

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	新型コロナウイルス感染症の流行がオフィス環境と環境満足度を与えた影響に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	浅岡凌
Author(English)	Ryo Asaoka
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京科学大学, 報告番号:甲第337号, 授与年月日:2025年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:鍵直樹,湯浅和博,冲拓弥,浅轮贵史,大風翼
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Institute of Science Tokyo, Report number:甲第337号, Conferred date:2025/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Type(English)	Doctoral Thesis

博士論文

新型コロナウイルス感染症の流行が
オフィス環境と環境満足度を与えた影響に関する研究

2025 年

東京科学大学大学院 環境・社会理工学院
建築学系 建築学コース

浅岡 凌

目次

第1章 序論	2
1.1. 研究背景	2
1.1.1. オフィス環境と環境満足度.....	2
1.1.2. 新型コロナウイルス感染症とその対策.....	2
1.1.3. With/After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する先行研究	3
1.2. 研究目的	5
1.3. 本論文の構成	6
第2章 With/After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する実態調査.....	14
2.1. オフィス環境基準および環境満足度の評価方法の整理.....	14
2.1.1. オフィス環境に関する基準値および指針値.....	14
2.1.2. 環境満足度の評価方法.....	20
2.2. 新型コロナウイルス感染症とその対策の整理.....	23
2.2.1. 新型コロナウイルス感染症の特徴と感染機序.....	23
2.2.2. オフィスの感染対策に関する指針・チェックリスト.....	25
2.3. With/After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する実態調査の概要.....	29
2.3.1. 研究デザイン.....	29
2.3.2. アンケート調査.....	31
2.3.3. 窓開け・在室人数およびオフィス環境の実測調査.....	37
2.3.4. 調査前後のヒアリング調査.....	43
2.3.5. 統計分析.....	43
2.3.6. 倫理上の配慮.....	44
2.4. With/After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する実態.....	45
2.4.1. 対象オフィスビルの建物概要.....	45
2.4.2. 対象オフィスビルの空調・換気設備.....	45
2.4.3. 空調・換気設備の運用と維持管理.....	52
2.4.4. 執務者による感染対策.....	55
2.4.5. 窓開け割合と在席割合.....	59
2.4.6. オフィスの温熱・空気環境.....	60
2.4.7. 対象執務者の個人属性.....	64
2.4.8. 執務者のヘルスリテラシー.....	67
2.4.9. 執務者の働き方と生活習慣.....	69
2.4.10. 執務者の環境満足度.....	72

2.5. まとめ	74
第3章 空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境への影響分析	81
3.1. 分析の目的と概要	81
3.2. With コロナにおけるオフィスの温熱・空気環境の実態に関する検討	82
3.2.1. 温熱・空気環境に関わる基準値・指針値との比較	83
3.2.2. Before コロナにおけるオフィスの温熱・空気環境との比較	86
3.2.3. ザイデルの式を用いた換気量の推定	89
3.2.4. With コロナの2時点におけるCO ₂ 濃度増加の要因検討	92
3.3. 空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境への影響分析	94
3.4. 感染症蔓延時の温熱・空気環境を維持する空調・換気設備の運用	96
3.5. まとめ	98
第4章 With/After コロナにおける温熱・空気環境と環境満足度の関連分析	103
4.1. 分析の目的と概要	103
4.2. With/After コロナにおける温熱・空気環境と環境満足度の関連分析	104
4.2.1. With コロナの2時点における温熱・空気環境と環境満足度の関連	104
4.2.2. After コロナ初期における温熱・空気環境と環境満足度の関連	111
4.3. 空気感染対策の動向による温熱・空気環境と環境満足度の関連の考察	115
4.3.1. With コロナの2時点における温熱・空気環境と環境満足度の関連の考察	115
4.3.2. After コロナ初期における温熱・空気環境と環境満足度の関連の考察	116
4.4. 温熱・空気環境満足度を向上する空調・換気設備の運用	119
4.5. まとめ	121
第5章 After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する季節差の検討	125
5.1. 分析の目的と概要	125
5.2. After コロナの夏期・冬期におけるオフィスの室内環境の実態把握	127
5.2.1. After コロナの夏期・冬期におけるオフィスの室内環境	127
5.2.2. After コロナの夏期・冬期における環境知覚と環境満足度	131
5.3. After コロナの夏期・冬期におけるオフィス環境と環境満足度の関連分析	138
5.3.1. 予備的検討としてのオフィス環境と環境満足度に関する相関分析	138
5.3.2. オフィス環境と温熱・空気環境満足度に関するマルチレベル分析	141
5.4. After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する季節・時期差の考察	144
5.4.1. オフィス環境と環境満足度に関する季節差	144
5.4.2. オフィス環境と環境満足度に関する時期差	145
5.5. まとめ	148

第6章 結論	152
6.1. Before/With/After コロナでの感染対策、室内環境、環境満足度の変化.....	152
6.2. ニューノーマルに向けたオフィスの設計と運用	156
6.3. 本研究の限界と今後の課題	157
付録	160
付録 A. 建物管理者用アンケート	160
付録 B. 執務者へのアンケート	165
付録 C. 調査前後のヒアリング	192
付録 D. アルデヒド・VOC のサンプリングの結果.....	202
付録 E. 補助分析の結果.....	206

研究業績

謝辞

第 1 章

序論

第1章 目次

第1章 序論	2
1.1. 研究背景	2
1.1.1. オフィス環境と環境満足度	2
1.1.2. 新型コロナウイルス感染症とその対策	2
1.1.3. With/After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する先行研究	3
1.2. 研究目的	4
1.3. 本論文の構成	6

第1章 序論

1.1. 研究背景

1.1.1. オフィス環境と環境満足度

室内環境の質 (Indoor Environmental Quality; IEQ) は在室者の快適性、健康性、生産性に影響を及ぼすことが報告されている¹⁻¹⁾⁻¹⁻³⁾。また、人々はその時間の90%近くを室内で過ごし¹⁻⁴⁾⁻¹⁻⁵⁾、特にフィスで働く執務者は、1日の約30%をオフィス内で過ごす¹⁻⁶⁾ことから、運用中のオフィスビルを対象としたIEQの調査が重視されており、IEQを総合的に評価する手法である入居後評価 (Post Occupancy Evaluation; POE) が多く用いられている¹⁻⁷⁾。

IEQは、主に温熱環境、空気環境、光環境、音環境の4つの主要な要素から構成され¹⁻⁸⁾、温熱環境は空気温度、相対湿度、放射温度、気流など、空気環境はCO₂、揮発性有機化合物 (VOC; Volatile Organic Compounds)、微小粒子状物質 (PM_{2.5}、PM₁₀) など、光環境は照度、輝度、色温度など、音環境は騒音レベル、周波数などの物理量を含む。実際のオフィスにおいては、これらの物理量を適切に維持管理することによって、良好なオフィス環境の実現が期待される。

また、物理量に加えて、執務者による主観的な環境満足度も重要である。既往研究では、温熱環境が適切に管理されたオフィスでは、執務者の生産性が向上することが示されている¹⁻⁹⁾。また、空気質の良好なオフィスでは呼吸器疾患やシックビルディング症候群などの健康リスクが低下し¹⁻¹⁰⁾、光環境が調整された空間では視覚疲労が減少すると報告されている¹⁻¹¹⁾。さらに、音環境の管理が行き届いたオフィスでは、精神的なストレスが軽減することが明らかになっている¹⁻¹²⁾。

以上より、実際のオフィスにおいては、物理量と執務者の環境満足度の双方に配慮することが求められる。そのため、複数の実在オフィスビルを対象としたIEQ調査は、これまで主に室内環境実測と執務者へのアンケートにより行われており、具体的には米国の the US EPA Building Assessment Survey Evaluation (BASE study)¹⁻¹³⁾、欧州の the European Audit Project¹⁻¹⁴⁾、the European Health Optimization Protocol for Energy-Efficient Buildings (HOPE)¹⁻¹⁵⁾、the OFFICAIR study¹⁻¹⁶⁾、英国の the British Whitehall II study¹⁻¹⁷⁾、我が国のオフィスビル17棟を対象とした調査¹⁻¹⁸⁾などが挙げられる。

さらに、実際のオフィスでは、物理量の制御により環境が形成されることから、物理量と執務者の環境満足度の関連を明らかにすることが、執務者の快適性、健康性、生産性の向上にとって不可欠である。そのため、物理量と執務者の環境満足度の関連に関する研究がこれまでに多く行われてきた¹⁻¹⁹⁾⁻¹⁻²¹⁾。

1.1.2. 新型コロナウイルス感染症とその対策

これまでにオフィス環境と執務者の環境満足度の関連に関する研究が多く報告されているが、国内において2020年に発生した新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) により、オフィス環境が大きく変化した可能性がある。感染拡大初期において、我が国ではクラスタ

一追跡調査¹⁻²²⁾に基づき、厚生労働省が3月9日に集団感染の発生に関する「3つの密」のリスク¹⁻²³⁾を公表し、「換気が悪い密閉空間」、「多数が集まる密集場所」、「間近で会話や発声をする密接場面」として3密を避けることの有効性が指摘された。さらにその後、「3つの密」を避けるための手引き¹⁻²⁴⁾が公表され、「こまめな換気」、「人と人の距離を保つこと」、「会話や発声を避けること」が推奨された。

この中で「換気が悪い密閉空間」を避けるための換気として、厚生労働省は、機械換気による場合は1人あたり30 m³/h、窓の開閉による場合は2回/h(30分に1回以上、数分間程度、窓を全開にする)以上という具体的な目安を提示した¹⁻²⁵⁾。さらに、公益社団法人空気調和・衛生工学会は、2020年4月8日に「新型コロナウイルス感染対策としての空調設備を中心とした設備の運用について」を公表し、その中で換気に加えて、温湿度の設定値、エアフィルタ、空気清浄についても指針を示し、その後も得られた知見を加えることにより、2度の改訂を行った²⁻²⁶⁾⁻²⁻²⁷⁾。したがって、実際のオフィスビルにおいては、COVID-19の感染対策として、換気、温湿度の設定、エアフィルタの設置、空気清浄機等の利用が行われたと考えられ、COVID-19流行前と比較して、オフィス環境が変化した可能性がある。

さらに、厚生労働省は2023年5月8日に、COVID-19の感染症法上の位置付けを「5類」に格下げした¹⁻²⁸⁾。それに伴い、「法律に基づき行政が様々な要請・関与をしていく仕組み」、「基本的対処方針や業種別ガイドラインによる感染対策」から「国民の皆様の主体的な選択を尊重し、個人や事業者の判断に委ねる」方針、「基本的対処方針は廃止。行政は個人や事業者の判断に資する情報提供を実施」する方針へと移行された。したがって、COVID-19の「5類」移行後には、実際のオフィスビルでそれまで実施されてきた感染対策の一部は実施されなくなった一方、その後も継続され続けた感染対策もあると考えられ、COVID-19流行前とは異なる新たな「平時」が形成されつつあると考えられる。

1.1.3. With/After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する先行研究

COVID-19流行後に実施されたオフィス環境と環境満足度に関する先行研究として、オフィスビルで実測調査を行った事例が報告されている。たとえば、杉内ら¹⁻²⁹⁾は、2022年8月から9月にかけて、58棟のオフィスビルを対象に、温度、相対湿度、CO₂濃度、騒音レベルの測定を行った。その結果、オフィスの温度、相対湿度、CO₂濃度は概ね、建築物衛生法の基準値を満たしていたことを明らかにした。また、Sarnoskyら¹⁻³⁰⁾は、22人の作業員を集め、自宅とオフィスにおけるCO₂、総揮発性有機化合物(TVOC)、PM_{2.5}、PM₁₀濃度を測定した。その結果、CO₂、TVOC、PM_{2.5}、PM₁₀濃度はいずれも、オフィスより自宅で有意に高濃度であったことを確認した。

また、COVID-19の流行が執務者によるオフィス環境の評価の仕方に影響を与えた可能性についても報告がある。たとえば、Wangら¹⁻³¹⁾は、COVID-19の流行がオフィス空間の評価構造に与えた影響を明らかにする目的で、2019年と2020年に日本の執務者を対象にウェブ調査を実施した。その結果、2019年と比較して、2020年にはオフィス環境に対する執

務者の満足度が低下しており、執務者が COVID-19 感染への懸念から他人と空間を共有することに不安を感じていることが示唆された。

さらに、オフィス環境と環境満足度の関連について、川久保ら¹⁻³²⁾は、温熱環境と執務者の関連を明らかにする目的で、2021年6月のオフィスビルでアンケート調査と環境実測を行った。その結果、生産性を最大化する温熱環境と温熱満足度を最大化する温熱環境との間には僅かなズレがある可能性が示唆された。Thneibat¹⁻³³⁾は、大学図書館における509名の対面調査に基づいて構造方程式モデリングを用いて検討し、COVID-19の感染対策が執務者の満足度に影響を与えたことを明らかにした。したがって、COVID-19の感染対策が執務者の環境満足度およびオフィス環境と執務者の環境満足度の関連に影響を及ぼした可能性がある。

COVID-19流行後のこれらの先行研究は、感染症蔓延時のオフィス環境と環境満足度に関する貴重なスナップショットを提供している一方で、いくつかの課題があると考えられる。

まず、COVID-19流行後の先行研究において、オフィスビルを対象として感染対策の実際の状況と室内環境との関連を検討した事例はわずかである。しかし、将来にも新たな感染症が蔓延すると考えられることから、COVID-19蔓延時のオフィスにおける感染対策の実際の状況と室内環境との関連を検討し、感染症蔓延時における適切な感染対策について明らかにすることは重要と考えられる。さらに、感染症蔓延時には、環境満足度が執務者の安心感にもつながり、執務者の環境満足度はより一層重要度を増すと考えられる。そのため、感染対策の状況とオフィス環境に加えて、環境満足度も併せて評価することが望まれる。

また、先行研究はいずれも COVID-19の「5類」移行前に実施された研究であり、「5類」移行後の研究は多くは行われていないのが現状である。「5類」移行に伴い、オフィスでの感染対策の考え方が大きく変化したことを考えると、ポストコロナ時代におけるオフィスのあり方を再考するにあたっては、「5類」移行後のオフィスを対象とした調査を行い、オフィス環境と環境満足度について最新の状況を把握することが重要と考えられる。

加えて、先行研究はいずれも横断的な研究であることから、オフィス環境、環境満足度、そしてこれらの関連が、感染状況の変化とともにどう変化したのかを捉えるには不十分である。しかし、感染状況の変化とともに、オフィスビルでの感染対策の実態は大きく変化すると考えられることから、感染対策がオフィス環境と執務者の環境満足度に及ぼす影響を明らかにするためには、同一の対象を複数時期で追った縦断的な研究が効果的と考えられるが、そのような報告はされていない。

1.2. 研究目的

以上の背景と現状を踏まえ、本研究では、**With/After** コロナのオフィスにおける感染対策の実施状況、オフィス環境、環境満足度、それらの関連について明らかにすることを目的とする。以下に、各章の目的を記す。

- オフィス環境、環境満足度、感染対策に関する実態調査を計画し、その結果から **With/After** コロナにおけるオフィス環境、環境満足度、感染対策に関する実態を把握すること：2章
- **With** コロナにおける実態調査の結果に基づき、**With** コロナのオフィス環境の実態を詳細に検討するとともに、空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境への影響分析を行い、感染症蔓延時における適切な空調・換気設備の運用を明らかにすること：3章
- **With** コロナおよび **After** コロナ初期における実態調査の結果に基づき、**With/After** コロナにおける温熱・空気環境と環境満足度の関連について分析を行い、空気感染対策が執務者の環境満足度およびオフィス環境と環境の満足度の関連に及ぼす影響について明らかにすること：4章
- **After** コロナにおける実態調査の結果に基づき、オフィス環境と環境満足度の関連について季節差と時期による違いを考慮した分析を行い、ポストコロナ時代におけるオフィス環境の適切な維持管理を明らかにすること：5章

1.3. 本論文の構成

以上の研究目的に対し、以下の6章で構成されている。図1-1に、本論文の構成フロー図を示す。

第1章「序論」では、室内環境と執務者による主観的な環境満足度の関連を明らかにすることが、快適・健康・生産性の良好なオフィス環境の実現に不可欠であることに言及するとともに、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の流行がオフィス環境と執務者の環境満足度の双方に大きな影響を及ぼしていることを述べている。COVID-19流行後に行われたオフィス環境と環境満足度に関する先行研究について整理するとともに、同一オフィスを対象とした複数時点での調査の重要性を述べ、With/After コロナのオフィスにおける感染対策の実施状況、室内環境、環境満足度、それらの関連について明らかにする、という本研究の目的を述べている。

第2章「With/After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する実態調査」では、室内環境に関する基準値・指針値、環境満足度の評価方法、オフィスの感染対策に関する指針・チェックリストについて情報収集と整理を行っている。整理した内容を踏まえて、With/After コロナにおけるオフィス環境の実態調査、アンケート調査、窓開け・在室人数及び室内環境の実測調査、調査前後のヒアリング調査について示している。さらに、実態調査によりWith/After コロナでの変化に着目して、空調・換気設備の運用と維持管理、執務者による感染対策、オフィスの温熱・空気環境、執務者の環境満足度などの結果を示している。

第3章「空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境への影響分析」では、With コロナの2020年・2021年調査から得られたデータを対象に、温熱・空気環境の実測値と基準値・指針値との比較、Before コロナにおけるオフィスの温熱・空気環境との比較、換気量の推定、With コロナの2時点におけるCO₂濃度増加の要因の検討を行っている。さらに、空気感染対策のオフィス温熱・空気環境への影響について、感染症蔓延時において機械換気による換気量の確保が、空気環境及び熱的快適性に有効であることを明らかにしている。

第4章「With/After コロナにおける温熱・空気環境と環境満足度の関連分析」では、With コロナである2020年・2021年調査及びAfter コロナ初期である2023年調査から得られたデータを対象に、温熱・空気環境と環境満足度の関連について、マルチレベル線形回帰分析を行っている。さらに、With/After コロナでの標準有効温度（SET）と温熱環境満足度の関連、CO₂濃度・PM_{2.5}質量濃度と空気環境満足度の関連の有無に関する考察を行い、COVID-19の空気感染対策である窓開けによる自然換気、換気量の増加、空気清浄機、高性能なエアフィルターが環境満足度に与える影響について明らかにしている。

第5章「After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する季節差の検討」では、After コロナである2023年・2024年調査から得られたデータを対象に、オフィス環境の実測値と基準値・指針値との比較を行うとともに、オフィス環境、執務者の知覚、環境満足度、不満の原因について、季節による比較を行っている。また、After コロナの夏期・冬期におけるオフィス環境と環境満足度の関連について、マルチレベル線形回帰分析を行っている。さらに、得られた結果を季節差と時期の違いについて、夏期及び冬期のSETによる考察から季節の差を、PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度の関連による考察から After コロナでの空気清浄機と高性能エアフィルタの使用が空気環境満足度を向上させることを明らかにしている。

第6章「結論」では、本論文で得られた成果を総括し、今後のオフィスの設計と運用についての提言を行うとともに、今後の課題について述べている。

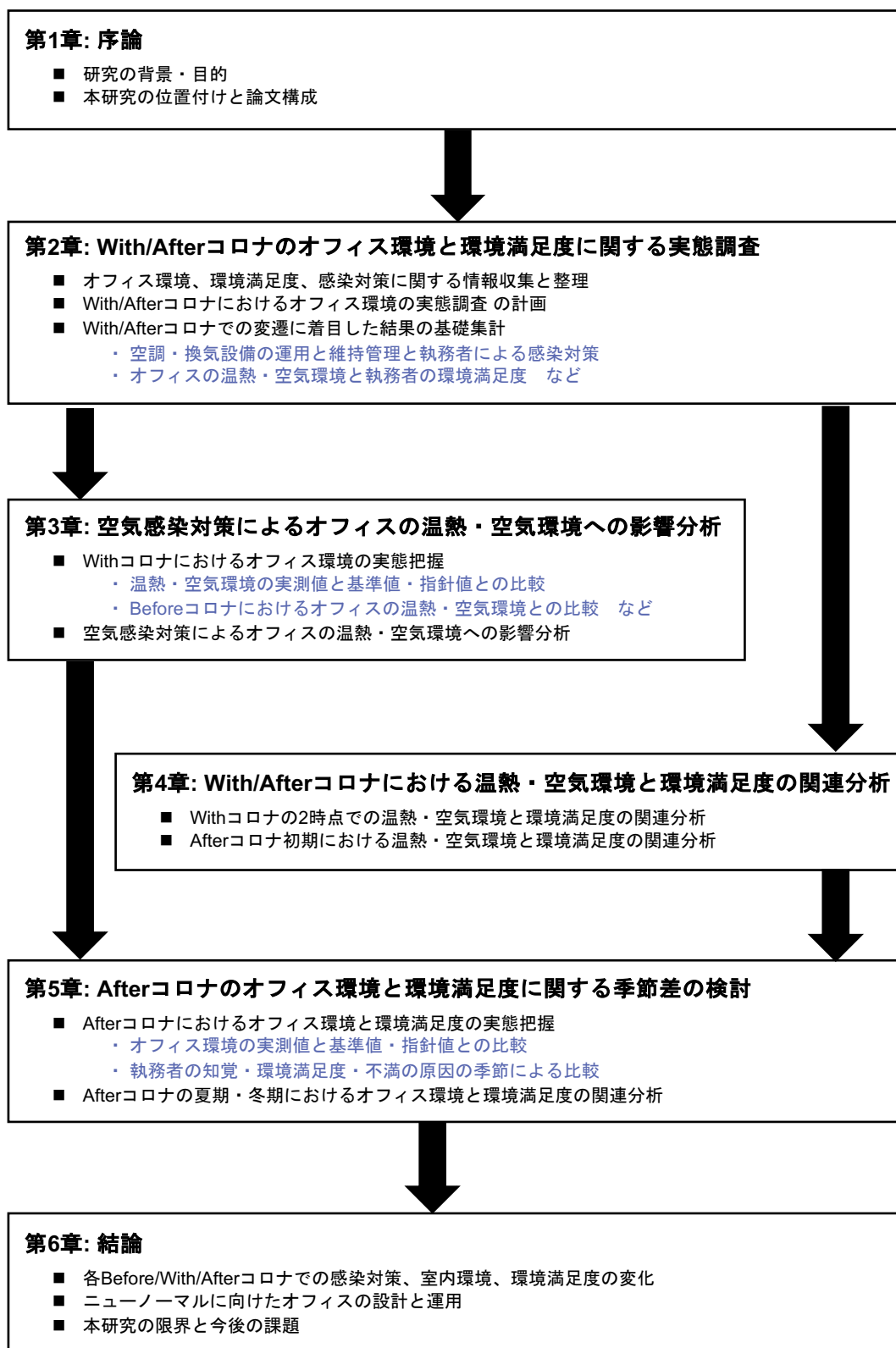


図 1-1 本論文の構成フロー

第 1 章 参考文献

- 1-1) Zhang X, Du J, Chow D: Association between perceived indoor environmental characteristics and occupants' mental well-being, cognitive performance, productivity, satisfaction in workplaces: A systematic review, *Build Environ*, 2023;246:110985. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110985>
- 1-2) Bergefurt L, Weijs-Perrée M, Appel-Meulenbroek R, Arentze T: The physical office workplace as a resource for mental health – A systematic scoping review, *Build Environ*, 2022;207:108505. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108505>
- 1-3) Horr YA, Arif M, Kaushik A, Mazroei A, Katafygiotou M, Elsarrag E: Occupant productivity and office indoor environment quality: A review of the literature, *Build Environ*, 2016;105:369–389. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.06.001>
- 1-4) Klepeis NE, Nelson WC, Ott WR, Robinson JP, Tsang AM, Switzer P, Behar JV, Hern SC, Engelmann WH: The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants, *J Expo Sci Environ Epidemiol*, 2001;11:231–252. <https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500165>
- 1-5) Schweizer C, Edwards RD, Bayer-Oglesby L, Gauderman WJ, Ilacqua V, Jantunen MJ, Lai HK, Nieuwenhuijsen M, Künzli N: Indoor time-microenvironment-activity patterns in seven regions of Europe, *J Expo Sci Environ Epidemiol*, 2007;17:170–181. <https://doi.org/10.1038/sj.jes.7500490>
- 1-6) 塩津弥佳, 吉澤晋, 池田耕一, 野崎淳夫: 生活時間調査による屋内滞在時間量と活動量 : 室内空気汚染物質に対する曝露量評価に関する基礎的研究 その 1, *日本建築学会計画系論文集*, Vol. 63, No. 511, pp. 45-52, 1998. https://doi.org/10.3130/aija.63.45_4
- 1-7) Jiang H, Wang M, Shu X: Scientometric analysis of post-occupancy evaluation research: Development, frontiers and main themes, *Energy and Buildings*, 2022;271:112307. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112307>
- 1-8) Geng Y, Ji W, Wang Z, Lin B, Zhu Y: A review of operating performance in green buildings: Energy use, indoor environmental quality and occupant satisfaction, *Energy Build*, 2019;183:500–514. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.11.017>
- 1-9) Geng Y, Ji W, Lin B, Zhu Y: The impact of thermal environment on occupant IEQ perception and productivity, *Building and Environment*, 2017;121:158–167. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.05.022>
- 1-10) Parhizkar H, Taddei P, Weziak-Bialowolska D, McNeely E, Spengler JD, Cedeño Laurent JG: Objective indoor air quality parameters and their association to respiratory health and well-being among office workers, *Building and Environment*, 2023;246:110984. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110984>
- 1-11) Wang Q, Xu H, Gong R, Cai J: Investigation of visual fatigue under LED lighting based on

- reading task, *Optik*, 2015;126:1433–1438. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijleo.2015.04.033>
- 1-12) Radun J, Maula H, Rajala V, Scheinin M, Hongisto V: Speech is special: The stress effects of speech, noise, and silence during tasks requiring concentration, *Indoor Air*. 2021;31:264–274. <https://doi.org/10.1111/ina.12733>
- 1-13) Brightman HS, Milton DK, Wypij D, Burge HA, Spengler JD: Evaluating building-related symptoms using the US EPA BASE study results, *Indoor Air*, 2008;18:335-345, <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2008.00557.x>
- 1-14) Bluysen PM, Oliveira Fernandes E, Groes L, Clausen G, Fanger PO, Valbjørn O, Bernhard CA, Roulet CA: European indoor air quality audit project in 56 office buildings, *Indoor Air*, 1996;6:221-238. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.1996.00002.x>
- 1-15) Roulet CA, Flourentzou F, Foradini F, Bluysen P, Cox C, Aizlewood C: Multicriteria analysis of health, comfort and energy efficiency in buildings, *Building Research & Information*, 2006;34:475-482. <https://doi.org/10.1080/09613210600822402>
- 1-16) Szigeti T, Dunster C, Cattaneo A, Spinazzè A, Mandin C, Ponner EL, Oliveira Fernandes E, Ventura G, Saraga DE, Sakellaris IA, Kluizenaar Y, Cornelissen E, Bartzis JG, Kelly FJ: Spatial and temporal variation of particulate matter characteristics within office buildings — The OFFICAIR study, *Science of the Total Environment* 2017;587-588:59-67, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.013>
- 1-17) Marmot AF, Eley J, Stafford M, Stansfeld SA, Warwick E, Marmot MG: Building health: an epidemiological study of “sick building syndrome” in the Whitehall II study, *Occupational & Environmental Medicine*. Med, 2006;63:283-289. [10.1136/oem.2005.022889](https://doi.org/10.1136/oem.2005.022889)
- 1-18) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H: Physicochemical risk factors for building-related symptoms in air-conditioned office buildings: Ambient particles and combined exposure to indoor air pollutants, *Science of the Total Environment*, 2018;616–617:1649-1655. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.147>
- 1-19) Rupp RF, Vásquez NG, Lamberts R: A review of human thermal comfort in the built environment, *Energy Build*, 2015;105:178–205. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.07.047>
- 1-20) Wolkoff P: Indoor air pollutants in office environments: Assessment of comfort, health, and performance, *Int J Hyg Environ. Health*, 2013;216:371–394. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2012.08.001>
- 1-21) Park J, Loftness V, Aziz A, Wang TH: Critical factors and thresholds for user satisfaction on air quality in office environments, *Build Environ*, 2019;164:106310. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106310>
- 1-22) Nishiura H, Oshitani H, Kobayashi T, Saito T, Sunagawa T, Matsui T, Wakita T, MHLW COVID-19 Response Team, Suzuki M: Closed environments facilitate secondary transmission

- of coronavirus disease 2019 (COVID-19), 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.02.28.20029272>
(最終アクセス 2024/12/17)
- 1-23) 新型コロナウイルス感染症対策専門家会議: 新型コロナウイルス感染症対策の見解, 2020年3月9日. <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000606000.pdf> (最終アクセス 2024/12/17)
- 1-24) 厚生労働省: 3つの密を避けましょう, 2020年4月28日. <https://www.kantei.go.jp/jp/content/000061868.pdf> (最終アクセス 2024/12/17)
- 1-25) 厚生労働省: 商業施設等における“換気の悪い密閉空間”を改善するための換気について, 2020年3月30日. <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000618969.pdf> (最終アクセス 2024/12/17)
- 1-26) 公益社団法人空気調和・衛生工学会 新型コロナウイルス対策特別委員会 倉渕隆, 柳宇, 尾方壮行, 大塚雅之, 新型コロナウイルス感染対策としての空調設備を中心とした設備の運用について(改訂二版), 2020年9月7日. <https://www.shasej.org/recommendation/covid-19/2020.09.07%20covid19%20kaitei.pdf> (最終アクセス 2024/12/17)
- 1-27) 公益社団法人空気調和・衛生工学会 新型コロナウイルス対策特別委員会 倉渕隆, 柳宇, 尾方壮行, 大塚雅之, 新型コロナウイルス感染対策としての空調・衛生設備の運用について, 2021年4月1日. <https://www.shasej.org/recommendation/covid-19/2021.05.07%20kaite3.pdf> (最終アクセス 2024/12/17)
- 1-28) 厚生労働大臣 加藤勝信: 新型コロナウイルス感染症(COVID-19)に係る 新型インフルエンザ等感染症から 5 類感染症への移行について, 2023年4月27日. <https://www.mhlw.go.jp/content/001091810.pdf> (最終アクセス 2024/12/17)
- 1-29) Sugiuchi M, Arata S, Ikaga T, Shiraishi Y, Hayashi T, Nakano J, Ando S, Kawakubo S: Analyzing multiple elements of physical office environment for maximizing perceived work efficiency: Insights from surveys of 58 offices during summer, *Build Environ*, 2025;267:112153. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.112153>
- 1-30) Sarnosky K, Benden M, Cizmas L, Regan A, Sansom G: Remote Work and the Environment: Exploratory Analysis of Indoor Air Quality of Commercial Offices and the Home Office, *Res Sq*, February 5, 2021. <https://dx.doi.org/10.21203/rs.3.rs-146008/v1> (最終アクセス 2024/12/17)
- 1-31) 王紫葉, 前田望, 長澤夏子: COVID-19 前後のワーカーによるオフィス環境評価の変化: オフィス出社・テレワーク併用の勤務者を対象として, 日本建築学会計画系論文集, Vol. 87, pp. 785–796, 2022. <https://doi.org/10.3130/aije.87.785>
- 1-32) Kawakubo S, Sugiuchi M, Arata S: Office thermal environment that maximizes workers' thermal comfort and productivity, *Build Environ*, 2023;233:110092. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110092>
- 1-33) Thneibat M: Assessing the post-COVID interaction between indoor environmental quality and

occupants within educational buildings: A structural equation modeling approach, Build Environ, 2024;255:111422. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111422>

第 2 章

With/After コロナのオフィス環境と環境満足度 に関する実態調査

第2章 目次

第2章 With/After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する実態調査	14
2.1. オフィス環境基準および環境満足度の評価方法の整理	14
2.1.1. オフィス環境に関する基準値および指針値	14
2.1.2. 環境満足度の評価方法	20
2.2. 新型コロナウイルス感染症とその対策の整理	23
2.2.1. 新型コロナウイルス感染症の特徴と感染機序	23
2.2.2. オフィスの感染対策に関する指針・チェックリスト	25
2.3. With/After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する実態調査の概要	29
2.3.1. 研究デザイン	29
2.3.2. アンケート調査	31
2.3.3. 窓開け・在室人数およびオフィス環境の実測調査	37
2.3.4. 調査前後のヒアリング調査	43
2.3.5. 統計分析	43
2.3.6. 倫理上の配慮	44
2.4. With/After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する実態	45
2.4.1. 対象オフィスビルの建物概要	45
2.4.2. 対象オフィスビルの空調・換気設備	45
2.4.3. 空調・換気設備の運用と維持管理	52
2.4.4. 執務者による感染対策	55
2.4.5. 窓開け割合と在席割合	59
2.4.6. オフィスの温熱・空気環境	60
2.4.7. 対象執務者の個人属性	64
2.4.8. 執務者のヘルスリテラシー	67
2.4.9. 執務者の働き方と生活習慣	69
2.4.10. 執務者の環境満足度	72
2.5. まとめ	74

第2章 With/After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する実態調査

本章では、With/After コロナにおけるオフィス環境と環境満足度の実態を把握することを目的として、実態調査を行った。具体的にはまず、オフィス環境に関する基準値・指針値および環境満足度の評価方法について整理した(2.1節)。次に、新型コロナウイルス感染症の特徴と感染機序およびオフィスの感染対策に関する指針・チェックリストについて整理した(2.2節)。その後、With/After コロナにおけるオフィス環境の実態調査として、2.1節と2.2節で整理した内容を踏まえて、研究デザイン、アンケート調査、窓開け・在室人数および室内環境の実測調査、調査前後のヒアリング調査について計画を行った(2.3節)。最後に、With/After コロナにおけるオフィス環境の実態調査により得られた結果のうち、With/After コロナでの変化に着目して、空調・換気設備の運用と維持管理、執務者による感染対策、窓開け割合と在席割合、オフィスの温熱・空気環境、対象執務者のヘルスリテラシー、働き方、生活習慣、環境満足度の変化について、基礎集計を行った(2.4節)。なお、本研究の目的は、オフィス環境と環境満足度の関係を明らかにすることである。そこで、次章以降では、実態調査で得られた結果をもとに、環境要素に焦点を当てた詳細な分析を行う。

2.1. オフィス環境基準および環境満足度の評価方法の整理

2.1.1. オフィス環境に関する基準値・指針値

本項では、オフィス環境に関する基準値・指針値について、本研究で測定を行った物理量である、温度・相対湿度・CO₂濃度、PM_{2.5}質量濃度、アルデヒド・VOC濃度、作業面照度、騒音レベルに関する基準値・指針値に着目して述べる。具体的には、温度・相対湿度・CO₂濃度の基準値として建築物衛生法による建築物環境衛生管理基準(2.1.1.1)、PM_{2.5}質量濃度の指針値としてWHOの空気質ガイドライン(2.1.1.2)、アルデヒド・VOC濃度の指針値として厚生労働省による化学物質の室内濃度指針値(2.1.1.3)、作業面照度の基準値として事務所衛生基準規則(2.1.1.4)、騒音レベルの基準値として日本建築学会による建物・室用途別性能基準(2.1.1.5)について述べる。

2.1.1.1. 建築物衛生法による建築物環境衛生管理基準²⁻¹⁾

我が国では、1970年に制定された「建築物における衛生環境の確保に関する法律(建築物衛生法)」により、空調、給水等について、建築物環境衛生管理基準が定められている。建築物衛生法では、(1)建築基準法に定義された建築物であること、(2)興行場、百貨店、集会場、図書館、博物館、美術館、遊技場、店舗、事務所、学校(研修所を含む)、旅館の特定用途に使用される建築物であること、(3)特定用途に使用される延べ面積が、3,000m²以上(ただし、小学校、中学校等については、8,000m²以上)であることを満たす建築物を「特定建築物」とし、自治体の立入検査等の監視指導対象としている。

表2-1に、空気環境に関する建築物環境衛生管理基準を示す。このうち、二酸化炭素の含

有率は 1000 ppm 以下、温度は 18°C 以上 28 °C 以下、湿度は 40%以上 70%以下と基準値が定められている。また、令和 4 年 4 月 1 日の政令等の改正により、一酸化炭素の含有率と温度に関する基準値が改正された。

実際の建築物においては、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、温度、相対湿度、気流の 6 項目について 2 ヶ月以内ごとに 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。また、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、最初にくる 6~9 月の間に 1 回測定することになっている。

表 2-1 空気環境に関する建築物環境衛生管理基準

項目	基準値
浮遊粉じんの量	0.15 mg/m ³ 以下
一酸化炭素の含有率	(令和 4 年 3 月 31 日まで) 10 ppm 以下 ※ 特例として外気がすでに 10 ppm 以上ある場合には 20 ppm 以下 (令和 4 年 4 月 1 日以降) 6 ppm 以下
二酸化炭素の含有率	1,000 ppm 以下
温度	(令和 4 年 3 月 31 日まで) (1) 17°C 以上 28 °C 以下 (2) 居室における温度を外気の温度より低くする場合は、その差を著しくしないこと。 (令和 4 年 4 月 1 日以降) (1) 18°C 以上 28 °C 以下 ※ (2) の規定について、変更はなし。
相対湿度	40%以上 70%以下
気流	0.5 m/s 以下
ホルムアルデヒドの量	0.1 mg/m ³ 以下 (= 0.08 ppm 以下)

2.1.1.2. 厚生労働省による化学物質の室内濃度指針値²⁻²⁾

我が国では、厚生労働省により 13 種類の化学物質に室内濃度の指針値が設定されている。表 2-2 に、各化学物質の室内濃度指針値を示す。このうち、ホルムアルデヒドは 100 µg/m³ (0.08 ppm)、アセトアルデヒドは 48 µg/m³ (0.03ppm)、トルエンは 200 µg/m³ (0.05 ppm)、エチルベンゼンは 3800 µg/m³ (0.88 ppm)、スチレンは 220 µg/m³ (0.05 ppm)、パラジクロロ

ベンゼンは $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)、テトラデカン は $330 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm) と指針値が定められている。これらの指針値は一生涯暴露されても健康を害さない濃度として設定され、VOC に関する知見が増えるにつれて更新されるものとされている。また、平成 31 年 1 月 17 日には、一部の物質（トルエン、フタル酸ジ-n-ブチル、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル）で指針値の改正があった。さらに、室内空気質の個別の VOC を総合的に考慮した目安として利用されることが期待されるものとして、総揮発性有機化合物量（TVOC）の暫定目標値が定められている。

表 2-2 厚生労働省による各化学物質の室内濃度指針値

揮発性有機化合物 (VOC)	毒性指標	室内濃度指針値	指針値の設定日及び改定日等
ホルムアルデヒド	ヒト吸入曝露における鼻咽頭粘膜への刺激	$100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08 ppm)	設定日： 平成 9 年 6 月 13 日
アセトアルデヒド	ラットの経気道曝露における鼻咽頭嗅覚上皮への影響	$48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03 ppm)	設定日： 平成 14 年 1 月 22 日
トルエン	ヒトにおける長期間職業曝露による中枢神経系への影響	$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm)	設定日： 平成 12 年 6 月 26 日 改定日： 平成 31 年 1 月 17 日
エチルベンゼン	マウス及びラット吸入曝露における肝臓及び腎臓への影響	$3800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88 ppm)	設定日： 平成 12 年 12 月 15 日
スチレン	ラット吸入曝露における脳や肝臓への影響	$220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm)	設定日： 平成 12 年 12 月 15 日
パラジクロロベンゼン	ビーグル犬経口曝露における肝臓及び腎臓等への影響	$240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)	設定日： 平成 12 年 6 月 26 日
テトラデカン	C ₈ —C ₁₆ 混合物のラット経口曝露における肝臓への影響	$330 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)	設定日： 平成 13 年 7 月 5 日
クロルピリホス	母ラット経口曝露に	$1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	設定日：

