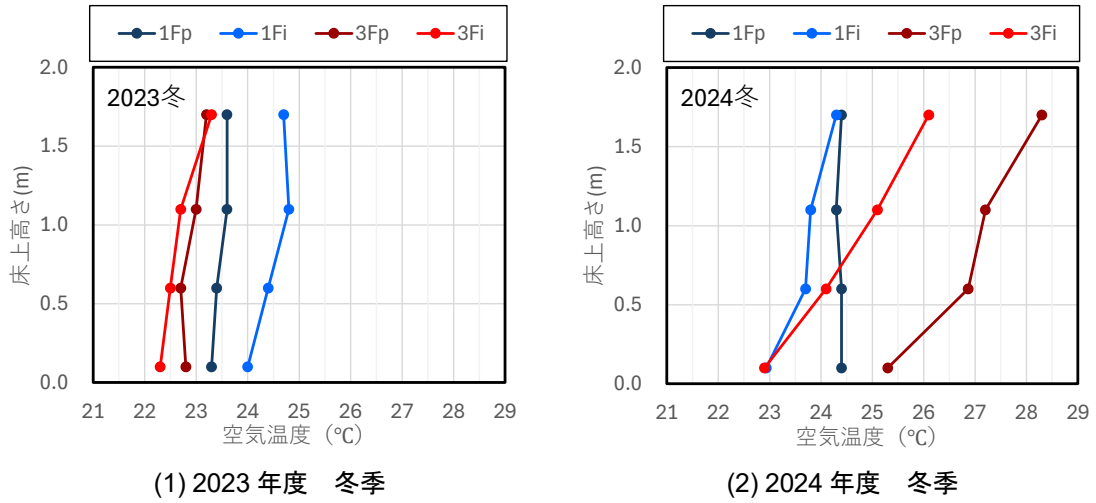


図 2-6-6 D ビル上下温度分布

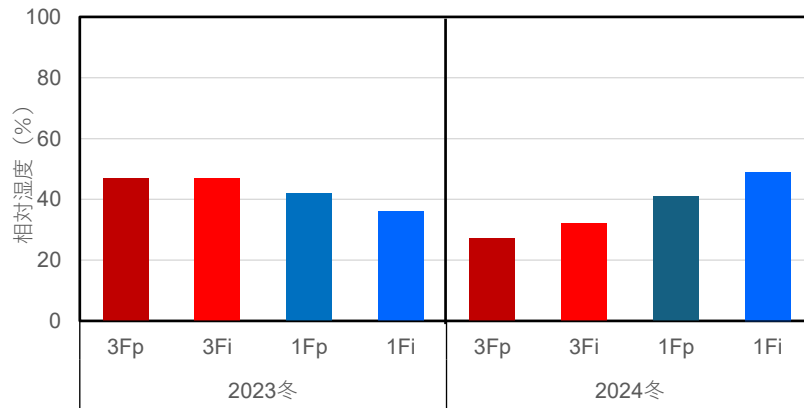


図 2-6-7 D ビル相対湿度

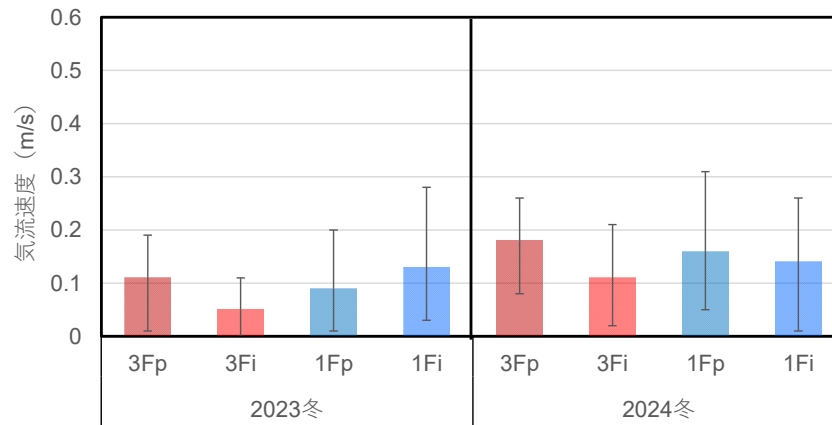
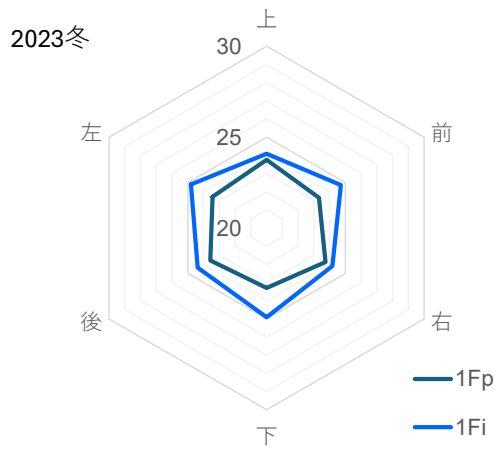
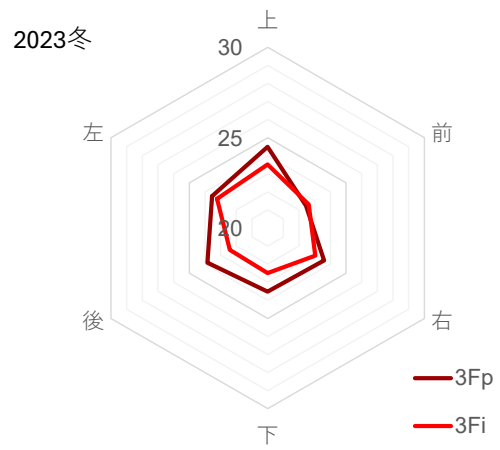


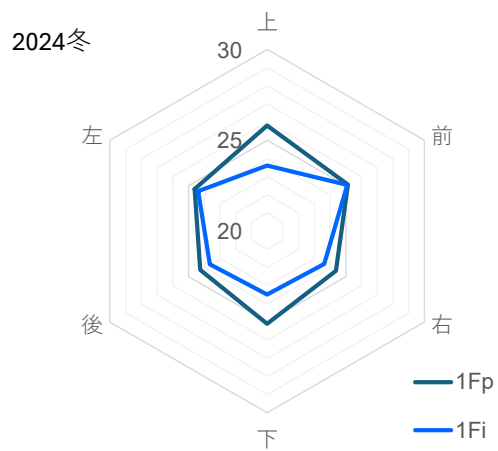
図 2-6-8 D ビル気流速度



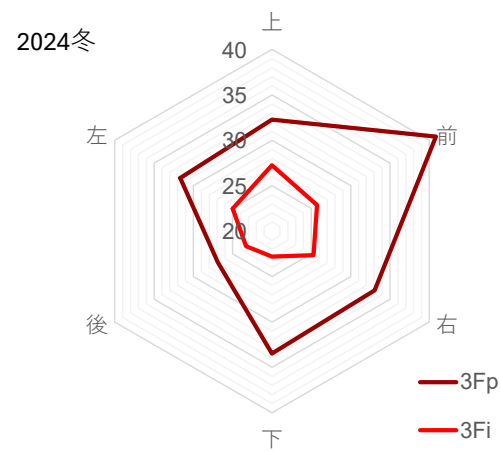
(1) 2023年度 冬季 (1F)



(2) 2023年度 冬季 (3F)

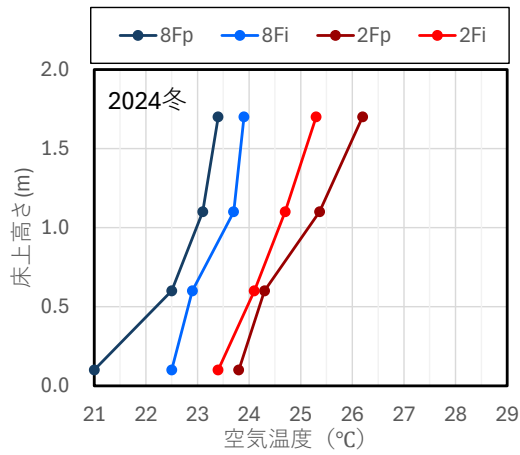


(3) 2024年度 冬季 (1F)

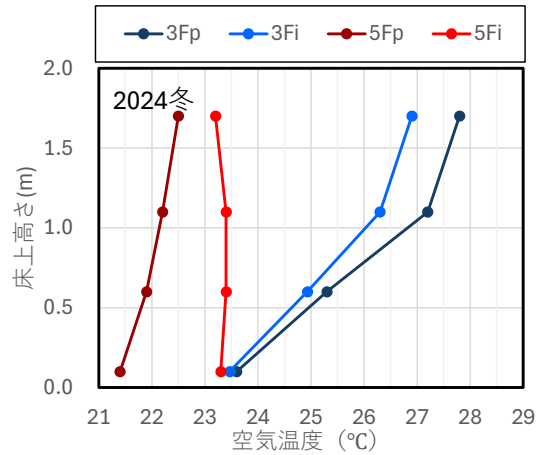


(4) 2024年度 冬季 (3F)

図 2-6-9 A ビル 6 面微小面放射温度分布



(1) Aビル



(2) Bビル(3F)とCビル(5F)

図 2-6-10 2024年度冬季 A、B、Cビル上下温度分布

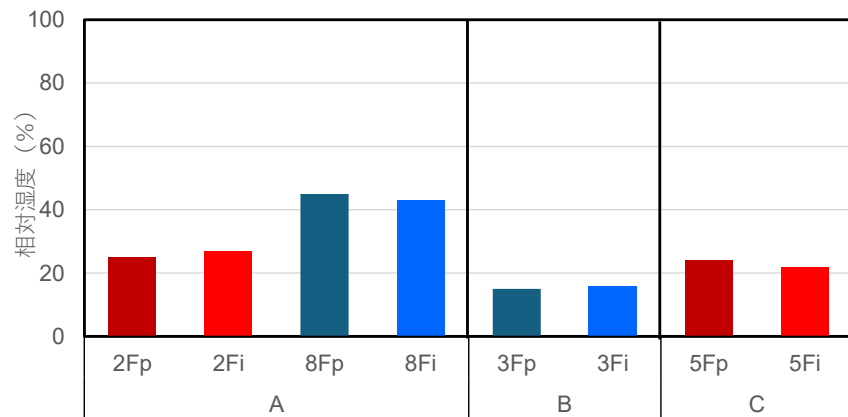


図 2-6-11 A、B、Cビル 相対湿度

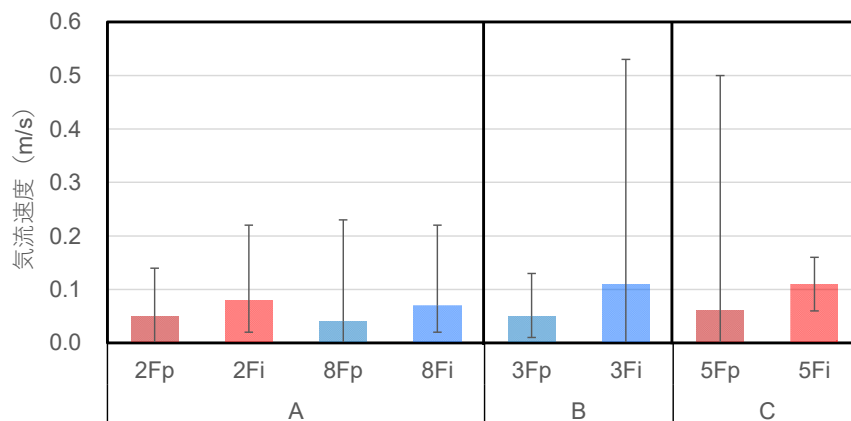
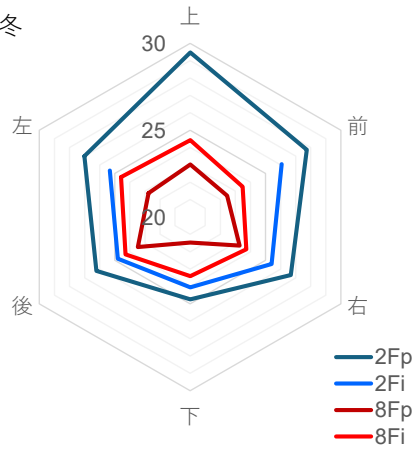


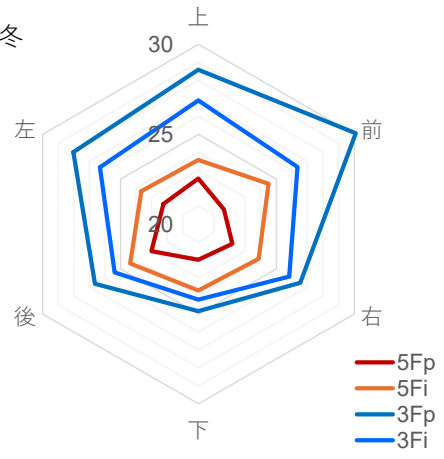
図 2-6-12 A、B、Cビル 気流速度

2024冬



(1) Aビル

2024冬



(2) Bビル(3F)とCビル(5F)

図 2-6-13 Aビル、Bビル、Cビル 6面微小面放射温度

令和 6 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)  
分担研究報告書

3. 空気環境衛生管理に向けた自動計測センサーの活用手法の検討

分担研究者	下ノ 菌 慧	国立保健医療科学院	研究員
分担研究者	鍵 直樹	東京科学大学	教授
代表研究者	金 勲	国立保健医療科学院	上席主任研究官

**研究要旨**

**【目的】** 建築物衛生法では空気調和機を設けている場合の空気環境の基準が定められており、2 か月以内ごとに 1 回の測定が義務付けられている。現行の空気環境の維持管理については測定技術者による立入測定（現行測定）が行われているが、近年では小型かつ軽量で空気環境が連続的に測定可能な自動計測用小型センサー（以下、小型測定器）が普及しており、建築物衛生管理の省力化が期待されている。本章では、CO<sub>2</sub> 濃度の自動校正機能の検証を行った上で、小型測定器による環境評価ならびに現行測定と小型測定器の比較による小型測定器の精度検証を行った。

**【方法】** CO<sub>2</sub> 濃度の自動校正機能の検証については、2 種の小型測定器に対して自動校正機能を On とした機器と Off とした機器を隣接させて設置した。小型測定器による冬期の室内環境評価については、2024 年度の冬期（12～3 月）を対象に平日 9～18 時の空気温湿度と CO<sub>2</sub> 濃度の特別集計値、基準値内時間率等で評価した。現行測定と小型測定器の比較については、秋期（2024/10）と冬期（2025/1–2025/3）の代表 1 日に現場立入による現行測定法に準じた空気環境 6 項目測定（現場立入測定）を実施するとともに、建築物衛生法の環境衛生管理基準に従って 2 か月以内ごとに 1 回実施されている測定（法定測定）による測定値を入手し、当該時刻の小型測定器の値と比較した。この比較には、現場立入測定若しくは法定測定の測定値に対して小型測定器の温度が±0.5K、相対湿度が±5%RH、CO<sub>2</sub> 濃度が±50ppm 以内の値である場合に両者は同値であると見なし、全測定回数に対する同値である測定回数の比率（一致率）で評価した。

**【結果】** CO<sub>2</sub> 濃度の自動校正機能の検証については、経時的に両者の差が大きくなる傾向が見受けられる場合と不規則な差の推移を示す場合があった。また、自動校正機能を利用しない場合には 304ppm となる時間帯もあることから、測定の精度が低下している可能性がある。小型測定器による冬期の室内環境評価については、基準値内時間率という指標により、現行測定よりも詳細な評価が可能となると考えられる。現場立入測定と小型測定器の比較では、冬期の相対湿度の一致率は 88% と高い結果であったが、空気温度と CO<sub>2</sub> 濃度の一致率はいずれも 50% 以下であった。特に、冬期の CO<sub>2</sub> 濃度の一致率が低くなっているが、小型測定器による測定値が全体的に低い傾向が見られ、小型測定器の自動校正の値が 400ppm であることが一要因と考えられる。法定測定と小型測定器の比較では、一致率は空気温度が 37%、相対湿度が 77%、CO<sub>2</sub> 濃度が 43% であった。法定測定では、外気測定後に室内測定を実施している、CO<sub>2</sub> 濃度の校正が成されていない可能性があり、一致率の低下の要因につながったと考えられる。

**【結論】** 本章では、建築物衛生管理における小型測定器の活用に向けて小型測定器による室内環境評価ならびに現行測定と小型測定器の結果を比較した。小型測定器を活用することで室内環境を詳細に評価可能となるほか、現行測定の課題（前室の測定の影響や CO<sub>2</sub> 濃度の校正）への対応が可能となる等の利点がある。なお、現場立入測定と小型測定器による比較では CO<sub>2</sub> 濃度は小型測定器の方が低い値となったが、自動校正値が 400ppm であることが要因と考えられ、近年の大気中の CO<sub>2</sub> 濃度に合わせて校正することが望ましい。

### 3-1. CO<sub>2</sub>濃度の自動校正機能の検証と自動計測センサーによる冬期の室内環境評価

#### A. 研究目的

建築物における衛生的環境の確保に関する法律（以降、建築物衛生法）では空気調和機を設けている場合の空気環境の基準が定められており、2か月以内ごとに1回の測定が義務付けられている<sup>1)</sup>。浮遊粉じんの量、一酸化炭素の含有率、二酸化炭素の含有率（以降、CO<sub>2</sub>濃度）、温度、相対湿度、気流の6項目の測定が義務付けられている。近年、CO<sub>2</sub>濃度、温度、相対湿度については、連続的に自動計測が可能な小型センサー（以下、小型測定器）が普及しており、小型測定器による建築物衛生管理への適用も期待されている。

本節では、市販されている複数の小型測定器に対してCO<sub>2</sub>濃度の自動校正機能の検証と冬期の室内環境を評価することを目的とする。

#### B. 研究方法

表3-1-1に小型測定器の概要を示す。本研究で取扱う小型測定器は3種類であり、いずれもCO<sub>2</sub>濃度、温度、相対湿度が測定可能である。CO<sub>2</sub>濃度の測定精度は小型測定器AとCが±50ppmであるのに対して小型測定器Bは

±120ppmであった。なお、温度と相対湿度の測定精度は0.4～0.5°C、3～5%RHである。また、CO<sub>2</sub>濃度の自動校正機能はいずれも搭載されており、約7日間ごとに最低値を400ppmに補正する機能となっている。記録容量は小型測定器Cには容量は無く、常時測定値がアップロードされるが、小型測定器Aは8000データ、小型測定器Bは98304データであり、5分間隔で測定する場合、それぞれ約28日間、約341日間で容量オーバーとなる。なお、すべての小型測定器はACアダプタによる電源を要する。上記の小型測定器を表2-1-1に示した7件の建物に設置した。各建物の平面概要図と測定点を図3-1-1～図3-1-8に示す。水色陰影部が測定対象室を示しており、丸プロットが小型測定器の測定点、星プロットが現場立入測定の測定点を示している。いずれの建物でも測定対象室の平面中央付近に設置するよう配慮したが、一部平面中央付近ではない建物も含まれる。本節では、以下の2つの事項を実施する。

#### (1)CO<sub>2</sub>濃度の自動校正機能の検証

Aビル・Bビル・Cビルを対象に2024年10月下旬に小型測定器AとBについて自動校正機能をOnとした機器とOffとした機器を設置した。設置時のCO<sub>2</sub>濃度は両者で概ね同等とな

表3-1-1 小型測定器の概要

機器記号	小型測定器 A	小型測定器 B	小型測定器 C	
測定範囲	CO <sub>2</sub> 濃度	0 - 9 999ppm	360 - 4 000ppm	400 - 5 000ppm
	温度	0 - 55°C	-10 - 60°C	10 - 60 °C
	相対湿度	10 - 95%RH	10 - 95%RH	10 - 90%RH
測定精度	CO <sub>2</sub> 濃度	± 50ppm ± 読み値の 5%	± 120ppm ± 1digit	± 30ppm ± 読み値の 3%
	温度	± 0.5°C	± 0.5°C	± 0.2°C
	相対湿度	± 5%RH (at 25°C50%RH)	± 4%RH	± 2%RH
CO <sub>2</sub> 濃度 手動校正	有 →現在 CO <sub>2</sub> 濃度を 400ppm とする	有 →現在 CO <sub>2</sub> 濃度を任意値に変更する。	有	
CO <sub>2</sub> 濃度 自動校正	有 →180 時間ごとに最低値を 400ppm とする。	有 →7 日間ごとに最低値を 400ppm とする。	有 →7 日間ごとに最低値を 400ppm とする。	
記録容量	8000 データ (5 分間隔の場合約 28 日)	98304 データ (5 分間隔の場合約 341 日)	無 →サーバー上に常時アップロード	
外部電源	要	要	要	

るように手動校正により調整した。なお、2025年3月下旬に小型測定器Cについても自動校正機能をOnとした機器とOffとした機器を設置しているが、十分なデータが蓄積できていないため、令和6年度の報告書としては小型測定器AとBのデータを利用して分析した。

分析はCO<sub>2</sub>濃度について平日9～18時の日平均値で集計し、経年変化の傾向も把握するために2024年10月から2025年3月の期間で月別に最高値、第三四分位点、中央値、第一四分位点、最低値、平均値を示した。

## (2)小型測定器による冬期の室内環境評価

小型測定器Aの結果を利用して2024年度の冬期(12～3月)を対象に平日9～18時の空気温湿度とCO<sub>2</sub>濃度の特別集計値、曜日別集計値ならびにt-x線図により室内環境(1～3月のみ)を評価するとともに、平日9～18時の全時間数に対して建築物環境衛生管理基準値内である時間数の比(以降、基準値内時間率)により評価した。

## C. 研究結果

### C.1. CO<sub>2</sub>濃度の自動校正機能の検証

自動校正の有無によるCO<sub>2</sub>濃度の測定比較を図3-1-1～図3-1-3に示す。Aビルの小型測定器Aの結果によると2024年10月時点の平均値は597ppm(自動校正あり)と598ppm(自動校正なし)であり、差はほとんど見られなかったが、2025年3月時点の平均値は817ppm(自動校正あり)と785ppm(自動校正なし)であり、32ppmの差が生じていた。BビルとCビルの小型測定器Aの結果によると手動校正により調整していたものの2024年10月時点で平均値の差はそれぞれ50ppm(Bビル)、53ppm(Cビル)であった。その後、Bビルでは2024年11月に自動校正の有無で大小が逆転する、2025年1月に82ppmの差が生じるといった不規則な差の推移を示した。Cビルでは経時的に差が小さくなる傾向を示しており、2025年2月には32ppmの差となった。

Bビルに設置した小型測定器Bを例に自動校正の有無によるCO<sub>2</sub>濃度のトレンドグラフを示した結果を図3-1-4に示す。2024年12月中旬頃までは両者の値は概ね同等であるが、12月

下旬以降の夜間や休日のCO<sub>2</sub>濃度が300ppm台を記録することが多く、2025年1月27日に最低値304ppmを記録した。NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)がMauna Loaで測定している外気CO<sub>2</sub>濃度によると2024年11月は423.85ppmであった<sup>2)</sup>。即ち、室内CO<sub>2</sub>濃度が外気CO<sub>2</sub>濃度と比較して低いことになり、測定の精度が低下している可能性がある。

### C.2. 小型測定器による冬期の室内環境評価

小型測定器による冬期の室内環境評価結果を図3-1-5～図3-1-36に示す。以下に各建物における室内環境の概要を示す。

#### (1)Aビル 2F

特別集計値については9時台の空気温度の平均値が20.9℃と最も低く、18℃を下回る日もあった。経時的に空気温度は上昇し、16時台の平均値が23.9℃と最も高かった。相対湿度は空気温度の上昇に伴い低下した。CO<sub>2</sub>濃度は9時台の平均値が711ppmと最も低く、12時台に低下する傾向があったが、経時的な変動は大きくなかった。なお、曜日による空気温湿度とCO<sub>2</sub>濃度の差は小さい。

基準値内時間率については空気温度とCO<sub>2</sub>濃度はいずれの月も概ね100%であったが、相対湿度は12月と1月が0%、2月が8%であるのに対して3月は46%まで増加していた。

#### (2)Aビル 8F

特別集計値については9時台の空気温度の平均値が21.4℃と最も低いが、経時的に空気温度は上昇し、16時台の平均値が23.6℃と最も高かった。相対湿度の平均値は時間によらず約40%RHを推移していた。CO<sub>2</sub>濃度は9時台の平均値が811ppmと最も低く、その後は概ね900ppm台を推移していたが、いずれの時刻の最高値も1000ppmを超過していた。なお、曜日による空気温湿度とCO<sub>2</sub>濃度の差は小さい。

基準値内時間率については空気温度はいずれの月も100%であったが、相対湿度は1月が95%、3月が62%であり、他の建築物と異なる傾向があった。CO<sub>2</sub>濃度は概ね7割程度の基準値内時間率であった。

#### (3)Bビル

特別集計値については9時台の空気温度の平



均値が 24.1°C と最も低い、経時的に空気温度は上昇し、11 時台の平均値が 25.6°C と最も高かった。その後の空気温度は経時的に低下し、9 時台と 17 時台は概ね同等であった。相対湿度は空気温度に伴い変動した。CO<sub>2</sub> 濃度は 9 時台の平均値が 629ppm と最も低く、その後は概ね 900ppm 台を推移していたが、いずれの時刻の最高値も 1000ppm を超過していた。なお、曜日による空気湿度と CO<sub>2</sub> 濃度の差は小さい。

基準値内時間率については空気温度と CO<sub>2</sub> 濃度はいずれの月も概ね 100%であったが、相対湿度は 12~2 月が 4%未満であるのに対して 3 月は 45%まで増加していた。

#### (4)C ビル

特別集計値については 9 時台の空気温度の平均値が 23.6°C と最も低い。経時的に平均空気温度は上昇するが、9 時台から 1K 以上上昇することはなかった。相対湿度は 26~27%RH であり変動は小さい。9 時台の CO<sub>2</sub> 濃度の平均値は 641ppm であったが、経時的に上昇し、15 時台の平均値は 765ppm であった。なお、曜日による空気湿度には大きな差は見られなかったものの、木曜日と金曜日の CO<sub>2</sub> 濃度の差は 40~50ppm であった。

基準値内時間率については空気温度と CO<sub>2</sub> 濃度はいずれの月も概ね 100%であったが、相対湿度は 12~2 月が 2%未満であるのに対して 3 月は 37%まで増加していた。

#### (5)D ビル 1F

特別集計値については 9 時台に 20°C 程度となっている時間帯がある。また、空気温度の平均値が午前中は上昇しているものの、終日の変動は小さい。当該ビルの測定開始日が 2 月下旬であったことから相対湿度の平均値はすべての時間帯で 40%RH 以上であるが、午後には最低値が 30%RH 程度まで低下している時間帯もある。9 時台の CO<sub>2</sub> 濃度の平均値は 574ppm であったが、午後はおよそ 700ppm 程度を推移していた。なお、曜日による空気湿度と CO<sub>2</sub> 濃度の差は小さい。

基準値内時間率についてはいずれの項目も概ね 100%であった。

#### (6)D ビル 3F

特別集計値については空気温度の平均値が

13 時頃まで上昇し、その後は低下する傾向があった。また、11~14 時には最高値が 30°C 程度となる時間帯がある。これは、窓面積率(=窓面積/外壁面積)が大きく、日射による影響が大きいと考えられる。相対湿度は空気温度に伴い変動した。9 時台の CO<sub>2</sub> 濃度の平均値は 604ppm であったが、経時的に上昇し、午後は 750~800ppm を推移していた。曜日別集計値については空気温度が 26°C 以下と時間率は月曜日から水曜日が約 70%であるのに対して、木曜日と金曜日は約 40%であった。また、金曜日の CO<sub>2</sub> 濃度は他の曜日と低い傾向が見られた。

基準値内時間率については CO<sub>2</sub> 濃度はいずれの月も 100%であったが、空気温度は高温環境により、基準値内時間率は 2 月が 72%、3 月が 91%であった。また、高温環境により相対湿度が低下し、基準値内時間率は 2 月が 31%、3 月が 75%であった。

#### (7)F ビル

特別集計値については 10 時以降に空気温度の平均値の推移はほとんど見られなかったが、各時刻の最高値・最低値の幅が大きく季節変動が大きい結果であった。相対湿度は経時的に低下する傾向が見られたが、すべての時間帯で平均値は 40%RH 以上であった。9 時台の CO<sub>2</sub> 濃度の平均値は 688ppm であったが、その後は 730~750ppm を推移していた。なお、曜日による相対湿度と CO<sub>2</sub> 濃度には大きな差は見られなかったものの、月曜日の空気温度は他の曜日と比較して低い傾向が見られた。

基準値内時間率については空気温度と CO<sub>2</sub> 濃度は時期を問わず 100%であったが、相対湿度は 12 月 96%であり、その他の月は 98%以上であった。

#### (8)G ビル

特別集計値については 9 時台の空気温度の平均値が 23.8°C と最も低い、14 時台に 26.1°C と最高値となり、その後は低下する傾向が見られた。また、各時刻の最高値・最低値の幅が大きく季節変動が大きい結果であった。相対湿度の平均値は時間によらず約 40%RH を推移していた。CO<sub>2</sub> 濃度は 9 時代の平均値が 629ppm と最も低く、12 時台に低下する傾向があったが、経時的な変動は大きくなかった。なお、曜日に

よる相対湿度には大きな差は見られなかったものの、月曜日の空気温度が他の曜日と比較して低く、火曜日と水曜日の CO<sub>2</sub> 濃度が他の曜日と比較して 100ppm 程度高い傾向が見られた。

基準値内時間率については空気温度と CO<sub>2</sub> 濃度はいずれの月も概ね 100%であったが、相対湿度は 12 月が概ね 0%、1 月と 2 月が 40%程度、3 月が 61%であった。

#### D. まとめ

本節では、1)CO<sub>2</sub> 濃度の自動校正機能の検証、2)冬期の室内環境評価を実施した。1)では、3 件の建築物 (A ビル・B ビル・C ビル) を対象に平日 9~18 時の日平均値で CO<sub>2</sub> 濃度を集計し、経年変化も把握するために月別に比較した。A ビルでは経時的に両者の差が大きくなる傾向が見受けられたが、B ビルのように不規則な差の推移を示す例もあった。また、自動校正機能を利用しない場合には 304ppm となる時間帯もあることから、測定の精度が低下している可能性がある。2)では、時別集計値、曜日別集計値、空気線図・建築物環境衛生管理基準値内である時間率 (基準値内時間率) を用いて冬期の室内環境を評価した。特に、基準値内時間率は適合・不適合のみではなく、適合である時間率という評価が可能であり、建築物間の評価も可能となると考えられる。

#### E. 参考文献

- 1) 厚生労働省. 建築物環境衛生管理基準について.  
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seikatsu-eisei10/> (2025/1/22 アクセス)
- 2) NOAA. Earth's CO<sub>2</sub> Home Page.  
<https://www.co2.earth/> (2025/2/15 アクセス)

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

- 1) 下ノ菌慧, 海塩渉, 鍵直樹, 中野淳太, 金勲. 建築物環境衛生管理への小型測定器の活用に向けた CO<sub>2</sub> 濃度の自動校正に関する検討. 第 58 回空気調和・冷凍連合講演会; 2025.4.17-18; 東京. 同講演論文集. 9. p.49-52.