(つづく)

表 2-2 厚生労働省による各化学物質の室内濃度指針値（つづき）

揮発性有機化合物 (VOC)	毒性指標	室内濃度指針値	指針値の設定日及び改定日等
クロルピリホス	おける新生児の神経母発達への影響及び新生児脳への形態学的影響	(0.07 ppb) 但し小児の場合 は 0.1 µg/m ³ (0.007 ppb)	平成 12 年 12 月 15 日
フェノブカルブ	ラットの経口曝露におけるコリンエステラーゼ活性などへの影響	33 µg/m ³ (3.8 ppb)	設定日： 平成 14 年 1 月 22 日
ダイアジノン	ラット吸入曝露における血漿及び赤血球コリンエステラーゼ活性への影響	0.29 µg/m ³ (0.02 ppb)	設定日： 平成 13 年 7 月 5 日
フタル酸ジ-n-ブチル	ラットの生殖・発生毒性についての影響	17 µg/m ³ (1.5 ppb)	設定日： 平成 12 年 12 月 15 日 改定日： 平成 31 年 1 月 17 日
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	ラットの雄生殖器系への影響	100µg/m ³ (6.3 ppb) 注1)	設定日： 平成 13 年 7 月 5 日 改定日： 平成 31 年 1 月 17 日
総揮発性有機化合物量 (TVOC)	国内の室内 VOC 実態調査の結果から、合理的に達成可能な限り低い範囲で決定	暫定目標値注2) 400 µg/m ³	設定日： 平成 12 年 12 月 15 日

注1) フタル酸ジ-2-エチルヘキシルの蒸気圧については 1.3×10^{-5} Pa (25°C) ~ 8.6×10^{-4} Pa (20 °C) など多数の文献値があり、これらの換算濃度はそれぞれ 0.12~8.5 ppb 相当である。

注2) この数値は、国内家屋の室内 VOC 実態調査の結果から、合理的に達成可能な限り低い範囲で決定した値である。TVOC 暫定目標値は室内空気質の個別の揮発性有機化合物 (VOC) を総合的に考慮した目安として利用されることが期待されるものであるが、毒性学的知見から決定したのではなく、含まれる物質の全てに健康影響が懸念されるわけではない。また、個別の VOC 指針値とは独立に扱われなければならない。

2.1.1.3. WHO の空気質ガイドライン²⁻³⁾

我が国では、建築物衛生法による建築物環境衛生管理基準にて、浮遊粉じんの量に関する基準値（0.15 mg/m³ 以下）が定められている。しかしながら、室内環境中における PM_{2.5} のように、粒径分布を考慮した基準値・指針値は定められていないのが現状である。

そこで、PM_{2.5} の指針値として、WHO の空気質に関するガイドラインについて述べる。WHO は、空気質に関するガイドラインとして、令和 3 年 9 月に「WHO global air quality guidelines (AQG)」を公表した。このガイドラインでは、疫学研究において健康影響が確認された下限をもとに、各汚染物質（PM_{2.5}、PM₁₀、O₃、NO₂、SO₂、CO）の指針値を示している。このうち、表 2-3 に、PM_{2.5} と PM₁₀ の指針値を示す。WHO の空気質に関するガイドラインでは、空気質指針値に加えて、暫定目標が定められている。暫定目標とは、暫定的な改善目標値で、最終目標である空気質指針値に到達するまでの段階的な基準とされており、1~4 のように段階的に示されている。PM_{2.5} の指針値について、年平均値で 5 µg/m³、日平均値で 15 µg/m³ と設定されている。

表 2-3 WHO の空気質ガイドラインによる PM_{2.5} と PM₁₀ の指針値

推奨	PM _{2.5}		PM ₁₀	
	年平均 ^{注1)}	日平均	年平均 ^{注1)}	日平均
暫定目標 1	35	75	70	150
暫定目標 2	25	50	50	100
暫定目標 3	15	37.5	30	75
暫定目標 4	10	25	20	50
空気質指針値	5	15	15	45

注1) 年平均値は、24 時間平均濃度の年間分布の 99 パーセンタイル（年間 3~4 日の超過日に相当）と定義

2.1.1.4. 事務所衛生基準規則²⁻⁴⁾

我が国では、事務所衛生基準規則にて、作業の区分に応じた、作業面照度の基準が設定されている。表 2-4 に、事務所衛生基準規則による作業面照度の基準を示す。このうち、一般的な事務作業においては 300 lx 以上、付随的な事務作業においては 500 lx 以上と基準が設定されている。

表 2-4 事務所衛生基準規則による作業面照度の基準

作業の区分	基準
一般的な事務作業	300 lx 以上
付随的な事務作業	500 lx 以上

2.1.1.5. 日本建築学会による建物・室用途別性能基準²⁻⁵⁾

日本建築学会において、室内騒音に関する適用等級が定められている。表 2-5 に日本建築学会による室内騒音に関する適用等級を、表 2-6 に適用等級の意味を示す。これらは、空調騒音、外部からの工場音のようなほぼ定常的な騒音に対して規定されている。このうち、事務所においては、オープン事務室で 40 dB(A)、会議・応接室で 35 dB(A)が、建築学会が推奨する好ましい性能水準（適用等級 1 級）として設定されている。

表 2-5 日本建築学会による室内騒音に関する適用等級

建築物	室用途	騒音レベル [dB(A)]			騒音投球		
		1 級	2 級	3 級	1 級	2 級	3 級
集合住宅	居室	35	40	45	N-35	N-40	N-45
ホテル	客室	35	40	45	N-35	N-40	N-45
事務所	オープン事務室	40	45	50	N-40	N-45	N-50
	会議・応接室	35	40	45	N-35	N-40	N-45
学校	普通教室	35	40	45	N-35	N-40	N-45
病院	病室（個室）	35	40	45	N-35	N-40	N-45
コンサートホール・オペラハウス		25	30	-	N-25	N-30	-
劇場・多目的ホール		30	35	-	N-30	N-35	-
録音スタジオ		20	25	-	N-20	N-25	-

※ この表の値は空調騒音、外部からの工場音のようなほぼ定常的な騒音に対して規定されている。

表 2-6 日本建築学会による適用等級の意味

適用等級	遮音性能の水準	性能水準の説明
1 級	遮音性能上すぐれている	建築学会が推奨する好ましい性能水準
2 級	遮音性能上標準的である	一般的な性能水準
3 級	遮音性能上やや劣る	やむを得ない場合に許容される性能水準

2.1.2. 環境満足度の評価方法

本項では、執務者の環境満足度を評価するためのアンケート・チェックリストについて述べる。具体的には、我が国で多く用いられているものとして、知的生産性測定（SAP）システム（2.1.2.1）、CASBEE-オフィス健康チェックリスト（2.1.2.2）について述べる。

2.1.2.1. SAP システム²⁻⁶⁾

知的生産性測定（Subjective Assessment of workplace Productivity; SAP）システムは、オフィスにおける生産性に関する主観的な評価を収集するためのツールで、一般社団法人日本サステナブル建築協会（JSBC）により開発された。

表 2-7 に、SAP システムのアンケートの項目を示す。アンケートは、オフィス（執務室）、会議スペース、休憩スペース、ビル全体からなる場所ごとの環境満足度・生産性に関する質問および回答者属性に関する質問からなる。このうち、オフィス（執務室）の環境満足度に関連する項目として、机上の明るさ感、室内全体の明るさ感、体全体の温冷感、体全体の乾湿感、広さ、レイアウト、家具の使い心地への満足度、室内環境への満足度と不満の原因（光環境、温熱環境、空気環境、音環境、空間環境、IT 環境）に関する質問がある。

2.1.2.2. CASBEE-オフィス健康チェックリスト²⁻⁷⁾

建築環境総合性能評価ツール（Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency; CASBEE）は、建築物の環境性能で評価し格付けする手法として、2001 年に国土交通省支援のもと、一般財団法人住宅・建築 SDGs 推進センター（IBECs）に設置された「建築物の総合的環境評価研究委員会」によって開発された。CASBEE は評価する内容と対象に応じて、様々な評価ツールがあり、これらを総称して「CASBEE ファミリー」と呼んでいる。このうち、執務者の健康性・生産性に関する評価ツールには、CASBEE-ウェルネスオフィスと CASBEE-オフィス健康チェックリストがある。このうち、CASBEE-ウェルネスオフィスが、執務者が健康で生産的に働くための環境性能について、建築設計者や施工業者等の専門家が評価する「客観」評価ツールであるのに対して、CASBEE-オフィス健康チェックリストはオフィスにおける執務者の健康影響要因について、執務者の主観評価により状態を把握するためのツールである。

表 2-8 に、CASBEE-オフィス健康チェックリストの項目を示す。チェックリストは、オフィス内の作業環境と設備の状況、オフィスおよびビル全体の環境と設備、入居ビルでの取り組みと所属組織に分類され、それぞれが機能促進要因の充足と機能阻害要因の除去に関する質問からなる。このうち、オフィスの環境満足度に関連する項目は、主に機能阻害要因の除去に分類される項目で、「作業スペースや収納場所の狭さ」、「温度による不快感」、「空調の気流による不快感」、「空気の乾燥やジメジメ感」、「空気のよどみや埃っぽさ」、「嫌な臭い」、「明るさのムラ」、「作業スペースの暗さ」、「日差しや照明器具のまぶしさ」、「外部の音が気になる」、「他の人の会話や設備機械音が気になる」である。

表 2-7 SAP システムのアンケートの項目

場所	項目
オフィス (執務室)	机上の明るさ感、室内全体の明るさ感、体全体の温冷感、体全体の乾湿感、広さ、レイアウト、家具の使い心地への満足度、室内環境への満足度と不満の原因（光環境、温熱環境、空気環境、音環境、空間環境、IT環境）、知的生産関連行為のしやすさ（作業への集中、リラックス、他の方とのコミュニケーション、創造的な活動）、知的生産性評価（総合的なオフィス環境への満足度、オフィス環境の作業のしやすさへの影響、アブセンティーズム、プレゼンティーズム）
会議 スペース	利用頻度、○な点（満足や魅力の要因、気に入っている点）と×な点（不満の要因や欠点、気に入らない点）、知的生産関連行為の有無としやすさ（意思決定・収束する必要があるディスカッション、創造的なディスカッション、気分転換・リフレッシュ、自分の執務スペースではできない作業）、知的生産性評価（総合的なオフィス環境への満足度、オフィス環境の作業のしやすさへの影響）
休憩 スペース	利用頻度と不利用の理由、○な点（満足や魅力の要因、気に入っている点）と×な点（不満の要因や欠点、気に入らない点）、知的生産関連行為の有無としやすさ（気分転換・リフレッシュ、同僚や上司との情報交換、同僚との打合せ、仕事に関するちょっとした作業、創造的な発想）、知的生産性評価（総合的なオフィス環境への満足度、オフィス環境の作業のしやすさへの影響）
ビル全体	知的生産性（気分転換、アイデア出し、情報収集、同僚や上司とのコミュニケーション、リフレッシュ、リラックス）に貢献するビル内の場所（玄関ロビー、階段室・踊り場、エレベーターホール、吹き抜け・アトリウム、屋外スペース、喫煙スペース、水回り）の使い方、満足度（ビル敷地内の屋外スペース、ビルの外観、エントランスなどのビルの内観、ビル設備の維持管理状態）、知的生産関連行為のしやすさ（作業への集中、リラックス、他の方とのコミュニケーション、創造的な活動）、知的生産性評価（総合的なオフィス環境への満足度、オフィス環境の作業のしやすさへの影響）
回答者属性	性別、年代、業務内容、執務室タイプ、フリーアドレス、座席位置、勤務年数、自席の滞在率、体調、着衣量、業務満足度

表 2-8 CASBEE-オフィス健康チェックリストの項目

分類	大項目	項目
オフィス内の作業環境や設備の状況	機能促進要因の充足	緑のある植栽、立ち仕事に適したデスク、作業・休息に適した椅子、外の景色を楽しむ、空間の解放感、開閉可能な窓の設置、働きやすい内装・インテリア、デスクの自由選択、屋外からの光を感じる
	機能阻害要因の除去	作業スペースや収納場所の狭さ、温度による不快感、空調の気流による不快感、空気の乾燥やジメジメ感、空気のよどみや埃っぽさ、嫌な臭い、明るさのムラ、作業スペースの暗さ、日差しや照明器具のまぶしさ、外部の音が気になる、他の人の会話や設備機械音が気になる
オフィスやビル全体の環境や設備	機能促進要因の充足	リフレッシュスペース、食事・喫茶場所、ミニキッチン、打ち合わせスペースの選択、階段の利用、仮眠スペース、社内情報共有インフラ、会話を促進する空間、エントランスホール、バリアフリー化、運動促進設備、快適なトイレ、エレベーターの快適性
	機能阻害要因の除去	水道水の品質、トイレの混雑、エレベーターの混雑、コンセント容量や配線、通信ネットワークの遅さ、打ち合わせスペースの不足
入居ビルでの取り組みや所属組織	機能促進要因の充足	環境改善のためのアンケート実施、メンタルヘルスの取り組み、分煙・禁煙対策、健康増進プログラム、階段利用促進、緑地スペース、景観の調和、避難訓練の実施、非常時対応マニュアルの周知
	機能阻害要因の除去	防犯に対する不安、災害時・緊急時の不安、不衛生な環境、ビル管理・運営方法への不満

2.2. 新型コロナウイルス感染症とその対策の整理

2.2.1. 新型コロナウイルス感染症の特徴と感染機序

2019年12月に中国武漢市で原因不明の肺炎が発生してから、瞬く間に全世界でCOVID-19が蔓延した。国内においては、2020年2月に横浜港での客船ダイヤモンド・プリンセス内による集団感染から始まり、その後も全国でクラスター事例が相次いだ。

COVID-19は、SARS-CoV-2がヒトに感染することで発症する気道感染症である。ウイルスの感染経路としては、一般的には、ウイルスが付着した手で鼻や口などを触ることによる「接触感染」、咳やくしゃみによる排出された飛沫が直接相手方に到達することによる「飛沫感染」、排出された飛沫が蒸発した飛沫核が空気中で長時間にわたって浮遊し、吸入することによる「空気感染」がある。

我が国では感染拡大初期の2020年2月末日までのクラスター追跡調査に基づき²⁻⁸⁾、図2-1のように、日本政府が集団感染の発生に関する「3つの密」のリスク²⁻⁹⁾を3月9日に揭示し、その後「3つの密」を避けるための手引き²⁻¹⁰⁾を公表した。この中で、「換気が悪い密閉空間」、「多数が集まる密集場所」、「間近で会話や発声をする密接場面」として3密を避けることの有効性が指摘された。先のウイルスの感染経路との関係について、「換気が悪い密閉空間」は空気感染、「多数が集まる密集場所」は接触感染、「間近で会話や発声をする密接場面」は飛沫感染が概ね対応し、COVID-19の空気感染の可能性が示された。

我が国ではその後、厚生労働省によって、「換気が悪い密閉空間」を避けるための具体的な対策が図2-2のように示された。その中で、感染防止に有効な換気量については十分なエビデンスがないとした上で、建築物衛生法のCO₂濃度基準である1000ppmを満たすことを目安とし、機械換気による場合は1人あたり30m³/h、窓の開閉による場合は2回/h(30分に1回以上、数分間程度、窓を全開にする)以上の換気の確保が推奨された²⁻¹¹⁾。

一方で、WHOと米国CDC(疾病予防管理センター)は当初、空気感染の可能性に否定的であった。例えばWHOは当初、気管挿管などのエアロゾルが発生する医療行為を行う特殊な場合以外は、エアロゾル粒子による空気感染は起きないとしていた。しかし、その後もCOVID-19の空気感染の可能性を示唆する事例が報告され、さらに2020年7月6日には、室内環境、空調設備、医学などの研究者グループによるWHOへの公開書簡が、専門家239人のサインを添えて雑誌“Clinical Infectious Diseases”に掲載された²⁻¹²⁾。その結果、WHOは7月9日に、密集した空間で換気が悪い場合には、空気感染の可能性を示唆した²⁻¹³⁾。また、CDCも10月5日に、空気感染の可能性について言及した²⁻¹⁴⁾。

このように、COVID-19の空気感染の可能性は世界的にも認められるようになり、各国の空調・換気関連の学会から、空気感染としての空調・換気設備に関する指針が公表されるに至った²⁻¹⁵⁾。

そこで次項では、我が国の空気調和・衛生工学会による空気感染としての空調・換気設備に関する指針について整理した。さらに、オフィスの感染対策に関するチェックリスト・評価ツールについても整理した。

新型コロナウイルスの集団発生防止にご協力をおねがいします

3つの「密」を避けましょう!

①換気の悪い
密閉空間

②多数が集まる
密集場所

③近所で会話や
発声をする
密接場面

新型コロナウイルスへの対策として、クラスター(集団)の発生を防止することが重要です。日頃の生活の中で3つの「密」が重ならないよう工夫しましょう。

3つの条件がそろう場所が
クラスター(集団)発生の
リスクが高い!

※3つの条件のほか、**共同で使う物品**には
消毒などを行ってください。

首相官邸 厚生労働省 厚労省 コロナ 検索

新型コロナウイルスの感染拡大防止にご協力をおねがいします

3つの「密」を避けるための手引き!

- 新型コロナウイルスの感染拡大を防ぐため、咳エチケット、手指衛生等に加え、「**3つの密(密閉・密集・密接)**」を避けてください。
- 3つの密が重ならない場合でも、リスクを低減するため、できる限り「**ゼロ密**」を目指しましょう。
- 屋外でも、密集・密接には、**要注意**。人混みに近づいたり、大きな声で話しかけることなどは避けましょう。

首相官邸 厚生労働省 厚生労働省フリーダイヤル
厚労省 コロナ 検索 **0120-565653**

図 2-1 3つの密のリスク(左)と避けるための手引き(右)

～ 商業施設等の管理権原者の皆さまへ ～

「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法

新型コロナウイルス感染症対策専門家会議の見解(令和2年3月9日及び3月19日公表)では、集団感染が確認された場所共通する3条件が示されています。新型コロナウイルス感染症厚生労働省対策本部では、この見解を踏まえ、リスク要因の一つである「換気の悪い密閉空間」を改善するため、多数の人が利用する商業施設等においてどのような換気を行えば良いのかについて、有識者の意見を聴きつつ、文献、国際機関の基準、国内法令基準等を参照し、推奨される換気の方法をまとめました。

専門家検討会の見解(抄)

クラスター(集団)感染発生リスクの高い状況の回避

- ① 換気を励行する：換気の悪い密閉空間にしないよう、換気設備の適切な運転・点検を実施する。定期的に外気を取り入れる換気を実施する。
- ② 人の密度を下げる：人を密集させない環境を整備。会場に入る定員をいつもより少なく定め、入退場時間帯を設けるなど動線を工夫する。
- ③ 近距離での会話や発声、高唱を避ける：大きな発声をさせない環境づくり(声援などは控える)。共有物の適正な管理又は消毒の徹底等。

推奨される換気の方法

ビル管理法(建築物における衛生的環境の確保に関する法律)における空気環境の調整に関する基準に適合していれば、必要換気量(一人あたり毎時30m³)を満たすことになり、「換気が悪い空間」には当りてはまらないと考えられます。このため、以下のいずれかの措置を講ずることを商業施設等の管理権原者に推奨いたします。

なお、「換気の悪い密閉空間」はリスク要因の一つに過ぎず、一人あたりの必要換気量を満たすだけで、感染を確実に予防できるという観点から、文献等で明らかになっているわけではないことに留意していただく必要があります。

① 機械換気(空気調和設備、機械換気設備)による方法

- ビル管理法における特定建築物に該当する商業施設等については、ビル管理法に基づく空気環境の調整に関する基準が満たされていることを確認し、満たされていない場合、換気設備の清掃、整備等の維持管理を適切に行うこと。
- 特定建築物に該当しない商業施設等においても、ビル管理法の考え方に基づく必要換気量(一人あたり毎時30m³)が確保できていることを確認すること。必要換気量が足りない場合は、一部屋あたりの在室人数を減らすことで、一人あたりの必要換気量を確保することも可能であること。

厚生労働省
Ministry of Health, Labour and Welfare

ビル管理法における空気調和設備を設けている場合の空気環境の基準

項目	基準
ア 浮遊状じん量	0.15 mg/m ³ 以下
イ 一酸化炭素の含有率	100万分の6以下(=6 ppm以下)
ウ 二酸化炭素の含有率	100万分の1000以下(=1000 ppm以下)
エ 温度	1. 18℃以上28℃以下 2. 居室における温度を外気の温度より低くする場合は、その差を著しくしないこと。
オ 相対湿度	40%以上70%以下
カ 気流	0.5 m/秒以下
キ ホルムアルデヒドの量	0.1 mg/m ³ 以下(=0.08 ppm以下)

※機械換気設備を設けている場合は、上記の表のあらかじめ、及びキを遵守する必要があります。

② 窓の開放による方法

- 換気回数^{※1}を毎時2回以上(30分に一回以上、数分間程度、窓を全開する。)とすること。
※ 換気回数は、部屋の空気がすべて外気と入れ替わる回数という。
- 空気の流れを作るため、複数の窓がある場合、二方向の壁の窓を開放すること。窓が一つしかない場合は、ドアを開けること。

換気に当たっての留意点

① 特定建築物に該当する場合

- 特定建築物^{※1}に該当する商業施設等の管理権原者は、ビル管理法に基づく空気環境の調整に関する基準に従って当該建築物を維持管理しなければなりません。
- 基準を満たしていない場合^{※2}は、建築物環境衛生管理技術者の意見を尊重して適切な是正措置を講じ、当該建築物が基準を満たすように維持管理しなければなりません。

※1 ビル管理法における特定建築物とは、銀行、百貨店、集会所、遊技場、店舗等の用途に供される延べ床面積が3,000m²以上の建築物であって、多数の人が使用・利用するものをいいます。
※2 近年、二酸化炭素の含有率の基準を満たしていない特定建築物が多数報告されています。改めて換気設備の点検を行なうなど、適切な維持管理を行ってください。

② 特定建築物に該当しない場合

- 特定建築物に該当しない商業施設等の管理権原者についても、ビル管理法に基づく空気環境の調整に関する基準に従って当該建築物の維持管理するように努めなければならないとされています。
- これを踏まえ、機械換気による場合、換気設備を設計した者や換気の専門業者に依頼し、換気量などの程度あるかを確認し、一人あたりの必要換気量が確保できるよう、部屋の内部の利用者数の上限を把握するよう努めなければなりません。

R4.6.30

図 2-2 「換気が悪い密閉空間」を改善するための換気の方法

2.2.2. オフィスの感染対策に関する指針・チェックリスト

本項では、我が国の空気調和・衛生工学会による空気感染としての空調・換気設備に関する指針について整理した(2.1.2.1)。さらに、オフィスの感染対策に関するチェックリスト・評価ツールとして、Re-occupancy Assessment Tool V3.0(2.1.2.2)およびCASBEE-感染対策チェックリスト(2.1.2.3)についても整理した。

2.1.2.1. 空気調和衛生工学会による空気感染としての空調・換気設備の運用²⁻¹⁶⁾⁻²⁻¹⁷⁾

空気調和・衛生工学会は、2020年4月8日に「新型コロナウイルス感染対策としての空調設備を中心とした設備の運用について」を公表した。さらに、その後に得られた知見を加えることにより、2020年9月7日には「新型コロナウイルス感染対策としての空調設備を中心とした設備の運用について(改訂二版)」²⁻¹⁶⁾、2021年4月1日には「新型コロナウイルス感染対策としての空調・衛生設備の運用について」²⁻¹⁷⁾と改訂版を公表した。そこで、ここでは2021年4月1日に公表された「新型コロナウイルス感染対策としての空調・衛生設備の運用について」の内容を整理する。

表2-9に、空気調和・衛生工学会による感染対策としての空調・換気設備の運用について示す。このうち、換気について、中央式空調システムの事務所等では取入れ外気量を増やす方向で調整することを原則とし、また、個別空調システムの事務所等でも外調機と全熱交換器の換気量になるべく大きくなるように調整することとしている。また、空調・換気設備の運転について、個別空調システムであっても、中央式空調システムと同様、換気室の運転時間を長く設定し、可能なら24時間運転とすることとしている。温度と湿度の設定値については、建築物衛生法の管理基準値(温度:18~28℃、相対湿度:40~70%)を満たすことを原則とした上で、可能であれば相対湿度を40~60%の範囲に制御することを推奨している。空調・換気設備のエアフィルターについて、全外気運転の場合は通常通りの保守管理で良いが、還気を取り入れる場合にはフィルタに捕集された粒子による風量の低下、堆積粒子が再飛散しないように、フィルタの差圧をこまめにチェックし、必要に応じて通常より早く交換することが望ましいとしている。また、フィルタの捕集性能を確保するためにリークを減らすことも重要としている。空気清浄機については、補助設備として有効であるとした上で、換気量が確保できる場合には換気によるウイルス濃度低減効果が大きいとしている。熱交換器について、静止型全熱交換器の場合には、熱交換素子を経由したウイルスの漏洩リスクが小さく、外気と廃棄の漏れによる漏洩も5%程度と小さいことから、熱交換モードでの運転に問題はないとしている。また、回転形の場合も、パーゼクターが設定され、圧力バランスが適切に調整されている(還気系圧力<給気系圧力)場合はウイルスの漏洩リスクが小さいと考えられるため、運転状況の確認・調整を適切に行うことを前提として有効換気量(給気量から漏洩量を差し引いた風量)が大きくなるモードでの運転を実施することとしている。また、トイレでは便器の蓋を閉じて洗浄を行うこと、排気ファンを常時運転すること、封水を定期的に確認することとしている。

表 2-9 空気調和・衛生工学会による感染対策としての空調・換気設備の運用

項目	内容
換気	<ol style="list-style-type: none"> 1. できるだけ多くの外気を供給する。可能であれば、端末機器を100%外気に切り替える。 2. 定期的に窓を開ける。
空調・換気設備の運転	<ol style="list-style-type: none"> 1. 空調機器の運転時間を増やし、可能であれば24時間連続運転する。 2. トイレの排気装置を連続運転する。 3. CO₂の設定値を下げる。
温度と湿度の設定値	<ol style="list-style-type: none"> 1. 温度は17~28℃に、相対湿度は40~70%に保つ。
圧力差	<ol style="list-style-type: none"> 1. トイレの負圧を確保する。
空調・換気設備のエアフィルター	<ol style="list-style-type: none"> 1. 外気100%のシステムの場合、フィルターは通常通り運転できる。 2. 還気運転では、フィルターの差圧を頻繁にチェックし、通常より早くエアフィルターを交換する。
空気清浄機	<ol style="list-style-type: none"> 1. 空気清浄機は補助装置として有効である。 2. 空気清浄機より換気の方が効果的である。
熱交換器	<ol style="list-style-type: none"> 1. 静止型全熱交換器の場合は、熱交換モードで運転する。 2. 回転式の場合、還気圧力が給気圧力より低い場合は、有効換気量を大きくして運転する。
その他	<ol style="list-style-type: none"> 1. トイレの水を流すときは蓋を閉め流。 2. トイレの封水は定期的にチェックする。

2.1.2.2. CASBEE-感染対策チェックリスト（オフィス版）²⁻¹⁸⁾

CASBEE-感染対策チェックリストは、オフィス環境における感染症対策を評価・改善するためのツールであり、住宅版とオフィス版が公開されている。ここでは、CASBEE-感染対策チェックリスト（オフィス版）について整理した。

表 2-10 に、CASBEE-感染対策チェックリスト（オフィス版）の評価項目を示す。評価項目は、室用途に応じて、全体、エントランスホール、通路・廊下等、執務室、会議室、休憩室、トイレに分けられ、また、対策区分として感染源、飛沫、接触、換気等、健康衛生に分類される。このうち、執務室の項目としては、感染源/飛沫に関する対策として対人距離の確保が、換気等に関する対策として換気量の適正確保、自然換気の仕組み、エアフィルタの適正設置、エアフィルタの定期交換・清掃、換気の適正確認仕組みが、接触に関する対策として手洗い・消毒設備の設置、共用部の清拭消毒が、健康衛生に関する対策として室温・湿度管理が含まれている。また、それぞれの項目は、その所管区分に応じて、設計者、管理者、利用者に分類される。

表 2-10 CASBEE-感染対策チェックリスト（オフィス版）の評価項目

室用途	対策区分	対策内容	所管区分		
			設計者	管理者	利用者
全体	感染源/飛沫	マスク着用の周知		✓	✓
		対面での会話や飲食制限		✓	✓
	接触	共用部の消毒実施		✓	
エントランス	飛沫	対人距離の確保促進		✓	
ホール	換気等	換気設備の適正運用	✓	✓	
		自然換気の仕組み	✓		
		換気量の調整		✓	
	接触	非接触移動の仕組み	✓		
		手洗い・消毒設備の設置	✓	✓	
感染源	感染疑い者への対応		✓		
通路・廊下等	飛沫	エレベーターの乗員上限数表示		✓	
	換気等	換気設備の適正運用	✓	✓	
執務室	感染源/飛沫	対人距離の確保			✓
	換気等	換気量の適正確保	✓	✓	
		自然換気の仕組み	✓	✓	✓
		エアフィルタの適正設置	✓		
		エアフィルタの定期交換・清掃		✓	
		換気の適正確認仕組み	✓		✓
	接触	手洗い・消毒設備の設置			✓
共用部の清拭消毒				✓	
健康衛生	室温・湿度管理	✓	✓	✓	
会議室	感染源/飛沫	座席間の飛沫防止		✓	✓
	換気等	換気量の適正確保	✓	✓	
	接触	消毒備品の設置		✓	✓
		共用部の清拭消毒		✓	✓
休憩室	感染源/飛沫	座席間の飛沫防止		✓	✓
	換気等	換気量の適正確保	✓	✓	
	接触	消毒備品の設置		✓	✓
	健康衛生	水分補給設備の設置	✓	✓	✓
		分煙対策の実施	✓		
トイレ	換気等	換気の適正運用	✓	✓	

(つづく)

表 2-10 CASBEE-感染対策チェックリスト（オフィス版）の評価項目（つづき）

室用途	対策区分	対策内容	所管区分		
			設計者	管理者	利用者
トイレ	換気等	トイレの封水対策	✓	✓	
	接触	ウイルス付着防止対策	✓		
		自動水栓の整備	✓		
		清拭装備の設置	✓		
		定期的な清掃			✓
情報共有等	感染源	感染者対応マニュアルの周知		✓	
		医療施設での予防策実施		✓	
その他		テレワーク推進支援体制	✓		
		感染症対策の実施	✓	✓	

2.1.2.3. AIAによる Re-occupancy Assessment Tool V3.0²⁻¹⁹⁾

Re-occupancy Assessment Tool V3.0 は、アメリカ建築家協会（American Institute of Architects; AIA）によって開発された、一時的な閉鎖を余儀なくされた事業所と公共施設における再開（再入居）時の感染対策を評価するためのツールである。表 2-11 に、Re-occupancy Assessment Tool V3.0 の評価項目を示す。評価項目は、物理的距離の確保、衛生管理、空調・換気、個人用保護具（PPE）、健康管理と監視、政策と手順、共有設備の管理に分類される。

表 2-11 オフィスにおける感染対策一覧

分類	感染対策項目
物理的距離の確保	席の間隔の確保、デスクの配置変更、エレベーターの乗車人数制限、一方通行の動線設計、会議室利用の人数制限
衛生管理	定期的な清掃と消毒の実施、手指消毒剤の設置、高頻度接触面（ドアノブ、スイッチなど）の消毒強化
空調・換気	換気設備の定期点検、外気導入の増加、空気清浄機の設置、フィルターの定期交換、換気扇の継続運転
個人用保護具（PPE）	マスク、手袋、フェイスシールドの配布と着用指導
健康管理と監視	従業員の健康状態の確認、体温測定の実施、症状がある従業員の在宅勤務推奨、濃厚接触者の追跡
ポリシーと手順	在宅勤務制度の導入、フレックスタイム制度、緊急時対応計画の策定と周知
共有設備の管理	非接触型ドアの導入、タッチレス水栓の導入、個人用文房具の推奨、共用スペース（キッチン、休憩室）の利用制限

2.3. With/After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する実態調査の概要

本節では、2.1 節および 2.2 節で整理した情報に基づいて、With/After コロナにおけるオフィス環境と環境満足度に関する実態調査の計画を行った。ここでは、実態調査の概要として、研究デザイン (2.3.1)、アンケート調査 (2.3.2)、窓開け・在室人数および室内環境の実測調査 (2.3.3)、ヒアリング調査 (2.3.4) について述べる。また、本研究で用いる統計分析の手法 (2.3.5) と倫理上の配慮 (2.3.6) についても述べる。

2.3.1. 研究デザイン

2.3.1.1. 調査対象

調査対象は、18 企業が所有する 22 棟のオフィスビル (建物 ID: A~V) およびその建物管理者、執務者とした。図 2-3 に、調査対象としてのオフィスビル、建物管理者、執務者に関する概略を示す。参加基準は、一般財団法人 住宅・建築 SDGs 推進センター (IBECs) に設置された「住宅・非住宅建築物の省エネルギー・脱炭素・室内環境のための技術体系に関する研究—実証データに基づく技術開発プロジェクト (フェーズ 6・7) —ポスト COVID-19 における空調・換気・通風計画のあり方検討委員会」への参加であった。このプロジェクトは、省エネルギーで快適な住宅・非住宅建築物のための合理的な建築技術の確立と普及を目指し、既存及び新規に開発された技術を対象として、設計建設等実務者と政策立案者のための透明性が高く、わかりやすいガイドライン等の作成および透明性と実証データによる解明が不十分な既存技術に関する効果検証に重きを置いている²⁻²⁰⁾。除外基準は、COVID-19 蔓延時という特殊な時期に、可能な限り多くのオフィスビルと執務者からデータを収集するために、意図的に設けないこととした。なお、各時点の調査で異なる個人を対象として含んでいたが、各企業の同部署に調査を依頼することによって、各時点で対象執務者の属性が大きく変わらないように配慮した。

2.3.1.2. 調査時期

図 2-4 に、実態調査の時期と COVID-19 の新規感染者数の推移を示す。調査時期は、2020 年 11~12 月 (2020 年調査)、2021 年 11~12 月 (2021 年調査)、2023 年 7~8 月 (2023 年調査)、2024 年 1~2 月 (2024 年調査) の 4 時点とした。本研究では COVID-19 の流行前である 2019 年以前を「Before コロナ」、COVID-19 の流行後である 2020 年以降のうち、COVID-19 の感染症法上の位置付けが「5 類」に格下げされた 2023 年 5 月 8 日²⁻²¹⁾までを「With コロナ」、2023 年 5 月 8 日以降を「After コロナ」と定義した。したがって、2020 年調査と 2021 年調査は With コロナに、2023 年調査と 2024 年調査は After コロナの時期に実施した。

2020 年調査は、COVID-19 の流行後できる限り早期に実施した。調査期間は、第 3 波 (全国新規感染者数の平均は 2120 人/日) に該当²⁻²²⁾し、当時では COVID-19 流行後かつてないほど多くの新規感染者数が報告されていた時期であった。

2021 年調査は、COVID-19 の感染拡大が社会状況の変化も伴いながら長期化していたこ

とから、With コロナの2時点でオフィス環境と環境満足度を比較する目的で実施された。そのため、オフィス環境と環境満足度が季節によって異なる²⁻²³⁾ことを考慮して、2020年調査と同時期である中間期（晩秋）に実施した。調査期間は、第5波と第6波の中間の時期（全国新規感染者数の平均は111人/日）に該当²⁻²²⁾し、2020年調査と比較して、新規感染者数が少ない期間であった。また、国内でCOVID-19ワクチン接種が開始されていた。

2023年調査は、COVID-19の「5類」移行に伴うオフィスビルでの感染対策および執務者の行動、認識の変化を捉える目的で、COVID-19の「5類」移行後できる限り早期に実施した。この調査は、ニューノーマル時代のベースラインデータを提供し、将来的にオフィスビルの運用がどのように変化していくかを追跡する上での基準となることが期待される。そのため、2020年調査、2021年調査から更に、オフィス環境と環境満足度に関する調査項目を拡充し、より包括的な調査とした。

2024年調査は、COVID-19の「5類」移行直後からオフィスの感染対策状況がさらに変化し、新たな平時が形成されつつあると考えられることから、さらに時間が経過した期間におけるオフィス環境と環境満足度を調査する目的で実施した。また、2023年調査は夏期に実施したが、季節によって空調・換気がオフィス環境と環境満足度に与える影響が異なる²⁻²³⁾ことが報告されている。そこで、After コロナのオフィスビルにおけるオフィス環境と環境満足度の季節差を明らかにする目的で、2024年調査は冬期に実施した。

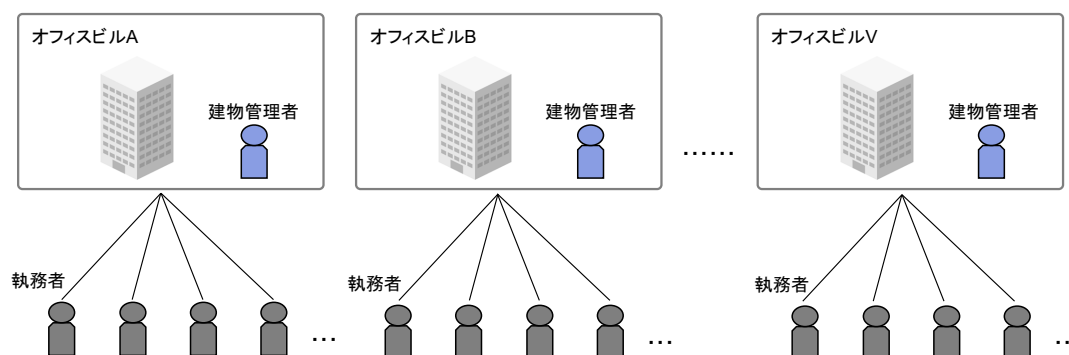
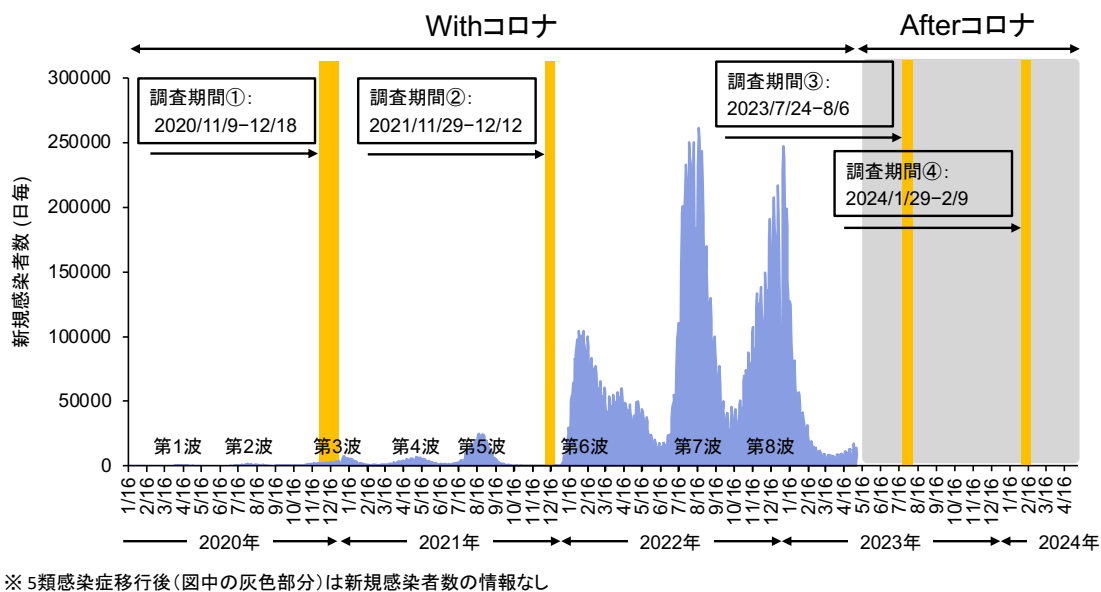


図 2-3 調査対象としてのオフィスビル、建物管理者、執務者に関する概略



2.3.2. アンケート調査

アンケートは、建物管理者用と執務者用の2種類を用意した。表2-12にアンケートの質問項目の概要を示す。なお、全ての調査で全ての項目を扱ったわけではなく、一部の調査のみ扱った項目も含まれている。建物管理者用アンケートの設問および選択肢の詳細を表A-1に、各調査で採用された建物管理者用アンケートの設問に関する情報を表A-2に示す。同様に、執務者用アンケートの設問および選択肢の詳細を表B-1に、各調査で採用された執務者用アンケートの設問に関する情報を表B-2に示す。以下では、建物管理者用と執務者用のそれぞれについて、概要を述べる。

2.3.2.1. 建物管理者用アンケート

建物管理者用アンケートの質問項目は、(1)建物情報、(2)換気・空調設備、(3)換気・空調設備の維持管理に関する項目に分類された。以下で、(1)～(3)の項目について、それぞれの概要を述べる。

(1) 建物情報

建物情報に関するアンケート項目には、所在地、竣工年、建物用途、構造、階数、延床面積区分、特定建築物への該当などが含まれた。なお、これらの項目は、4回の調査で回答結果が変わらないことが想定されるため、2020年調査でのみ質問された。

(2) 空調・換気設備

空調・換気設備に関するアンケート項目には、熱源方式、換気方式、空調方式、外気処理方式、設計時の一人あたり換気量、換気量の自動制御(デマンドコントロール等)の有無と

運用状況、空調機の加湿方式、循環空調用と外気導入部のエアフィルタの種類などが含まれた。なお、これらの項目の一部（熱源方式、換気方式、空調方式、外気処理方式、設計時の一人あたり換気量）は、4回の調査で回答結果が変わらないことが想定されるため、2020年調査でのみ質問された。

(3) 空調・換気設備の維持管理

空調・換気設備の維持管理に関するアンケート項目には、COVID-19流行に対する維持管理計画の作成、水質の確認、飲料水システムのフラッシング、換気量の増加、トイレが負圧になっていることの確認、エアフィルタが耐用年数内であることの確認、エアフィルタが適切に設置されていることの確認、エアフィルタの交換、空調システムへの紫外線照射システムの導入の実施有無および、高頻度で接触する表面の消毒、換気システムが正常に動作していることの確認、温湿度やCO₂濃度の定期的なモニタリング、空調システムの清掃、部屋利用前や利用後の空気の入替え、相対湿度レベルの維持、CO₂濃度レベルの維持の開始時期が含まれた。これらの項目は、COVID-19の空気感染への対策を目的とした空調・換気設備の運用に関する各国のガイドライン²⁻¹⁵⁾から抽出された。また、これらの実施割合については、Before コロナから With コロナで実施割合が増加し、After コロナでは項目ごとに、With コロナと同程度の実施割合、With コロナから実施割合が減少するものの Before コロナよりも高い実施割合、With コロナから実施割合が減少し Before コロナと同程度の実施割合となることが想定される。そこで、開始時期について、各設問の選択肢として「COVID-19流行前から実施」を含めた。

2.3.2.2. 執務者用アンケート

執務者用アンケートは、各オフィスビルの執務者のうちの代表者（代表執務者）を通じて配布・回収され、各調査期間中に一人一回、自由な時間・場所で回答してもらう形式とした。質問項目は、(1) 個人属性、(2) 働き方、(3) オフィス環境①、(4) オフィス環境②、(5) オフィスでの感染対策、(6) 在宅勤務環境、(7) 今ここの環境、(8) 生活習慣と健康に関する項目に分類された。以下では、(1)～(8)の項目について、それぞれの概要を述べる。

(1) 個人属性

個人属性に関するアンケート項目には、アンケートの回答場所、性別、年代、業務内容、ヘルスリテラシー（マスク着用、手洗い、体温測定のコツ）などが含まれた。また、2020年調査と2021年調査の間にCOVID-19ワクチン接種が開始されたため、2021年調査以降にはCOVID-19ワクチン接種の回数に関する質問が追加された。

(2) 働き方

働き方に関するアンケート項目には、過去1ヶ月間におけるオフィス勤務、在宅勤務、時

差出勤の利用、オンライン会議の1週間あたりの日数などが含まれた。働き方について、Before コロナから With コロナで大きく変化し、After コロナでは部分的に回復するものの完全には Before コロナの水準に戻らないと考えられることから、2020年調査には、Before コロナである2019年の働き方についても同様の質問をした。更に、2021年調査以降には、理想の働き方についても同様の質問をした。

(3) オフィス環境①

オフィス環境①に関するアンケート項目には、過去1ヶ月間におけるオフィス環境(光、温熱、空気、音、空間、IT環境)に対する満足度、不満の原因、総合的な満足度、行為(作業への集中、リラクセス、コミュニケーション、リフレッシュ、創造的な活動)のしやすさ、知覚(明るさ感、温冷感、乾湿感、気流の強さ感、においの強度、騒音)が含まれた。このうち、オフィス環境に対する不満の原因および知覚については、2023年調査から追加された。

オフィス環境に対する満足度、不満の原因、総合的な満足度、行為のしやすさに関する質問は、SAPシステム²⁻⁶⁾を参考に設問が作成され、オフィス環境に対する満足度と総合的な満足度は7段階(1:非常に不満、2:不満、3:やや不満、4:どちらともいえない、5:やや満足、6:満足、7:非常に満足)で、行為のしやすさは5段階(1:しにくい、2:ややしにくい、3:どちらともいえない、4:ややしやすい、5:しやすい)で評価された。知覚に関する質問は、SAPシステム²⁻⁶⁾および既往研究²⁻²⁴⁾⁻²⁻²⁹⁾を参考に設問が作成され、明るさ感(-3:非常に暗すぎる、-2:暗すぎる、-1:やや暗すぎる、0:適当、+1:やや明るすぎる、+2:明るすぎる、+3:非常に明るすぎる)、温冷感(-3:寒い、-2:涼しい、-1:やや涼しい、0:どちらでもない、+1:やや暖かい、+2:暖かい、+3:暑い)、乾湿感(-3:非常に乾いた感じ、-2:乾いた感じ、-1:やや乾いた感じ、0:どちらでもない、+1:やや湿った感じ、+2:湿った感じ、+3:非常に湿った感じ)は7段階、気流の強さ感、においの強度、騒音は4段階(0:感じない、1:やや感じる、2:感じる、3:非常に感じる)で評価された。

(4) オフィス環境②

オフィス環境②に関するアンケート項目には、オフィス環境に対する心づもり(光、温熱、空気、音、空間、IT環境)、自己効力感(照明、自然光、換気量、騒音、レイアウト・家具)などが含まれた。これらは、既往研究²⁻³⁰⁾において環境満足度に影響を及ぼすことが報告されているため After コロナの調査から追加した。心づもりはKanoモデル²⁻³¹⁾を参考に設問を作成した。この質問は、充足質問(ある物理的側面が適切に管理されているときにどう感じるか)と不充足質問(ある物理的側面が適切に管理されていないときにどう感じるか)からなり、それぞれの質問への回答から、物理的側面と回答者の主観的側面の関係性を(1)魅力的品質、(2)一元的品質、(3)無関心品質、(4)当たり前品質、(5)逆品質の、5つの型に分類する。自己効力感 OFFICAIR プロジェクト²⁻³⁰⁾で使用されたアンケートを参

考に設問を作成し、5段階（1: できていない、2: ややできていない、3: どちらともいえない、4: ややできている、5: できている）で評価された。

（5）オフィスでの感染対策

オフィスでの感染対策に関するアンケート項目には、オフィスでの感染対策に対する満足度と感染対策の実施などが含まれた。オフィスでの感染対策に対する満足度は、オフィス環境に対する満足度と同様に7段階（1: 非常に不満、2: 不満、3: やや不満、4: どちらともいえない、5: やや満足、6: 満足、7: 非常に満足）で評価された。感染対策の実施に関する項目は、代表執務者のみに質問され、建築計画の工夫（屋外スペースの積極的な利用、パーティション・家具等の設置による物理的な隔離の確保、レイアウトの工夫、動線の工夫、個別作業ブースの設置、アクティブな家具や什器の導入）、サイン計画の工夫（清掃済み・消毒済み標識の掲示、待機列の推奨間隔の表示、在室人数制限の表示、マスク等の着用を促すポスターの掲示、手洗いを促すポスターの掲示、換気を促すポスターの掲示）、接触感染対策（赤外線カメラによる非接触体温測定、非接触なドアや設備の導入、アルコール消毒液の設置、洗面台への使い捨てペーパータオルの設置）、空気感染対策（窓開けによる自然換気、温湿度やCO₂濃度のモニタリング・見える化、空気清浄機の利用）、IT環境上の配慮（インターネット環境の整備・強化、オンライン会議ソフトの導入、コミュニケーションツールの導入、作業用モニターやイヤホン・マイクの支給、健康管理のための機器の配布）からなる。これらの項目は、AIAのRe-occupancy Assessment Tool V3.0²⁻¹⁹から抽出された。また、これらの実施割合については、Before コロナから With コロナで実施割合が増加し、After コロナでは項目ごとに、With コロナと同程度の実施割合、With コロナから実施割合が減少するものの Before コロナよりも高い実施割合、With コロナから実施割合が減少し Before コロナと同程度の実施割合となることが想定される。そこで、各設問の選択肢として「COVID-19 流行前から実施」を含めた。

（6）在宅勤務環境

在宅勤務環境に関するアンケート項目には、過去1ヶ月間における在宅勤務環境に対する満足度、不満の原因、総合的な満足度、行為のしやすさが含まれ、オフィス環境と同様の設問・尺度で質問された。

（7）今ここの環境

今ここの環境に関するアンケート項目には、今ここの環境に対する満足度、不満の原因、総合的な満足度、知覚が含まれ、オフィス環境と同様の設問・尺度で質問された。これらは、2023年調査から追加された。

(8) 生活習慣と健康

生活習慣と健康に関するアンケート項目には、睡眠習慣、運動習慣、メンタルヘルス、労働機能障害が含まれた。このうち、メンタルヘルスと労働機能障害に関する項目は、2020年調査と2021年調査でのみ質問された。睡眠習慣はアテネ不眠尺度（Athens Insomnia Scale; AIS）²⁻³²⁾、運動習慣は国際標準化身体活動質問票（International Physical Activity Questionnaire; IPAQ）Short版²⁻³³⁾⁻²⁻³⁴⁾、メンタルヘルスはK6²⁻³⁵⁾、労働機能障害はWFun（Work Functioning Impairment Scale）²⁻³⁶⁾を用いて評価された。

表 2-12 アンケートの質問項目の概要

対象	分類	設問項目
建物 管理者	建物情報	所在地、竣工年、用途、構造、階数、延床面積区分、特定建築物への該当 など
	空調・換気 設備	熱源方式、換気方式、空調方式、外気処理方式、設計時の一人あたり換気量、換気量の自動制御（デマンドコントロール等）の有無と運用状況、空調機の加湿方式、循環空調用と外気導入部のエアフィルタの種類 など
	換気・空調 設備の 維持管理	COVID-19 流行に対する維持管理計画の作成、水質の確認、飲料水システムのフラッシング、換気量の増加、トイレが負圧になっていることの確認、エアフィルタが耐用年数内であることの確認、エアフィルタが適切に設置されていることの確認、エアフィルタの交換、空調システムへの紫外線照射システムの導入、高頻度で接触する表面の消毒、換気システムが正常に動作していることの確認、温湿度や CO ₂ 濃度の定期的なモニタリング、空調システムの清掃、部屋利用前や利用後の空気の入替え、相対湿度レベルの維持、CO ₂ 濃度レベルの維持
執務者	個人属性	アンケートの回答場所、性別、年代、業務内容、ヘルスリテラシー（マスク着用、手洗い、体温測定の実践）、新型コロナワクチンの接種回数 など
	働き方	2019 年におけるオフィス勤務、在宅勤務、時差出勤の利用、オンライン会議の 1 週間あたりの日数、過去 1 ヶ月間におけるオフィス勤務、在宅勤務、時差出勤の利用、オンライン会議の 1 週間あたりの日数 など
	オフィス 環境①	過去 1 ヶ月間におけるオフィス環境（光、温熱、空気、音、空間、IT 環境）に対する満足度、不満の原因、総合的な満足度、行為（作業への集中、リラクセス、コミュニケーション、リフレッシュ、創造的な活動）のしやすさ、知覚（明るさ感、温冷感、乾湿感、気流の強さ感、においの強度、騒音）など
	オフィス 環境②	オフィス環境に対する心づもり（光、温熱、空気、音、空間、IT 環境）、自己効力感（照明、自然光、換気量、騒音、レイアウト・家具）など
	オフィスで の感染対策	建築計画の工夫（屋外スペースの積極的な利用、パーティション・家具等の設置による物理的な隔離の確保、レイアウトの工夫、

(つづく)

表 2-12 アンケートの質問項目の概要（つづき）

対象	分類	設問項目
執務者	オフィスでの感染対策	動線の工夫、個別作業ブースの設置、アクティブな家具や什器の導入）、サイン計画の工夫（清掃済み・消毒済み標識の掲示、待機列の推奨間隔の表示、在室人数制限の表示、マスク等の着用を促すポスターの掲示、手洗いを促すポスターの掲示、換気を促すポスターの掲示）、接触感染対策（赤外線カメラによる非接触体温測定、非接触なドアや設備の導入、アルコール消毒液の設置、洗面台への使い捨てペーパータオルの設置）、空気感染対策（窓開けによる自然換気、温湿度や CO ₂ 濃度のモニタリング・見える化、空気清浄機の利用）、IT 環境上の配慮（インターネット環境の整備・強化、オンライン会議ソフトの導入、コミュニケーションツールの導入、作業用モニタやイヤホン・マイクの支給、健康管理のための機器の配布）
	在宅勤務環境	過去 1 ヶ月間における在宅勤務環境（光、温熱、空気、音、空間、IT 環境）に対する満足度、不満の原因、総合的な満足度、行為のしやすさ（作業への集中、リラックス、コミュニケーション、リフレッシュ、創造的な活動）
	今ここの環境	今ここの環境（光、温熱、空気、音、空間、IT 環境）に対する満足度、不満の原因、総合的な満足度、知覚（明るさ感、温冷感、乾湿感、気流の強さ感、においの強度、騒音）など
	生活習慣と健康	睡眠習慣、運動習慣、メンタルヘルス、労働機能障害

2.3.3. 窓開け・在室人数および室内環境の実測調査

各調査期間中の 2 週間、対象オフィスビルの (1) 室内環境の測定、(2) 在室人数および窓の開閉状態の測定、(3) 屋外環境の測定データの取得を行った。以下では、(1) ~ (3) の内容について、それぞれの概要を述べる。

2.3.3.1. 室内環境の測定

With コロナの調査では、COVID-19 の空気感染への対策を目的とした空調・換気設備の運用に関する各国のガイドライン²⁻¹⁵⁾でも言及されている物理量として、温度、相対湿度、CO₂ 濃度、PM_{2.5} 質量濃度の測定を行った。また、After コロナの調査では、オフィス環境をより包括的に把握する目的で、これらの物理量に加えて、アルデヒド・VOC のサンプリングおよび机上面照度、騒音レベルの測定も行った。

(1) 温度、相対湿度、CO₂濃度、PM_{2.5}質量濃度、机上面照度、騒音レベルの測定

表 2-13 に、室内環境実測の概要の概要を示す。温度、相対湿度、CO₂濃度をデータロガー TR-76Ui (T&D 社) により 5 分間隔で測定した。また、PM_{2.5}質量濃度を PM_{2.5}テスター PMT-2500 (光明理化学工業社) により 1 分間隔で測定し、温度、相対湿度、CO₂濃度と同様の 5 分間隔の値を使用した。加えて、2023 年調査と 2024 年調査では、机上面照度と騒音レベルを環境センサ 2JCIE-BL01 (オムロン社) により 5 分間隔で測定した。2JCIE-BL01 は机上面照度と騒音レベルの他に、温度と相対湿度も測定しているが、後述する場合を除き、TR-76Ui で測定した値を使用した。これらの測定器は、直射日光を避け、熱源と粒子の発生源から離して、各オフィスの代表執務者の座席机の上に設置された。測定値のうち、昼休み時間を除いた典型的な業務時間として、平日 9:00~12:00 と 13:00~17:00 の測定値を分析に使用した。温度と相対湿度については、TR-76Ui で測定した値を使用した。2023 年調査時において TR-76Ui に測定値が正しく記録されていない (回収後の測定器にデータが残っていないなど) 場合があったため、その場合は代わりに 2JCIE-BL01 で測定した値を使用した。図 2-5 に、2023 年調査時の温度と相対湿度について、TR-76Ui と 2JCIE-BL01 で測定された測定値に関する相関を示す。これらの測定器で測定された値から算出したオフィスごとの平均値は、室内温度 ($R = 0.80$)、相対湿度 ($R = 0.93$) とともに良好な対応関係を示したことから、測定機器の違いによる測定値への影響は小さかったと考えられる。

(2) アルデヒド・VOC のサンプリング

アルデヒド・VOC はパッシブ法により、固相吸着法でサンプリングされ、サンプラーは、測定器と同様に、代表執務者の座席机の上に吊り下げられた。アルデヒドは、2,4-ジニトロフェニルヒドラジン (DNPH) 含浸シリカゲル (吸着剤) を拡散チューブに充填した DNPH パッシブガスチューブ (柴田科学社) により執務時間中の 8 時間捕集した。捕集後、DNPH パッシブガスチューブをアセトニトリル 1 mL/min 程度の一定流速で溶出し、高速液体クロマトグラフ (HPLC) に注入、分析した。VOC は、ガラス製のチューブに、2,6-ジフェニル-p-フェニレンオキシド構造の耐熱性樹脂である Tenax TA を充填した加熱脱利用サンプラー (柴田科学社) により、数回に分けて執務時間中の計 24 時間捕集し、その後ガスクロマトグラフ質量分析計 (Gas Chromatograph Mass Spectrometer; GC/MS) で分析した。厚生労働省が室内濃度指針値を設定している物質²⁻²⁾として、アルデヒドの 2 物質 (ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド)、VOC の 6 物質 (トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン、パラジクロロベンゼン、テトラデカン) を対象とした。

表 D-1 に、アルデヒド・VOC のサンプリング結果を示す。アルデヒドは 2023 年・2024 年調査で、VOC は 2021 年・2023 年・2024 年調査でサンプリングされた。対象とした全ての物質について、いずれの調査時期においても、厚生労働省の室内濃度指針値を調査した割合は非常に少なく、また低濃度であった。そのため、次章以降の分析においては、アルデヒド・VOC 以外の物理量に着目して検討する。

表 2-13 室内環境実測の概要

測定機器	測定項目	測定間隔	測定範囲	測定精度
TR-76Ui (T&D 社)	温度 ^{注2)}	5 分間隔	0~55 °C	±0.5°C
	相対湿度 ^{注2)}		10~95%	±5%
	CO ₂ 濃度		0~9999 ppm	±50 ppm
PMT-2500 (光明理化学 工業社)	PM _{2.5} 質量 濃度	1 分間隔 (5 分間隔の 値を使用)	0~1000 µg/m ³	±15 µg/m ³ (<100 µg/m ³) または ±15% (≥100 µg/m ³)
	2JCIE-BL01 (オムロン社) ^{注1)}	温度 ^{注2)} 相対湿度 ^{注2)} 机上面照度 騒音レベル	5 分間隔 -10~160 °C 30~185% 10~12000 lx 37~89 dB (A)	±2°C ±5% ±100 lx 参照出力 ^{注3)}

注1) 2023 年調査と 2024 年調査でのみ使用された。

注2) 温度と相対湿度については、TR-76Ui で測定した値を使用したが、2023 年調査時において TR-76Ui に測定値が正しく記録されていない(回収後の測定器にデータが残っていないなど) 場合があったため、その場合は代わりに 2JCIE-BL01 で測定した値を使用した。

注3) 参考出力は、参考として測定結果を出力するもので、その範囲で常に正常に動作することを保証するものではない。

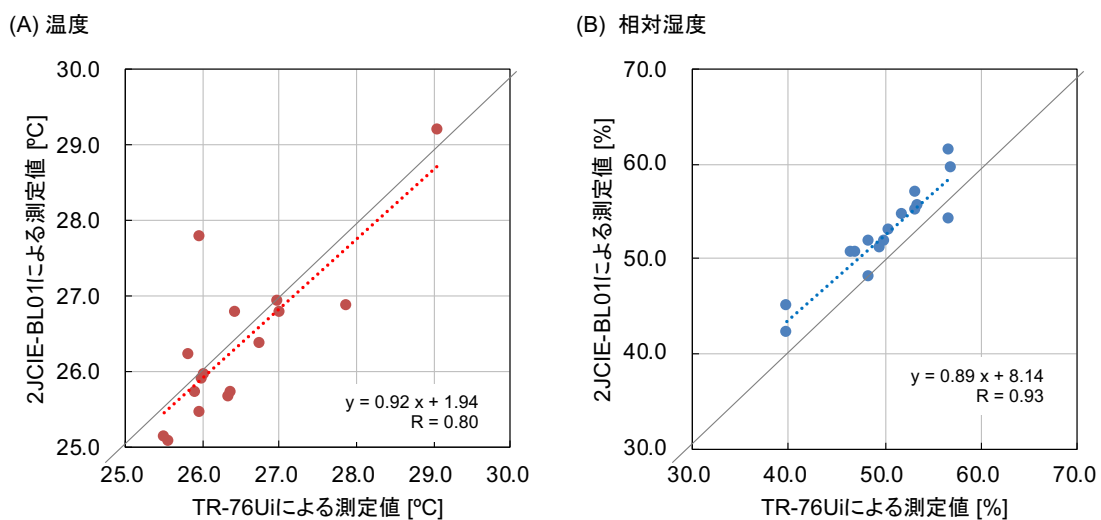


図 2-5 TR-76Ui と 2JCIE-BL01 で測定された測定値に関する相関

2.3.3.2. 在室人数および窓の開閉状態の測定

COVID-19 への感染対策として、在室人数の制限と窓開けによる自然換気が推奨されたため、在室人数および窓の開閉状態の測定を行った。測定は、代表執務者が業務に支障の出ない範囲で可能な限り 1 時間ごとに目視で確認し、日誌に記入することで行われた。また、執務室面積あたりの在室人数と座席数あたりの在室人数を算出するために、執務室面積と座席数も日誌に記入してもらった。

本研究では、窓開けの頻度の指標として「窓開け割合」、執務者の在室状況の指標として「在席割合」をそれぞれ、式 (2.1)、式 (2.2) のように定義した。

$$\text{窓開け割合 [\%]} = \frac{\text{日誌に「窓開け有り」と記入された回数}}{\text{日誌に記入された回数の合計}} \times 100 \quad \text{式 (2.1)}$$

$$\text{在席割合 [\%]} = \frac{\text{在室人数}}{\text{座席数}} \times 100 \quad \text{式 (2.2)}$$

2.3.3.3. 屋外環境の測定データの取得

屋外環境について、気象庁ホームページ²⁻³⁷⁾から温度と相対湿度の 10 分ごとの観測値を、環境省大気汚染物質広域監視システム（そらまめ君）²⁻³⁸⁾から PM_{2.5} 質量濃度の 1 時間ごとの観測値を取得した。これらは、観測値が著しく欠損していた場合を除き、各オフィスビルに最も近い観測所の値を使用した。

2.3.3.4. 標準有効温度 (SET) の算出

温熱環境に関する実測値について、相関関係のある温度と相対湿度を統合して一つの指標にするために、ASHRAE 規格 55-2017 に準拠した標準有効温度 (SET; Standard Effective Temperature) を算出した。表 2-14 に、SET の算出条件を示す。SET の算出に必要な入力項目のうち、空気温度と相対湿度には実測値を使用し、放射温度は空気温度の実測値で代替した。気流速度は、静穏環境を想定して 0.1 m/s とした。着衣量について、各季節の標準的な着衣量として、中間期である 2020 年調査と 2021 年調査は 0.7 clo、夏期である 2023 年調査は 0.5 clo、冬期である 2024 年調査は 1.0 clo とした。代謝量は、座位作業を想定して 1.1 met とした。SET の算出は Python で行い、「pythermal comfort」パッケージ²⁻³⁹⁾を使用した。

2.3.3.5. 温熱・空気環境に関わる基準値・指針値との比較

オフィス環境を評価するために、既存の基準値・指針値との比較を行った。表 2-15 に、その概要を示す。温度、相対湿度、CO₂ 濃度は、建築物衛生法により定められた建築物環境衛生管理基準²⁻¹⁾との比較を行った。温度と相対湿度の全実測値および CO₂ 濃度の実測値の日平均値を基準値との比較に用いた。PM_{2.5} 質量濃度は、WHO 空気質ガイドライン²⁻³⁾により設定された 24 時間平均の目標値との比較を行った。PM_{2.5} 質量濃度の実測値の日平均値

を目標値との比較に用いた。アルデヒド類・VOC濃度は、厚生労働省により設定された室内空气中化学物質の室内濃度指針値²⁻²⁾との比較を行った。アルデヒド濃度の8時間平均値、VOC濃度の24時間平均値を目標値との比較に用いた。机上面照度は、労働安全衛生法の事務所衛生基準規則²⁻⁴⁾で定められた作業面照度の基準値との比較を行った。机上面照度の全実測値を基準値との比較に用いた。騒音レベルは、日本建築学会による建物・室用途別性能基準²⁻⁵⁾との比較を行った。騒音レベルの実測値の平均値を基準値との比較に用いた。SETは、ASHERAEにより定義された快適範囲²⁻⁴⁰⁾との比較を行った。SETの全実測値を基準値との比較に用いた。

加えて、温度、相対湿度、机上面照度、SETについては、測定値の総数に対する、基準値・指針値から逸脱した測定値の数の割合を式(2.3)で算出し、「逸脱割合」と定義した。同様に、CO₂濃度とPM_{2.5}質量濃度については、測定日数(10日間)に対する、基準値・指針値からの逸脱日数の割合を式(2.4)で算出し、「逸脱日数割合」と定義した。

$$\text{逸脱割合} [\%] = \frac{\text{基準値・指針値から逸脱した測定値の数}}{\text{測定値の総数}} \times 100 \quad \text{式 (2.3)}$$

$$\text{逸脱日数割合} [\%] = \frac{\text{基準値・指針値からの逸脱日数}}{\text{測定日数 (10日間)}} \times 100 \quad \text{式 (2.4)}$$

表 2-14 SET の算出条件

項目	設定条件	備考
空気温度	温度の実測値	-
相対湿度	相対湿度の実測値	-
放射温度	温度の実測値	空気温度 = 放射温度 を仮定
気流速度	0.1 m/s	静穏環境を想定
着衣量	2020 年調査: 0.7 clo	中間期の標準的な着衣量を想定
	2021 年調査: 0.7 clo	中間期の標準的な着衣量を想定
	2023 年調査: 0.5 clo	夏期の標準的な着衣量を想定
	2024 年調査: 1.0 clo	冬期期の標準的な着衣量を想定
代謝量	1.1 met	座位作業を想定

※ Python の「pythermal comfort」パッケージ²⁻³⁹⁾を使用し、ASHRAE 規格 55-2017 に準拠した SET が算出された。

表 2-15 オフィス環境の実測値と既存の基準値・指針値との比較に関する概要

引用元	項目	基準・指針値	比較に用いる値
建築物衛生法の	温度	18~28°C	全実測値
建築物環境衛生管理	相対湿度	40~70%	全実測値
基準 ²⁻¹⁾	CO ₂ 濃度	≤1000 ppm	実測値の日平均値
WHO の	PM _{2.5} 質量濃度	≤15 µg/m ³	実測値の日平均値
空気質ガイドライン ²⁻³⁾			
厚生労働省の	ホルムアルデヒド	≤100 µg/m ³	8 時間平均値
室内濃度指針値 ²⁻²⁾	アセトアルデヒド	≤48 µg/m ³	8 時間平均値
	トルエン	≤260 µg/m ³	24 時間平均値
	キシレン	≤200 µg/m ³	24 時間平均値
	エチルベンゼン	≤3800 µg/m ³	24 時間平均値
	スチレン	≤220 µg/m ³	24 時間平均値
	パラジクロロベンゼン	≤240 µg/m ³	24 時間平均値
	テトラデカン	≤330 µg/m ³	24 時間平均値
労働安全衛生法の	作業面照度	≥300 lx	全実測値
事務所衛生基準規則 ²⁻⁴⁾			
日本建築学会の建物・	騒音レベル	≤45 dB(A)	実測値の平均値
室用途別性能基準 ²⁻⁴⁾			
ASHERAE による	SET	22.2~25.6 °C	全実測値
快適範囲 ²⁻⁴⁰⁾			

2.3.4. ヒアリング調査

(1) 調査前ヒアリング

各調査の実施にあたって、事前に対象オフィスビルの代表執務者に対して、ヒアリング調査（調査前ヒアリング調査）を行った。ヒアリング内容には、(1) 調査への協力の可否、(2) 前回調査と同じ対象への調査の可否、(3) おおよその規模（人数）の変化、(4) アンケートの配信形式（Google Forms または Excel）、(5) 前回調査と同じ場所への測定器の設置の可否、(6) 実測用日誌への記入の可否、(7) 前回調査からのオフィスの大きな変更点、(8) 調査全般についての懸念点などが含まれた。調査前ヒアリング調査に関する詳細な情報として、表 C-1 に調査概要を、表 C-2 に質問項目を、表 C-3 に調査記録を示す。

(2) 調査後ヒアリング

2021 年調査の終了後に、対象オフィスビルの一部の代表執務者に対して、ヒアリング調査（調査後ヒアリング）を行った。調査後ヒアリングの対象は、アンケート調査および室内環境、在室人数・窓の開閉、屋外環境の実測調査による全データを回収し、基礎的な集計と分析を行なった後に決定された。具体的には 2020 年調査と 2021 年調査で室内環境の変化が大きかったオフィスのうち、アンケート項目から変化の原因が考察できなかった 2 棟のオフィス（オフィス C および U）および建物管理者を対象としたアンケートのうち、換気・空調設備に関する項目への回答に変更があった 4 棟のオフィスビルを対象とした。調査後ヒアリング調査に関する詳細な情報として、表 C-4 に調査概要および記録を示す。

2.3.5. 統計分析

本研究で行われた統計分析は、(1) 正規性・等分散性の検定、(2) 平均の差の検定、(3) 比率の差の検定、(4) 相関の検定、(5) マルチレベル線形回帰分析である。統計分析には R version 4.2.1²⁴¹⁾で行い、全ての統計的検定において、有意水準を両側 5%に設定した。以下では、(1) ~ (5) で用いた手法について述べる。

(1) 正規性・等分散性の検定

正規性の検定は、「Shapiro-Wilk 検定」で、等分散性の検定は「F 検定」で行った。

(2) 平均の差の検定

対応ありの平均の差の検定については、Shapiro-Wilk 検定により、データの正規性が仮定できる場合は「対応のある t 検定」、Shapiro-Wilk 検定により、データの正規性が仮定できない場合は「Wilcoxon の符号順位和検定」で行った。対応なしの平均の差の検定については、Shapiro-Wilk 検定によりデータの正規性が仮定でき、F 検定によりデータの等分散性が仮定できる場合は「Student の t 検定」、Shapiro-Wilk 検定によりデータの正規性が仮定でき、F 検定によりデータの等分散性が仮定できない場合は「Welch の t 検定」、Shapiro-Wilk 検定によ

りデータの正規性が仮定できない場合は「Mann-Whitney の U 検定」で行った。また、多重比較においては、ホルム法による有意水準の調整を行った。

(3) 比率の差の検定

対応ありの比率の差の検定については、2×2 分割表の場合は「マクネマー検定」、2×2 分割表以外の場合は「マクネマー検定を拡張した限界均一性の検定」で行った。対応なしの比率の差の検定については、カイ二乗検定で行った。また、多重比較においては、ホルム法による有意水準の調整を行った。

(4) 相関の検定

相関の検定については、Shapiro-Wilk 検定によりデータの正規性が仮定できる場合は「ピアソンの積率相関検定」、Shapiro-Wilk 検定によりデータの正規性が仮定できない場合は「スピアマンの順位相関検定」また、多重比較においては、ホルム法による有意水準の調整を行った。

(5) マルチレベル線形回帰分析

階層性のある変数間の関連には、既往研究²⁻⁴²⁾でも用いられているマルチレベル線形回帰分析により行った。マルチレベル分析には、執務者レベルの変数がオフィスレベルの変数にネストする（図 2-3 を参照）2 段階層のランダム切片モデルを採用した。執務者レベルの変数は、各オフィスの平均値で中心化（集団平均中心化）した。また、回帰係数の推定には最尤法を用いた。分析には、「lmerTest」パッケージ²⁻⁴³⁾を用いた。

2.3.6. 倫理上の配慮

本調査の実施にあたり、東京工業大学の人を対象とする研究倫理審査委員会による審査・承認を得た手順に則り、参加者に対して事前説明を行い、個人情報の取り扱い等に関して同意を得た上で実施した（承認番号: 2023047）。

2.4. With/After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する実態

本節では、With/After コロナにおけるオフィス環境の実態調査により得られた結果のうち、With/After コロナでの変化に着目して、結果の整理を行った。

2.4.1. 対象オフィスビルの建物概要

表 2-16 に、対象オフィスビルの建物概要を示す。所在地は、東京都が 7 棟、大阪府が 3 棟、神奈川県、岡山県がそれぞれ 2 棟、埼玉県、静岡県、富山県、岐阜県、愛知県、京都府、兵庫県、山口県がそれぞれ 1 棟であった。また、所在地について、省エネ基準地域区分における「6 地域」に該当するビルが 19 棟で大半を占めており、残り 3 棟は「5 地域」に該当した。竣工年は、2010 年代が 3 棟、2000 年代が 2 棟、1990 年代が 8 棟、1980 年代が 4 棟、1960 年代が 2 棟であり、幅広く分布していた。用途は、全てのビルが事務所であり、そのうち自社ビルが 11 棟、テナントビルが 6 棟であった。また、工場、試験施設の用途を併せ持つビルが、それぞれ 1 棟であった。構造は、RC 造が 4 棟、S 造が 6 棟、SRC 造が 6 棟、2 つ以上の構造を組み合わせたビルが 3 棟であった。地上階は、2 階から 30 階まで幅広く分布し、地下階を有するビルは 11 棟であった。延べ床面積区分は、30,000 m² 以上のビルが 8 棟、10,000 m² 以上 30,000 m² 未満のビルが 4 棟、2,000 m² 以上 10,000 m² 未満および 300 m² 以上 2,000 m² 未満のビルがそれぞれ 3 棟、300 m² 未満ビルが 1 棟であった。特定建築物に該当するオフィスビルは 13 棟であった。

2.4.2. 対象オフィスビルの空調・換気設備

表 2-17 に、対象オフィスビルの空調・換気設備を示す。対象建物のほとんどは外調機、空調機を用いた中央式、もしくはパッケージエアコンおよび換気装置を組み合わせた個別式の空調設備であり、空気式放射空調システムまたは空気式太陽熱利用システムを含むものもあった。空調設備の加湿方式について、水加湿が 7 棟、蒸気加湿、デシカント加湿がそれぞれ 2 棟ずつ、加湿なしが 7 棟であった。換気方式は、第 1 種が 15 棟、第 3 種が 3 棟であった。設計時の換気量は、20 m³/(h・人)が 3 棟、25 m³/(h・人)が 2 棟、30 m³/(h・人)が 4 棟、35 m³/(h・人)以上が 2 棟であった。

表 2-16 対象オフィスの建物概要

建物 ID	所在地	竣工年	用途	構造	階数	延床面積区分	特定建築物
A	大阪府	2010 年代	事務所 (自社ビル)	SRC 造	地上 6 階、 地下 1 階	30,000 m ² 以上	該当する
B	愛知県	1960 年代	工場・事務所 等	RC 造、S 造	地上 5 階	30,000 m ² 以上	該当する
C	東京都	※未回答	※未回答	※未回答	※未回答	※未回答	該当する
D	埼玉県	1990 年代	事務所 (自社ビル)	RC 造	地上 3 階	300 m ² 以上 2,000 m ² 未満	該当しない
E	神奈川県	1980 年代	事務所 (自社ビル)	SRC 造	地上 7 階、 地下 1 階	30,000 m ² 以上	該当する
F	東京都	1990 年代	事務所 (テナントビル)	S 造	地上 12 階、 地下 1 階	10,000 m ² 以上 30,000 m ² 未満	該当する
G	東京都	1990 年代	事務所 (テナントビル)	S 造	地上 12 階、 地下 1 階	10,000 m ² 以上 30,000 m ² 未満	該当する
H	大阪府	1990 年代	事務所 (テナントビル)	SRC 造	地上 12 階、 地下 3 階	10,000 m ² 以上 30,000 m ² 未満	該当する
I	岐阜県	2010 年代	事務所 (自社ビル)	S 造	地上 2 階	300 m ² 以上 2,000 m ² 未満	該当しない

(つづく)

表 2-16 対象オフィスビルの建物概要 (つづき)

建物 ID	所在地	竣工年	用途	構造	階数	延床面積区分	特定建築物
J	大阪府	※未回答	※未回答	※未回答	※未回答	※未回答	該当する
K	京都府	1990 年代	事務所 (自社ビル)	RC 造	地上 4 階、 地下 1 階	30,000 m ² 以上	該当する
L	静岡県	2000 年代	事務所 (自社ビル)	RC 造、木造	地上 2 階	2,000 m ² 以上 10,000 m ² 未満	該当しない
M	岡山県	2010 年代	事務所 (自社ビル)	S 造	地上 4 階	2,000 m ² 以上 10,000 m ² 未満	該当しない
N	東京都	2000 年代	事務所 (テナントビル)	S 造	地上 20 階、 地下 3 階	30,000 m ² 以上	該当する
O	岡山県	1990 年代	事務所 (自社ビル)	S 造	地上 2 階	300 m ² 未満	該当しない
P	東京都	1980 年代	事務所 (テナントビル)	RC 造、S 造、 SRC 造	地上 30 階、 地下 3 階	30,000 m ² 以上	該当する
Q	東京都	1990 年代	事務所 (自社ビル)	RC 造	地上 4 階、 地下 1 階	300 m ² 以上 2,000 m ² 未満	該当しない
R	兵庫県	1960 年代	事務所 (テナントビル)	SRC 造	地上 26 階、 地下 2 階	30,000 m ² 以上	該当する

(つづく)

表 2-16 対象オフィスビルの建物概要（つづき）

建物 ID	所在地	竣工年	用途	構造	階数	延床面積区分	特定建築物
S	富山県	1980 年代	事務所 (自社ビル)	RC 造	地上 2 階	300 m ² 以上 2,000 m ² 未満	該当しない
T	東京都	1980 年代	事務所 (自社ビル)	SRC 造	地上 27 階、 地下 2 階	30,000 m ² 以上	※未回答
U	山口県	1990 年代	事務所・ 試験施設	SRC 造	地上 3 階	2,000 m ² 以上 10,000 m ² 未満	該当しない
V	神奈川県	※未回答	※未回答	※未回答	※未回答	※未回答	該当する