2. 学会発表  
なし

3. 著書  
なし

#### G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)

予定なし

■ 測定対象室    ● 小型測定器 A    ● 小型測定器 B    ■ 測定対象室    ● 小型測定器 A    ● 小型測定器 B  
● 小型測定器 C    ★ 現場立入測定    ● 小型測定器 C    ★ 現場立入測定

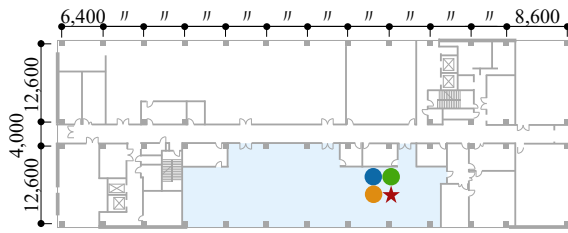


図 3-1-1 A ビル (2F) 平面概要図

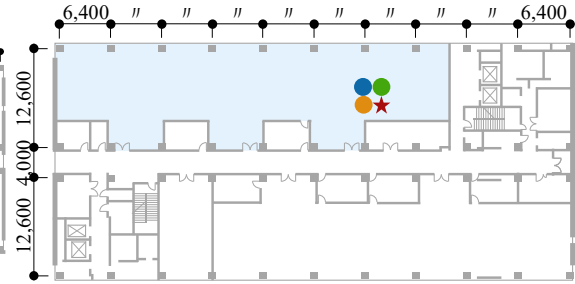


図 3-1-2 A ビル (8F) 平面概要図

■ 測定対象室    ● 小型測定器 A    ● 小型測定器 B    ■ 測定対象室    ● 小型測定器 A    ● 小型測定器 B  
● 小型測定器 C    ★ 現場立入測定    ● 小型測定器 C    ★ 現場立入測定

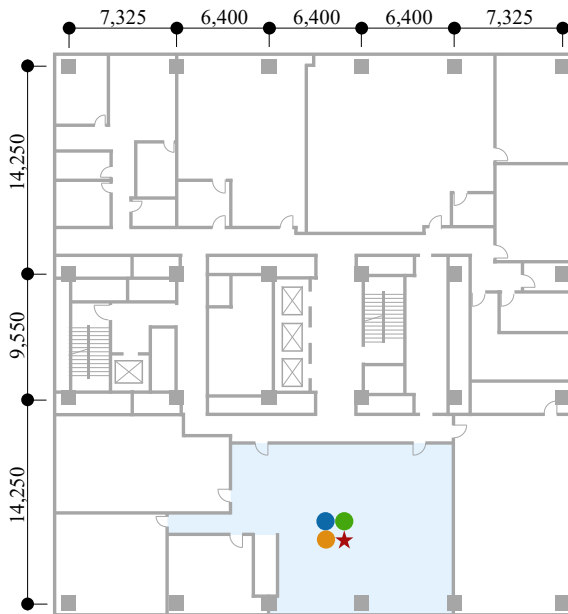


図 3-1-3 C ビル平面概要図

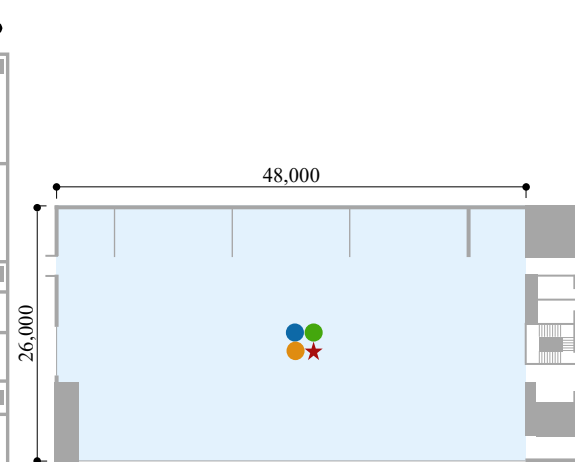


図 3-1-4 D ビル (1F) 平面概要図

■ 測定対象室    ● 小型測定器 A    ● 小型測定器 B    ■ 測定対象室    ● 小型測定器 A    ● 小型測定器 B  
● 小型測定器 C    ★ 現場立入測定    ● 小型測定器 C    ★ 現場立入測定

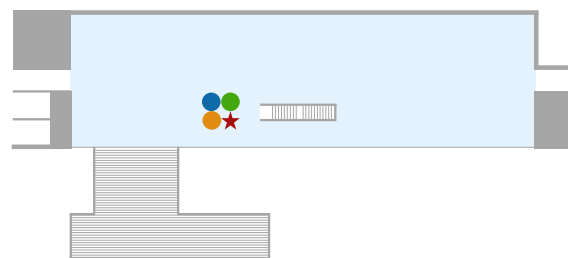


図 3-1-5 D ビル (3F) 平面概要図

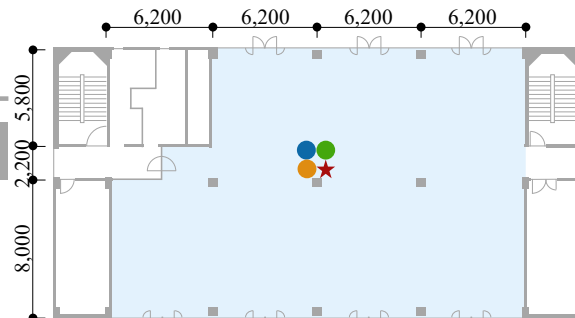
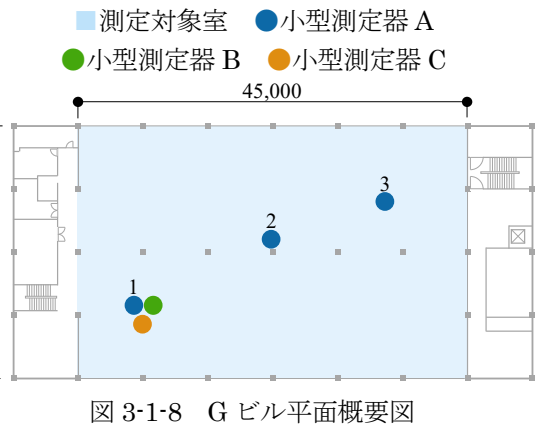
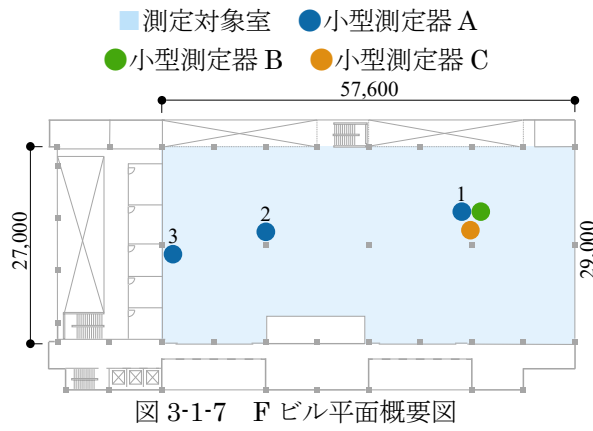


図 3-1-6 E ビル (2F・3F) 平面概要図



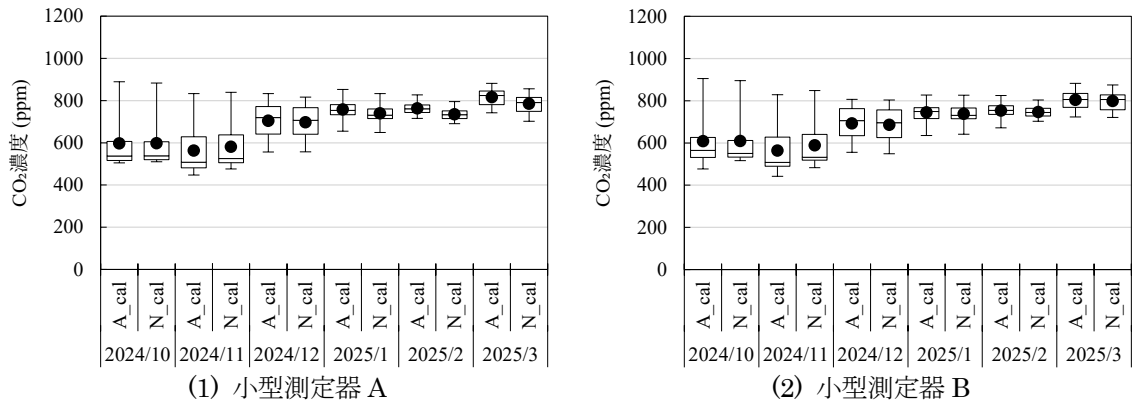


図 3-1-1 自動校正の有無による CO<sub>2</sub> 濃度の測定比較 (A ビル 2F)

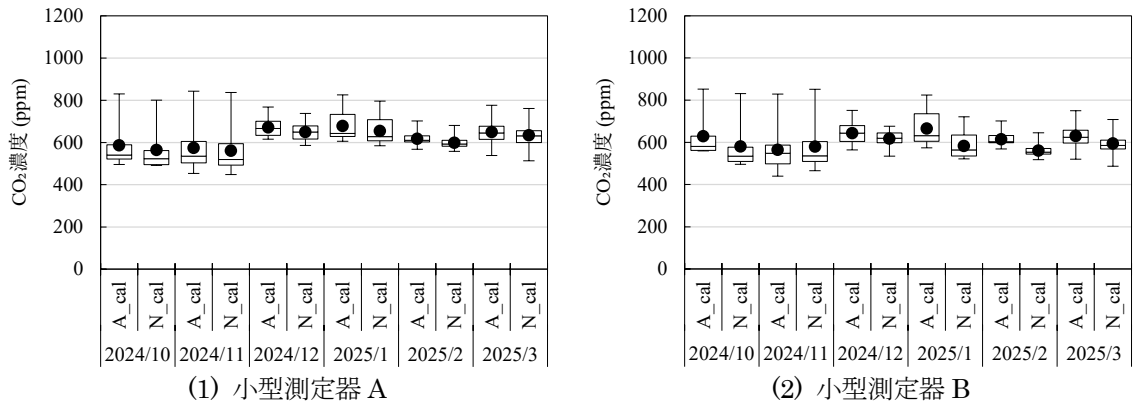


図 3-1-2 自動校正の有無による CO<sub>2</sub> 濃度の測定比較 (B ビル)

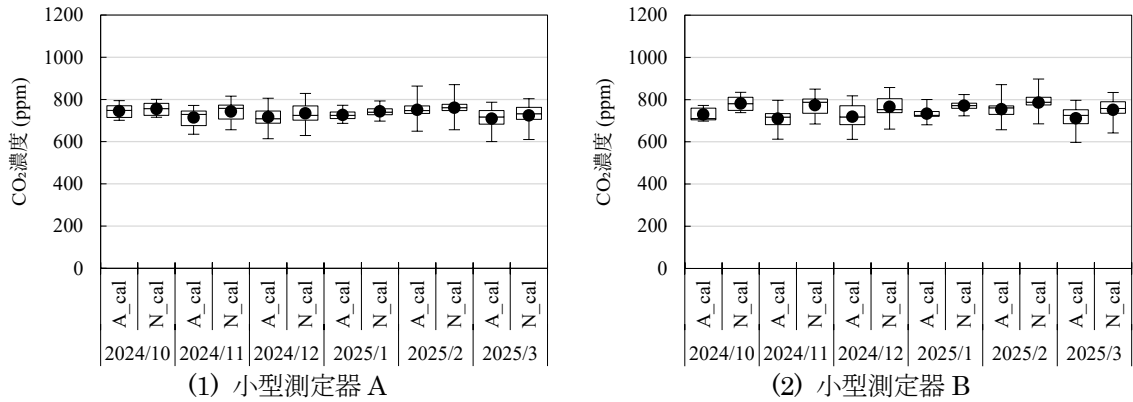


図 3-1-3 自動校正の有無による CO<sub>2</sub> 濃度の測定比較 (C ビル)

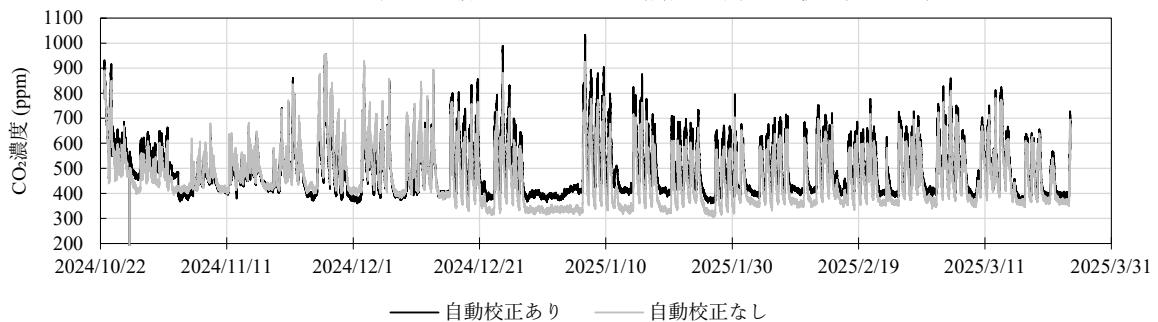


図 3-1-4 自動校正の有無による CO<sub>2</sub> 濃度のトレンドグラフ例 (B ビル, 小型測定器 B)

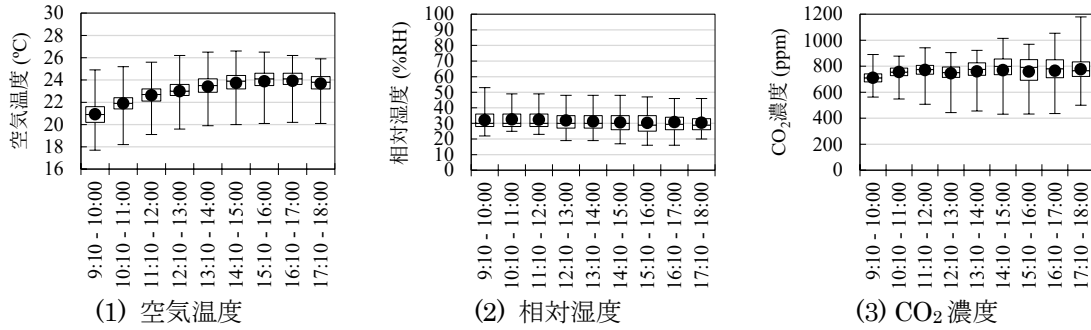


図 3-1-5 室内環境の特別結果 (A ビル 2F, 2024/12/1 - 2025/3/24, 平日 9 - 18 時)

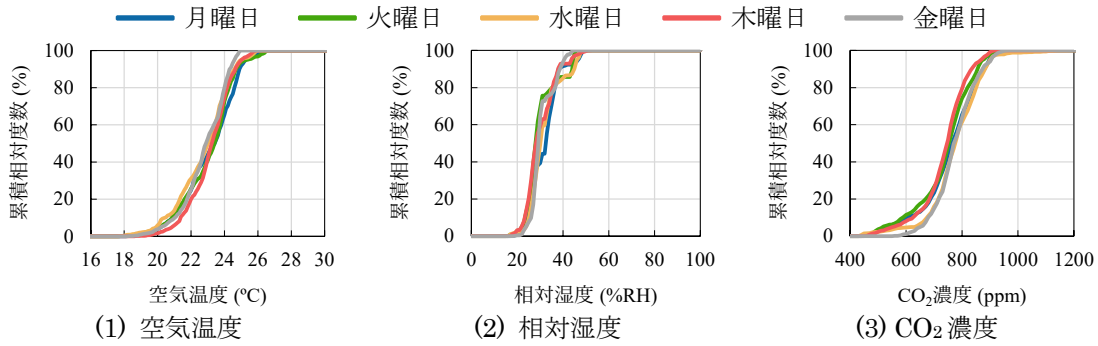


図 3-1-6 室内環境の曜日別結果 (A ビル 2F, 2024/12/1 - 2025/3/24, 平日 9 - 18 時)

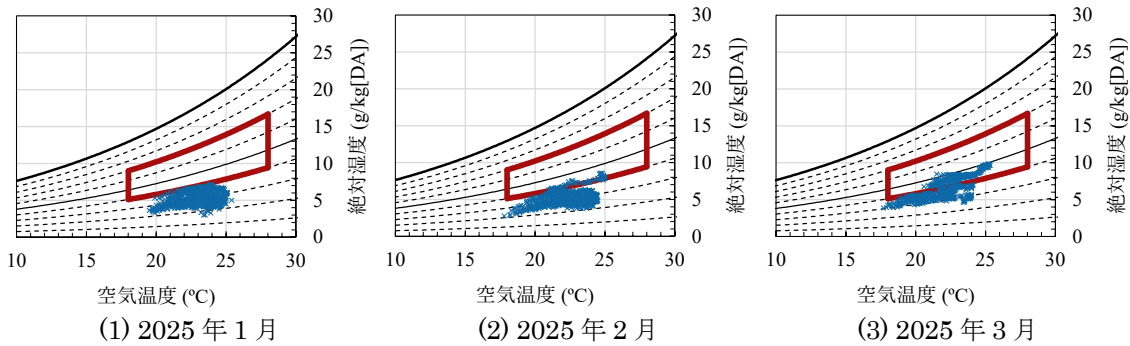


図 3-1-7 室内空気温湿度 (A ビル 2F, 2024/12/1 - 2025/3/24, 平日 9 - 18 時)

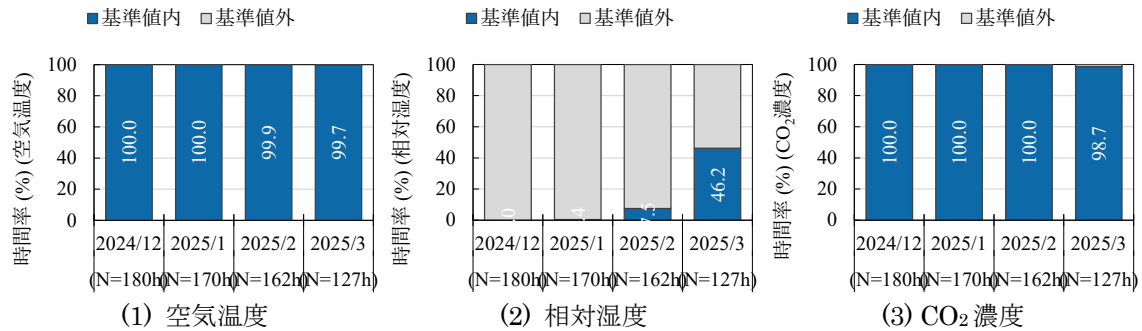


図 3-1-8 基準値内時間率 (A ビル 2F, 2024/12/1 - 2025/3/24, 平日 9 - 18 時)

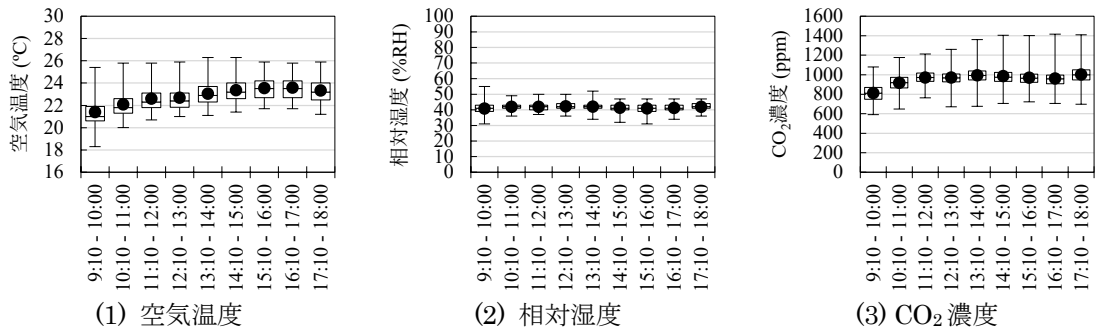


図 3-1-9 室内環境の特別結果 (A ビル 8F, 2024/12/1 - 2025/3/24, 平日 9 - 18 時)

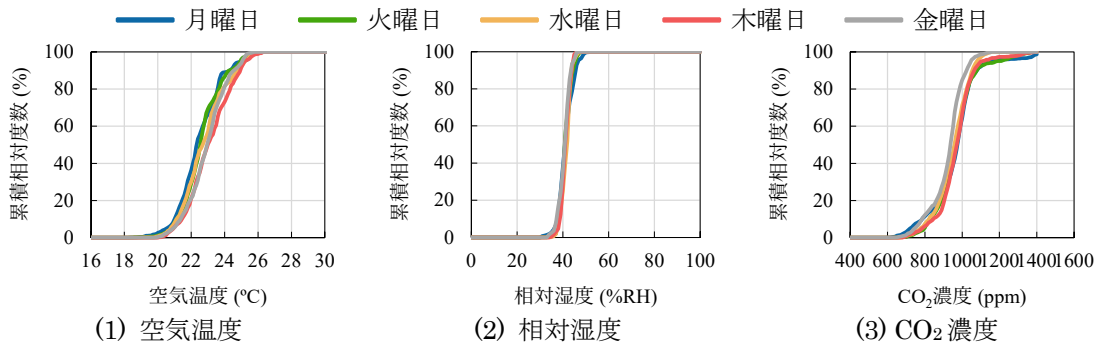


図 3-1-10 室内環境の曜日別結果 (A ビル 8F, 2024/12/1 - 2025/3/24, 平日 9 - 18 時)

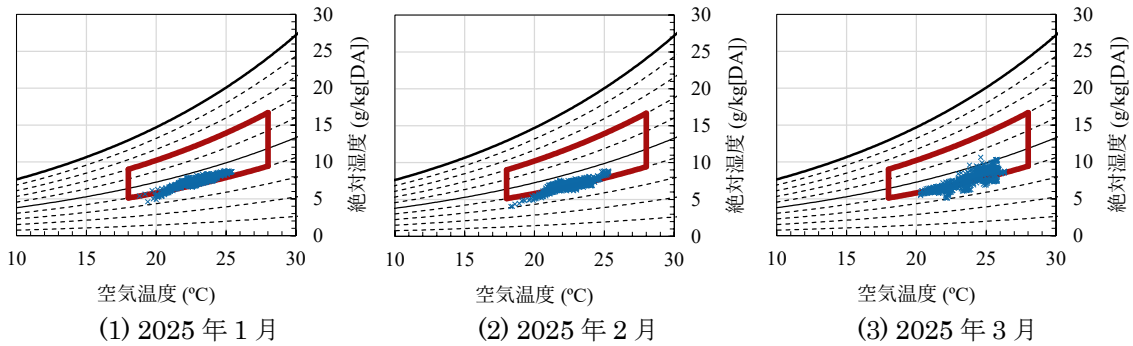


図 3-1-11 室内空気温湿度 (A ビル 8F, 2024/12/1 - 2025/3/24, 平日 9 - 18 時)

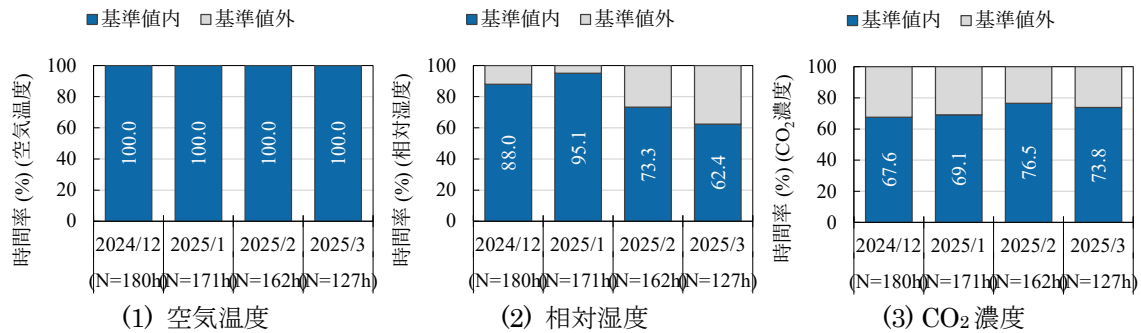


図 3-1-12 基準値内時間率 (A ビル 8F, 2024/12/1 - 2025/3/24, 平日 9 - 18 時)