表 2-17 対象オフィスビルの空調・換気設備

建物 ID	空調システム	空調設備の加湿方式	換気方式	設計時の換気量
A	空調機 + パッケージエアコン	デシカント加湿	第 1 種	30 m ³ /(h・人)
B	空調機 + ファンコイルユニット + パッケージエアコン + 全熱交換器	加湿なし	第 1 種	分からない
C	※未回答	※未回答	※未回答	※未回答
D	空調機 + 全熱交換器	水加湿	第 1 種	20 m ³ /(h・人)
E	空調機 + 全熱交換器 + 空気式放射空調システム	水加湿	第 1 種	30 m ³ /(h・人)
F	空調機 + 全熱交換器	水加湿	第 1 種	20 m ³ /(h・人)
G	空調機 + 全熱交換器	水加湿	第 1 種	20 m ³ /(h・人)
H	空調機 + ファンコイルユニット	水加湿	第 1 種	25 m ³ /(h・人)
I	パッケージエアコン + 外調機	デシカント加湿	第 1 種	分からない

(つづく)

表 2-17 対象オフィスビルの空調・換気設備（つづき）

建物 ID	空調システム	空調設備の加湿器	換気方式	設計時の換気量
J	※未回答	※未回答	※未回答	※未回答
K	空調機	水加湿	第 1 種	分からない
L	空気式太陽熱利用システム + パッケージエアコン + 排気扇	加湿なし	その他 ^{注1)}	35 m ³ /(h・人) 以上
M	パッケージエアコン + 全熱交換器	加湿なし	第 1 種	分からない
N	パッケージエアコン + 全熱交換器	水加湿	第 1 種	25 m ³ /(h・人)
O	パッケージエアコン + 排気扇	蒸気加湿	第 3 種	分からない
P	※未回答	※未回答	第 1 種	分からない
Q	パッケージエアコン + 排気扇	加湿なし	第 1 種	分からない
R	空調機 + ファンコイルユニット	加湿なし	第 1 種	分からない

(つづく)

表 2-17 対象オフィスビルの空調・換気設備（つづき）

建物 ID	空調システム	空調設備の加湿器	換気方式	設計時の換気量
S	パッケージエアコン + 排気扇	加湿なし	第 3 種	30 m ³ /(h・人)
T	空調機 + ファンコイルユニット + 全熱交換器	蒸気加湿	第 1 種	30 m ³ /(h・人)
U	パッケージエアコン + 全熱交換器	加湿なし	第 3 種	35 m ³ /(h・人) 以上
V	※未回答	※未回答	※未回答	※未回答

注1) 設定室温と天候により、第 2 種 + 第 3 種、もしくは第 3 種が決まる方式。

2.4.3. 空調・換気設備の運用と維持管理

2.4.3.1. 空調・換気設備の運用

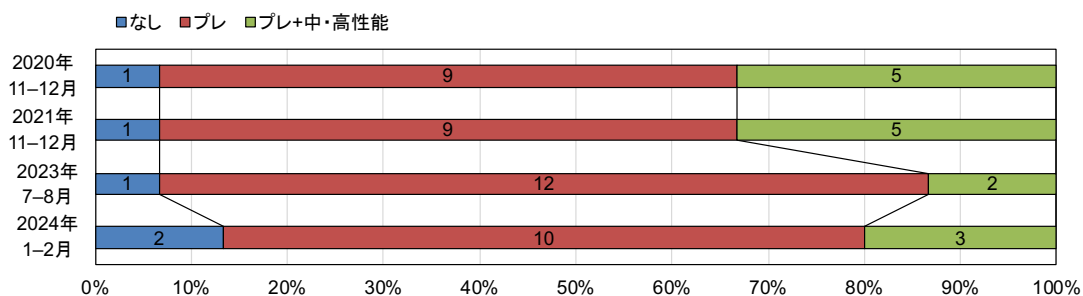
図 2-6 に、アンケートの回答に欠損を含むオフィスビルを除いた 15 棟を対象に集計した空調・換気設備の運用の 4 時点比較を示す。循環空調用のエアフィルタの種類について、2020 年調査と 2021 年調査時には、5 棟がプレフィルタと中・高性能フィルタを設置していたのに対して、2023 年調査時には 2 棟、2024 年調査時には 3 棟と減少した。外気導入部のエアフィルタの種類について、プレフィルタと中・高性能フィルタを設置していたオフィスビルは、2020 年調査時が 7 棟、2021 年調査時が 9 棟、2023 年調査時が 7 棟、2024 年調査時が 6 棟であり、調査ごとの大きな違いは見られなかった。換気量の自動制御について、4 棟のオフィスビルが自動制御を有していたが、2020 年調査時には 4 棟全てが自動制御を使用していなかった。一方で、2021 年調査時は 2 棟、2023 年調査時は 3 棟、2024 年調査時は 4 棟全てが自動制御を使用していた。これは、COVID-19 感染拡大初期の 2020 年調査時には、換気量を増やす目的で自動制御を使用していなかったが、その後、感染状況が落ち着くに伴い、省エネ等も考慮した上で自動制御の運転を再開したものと推察される。

2.4.3.2. 空調・換気設備の維持管理

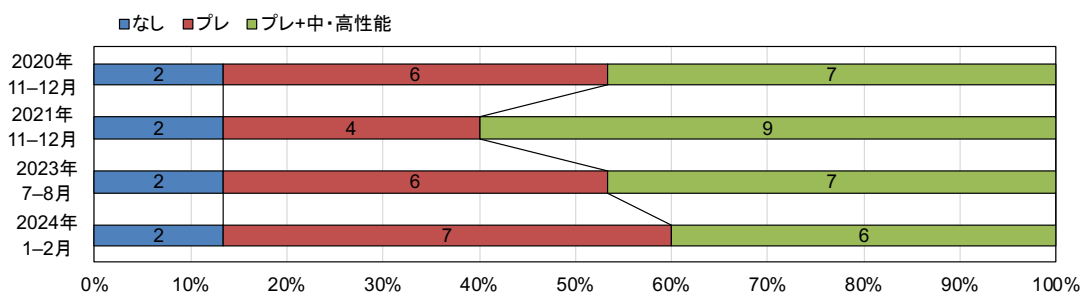
図 2-7 に、アンケートの回答に欠損を含むオフィスビルを除いた 14 棟を対象に集計した空調・換気設備の維持管理の実施割合の 4 時点比較を示す。(A) 実施有無について、「高頻度で接触する表面の消毒」と「部屋利用前や利用後の空気の入れ替え」は、COVID-19 流行前の実施割合は少なかった（それぞれ 0%、30.8%）が、2020 年調査時には共に 69.2%と高く、その後、徐々に実施割合が減少した。これらの項目は、費用・手間的な面で比較的实施しやすかったため、感染拡大初期において実施割合が高まったと推察される。また、その他の項目については、項目・時期によって多少の差はあるが、いずれも実施割合は 70%程度であった。(B) 開始時期について、「飲料水システムのフラッシング」は With コロナである 2020 年調査時と 2021 年調査時には実施していたオフィスビルが見られなかったが、After コロナである 2023 年調査時、2024 年調査時と実施割合が徐々に増加した（それぞれ 7.7%、23.1%）。一方、「換気量の増加」は With コロナである 2020 年調査時と 2021 年調査時には実施割合が高かった（それぞれ 61.5%、69.2%）が、After コロナである 2023 年調査時、2024 年調査時と実施割合が顕著に減少した（ともに 15.4%）。これは、時期と季節の違いに起因するものと考えられる。具体的には、With コロナには厚生労働省が機械設備による換気と窓開けによる自然換気を推奨していた²⁻¹¹⁾が、After コロナには感染対策は各事業者に委ねられた。したがって、オフィスビルの一部は、省エネへの配慮などから「換気量の増加」を実施しなくなった可能性がある。さらに、With コロナの 2020 年調査、2021 年調査ともに中間期（晩秋）に行われたのに対して、After コロナの 2023 年調査は夏期、2024 年調査は冬期に行われた。したがって、外気の温熱条件が厳しく、「換気量の増加」を一時的に中止していた可能性もある。「空調システムへの紫外線照射システムの導入」についてはいずれの時

期においても実施していたオフィスビルは見られなかった。また、その他の項目については、項目・時期によって多少の差はあるが、いずれも実施割合は 40~70%程度であった。また、「換気システムが正常に動作していることの確認」及び「部屋利用前や利用後の空気の入替え」では、Before コロナより After コロナで実施割合が低かった。

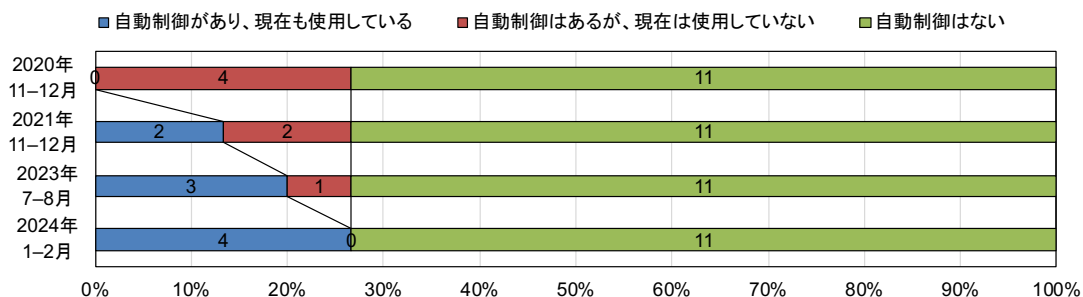
(A) 循環空調用のエアフィルタの種類



(B) 外気導入部のエアフィルタの種類



(C) 換気量の自動制御(デマンドコントロール等)

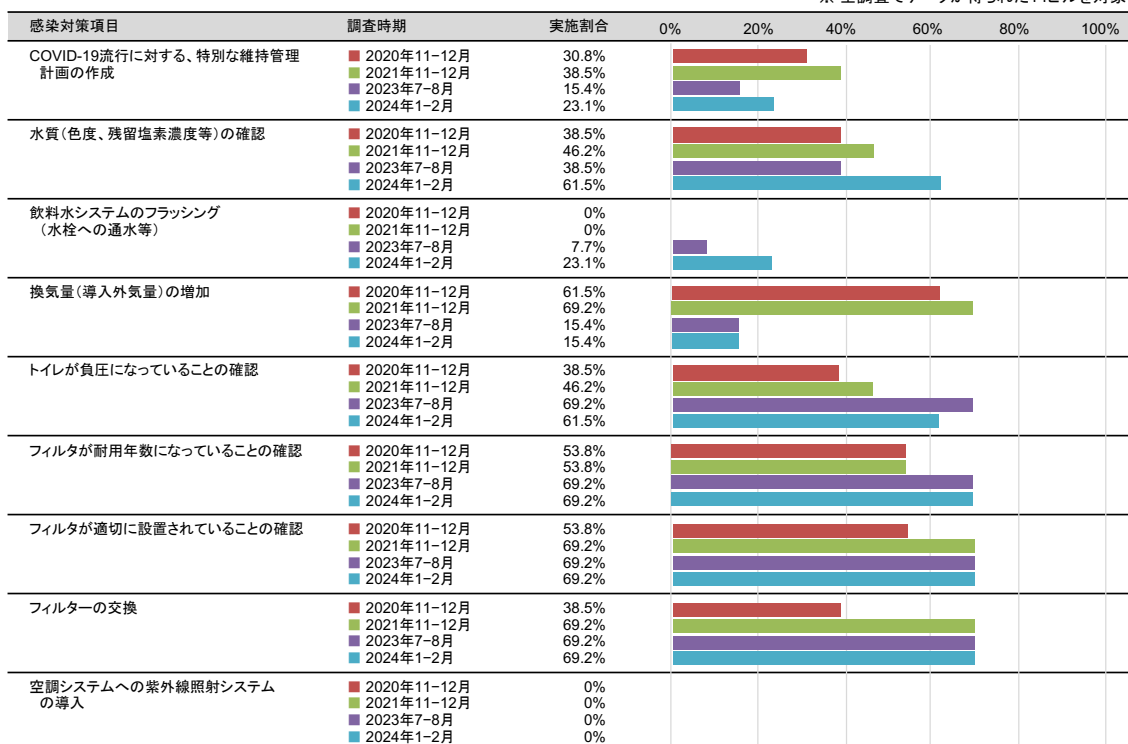


※ アンケートの回答に欠損を含むオフィスビルを除いた15棟を対象に集計

図 2-6 空調・換気設備の運用の 4 時点比較

(A) 実施有無

※ 全調査でデータが得られた14ビルを対象



(B) 開始時期

※ 全調査でデータが得られた14ビルを対象

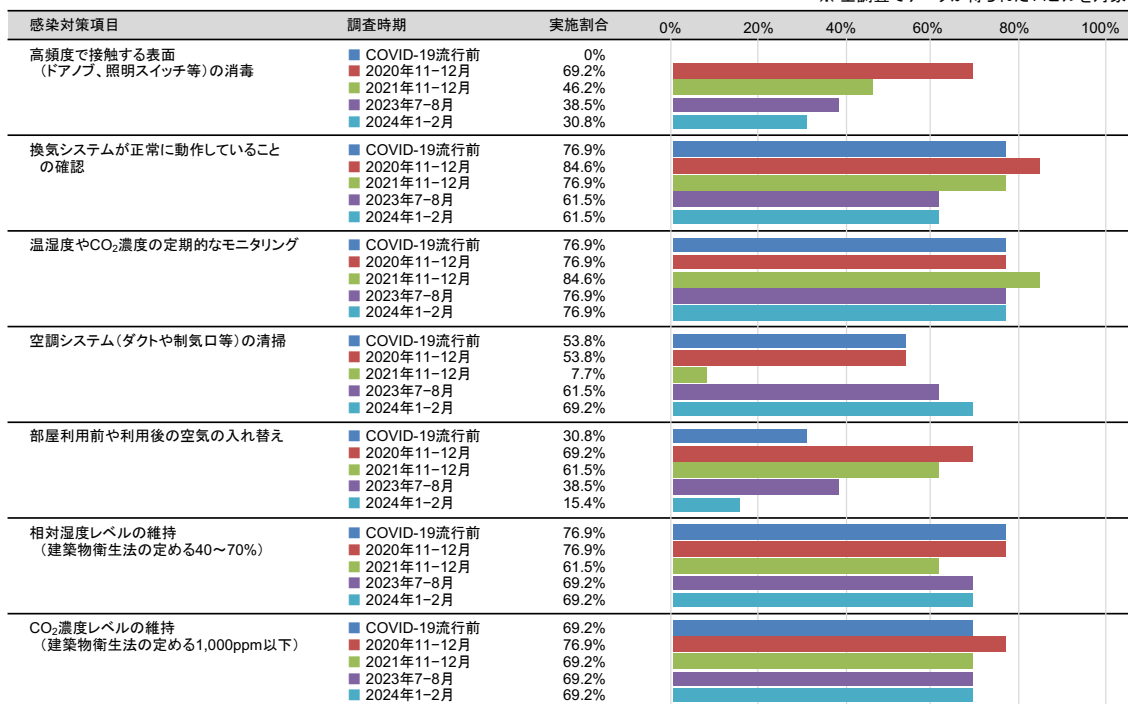


図 2-7 空調・換気設備の維持管理の実施割合の4時点比較

2.4.4. 執務者による感染対策

4 回の調査で回答が得られたオフィスビル 17 棟を対象として、執務者による感染対策の実施割合に関する基礎集計を行った。

2.4.4.1. 建築計画上の配慮

図 2-8 に、建築計画上の配慮の実施割合の 4 時点比較を示す。「屋外スペースの積極的な利用」は、いずれの時期においても実施割合が低かった (0~11.8%)。これは、実施のために屋外スペースが必要であることから実施が難しかったためと考えられる。また、「動線の工夫」についても、いずれの時期においても実施割合が低かった (0~5.9%)。「パーティションの設置による離隔の確保」、「レイアウトの工夫」については、COVID-19 流行前は実施していたオフィスビルはなかった (0%) が、2020 年・2021 年調査時には実施割合が顕著に増加 (2021 年調査時には、ともに 64.7%) し、その後徐々に減少した (2024 年調査時には、それぞれ 23.5%、17.6%)。一方、「個別作業ブースの設置」、「アクティブな家具や什器の導入」についても、COVID-19 流行前は実施していたオフィスビルが少なかった (それぞれ 11.8%、5.9%) が、その後時期の経過とともに徐々に増加した (2024 年調査時には、それぞれ 41.2%、29.4%)。したがって、「パーティションの設置による離隔の確保」、「レイアウトの工夫」については感染拡大の初期に実施割合が増加し、その後減少したのに対して、「個別作業ブースの設置」、「アクティブな家具や什器の導入」については感染拡大後、比較的時間をかけて徐々に実施割合が増加した傾向が確認された。

2.4.4.2. サイン計画上の配慮

図 2-9 に、サイン計画上の配慮の実施割合の 4 時点比較を示す。サイン計画上の配慮に関する項目は、いずれも 2020 年調査時に実施割合が顕著に増加したが、その後徐々に減少した。これらの項目は、費用・手間的な面で比較的实施しやすかったため、感染拡大初期において実施割合が高まったと推察される。

2.4.4.3. 接触感染への配慮

図 2-10 に、接触感染への配慮の実施割合の 4 時点比較を示す。「赤外線カメラによる非接触体温測定」と「非接触なドアや設備の導入」については、COVID-19 流行前は実施していたオフィスビルが少なかった (それぞれ 0%、5.9%) が、2020 年・2021 年調査時に実施割合が増加 (2021 年調査時には、それぞれ 47.1%、23.5%)、その後徐々に減少した (2024 年調査時には、それぞれ 23.5%、5.9%)。一方、「アルコール消毒液の設置」についても、COVID-19 流行前は実施していたオフィスビルが少なかった (5.9%) が、2020 年・2021 年調査時には全てのオフィスで実施され、その後も高い実施割合 (2024 年調査時には、82.4%) を維持した。「洗面台への使い捨てペーパータオルの設置」については、COVID-19 流行前から同程度の実施割合であった。したがって、感染拡大の初期に「赤外線カメラによる非接触体温

測定」、「非接触なドアや設備の導入」、「アルコール消毒液の設置」の実施割合が増加し、そのうち「アルコール消毒液の設置」については、感染状況が落ち着いた後も高い実施割合を維持したことが確認された。

2.4.4.4. 空気感染への配慮

図 2-11 に、空気感染への配慮の実施割合の 4 時点比較を示す。「窓開けによる自然換気」については、COVID-19 流行前は実施していたオフィスビルは少なかった（11.8%）が、2020 年・2021 年調査時には実施割合が増加（2020 年・2021 年調査時には、それぞれ 41.2%、47.1%）し、その後減少した（2023 年・2024 年調査時には、それぞれ 23.5%、17.6%）。これは、時期と季節の違いに起因するものと考えられる。具体的には、With コロナには厚生労働省が機械設備による換気と窓開けによる自然換気を推奨していた²⁻¹¹⁾が、After コロナには感染対策は各事業者任せられた。したがって、オフィスビルの一部は、省エネへの配慮などから「窓開けによる自然換気」を実施しなくなった可能性がある。さらに、With コロナの 2020 年調査、2021 年調査ともに中間期（晩秋）に行われたのに対して、After コロナの 2023 年調査は夏期、2024 年調査は冬期に行われたために外気の温熱条件が厳しかったことも影響したと推察される。「温湿度や CO₂ 濃度のモニタリング・見える化」については、いずれの時期においても同程度の実施割合であった（11.8~29.4%）。「空気清浄機の利用」については、COVID-19 流行前は実施していたオフィスビルは少なかった（5.9%）が、その後徐々に増加し、2023 年調査時に最も実施割合が高く（29.4%）、2024 年調査時には減少した（11.8%）。

2.4.4.5. IT 環境上の配慮

図 2-12 に、IT 環境上の配慮の実施割合の 4 時点比較を示す。IT 環境上の配慮に関する項目は、「健康管理のための機器の配布」を除くと、いずれも COVID-19 流行後に顕著に増加し、その後も高い実施割合を維持していた。特に、「オンライン会議ソフトの導入」の実施割合が高く、COVID-19 の流行をきっかけに、執務者がオンライン会議に従事する機会が増加したことが窺える。また、「コミュニケーションツールの導入」も実施割合が高く、オフィス勤務と在宅勤務の併用に際し、執務者間のコミュニケーションについても注意が払われていたと推察される。

※ 全調査でデータが得られた17ビルを対象

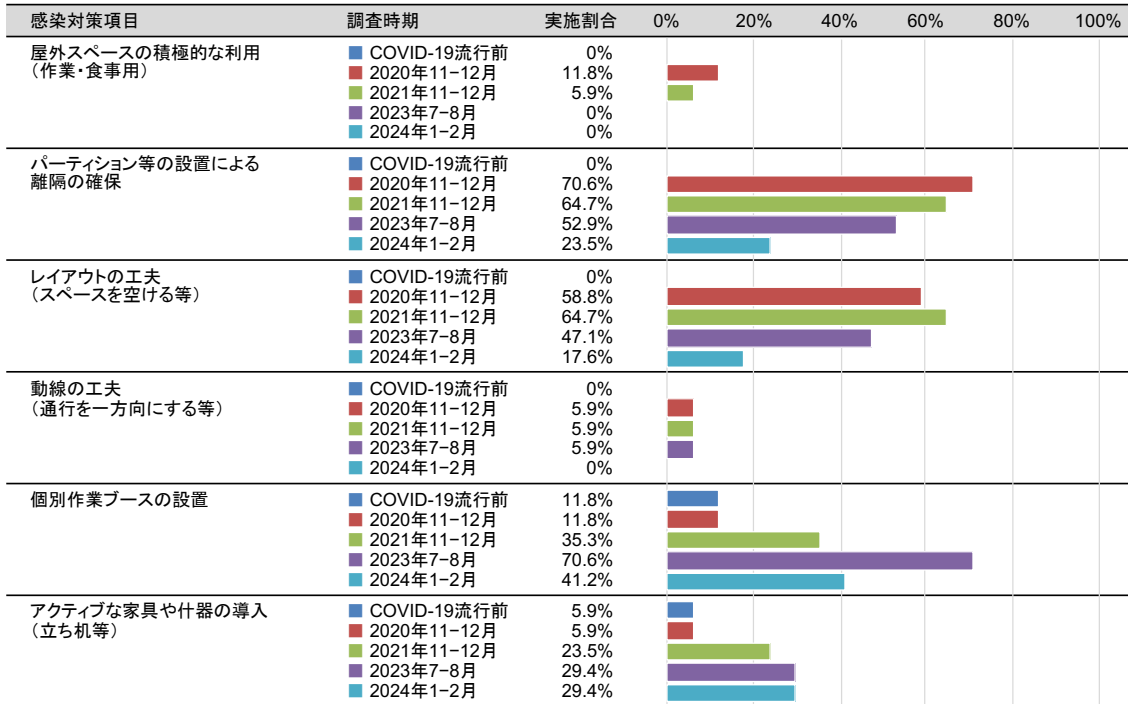


図 2-8 執務者による建築計画上の配慮の実施割合の4時点比較

※ 全調査でデータが得られた17ビルを対象

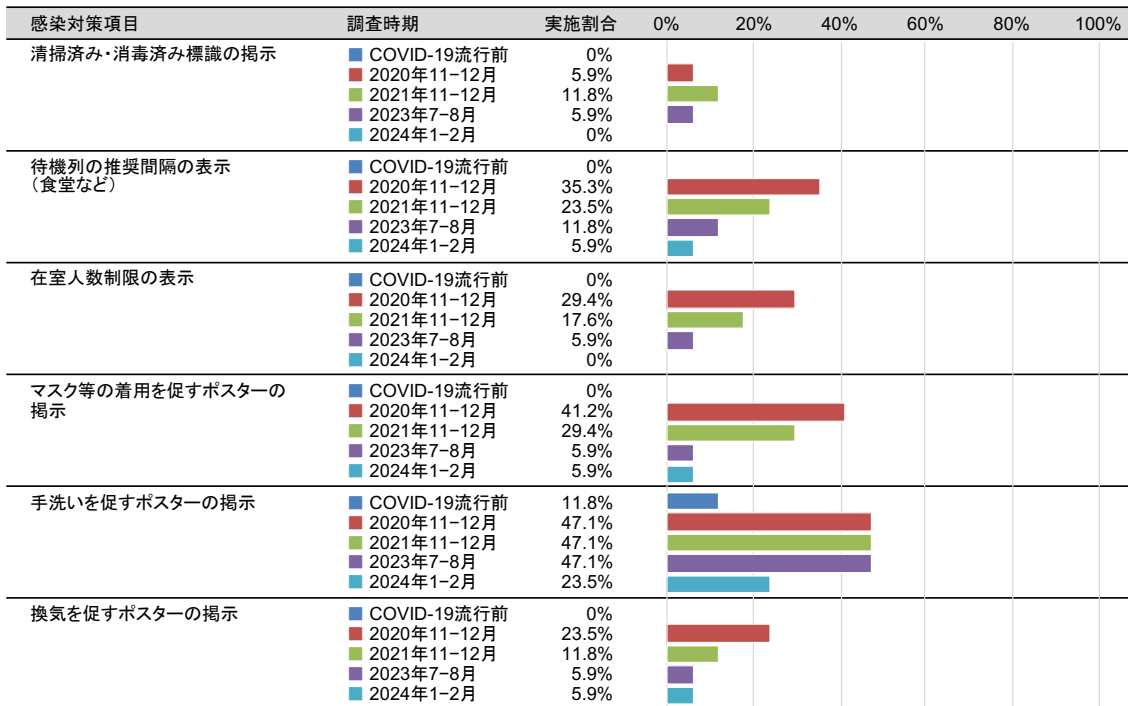


図 2-9 執務者によるサイン計画上の配慮の実施割合の4時点比較

※ 全調査でデータが得られた17ビルを対象

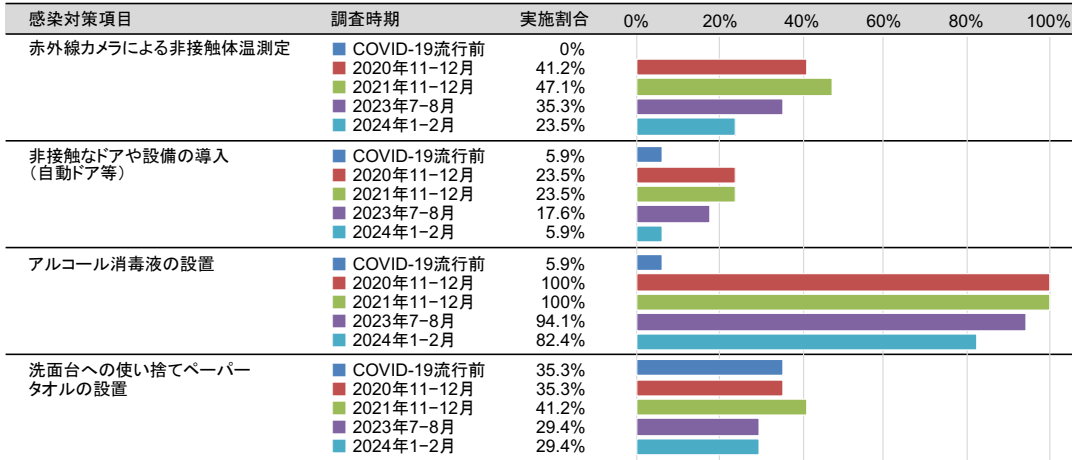


図 2-10 執務者による接触感染への配慮の実施割合の4時点比較

※ 全調査でデータが得られた17ビルを対象

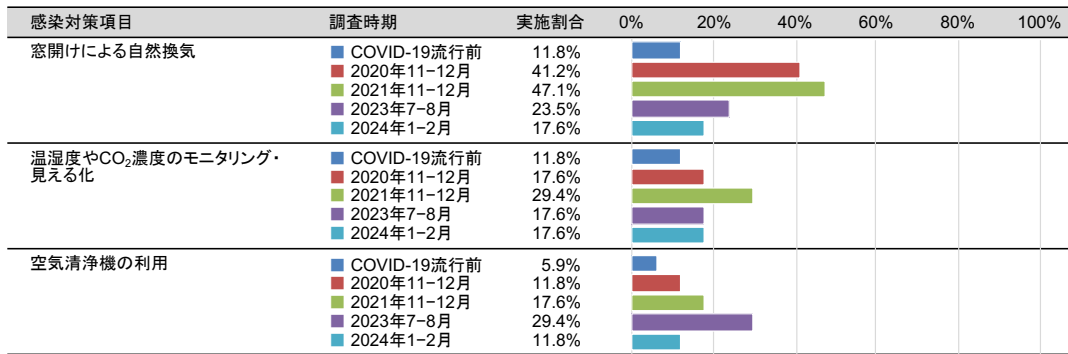


図 2-11 執務者による空気感染への配慮の実施割合の4時点比較

※ 全調査でデータが得られた17ビルを対象

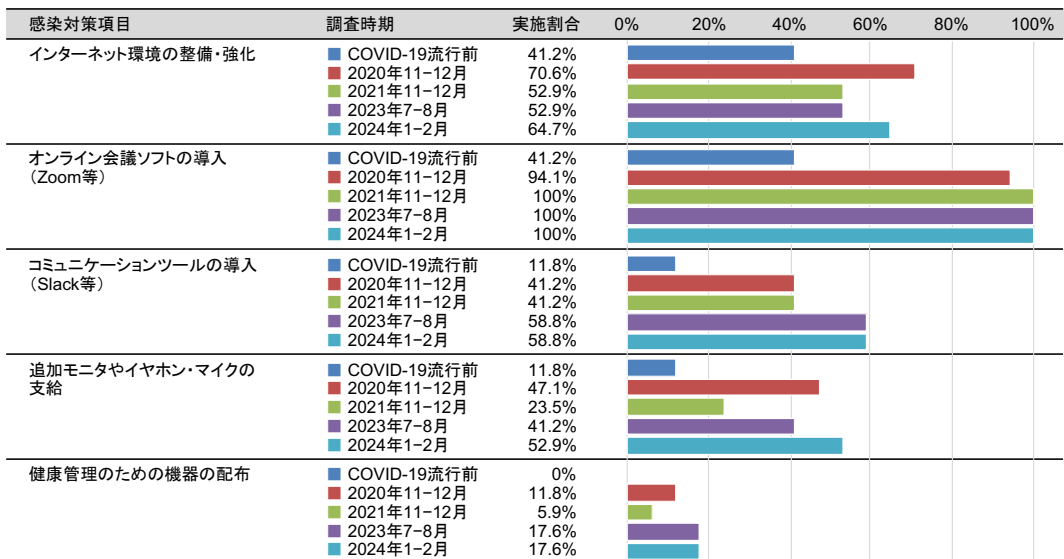


図 2-12 執務者によるIT環境上の配慮の実施割合の4時点比較

2.4.5. 窓開け割合と在席割合

図 2-13#に、窓開け割合・在席割合の 4 時点比較を示す。欠損のあったビルを除いて、窓開け割合については 18 ビル、在席割合については 17 ビルを対象としたなお、窓開け割合とは、日誌に記入された回数の合計に対する日誌に「窓開け有り」と記入された回数の割合、在席割合とは座席数に対する在室人数の割合を示す(式 (2.1) および式 (2.2) を参照)。

2.4.5.1. 窓開け割合

窓開け割合については、有意ではないものの、2020 年・2021 年調査時(平均値はそれぞれ 22.9%、25.9%)と比較して、2023 年・2024 年調査時(平均値はそれぞれ 12.8%、13.4%)には、窓開け割合が低かった。これは、代表執務者を対象に行った、執務者による感染対策に関するアンケートの結果とも同様の傾向であった(図 2-11 を参照)。

2.4.5.2. 在席割合

在席割合については、有意ではないものの、With コロナである 2020 年調査時(平均値は 40.9%)から 2021 年調査時(平均値は 51.8%)で在席割合が 10%程度増加した。2021 年調査時には新規感染者数が比較的少なく、2020 年調査時と比較して、出勤人数が増加していたと考えられる。また、After コロナである 2023 年・2024 年調査時においても在席割合の増加は確認されなかった(平均値はそれぞれ 45.9%、48.4%)。後述の通り After コロナにはオフィス勤務日数が増加していた(図 2-21 を参照)が、出張等も増加したために在席割合で見ると変化が確認されなかったと推察される。

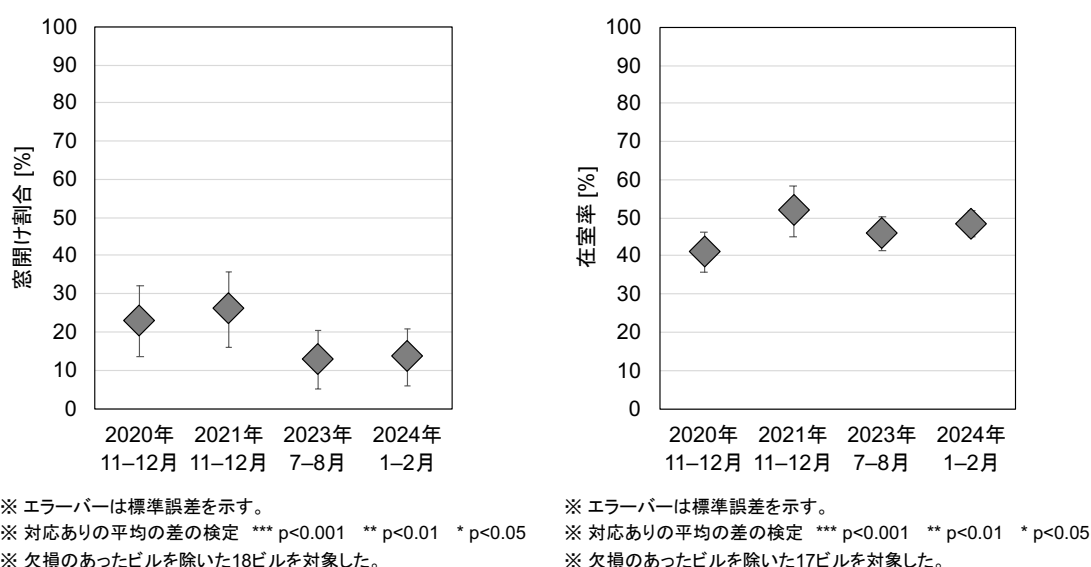


図 2-13 窓開け割合・在席割合の 4 時点比較

2.4.6. オフィスの温熱・空気環境

2.4.6.1. 屋外環境

図2-14に、欠損のあったビルを除いて18ビルを対象とした、屋外の温熱環境（温度と相対湿度の4時点比較を示す。屋外の温度について、全ビル平均値は、2020年調査時は14.8℃、2021年調査時は12.4℃、2023年調査時は32.9℃、2024年調査時は18.8℃であった。中間期（晩秋）である2020年・2021年調査時と比較して、夏期である2023年調査時は高く、冬期である2024年調査時若干低かった。屋外の相対湿度について、全ビル平均値は、2020年調査時は53.1%、2021年調査時は59.1%、2023年調査時は56.5%、2024年調査時は56.3%であった。相対湿度で見た場合には、調査時期による違いは確認されなかった。また、屋外の温度と相対湿度について、同じ中間期（晩秋）である2020年調査時と2021年調査時を比較すると、2020年調査時は標準偏差が大きかった（エラーバーが長かった）。これは2021年調査での実測調査が同一の2週間で行われたのに対して、2020年調査では対象オフィスビルを2つに分けて、それぞれ別日程で実測調査を行ったためである。具体的には、2020年調査では対象オフィスビル21棟中11棟が2020年11月9日から2020年11月20日に、10棟が2020年12月7日から2020年12月18日に実測調査を行った。2021年調査では対象オフィスビル20棟全てが2021年11月29日から2020年12月10日に行った。

図2-15に、欠損のあったビルを除いて18ビルを対象とした、屋外のPM_{2.5}質量濃度の4時点比較を示す。屋外のPM_{2.5}質量濃度について、全ビル平均値は、2020年調査時は11.7 μg/m³、2021年調査時は8.4 μg/m³、2023年調査時は10.6 μg/m³、2024年調査時は8.6 μg/m³であった。時期によって、屋外のPM_{2.5}質量濃度に違いが確認されたため、次項以降でオフィスのPM_{2.5}を時期で比較する際には、I/O比（屋外濃度に対する室内濃度の比率）を用いた。

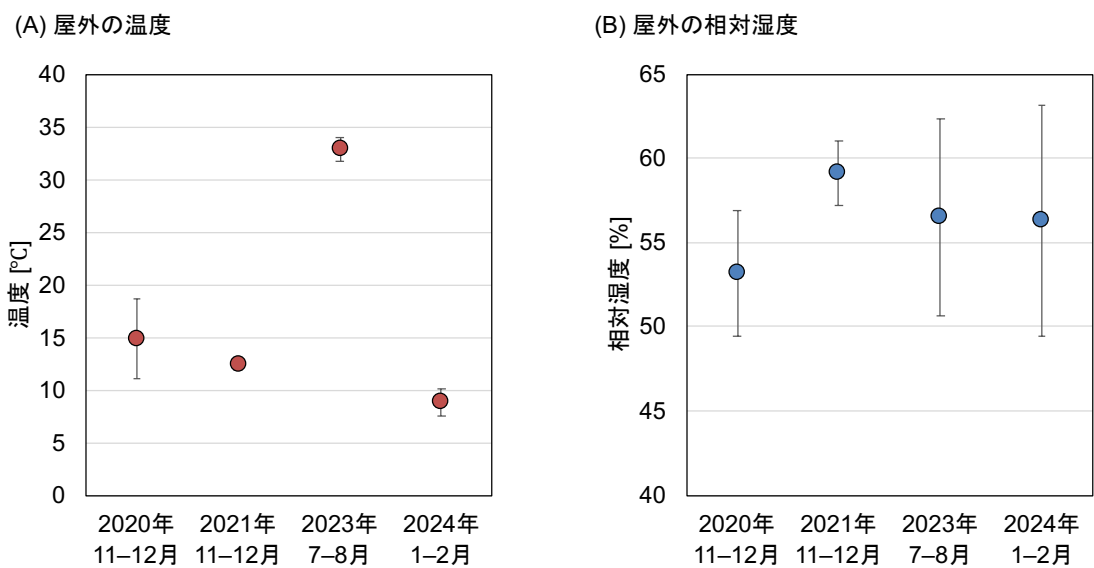
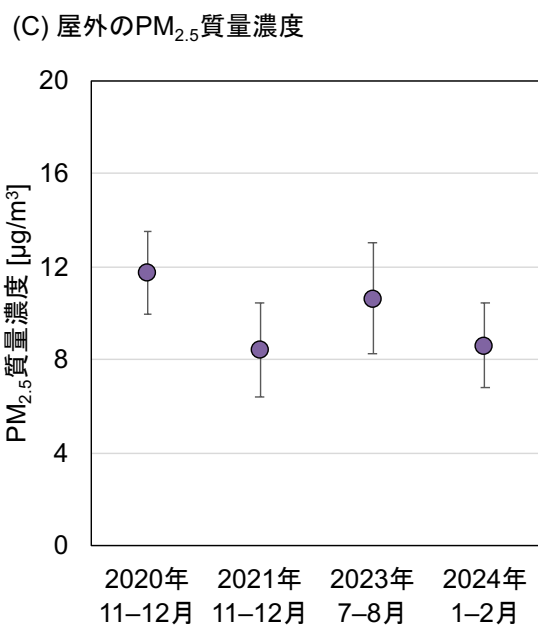