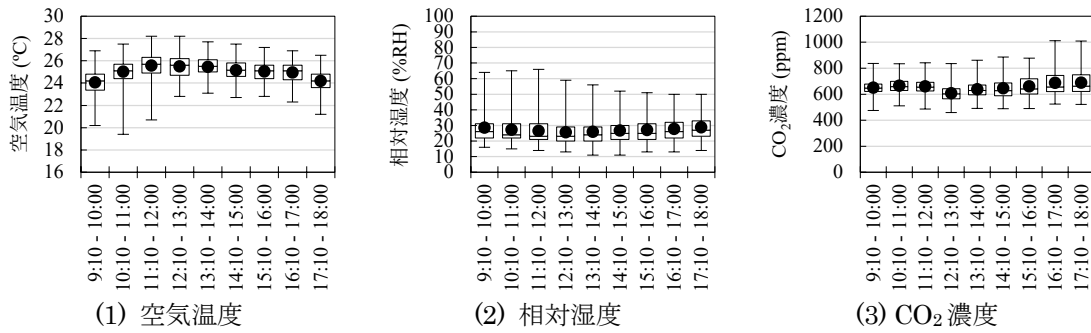


図 3-1-13 室内環境の特別結果 (Bビル, 2024/12/1 - 2025/3/24, 平日 9 - 18 時)

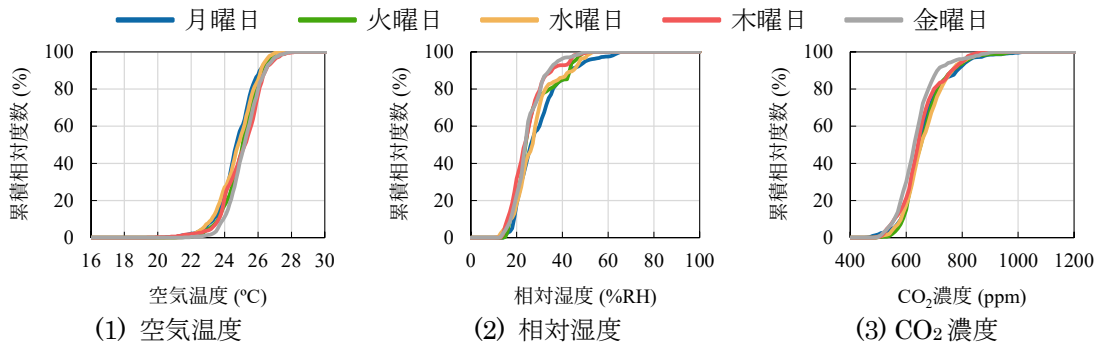


図 3-1-14 室内環境の曜日別結果 (Bビル, 2024/12/1 - 2025/3/24, 平日 9 - 18 時)

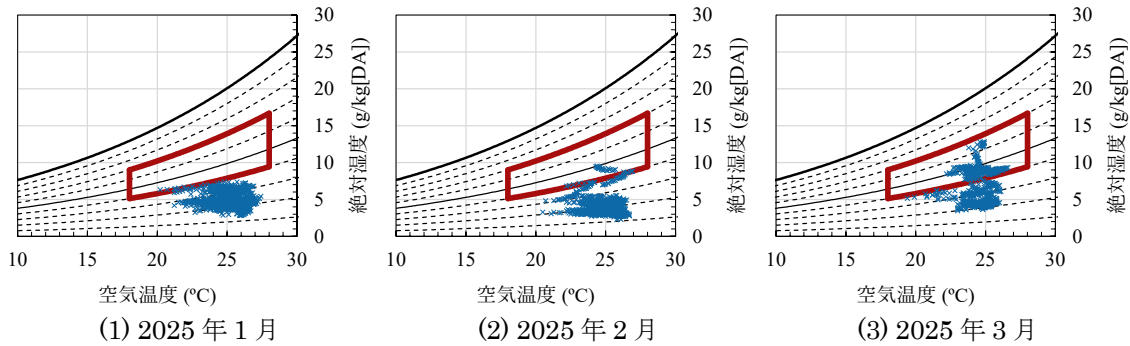


図 3-1-15 室内空気温湿度 (Bビル, 2024/12/1 - 2025/3/24, 平日 9 - 18 時)

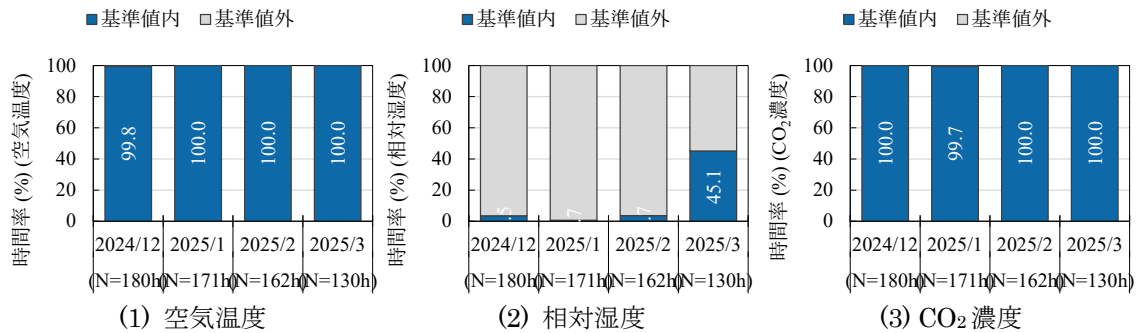


図 3-1-16 基準値内時間率 (Bビル, 2024/12/1 - 2025/3/24, 平日 9 - 18 時)



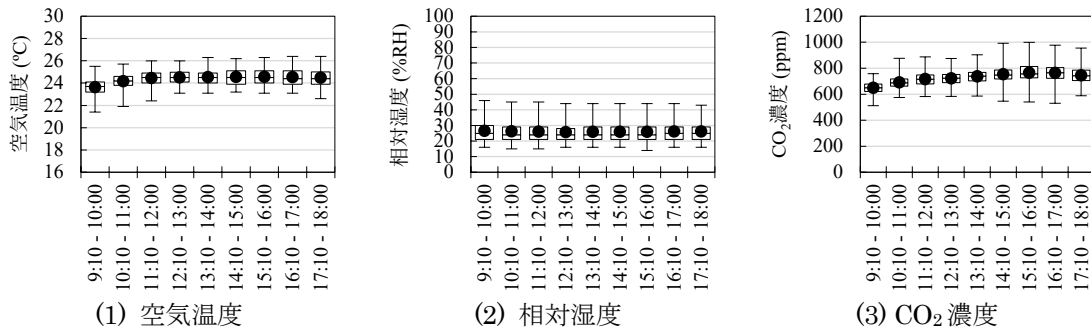


図 3-1-17 室内環境の特別結果 (C ビル, 2024/12/1 - 2025/3/24, 平日 9 - 18 時)

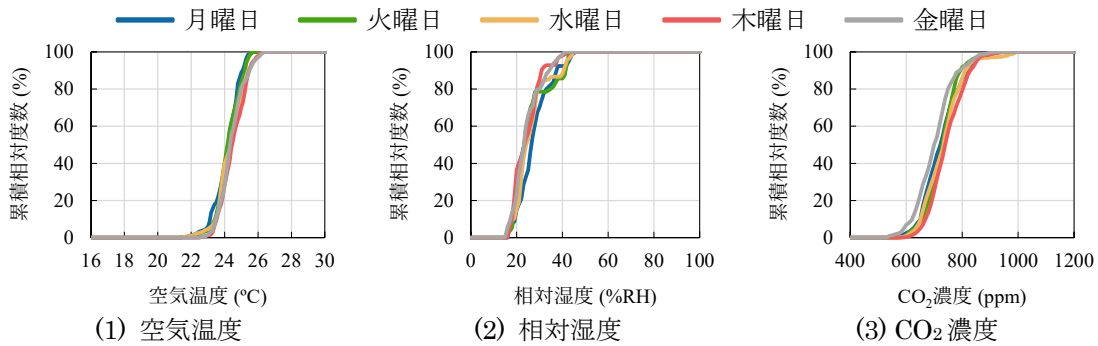


図 3-1-18 室内環境の曜日別結果 (C ビル, 2024/12/1 - 2025/3/24, 平日 9 - 18 時)

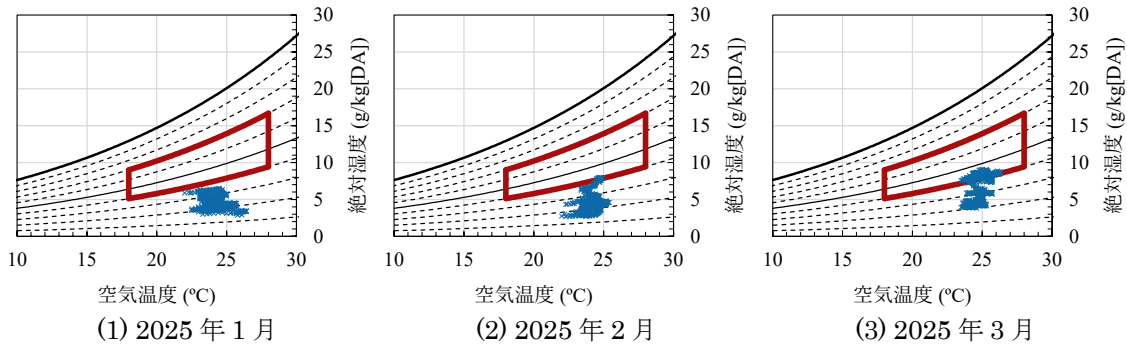


図 3-1-19 室内空気温湿度 (C ビル, 2024/12/1 - 2025/3/24, 平日 9 - 18 時)

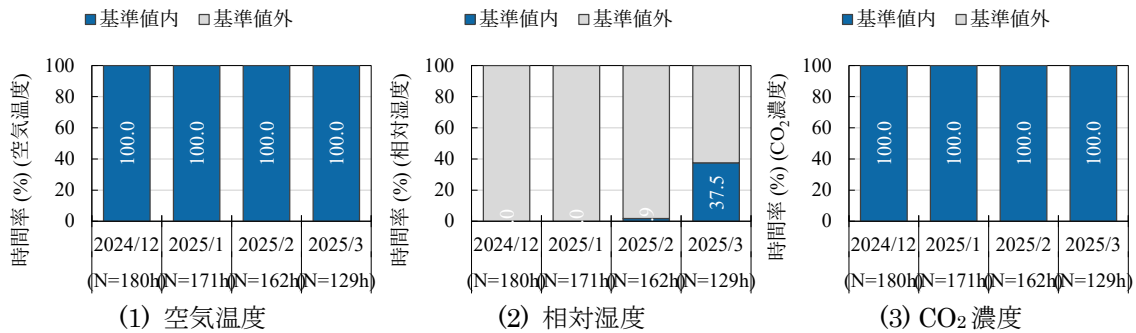


図 3-1-20 基準値内時間率 (C ビル, 2024/12/1 - 2025/3/24, 平日 9 - 18 時)

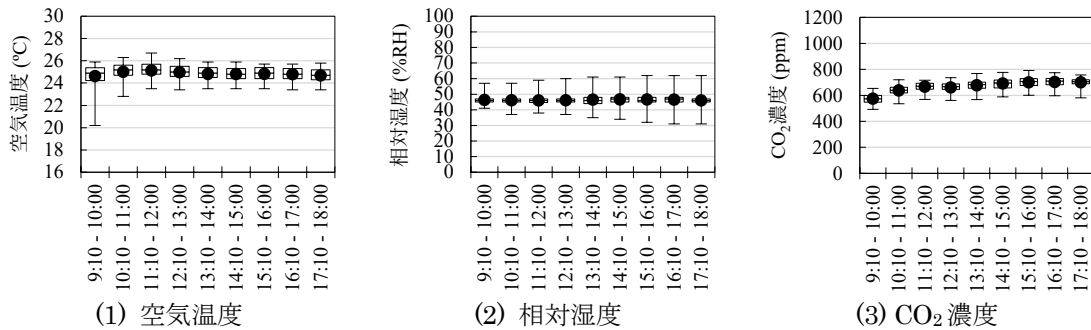


図 3-1-21 室内環境の特別結果 (D ビル 1F[1], 2025/2/25 - 2025/3/31, 平日 9 - 18 時)

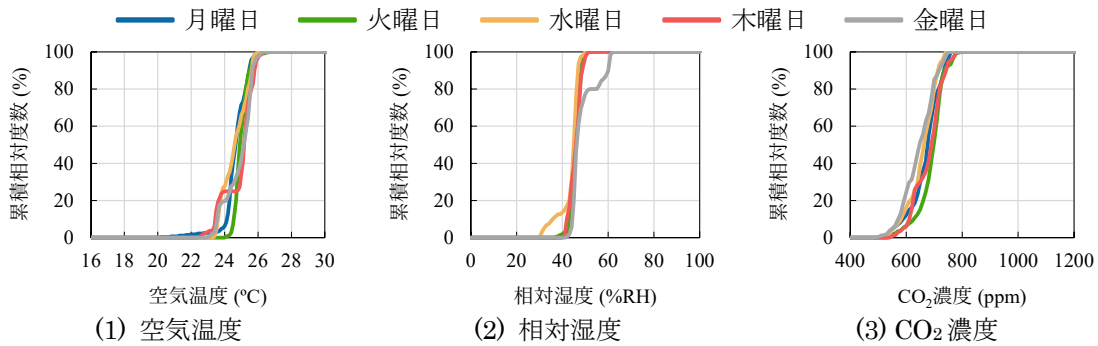


図 3-1-22 室内環境の曜日別結果 (D ビル 1F[1], 2025/2/25 - 2025/3/31, 平日 9 - 18 時)

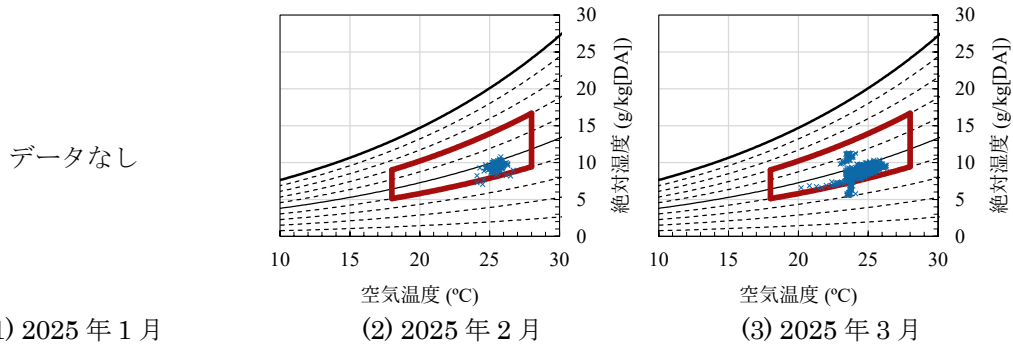


図 3-1-23 室内空気温湿度 (D ビル 1F[1], 2025/2/25 - 2025/3/31, 平日 9 - 18 時)

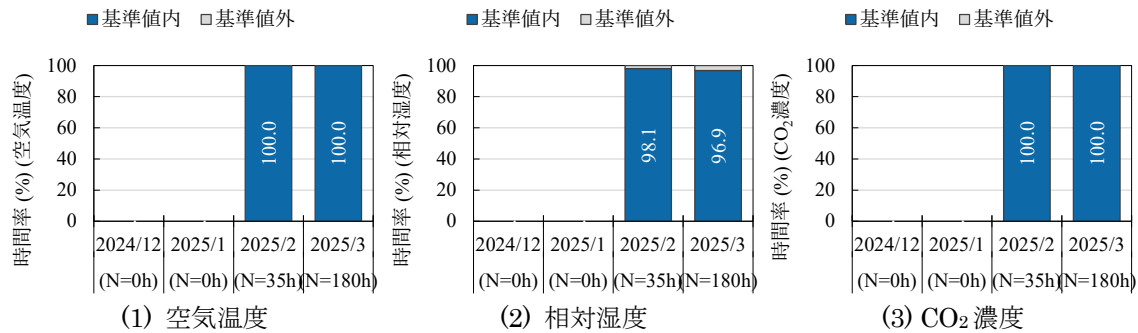


図 3-1-24 基準値内時間率 (D ビル 1F[1], 2025/2/25 - 2025/3/31, 平日 9 - 18 時)

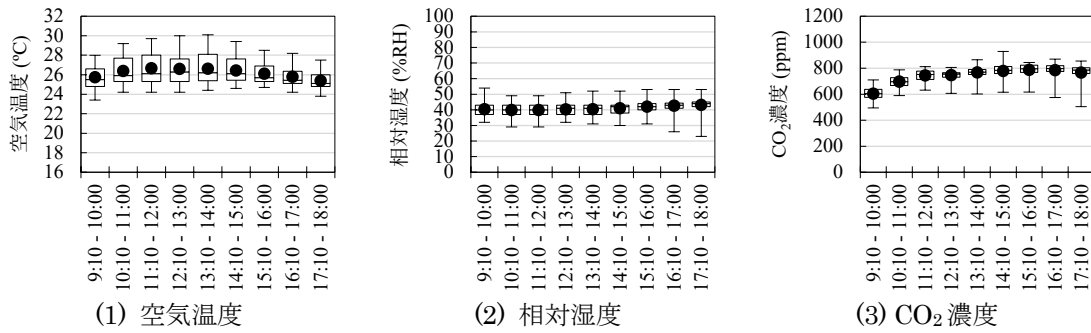


図 3-1-25 室内環境の特別結果 (D ビル 3F, 2025/2/25 - 2025/3/31, 平日 9 - 18 時)

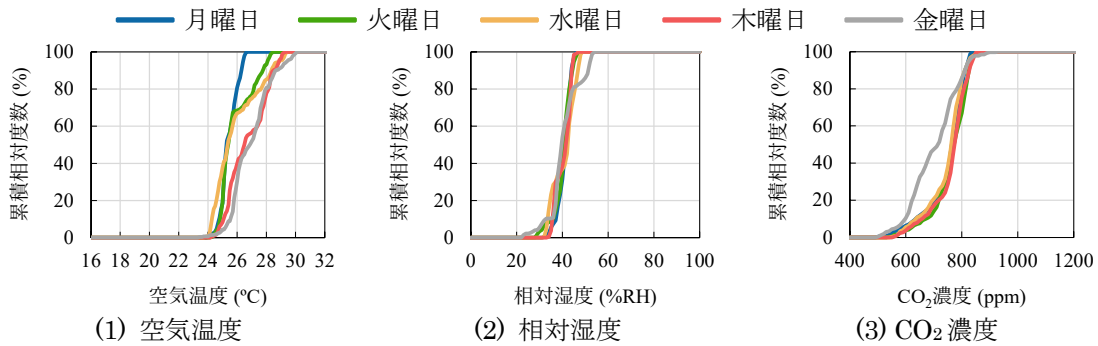


図 3-1-26 室内環境の曜日別結果 (D ビル 3F, 2025/2/25 - 2025/3/31, 平日 9 - 18 時)

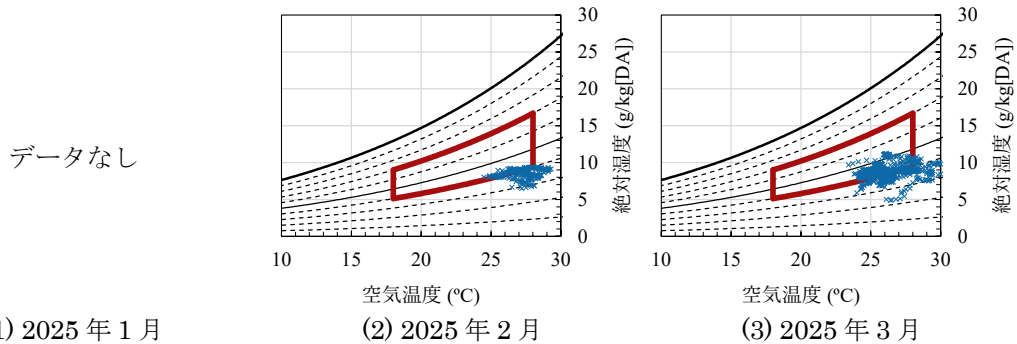


図 3-1-27 室内空気温湿度 (D ビル 3F, 2025/2/25 - 2025/3/31, 平日 9 - 18 時)

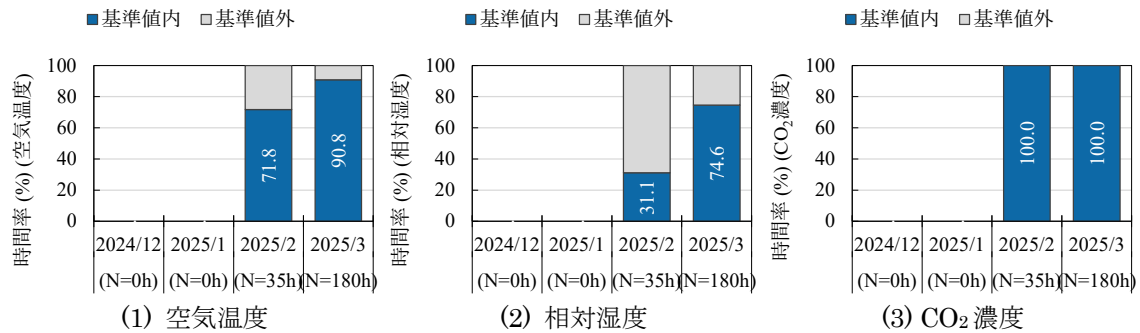


図 3-1-28 基準値内時間率 (D ビル 3F, 2025/2/25 - 2025/3/31, 平日 9 - 18 時)

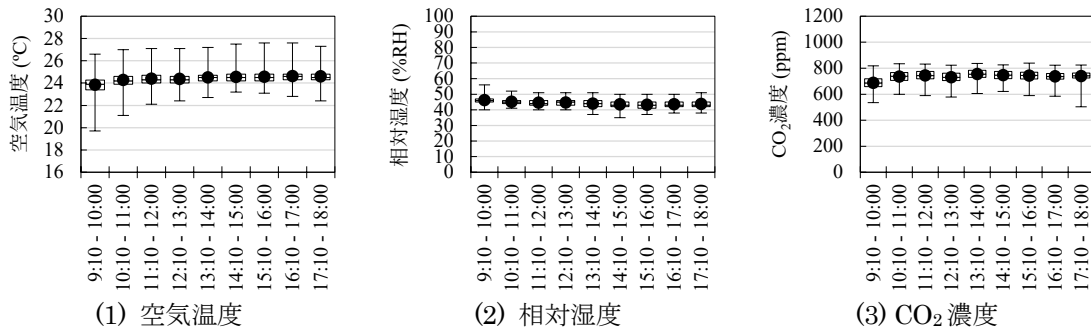


図 3-1-29 室内環境の特別結果 (F ビル[1], 2024/12/1 – 2025/3/31, 平日 9 – 18 時)

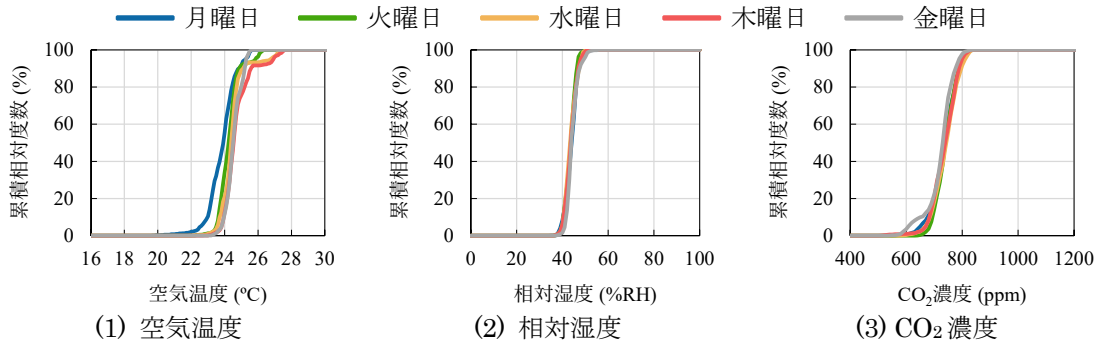


図 3-1-30 室内環境の曜日別結果 (F ビル[1], 2024/12/1 – 2025/3/31, 平日 9 – 18 時)

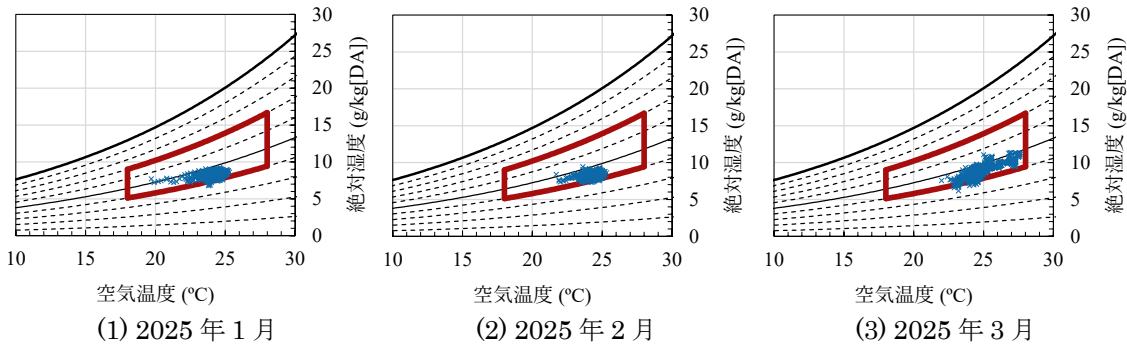


図 3-1-31 室内空気温湿度 (F ビル[1], 2024/12/1 – 2025/3/31, 平日 9 – 18 時)

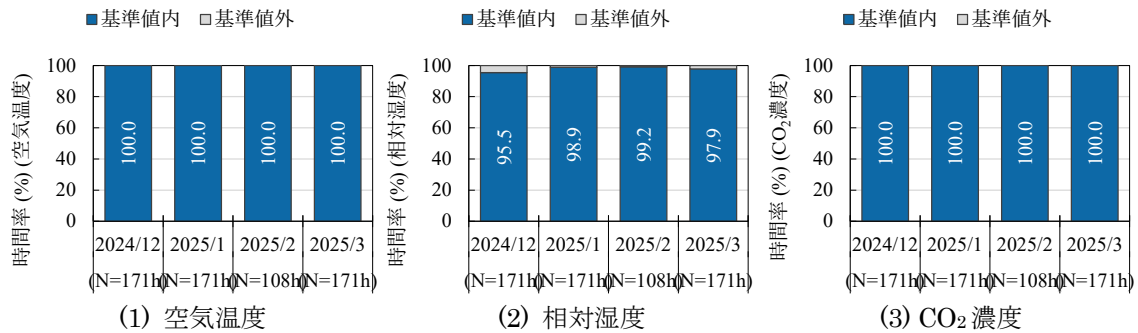


図 3-1-32 基準値内時間率 (F ビル[1], 2024/12/1 – 2025/3/31, 平日 9 – 18 時)

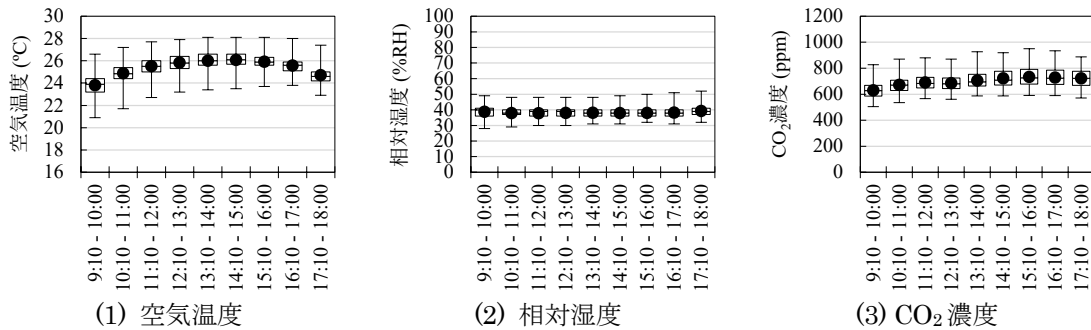


図 3-1-33 室内環境の特別結果 (G ビル[1], 2024/12/1 – 2025/3/31, 平日 9 – 18 時)

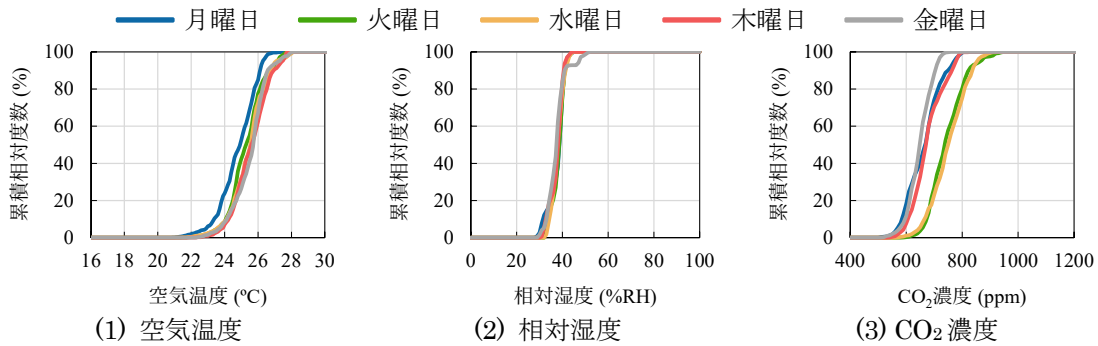


図 3-1-34 室内環境の曜日別結果 (G ビル[1], 2024/12/1 – 2025/3/31, 平日 9 – 18 時)

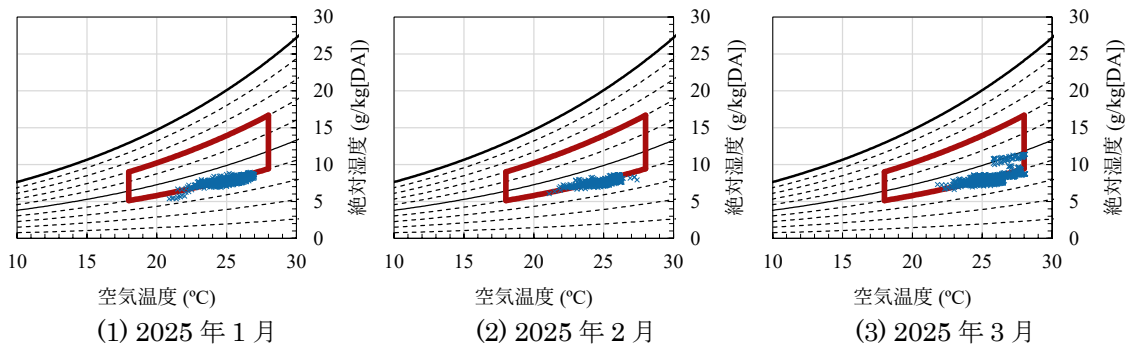


図 3-1-35 室内空気温湿度 (G ビル[1], 2024/12/1 – 2025/3/31, 平日 9 – 18 時)

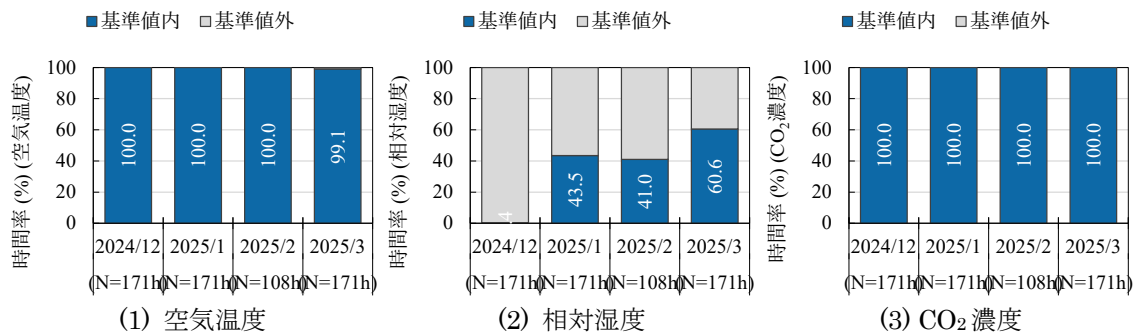


図 3-1-36 基準値内時間率 (G ビル[1], 2024/12/1 – 2025/3/31, 平日 9 – 18 時)

### 3-2. 現場立入測定・法定測定と小型測定器の比較検討

#### A. 研究目的

建築物における衛生的環境の確保に関する法律（以降、建築物衛生法）では、興行場、百貨店、店舗、事務所、学校等に供される部分の延床面積が 3000m<sup>2</sup> 以上の建築物（以降、特定建築物）において、空気環境の調整、給水及び排水の管理、清掃、ねずみ、昆虫等の防除に関して必要な措置を定めることが規定されている<sup>1)</sup>。空気環境の調整については、建築物環境衛生管理基準の 7 項目の内、6 項目を 2 か月以内ごとに 1 回測定することとなっている。現行の空気環境測定は測定技術者の立入により行われているが、小型かつ軽量で連続的に空気環境が測定可能な「小型測定器」の普及といった背景から、小型測定器の建築物環境衛生管理への活用可能性について検討が求められている。

衛生行政報告例によると、二酸化炭素の含有率（以降、CO<sub>2</sub>濃度）、温度、湿度の不適合率（=不適合件数／調査件数）が高く、2023 年度は CO<sub>2</sub>濃度が 22.8%、温度が 35.0%、湿度が 63.9%であった<sup>2)</sup>。これらの項目は小型測定器の普及により比較的容易にデータが取得可能であり、筆者らの先行研究では現行の建築物衛生法に規定される測定法（以降、現行測定法）と小型測定器による測定法は多くの場合で空気温度が±0.5K、相対湿度が±5%RH、CO<sub>2</sub>濃度が±50ppm以内の精度で測定できることを示した<sup>3)</sup>。また、海塩らは、BEMS（Building Energy Management Systems）は測定の時間的解像度が高いという利点を活用し、逸脱時間割合（=基準を逸脱している時間／総測定時間）により空気環境を評価している<sup>4)</sup>。これは小型測定器でも評価可能であり、小型測定器や BEMS による空気環境管理の活用可能性を示してきた。

本節では、先行研究に引き続き、連続測定が可能な小型測定器と現行測定法の測定値の比較により、建築物環境衛生管理への小型測定器の活用可能性について検討する。

#### B. 研究方法

表 2-1-1 に示す 7 件の内、F ビルと G ビルを除く建築物を対象に秋期（2024/10）と冬期（2025/1-2025/3）の代表 1 日に現場立入によ

る現行測定法に準じた空気環境 6 項目測定（以降、現場立入測定）を実施した。現場立入測定には柴田科学社製の「室内環境測定セット IES-5000」と日本カノマックス社製の「オートビルセット III Model 2100」を用い、1 分間隔で 20 分測定した。また、表 2-1-1 に示す 7 件の内、特定建築物ではない E ビルを除く建築物 6 件の建築物から建築物衛生法の環境衛生管理基準に従って 2 か月以内ごとに 1 回実施されている測定（以降、法定測定）による測定値を入手した。

分析は現場立入測定・法定測定による測定値と小型測定器による測定値を比較した。これらの比較は現場立入測定若しくは法定測定の測定値に対して小型測定器の温度が±0.5K、相対湿度が±5%RH、CO<sub>2</sub>濃度が±50ppm 以内の値である場合に両者は同値であると見なし、全測定回数に対する同値である測定回数の比率（以降、一致率）で評価した。なお、本比較を行う小型測定器は CO<sub>2</sub>濃度の自動校正機能を On としたものを対象とした。

#### C. 研究結果

##### C.1. 現場立入測定と小型測定器の比較

2024 年秋期の各建物の測定結果を図 3-2-1～図 3-2-4、2025 年冬期の各建物の測定結果を図 3-2-5～図 3-2-12 に示す。また、2024 年秋期に測定したすべての建物の結果を図 3-2-13、2025 年冬期に測定したすべての建物の結果を図 3-2-14 に示す。図 3-2-13 と図 3-2-14 は 1 回の測定を 1 プロットで示しており、現場立入測定の測定値は 2 機種 of 平均値、小型測定器の測定値は 2 種の小型測定器の平均値をプロット、最高値・最低値をエラーバーで示している。2 種の小型測定器の平均値に着目すると、秋期・冬期の一致率は空気温度が 25%・50%、相対湿度が 50%・88%、CO<sub>2</sub>濃度が 25%・13%であり、最高値と最低値も含めた秋期・冬期の一致率は空気温度が 38%・38%、相対湿度が 50%・88%、CO<sub>2</sub>濃度が 38%・13%であった。冬期の相対湿度の一致率は 88%と高い結果であったが、空気温度と CO<sub>2</sub>濃度の一致率はいずれも 50%以下であった。特に、冬期の CO<sub>2</sub>濃度の一致率が低くなっているが、小型測定器による測定値が全体的に

低い傾向が見られた。これは、小型測定器の自動校正の値が 400ppm であり、近年の外気 CO<sub>2</sub> 濃度と比較して低い値で校正していることが一致率低下の一要因と考えられる。外気 CO<sub>2</sub> 濃度は夏期よりも冬期の方が高く、冬期の比較ではその影響が大きく表れた可能性がある。

## C.2. 法定測定と小型測定器の比較

法定測定と小型測定器の比較結果を図 3-2-15 に示す。図 3-2-15 も 1 回の測定を 1 プロットで示しており、小型測定器の測定値は 2 種の小型測定器の平均値を示している。2 種の小型測定器の中央値の一致率は空気温度が 37%、相対湿度が 77%、CO<sub>2</sub> 濃度が 43%であった。建物別では、最も一致率が低かったのは空気温度が A ビルの 2 階と 8 階、B ビルで 0%、相対湿度が C ビルで 50%、CO<sub>2</sub> 濃度が A ビルの 2 階と 8 階、B ビルで 25%であった。A ビルと B ビルの空気温度についてはいずれも法定測定の値が低い結果となっているが、法定検査帳簿によると、特に A ビルではエントランスの測定を実施してから室内の測定を実施しており、外気の影響が測定に影響を及ぼしている可能性がある。また、A ビルの CO<sub>2</sub> 濃度については法定測定の値が 356ppm となっている場合もあった。当該日の法定測定の検査帳簿によると外気 CO<sub>2</sub> 濃度は 300ppm を下回っていたことから、測定の精度が低下している可能性がある。現行の建築物衛生法では浮遊粉じんの量の測定に使用される較正機器にあつては 1 年以内ごとに 1 回、較正を受けることとされているものの、CO<sub>2</sub> 濃度については規定がない。CO<sub>2</sub> 濃度が測定可能な小型測定器には自動校正機能が搭載されているものも多く、このような課題にも対応できると考えられる。

## D. まとめ

本節では現場立入測定・法定測定の結果と小型測定器の測定値を一致率という指標を用いて比較することにより、小型測定器による建築物衛生管理への適用可能性について検討した。本研究で測定した建物においては相対湿度は比較的高い一致率であったが、400ppm まで下がらない状況下で CO<sub>2</sub> 濃度の自動校正機能が稼働すると一致率が低くなるという課題が見られた。

一方、CO<sub>2</sub> 濃度が測定可能な小型測定器には自動校正機能が搭載されているものも多く、現行の建築物衛生法と比較して精度が高く測定できる可能性を示すことができた。

今後もデータを蓄積し、小型測定器による建築物衛生管理への適用可能性についてエビデンスを示す予定である。

## E. 参考文献

- 1) 厚生労働省. 建築物環境衛生管理基準について.  
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/sei-katsu-eisei10/> (2025/1/22 アクセス)
- 2) 総務省統計局. 衛生行政報告例.  
<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00450027&stat=000001031469> (2025/2/6 アクセス)
- 3) 下ノ菌慧, 海塩渉, 鍵直樹, 中野淳太, 金勲. 建築物環境衛生管理への小型連続測定器・BEMS の活用可能性に関する検証. 第 57 回空気調和・冷凍連合講演会; 2024.4.18-19; 東京. 同講演論文集. 20. p.147-152.
- 4) 海塩渉, 鍵直樹, 金勲, 下ノ菌慧, 中野淳太. 建築物衛生法における建築物環境衛生管理手法の再考 (第 3 報) ビルエネルギーマネジメントシステム活用による暖冷房期の空気環境管理. 令和 6 年度空気調和・衛生工学会大会; 2024.9.11-13; 佐賀. 同学術講演論文集. E-41. p.117-120.

## F. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表
  - 1) 下ノ菌慧, 海塩渉, 鍵直樹, 中野淳太, 金勲. 建築物環境衛生管理への小型測定器の活用に向けた CO<sub>2</sub> 濃度の自動校正に関する検討. 第 58 回空気調和・冷凍連合講演会; 2025.4.17-18; 東京. 同講演論文集. 9. p.49-52.
3. 著書  
なし

## G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)

予定なし

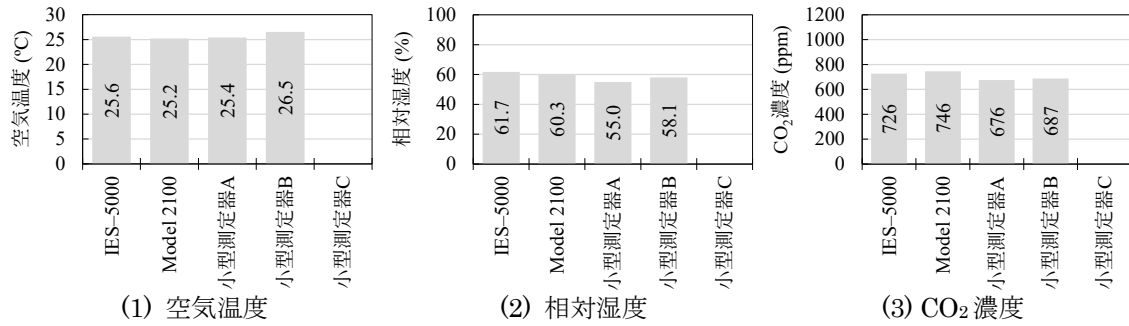


図 3-2-1 現場立入測定と小型測定器の比較 (Aビル 2F, 2024/10/22 10:50)

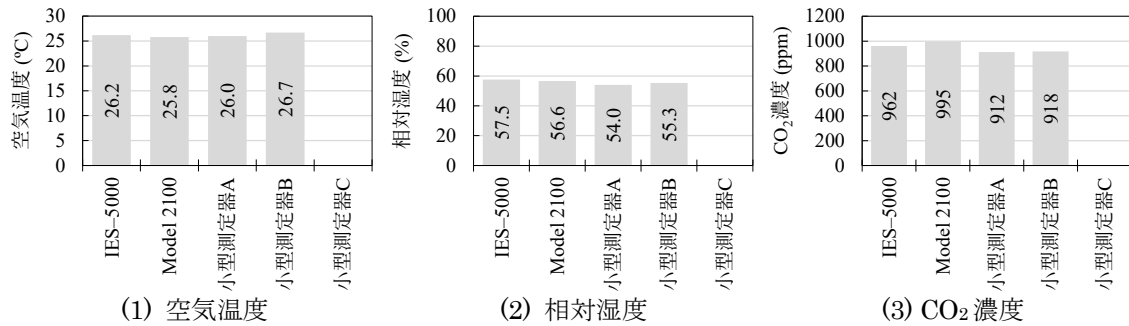


図 3-2-2 現場立入測定と小型測定器の比較 (Aビル 8F, 2024/10/22 11:30)

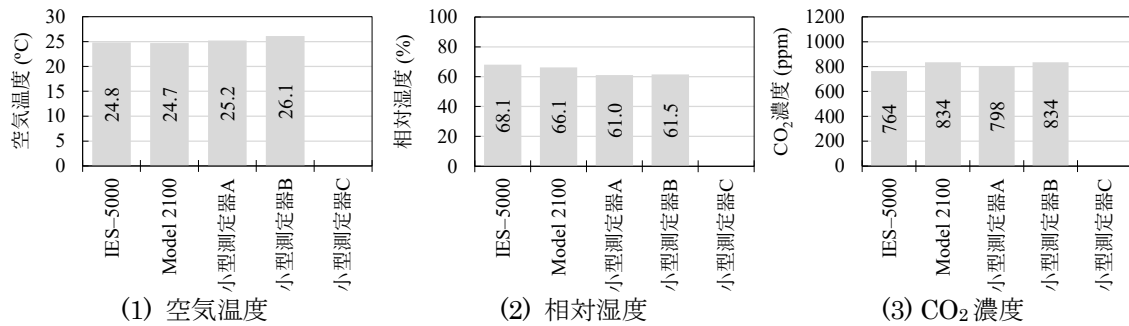


図 3-2-3 現場立入測定と小型測定器の比較 (Bビル, 2024/10/22 14:40)

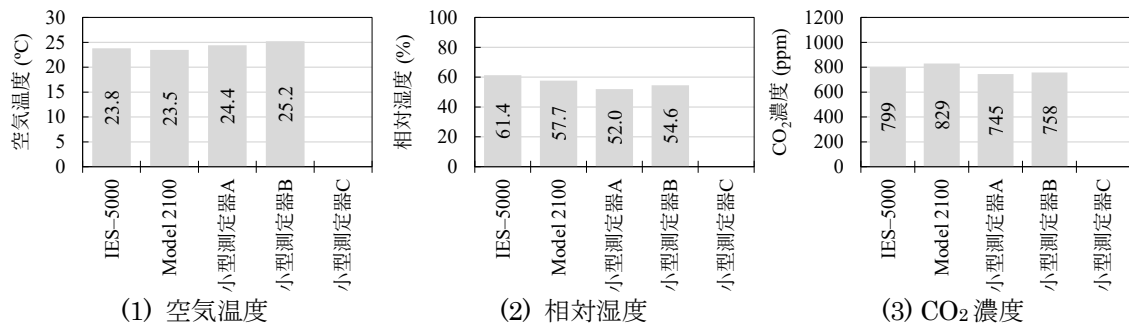


図 3-2-4 現場立入測定と小型測定器の比較 (Cビル, 2024/10/23 11:40)



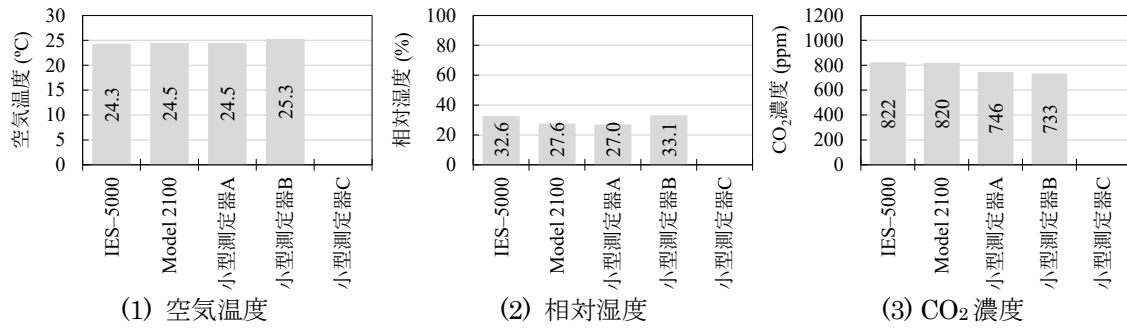


図 3-2-5 現場立入測定と小型測定器の比較 (A ビル 2F, 2025/1/29 16:00)

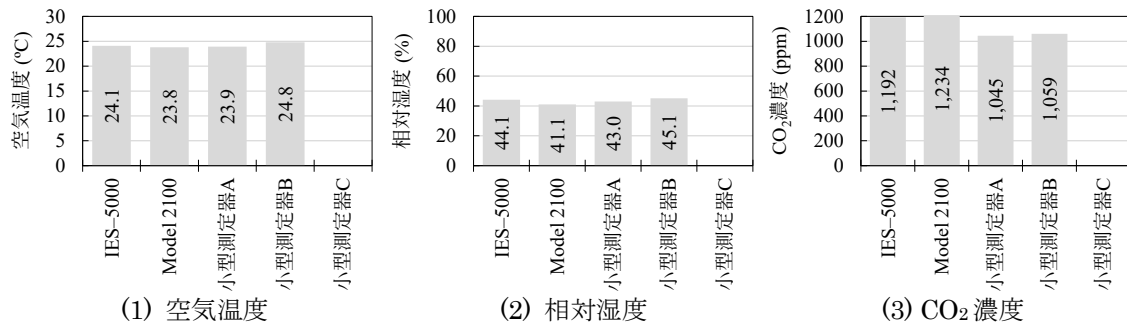


図 3-2-6 現場立入測定と小型測定器の比較 (A ビル 8F, 2025/1/29 16:30)

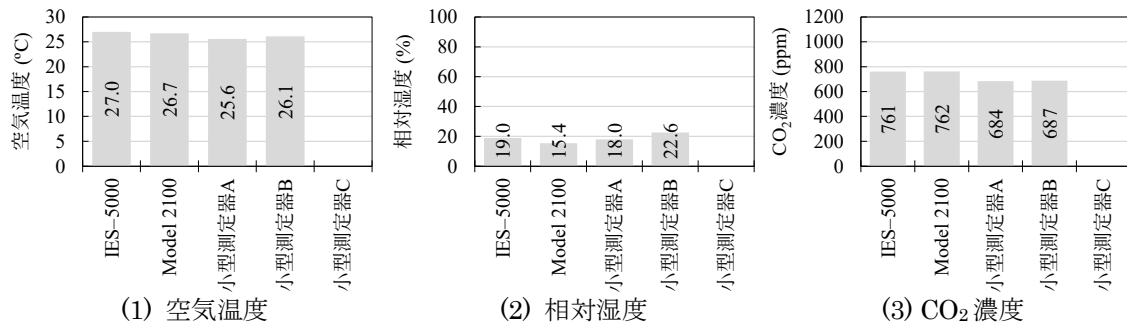


図 3-2-7 現場立入測定と小型測定器の比較 (B ビル, 2025/1/30 10:30)

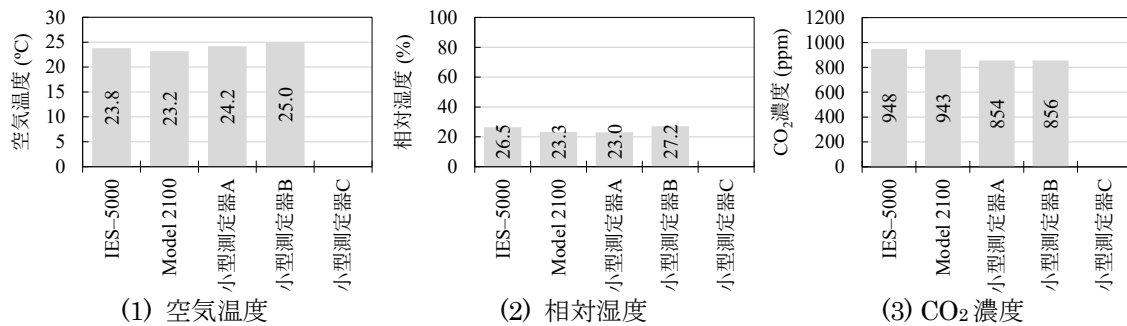


図 3-2-8 現場立入測定と小型測定器の比較 (C ビル, 2025/1/29 13:50)

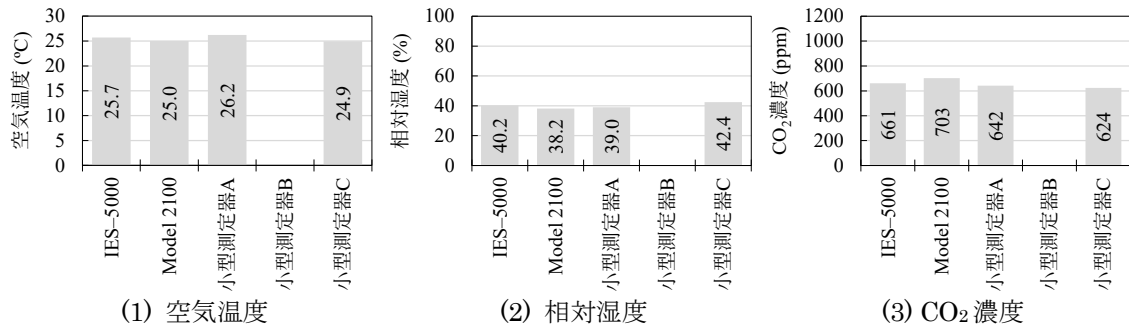


図 3-2-9 現場立入測定と小型測定器の比較 (D ビル 1F, 2025/2/25 11:20)

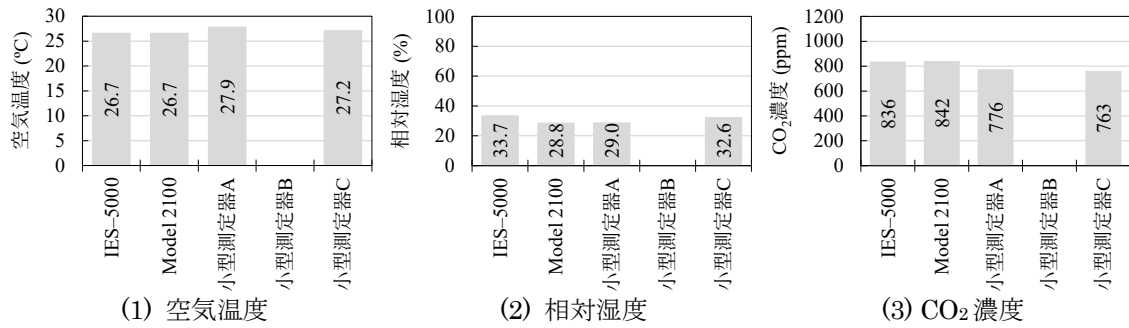


図 3-2-10 現場立入測定と小型測定器の比較 (D ビル 3F, 2025/2/25 11:00)

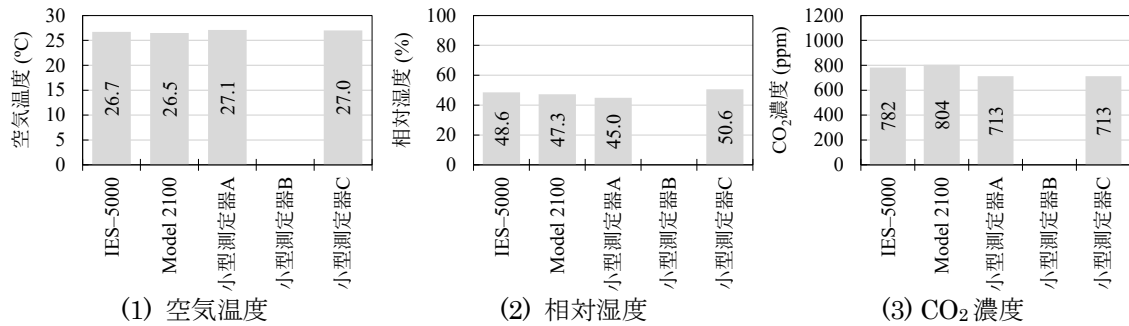


図 3-2-11 現場立入測定と小型測定器の比較 (E ビル, 2025/3/28 16:10)