図 2-14 屋外の温熱環境の 4 時点比較



※ エラーバーは標準偏差を示す。
 ※ 4回の調査で環境実測を行った18ビルを対象した。

図 2-15 屋外環境の 4 時点比較

2.4.6.2. 室内環境

室内環境に関する物理量のうち、全ての調査で測定した温度、相対湿度、CO₂濃度、PM_{2.5}質量濃度について4時点での比較を行った。

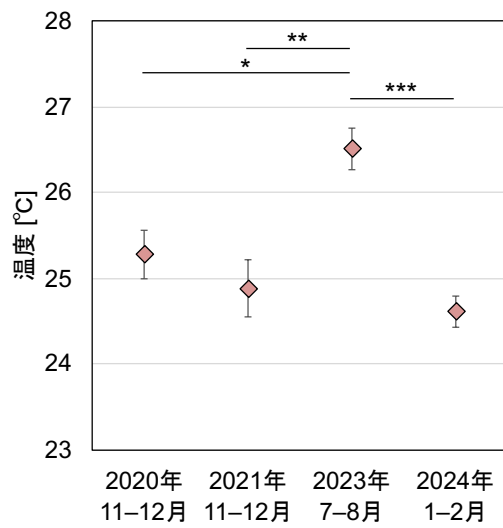
(1) 温熱環境

図2-16に、欠損のあったビルおよび調査期間中に移転したビルを除いて14ビルを対象とした、温熱環境(温度と相対湿度)の4時点比較を示す。温度について、全ビル平均値は、2020年調査時は25.3°C、2021年調査時は24.8°C、2023年調査時は26.5°C、2024年調査時は24.6°Cであった。夏期である2023年調査時は、他の調査時期と比較して、温度が有意に高かった。相対湿度について、全ビル平均値は、2020年調査時は35.0%、2021年調査時は36.6%、2023年調査時は49.9%、2024年調査時は33.9%であった。夏期である2023年調査時は、他の調査時期と比較して、相対湿度が有意に高かった。

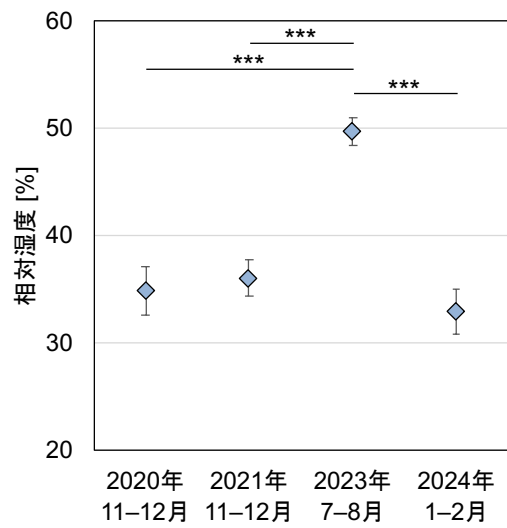
(2) 空気環境

図2-17に、欠損のあったビルおよび調査期間中に移転したビルを除いた上で、CO₂濃度、PM_{2.5}質量濃度それぞれについて、非常に高濃度であったビルを除いた13ビルを対象とした、空気環境(CO₂濃度とPM_{2.5}質量濃度のI/O比)の4時点比較を示す。CO₂濃度について、全ビル平均値は、2020年調査時は635 ppm、2021年調査時は672 ppm、2023年調査時は697 ppm、2024年調査時は694 ppmであった。CO₂濃度は2020年調査時から2024年調査時にかけて徐々に増加しており、2020年調査時と2024年調査時には有意差が確認された。これは、在席割合が増加したこと(図2-13を参照)、「換気量の増加」、「窓開けによる自然換気」の実施割合が減少した(図2-7および図2-11を参照)ことが原因と考えられる。PM_{2.5}質量濃度のI/O比について、全ビル平均値は、2020年調査時は0.47 μg/m³、2021年調査時は0.53 μg/m³、2023年調査時は0.26 μg/m³、2024年調査時は0.27 μg/m³であった。Afterコロナである2023年・2024年調査時には、Withコロナである2020年・2021年調査時と比較して、PM_{2.5}質量濃度のI/O比が有意に低かった。室内のPM_{2.5}は、換気によって屋外から室内に侵入するものが主であるため、これは「換気量の増加」、「窓開けによる自然換気」の実施割合が減少した(図2-7および図2-11を参照)ことが原因と考えられる。まとめると、With/Afterコロナで見ると、CO₂濃度は増加、PM_{2.5}質量濃度のI/O比は減少していたことが確認された。

(A) 温度



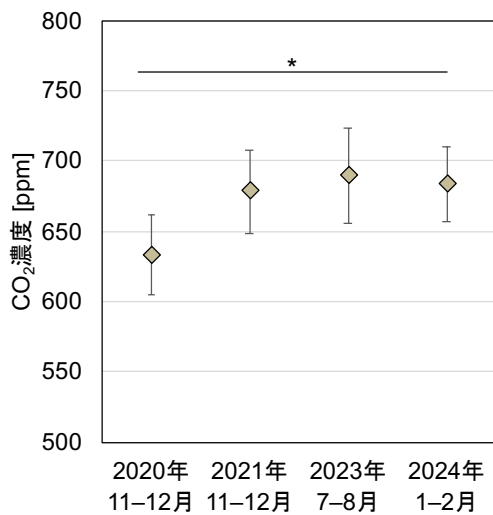
(B) 相対湿度



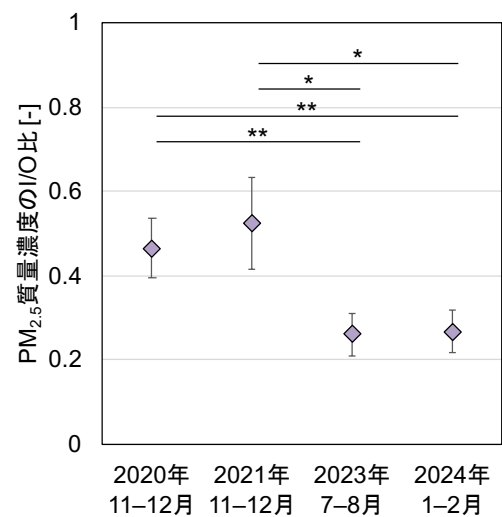
※ エラーバーは標準誤差を示す。 ※ 対応ありの平均の差の検定 *** p<0.001 ** p<0.01 * p<0.05
 ※ 欠損のあったビル、調査期間中に移転したビルを除いた14ビルを対象した。

図 2-16 温度と相対湿度の 4 時点比較

(A) CO₂濃度



(B) PM_{2.5}質量濃度のI/O比



※ エラーバーは標準誤差を示す。 ※ 対応ありの平均の差の検定 *** p<0.001 ** p<0.01 * p<0.05
 ※ 欠損のあったビル、調査期間中に移転したビルを除いた上で、CO₂濃度、PM_{2.5}質量濃度それぞれについて、非常に高濃度であったビルを除いた13ビルを対象とした。

図 2-17 CO₂濃度と PM_{2.5}質量濃度の I/O 比の 4 時点比較

2.4.7. 対象執務者の個人属性

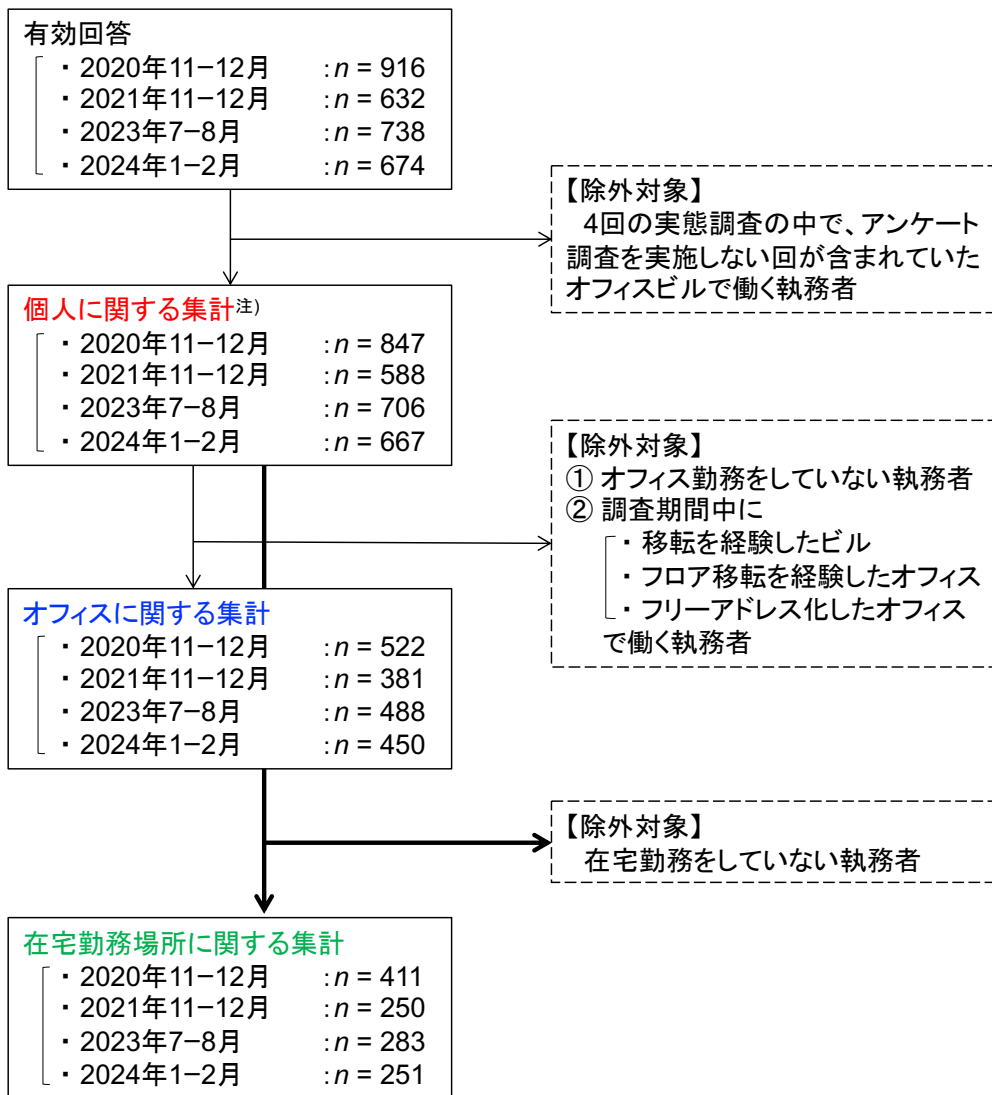
本項以降では、執務者用アンケートの集計結果を示す。まず、本項では、各調査での執務者用アンケートの有効回答数および各項目を集計する際の対象執務者の選定について述べる。その後、執務者用アンケートの項目のうち、個人属性とヘルスリテラシーに関する項目の集計結果について述べる。

2.4.7.1. 対象執務者の選定

図2-18に、対象執務者の選定フローチャートを示す。執務者用アンケートについては、2020年調査時には916名、2021年調査時には632名、2023年調査時には738名、2024年調査時には674名からの有効回答が得られた。このうち、4回の実態調査の中で、アンケート調査を実施しない回が含まれていたオフィスビルで働く執務者を除外して、2020年調査時の847名、2021年調査時の588名、2023年調査時の706名、2024年調査時の667名からの回答を対象に、個人に関する項目（個人属性、ヘルスリテラシー、働き方、生活習慣）の集計を行った。また、2020年調査にはBeforeコロナである2019年の働き方についても質問をしたが、その集計は2020年調査時の847名から「勤務年数が1年未満」の執務者を除外した724名を対象に行った。前述の通り、各時点の調査で異なる個人を対象として含んでいたが、各企業の同部署に調査を依頼することによって、各時点で対象執務者の属性が大きく変わらないように配慮した。そのため、対象執務者の個人属性を4時点で比較することで、対象執務者の属性が同様であったことを確認した。また、個人に関する項目の集計を行った執務者のうち、オフィス勤務をしていない執務者および調査期間中に移転した（フロア移転を含む）ビルとフリーアドレス化したオフィスでは働く執務者を除外して、2020年調査時の522名、2021年調査時の381名、2023年調査時の488名、2024年調査時の450名からの回答を対象に、オフィスに関する項目（環境満足度）の集計を行った。さらに、個人に関する項目の集計を行った執務者のうち、在宅勤務を行っていなかった執務者を除外して、2020年調査時の411名、2021年調査時の250名、2023年調査時の283名、2024年調査時の251名からの回答を対象に、在宅勤務場所に関する項目（環境満足度）の集計を行った。

2.4.7.2. 対象執務者の個人属性

図2-19に、対象執務者の個人属性（アンケートの回答場所、性別、年代、業務内容）の4時点比較を示す。カイ二乗検定の結果、いずれの項目についても調査時期による差が認められず、各時点で対象執務者の属性が同様であったことが確認された。具体的には、対象執務者の約8割はオフィスでアンケートに回答していた。対象執務者の約8割は男性で、年代は30歳代未満から60歳代以上まで幅広く分布していた。対象執務者の約7割は研究・開発、設計・技術など、技術系の業務に就いていた。

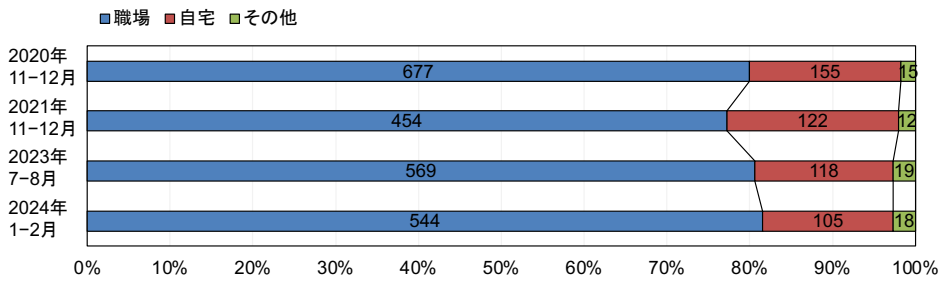


注) 2019年の働き方については、2020年の対象に質問した。

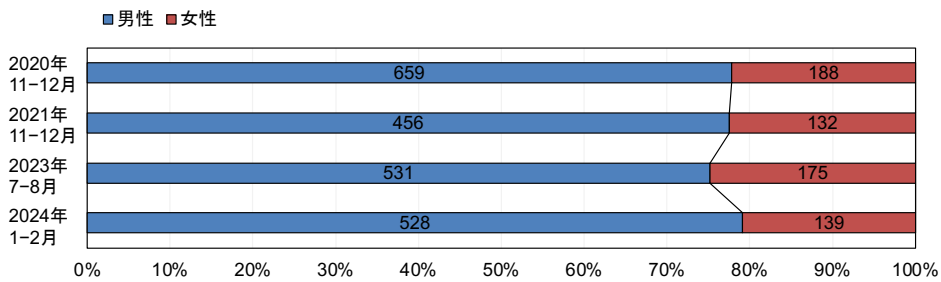
集計は「勤務年数が1年未満」の執務者を除外して行った。(n = 724)

図 2-18 対象執務者の選定フローチャート

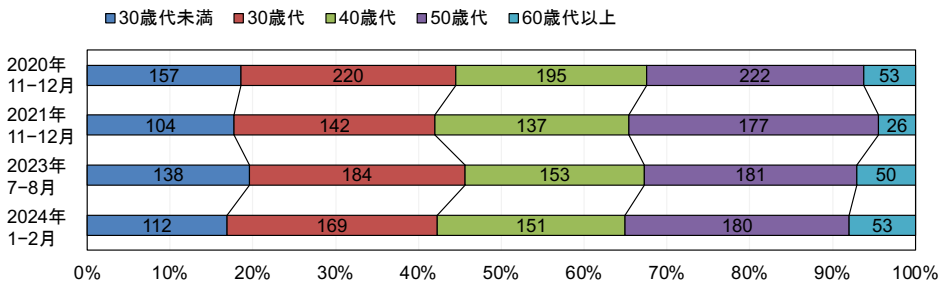
(A) アンケートの回答場所



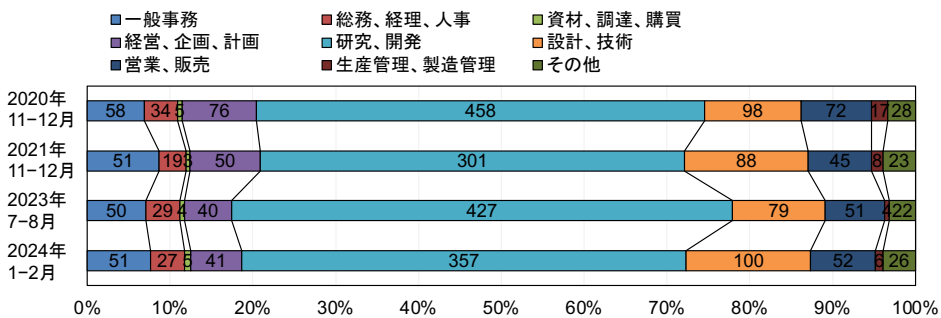
(B) 性別



(C) 年代



(D) 業務内容



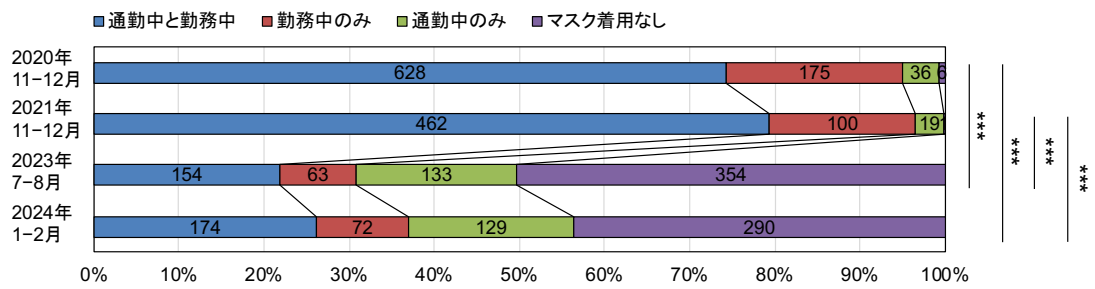
※ カイニ乗検定(ホルム法による補正) *** p<0.001 ** p<0.01 * p<0.05

図 2-19 対象執務者の個人属性の4時点比較

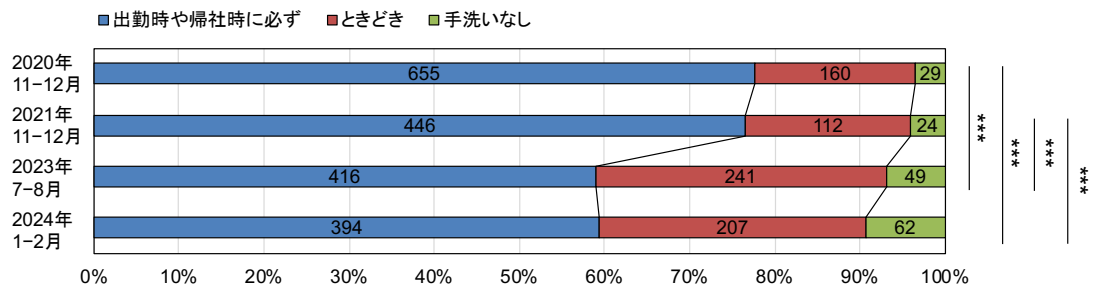
2.4.8. 執務者のヘルスリテラシー

図2-20に、ヘルスリテラシー（マスク着用、手洗い、体温測定の実行および新型コロナワクチンの接種回数）の4時点比較を示す。マスク着用、手洗い、体温測定の実行については、With コロナである2020年・2021年調査時とAfter コロナである2023年・2024年調査時との間に有意差が認められ、感染状況の落ち着きに伴い執務者のヘルスリテラシーが低下したことが確認された。具体的には、2020年・2021年調査時において、通勤中と勤務中にマスクを着用していた執務者は約8割、出勤時や帰社時に必ず手洗いをしてきた執務者は約8割、出勤前に必ず体温測定をしていた執務者は約5割であった。一方で、2023年・2024年調査時において、通勤中と勤務中にマスクを着用していた執務者は約2割、出勤時や帰社時に必ず手洗いをしてきた執務者は約1割、出勤前に必ず体温測定をしていた執務者は1割未満にとどまった。新型コロナワクチンの接種回数については、2021年調査時と2023年・2024年調査時との間、2023年調査時と2024年調査時との間にそれぞれ有意差が認められ、時期の経過とともに新型コロナワクチンの接種回数が増加していたことが確認された。

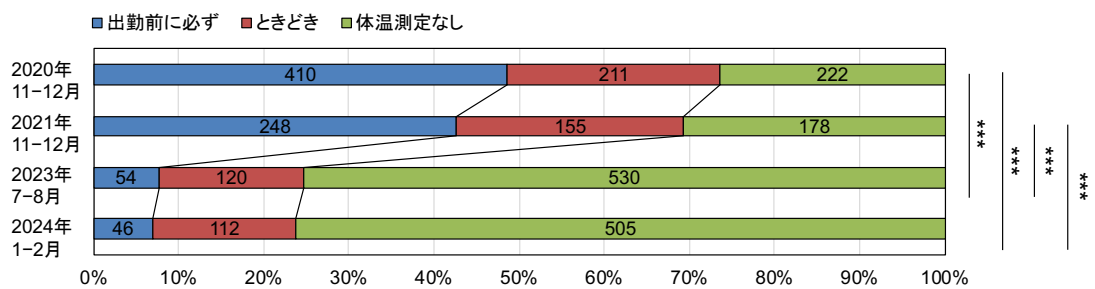
(A) マスク着用の習慣



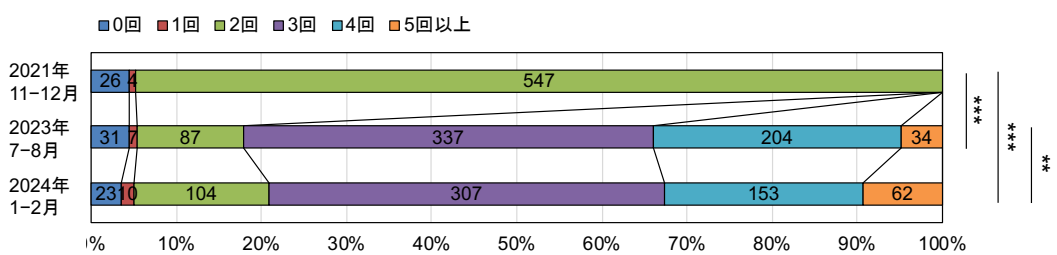
(B) 手洗いの習慣



(C) 体温測定 of 習慣



(D) 新型コロナワクチンの接種回数



※ カイニ乗検定(ホルム法による補正) *** p<0.001 ** p<0.01 * p<0.05

図 2-20 ヘルスリテラシーの 4 時点比較

2.4.9. 執務者の働き方と生活習慣

2.4.9.1. 執務者の働き方

図2-21に、働き方の（1週間あたりのオフィス勤務、在宅勤務、時差出勤、オンライン会議日数）の5時点比較を示す。

Before コロナである2019年とWith コロナである2020年調査時で比較すると、オフィス勤務日数は有意に減少（平均値にして4.8日/週から3.8日/週）し、在宅勤務日数（平均値にして0.1日/週から1.1日/週）、時差出勤日数（平均値にして0.7日/週から1.0日/週）、オンライン会議日数（平均値にして0.4日/週から2.1日/週）は有意に増加した。以上より、COVID-19の流行に伴い、執務者の働き方に大きな変化があったことが確認された。

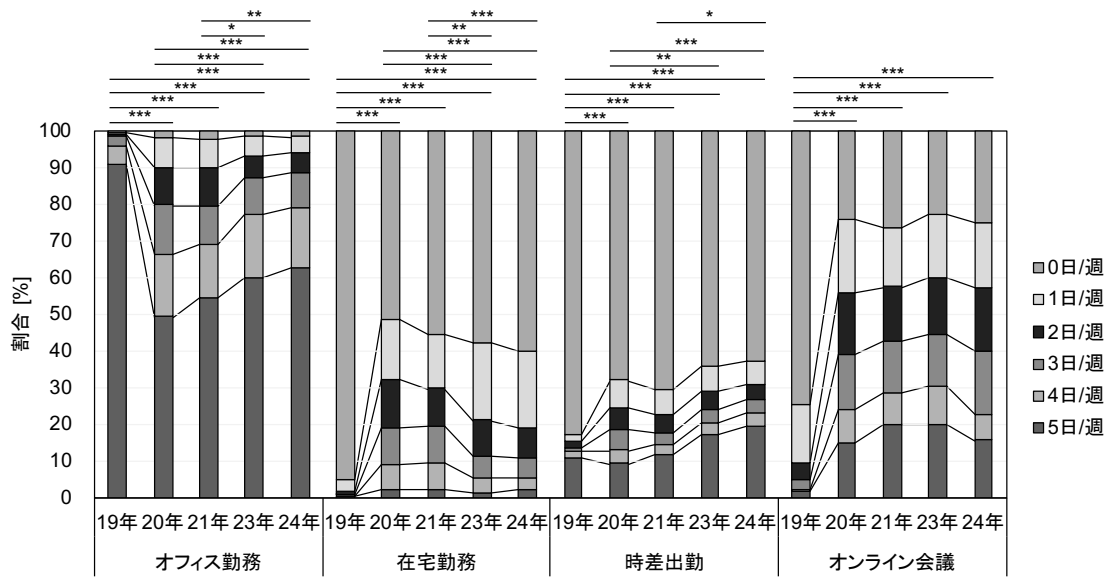
一方で、With コロナの2時点では、オフィス勤務、在宅勤務、時差出勤、オンライン会議日数に有意差は認められなかった。

With コロナである2021年調査時とAfter コロナ初期である2023年調査時を比較すると、オフィス勤務日数は有意に減少（平均値にして3.9日/週から4.2日/週）し、在宅勤務日数が有意に増加（平均値にして1.1日/週から0.8日/週）した。以上より、感染状況の落ち着きにより執務者がオフィスに戻る傾向が確認された。一方で、時差出勤日数（平均値にして1.0日/週から1.3日/週）、オンライン会議日数（平均値にして2.2日/週から2.3日/週）には有意差は確認されなかった。

After コロナである2023年調査時と2024年調査時では、オフィス勤務、在宅勤務、時差出勤、オンライン会議日数に有意差は認められなかった。したがって、After コロナにおいても、時差出勤とオンライン会議がWith コロナと同程度行われていたと考えられる。

With/After コロナで、オフィス勤務日数が増加し、在宅勤務日数が減少したなど、一部揺り戻しが見られた。しかし、全体を通して見ると、Before コロナである2019年からAfter コロナである2024年調査時で、オフィス勤務日数は有意に減少（平均値にして4.8日/週から4.2日/週）し、在宅勤務日数（平均値にして0.1日/週から0.8日/週）、時差出勤日数（平均値にして0.7日/週から1.4日/週）、オンライン会議日数（平均値にして0.4日/週から2.1日/週）は有意に増加した。したがって、COVID-19の流行が執務者の働き方を大きく変化させたものといえる。

なお、With コロナからAfter コロナでオフィス勤務日数が増加した一方で、実測調査では在室割合の増加は確認されなかった（図2-13を参照）。この相違について、以下の要因が考えられる。まず、With コロナからAfter コロナで時差出勤日数が増加していたことから、1日の在室時間が短くなった可能性がある。次に、With コロナからAfter コロナでオフィス勤務日数が増加していたにも関わらず、オンライン会議日数には変化がなかったことから、オフィス勤務中に会議室でオンライン会議を行う機会が増加したと推察されます。さらに、感染の落ち着きに伴い、外出先および執務室外（応接室や共用スペースなど）で業務を行う機会も増えたことが予想される。



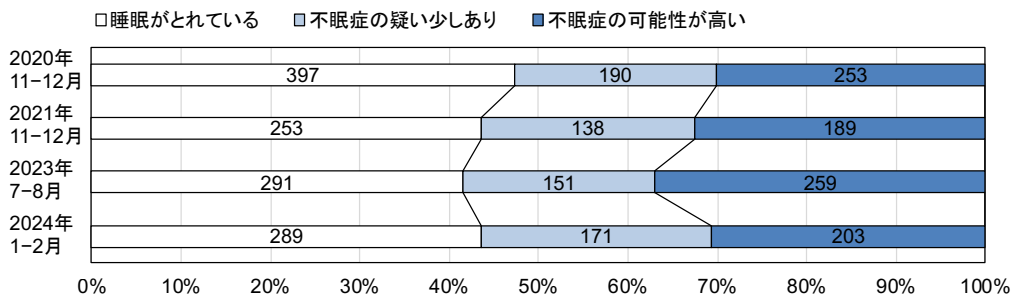
※ カイ二乗検定(ホルム法による補正) *** p<0.001 ** p<0.01 * p<0.05
 ※ 2020年は11-12月、2021年は11-12月、2023年は7-8月、2024年は1-2月に調査(2019年の働き方は、2020年に質問)

図 2-21 働き方の 5 時点比較

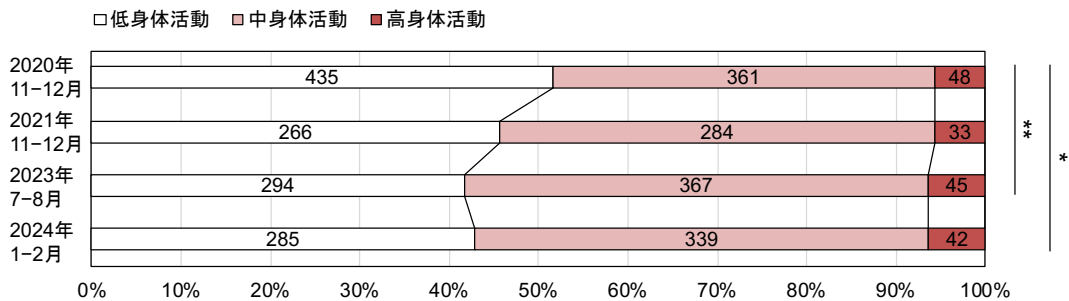
2.4.9.2. 執務者の生活習慣

図2-22に、生活習慣の（睡眠および身体活動）の4時点比較を示す。睡眠については時期による違いが認められなかったが、身体活動については、With コロナである2020年調査時からAfter コロナである2023年・2024年調査時で、中身体活動が有意に増加した。既往研究において、オフィス勤務では在宅勤務と比較して、通勤に伴う徒歩により1日の歩数が増加することが確認されている²⁻⁴⁴。そのため、中身体活動の増加については、感染状況の落ち着きに伴いオフィス勤務日数が増加した（図2-21を参照）ことで、通勤に伴う徒歩が増加したためと考えられる。

(A) アテネ不眠尺度AIS(睡眠の指標)



(B) 国際標準化身体活動質問票IPAQ(身体活動の指標)



※ カイ二乗検定(ホルム法による補正) *** p<0.001 ** p<0.01 * p<0.05

図2-22 生活習慣の4時点比較

2.4.10. 環境満足度

図 2-23 に、オフィスと在宅勤務場所における環境満足度の 4 時点比較を示す。ここでは、季節による影響を受ける温熱環境満足度以外について考察する。また、光環境満足度については第 5 章で考察する。

空気環境満足度について、With コロナである 2020 年調査時には、2021 年調査時と比較して、オフィスと在宅勤務場所での満足度が有意に低かった。これは、COVID-19 の感染拡大初年度である 2020 年調査時において、執務者が感染への不安から空気環境を厳しく評価していたためであると考えられる。

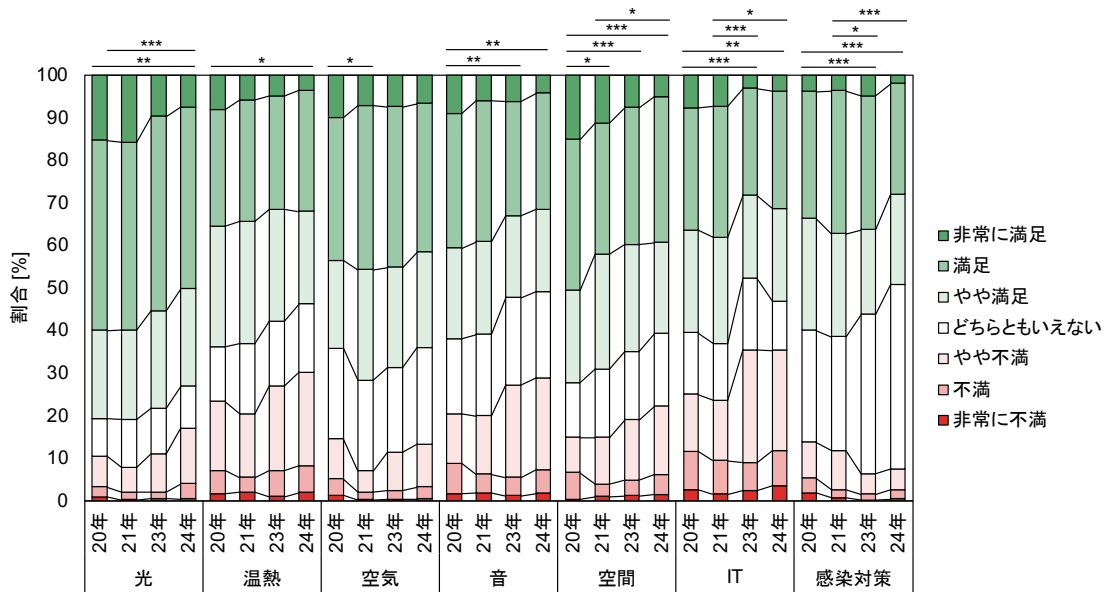
音環境満足度について、With コロナである 2020 年・2021 年調査時には、After コロナである 2023 年・2024 年調査時と比較して、オフィスでの満足度が有意に低かった。これは、感染状況の落ち着きとともにオフィス勤務日数が増加した（図 2-21 を参照）ことにより、執務者が他人からの騒音に対して不満を抱いていたものと推察される。

空間環境満足度について、With コロナである 2020 年・2021 年調査時には、After コロナである 2023 年・2024 年調査時と比較して、オフィスでの満足度が有意に低かった一方で、在宅勤務場所での満足度が有意に高かった。オフィスの空間環境満足度の低下について、感染状況の落ち着きとともにオフィス勤務日数が増加した（図 2-21 を参照）ことにより、在室人数あたりの執務室スペースが小さくなったことが一因と考えられる。また、感染状況の落ち着きとともに「パーティションの設置による離隔の確保」、「レイアウトの工夫」、「個別作業ブースの設置」などの建築計画上の配慮の実施割合が減少したことも一因と推察される。一方、在宅勤務場所の空間環境満足度の向上について、COVID-19 の流行に伴う在宅勤務の普及後、机や椅子などの作業環境が整備され、満足度が向上したと考えられる。本調査では、執務者はオフィスと在宅勤務場所の環境満足度を同時に回答するため、両者を比較した相対的な評価が行われたと考えられ、作業環境の整備による在宅勤務場所での満足度の向上が、オフィスでの満足度の低下につながった可能性がある。

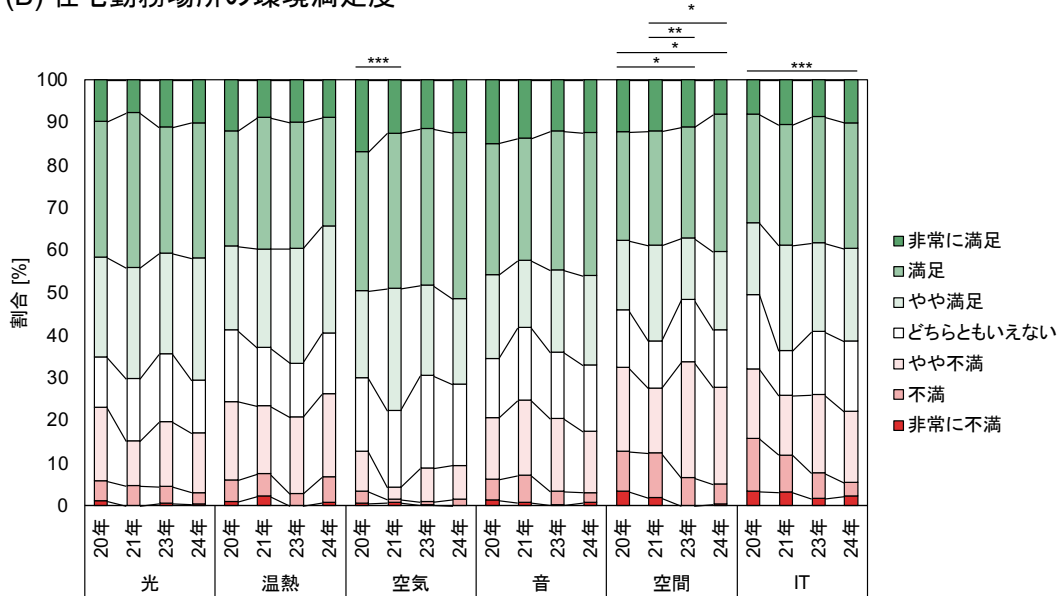
IT 環境満足度について、With コロナである 2020 年・2021 年調査時には、After コロナである 2023 年・2024 年調査時と比較して、オフィスでの満足度が有意に低かった一方で、在宅勤務場所での満足度が有意に高かった。空間環境満足度と同様に、COVID-19 の流行に伴う在宅勤務の普及後に作業環境が整備されたことで在宅勤務場所での満足度が向上し、相対的にオフィスでの満足度の低下につながった可能性がある。

オフィスでの感染対策に対する満足度について、With コロナである 2020 年・2021 年調査時には、After コロナである 2023 年・2024 年調査時と比較して、中立の回答が有意に増加した。これは、感染状況の落ち着きとともに、執務者の感染対策への関心が下がったためと考えられる。

(A) オフィスの環境満足度



(B) 在宅勤務場所の環境満足度



※ 2020年、2021年は11~12月、2023年は7~8月、2024年は1~2月に調査を実施
 ※ カイ二乗検定（ホルム法による補正） *** p<0.001 ** p<0.01 * p<0.05

図 2-23 オフィスと在宅勤務場所における環境満足度の4時点比較

2.5. まとめ

本章では、With/After コロナにおけるオフィス環境と環境満足度の実態を把握することを目的として、実態調査を行った。具体的にはまず、オフィス環境に関する基準値・指針値および環境満足度の評価方法について整理した(2.1節)。次に、新型コロナウイルス感染症の特徴と感染機序およびオフィスの感染対策に関する指針・チェックリストについて整理した(2.2節)。その後、With/After コロナにおけるオフィス環境の実態調査として、2.1節と2.2節で整理した内容を踏まえて、研究デザイン、アンケート調査、窓開け・在室人数および室内環境の実測調査、調査前後のヒアリング調査について計画を行った(2.3節)。最後に、With/After コロナにおけるオフィス環境の実態調査により得られた結果のうち、With/After コロナでの変化に着目して、空調・換気設備の運用と維持管理、執務者による感染対策、窓開け割合と在席割合、オフィスの温熱・空気環境、対象執務者のヘルスリテラシー、働き方、生活習慣、環境満足度の変化について、基礎集計を行った(2.4節)。本章で得られた知見を以下に示す。

- 1) 空調・換気設備の運用について、循環空調用と外気導入部のエアフィルタの種類については、With/After コロナでの大きな変化は見られなかった。一方、換気量の自動制御については、4棟のオフィスビルが自動制御を有しており、2020年調査時には0棟、2021年調査時は2棟、2023年調査時は3棟、2024年調査時は4棟全てが自動制御を使用していた。2020年調査時には、換気量を増やす目的で自動制御を使用していなかったが、その後、感染状況が落ち着くに伴い、省エネ等も考慮して自動制御の運転を再開したものと推察される。
- 2) 空調・換気設備の維持管理について、「換気量の増加」はWith コロナである2020年調査時と2021年調査時には実施割合が高かった(それぞれ61.5%、69.2%)が、After コロナである2023年調査時、2024年調査時と実施割合が顕著に減少した(ともに15.4%)。With コロナには厚生労働省が機械設備による換気と窓開けによる自然換気を推奨していたが、After コロナには感染対策は各事業者に委ねられたことから、オフィスビルの一部で省エネへの配慮などから「窓開けによる自然換気」を実施しなくなったものと推察される。
- 3) 執務者による空気感染対策について、COVID-19流行前に「窓開けによる自然換気」を実施していたオフィスビルは少なかった(11.8%)が、2020年・2021年調査時には実施割合が増加(2020年・2021年調査時には、それぞれ41.2%、47.1%)し、その後減少した(2023年・2024年調査時には、それぞれ23.5%、17.6%)。「換気量の増加」と同様に、After コロナには感染対策は各事業者に委ねられたことから、オフィスビルの一部で省エネへの配慮などから「窓開けによる自然換気」を実施しなくなったものと推察される。