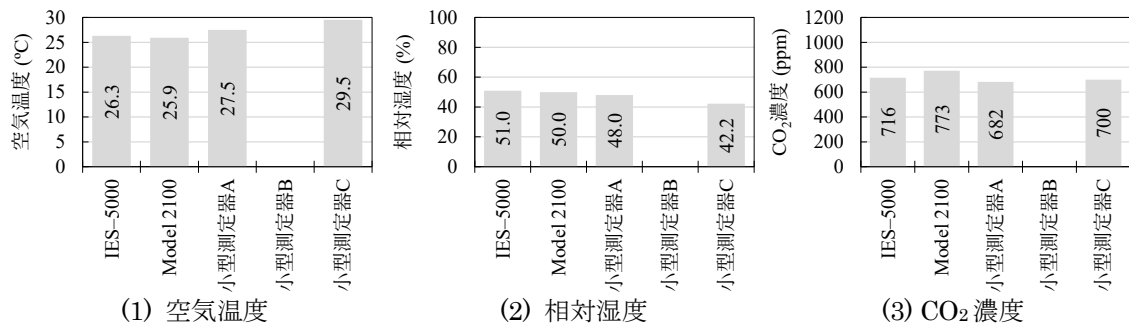
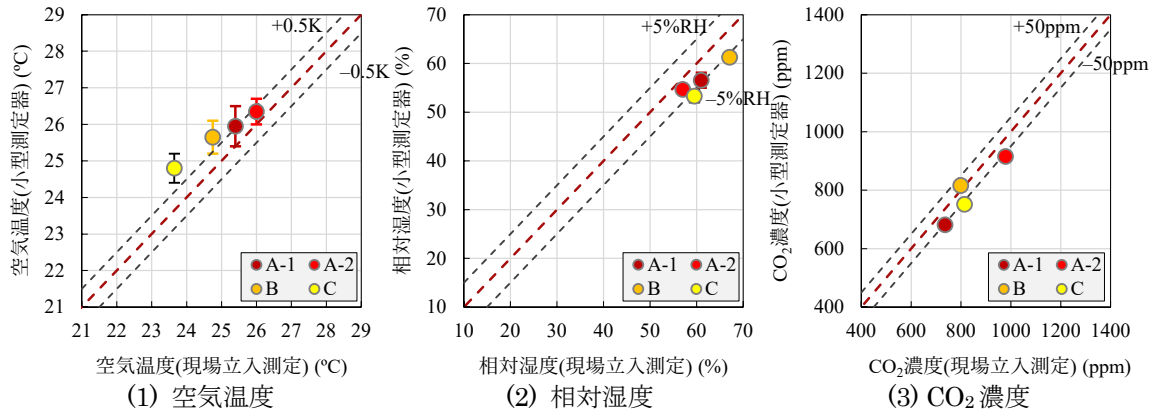


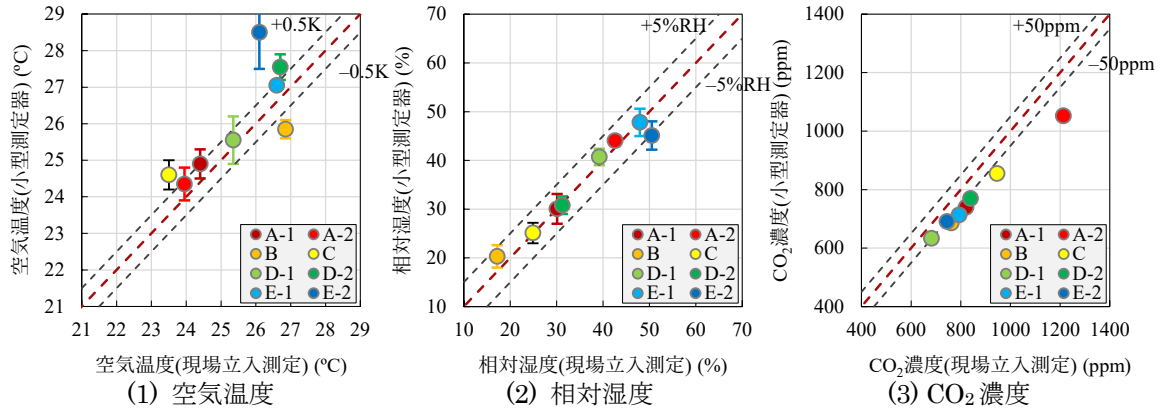
図 3-2-12 現場立入測定と小型測定器の比較 (F ビル, 2025/3/28 15:40)



【図 3-2-13 注記】

- 1)現場立入測定は15～20分間の測定結果から代表瞬時値を選択し、2種の空気環境6項目測定器の平均値を示している。小型測定器の値は現場立入測定で選択した瞬時値と同時刻の測定値を用い、2種の小型測定器の中央値をプロット、最高値・最低値をエラーバーで示している。
- 2)凡例は建物記号を示しており、枝番号が小さい方から表 2-2-1 中の測定階のうち低層階を示している。

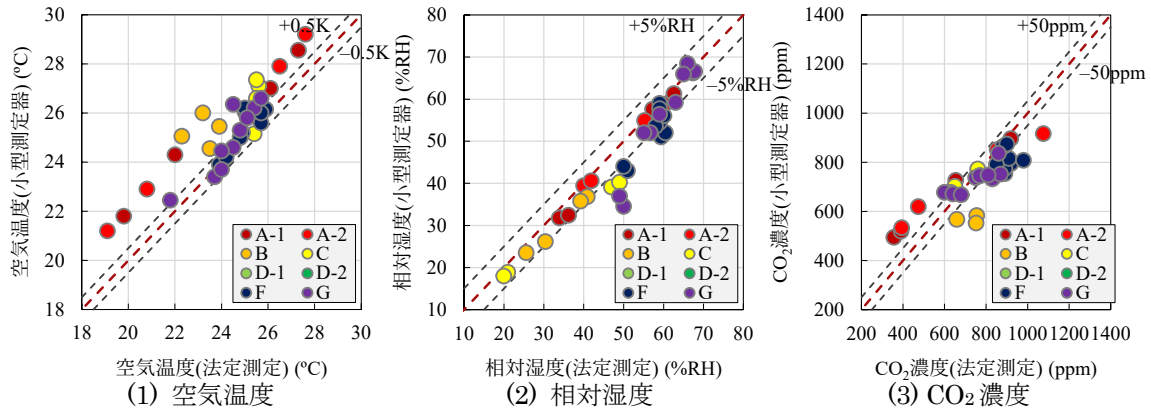
図 3-2-13 現場立入測定と小型測定器の比較 (2024 年秋期)



【図 3-2-14 注記】

- 1)現場立入測定は15～20分間の測定結果から代表瞬時値を選択し、2種の空気環境6項目測定器の平均値を示している。小型測定器の値は現場立入測定で選択した瞬時値と同時刻の測定値を用い、2種の小型測定器の中央値をプロット、最高値・最低値をエラーバーで示している。
- 2)凡例は建物記号を示しており、枝番号が小さい方から表 2-2-1 中の測定階のうち低層階を示している。

図 3-2-14 現場立入測定と小型測定器の比較 (2025 年冬期)



【図 3-2-15 注記】

- 1)法定測定は検査帳簿に記載されている値を用いた。小型測定器の値は法定測定時刻の直近の測定値を用い、2種の小型測定器の平均値で示している（一部欠測のため、1種の小型測定器の値で表している建物もある）。
- 2)法定測定の測定位置は小型測定器の設置位置と必ずしも一致していない。
- 3)凡例は建物記号を示しており、枝番号が小さい方から表 2-2-1 中の測定階のうち低層階を示している。

図 3-2-15 法定測定と小型測定器の比較

令和6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)  
分担研究報告書

4. 空気環境管理に向けた BEMS データ活用手法の検討

分担研究者	海塩 渉	東京科学大学	助教
研究代表者	金 勲	国立保健医療科学院	上席主任研究官
分担研究者	下ノ菌 慧	国立保健医療科学院	研究員

**研究要旨**

2023年の暖房期(1~2月)と冷房期(7月)、2024年3月以降のBEMSと自動計測センサによる温度・相対湿度・CO<sub>2</sub>濃度の連続測定データが蓄積された2棟のオフィスビルを対象に、過去の厚生労働科学研究では実施できていなかった①中間期のBEMSと自動計測センサ測定の対応の検証、②1年経過後のBEMSと自動計測センサ測定の対応(経年変化)の検証を行った。

分析の結果、①中間期のBEMSセンサの温度・湿度・CO<sub>2</sub>濃度は居住域の値から大きく外れることはないため、中間期のBEMSデータは空気環境管理に活用できる可能性が高いこと、②CO<sub>2</sub>濃度はいずれの時期でもBEMSセンサの値と居住域の値が近くなるが、温度・相対湿度は暖房期のバラツキが大きくなりやすいため、BEMSデータを活用する上では暖房期に注意を払う必要があること、③経年変化の検証において、温度・相対湿度・CO<sub>2</sub>濃度のいずれの値も経年による差は小さく、一度各環境要素のトレンドやセンサの個体差等を把握すれば、BEMSデータを環境管理に活用できる可能性が高いこと、が示された。

以上の分析を通して、過去に実施した単年の冷房期・暖房期のみを検証を補完することができ、BEMSデータの空気環境管理への活用可能性の知見が強化された。これまでは温度とCO<sub>2</sub>濃度の活用を中心に考えており相対湿度はセンサの個体差が大きく活用は難しいと判断していたが、一度センサの挙動を掴んでさえしまえば1年後も同様の傾向を示していたため、BEMSによる相対湿度の管理も可能となることが期待される。

研究協力者  
原山 和也 アズビル(株)

**4-1 調査対象ビルの概要**

関東地方に所在し、BEMSを導入している2棟のオフィスビルを対象にデータ収集を行った。表4-1に2棟のビルの基本情報を示す。2棟は同一敷地内にあり、空気調和機 Air Handling Unit(AHU)を基本とした空調方式であった。窓は閉状態で運用されていた。Eビルは天井吹出・天井吸込であり、FビルはOAフロアを利用した床吹出・天井吸込であった。データを温度、相対湿度、CO<sub>2</sub>濃度の3項目と、居住域、壁面(インテリア)、壁面(ペリメータ)、還気

ダクトという4つのセンサ設置箇所で分類した結果を表4-2に示す。ビルによって測定項目と設置箇所は異なっていたため、各ビルの特徴を活かしながら、以降の検討を行った。当該ビルでは2023年の暖房期(1~2月)と冷房期(7月)および2024年3月以降のBEMSデータと居住域に設置した連続測定自動計測センサ(T&D社製おんどとりTR-76Ui)のデータを蓄積している。このデータを活用し、既報<sup>1,2)</sup>では検討できなかった①中間期の空間分布の検証、②空間分布の経年変化の検証を行った。なお、データは勤務時間を考慮し、平日の9~17時(12~13時の昼休憩除く)を分析対象とした。各ビルの解析対象エリアとセンサ設置箇所を図4-1に示す。

## 4-2 中間期の空間分布に関する検討

### (1) E ビル

図 4-2 に設置箇所別の BEMS センサの温度（横軸）と居住域の自動計測センサの温度（縦軸）の散布図を 3~10 月の月別に示す。結果の提示にあたり 3 月を暖房期、4~5、10 月を中間期、6~9 月を冷房期とした。いずれの時期もプロットが団子状に  $y=x$  近傍に集中しており、過去の検証<sup>1,2)</sup>と同様の傾向が確認された。これは空調が天井吹出で、空気が攪拌されていたことが一因と考えられる。3~10 月の中では、3 月の暖房期のデータのバラツキが最大であり、中間期には良い対応関係が認められた。

図 4-3 に還気ダクトの BEMS センサと居住域の自動計測センサの相対湿度の散布図を示す。BEMS センサと自動計測センサの設置場所が異なっているものの、中間期と冷房期は良好な関連があった。一方で暖房期のバラツキは大きく、これは図 4-2 の温度のバラツキが他の時期に比べて大きかったことの影響が、相対湿度側にも波及したものと考えられる。特に低湿度側（BEMS の値で 40%RH 以下）で大きな乖離が見られた。

図 4-4 に還気ダクトの BEMS センサと居住域自動計測センサの CO<sub>2</sub> 濃度の散布図を示す。CO<sub>2</sub> 濃度については暖房期・中間期・冷房期のいずれにおいてもバラツキが小さく、BEMS 用のセンサから居住域の値を推定することが可能と考えられる。

### (2) F ビル

F ビルは床吹出・天井吸込の空調方式であり、図 4-1 に示す通り、ペリメータの負荷処理用にファンコイルユニット Fan Coil Unit (FCU) が別途設置されており、空調ゾーンが分かれている点の特徴である。

図 4-5 に、設置箇所別の BEMS センサと居住域自動計測センサの温度の散布図を示す。暖房期の 3 月は場所による差が顕著で、特に還気ダクト内の BEMS センサの温度が低い値を示していたが、中間期・冷房期になるにつれて、居住域の自動計測センサの値に近づいていった。F ビルは天井チャンバ方式となっており、非暖房空間である天井裏と暖房空間である室空間の空気がミキシングされ、温度が低くなっていた

と想定される。反対に、冷房期には天井裏が非暖房空間となるにもかかわらず、還気ダクトの BEMS センサの値が 26℃以上になる時間は僅かであり、ほぼ居住域と同様の温度を記録していた。従って、暖房期の温度の乖離にさえ注意すれば、BEMS センサのデータから居住域の値を推定することが可能と考えられる。

図 4-6 に居住域の BEMS センサと自動計測センサの相対湿度の散布図を示す。相対湿度は一貫して BEMS センサが高い値を示していたものの、値のズレは相対湿度の範囲に依らずに一律 5%RH 程度であるため、補正により BEMS のデータを十分に活用可能と考えられる。

図 4-7 に、還気ダクトの BEMS センサと居住域の自動計測センサの CO<sub>2</sub> 濃度の散布図を示す。10 月を除き、空間的には大きな距離があったものの、データのバラツキ含めて非常に良い対応関係が見られた。10 月のバラツキが大きいデータについては、当該ビルの担当者にヒアリングしたところ、10/10 に BEMS の CO<sub>2</sub> 濃度センサのゼロ点校正を実施したため、外れ値であることが確認された。本ビルでは CO<sub>2</sub> 濃度センサの定期的な校正を実施していることで良い測定精度を維持していると考えられ、測定機器の校正の重要性が示唆された。

## 4-3 空間分布の経年変化に関する検討

### (1) E ビル

図 4-8 に、暖房期の BEMS センサと自動計測センサの温度の散布図の経年変化を示す。調査の都合上、2023 年 1~2 月と 2024 年 3 月の比較となり僅かに時期がずれているが、いずれの年もプロットが団子状になり、場所による差が小さい結果となっていた。図 4-9 に、冷房期の BEMS センサと自動計測センサの温度の散布図の経年変化を示すが、こちらも場所による差が小さく、1 年の期間での顕著な変化は確認されなかった。

図 4-10 に、暖房期の相対湿度の散布図の経年変化を示す。いずれの年でも BEMS センサが低い値を示す傾向があり、低湿度側での乖離が大きくなる現象が認められた。図 4-11 の冷房期の結果では、2024 年のデータが僅かに  $y=x$  上から外れたが、経年で大きな変化はなかった。

図 4-12 に、暖房期の CO<sub>2</sub> 濃度の散布図の経年変化を示す。2023 年 1 月の自動計測センサの設置当初はセンサ側の値が高くなっていたが、自動計測センサの自動校正がかかった後は  $y=x$  のライン上に綺麗に位置していた。この傾向は、約 1 年後の 2024 年 3 月にも維持されており、 $y=x$  に沿った綺麗な対応関係が引き続き確認された。冷房期の経年変化を示した図 4-13 では、BEMS センサ側の方がやや高い値を示していたが、プロットの平行移動により居住域の値の推定が可能な範囲と考えられる。

## (2) F ビル

図 4-14 に、暖房期の BEMS センサと自動計測センサの温度の散布図の経年変化を示す。2023 年と 2024 年で同様の傾向（居住域>ペリメーターゾーン>還気ダクト）を示し、やはり経年変化は小さいことが示唆された。図 4-15 に示す冷房期の結果も、ペリメーターゾーンにある BEMS センサの温度が僅かに高く、居住域と還気ダクトがほぼ同程度の値を示すという結果が両年とも得られた。

図 4-16 と図 4-17 に、暖房期と冷房期の相対湿度の散布図の経年変化を示す。両時期とも、一貫して BEMS センサの値の方が高いものの、補正が可能なレベルの誤差であることが確認された。一方で補正をせずに BEMS センサの値をそのまま使用すると、相対湿度の 40%以上 70%未満の判定を誤るリスクがあるため注意が必要である。

図 4-18 と図 4-19 には、暖房期と冷房期の CO<sub>2</sub> 濃度の散布図の経年変化を示す。CO<sub>2</sub> 濃度については居住域のセンサの値を還気ダクトの BEMS の値が正確に捉えていることから、補正をせずに BEMS の計測値を利用できる可能性があるが、前述の通り、センサの校正を定期的に行っている時の結果である点を念頭に置く必要がある。

## 4-4 BEMS データ活用の可能性

本章では、これまで 2 か年にわたって BEMS と小型センサによる連続測定データを取得してきた 2 棟のデータ分析を通じて、建築物の空気環境管理に対する BEMS データ（温度・相対湿度・CO<sub>2</sub> 濃度）の応用の可能性を検討した。

新たに、①中間期の検討、②経年変化の検討を加え、以下の成果が得られた。

- 1) 中間期の検証において、温度・相対湿度・CO<sub>2</sub> 濃度のいずれの指標も BEMS センサが居住域の数値から極端に外れることはないため、中間期の BEMS データは空気環境管理に対して利用できる可能性が高い。
- 2) 月別の比較において、冷房期・中間期と比較して暖房期の温度・相対湿度はバラツキが大きくなりやすい。従って、BEMS センサの活用を考える際には、暖房期の扱いに注意を払う必要がある。特に、ペリメーターゾーンで測定した BEMS センサを使用する際には、建物外皮起因の熱負荷（日射熱・熱貫流）や空調方式、空調ゾーンングを考慮した補正が必要になる。また還気ダクトの BEMS センサを使用する際には、還気方式（ダクト直結 or 天井チャンバ）について情報を収集しておくことが重要である。
- 3) 月別の比較において、CO<sub>2</sub> 濃度は還気ダクトに設置されたセンサであっても、時期を問わず居住域の値と良好な対応関係が確認されたため、空気環境管理に対する活用が特に期待される。しかし、定期的な校正による精度管理が重要であることを強調したい。
- 4) 経年変化の検証において、温度・相対湿度・CO<sub>2</sub> 濃度のいずれの値も経年による差は小さく、一度トレンドさえ把握してしまえば、環境管理に活用できる可能性が高い。

以上のような BEMS データの分析を通して、暖房期の扱いに注意が必要であるものの、BEMS データの空気環境管理への活用可能性が示唆された。これまで相対湿度はセンサの個体差が大きく活用は難しいと判断していたが、一度個体差やセンサの癖を掴んでおきさえすれば、1 年後も同様の傾向を示していたため、BEMS による相対湿度の管理も可能となると期待される。本分析は、未だやや定性的な考察になっているため、今後は二乗平均平方根誤差（RMSE）等の指標を用いながら、より定量的な結果の解釈を加えていく予定である。更に、BEMS 活用をする前提に立って、蓄積されたデータの詳細な分析を行うことで、実際に BEMS を空気環境管理に活用する上での注意点について纏めていく必要がある。

## E. 参考文献

1) 海塩渉、鍵直樹、富田怜、金勲、下ノ菌慧、中野淳太、建築物衛生法における建築物環境衛生管理手法の再考（第2報）空気環境管理へのビルエネルギーマネジメントシステム活用手法の検討、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集；2023.9；福井. pp.189-192.

2) 海塩渉、鍵直樹、金勲、下ノ菌慧、中野淳太、建築物衛生法における建築物環境衛生管理手法の再考（第3報）ビルエネルギーマネジメントシステム活用による暖冷房期の空気環境管理、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集；2024.9；佐賀. pp.117-120.

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 学会発表

海塩渉、鍵直樹、金勲、下ノ菌慧、中野淳太、建築物衛生法における建築物環境衛生管理手法の再考（第3報）ビルエネルギーマネジメントシステム活用による暖冷房期の空気環境管理、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集；2024.9；佐賀. pp.117-120.

### 3. 著書

なし

## G. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

予定なし

表 4-1 データ収集したオフィスビルの基本情報

ID	所在地	空調方式	吹出	吸込	窓	データ収集期間
E	神奈川県藤沢市	AHU	天井	天井	閉	2023/1~2, 2023/7, 2024/3~10
F	神奈川県藤沢市	AHU+窓際 FCU	床	天井	閉	2023/1~2, 2023/7, 2024/3~10

※ AHU (Air Handling Unit) : 空気調和機、FCU (Fan Coil Unit) : ファンコイルユニット

表 4-2 各ビルで収集した BEMS データ項目とセンサの設置箇所

ID	温度				相対湿度				CO <sub>2</sub> 濃度			
	居住域	壁面		還気ダクト	居住域	壁面		還気ダクト	居住域	壁面		還気ダクト
		I	P			I	P			I	P	
E	○	○	—	○	—	—	—	○	—	—	—	○
F	○	—	○	○	○	—	—	—	—	—	—	○