- 4) オフィスの CO₂ 濃度について、全ビル平均値は、2020 年調査時は 635 ppm、2021 年調査時は 672 ppm、2023 年調査時は 697 ppm、2024 年調査時は 694 ppm であった。CO₂ 濃度は 2020 年調査時から 2024 年調査時にかけて徐々に増加しており、2020 年調査時と 2024 年調査時には有意差が確認された。これは、在席割合が増加したこと、「換気量の増加」、「窓開けによる自然換気」の実施割合が減少したことが原因と考えられる。
- 5) オフィスの PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比について、全ビル平均値は、2020 年調査時は 0.47 µg/m³、2021 年調査時は 0.53 µg/m³、2023 年調査時は 0.26 µg/m³、2024 年調査時は 0.27 µg/m³ であった。After コロナである 2023 年・2024 年調査時には、With コロナである 2020 年・2021 年調査時と比較して、PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比が有意に低かった。室内の PM_{2.5} は、換気によって屋外から室内に侵入するものが主であるため、これは「換気量の増加」、「窓開けによる自然換気」の実施割合が減少したことが原因と考えられる。
- 6) 執務者のヘルスリテラシーについて、With コロナである 2020 年・2021 年調査時と比較して、After コロナである 2023 年・2024 年調査時には、マスク着用、手洗い、体温測定 の頻度が有意に減少しており、感染状況の落ち着きに伴う執務者のヘルスリテラシーの低下したことが確認された。
- 7) 執務者の働き方について、全体を通して見ると、Before コロナである 2019 年から After コロナである 2024 年調査時で、オフィス勤務日数は有意に減少（平均値にして 4.8 日/週から 4.2 日/週）し、在宅勤務日数（平均値にして 0.1 日/週から 0.8 日/週）、時差出勤日数（平均値にして 0.7 日/週から 1.4 日/週）、オンライン会議日数（平均値にして 0.4 日/週から 2.1 日/週）は有意に増加した。したがって、COVID-19 の流行が執務者の働き方を大きく変化させたものといえる。
- 8) 執務者の生活習慣について、With コロナである 2020 年調査時から After コロナである 2023 年・2024 年調査時で、中身体活動が有意に増加した。これは、感染状況の落ち着きに伴いオフィス勤務日数が増加したことで、通勤に伴う徒歩が増加したためと推察される。
- 9) 執務者の環境満足度について、With コロナである 2020 年調査時には、2021 年調査時と比較して空気環境満足度が有意に低かった。これは、COVID-19 の感染拡大初年度である 2020 年調査時において、執務者が感染への不安から空気環境を厳しく評価していたためであると考えられる。

第2章 参考文献

- 2-1) 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/index.html> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-2) 厚生労働省: 室内空气中化学物質の室内濃度指針値について. https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=00tc3866&dataType=1&pageNo=1 (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-3) World Health Organization (WHO). WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. 2021. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345329/97892400342_28-eng.pdf?sequence=1. (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-4) 厚生労働省: 事務所衛生基準規則. https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=74089000&dataType=0&pageNo=1 (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-5) 環境技術センター: 日本建築学会による建物・室用途別性能基準. <https://www.i-kankyo.com/securewp/wp-content/uploads/2021/12/tatemono-shitsunai.pdf> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-6) 一般社団法人日本サステナブル建築協会 (JSBC): SAP-知的生産性測定システム. <http://www.jsbc.or.jp/sap/notes.html> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-7) 一般社団法人日本サステナブル建築協会 (JSBC): CASBEE-健康チェックリスト (すまい、オフィス、コミュニティ). <https://www.jsbc.or.jp/research-study/casbee/tools/health.html> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-8) Nishiura H, Oshitani H, Kobayashi T, Saito T, Sunagawa T, Matsui T, Wakita T, MHLW COVID-19 Response Team, Suzuki M: Closed environments facilitate secondary transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19), 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.02.28.20029272> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-9) 新型コロナウイルス感染症対策専門家会議: 新型コロナウイルス感染症対策の見解, 2020年3月9日. <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000606000.pdf> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-10) 厚生労働省: 3つの密を避けましょう, 2020年4月28日. <https://www.kantei.go.jp/jp/content/000061868.pdf> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-11) 厚生労働省: 商業施設等における“換気の悪い密閉空間”を改善するための換気について, 2020年3月30日. <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000618969.pdf> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-12) Morawska L, Milton DK: It Is Time to Address Airborne Transmission of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), *Clinical Infectious Diseases*, 2020;71:2311–2313. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa939>
- 2-13) World Health Organization (WHO): Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions, scientific brief, 2020. <https://www.who.int/news->

[room/commentaries/detail/transmission-of-sars-cov-2-implications-for-infection-prevention-precautions](#) (最終アクセス 2024/12/17)

- 2-14) Centers for Disease Control and Prevention (CDC). COVID-19. <https://www.cdc.gov/covid/index.html> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-15) Guo M, Xu P, Xiao T, He R, Dai M, Miller SL: Review and comparison of HVAC operation guidelines in different countries during the COVID-19 pandemic, Build Environ, 2021;187:107368. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107368>
- 2-16) 公益社団法人空気調和・衛生工学会 新型コロナウイルス対策特別委員会 倉渕隆, 柳宇, 尾方壮行, 大塚雅之, 新型コロナウイルス感染対策としての空調設備を中心とした設備の運用について(改訂二版), 2020年9月7日. <https://www.shasej.org/recommendation/covid-19/2020.09.07%20covid19%20kaitei.pdf>(最終アクセス 2024/12/17)
- 2-17) 公益社団法人空気調和・衛生工学会 新型コロナウイルス対策特別委員会 倉渕隆, 柳宇, 尾方壮行, 大塚雅之, 新型コロナウイルス感染対策としての空調・衛生設備の運用について, 2021年4月1日. <https://www.shasej.org/recommendation/covid-19/2021.05.07%20kaite3.pdf> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-18) 一般社団法人日本サステナブル建築協会 (JSBC) : CASBEE-感染対策チェックリスト (オフィス版、住宅版) . https://www.jsbc.or.jp/research-study/casbee/tools/infection_control.html (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-19) American Institute of Architects (AIA): Re-occupancy Assessment Tool. <https://classic.aia.org/resource/6292441-re-occupancy-assessment-tool> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-20) 一般財団法人住宅・建築 SDGs 推進センター (IBECs) : 自律循環型プロジェクト. <http://www.jji-design.org> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-21) 厚生労働大臣 加藤勝信: 新型コロナウイルス感染症(COVID-19)に係る 新型インフルエンザ等感染症から 5 類感染症への移行について, 2023年4月27日. <https://www.mhlw.go.jp/content/001091810.pdf> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-22) 厚生労働大臣: データからわかるー新型コロナウイルス感染症情報ー. <https://covid19.mhlw.go.jp/?lang=ja> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-23) Yaowen L, Jiangpeng Y, Runze X, Jingsi Z, Xiang Z, Maohui L: Correlating working performance with thermal comfort, emotion, and fatigue evaluations through on-site study in office buildings. Building and Environment. 2024;265:111960. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111960>
- 2-24) Brightman HS, Milton DK, Wypij D, Burge HA, Spengler JD: Evaluating building-related symptoms using the US EPA BASE study results, Indoor Air, 2008;18:335-345, <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2008.00557.x>
- 2-25) Bluysen PM, Oliveira Fernandes E, Groes L, Clausen G, Fanger PO, Valbjørn O, Bernhard CA, Roulet CA: European indoor air quality audit project in 56 office buildings, Indoor Air,

- 1996;6:221-238. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.1996.00002.x>
- 2-26) Roulet CA, Flourentzou F, Foradini F, Bluysen P, Cox C, Aizlewood C: Multicriteria analysis of health, comfort and energy efficiency in buildings, *Building Research & Information*, 2006;34:475-482. <https://doi.org/10.1080/09613210600822402>
- 2-27) Szigeti T, Dunster C, Cattaneo A, Spinazzè A, Mandin C, Ponner EL, Oliveira Fernandes E, Ventura G, Saraga DE, Sakellaris IA, Kluizenaar Y, Cornelissen E, Bartzis JG, Kelly FJ: Spatial and temporal variation of particulate matter characteristics within office buildings — The OFFICAIR study, *Science of the Total Environment* 2017;587-588:59-67, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.013>
- 2-28) Marmot AF, Eley J, Stafford M, Stansfeld SA, Warwick E, Marmot MG: Building health: an epidemiological study of “sick building syndrome” in the Whitehall II study, *Occupational & Environmental Medicine*. Med, 2006;63:283-289. [10.1136/oem.2005.022889](https://doi.org/10.1136/oem.2005.022889)
- 2-29) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H: Physicochemical risk factors for building-related symptoms in air-conditioned office buildings: Ambient particles and combined exposure to indoor air pollutants, *Science of the Total Environment*, 2018;616–617:1649-1655. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.147>
- 2-30) Sakellaris I, Saraga D, Mandin C, de Kluizenaar Y, Fossati S, Spinazzè A, Cattaneo A, Szigeti T, Mihucz V, de Oliveira Fernandes E, Kalimeri K, Carrer P, Bartzis J: Personal Control of the Indoor Environment in Offices: Relations with Building Characteristics, Influence on Occupant Perception and Reported Symptoms Related to the Building—The Officair Project. *Applied Sciences*, 2019;9:3227. <https://doi.org/10.3390/app9163227>
- 2-31) Dace E, Stibe A, Timma L: A holistic approach to manage environmental quality by using the Kano model and social cognitive theory, *Corp Soc Resp Env Ma*, 2020;27:430–443. <https://doi.org/10.1002/csr.1828>
- 2-32) Soldatos CR, Dikeos DG, Paparrigopoulos TJ: Athens insomnia scale: validation of an instrument based on ICD-10 criteria, *J Psychosom Res*, 2000;48:555–560. [https://doi.org/10.1016/S0022-3999\(00\)00095-7](https://doi.org/10.1016/S0022-3999(00)00095-7)
- 2-33) Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman, AE, Booth ML, Ainsworth BE, Pratt M, Ekelund U, Yngve A, Sallis JF, Oja P: International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity, *Med Sci Sport Exer*, 2003;35:1381–1395. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000078924.61453.fb>
- 2-34) Lee PH, Macfarlane DJ, Lam TH, Stewart SM: Validity of the international physical activity questionnaire short form (IPAQ-SF): a systematic review, *Int J Behav Nutr Phy*, 2011;8:115. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-115>
- 2-35) Kessler RC, Andrews G, Colpe LJ, Hiripi E, Mroczek DK, Normand SLT, Walters EE, Zaslavsky AM: Short screening scales to monitor population prevalences and trends in non-

- specific psychological distress, Psychol Med, 2002;32:959-976. <https://doi.org/10.1017/S0033291702006074>
- 2-36) Fujino Y, Uehara M, Izumi H, Nagata T, Muramatsu K, Kubo T, Oyama I, Matsuda S: Development and validity of a work functioning impairment scale based on the Rasch model among Japanese workers, J Occup Health, 2015;57:521-531. <https://doi.org/10.1539/joh.15-0135-OA>
- 2-37) 気象庁: 過去の気象データ検索. <https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/index.php> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-38) 環境省: 環境省大気汚染物質広域監視システム (そらまめくん) . <https://soramame.env.go.jp> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-39) Tartarini F and Schiavon S: pythermalcomfort: A Python package for thermal comfort research, SoftwareX. 2020;12:100578. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2020.100578>
- 2-40) Zheng Z, Zhang Y, Mao Y, Yang Y, Fu C, Fang Z: Analysis of SET* and PMV to evaluate thermal comfort in prefab construction site offices: Case study in South China, Case Stud Therm Eng, 2021;26:101137. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.101137>
- 2-41) R Development Core Team: R: the R project for statistical computing. <https://www.r-project.org> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-42) Woltman H, Feldstain A, MacKay JC, Rocchi M: An introduction to hierarchical linear modeling, Tutor. Quant. Methods Psychol, 2012;8: 52–69. [10.20982/tqmp.08.1.p052](https://doi.org/10.20982/tqmp.08.1.p052)
- 2-43) Kuznetsova A, Brockhoff PB, Christensen RHB, Jensen SP. lmerTest: Tests in Linear Mixed Effects Models. <https://cran.r-project.org/web/packages/lmerTest/index.html> (最終アクセス 2024/12/17)
- 2-44) 芳賀恭平, 海塩渉, 鍵直樹, 伊香賀俊治: オフィス勤務及び在宅勤務における働き方・執務環境の実態と執務者の眠気との関連, 日本建築学会計画系論文集, Vol. 89, pp. 582–588, 2024. <https://doi.org/10.3130/aije.87.785>

第3章

空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境 への影響分析

第3章 目次

第3章 空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境への影響分析	81
3.1. 分析の目的と概要	81
3.2. With コロナにおけるオフィスの温熱・空気環境の実態に関する検討	82
3.2.1. 温熱・空気環境に関わる基準値・指針値との比較	83
3.2.2. Before コロナにおけるオフィスの温熱・空気環境との比較	86
3.2.3. ザイデルの式を用いた換気量の推定	89
3.2.4. With コロナの2時点におけるCO ₂ 濃度増加の要因検討	92
3.3. 空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境への影響分析	94
3.4. 感染症蔓延時の温熱・空気環境を維持する空調・換気設備の運用	96
3.5. まとめ	98

第3章 空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境への影響分析

3.1. 分析の目的と手法

COVID-19の流行に伴い、空調や換気に関する感染症対策のガイドラインが公表され、オフィスビルでも様々な対策が講じられた。そのため、オフィスの室内環境が変化した可能性がある。しかし、Before コロナのオフィスビルを対象としたオフィス環境に関する調査は数多く実施されている³⁻¹⁾⁻³⁻⁶⁾が、With コロナのオフィスビルを対象としたオフィス環境に関する調査はあまり行われていない。さらに、将来的にCOVID-19が収束した場合であっても新たな感染症が蔓延する可能性がある。そのため、With コロナのオフィスビルを対象としたオフィス環境に関する調査、今後蔓延する可能性のある新たな感染症への備えとしても重要だと考えられる。

本章では、空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境への影響を明らかにする目的で、With コロナである2020年・2021年調査から得られたデータを分析する。具体的にはまず、With コロナにおけるオフィスの温熱・空気環境の実態を把握するために、温熱・空気環境の実測値と基準値・指針値との比較、Before コロナにおけるオフィスの温熱・空気環境との比較、ザイデルの式を用いた換気量の推定、With コロナの2時点におけるCO₂濃度増加の要因検討を行う。次に、空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境への影響について分析する。図3-1に、空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境への影響分析に関する概念を示す。空気感染対策に関する項目として、窓開けによる自然換気、換気量の自動制御、循環空調用の中・高性能フィルタ、外気導入部の中・高性能フィルタ、換気量の増加、エアフィルタの維持管理、エアフィルタの交換、空調システムの清掃、CO₂濃度レベルの維持を抽出し、それらの実施の有無とオフィス環境との関連について、平均の差の検定を行う。最後に、本章の検討で得られた結果に基づいて、感染症蔓延時の温熱・空気環境を維持する空調・換気設備の運用について考察する。

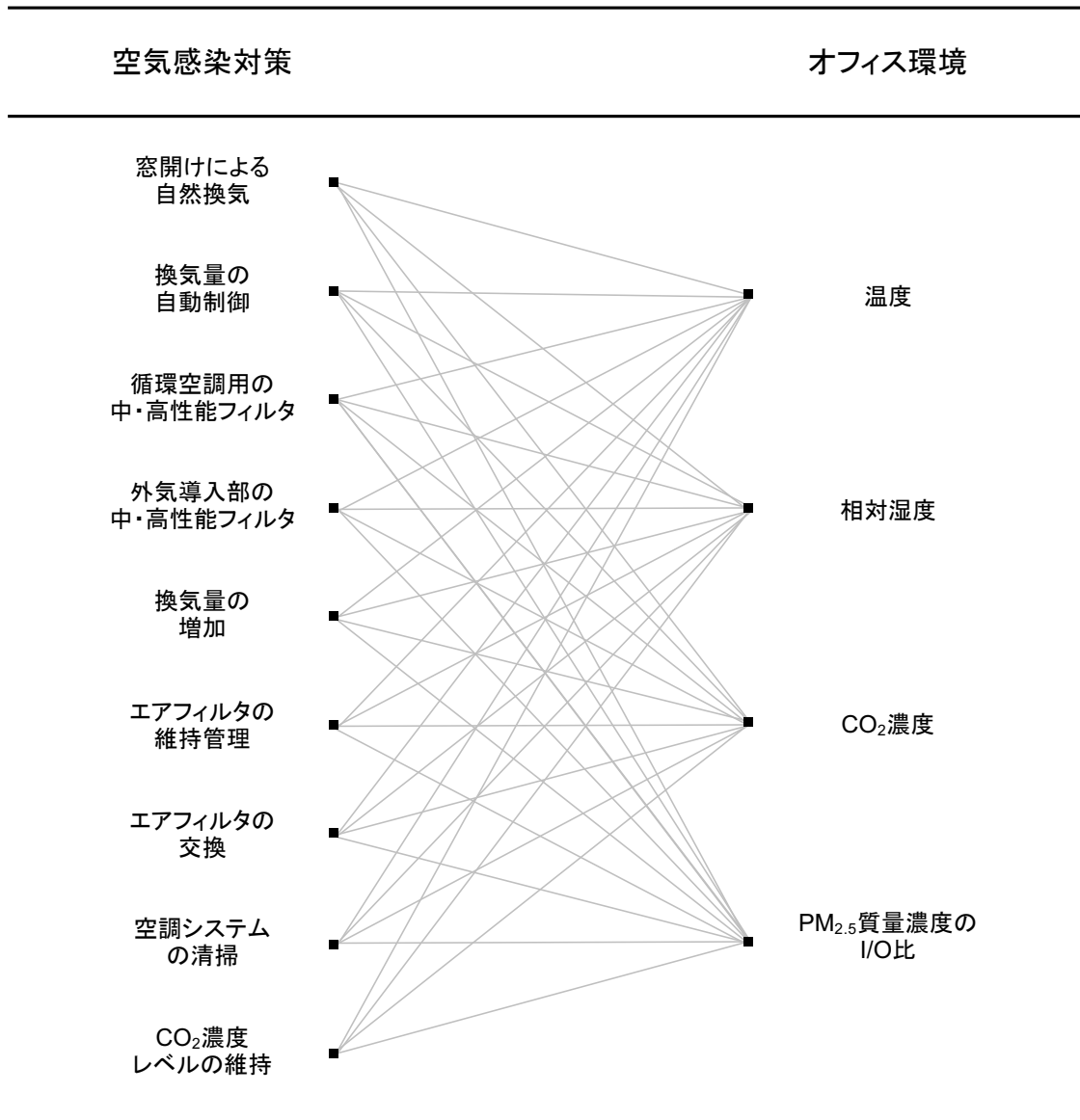


図 3-1 空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境への影響分析に関する概念

3.2. With コロナにおけるオフィスの温熱・空気環境の実態に関する検討

3.2.1. 温熱・空気環境に関わる基準値・指針値との比較

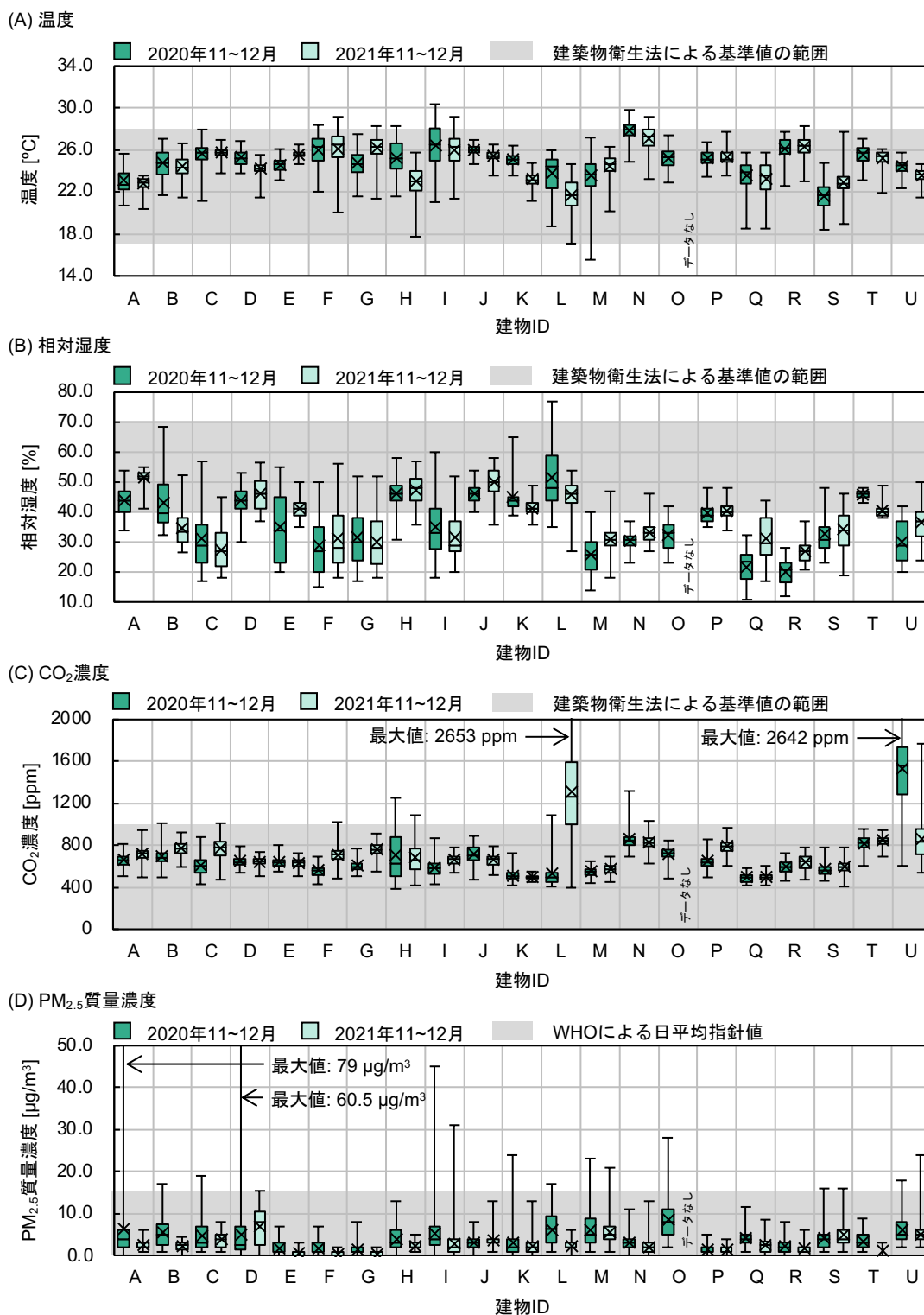
図3-2に、With コロナのオフィスにおける温度の箱ひげ図を示す。

温度について、2020年調査時における、各ビルの温度の平均値は21.6~27.9°Cで、全ビル平均値は24.9°Cであった。20棟のうち5棟のビルで建築物衛生法³⁻⁷⁾の基準値(17~28°C)から逸脱した測定値が見られ、各ビルの逸脱割合の平均値は0~44.4%で、全ビル平均値は3.5%であった。2021年調査時について、各ビルの温度の平均値は21.7~27.1°Cで、全ビル平均値は24.6°Cであった。19棟のうち5棟のビルで建築物衛生法の基準値から逸脱した測定値が見られ、各ビルの逸脱割合の平均値は0~22.1%で、全ビル平均値は1.9%であった。

相対湿度について、2020年調査時における、各ビルの相対湿度の平均値は20.1~51.6%で、全ビル平均値は36.2%であった。20棟のうち19棟のビルで建築物衛生法の基準値(40~70%)から逸脱した測定値が見られ、各ビルの逸脱割合の平均値は0~100%で、全ビル平均値は57.9%であった。2021年調査時について、各ビルの相対湿度の平均値は26.9~51.4%で、全ビル平均値は37.6%であった。19棟のうち全てのビルで建築物衛生法の基準値から逸脱した測定値が見られ、各ビルの逸脱割合の平均値は0~100%で、全ビル平均値は54.7%であった。

CO₂濃度について、2020年調査時における、各ビルのCO₂濃度の平均値は489~1525 ppmで、全ビル平均値は675 ppmであった。20棟のうち1棟(建物ID: U)のオフィスビルで建築物衛生法の基準値(≤1000 ppm)から逸脱した測定値の日平均値が見られ、逸脱日数割合は90%であった。調査後ヒアリング調査の結果、建物ID: Uのオフィスビルでは、室内で作業に伴う燃焼が行われていたことが確認された。2021年調査時について、各ビルのCO₂濃度の平均値は494~1305 ppmで、全ビル平均値は718 ppmであった。19棟のうち2棟(建物ID: LおよびU)のオフィスビルで建築物衛生法の基準値から逸脱した測定値の日平均値が見られ、逸脱日数割合はそれぞれ100%、10%であった。建物ID: Lのオフィスビルでは、2020年調査時に高頻度の窓開けが行われていた(窓開け割合は90%)のに対して、2021年調査時には窓開けが行われていなかった(窓開け割合は0%)ため、CO₂濃度が高くなったと考えられる。

PM_{2.5}質量濃度について、2020年調査時における、各ビルのPM_{2.5}質量濃度の平均値は1.5~8.7 μg/m³で、全ビル平均値は4.2 μg/m³であった。20棟のうち2棟(建物ID: AおよびD)のオフィスビルでWHOの日平均指針値(≤15 μg/m³)から逸脱した測定値の日平均値が見られ、逸脱日数割合はそれぞれ11.1%、10%であった。調査後ヒアリング調査の結果、建物ID: Dのオフィスビルでは、室内で超音波式の卓上型加湿器が使用されていた時間帯があったことが確認された。2021年調査時について、各ビルのPM_{2.5}質量濃度の平均値は0.3~7.0 μg/m³で、全ビル平均値は2.8 μg/m³であった。19棟のうち全てのオフィスビルにおける測定値の日平均値がWHOの日平均指針値を満たしていた。



注：執務時間を考慮して、平日の9:00~17:00（12:00~13:00を除く）の測定値を抽出した。

図 3-2 With コロナにおけるオフィスの温熱・空気環境

図3-3に、With コロナのオフィスにおけるSETの箱ひげ図を示す。2020年調査時について、各ビルのSETの平均値は22.1~27.6°Cで、全ビル平均値は15.2°Cであった。21棟のうち全てのビルでASHRAEによる快適範囲（22.2~25.6°C）から逸脱した測定値が見られ、各ビルの逸脱割合の平均値は0.5~99.2%で、全ビル平均値は46.1%であった。2021年調査時について、各ビルのSETの平均値は22.3~27.0°Cで、全ビル平均値は24.9°Cであった。20棟のうち全てのビルでASHRAEによる快適範囲から逸脱した測定値が見られ、各ビルの逸脱割合の平均値は0.2~87.9%で、全ビル平均値は42.8%であった。

図3-3に、With コロナにおけるオフィスのPM_{2.5}質量濃度のI/O比を示す。2020年調査時における各ビルの平均値は0.11~1.31で、全ビル平均値は0.50であった。また、2021年調査時における各ビルの平均値は0.03~1.46で、全ビル平均値は0.46であった。室内で超音波式の卓上型加湿器が使用されていたビル（建物ID:D）では、PM_{2.5}質量濃度のI/O比が1を超えていた。

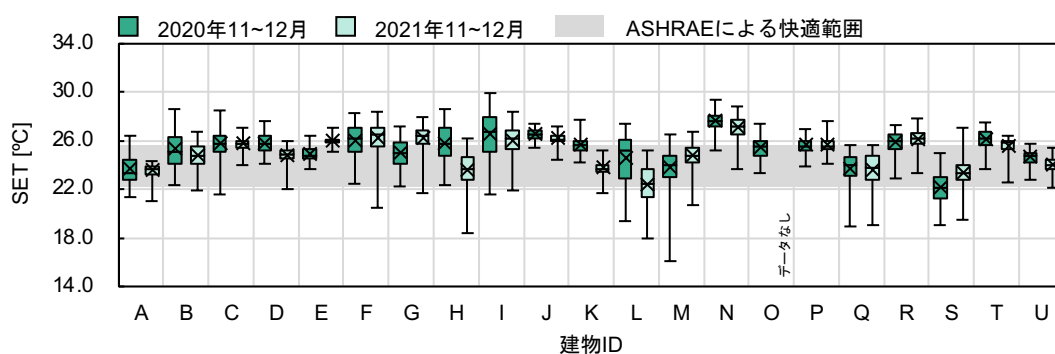


図3-3 With コロナにおけるオフィスのSET

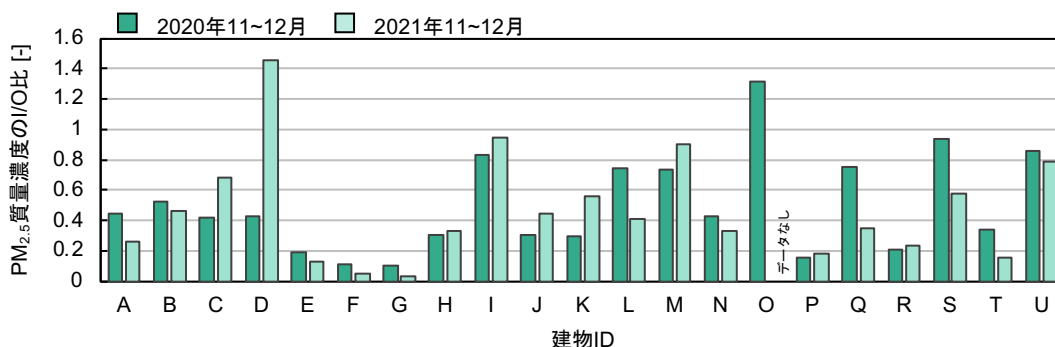


図3-4 With コロナにおけるオフィスのPM_{2.5}質量濃度のI/O比

3.2.2. Before コロナにおけるオフィスの温熱・空気環境との比較

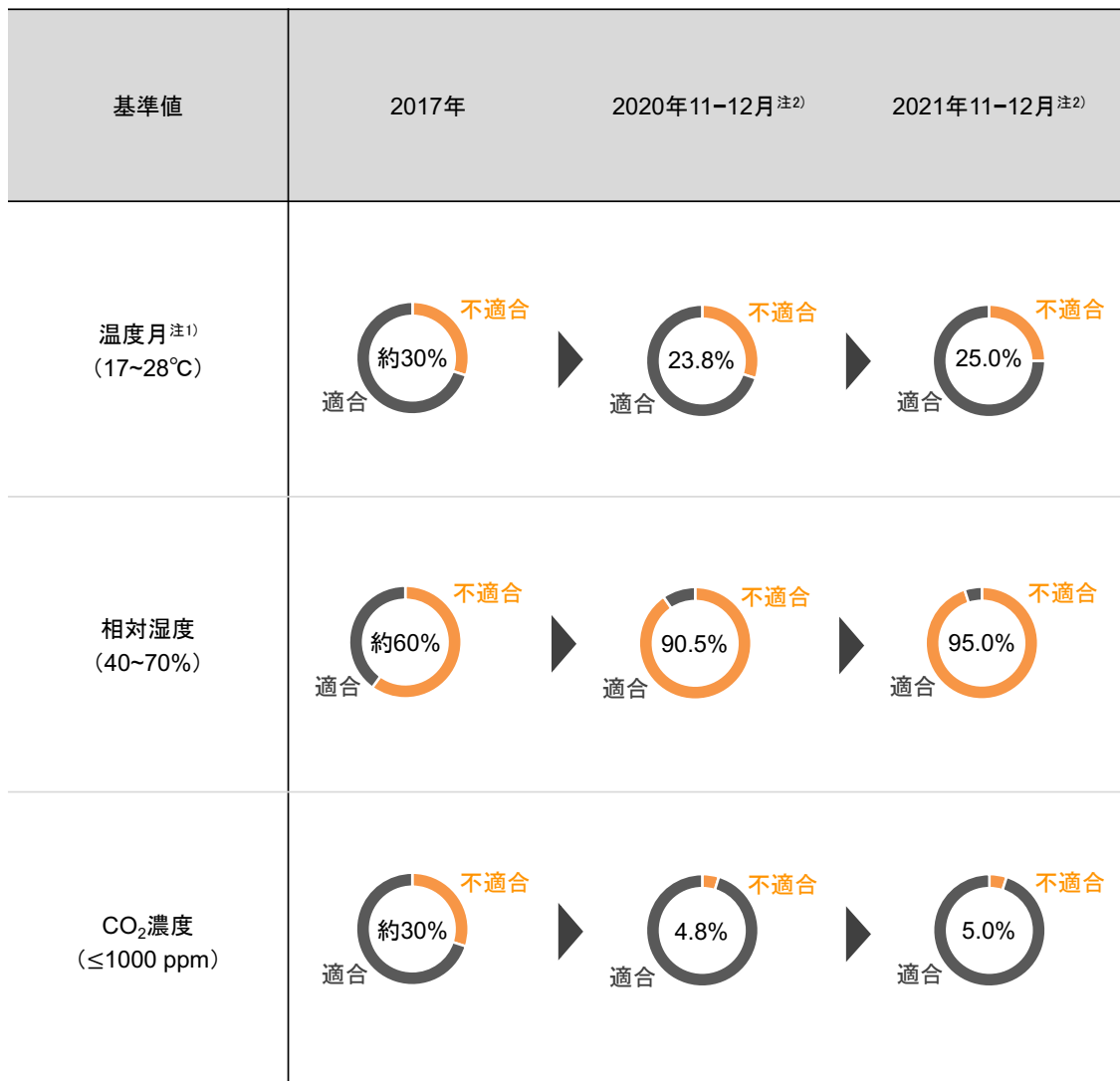
本調査は、With コロナである 2020 年・2021 年に実施され、Before コロナの室内環境については調査できていない。そこで、先行研究を用いて、Before/With コロナでの温熱・空気環境の比較を行った。

具体的には、林らによる特定建築物における空気環境不適率に関する分析³⁻⁸⁾では、Before コロナである 2017 年度の特定建築物における不適率が報告されている。本調査において、温度・相対湿度は各測定値、CO₂ 濃度は日平均値が建築物衛生法の基準値を逸脱した場合を不適合と判断し、比較した。

図 3-5 に、Before/With コロナでの温熱・空気環境の比較を示す。2017 年度の特定建築物における不適率は、温度で約 30%、相対湿度で約 60%、CO₂ 濃度で約 30%であった。一方で、With コロナである 2020 年調査時における温度、相対湿度、CO₂ 濃度の不適率は、それぞれ約 23.8%、約 90.5%、約 4.8%であった。また、2021 年調査時における温度、相対湿度、CO₂ 濃度の不適率は、それぞれ約 25.0%、約 95.0%、約 5.0%であった。本調査では特定建築物以外も対象としており、また不適合の定義が異なることにも留意する必要があるが、Before/With コロナで比較すると、温度の不適率は同程度、相対湿度の不適率は顕著に増加、CO₂ 濃度の不適率は顕著に減少していた。

CO₂ 濃度の不適率の減少は COVID-19 流行に伴いオフィスビルでの換気量が増加したことが原因と考えられるが、相対湿度の不適率の増加についても換気量の増加による可能性がある。そこで、各オフィスビルの温度と相対湿度の実測値および気象庁のホームページから取得された屋外の温度と相対湿度の観測値から絶対湿度を算出し、室内外の絶対湿度を比較した。表 3-1 に、2020 年・2021 年調査時における室内・屋外の絶対湿度を示す。2020 年調査時について、室内の絶対湿度の平均値は 4.6~11.2 g/kg (DA)で、全ビル平均値は 8.3 g/kg (DA)であったのに対して、屋外の絶対湿度の平均値は 4.8~9.6 g/kg (DA)で、全ビル平均値は 7.1 g/kg (DA)であった。また、2021 年調査時について、室内の絶対湿度の平均値は 6.5~11.8 g/kg (DA)で、全ビル平均値は 8.4 g/kg (DA)であったのに対して、屋外の絶対湿度の平均値は 6.0~7.1 g/kg (DA)で、全ビル平均値は 6.5 g/kg (DA)であった。したがって、2020 年・2021 年で室内よりも屋外で絶対湿度が低かったことから、換気量の増加により相対湿度の不適率が増加したと考えられる。

以上より、相対湿度の不適率の増加と CO₂ 濃度の不適率の減少から、COVID-19 流行に伴いオフィスビルでの換気量が増加し、換気のあり方が COVID-19 以前とは大きく変化したことが確認された。一方で、温度の不適率は同程度であり、換気量が増加しても空調により温度は維持されていたと考えられる。そのため、空調設備の消費エネルギー量が増加していたと推測される。加えて、夏期や冬期には更なる消費エネルギー量の増加や温度の不適率の増加につながる可能性がある。



注1) 令和4年4月1日に温度の基準値が改定されたが、実測期間中の基準値(17~28°C)を用いた。

注2) 温度・相対湿度は各測定値、CO₂濃度は日平均値が基準値を逸脱した場合に不適合と判断した。

図 3-5 Before/With コロナでの温熱・空気環境の比較

表 3-1 2020 年・2021 年調査時における室内・屋外の絶対湿度（平均値±標準偏差）

建物 ID	2020 年 11~12 月		2021 年 11~12 月	
	室内 [g/kg (DA)]	屋外 [g/kg (DA)]	室内 [g/kg (DA)]	屋外 [g/kg (DA)]
A	9.1 ± 1.5	9.3 ± 3.0	10.5 ± 0.6	6.3 ± 1.6
B	10.0 ± 2.8	9.0 ± 3.6	7.8 ± 1.5	6.5 ± 1.8
C	7.5 ± 2.8	8.3 ± 3.4	6.6 ± 1.7	6.5 ± 2.1
D	10.3 ± 1.5	7.2 ± 2.6	10.1 ± 1.2	6.0 ± 2.0
E	7.9 ± 2.4	8.6 ± 3.3	9.8 ± 0.6	6.4 ± 1.9
F	7.1 ± 2.8	8.3 ± 3.4	7.6 ± 2.1	6.5 ± 2.1
G	7.2 ± 2.4	8.3 ± 3.4	7.4 ± 2.0	6.5 ± 2.1
H	10.7 ± 1.4	9.3 ± 3.0	9.7 ± 1.0	6.3 ± 1.6
I	8.7 ± 2.4	8.3 ± 3.4	7.6 ± 1.5	6.1 ± 1.8
J	11.2 ± 0.5	9.3 ± 3.0	11.8 ± 1.1	6.3 ± 1.6
K	10.4 ± 1.5	8.8 ± 2.7	8.6 ± 0.6	6.4 ± 1.6
L	11.2 ± 3.0	9.6 ± 3.8	8.8 ± 1.0	6.5 ± 1.6
M	5.5 ± 1.2	5.0 ± 1.3	6.9 ± 1.4	6.3 ± 1.6
N	8.2 ± 0.7	4.8 ± 1.8	8.6 ± 0.9	6.5 ± 2.1
O	7.5 ± 1.2	5.0 ± 1.3	-	-
P	9.2 ± 0.5	4.8 ± 1.8	9.5 ± 0.4	6.5 ± 2.1
Q	4.6 ± 1.2	4.8 ± 1.8	6.5 ± 1.3	6.5 ± 2.1
R	5.0 ± 1.1	5.0 ± 1.4	6.7 ± 1.0	7.1 ± 2.1
S	6.2 ± 1.1	6.2 ± 1.2	7.0 ± 1.4	6.9 ± 1.4
T	10.9 ± 0.5	4.8 ± 1.8	9.4 ± 0.5	6.5 ± 2.1
U	6.7 ± 1.4	5.2 ± 1.7	7.8 ± 1.3	7.1 ± 1.9