※ I : インテリア、P : ペリメータ



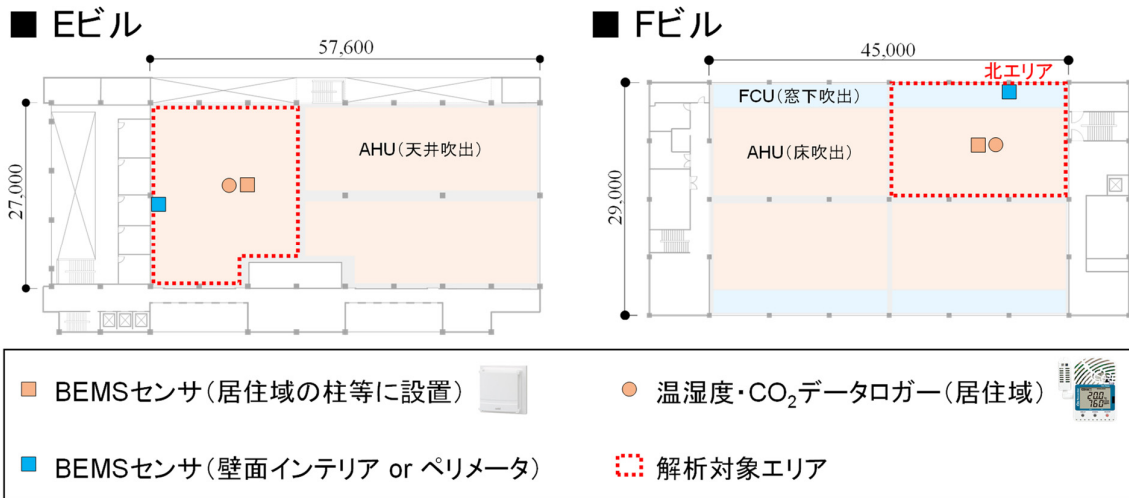


図 4-1 各ビル解析対象エリアとのセンサ設置箇所

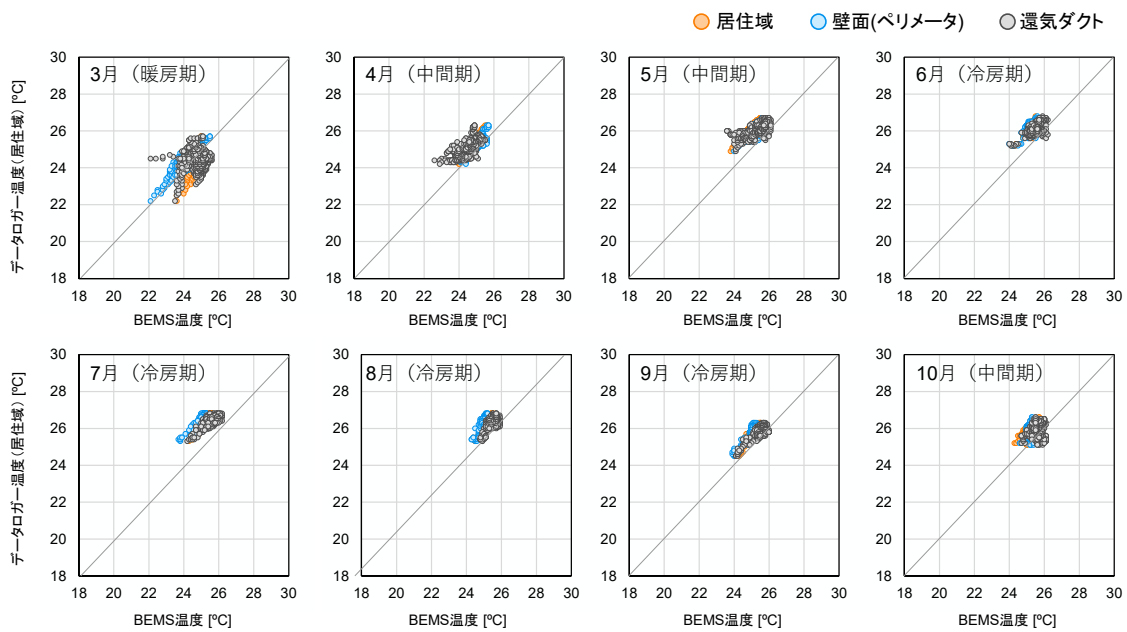


図 4-2 E ビルの BEMS センサ (横軸) と自動計測センサ (縦軸) の温度散布図

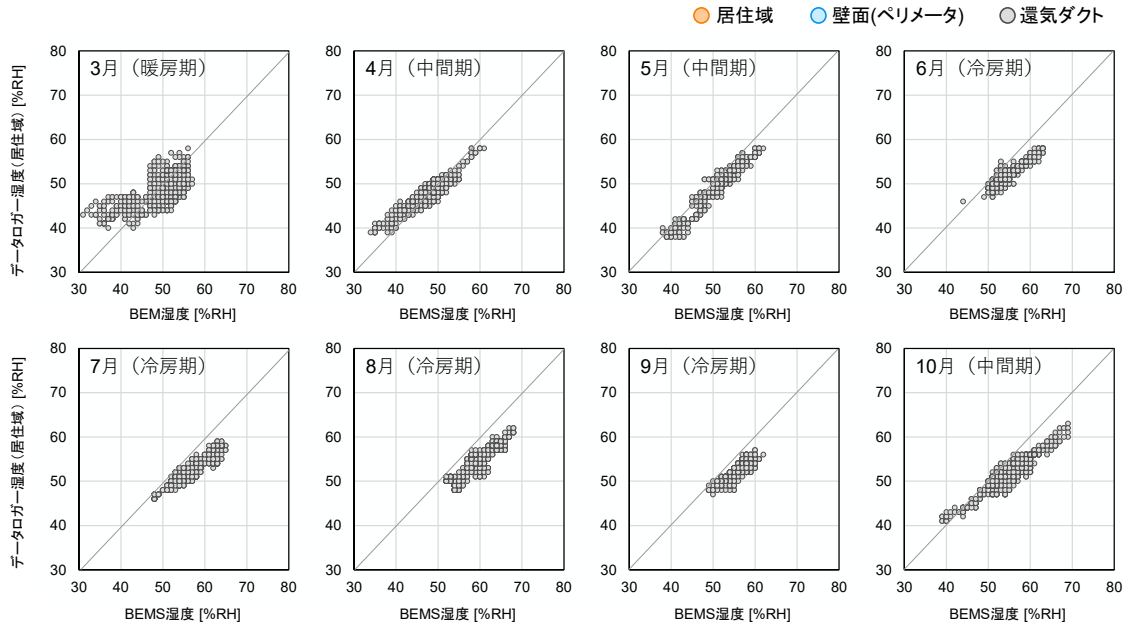


図 4-3 E ビルの BEMS センサ (横軸) と自動計測センサ (縦軸) の相対湿度散布図

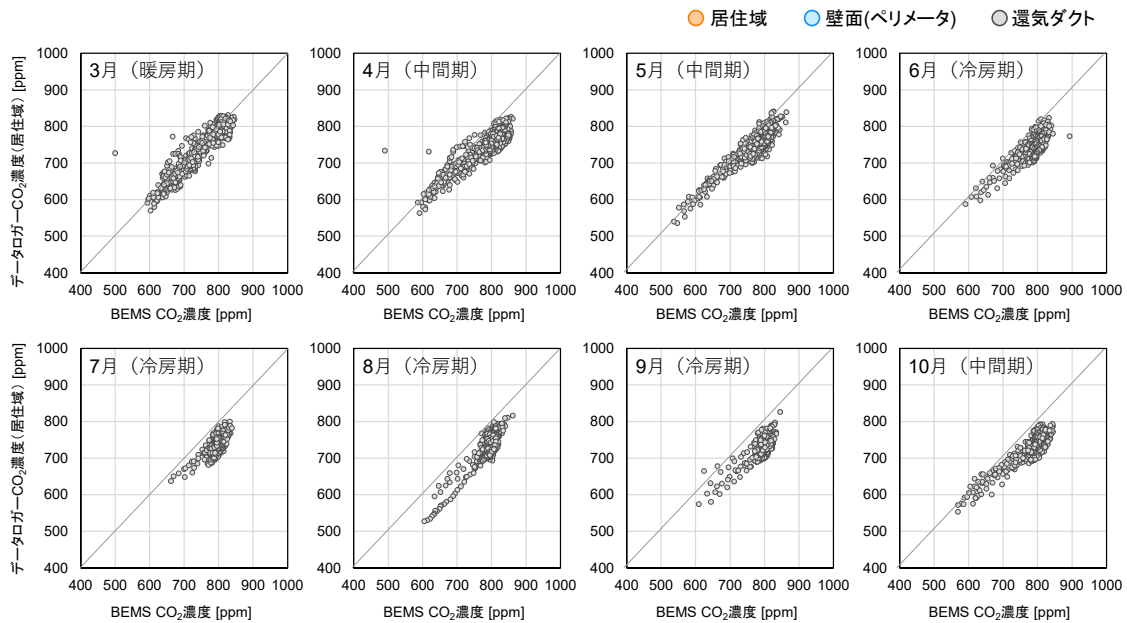


図 4-4 E ビルの BEMS センサ (横軸) と自動計測センサ (縦軸) の CO<sub>2</sub> 濃度散布図

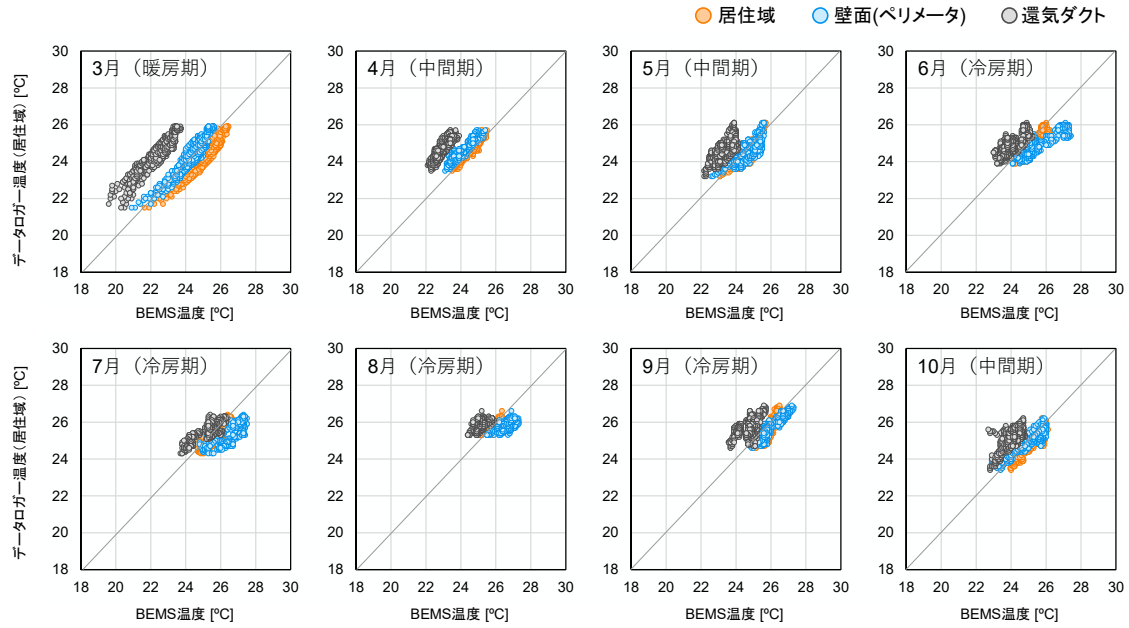


図 4-5 F ビルの BEMS センサ (横軸) と自動計測センサ (縦軸) の温度散布図

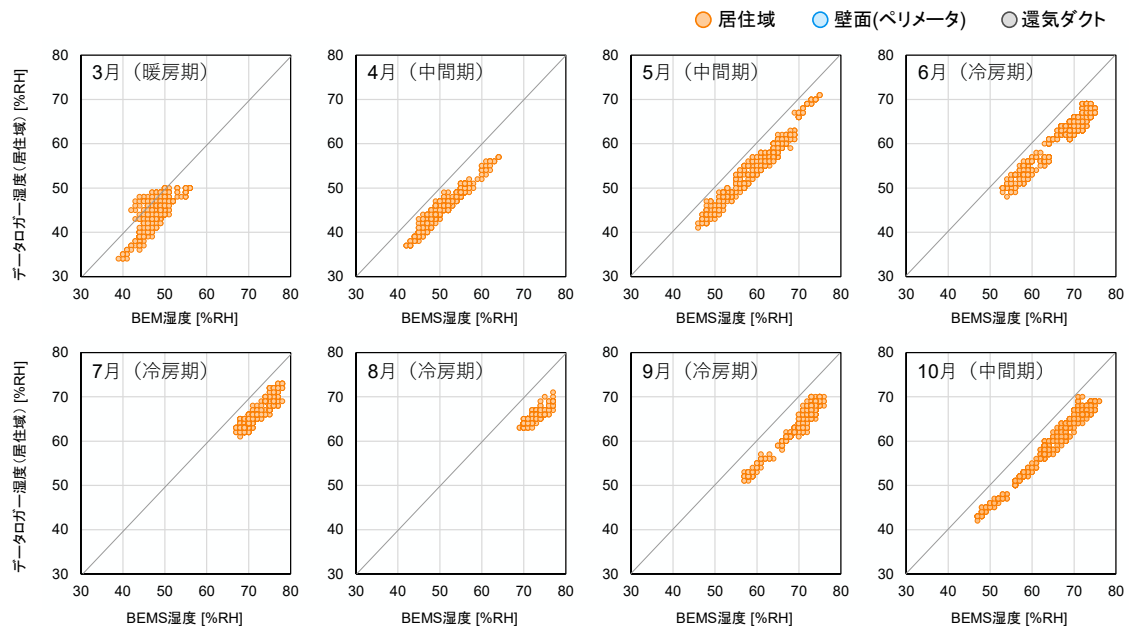


図 4-6 F ビルの BEMS センサ (横軸) と自動計測センサ (縦軸) の相対湿度散布図

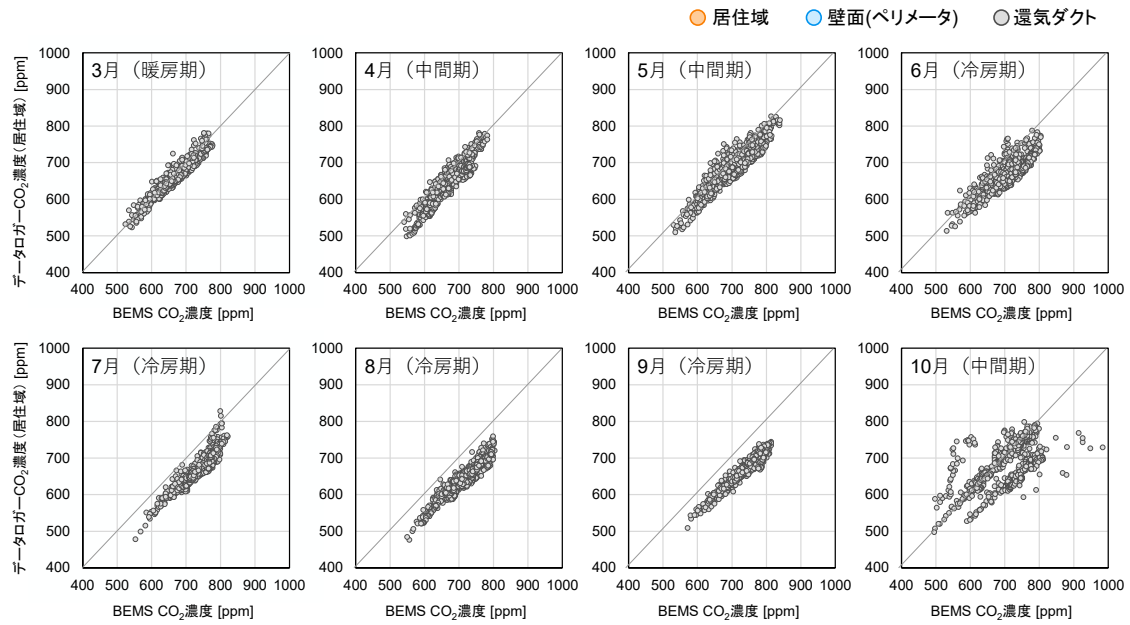


図 4-7 F ビルの BEMS センサ (横軸) と自動計測センサ (縦軸) の CO<sub>2</sub> 濃度散布図

## ■ 暖房期

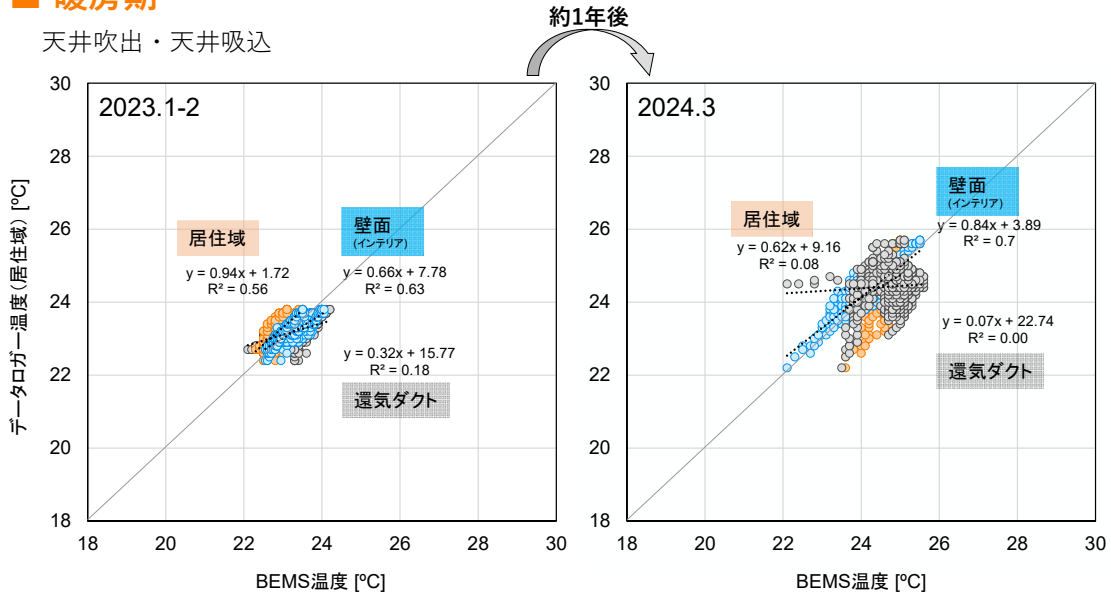


図 4-8 E ビルの BEMS センサと自動計測センサの温度散布図の経年変化（暖房期）

## ■ 冷房期

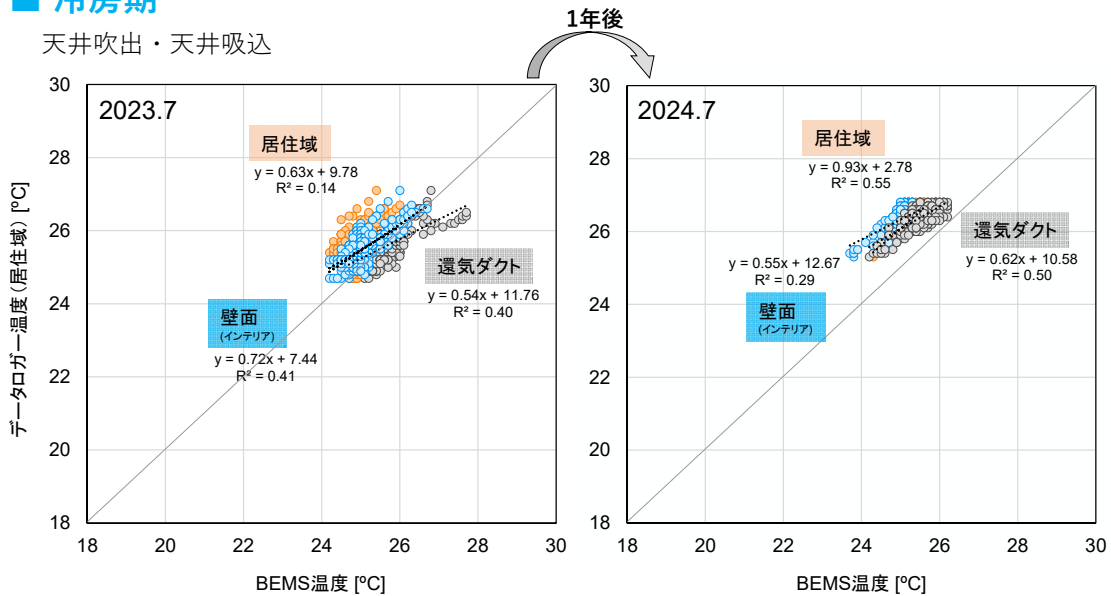


図 4-9 E ビルの BEMS センサと自動計測センサの温度散布図の経年変化（冷房期）

## ■ 暖房期

天井吹出・天井吸込

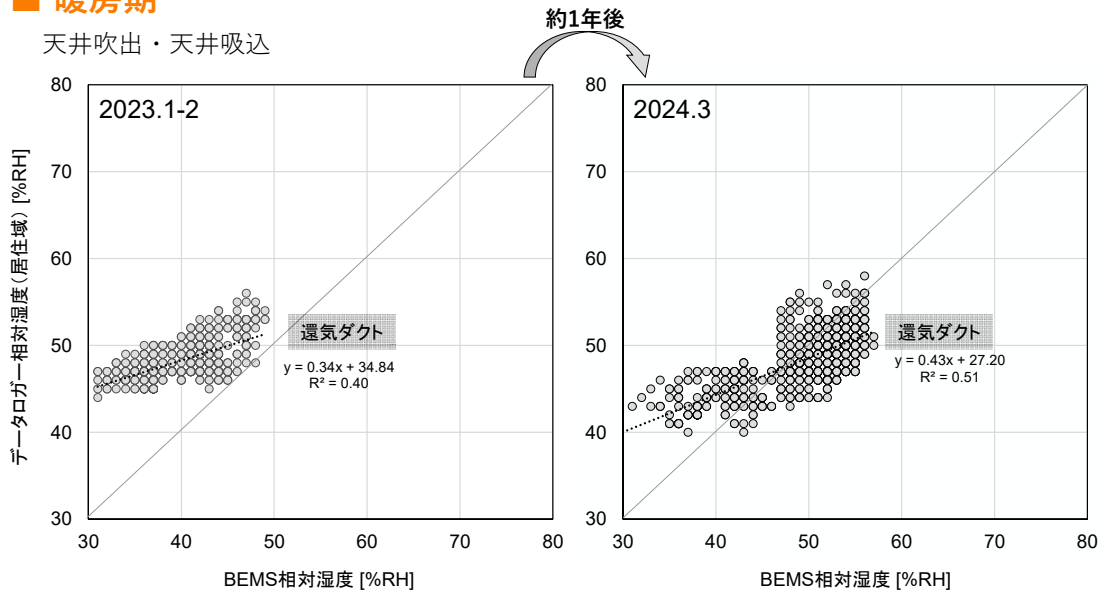


図 4-10 E ビルの BEMS センサと自動計測センサの相対湿度散布図の経年変化 (暖房期)

## ■ 冷房期

天井吹出・天井吸込

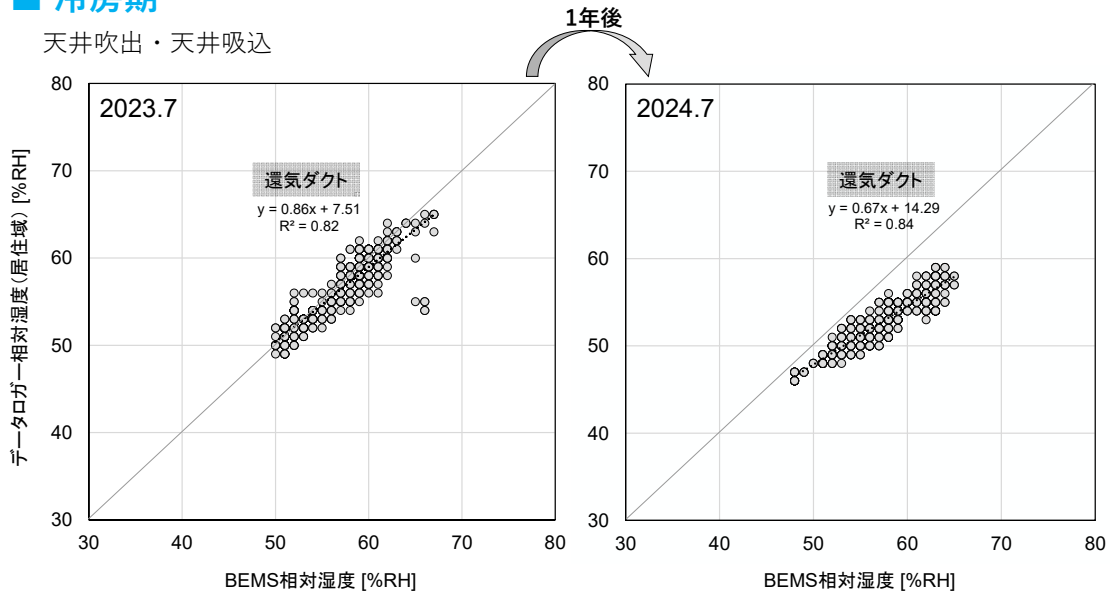


図 4-11 E ビルの BEMS センサと自動計測センサの相対湿度散布図の経年変化 (冷房期)

## ■ 暖房期

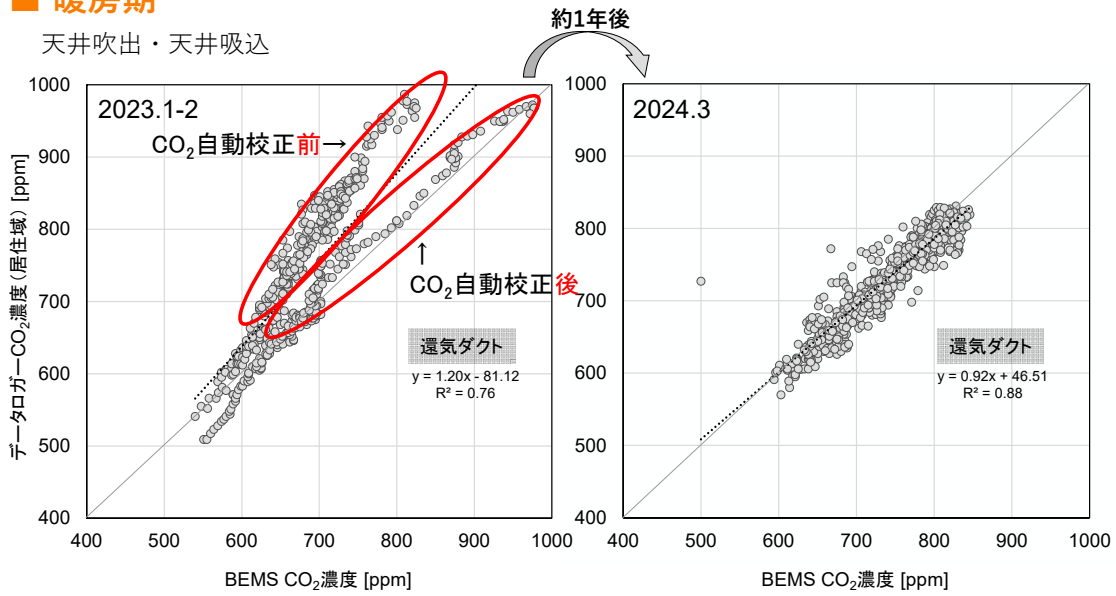


図 4-12 E ビルの BEMS センサと自動計測センサの CO<sub>2</sub> 濃度散布図の経年変化 (暖房期)

## ■ 冷房期

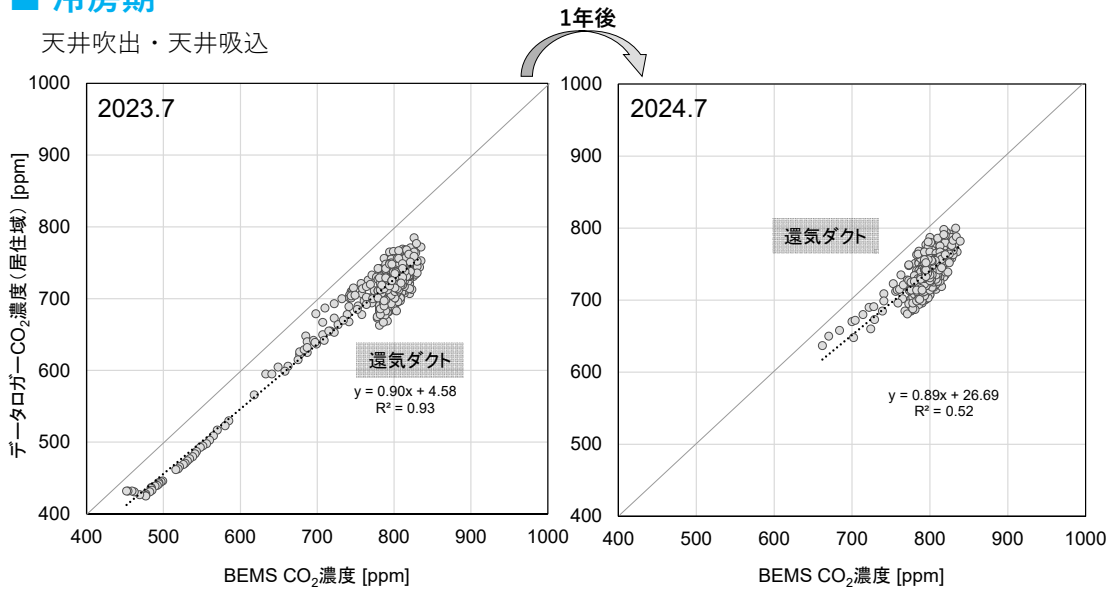


図 4-13 E ビルの BEMS センサと自動計測センサの CO<sub>2</sub> 濃度散布図の経年変化 (冷房期)

## ■ 暖房期

床吹出・天井吸込（ペリメータ-FCU）

約1年後

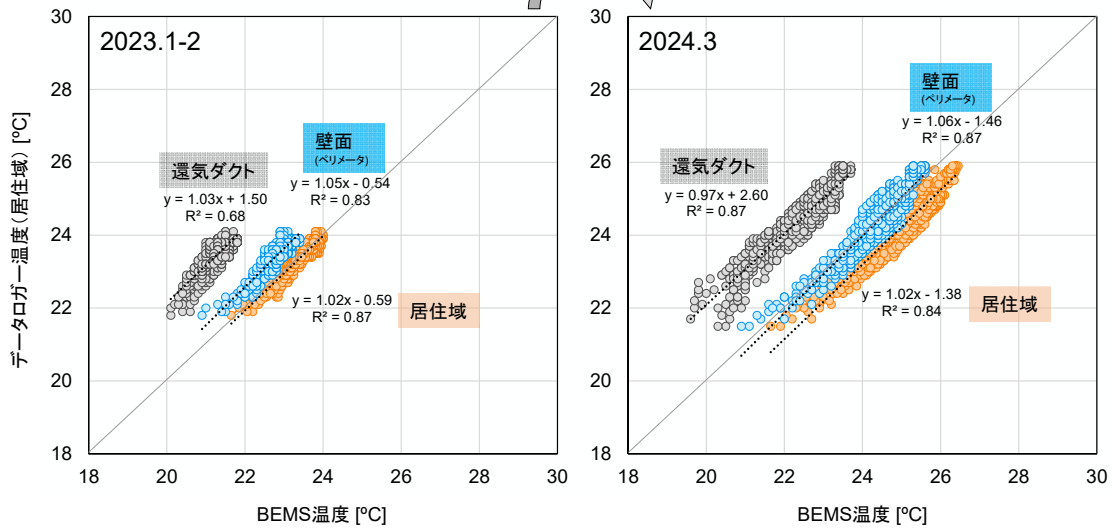


図 4-14 F ビルの BEMS センサと自動計測センサの温度散布図の経年変化（暖房期）

## ■ 冷房期

床吹出・天井吸込（ペリメータ-FCU）

1年後

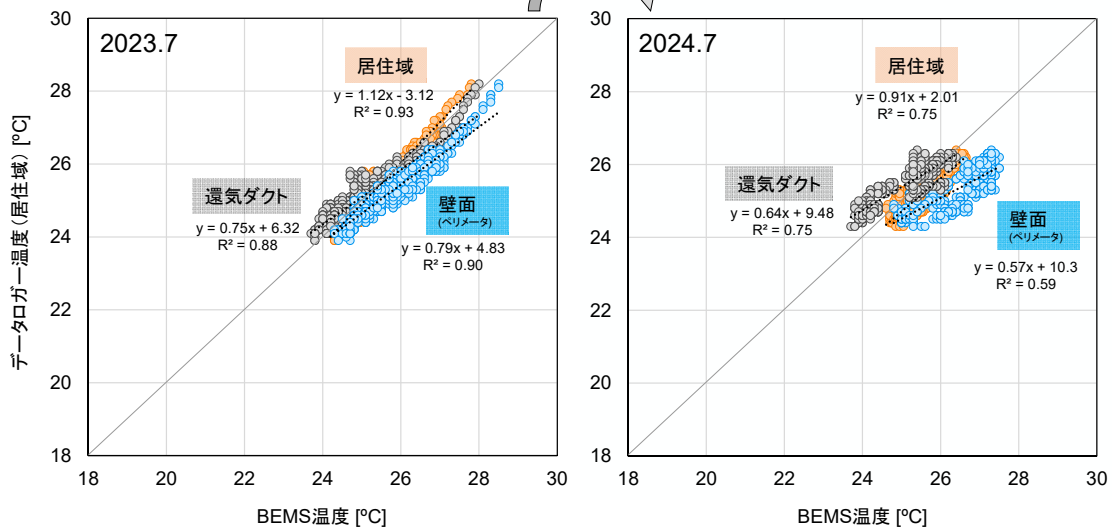


図 4-15 F ビルの BEMS センサと自動計測センサの温度散布図の経年変化（冷房期）



## ■ 暖房期

床吹出・天井吸込（ペリメーターFCU）

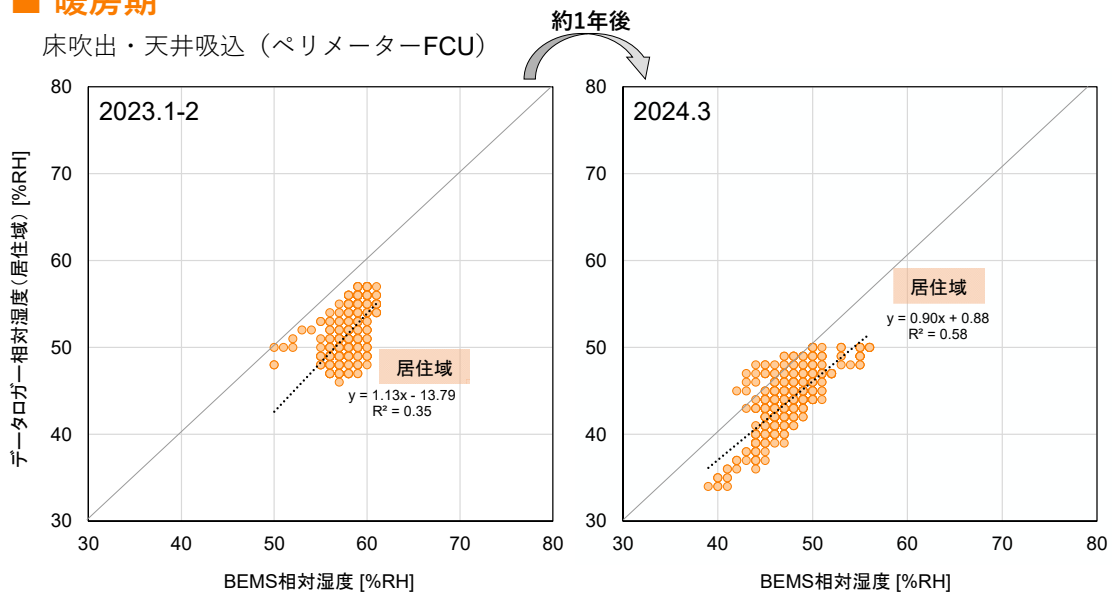


図 4-16 F ビルの BEMS センサと自動計測センサの相対湿度散布図の経年変化（暖房期）

## ■ 冷房期

床吹出・天井吸込（ペリメーターFCU）

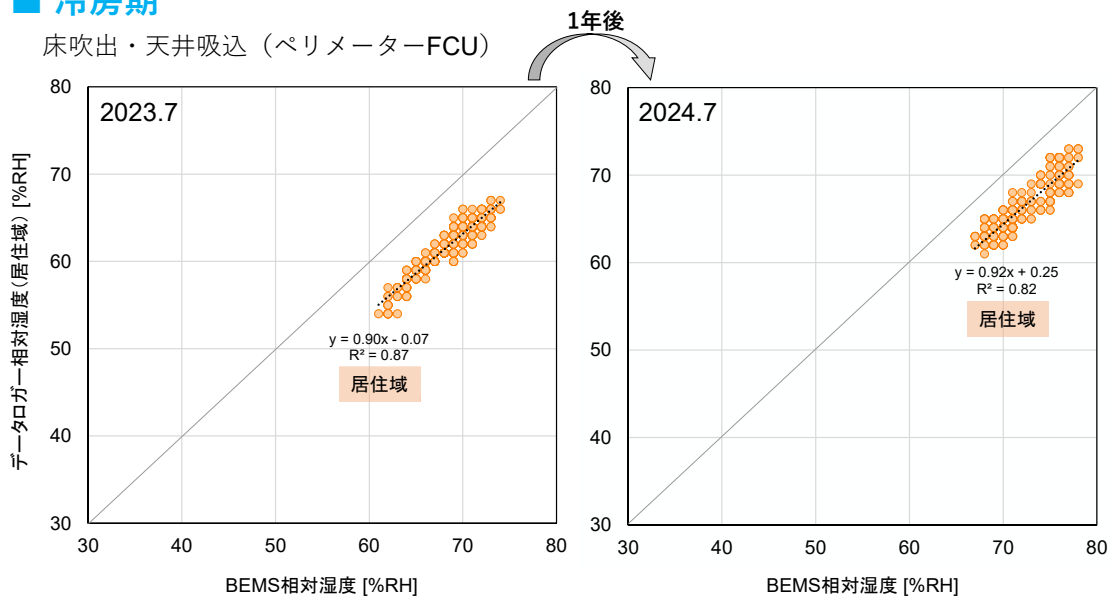


図 4-17 F ビルの BEMS センサと自動計測センサの相対湿度散布図の経年変化（冷房期）

## ■ 暖房期

床吹出・天井吸込（ペリメーターFCU）

約1年後

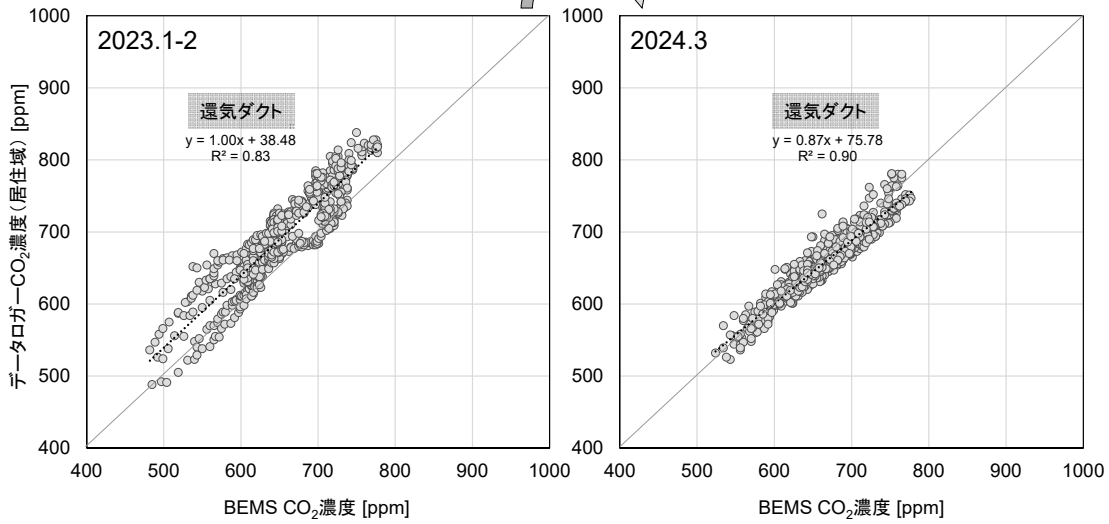


図 4-18 F ビルの BEMS センサと自動計測センサの CO<sub>2</sub> 濃度散布図の経年変化（暖房期）

## ■ 冷房期

床吹出・天井吸込（ペリメーターFCU）

1年後

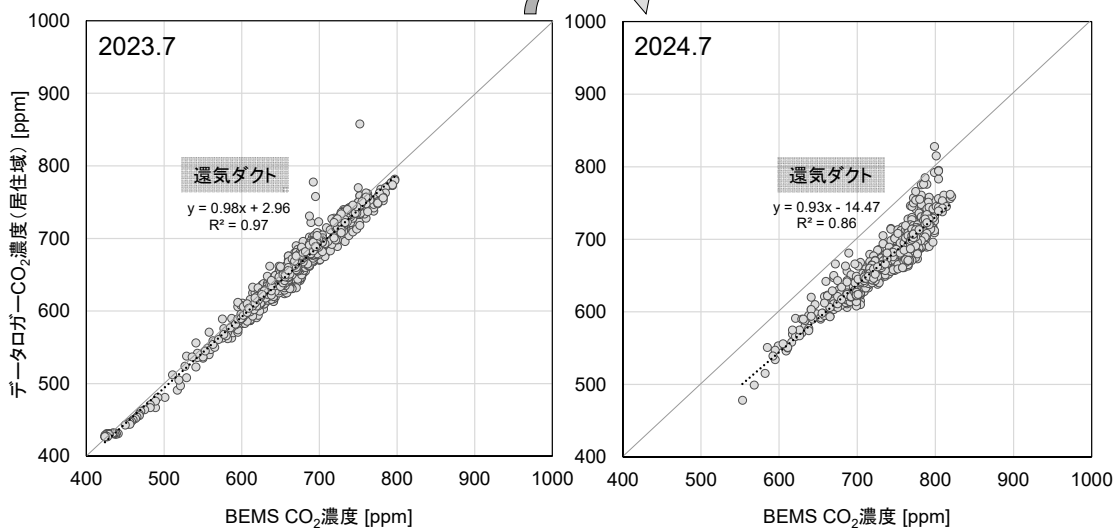


図 4-19 F ビルの BEMS センサと自動計測センサの CO<sub>2</sub> 濃度散布図の経年変化（冷房期）

令和6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)  
分担研究報告書

5. 建築物衛生管理へのデジタル技術の活用に関するアンケート調査

研究代表者	金 勲	国立保健医療科学院	上席主任研究官
分担研究者	三好 太郎	国立保健医療科学院	主任研究官
分担研究者	増田 貴則	国立保健医療科学院	統括研究官

**研究要旨**

建築物環境衛生管理技術者や建築物の環境衛生全般に関する維持管理に携わっている関係者の、業務上負担の実情と、業務効率化のためのデジタル技術の活用に関する認識と需要を把握する目的で統括管理者及び空調給排水管理監督者を対象にアンケート調査を行った。

該当建物の管理業務の期間は平均 9.4±0.8 年で、度数としては 1～2 年が最も多かった。業務内容としては、管理会社や部署の職員が 59%と最も多く、次に建物の現場管理者 33%、自社ビル管理会社(組合)職員が 4%であった。建物の主な用途は、事務所が 58%、店舗(百貨店) 14%、旅館・ホテル 7%、学校(研修所) 8%、興行場 3%、その他が 9%であった。

負担が大きな業務内容として、帳簿の管理と報告が 59%と最も多く、清掃作業 31%、冷却塔・冷却水の点検 30%、加湿装置の点検 29%、空気環境 6 項目の測定 24%、排水受け\_パッケージエアコン(PAC) 24%、排水受け\_空調機(AHU) 23%であった。また、飲料水\_残留塩素濃度 22%、飲料水\_貯水槽の点検 20%、ネズミ・衛生害虫等が 20%であった。

中央監視システム+BEMS の導入は 16%と少なく、中央監視システムのみ導入が 45%、両方導入無しも 30%あった。中央監視や BEMS データの空気環境管理への活用としては、温度 48%、相対湿度 40%と両項目がやや高い活用度を示し、CO<sub>2</sub>は 23%、気流、CO、浮遊粉じんは 1 割程度であった。データの水管理への活用は貯水槽水量が 17%と最も高く、流量 14%、水質 13%、減水量申請 10%、水温 9%で空気環境よりは低い結果となった。

水の衛生管理に関しては、飲料水及び雑用水における残留塩素濃度、濁度、色度、pH の検査頻度を、検査実施体制(自己測定もしくは外部委託)の差異に着目して検討を行った。いずれの測定項目においても、自己測定を通じた検査を実施している事例と比較して、検査を外部委託している事例において検査頻度不適率が大幅に高くなっていた。自己測定を通じた検査体制の構築が検査頻度不適率の低減にむけて重要な対策となるものと考えられる。

研究協力者

鎌倉 良太(公財)日本建築衛生管理教育センター  
杉山 順一(公財)日本建築衛生管理教育センター  
徳安 真理奈 国立保健医療科学院

全般に関する維持管理に携わっている関係者の、IoT 技術の現状と活用に関する認識調査を行う必要がある。

特定建築物の管理技術者の業務上負担の実情と、業務効率化のためのデジタル技術の活用に関する認識と需要を把握するためアンケート調査を行った。

**A. 研究目的**

特定建築物の運用・点検・維持管理において建築物環境衛生管理技術者や建築物の環境衛生

**B. 研究方法**

建築物環境衛生管理の有資格者である統括

管理者（事前調査 73 名、本調査 222 名）、空調給排水管理監督者（事前調査 70 名＋本調査 165 名）を対象にアンケート調査を行った。想定する管理建物としては「現在管理されている特定建築物がある場合はその建築物について、無い場合は最近管理した特定建築物」とした。

設問内容は以下通りである。

- ・ 建築物の所在地
- ・ 建築物を管理していた時期
- ・ 業務内容（現場管理者や管理会社職員など）
- ・ 建物属性（用途、所有区分、使用状況、延床面積、階数、竣工年）
- ・ 設備概要（空調方式、水源、給湯方式）
- ・ 帳簿の作成、管理及び報告方法（電子・紙媒体）
- ・ 理想的な帳簿の作成、管理及び報告方法
- ・ 身体的、精神的、時間的な負担が大きな作業
- ・ 水の管理（検査実施頻度及び実施方法、検査に要する時間など）
- ・ 中央監視システムや BEMS (Building Energy Management System) の導入状況
- ・ 中央監視システムや BEMS の活用状況

回答は事前調査で統括管理者 38（回収率 52%）、空調給排水管理監督者 23（回収率 33%）の合計 61 件、本調査では統括管理者 80（回収率 36%）、空調給排水 40（回収率 24%）の合計 120 件であった。全体としては統括管理者 118（回収率 40%）、空調給排水 63（回収率 27%）、合計 181 件であった。但し、場合によっては有効回答が得られない、未記入などがあるため、合計が 181 にならない場合がある。また、設問項目によっては複数回答が可能な項目がある。なお、水の衛生管理にかかるアンケートでは、事前調査から本調査にかけて、設問項目の見直しを実施したことから、本報告書では、本調査として実施したアンケートに対する回答 120 件のみを検討対象とした。

## C. 研究結果および考察

### C.1. 概要

#### C.1.1. 管理（業務）期間及び業務内容

該当建物の管理業務の期間（図 5-1）は平均

9.4±0.8 年で、度数としては 1～2 年が最も多く、次に 4～5 年、5～6 年となっている。四分位が 13 年、中央値は 6 年であった。また、20 年以上という回答も複数あり、25 年以上が 90 パーセント、最大は 44 年であった。

業務内容（図 5-2）としては、管理会社や部署の職員が 59%と最も多く、次に建物の現場管理者 33%、自社ビル管理会社（組合）職員が 4%であった。

#### C.1.2. 建物概要

主な用途（図 5-3）としては、事務所が 58%、店舗（百貨店）14%、旅館・ホテル 7%、学校（研修所）8%、興行場 3%、その他が 9%であった。

所有区分（図 5-4）としては官公庁 33%、民間 62%、その他及び官公庁と民間の区分所有が 4%であった。

建物全体を所有者が使用しているのが 46%、全体をテナントが使用している建物が 32%とほぼ同数となった（図 5-5）。また、自社とテナントと一緒に使用している物件が 21%であった。

建物規模（図 5-6）としては、3000～5000m<sup>2</sup>が 28%、5000～10000 m<sup>2</sup>が 32%と最も多く、10000～50000 m<sup>2</sup>が 27%あった。また、50000～100000 m<sup>2</sup>が 7%、100000 m<sup>2</sup>以上が 6%あった。

階数としては 7～9 階が 26%と最も多く、次いで 4～6 階が 24%、10～19 階が 22%、1～3 階が 20%あった。

築年数（図 5-7）は 10 年未満が 10%、10～20 年が 20%、20～30 年が 19%、30～40 年が 24%、40 年以上が 26%となっており、20 年以上の建物が全体の 69%を占めていた。

## C.2. 建築物環境衛生の管理業務

### C.2.1. 帳簿の作成、管理及び報告方法

帳簿の作成、管理及び報告業務（図 5-8）は管理技術者の重要な業務として負担も大きいとされている。従来は紙媒体としての作成・保管・報告だったが、今は電子ファイルも認められている。

回答からは、電子媒体のみは作成が 8%、保管 6%と僅かであり、作成と保管を紙媒体で行って

いるところが 42%、43%、紙・電子媒体両方を用いているところが 50%、51%程度となっている。特に自治体への報告は紙媒体が 66%、紙・電子媒体両方が 28%であり、電子媒体のみの回答は 6%であった。

理想的な帳簿の作成、管理及び報告方法について設問した結果(図 5-9)、電子媒体 69%、紙・電子媒体両方が 25%、紙媒体は 6%であった。

### C.2.2. 負担が大きな作業

IoT、映像解析、自動測定センサーなどデジタル技術を活用した維持管理・点検の効率化が検討されていることを説明した上で、身体的、精神的、時間的な負担が大きな作業は何かについて以下内容を設問(複数選択可)した。

1. 帳簿の管理と報告
2. 空気環境 6 項目の測定(浮遊粉じん、一酸化炭素、二酸化炭素、温度、相対湿度、気流)
3. 冷却塔、冷却水の点検
4. 加湿装置の点検
5. 排水受け(ドレンパン)の点検
  - 5-1. 空調機(AHU)
  - 5-2. パッケージエアコン(PAC)
6. 飲料水(給湯を含む)の管理
  - 6-1. 遊離残留塩素(7日以内ごとに1回)
  - 6-2. 水質検査機関による省令項目検査
  - 6-3. 貯水槽の点検
7. 雑用水の管理
  - 7-1. 遊離残留塩素、pH、臭気、外観(7日ごとに1回)
  - 7-2. 大腸菌、濁度(2ヶ月以内ごとに1回:散水、修景、清掃用水の維持管理)
  - 7-3. 大腸菌(2ヶ月以内ごとに1回:水洗便所用水の維持管理)
  - 7-4. 雑用水水槽の点検
8. 清掃
  - 8-1. 清掃作業(ロボットなどを利用した室内側の清掃のみ)
  - 8-2. 清掃器具の維持管理
  - 8-3. 汚れの遠隔・自動監視
  - 8-4. 収集・運搬設備、貯留設備その他の廃棄物処理設備の点検
9. ねずみ・衛生害虫等の生育調査と監視

### 10. その他(自由記述)

負担が大きな作業(図 5-10)としては、帳簿の管理と報告が 59%と最も多く、清掃作業 31%、冷却塔・冷却水の点検 30%、加湿装置の点検 29%、空気環境 6 項目の測定 24%、排水受け\_パッケージエアコン(PAC) 24%、排水受け\_空調機(AHU) 23%であった。

他には、飲料水\_残留塩素濃度 22%、飲料水\_貯水槽の点検 20%、ネズミ・衛生害虫等が 20%であった。

こちらの結果は、管理技術者が自分で行う業務に対する回答であるため帳簿作成と管理、冷却塔・冷却水の点検、加湿装置の点検などの負担が大きく、空気環境の測定や水質検査など委託が多い業務に対する需要は低くなっていると考えられる。

### C.2.3. 空調方式

空調方式(図 5-11)としては、中央式空調が 26%、個別式 28%であり、中央・個別併用方式は 46%であった。併用式を中央式と見なすと 72%が中央式空調となる。

### C.2.4. 給湯方式

給湯方式(図 5-12)としては、中央式 25%、局所式(貯湯槽) 28%、局所式(瞬間式) 44%、給湯無し 2%、その他 1%であり、局所式の割合が 72%と多く、中でも貯湯槽を持たない瞬間式が 4 割以上を占めていた。

### C.2.5. 中央監視システム及び BEMS の導入と活用状況

最近では中央監視システムが導入されている建物が多く、加えて一部建物には電気やガス、熱量、水量、エネルギー使用などのデータ収集・記録と分析及びその管理に主眼をおいた BEMS (Building Energy Management System) が導入されている。そのため、中央監視室ではリアルタイムで監視、管理ができるようになっており、また建物や設備に組み込まれている各種センサーからの情報が集まっている。

図 5-13 に中央監視システム及び BEMS の導入状況を、図 5-14 に中央監視や BEMS データ

の空気環境管理への活用状況を、図 5-15 に中央監視や BEMS データの水管理への活用状況について示す。

中央監視+BEMS の導入は 16%とまだ少なく、中央監視のみが 45%で、全体的には中央監視システムが導入されているのは 6割となっている。両方とも導入無しが 30%であったが、管理技術者を対象にした設問にもかかわらず「分からない」が 9%あった。

中央監視や BEMS データの空気環境管理への活用としては、温度 48%、相対湿度 40%と両項目がやや高い活用度を示したが、CO<sub>2</sub>は 23%、気流、CO、浮遊粉じんは 1割程度であった。

中央監視や BEMS データとして常時取得される項目は温度、相対湿度、CO<sub>2</sub>の 3項目が多いことは想定される。一方、CO/気流/浮遊粉じんに関しては系統的にデータが取得されるのは考えにくいことから、法定の定期検査結果を反映しているのではないかと推察される。

水管理への活用は貯水槽水量 17%、流量 14%、水質 13%、減水量申請 10%、水温 9%であった。一方、分からないが 26%、対象項目がないは 21%であった。

### C.3. 水の衛生管理にかかる実態調査

#### C.3.1. 残留塩素濃度

図 5-16 に飲料水及び雑用水の残留塩素濃度検査頻度を示す。本項目は、建築物衛生法においては飲料水、雑用水とも 7日以内に 1回の頻度で検査を実施することが必要であると定められている。いずれの項目においても、「週 1回」という頻度で検査を実施しているとの回答が最も多く、求められている検査頻度と整合している。飲料水、雑用水とも、法定検査頻度を超える「週 5回」あるいは「週 7回」とする回答も得られており、残留塩素濃度をより厳格に管理しようとしている建築物も一定数存在していることがわかる。飲料水に関しては、法定検査頻度を満足する「週 1回」、「週 5回」、「週 7回」とする回答が全回答数のうち、96%を占めていた一方で、法定検査頻度を満足していない回答（「年 2回」及び「未実施」）も合計で 4%得られ、改善が必要な事例があることも明らかとなった。雑用水に関しては、法定検査頻度を下回る「月

1回」未満とする回答が合計で 48%に及んでおり、飲料水と比較すると、十分な衛生管理が実施されていない事例の比率が大幅に高かった。飲料水においては、残留塩素濃度の検査を外部委託している事例は全体の 10%にとどまっていたのに対し、雑用水の残留塩素濃度管理においては、その割合が 27%に到達しており、建築物管理者自身が検査を実施する体制が整えられていない事例が多いことが、検査頻度の低下に影響していた可能性が考えられる。また、雑用水の残留塩素濃度検査については、「未実施」とする回答も 12%得られた（飲料水では 1%）。雑用水の衛生管理については、検査体制の構築から着手しなくてはいけない事例が多いものと考えられる。

#### C.3.2. 濁度、色度(外観)、pH

図 5-17 及び図 5-18 に飲料水及び雑用水の濁度、色度(雑用水においては外観)、pH の検査頻度をそれぞれ示す。これらの項目は、いずれも常設センサーを用いた連続測定が技術的に可能である項目である。法定検査頻度は、飲料水に関しては、すべての項目において 6ヶ月ごとに 1回、雑用水に関しては、pH 及び外観は 7日以内ごとに 1回、濁度については、雑用水を散水、修景、清掃用水として使用する場合は 2カ月以内ごとに 1回となっている。飲料水に関しては、いずれの項目においても、法定検査頻度を上回る週 1回以上の検査を実施している事例が 41~48%を占めており、より厳格な衛生管理が実施している建築物が多いことが明らかとなった。一方で、法定検査頻度と下回る回答（「年 1回」、「年 1回未満」、及び「未実施」の合計）も 21~22%得られており、管理状況の改善が必要な事例が少なからず存在することも明らかとなった。雑用水に関しては、図 5-18 に示した項目については、いずれも飲料水よりも高い頻度での検査が必要であるのに対して、実際に実施されている検査頻度は飲料水に対する検査と同等かそれ以下の水準であった。用途にかかわらず検査が必要な外観や pH に着目すると、十分な頻度で検査が実施されている事例（「週 1回」、「週 5回」、「週 7回」の合計）は外観で 42%、pH では 54%にとどまっていた。雑用水の検査

頻度に関する認識が不十分となっている事例も少なからず存在するものと推察される。前述したように、雑用水に関しては、残留塩素濃度に関しても、検査頻度不適事例が多かった。残留塩素、濁度、外観、及び pH のすべての項目に関して、検査体制の整備が必要となる事例が一定数存在するものと考えられる。上記のうち、外観を除く3項目については、同時連続測定が可能な測定装置が市販されている。外観に関しては、連続測定技術の対象となっていないが、色度を連続測定することができる装置は販売されており、色度を通じて外観を評価することができる。と仮定した場合には、上記の4項目すべてにおいて、連続測定を実施することが可能となる。検査体制が不十分であることに起因して、残留塩素濃度、濁度、外観、pH といった項目の検査頻度を確保することができていない建築物においては、このような装置を導入することで、雑用水の衛生管理業務を円滑に進めることができるようになる可能性が考えられる。

飲料水、雑用水共に、濁度、色度、及び pH に関しては、検査を外部委託している事例の比率が 39~54%の範囲となっており、飲料水の残留塩素濃度の検査(10%)と比較すると大幅に高くなっていた。自己測定による検査体制が整っていないことが、検査頻度不適率の上昇の要因となっていた可能性が考えられる。検査実施体制(自己測定及び外部委託)と検査頻度適合率の関連については、次節にて述べる。

### C.3.3. 検査実施体制と検査頻度適合率の関連

水質検査を自己測定にて実施している事例と外部委託している事例で、検査不適率の差異があるかを検討した。いずれの項目についても、実施されている検査頻度の割合自体は異なっていたものの、傾向としては類似した傾向が認められたことから、本節では代表して飲料水における残留塩素濃度(図 5-19)及び雑用水における pH (図 5-20)のアンケート結果を検討の対象とする。飲料水の残留塩素濃度の管理を自己測定で実施している事例においては、すべての回答が法定検査頻度を満足するもの(「週 1 回」、「週 5 回」、及び「週 7 回」のいずれか)であった。それに対し、検査を外部委託している事例では、

「週 1 回」という検査頻度が満足されていた件数は全体の 71%にとどまっていた。「週 1 回」以外の回答は、すべて「年 2 回」となっていた。飲料水において、残留塩素濃度以外の水質項目に関する法定検査頻度が年 2 回となっていることを考慮すると、残留塩素濃度の検査頻度を「年 2 回」と回答した事例においては、残留塩素濃度以外の項目に対する水質と同じタイミングで残留塩素濃度の検査を実施しているのみにとどまっているものと考えられる。

雑用水の pH に関しては、自己測定を実施している事例においては、法定検査頻度を満足する「週 1 回」及び「週 7 回」という回答が合計で全体の 94%を占めており、自己測定による検査を実施できる体制を整えている建築物の大半において、適切な衛生管理が実施されていたことがわかる。一方、検査を外部委託していた建築物では、法定検査頻度を満足する週 1 回の検査が実施されていた事例は全体の 20%にとどまっており、大半の建築物において、検査頻度が不適となっていた。

上述の結果は、求められる法定検査頻度が高い検査項目に関しては、自己測定を通じた検査を実施できる体制を整えているか否かが、衛生管理の実施状況に重大な影響を及ぼすことを示すものである。現段階においては、検査担当者が手動で採水し、手測定で水質分析を実施するという検査方法が主流となっていると考えられるが、このような検査手法を採用する場合には、検査体制の構築に向けて、水質測定技術を習得した人員の確保が必須となる。IoT 技術の一環として、連続測定計器を活用した監視技術が広範に普及すれば、人員の拡充を行うことなく、自己による検査体制を構築することが可能となるものと考えられるため、このような技術は、現段階で自己測定を通じた検査体制を構築できていない建築物の衛生管理水準の向上に特に有効となる可能性が考えられる。