3.2.3. ザイデルの式を用いた換気量の推定

前項では、先行研究を用いて、Before/With コロナでの温度、相対湿度、CO₂濃度の不適率の比較を行い、COVID-19 流行に伴いオフィスビルでの換気量が増加し、換気のあり方がCOVID-19 以前とは大きく変化した可能性を述べた。そこで、本項では、With コロナのオフィスビルにおける換気量を定量的に把握する目的で、ザイデルの式を用いた換気量の推定を行った。また、推定された換気量と厚生労働省が感染対策として推奨していた換気量(≥30 m³/(h・人))との比較も行った。

3.2.3.1. 換気量の推定に用いる条件

換気量の推定には、定常状態を仮定したザイデルの式を用いた。式 (3.1) にザイデルの式を示す。併せて、式 (3.2) により換気回数の算出も行った。

$$q = \frac{m \times 10^{-3}}{(C_{in} - C_{out}) \times 10^{-6}} \quad \text{式 (3.1)}$$

$$N = \frac{Q}{V} = \frac{q \times n}{S \times h} \quad \text{式 (3.2)}$$

ここで、 q : 一人あたり換気量 [m³/(h・人)]、 m : 一人あたり CO₂ 発生量 [L/(h・人)]、 C_{in} : 室内 CO₂ 濃度 [ppm]、 C_{out} : 外気 CO₂ 濃度 [ppm]、 N : 換気回数 [-]、 Q : 換気量 [m³/h]、 V : 室容積 [m³]、 n : 在室人数 [人]、 S : 執務室面積 [m²]、 h : 執務室高さ [m] である。

このうち、一人あたり CO₂ 発生量については、建築気候による設計用日本人における事務作業時の CO₂ 散量である 20 L/(h・人)とした³⁻⁹⁾。室内 CO₂ 濃度には、各ビルの実測値の平均値を用いた。外気 CO₂ 濃度には、気象庁が綾里、南鳥島、与那国島の 3 ヶ所で観測している値を参考に 400 ppm とした³⁻¹⁰⁾。表 3-2 に、換気量の算出に用いるパラメータの設定条件を示す。また、換気回数の算出について、在室人数には実測値の平均値、執務室面積には代表者に回答してもらった値とし、執務室高さは 2.7 m とした。

表 3-2 換気量の推定に用いる条件

項目	m : 一人あたり CO ₂ 発生量 [L/(h・人)]	室内 CO ₂ 濃度 [ppm]	外気 CO ₂ 濃度 [ppm]
設定値	20 L/(h・人)	実測値の平均値	400 ppm

※ 定常状態を仮定

3.2.3.2. ザイデルの式を用いた換気量の推定結果

図3-6に、ザイデルの式を用いた換気量の推定結果を示す。2020年調査時について、各ビルの推定換気量の平均値は17.8~225.5 m³/(h・人)で、全ビル平均値は99.0 m³/(h・人)であった。また、2021年調査時について、各ビルの推定換気量の平均値は22.1~212.3 m³/(h・人)で、全ビル平均値は81.4 m³/(h・人)であった。厚生労働省は、換気の悪い密閉空間を避けるために、30 m³/(h・人)の換気量を目安に挙げていた³⁻¹¹⁾。したがって、With コロナである2020年・2021年調査時における推定換気量の全ビル平均値は、厚生労働省による推奨換気量の3倍程度であったことが確認された。With コロナでは、建物管理者による「換気量の増加」の実施割合(図2-7を参照)及び執務者による「窓開けによる自然換気」の実施割合(図2-11を参照)が高かったことが、推定換気量が大きかったことの原因と推察される。

特に、空気調和・衛生工学会は“新型コロナウイルス感染対策としての空調・衛生設備の運用について”の中で、「換気について、中央式空調システムの事務所等では取入れ外気量を増やす方向で調整することを原則とする。また、個別空調システムの事務所等でも外調機や全熱交換器の換気量になるべく大きくなるように調整することを原則とする。」としていた³⁻¹²⁾。そのため、建物管理者による「換気量の増加」については、設備の能力上可能な限り換気量を増加させる運転が行われたことが予想される。その裏付けとして、「換気量の自動制御(デマンドコントロール等)」があるオフィスビル4棟のうち、2020年調査時は4棟、2021年調査時は3棟が自動制御を使用していなかった(図2-6を参照)。よって、これらのオフィスビルでは、自動制御を使用しないことによって、設備の能力上、最大の換気量で運転していたことが予想される。

また、2020年調査時には建物ID: Uのオフィスビル、2021年調査時には建物ID: Lのオフィスビルのみが、厚生労働省による推奨換気量を下回っていた。このうち、2020年調査時における建物ID: Uのオフィスビルでは、室内で作業に伴う燃焼が行われていたことから、在室者の呼気以外の室内のCO₂発生源があったため、推定換気量を過小評価していた可能性がある。さらに、建物ID: Lのオフィスビルでは、2020年調査時に高頻度の窓開けが行われていた(窓開け割合は90%)のに対して、2021年調査時には窓開けが行われていなかった(窓開け割合は0%)ことから、2021年調査時には換気が不十分であった可能性がある。

図3-7に、換気回数の算出結果を示す。2020年調査時における各ビルの換気回数は0.2~5.0回/h(全ビル平均は2.0回/h)であり、2021年調査時は0.5~6.4回/h(全ビル平均は2.0回/h)であった。オフィスの一般的な気積を想定した場合、30 m³/(h・人)の換気量は換気回数にして2回/hに相当するが、一部のビル(2020年調査時の建物ID: G、I、Rおよび2021年調査時の建物ID: A、G、I、R)で2回/hを大きく上回る換気回数が確認された。一方で、前節の通り、Before/With コロナで温度の不適率が同程度であったことから、これらのビルでは、空調設備の消費エネルギー量が増加していた可能性がある。また、夏期や冬期には更なる消費エネルギー量の増加や温度の不適率の増加につながることも考えられる。

以上より、一人あたり換気量で見た場合、感染対策として十分な換気量については明らかになっておらず議論の余地があるものの、2020年・2021年調査時におけるオフィスビルの換気量は過剰となっていた可能性がある。さらに、換気回数で見た場合であっても、一部のビルで2回/hを大きく上回る換気回数が確認され、空調設備の消費エネルギー量が増加していた可能性がある。

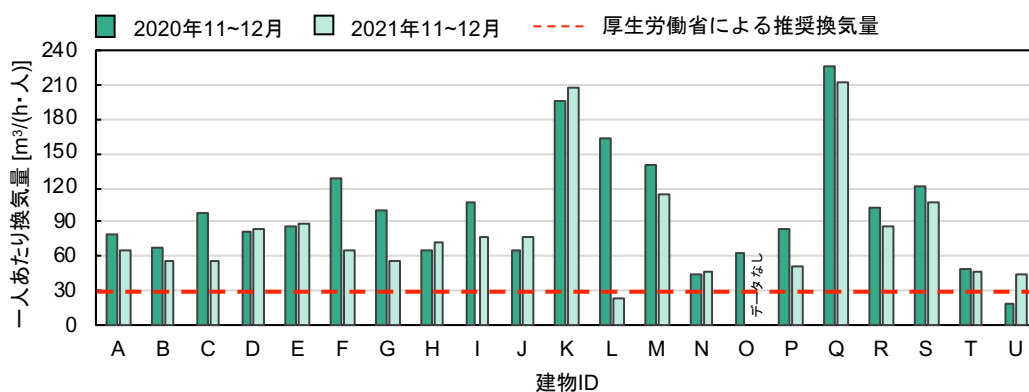


図3-6 ザイデルの式を用いた換気量の推定結果

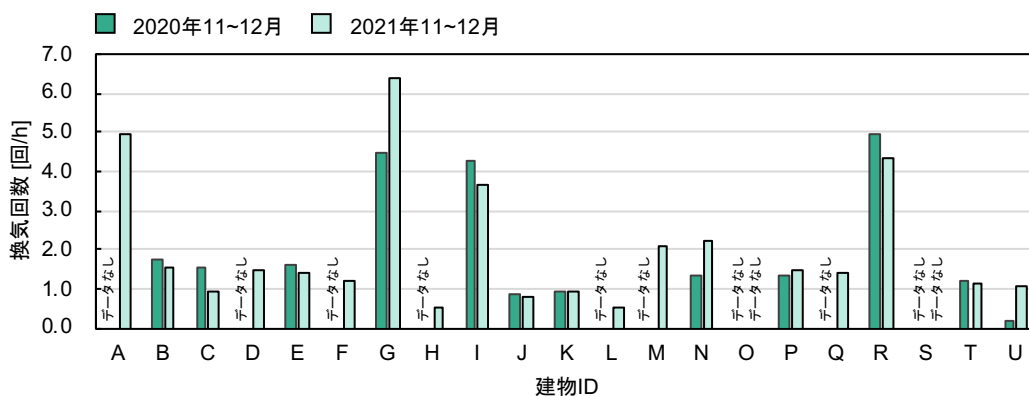


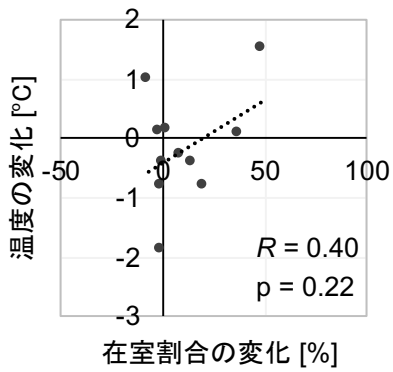
図3-7 換気回数の算出結果

3.2.4. With コロナの2時点におけるCO₂濃度増加の要因検討

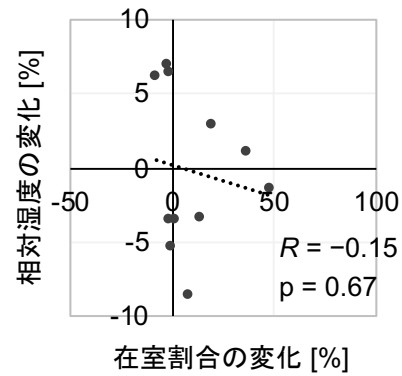
第2章では、With コロナである2020年調査時（平均値は40.9%）から2021年調査時（平均値は51.8%）で在席割合が10%程度増加したことを述べた（図2-13を参照）。また、CO₂濃度は2020年調査時から2024年調査時にかけて徐々に増加したことを述べた（図2-17を参照）。本項では、With コロナである2020年調査時と2021年調査時において、CO₂濃度の増加が在室割合の増加によるものであることを裏付けることを目的とする。そこで、With コロナである2020年調査時と2021年調査時において、在室割合の変化に伴い、室内環境が変化したか否かを調べるため、両年の差分をとって相関分析を行った。なお、CO₂濃度と在室割合の差分の相関分析にあたって、分析対象のうち、調査前ヒアリング調査により2020年調査時と2021年調査時の窓開け状況が異なっていたことが確認されたオフィスビル（建物ID: C）、2020年調査時と2021年調査時の間に同一建物内での移転が実施され、2回の調査で換気や空調の方式が異なっている可能性があるオフィスビル（建物ID: J）、CO₂濃度の平均値が建築物衛生法の基準値を上回っており、調査後ヒアリング調査により室内で作業に伴う燃焼が行われていたことが確認されたオフィスビル（建物ID: U）を分析から取り除いた。

図3-8に、With コロナの2時点における温熱・空気環境の変化と在室割合の変化の相関を示す。このうち、温度（ $R=0.40$ 、 $p=0.22$ ）、相対湿度（ $R=0.15$ 、 $p=0.67$ ）、PM_{2.5}質量濃度のI/O比（ $R=0.17$ 、 $p=0.62$ ）の差分については、在室割合の差分との間に有意な相関関係は確認されなかった。一方で、CO₂濃度の差分については、在室割合の差分との間に有意な相関関係は確認された（ $R=0.62$ 、 $p=0.01$ ）。したがって、2020年調査時から2021年調査時に間に在室割合が増加していたオフィスビルほど、CO₂濃度が増加していたことから、CO₂濃度の増加は在室率の増加が一因であったと推察される。

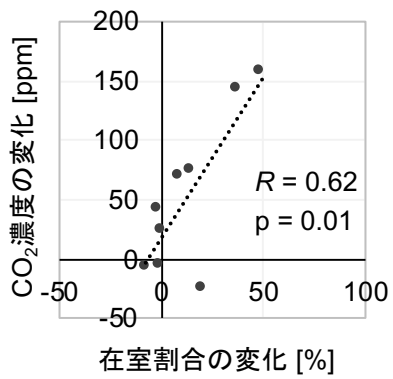
(A) 温度と在席割合



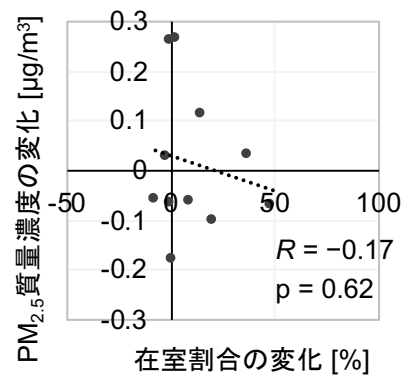
(B) 相対湿度と在席割合



(C) CO₂濃度と在席割合



(D) PM_{2.5}質量濃度のI/O比と在席割合



※ 相関の検定

図 3-8 With コロナの 2 時点における温熱・空気環境の変化と在室割合の変化の相関

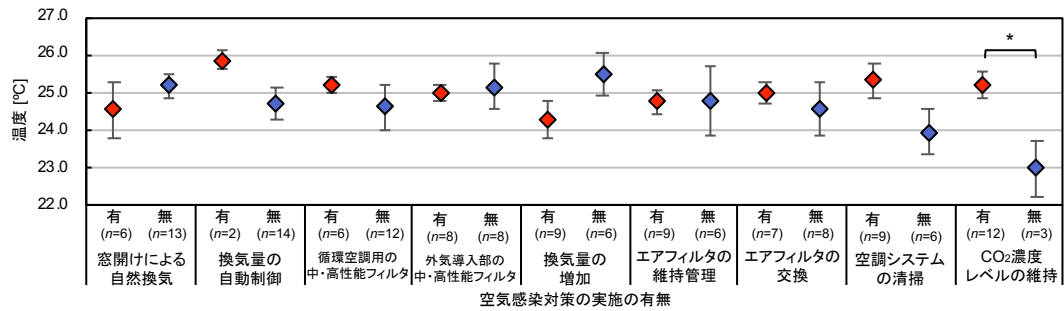
3.3. 空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境への影響分析

本節では、With コロナである 2020 年・2021 年調査のうち、有効サンプル数が多かった 2020 年調査から得られた結果に着目して、空気感染対策の実施有無と温熱・空気環境の関連を検討する。

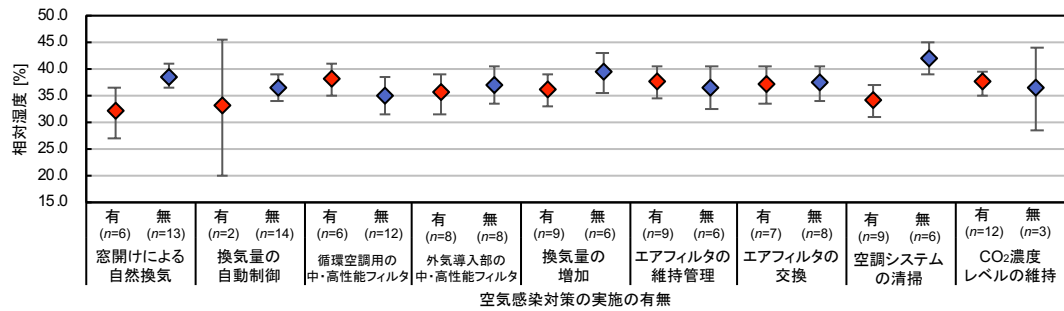
図 3-9 に、空気感染対策の実施有無と温熱・空気環境の関連を示す。このうち、窓開けを行っていたオフィスでは CO₂ 濃度が有意に低く、PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比が有意に高かった。これは窓開けによる外気の侵入による影響と考えられる。循環空調部にプレフィルタと中・高性能フィルタを設置していたオフィスでは PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比が有意に低かったことから、高性能なフィルタを設置することが PM_{2.5} 質量濃度の低減に効果的と考えられる。また、フィルタの維持管理を行ったオフィスでは PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比が有意に低かった。これはフィルタの性能が高いオフィスほど維持管理を行っている割合が多いため、フィルタの性能による疑似相関が原因と考えられる。具体的には、アンケートの結果から、フィルタの維持管理を行ったオフィス 9 棟のうち 6 棟で循環空調部にプレフィルタと中性能フィルタを設置していた一方で、フィルタの維持管理を行っていないオフィスでは、6 棟すべてのオフィスで循環空調部にプレフィルタのみを設置していたことが確認された。CO₂ 制御を実施していたオフィスでは温度が有意に高く、PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比が有意に低かった。CO₂ 制御は建築設備を介し行われるため、空調機で温度調整した外気や全熱交換器によって排気と熱交換された外気を室内に供給していたこと、設備に搭載されていたエアフィルタにより粒子が除去されていたことによるものと推測される。

一方、外気導入部のエアフィルタと PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比の間に有意な関連が見られなかった原因は、空調機の給気風量（外気量+循環風量）の割合として外気量よりも循環風量の方が大きいいため、循環空調部のフィルタの影響を相対的に強く受けたためであると考えられる。また、エアフィルタの交換と PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比の間に有意な関連が見られなかった原因は、エアフィルタを交換したオフィスにおいて必ずしもプレフィルタからプレフィルタ+中・高性能フィルタに交換していないためであると考えられる。

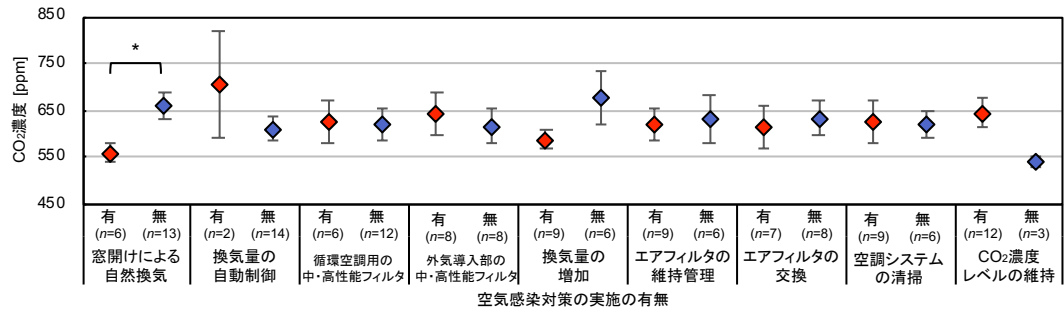
(A) 温度



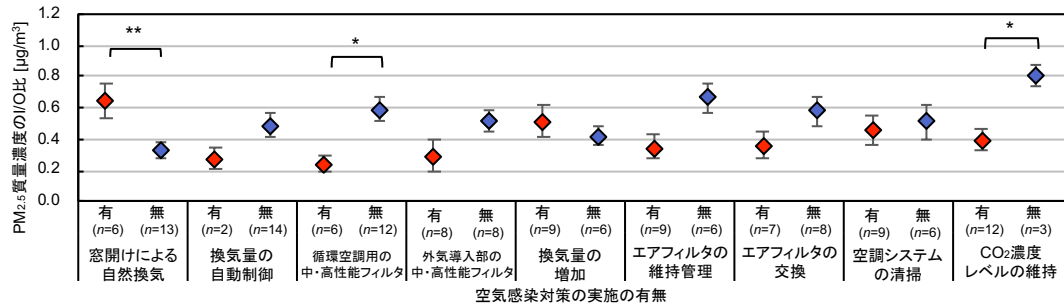
(B) 相対湿度



(C) CO₂濃度



(D) PM_{2.5}質量濃度



※ 平均の差の検定 *** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05

図 3-9 空気感染対策の実施有無と温熱・空気環境の関連

3.4. 感染症蔓延時の温熱・空気環境を維持する空調・換気設備の運用

図3-10に、前節の分析で得られた結果をもとに作成した、空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境への影響に関する概略を示す。このうち、「窓開けによる自然換気」がCO₂濃度を減少させることが確認された。特に、窓開けを行っていたオフィスビルでは、CO₂濃度の平均値が560 ppmであったが、これは前述の条件（人間からのCO₂呼出量を20 L/(h・人)、外気のCO₂濃度を400 ppm、定常状態と仮定）で、125 m³/(h・人)の換気量に相当する。したがって、COVID-19の感染対策上十分な換気量には議論の余地があるものの、厚生労働省が推奨していた換気量の4倍以上であることを踏まえると、過剰な換気量であった可能性がある。一方で、窓開けを行っていなかったオフィスビルにおけるCO₂濃度の平均値は658 ppmであり、これは77.5 m³/(h・人)の換気量に相当する。そのため、本調査の対象においては、窓開けを行っていなかったオフィスビルであっても機械換気により適切に換気量を確保できていたと考えられる。さらに、「窓開けによる自然換気」がPM_{2.5}質量濃度のI/O比を増加させることが確認された。これは、窓開けにより、エアフィルタを介さずに外気を侵入させるためと考えられる。浮遊粒子状物質は、呼吸器系・循環器系への健康影響が報告されており³⁻¹³、特にPM_{2.5}による健康影響は大きいと報告されている³⁻¹⁴。また、WHOも2021年に公表した空気質ガイドラインの中で、PM_{2.5}の指針値として、1年平均値で5 µg/m³以下、1日平均値で15 µg/m³以下とすることを推奨している³⁻¹⁵。COVID-19の観点からは、感染の原因となる飛沫核とPM_{2.5}の粒径範囲が類似していること³⁻¹⁶や、PM_{2.5}がウイルスの輸送源として感染を助長する可能性³⁻¹⁷も報告されている。したがって、室内のPM_{2.5}濃度を低く維持できる建築設備上の対策や運用を行うことが望ましいと考えられる。加えて、「窓開けによる自然換気」は、空調機を介さずに外気を侵入させるため、夏期や冬期においては温熱快適性を損なう可能性もある。

一方で、CO₂濃度レベルの維持は、温度を上げ、PM_{2.5}質量濃度のI/O比を減少させることが確認された。これは、CO₂濃度レベルの維持が通常、機械設備により行われるため、エアフィルタによる粒子の捕集および空調機により温度調整された外気や全熱交換器で排気と熱交換された外気の室内への供給がされていたためと考えられる。さらに、循環空調用の中・高性能フィルタがPM_{2.5}質量濃度のI/O比を減少させることが確認され、エアフィルタの性能が高ければより有効にPM_{2.5}を捕集できることが示唆された。また、機械設備による換気の場合、CO₂制御や換気量の自動制御により、過剰な換気を抑制できるため、適切なCO₂のセットポイントを設定すれば、省エネの観点からも有効であると考えられる。したがって、今後蔓延する可能性のある感染症への備えとして、建築設備を適切に運用することが重要である。

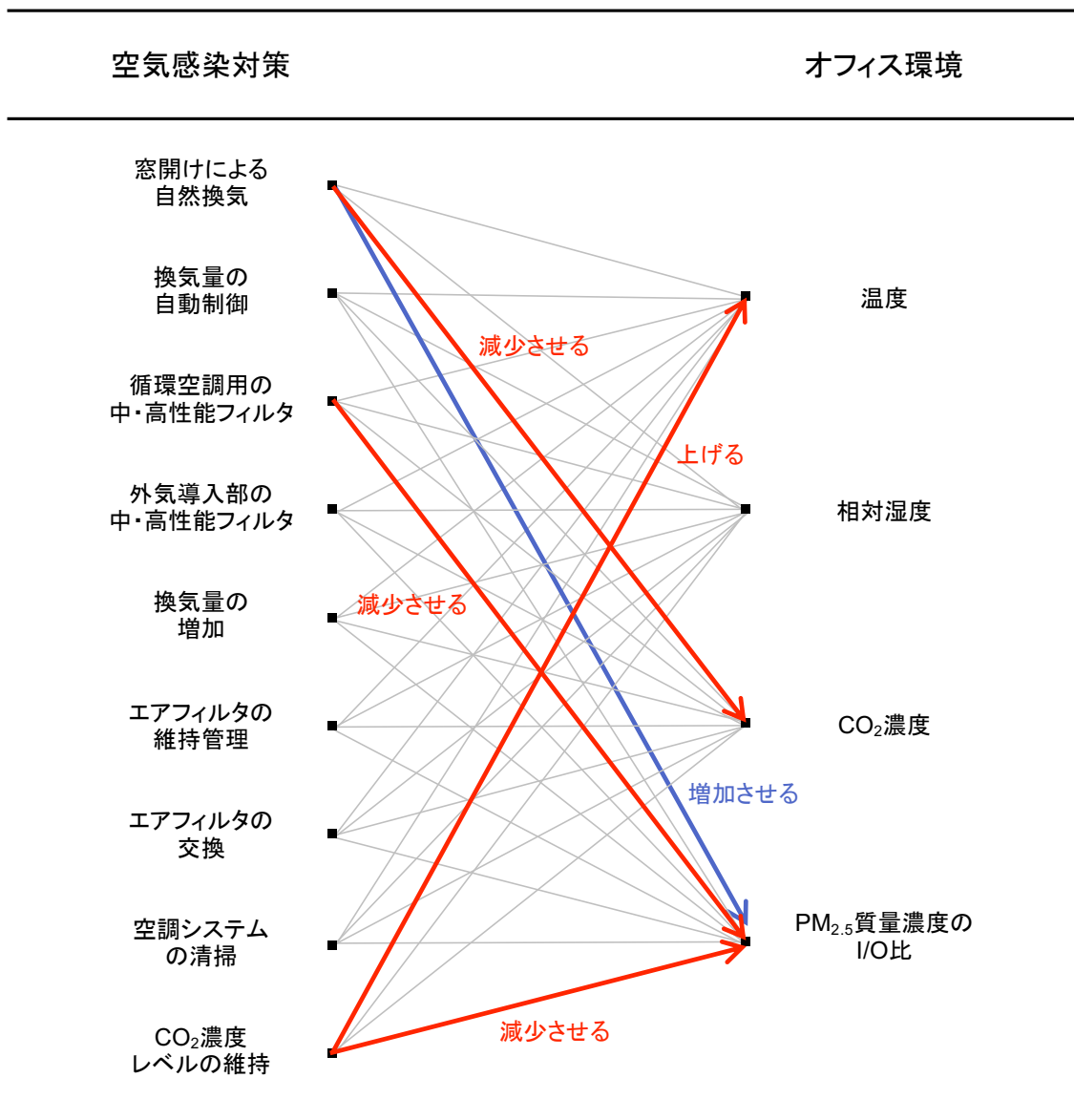


図 3-10 空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境への影響に関する概略（前節の分析で得られた結果をもとに作成）

3.5. まとめ

本章では、空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境への影響を明らかにする目的で、With コロナである 2020 年・2021 年調査から得られたデータを分析した。具体的にはまず、With コロナにおけるオフィスの温熱・空気環境の実態を把握するために、温熱・空気環境の実測値と基準値・指針値との比較、Before コロナにおけるオフィスの温熱・空気環境との比較、ザイデルの式を用いた換気量の推定、With コロナの 2 時点における CO₂ 濃度増加の要因検討を行った。次に、空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境への影響分析として、空気感染対策の実施の有無と温熱・空気環境の関連について、平均の差の検定を行った。最後に、本章の検討で得られた結果に基づいて、感染症蔓延時の温熱・空気環境を維持する空調・換気設備の運用について考察した。以下に本章で得られた知見をまとめる。

- 1) With コロナである 2020 年調査時において、温度、相対湿度、CO₂ 濃度の不適率は、それぞれ約 23.8%、約 90.5%、約 4.8%であった。また、2021 年調査時における温度、相対湿度、CO₂ 濃度の不適率は、それぞれ約 25.0%、約 95.0%、約 5.0%であった。一方、2017 年度の特定建築物における不適率は、温度で約 30%、相対湿度で約 60%、CO₂ 濃度で約 30%であった。したがって、Before/With コロナで比較すると、温度の不適率は同程度、相対湿度の不適率は顕著に増加、CO₂ 濃度の不適率は顕著に減少していた。以上より、COVID-19 流行に伴いオフィスビルでの換気量が増加した一方で、温度の不適率は同程度であり、空調設備の消費エネルギー量が増加していたと推測される。
- 2) ザイデルの式を用いた換気量の推定の結果、2020 年調査時における各ビルの推定換気量の平均値は 17.8~225.5 m³/(h・人)で、全ビル平均値は 99.0 m³/(h・人)であった。また、2021 年調査時における各ビルの推定換気量の平均値は 22.1~212.3 m³/(h・人)で、全ビル平均値は 81.4 m³/(h・人)であった。これは、厚生労働省による推奨換気量の 2~3 倍程度であり、感染対策として十分な換気量については明らかになっておらず議論の余地があるものの、2020 年・2021 年調査時におけるオフィスビルの換気量は過剰となっていた可能性がある。
- 3) With コロナの 2 時点における温熱・空気環境の変化と在室割合の変化に関する相関分析の結果、温度、相対湿度、PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比の差分については、在室割合の差分との間に有意な相関関係は確認されなかった一方で、CO₂ 濃度の差分については在室割合の差分との間に有意な相関関係は確認された。したがって、2020 年調査時から 2021 年調査時に間に在室割合が増加していたオフィスビルほど、CO₂ 濃度が増加していたことから、CO₂ 濃度の増加の一因として在室率の増加が推察される。
- 4) 空気感染対策によるオフィスの温熱・空気環境への影響分析の結果、「窓開けによる自

然換気」が CO₂ 濃度を有意に減少させることが確認され、特に、窓開けを行っていたオフィスビルの推定換気量は 125 m³/(h・人)であり、厚生労働省が推奨していた換気量の 4 倍以上であった。一方で、「窓開けによる自然換気」が PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比を有意に増加させることが確認されたが、これはエアフィルタを介さずに外気を侵入させるためと考えられる。浮遊粒子状物質は、呼吸器系・循環器系への健康影響が報告されており、健康影響が懸念される。さらに、「窓開けによる自然換気」は、空調機を介さずに外気を侵入させるため、夏期や冬期においては温熱快適性を損なう可能性もある。

- 5) CO₂ 濃度レベルの維持が、温度を有意に上げ、PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比を有意に減少させることが確認された。これは、CO₂ 濃度レベルの維持が通常、機械設備により行われるため、エアフィルタによる粒子の捕集および空調機により温度調整された外気や全熱交換器で排気と熱交換された外気の室内への供給がされていたためと考えられる。さらに、循環空調用の中・高性能フィルタが PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比を減少させることが確認され、エアフィルタの性能が高ければより有効に PM_{2.5} を捕集できることが示唆された。

第3章 参考文献

- 3-1) Brightman HS, Milton DK, Wypij D, Burge HA, Spengler JD: Evaluating building-related symptoms using the US EPA BASE study results, *Indoor Air*, 2008;18:335-345, <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2008.00557.x>
- 3-2) Bluysen PM, Oliveira Fernandes E, Groes L, Clausen G, Fanger PO, Valbjørn O, Bernhard CA, Roulet CA: European indoor air quality audit project in 56 office buildings, *Indoor Air*, 1996;6:221-238. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.1996.00002.x>
- 3-3) Roulet CA, Flourentzou F, Foradini F, Bluysen P, Cox C, Aizlewood C: Multicriteria analysis of health, comfort and energy efficiency in buildings, *Building Research & Information*, 2006;34:475-482. <https://doi.org/10.1080/09613210600822402>
- 3-4) Sziget T, Dunster C, Cattaneo A, Spinazzè A, Mandin C, Ponner EL, Oliveira Fernandes E, Ventura G, Saraga DE, Sakellaris IA, Kluizenaar Y, Cornelissen E, Bartzis JG, Kelly FJ: Spatial and temporal variation of particulate matter characteristics within office buildings — The OFFICAIR study, *Science of the Total Environment* 2017;587-588:59-67, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.013>
- 3-5) Marmot AF, Eley J, Stafford M, Stansfeld SA, Warwick E, Marmot MG: Building health: an epidemiological study of “sick building syndrome” in the Whitehall II study, *Occupational & Environmental Medicine*. Med, 2006;63:283-289. [10.1136/oem.2005.022889](https://doi.org/10.1136/oem.2005.022889)
- 3-6) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H: Physicochemical risk factors for building-related symptoms in air-conditioned office buildings: Ambient particles and combined exposure to indoor air pollutants, *Science of the Total Environment*, 2018;616–617:1649-1655. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.147>
- 3-7) 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/index.html> (最終アクセス 2024/12/17)
- 3-8) 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合率に関する分析, *日本建築学会環境系論文集*, Vol. 84, No. 765, pp.1011-1018, 2019. <https://doi.org/10.3130/aije.84.1011>
- 3-9) 田島昌樹, 井上貴之, 大西裕治: 換気測定のための在室者の二酸化炭素呼出量の推定, *日本建築学会環境系論文集*, Vol. 81, No. 728, pp. 885-892, 2016. <https://doi.org/10.3130/aije.81.885>
- 3-10) 気象庁: 二酸化炭素濃度の観測結果. https://www.data.jma.go.jp/ghg/kanshi/obs/co2/monthave_ryo.html (最終アクセス 2024/12/17)
- 3-11) 厚生労働省: 商業施設等における“換気の悪い密閉空間”を改善するための換気について, 2020年3月30日. <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000618969.pdf> (最終アクセス 2024/12/17)
- 3-12) 公益社団法人空気調和・衛生工学会 新型コロナウイルス対策特別委員会 倉淵隆, 柳

宇, 尾方壮行, 大塚雅之, 新型コロナウイルス感染対策としての空調設備を中心とした設備の運用について(改訂二版), 2020年9月7日. <https://www.shasej.org/recommendation/covid-19/2020.09.07%20covid19%20kaitei.pdf>(最終アクセス 2025/1/14)

- 3-13) Wilson WE. The U.S: Environmental Protection Agency Promulgates New Standards For Fine Particles, *Journal of Japan Society for Atmospheric Environment*, 1998;33:A67-A76. https://doi.org/10.11298/taiki1995.33.3_A67
- 3-14) Wilson WE. The U.S. Environmental Protection Agency Promulgates New Standards For Fine Particles. *大気汚染学会誌*, Vol. 33, No.3, pp. A67-A76,1998.
- 3-15) World Health Organization (WHO). WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. 2021. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1>. (最終アクセス 2024/12/17)
- 3-16) Johnson GR, Morawska L, Ristovski ZD, Hargreaves M, Mengersen K, Chao CYH, Wan MP, Lic Y, Xie X, Katoshevski D, Corbett S: Modality of human expired aerosol size distributions, *Journal of Aerosol Science*, 2011;42:839-851. <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2011.07.009>
- 3-17) Sagawa T, Tsujikawa T, Honda A, Miyasaka N, Tanaka M, Kida T, Hasegawa K, Okuda T, Kawahito Y, Takano H. Exposure to particulate matter upregulates ACE2 and TMPRSS2 expression in the murine lung. *Environ Res.* 2021;195. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110722>

第 4 章

With/After コロナにおける温熱・空気環境 と環境満足度の関連分析

第4章 目次

第4章 With/After コロナにおける温熱・空気環境と環境満足度の関連分析	103
4.1. 分析の目的と概要	103
4.2. With/After コロナにおける温熱・空気環境と環境満足度の関連分析	104
4.2.1. With コロナの2時点における温熱・空気環境と環境満足度の関連	104
4.2.2. After コロナ初期における温熱・空気環境と環境満足度の関連	111
4.3. 空気感染対策の動向による温熱・空気環境と環境満足度の関連の考察	115
4.3.1. With コロナの2時点における温熱・空気環境と環境満足度の関連の考察	115
4.3.2. After コロナ初期における温熱・空気環境と環境満足度の関連の考察	116
4.4. 温熱・空気環境満足度を向上する空調・換気設備の運用	119
4.5. まとめ	121

第4章 With/After コロナにおける温熱・空気環境と環境満足度の関連分析

4.1. 分析の目的と手法

本章では、With/After コロナにおける温熱・空気環境と環境満足度の関連を明らかにする目的で、With コロナである2020年・2021年調査およびAfter コロナ初期である2023年調査から得られたデータを対象に、温熱・空気環境と環境満足度に関するマルチレベル分析を行う。図4-1に、本章で検討する範囲を示す。目的変数は温熱・空気環境に対する満足度（7段階のリッカード尺度）とし、説明変数はSET、CO₂濃度、PM_{2.5}質量濃度などのオフィス環境要素とした。調整変数は、既往研究で環境満足度に影響を及ぼすことが報告されている性別、年齢、勤務形態（技術系か否か）、オフィス勤務日数とした⁴⁻¹⁾⁴⁻³⁾。なお、環境満足度は7段階のリッカード尺度で評価されたため連続変数ではないが、先行研究で同様の分析が多く行われている⁴⁻⁴⁾こと、さらに本研究ではサンプルサイズが十分であり、「1)非常に不満足」から「7)非常に満足」まで満遍なく回答が得られていることから、環境満足度を連続変数として扱ったマルチレベル線形回帰モデルを採用した。また、前章では、COVID-19の空気感染への対策がオフィスの温熱・空気環境に及ぼす影響について明らかにした。そこで本章では、前章で得られた知見と本章で行ったマルチレベル分析の結果に基づき、「換気量の増加」、「窓開けによる自然換気」、「中・高性能エアフィルタの設置」、「空気清浄機の設置」などのCOVID-19の空気感染への対策が環境満足度、オフィス環境と環境満足度の関連に与える影響についても考察する。マルチレベル分析には、執務者レベル変数（性別、年齢、勤務形態（技術系か否か）、オフィス勤務日数）がオフィスレベル変数（SET、CO₂濃度、PM_{2.5}質量濃度）に入れ子構造となる2レベルのランダム切片モデルが採用された。オフィスワーカーレベルの変数は、各オフィスの平均値を中心としている。回帰係数は最尤法を用いて推定した。p値はすべて両側で、統計的有意性は<0.05とした。すべての分析は、統計ソフトRバージョン4.2.1⁴⁻⁵⁾を使用し、マルチレベル線形回帰モデルにはlmerTestパッケージ⁴⁻⁶⁾を使用した。

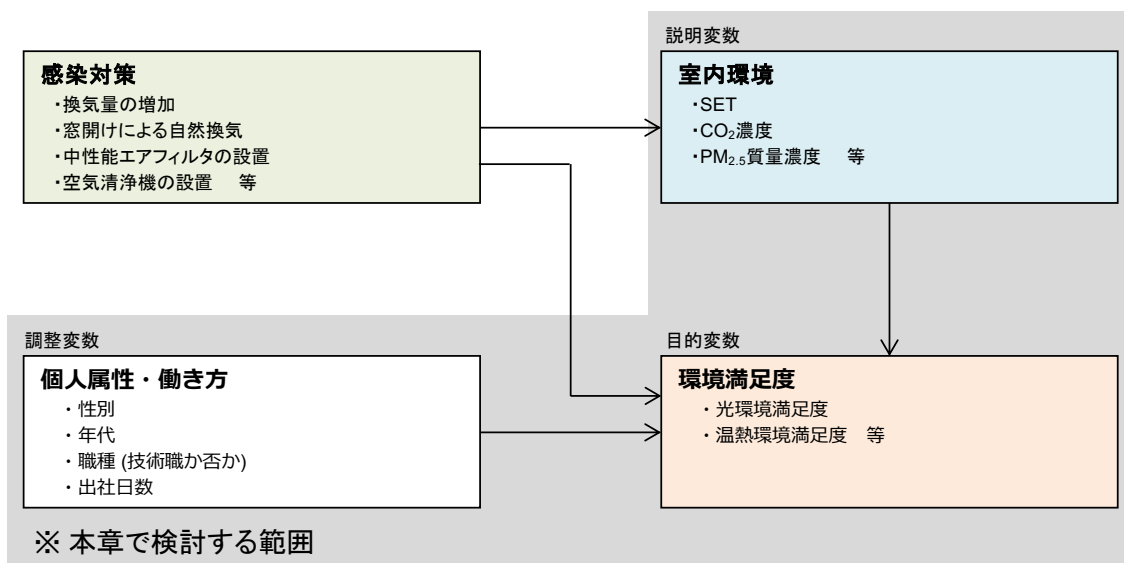


図 4-1 本章で検討する内容に関する概略

4.2. With/After コロナにおける温熱・空気環境と環境満足度の関連分析

本節ではまず、With コロナである 2020 年・2021 年調査から得られたデータを対象に行った、温熱・空気環境と環境満足度に関するマルチレベル分析の結果について述べる（4.2.1 項）。次に、After コロナ初期である 2023 年調査から得られたデータを対象に行った、温熱・空気環境と環境満足度に関するマルチレベル分析の結果について述べる（4.2.2 項）。