## D. まとめ

特定建築物の運用・点検・維持管理において建築物環境衛生管理技術者や建築物の環境衛生全般に関する維持管理に携わっている関係者の業務上負担の実情と、業務効率化のためのデジ

タル技術の活用に関する認識と需要を把握するため、統括管理者及び空調給排水管理監督者を対象にアンケート調査を行った。

報告した建物の管理業務の期間は平均 9.4±0.8 年で、度数としては 1~2 年が最も多く、四分位が 13 年、中央値は 6 年であった。

業務内容としては、管理会社や部署の職員が 59%と最も多く、次に建物の現場管理者 33%、自社ビル管理会社(組合)職員が 4%であった。

建物の主な用途は、事務所が 58%、店舗(百貨店) 14%、旅館・ホテル 7%、学校(研修所) 8%、興行場 3%、その他が 9%であった。

負担が大きな業務内容として、帳簿の管理と報告が 59%と最も多く、清掃作業 31%、冷却塔・冷却水の点検 30%、加湿装置の点検 29%、空気環境 6 項目の測定 24%、排水受け\_パッケージエアコン(PAC) 24%、排水受け\_空調機(AHU) 23%であった。また、飲料水\_残留塩素濃度 22%、飲料水\_貯水槽の点検 20%、ネズミ・衛生害虫等が 20%であった。

帳簿関連、冷却塔・冷却水の点検、加湿装置の点検などは管理技術者が自分で行う業務への需要が多く、空気環境の測定や水質検査などは委託による業務であることが原因と考えられる。

中央監視システム+BEMS の導入は 16%と少なく、中央監視システムのみ導入が 45%、両方導入無しも 30%あった。中央監視や BEMS データの空気環境管理への活用としては、温度 48%、相対湿度 40%と両項目がやや高い活用度を示し、CO<sub>2</sub> は 23%、気流、CO、浮遊粉じんは 1 割程度であった。データの水管理への活用は貯水槽水量が 17%と最も高く、流量 14%、水質 13%、減水量申請 10%、水温 9%で空気環境よりは低い結果となった。

水の衛生管理に関しては、飲料水及び雑用水における残留塩素濃度、濁度、色度、pH の検査

頻度を、検査実施体制(自己測定もしくは外部委託)の差異に着目して検討を行った。飲料水の残留塩素濃度管理については、法定検査頻度を満足する、あるいはそれ以上の頻度での検査を実施している事例が多く、厳格な衛生管理が実施されていた。一方で、わずかではあるものの、法定検査頻度を満足していない事例も認められた。そのほかの検査項目に関しては、飲料水、雑用水とも、検査頻度の不適率が、飲料水の残留塩素濃度の検査よりも高くなっていた。検査体制と不適率の関連を検討したところ、自己測定を通じた検査を実施している事例と比較して、検査を外部委託している事例において検査頻度不適率が大幅に高くなっていた。自己測定を通じた検査体制の構築が検査頻度不適率の低減に向けて重要な対策となるものと考えられる。連続測定技術をはじめとする IoT 技術を水質検査において活用できるようになれば、自己による検査体制の構築を促進するうえで有用な選択肢となることが期待される。

## E. 参考文献

なし

## F. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし
3. 著書  
なし

## G. 知的財産権の出願・登録状況(予定含む)

予定なし



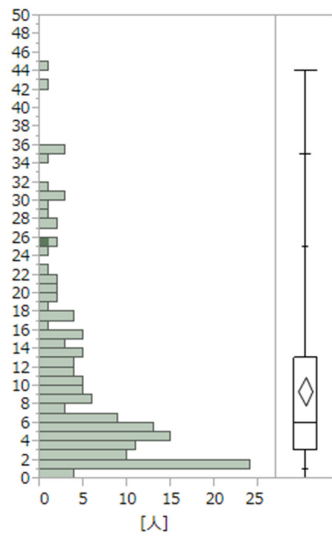


図 5-1 該当建物の管理（業務）期間

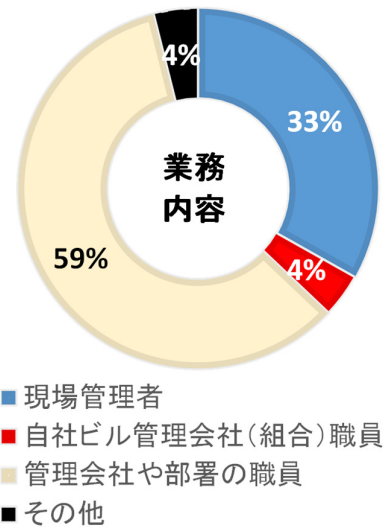


図 5-2 業務内容

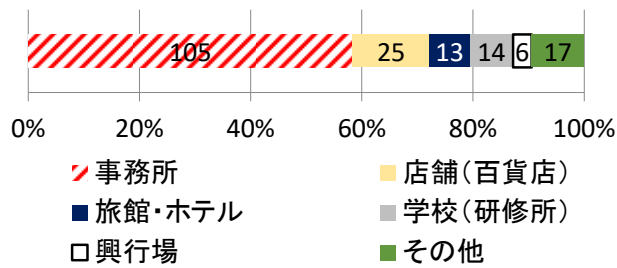


図 5-3 建物用途

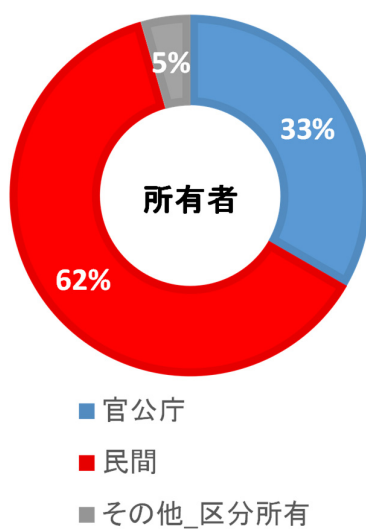


図 5-4 所有者

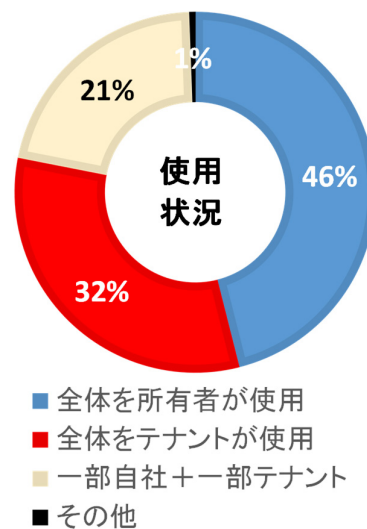


図 5-5 使用状況

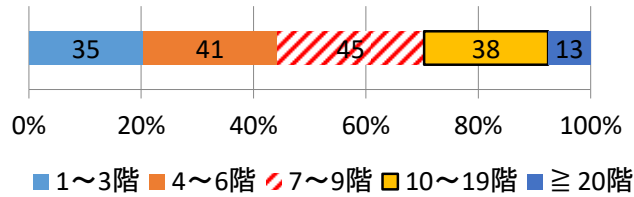
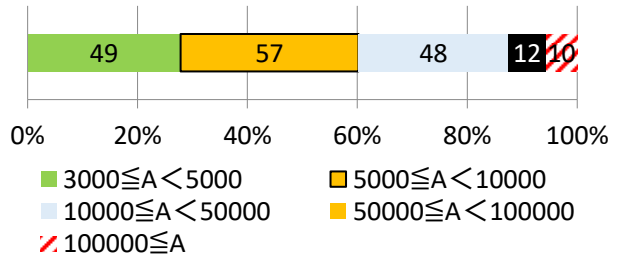


図 5-6 建物規模

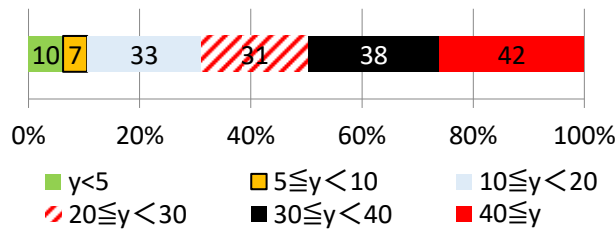


図 5-7 築年数

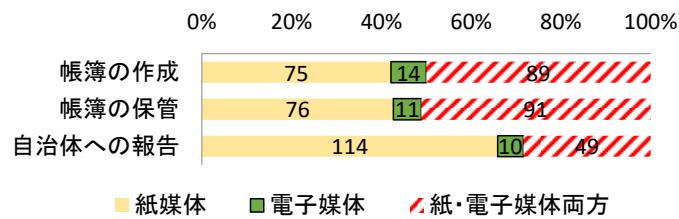


図 5-8 帳簿の作成、管理及び報告方法

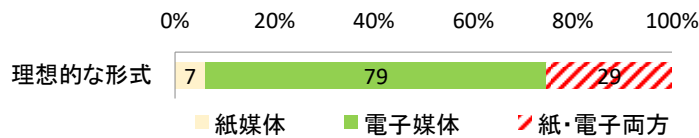


図 5-9 理想的な帳簿の作成、管理及び報告方法

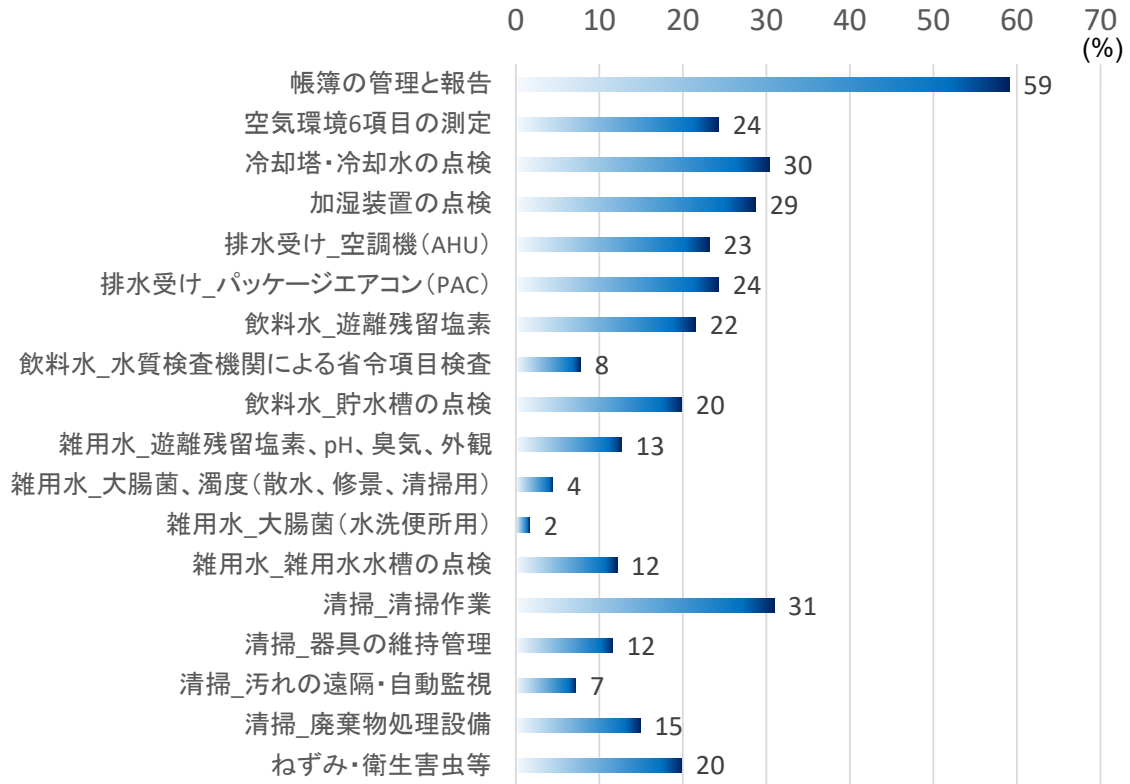


図 5-10 身体的、精神的、時間的な負担が大きな作業（複数選択可）

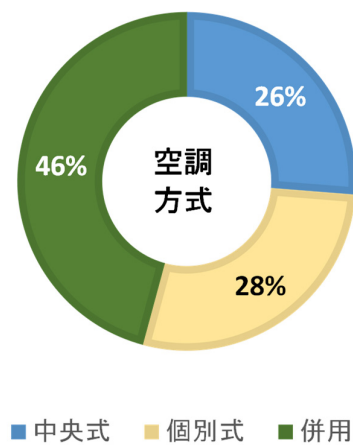


図 5-11 空調方式

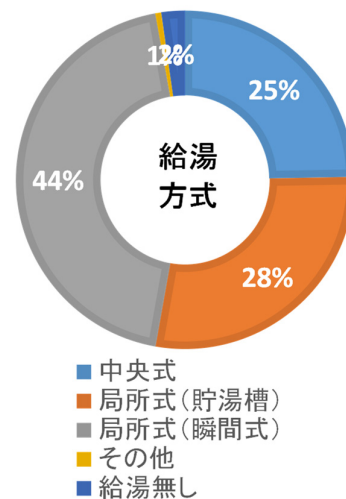


図 5-12 給湯方式

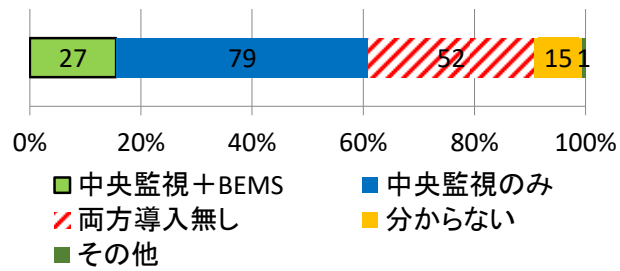


図 5-13 中央監視システム及び BEMS の導入状況

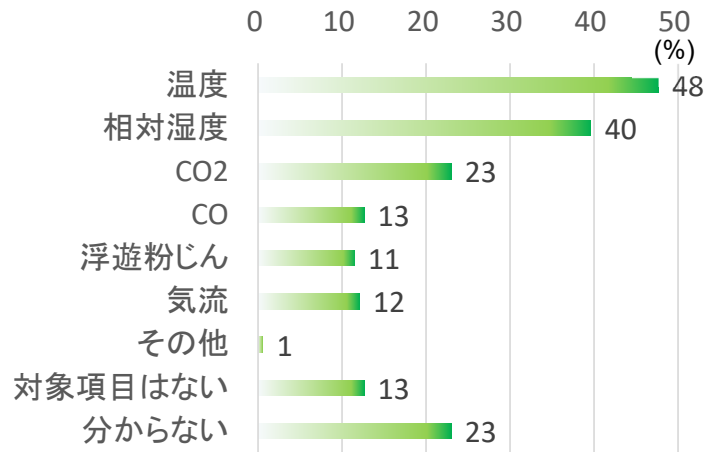


図 5-14 中央監視や BEMS データの空気環境管理への活用

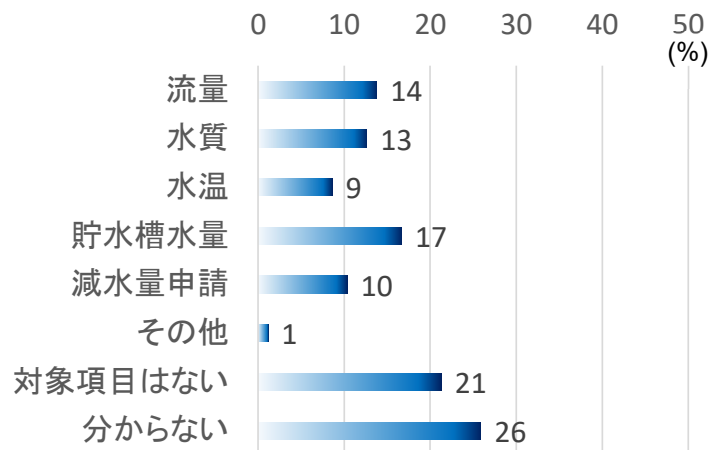


図 5-15 中央監視や BEMS データの水管理への活用

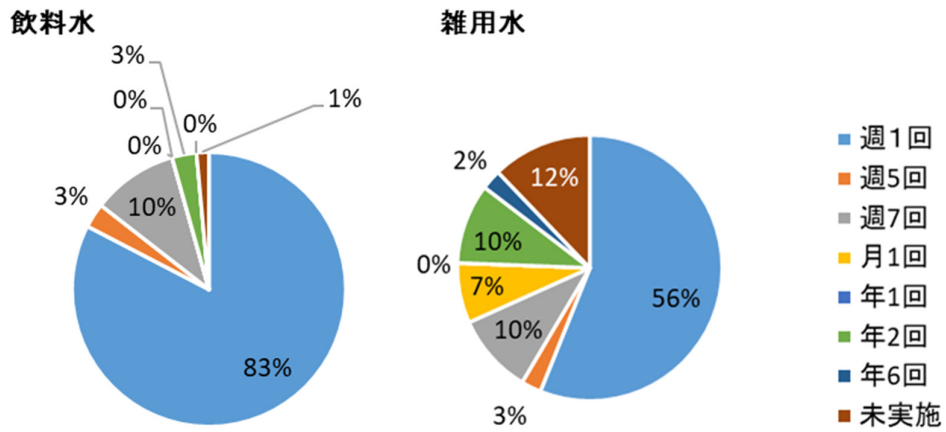


図 5-16 飲料水及び雑用水の残留塩素濃度検査頻度

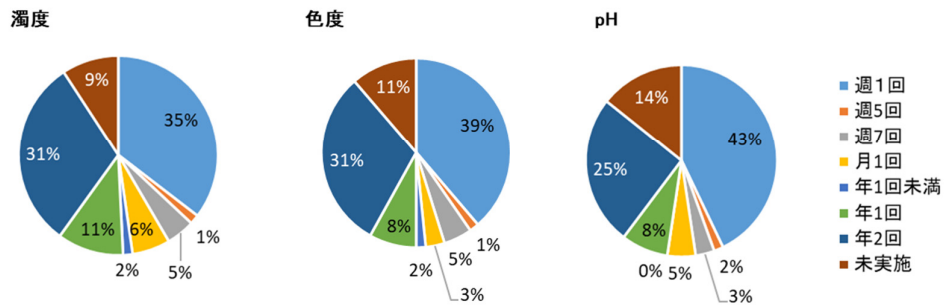


図 5-17 飲料水の濁度、色度、pH の検査頻度

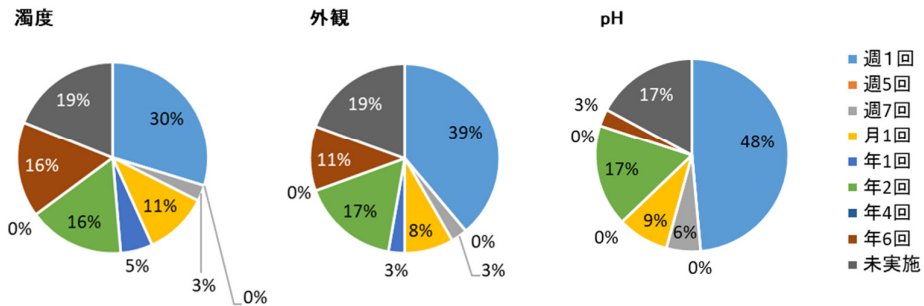


図 5-18 雑用水の濁度、外観、pH の検査頻度

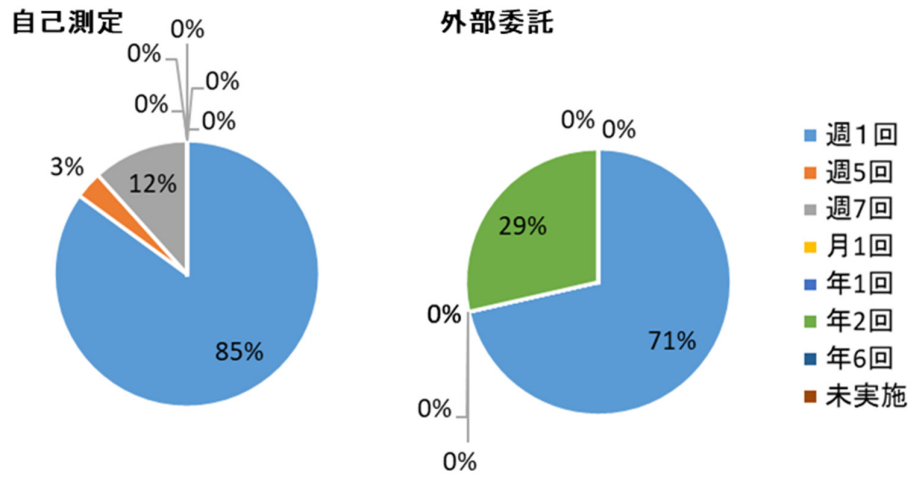


図 5-19 雑用水の濁度、外観、pH の検査頻度

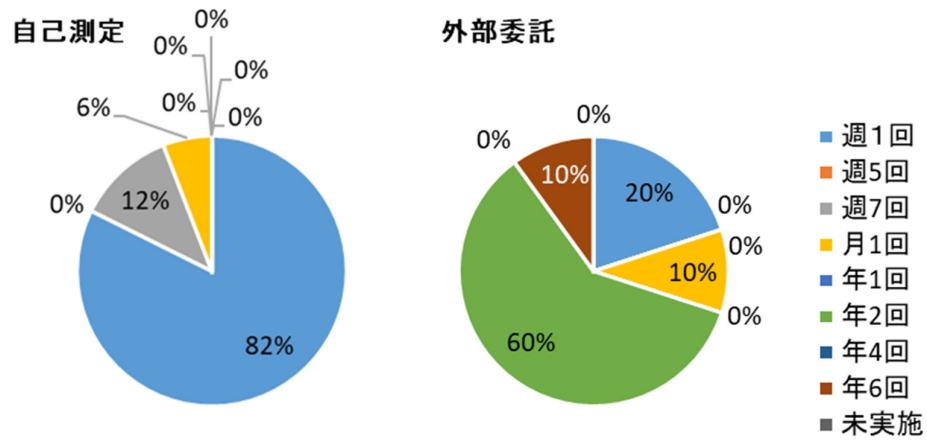


図 5-20 検査体制ごとの雑用水 pH 検査頻度

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

IoT、AI等の最新技術を活用した建築物衛生管理手法の  
検証のための研究

令和6年度 研究成果の刊行に関する一覧表

## 学会発表

下ノ菌慧, 海塩渉, 鍵直樹, 中野淳太, 金勲. 建築物環境衛生管理への小型連続測定器・BEMSの活用可能性に関する検証. 第57回空気調和・冷凍連合講演会; 2024.4.18-19; 東京. 同講演論文集. 20. p.147-152.

海塩渉, 鍵直樹, 金勲, 下ノ菌慧, 中野淳太. 建築物衛生法における建築物環境衛生管理手法の再考(第3報)ビルエネルギーマネジメントシステム活用による暖冷房期の空気環境管理. 令和6年度空気調和・衛生工学会大会; 2024.9.11-13; 佐賀. 同学術講演論文集. p.117-120.

金勲, 海塩渉, 鍵直樹, 中野淳太, 下ノ菌慧. 建築物衛生法における建築物環境衛生管理手法の再考(第4報)建築物環境衛生管理技術者の業務に関する認識調査. 令和6年度空気調和・衛生工学会大会; 2024.9.11-13; 佐賀. 同学術講演論文集. p.121-124.

金勲, 下ノ菌慧, 増田貴則, 三好太郎, 鍵直樹, 海塩渉, 中野淳太. デジタル技術を活用した建築物環境衛生管理の効率化に関する管理技術者の認識調査. 第83回日本公衆衛生学会総会; 2024.10.29-31; 札幌. 同抄録集. 021-2-2, pp.310

## 総説

下ノ菌慧, 海塩渉, 鍵直樹, 中野淳太, 金勲. デジタル技術を活用した建築物環境衛生管理の効率化の検討. 病院設備. 2024;66(4):34-37(報告)

海塩渉, 鍵直樹, 金勲, 下ノ菌慧, 中野淳太. 建築物の空気環境管理におけるBEMS活用の可能性. 病院設備. 2024;66(4):38-41(報告)



国立保健医療科学院長 殿

機関名 国立保健医療科学院

所属研究機関長 職名 院長

氏名 曾根 智史

次の職員の令和6年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業

2. 研究課題名 IoT、AI等の最新技術を活用した建築物衛生管理手法の検証のための研究

3. 研究者名 (所属部署・職名) 生活環境研究部・上席主任研究官

(氏名・フリガナ) 金 勲・キム フン

## 4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

## その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

## 5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

## 6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。

・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

国立保健医療科学院長 殿

機関名 国立保健医療科学院

所属研究機関長 職名 院長

氏名 曾根 智史

次の職員の令和6年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業

2. 研究課題名 IoT、AI等の最新技術を活用した建築物衛生管理手法の検証のための研究

3. 研究者名 (所属部署・職名) 水管理研究分野 統括研究官

(氏名・フリガナ) 増田 貴則・マスダ タカノリ

#### 4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

#### その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

#### 5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

#### 6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。

・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

国立保健医療科学院長 殿

機関名 国立保健医療科学院

所属研究機関長 職名 院長

氏名 曾根 智史

次の職員の令和6年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業

2. 研究課題名 IoT、AI等の最新技術を活用した建築物衛生管理手法の検証のための研究

3. 研究者名 (所属部署・職名) 生活環境研究部・主任研究官

(氏名・フリガナ) 三好 太郎・ミヨシ タロウ

#### 4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

#### その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

#### 5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

#### 6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。

・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

国立保健医療科学院長 殿

機関名 国立保健医療科学院

所属研究機関長 職名 院長

氏名 曾根 智史

次の職員の令和6年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業

2. 研究課題名 IoT、AI等の最新技術を活用した建築物衛生管理手法の検証のための研究

3. 研究者名 (所属部署・職名) 生活環境研究部・研究員

(氏名・フリガナ) 下ノ菌 慧・シモノソノ ケイ

## 4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

## その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

## 5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

## 6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。

・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

国立保健医療科学院長 殿

機関名 国立大学法人東京科学大学

所属研究機関長 職 名 理事長

氏 名 大竹 尚登

次の職員の令和6年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業2. 研究課題名 IoT、AI等の最新技術を活用した建築物衛生管理手法の検証のための研究3. 研究者名 (所属部署・職名) 環境・社会理工学院・教授(氏名・フリガナ) 鍵 直樹 ・ カギ ナオキ

## 4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

## その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

## 5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

## 6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。  
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

国立保健医療科学院長 殿

機関名 国立大学法人東京科学大学

所属研究機関長 職 名 理事長

氏 名 大竹 尚登

次の職員の令和6年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業2. 研究課題名 IoT、AI等の最新技術を活用した建築物衛生管理手法の検証のための研究3. 研究者名 (所属部署・職名) 環境・社会理工学院・助教(氏名・フリガナ) 海塩 渉 ・ ウミシオ ワタル

## 4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

## その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

## 5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

## 6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。  
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

国立保健医療科学院長 殿

機関名 学校法人法政大学

所属研究機関長 職 名 総長

氏 名 廣瀬 克哉

次の職員の令和6年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業

2. 研究課題名 IoT、AI等の最新技術を活用した建築物衛生管理手法の検証のための研究

3. 研究者名 (所属部署・職名) デザイン工学部・教授

(氏名・フリガナ) 中野 淳太・ナカノ ジュンタ

## 4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

## その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

## 5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

## 6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。

・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。