4.2.1. With コロナの 2 時点における温熱・空気環境と環境満足度の関連

4.2.1.1. 予備検討

2020 年調査時における建物 ID: U のオフィスビルおよび 2021 年調査時における建物 ID: L のオフィスビルは、CO₂ 濃度が異常に高い値となっていたため、これらのオフィスビルで働く執務者を除いた上で、週 1 日以上職場で勤務をしていた執務者を抽出し、分析の対象とした。その結果、2020 年調査時には 20 棟のオフィスビルで働く 799 名、2021 年調査時には 19 棟のオフィスビルで働く 501 名が分析に含まれた。

マルチレベル分析の予備検討として、説明変数間の相関分析、説明変数と目的変数に関する単回帰プロットを行った。説明変数間の相関分析は多重共線性の可能性を確認するために実施された。表 4-1 に、説明変数間の相関分析の結果を示す。複数の変数間に有意な相関関係が認められたが、相関係数の絶対値はいずれも 0.4 未満であり、多重共線性の可能性は低いと考えられる。説明変数と目的変数に関する単回帰プロットは、説明変数と目的変数の関係性を視覚的に確認するために実施された。図 4-2 に 2020 年調査時における、図 4-3 に 2021 年調査時における説明変数と目的変数に関する単回帰プロットを示す。SET と温熱環境満足度の間に逆 U 字の関連が確認された。そのため、目的変数を温熱環境満足度としたマルチレベル分析では、SET の線形項と 2 乗項を説明変数として投入した。

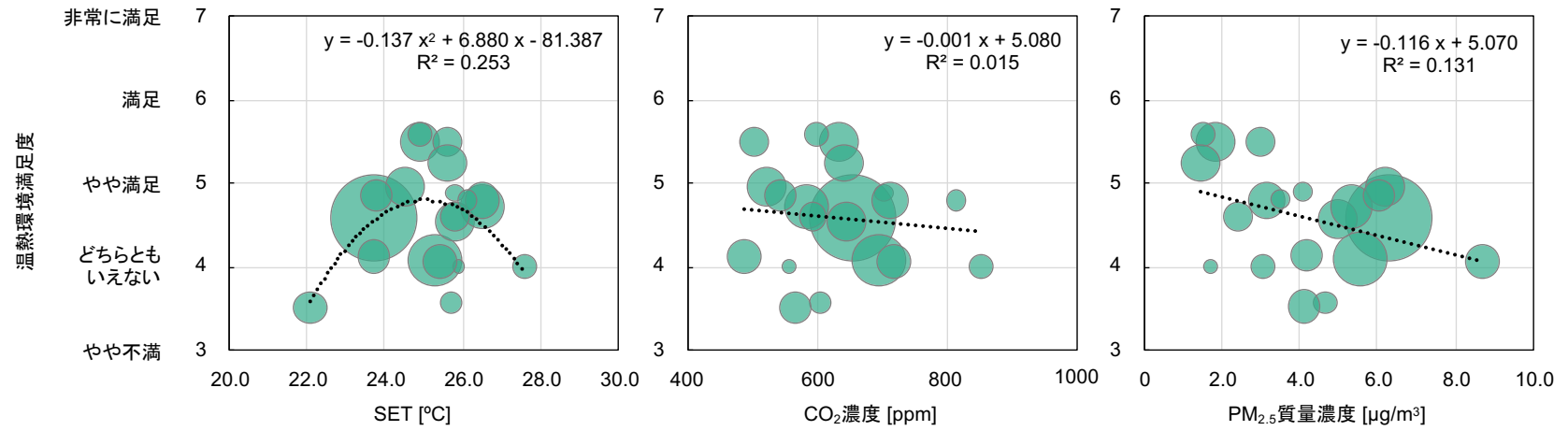
表 4-1 説明変数間の相関分析 (With コロナ)

(A) 2020 年 11~12 月				
オフィスレベル変数	X1	X2	X3	-
X1: SET	1.000***	0.340***	-0.352***	-
X2: CO ₂ 濃度	-	1.000***	-0.356**	-
X3: PM _{2.5} 質量濃度	-	-	1.000***	-
執務者レベル変数	X5	X6	X7	X8
X5: 性別	1.000***	-0.242***	-0.164***	-0.033
X6: 年代	-	1.000***	-0.147***	-0.014
X7: 業務内容	-	-	1.000***	-0.071
X8: オフィス勤務日数	-	-	-	1.000***
(B) 2021 年 11~12 月				
オフィスレベル変数	X1	X2	X3	-
X1: SET	1.000***	0.211***	-0.264***	-
X2: CO ₂ 濃度	-	1.000***	-0.253***	-
X3: PM _{2.5} 質量濃度	-	-	1.000***	-
執務者レベル変数	X5	X6	X7	X8
X5: 性別	1.000***	-0.197***	-0.217***	-0.018
X6: 年代	-	1.000***	-0.127***	-0.114
X7: 業務内容	-	-	1.000***	0.039
X8: オフィス勤務日数	-	-	-	1.000***

※ 執務者レベル変数の数値の割り当ては、性別: 0) 男性、1) 女性、年代: 1) 30 歳代未満、2) 30 歳代、3) 40 歳代、4) 50 歳代、5) 60 歳代以上、業務内容: 0) 技術系以外、1) 技術系、オフィス勤務日数: 1) 週 1 日、2) 週 2 日、3) 週 3 日、4) 週 4 日、5) 週 5 日である。

※ 相関の検定について、***: $p < 0.001$ 、**: $p < 0.01$ 、*: $p < 0.05$ を示す。

(A) 温熱環境満足度



(B) 空気環境満足度

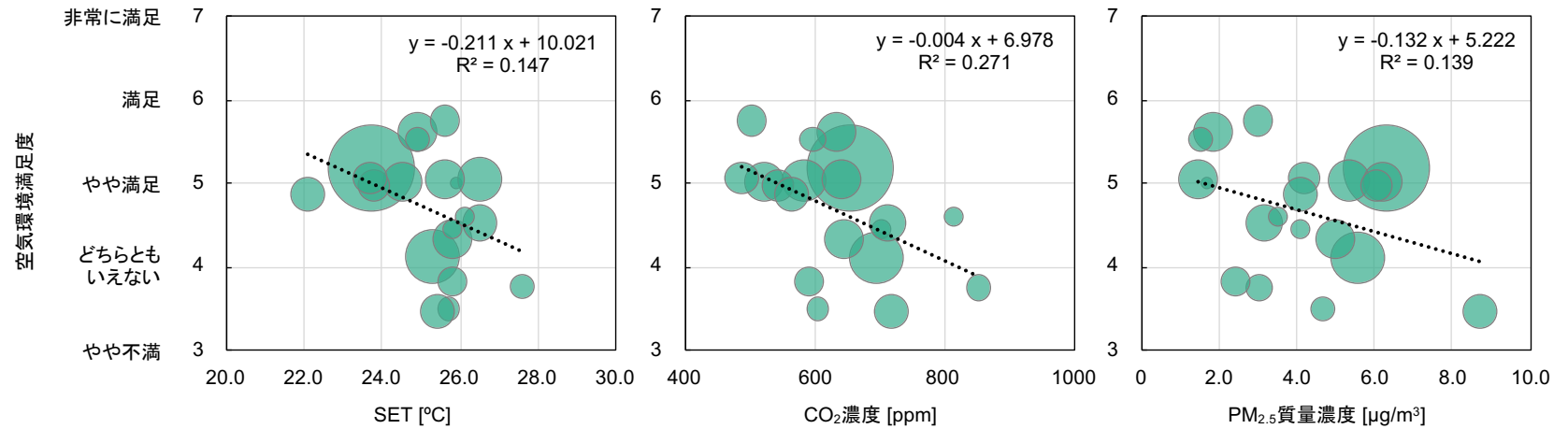
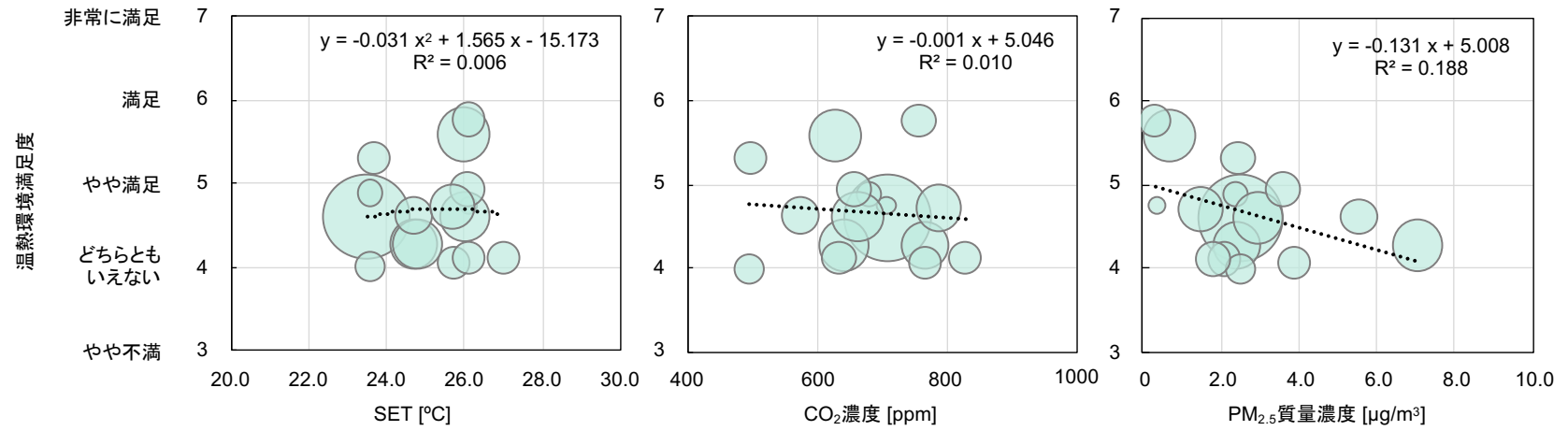


図 4-2 説明変数と目的変数に関する単回帰プロット (With コロナの 2020 年 11~12 月)

(A) 温熱環境満足度



(B) 空気環境満足度

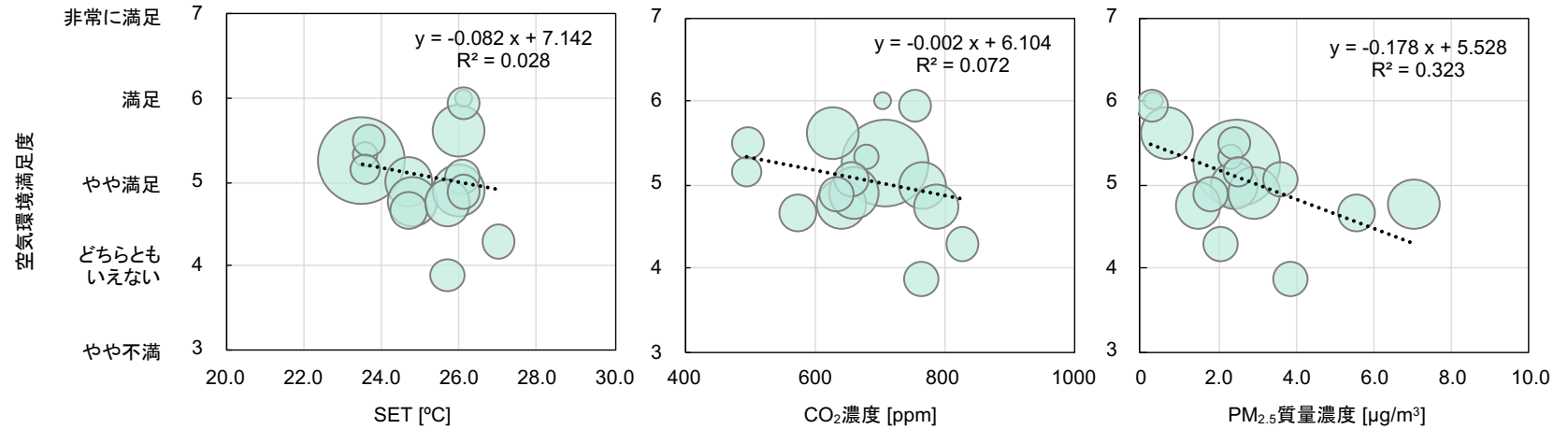


図 4-3 説明変数と目的変数に関する単回帰プロット (With コロナの 2021 年 11~12 月)

4.2.1.2. マルチレベル分析

ここでは、With コロナである 2020 年・2021 年調査から得られたデータを対象に行った、温熱・空気環境と環境満足度に関するマルチレベル分析の結果のうち、特に調整変数（性別、年齢、勤務形態（技術系か否か）、オフィス勤務日数）を投入した多変量モデルの結果について述べる。

(1) 温熱環境満足度を目的変数としたマルチレベル分析

表 4-2 に、温熱環境満足度を目的変数としたマルチレベル分析の結果を示す。なお、調整変数の推定値を含む結果は、表 E-1 に示す。

2020 年調査時において、SET と温熱環境満足度との間に有意な逆 U 字の関連が認められた（2 乗項: $\beta = -0.136$ 、(95%CI) = (-0.229, -0.042)、 $p = 0.011$ 、線形項: $\beta = 6.796$ 、(95%CI) = (2.217, 11.374)、 $p = 0.009$ ）。一方で、2021 年調査時においては、SET と温熱環境満足度との間に有意な関連が認められなかった（2 乗項: $\beta = -0.141$ 、(95%CI) = (-0.359, 0.077)、 $p = 0.223$ 、線形項: $\beta = 7.012$ 、(95%CI) = (-3.831, 17.856)、 $p = 0.224$ ）。

また、2020 年調査時において、PM_{2.5} 質量濃度と温熱環境満足度との間に有意な負の相関関係が認められた（ $\beta = -0.125$ 、(95%CI) = (-0.229, -0.020)、 $p = 0.033$ ）。同様に、2021 年調査時においても、PM_{2.5} 質量濃度と温熱環境満足度との間に有意な負の相関関係が認められた（ $\beta = -0.152$ 、(95%CI) = (-0.280, -0.023)、 $p = 0.036$ ）。

なお、説明変数として、PM_{2.5} 質量濃度の代わりに PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比を投入したマルチレベル分析の結果を、表 E-2 に示す。PM_{2.5} 質量濃度の代わりに PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比を投入した場合でも、同様の結果を示した。

(2) 空気環境満足度を目的変数としたマルチレベル分析

表 4-3 に、空気環境満足度を目的変数としたマルチレベル分析の結果を示す。なお、調整変数の推定値を含む結果は、表 E-3 に示す。

有意ではないものの、2020 年調査時において、CO₂ 濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係が示唆された（ $\beta = -0.003$ 、(95%CI) = (-0.006, 0.000)、 $p = 0.088$ ）。同様に、2021 年調査時においては、CO₂ 濃度と空気環境満足度との間に相関関係が示唆された（ $\beta = -0.001$ 、(95%CI) = (-0.003, 0.001)、 $p = 0.193$ ）。

また、2020 年調査時において、有意ではないものの、PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係が示唆された（ $\beta = -0.137$ 、(95%CI) = (-0.266, -0.009)、 $p = 0.052$ ）。同様に、2021 年調査時においても、PM_{2.5} 質量濃度と温熱環境満足度との間に有意な負の相関関係が認められた（ $\beta = -0.177$ 、(95%CI) = (-0.266, -0.087)、 $p = 0.003$ ）。

なお、説明変数として、PM_{2.5} 質量濃度の代わりに PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比を投入したマルチレベル分析の結果を、表 E-4 に示す。PM_{2.5} 質量濃度の代わりに PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比を投入した場合でも、同様の結果を示した。

表 4-2 温熱・空気環境と温熱環境満足度に関するマルチレベル分析の結果（With コロナ）

(A) 2020 年 11~12 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET ²	[°C ²]	-0.153	(-0.272, -0.034)	0.020	-0.136	(-0.229, -0.042)	0.011
SET	[°C]	8.262	(1.909, 14.615)	0.019	6.796	(2.217, 11.374)	0.009
CO ₂ 濃度	[ppm]	-0.001	(-0.004, 0.002)	0.476	-0.001	(-0.003, 0.002)	0.602
PM _{2.5} 質量濃度	[μg/m ³]	-0.132	(-0.253, -0.011)	0.047	-0.125	(-0.229, -0.020)	0.033
(B) 2021 年 11~12 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET ²	[°C ²]	0.001	(-0.003, 0.005)	0.616	-0.141	(-0.359, 0.077)	0.223
SET	[°C]	0.057	(-0.157, 0.271)	0.608	7.012	(-3.831, 17.856)	0.224
CO ₂ 濃度	[ppm]	0.000	(-0.002, 0.003)	0.787	0.000	(-0.003, 0.002)	0.855
PM _{2.5} 質量濃度	[μg/m ³]	-0.123	(-0.241, -0.004)	0.061	-0.152	(-0.280, -0.023)	0.036

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

表 4-3 温熱・空気環境と空気環境満足度に関するマルチレベル分析の結果（With コロナ）

(A) 2020 年 11~12 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET	[°C]	-0.214	(-0.452, 0.024)	0.093	-0.145	(-0.371, 0.082)	0.228
CO ₂ 濃度	[ppm]	-0.004	(-0.007, -0.001)	0.012	-0.003	(-0.006, 0.000)	0.088
PM _{2.5} 質量濃度	[μg/m ³]	-0.130	(-0.275, 0.015)	0.095	-0.137	(-0.266, -0.009)	0.052
(B) 2021 年 11~12 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET	[°C]	-0.069	(-0.259, 0.121)	0.486	-0.139	(-0.291, 0.013)	0.105
CO ₂ 濃度	[ppm]	-0.001	(-0.003, 0.001)	0.404	-0.001	(-0.003, 0.001)	0.193
PM _{2.5} 質量濃度	[μg/m ³]	-0.138	(-0.241, -0.035)	0.019	-0.177	(-0.266, -0.087)	0.003

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

4.2.2. After コロナ初期における温熱・空気環境と環境満足度の関連

4.2.2.1. 予備検討

説明変数であるオフィス環境に関する物理量に欠損があるオフィスビルを除いた上で、週 1 日以上職場で勤務をしていた執務者を抽出し、分析の対象とした。その結果、16 棟のオフィスビルで働く 354 名が分析に含まれた。

前項と同様に、マルチレベル分析の予備検討として、説明変数間の相関分析および説明変数と目的変数に関する単回帰プロットを行った。表 4-4 に、説明変数間の相関分析の結果を示す。複数の変数間に有意な相関関係が認められたが、相関係数の絶対値はいずれも 0.4 未満であり、多重共線性の可能性は低いと考えられる。図 4-4 に、説明変数と目的変数に関する単回帰プロットを示す。前項と異なり、SET と温熱環境満足度の間には線形関係が確認された。これは、With コロナである 2020 年・2021 年調査は中間期に行われたのに対して、After コロナ初期である 2023 年調査は夏期に行われたため、各オフィスビルでの温度範囲が小さかったためと考えられる（図 4-2 および図 4-3 を参照）。そのため、目的変数を温熱環境満足度としたマルチレベル分析において、SET の線形項のみを説明変数として投入した。

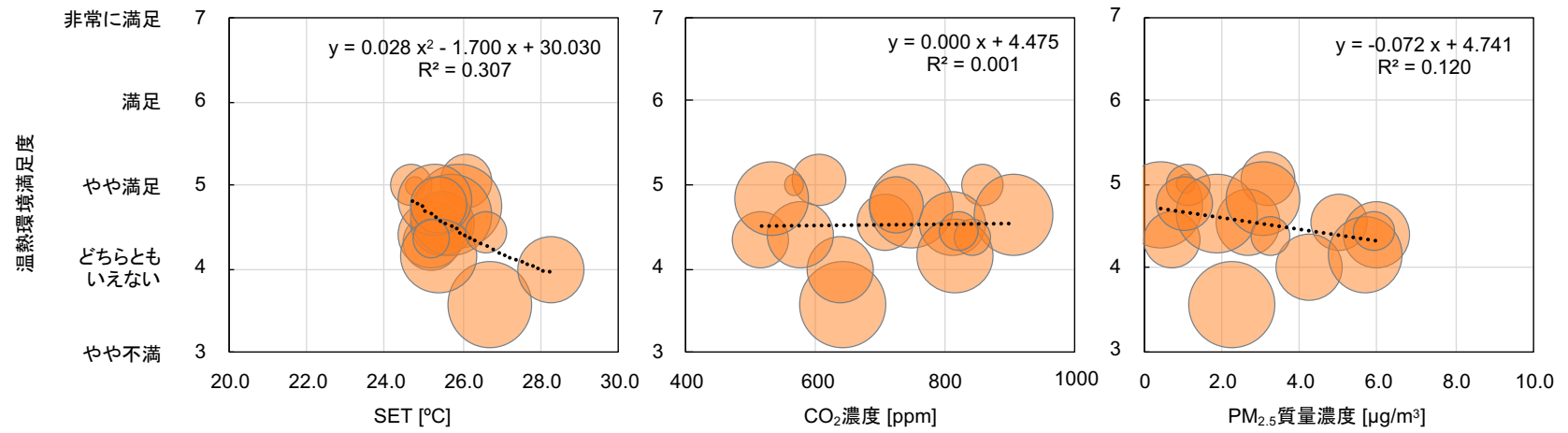
表 4-4 説明変数間の相関分析（After コロナ初期）

オフィスレベル変数	X1	X2	X3	-
X1: SET	1.000***	-0.131	0.067	-
X2: CO ₂ 濃度	-	1.000***	-0.079	-
X3: PM _{2.5} 質量濃度	-	-	1.000***	-
執務者レベル変数	X5	X6	X7	X8
X5: 性別	1.000***	-0.222***	-0.116	-0.075
X6: 年代	-	1.000***	-0.263***	-0.154*
X7: 業務内容	-	-	1.000***	-0.004
X8: オフィス勤務日数	-	-	-	1.000***

※ 執務者レベル変数の数値の割り当ては、性別: 0) 男性、1) 女性、年代: 1) 30 歳代未満、2) 30 歳代、3) 40 歳代、4) 50 歳代、5) 60 歳代以上、業務内容: 0) 技術系以外、1) 技術系、オフィス勤務日数: 1) 週 1 日、2) 週 2 日、3) 週 3 日、4) 週 4 日、5) 週 5 日である。

※ 相関の検定について、***: $p < 0.001$ 、**: $p < 0.01$ 、*: $p < 0.05$ を示す。

(A) 温熱環境満足度



(B) 空気環境満足度

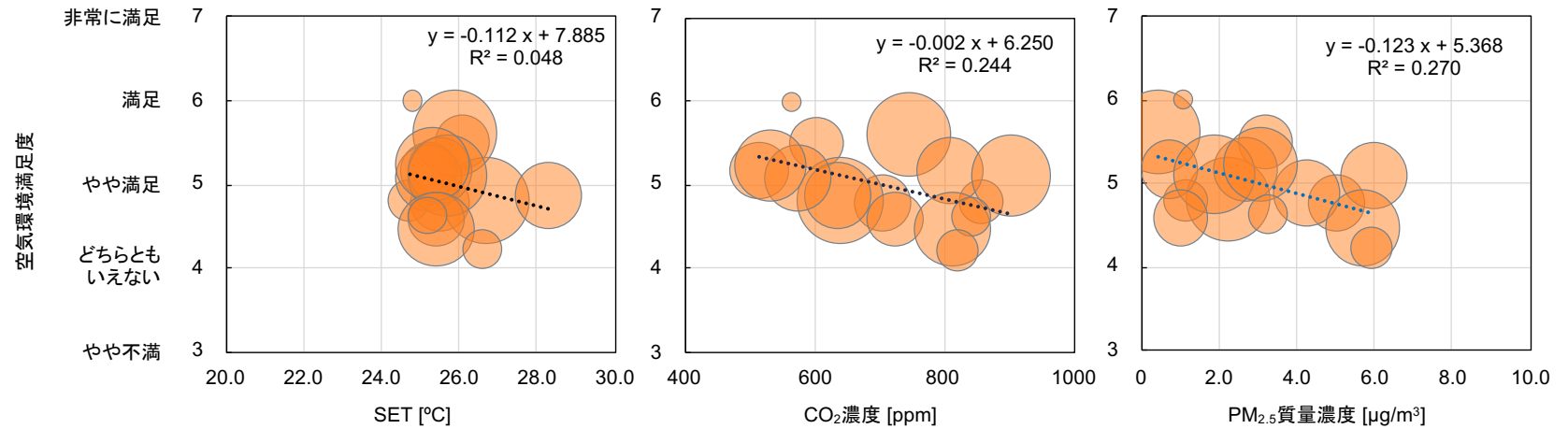


図 4-4 温熱・空気環境と環境満足度の相関分析 (After コロナ初期)

4.2.2.2. マルチレベル分析

ここでは、After コロナ初期である 2023 年調査から得られたデータを対象に行った。温熱・空気環境と環境満足度に関するマルチレベル分析の結果のうち、特に調整変数（性別、年齢、勤務形態（技術系か否か）、オフィス勤務日数）を投入した多変量モデルの結果について述べる。

(1) 温熱環境満足度を目的変数としたマルチレベル分析

表 4-5 に、温熱環境満足度を目的変数としたマルチレベル分析の結果を示す。なお、調整変数の推定値を含む結果は、表 E-5 に示す。2023 年調査時において、SET と温熱環境満足度との間に有意な負の相関関係が認められた ($\beta = -0.239$ 、(95%CI) = (-0.454, -0.025)、 $p = 0.042$)。一方で、PM_{2.5} 質量濃度と温熱環境満足度との間には相関関係認められなかった ($\beta = -0.045$ 、(95%CI) = (-0.143, 0.054)、 $p = 0.387$)。

なお、説明変数として、PM_{2.5} 質量濃度の代わりに PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比を投入したマルチレベル分析の結果を、表 E-6 に示す。PM_{2.5} 質量濃度の代わりに PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比を投入した場合でも、同様の結果を示した。

(2) 空気環境満足度を目的変数としたマルチレベル分析

表 4-6 に、空気環境満足度を目的変数としたマルチレベル分析の結果を示す。なお、調整変数の推定値を含む結果は、表 E-7 に示す。2023 年調査時において、CO₂ 濃度と空気環境満足度との間には相関関係認められなかった ($\beta = -0.001$ 、(95%CI) = (-0.002, 0.000)、 $p = 0.111$)。一方で、2023 年調査時において、PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度との間には有意な負の相関関係が認められた ($\beta = -0.103$ 、(95%CI) = (-0.184, -0.023)、 $p = 0.024$)。

なお、説明変数として、PM_{2.5} 質量濃度の代わりに PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比を投入したマルチレベル分析の結果を、表 E-8 に示す。PM_{2.5} 質量濃度の代わりに PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比を投入した場合でも、同様の結果を示した。

表 4-5 温熱・空気環境と温熱環境満足度に関するマルチレベル分析の結果（After コロナ初期）

説明変数	単変量モデル			多変量モデル			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET	[°C]	-0.253	(-0.472, -0.034)	0.035	-0.239	(-0.454, -0.025)	0.042
CO ₂ 濃度	[ppm]	0.000	(-0.001, 0.002)	0.680	0.000	(-0.001, 0.002)	0.829
PM _{2.5} 質量濃度	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	-0.059	(-0.172, 0.055)	0.321	-0.045	(-0.143, 0.054)	0.387

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

表 4-6 温熱・空気環境と空気環境満足度に関するマルチレベル分析の結果（After コロナ初期）

説明変数	単変量モデル			多変量モデル			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET	[°C]	-0.047	(-0.259, 0.165)	0.672	-0.035	(-0.209, 0.139)	0.701
CO ₂ 濃度	[ppm]	-0.001	(-0.003, 0.000)	0.178	-0.001	(-0.002, 0.000)	0.111
PM _{2.5} 質量濃度	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	-0.102	(-0.185, -0.018)	0.032	-0.103	(-0.184, -0.023)	0.024

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

4.3. 空気感染対策の動向による温熱・空気環境と環境満足度の関連の考察

本節では、With コロナである 2020 年・2021 年調査および After コロナ初期である 2023 年調査から得られたデータを対象に行った、温熱・空気環境と環境満足度に関するマルチレベル分析の結果について、考察を行った。具体的にはまず、With コロナである 2020 年調査時と 2021 年調査時における温熱・空気環境と環境満足度の関連の違いについて考察する(4.3.1 項)。その後、With コロナである 2020 年調査時と After コロナ初期である 2023 年調査時における温熱・空気環境と環境満足度の関連の違いについて考察する(4.3.2 項)。

4.3.1. With コロナの 2 時点における温熱・空気環境と環境満足度の関連の考察

図 4-5 に、本章で得られた結果をもとに作成した、With コロナである 2020 年調査時と 2021 年調査時における温熱・空気環境と環境満足度の関連に関する概略を示す。以下では、温熱・空気環境と温熱環境満足度、空気環境満足度それぞれとの関連について考察する。

4.3.1.1. 温熱・空気環境と温熱環境満足度の関連

2020 年調査時には、SET と温熱環境満足度との間に逆 U 字の関連が確認された。特に、SET が 25.0°C のときに温熱環境満足度は最大とであったが、これは既往研究⁴⁷⁾とも同様の結果であった。一方で、2021 年調査時には、SET と温熱環境満足度との間に関連が確認されなかった。これは、2021 年調査時には、2020 年調査時と比較して、SET のばらつきが小さかったためと考えられる(図 4-2 および図 4-3 を参照)。2021 年調査時の方が温度のばらつきが小さかったのは、2021 年調査での実測調査が同一の 2 週間で行われたのに対して、2020 年調査では対象オフィスビルを 2 つに分けて、それぞれ別日程で実測調査を行ったためと考えられる。

また、2020 年・2021 年調査時ともに、PM_{2.5} 質量濃度と温熱環境満足度との間に負の相関関係が確認された。しかし、PM_{2.5} 自体は目に見えず、においを感じることもなく、PM_{2.5} 質量濃度と温熱・空気環境満足度との関連を報告した既往の研究は僅かである。したがって、この相関関係は、感染対策を交絡因子とした疑似相関と推測される。具体的には、「窓開けによる自然換気」を実施することで、外気の PM_{2.5} がエアフィルタを通過せずに室内に侵入し室内濃度が増加するとともに、低温の外気が室内に入り執務者の温熱環境満足度が低下することによって、PM_{2.5} 質量濃度と温熱環境満足度との間に負の相関が確認されたものと推察される。

4.3.1.2. 温熱・空気環境と空気環境満足度の関連

2020 年・2021 年調査時ともに、CO₂ 濃度と空気環境満足度との間、PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係が確認された。このうち、PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係については、PM_{2.5} 質量濃度と温熱環境満足度との関連と同様に、感染対策を交絡因子とした疑似相関と推測される。具体的には、「高性能フィルタの設置」

と「空気清浄機の利用」が室内の PM_{2.5} 質量濃度を減少させるとともに、COVID-19 蔓延時にオフィスに出勤していた執務者に対して心理的な安心感と満足感を与えたことで、PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度の間に負の相関が見られたものと推察される。

同様に、CO₂ も目に見えず、においを感じることもないため、CO₂ 濃度と空気環境満足度の関連も感染対策を交絡因子とした疑似相関の可能性はある。具体的には、「換気量の増加」と「窓開けによる自然換気」が室内の CO₂ 濃度を減少させるとともに、COVID-19 蔓延時にオフィスに出勤していた執務者に対して心理的な安心感と満足感を与えたことで、CO₂ 濃度と空気環境満足度の間に負の相関が見られたものと推察される。

4.3.2. With/After コロナにおける温熱・空気環境と環境満足度の関連の考察

図 4-6 に、本章の分析で得られた結果をもとに作成した、After コロナ初期である 2023 年調査時における温熱・空気環境と環境満足度の関連に関する概略を示す。以下では、空気環境と温熱環境満足度、空気環境満足度それぞれとの関連について考察する。

4.3.2.1. 温熱・空気環境と温熱環境満足度の関連

With コロナである 2020 年調査時には、SET と温熱環境満足度との間に逆 U 字の関連が確認された。一方で、After コロナ初期である 2023 年調査時には、SET と温熱環境満足度との間に負の相関関係が確認された。これは、2020 年調査と 2023 年調査で季節が異なり、SET の範囲が異なるためであると考えられる。具体的には、中間期である With コロナである 2020 年調査時において、各ビルの SET の平均値は 22.1~27.6°C であったのに対して、After コロナ初期である 2023 年調査時において、各ビルの SET の平均値は 24.7~28.3°C であった。

また、With コロナである 2020 年調査時には、PM_{2.5} 質量濃度と温熱環境満足度との間に負の相関関係が確認された。一方で、After コロナ初期である 2023 年調査時には、PM_{2.5} 質量濃度と温熱環境満足度との間に相関関係が確認されなかった。前節で考察した通り、この相関関係は「窓開けによる自然換気」を交絡因子とした疑似相関であると推察される。そのため、After コロナ初期である 2023 年調査時には「窓開けによる自然換気」の実施割合が減少した（図 2-11 を参照）ことで、関連が見られなかったものと推察される。これは、時期と季節の違いに起因するものと考えられる。具体的には、With コロナには厚生労働省が機械設備による換気と窓開けによる自然換気を推奨していた⁴⁾⁸⁾が、After コロナには感染対策は各事業者委ねられた⁴⁾⁹⁾。したがって、オフィスビルの一部は、省エネへの配慮などから「窓開けによる自然換気」を実施しなくなった可能性がある。したがって、「窓開けによる自然換気」を実施することで、外気の PM_{2.5} がエアフィルタを通過せずに室内に侵入し室内濃度が増加するとともに、低温の外気が室内に入り執務者の温熱環境満足度が低下することによって、PM_{2.5} 質量濃度と温熱環境満足度の間に負の相関が確認されるという結果を裏付けることができた。

4.3.2.2. 温熱・空気環境と空気環境満足度の関連

With コロナである 2020 年調査時には、CO₂ 濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係が確認された。一方で、After コロナ初期である 2023 年調査時には、CO₂ 濃度と空気環境満足度との間に相関関係が確認されなかった。前節で考察した通り、この相関関係は「換気量の増加」と「窓開けによる自然換気」を交絡因子とした疑似相関であると推察される。そのため、After コロナ初期である 2023 年調査時には「換気量の増加」と「窓開けによる自然換気」の実施割合が減少した（図 2-7 および図 2-11 を参照）ことで、関連が見られなかったものと推察される。したがって、が室内の CO₂ 濃度を減少させるとともに、COVID-19 蔓延時にオフィスに出勤していた執務者に対して心理的な安心感と満足感を与えたことで、CO₂ 濃度と空気環境満足度の間に負の相関関係が確認されるという結果を裏付けることができた。

また、With コロナである 2020 年調査時には、PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係が確認された。さらに、After コロナ初期である 2023 年調査時においても、PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係が確認された。前節で考察した通り、この相関関係は「高性能フィルタの設置」と「空気清浄機の利用」を交絡因子とした疑似相関であると推察される。これは、「換気量の増加」と「窓開けによる自然換気」とは異なり、「高性能フィルタの設置」と「空気清浄機の利用」の実施割合が After コロナ初期においても減少していなかった（図 2-6 および図 2-11 を参照）ためと推察される。したがって、After コロナにおいても、「高性能フィルタの設置」と「空気清浄機の利用」が室内の PM_{2.5} 質量濃度を減少させるとともに、執務者の空気環境満足感を向上させる可能性がある。

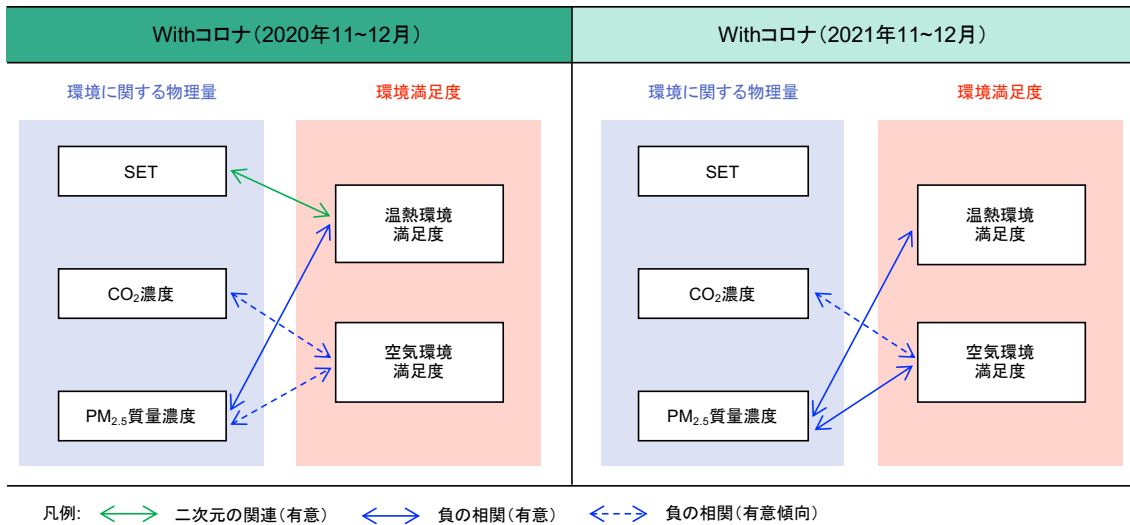


図4-5 Withコロナである2020年調査時と2021年調査時における温熱・空気環境と環境満足度の関連に関する概略(本研究で得られた結果をもとに作成)

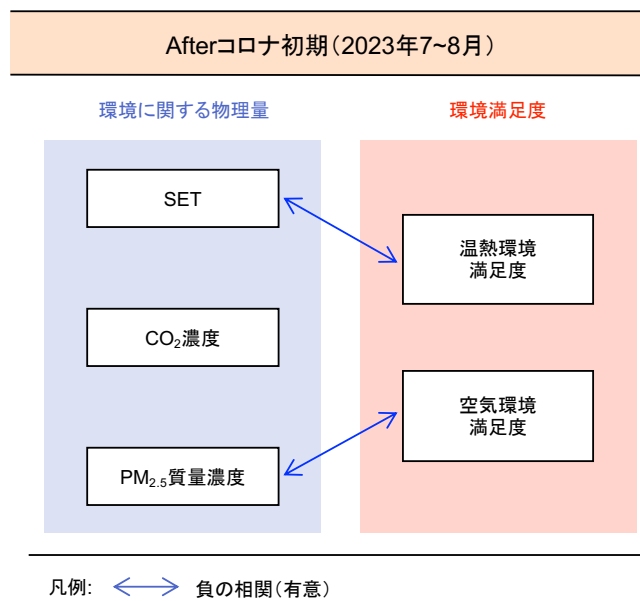


図4-6 Afterコロナ初期における温熱・空気環境と環境満足度の関連に関する概略(本研究で得られた結果をもとに作成)

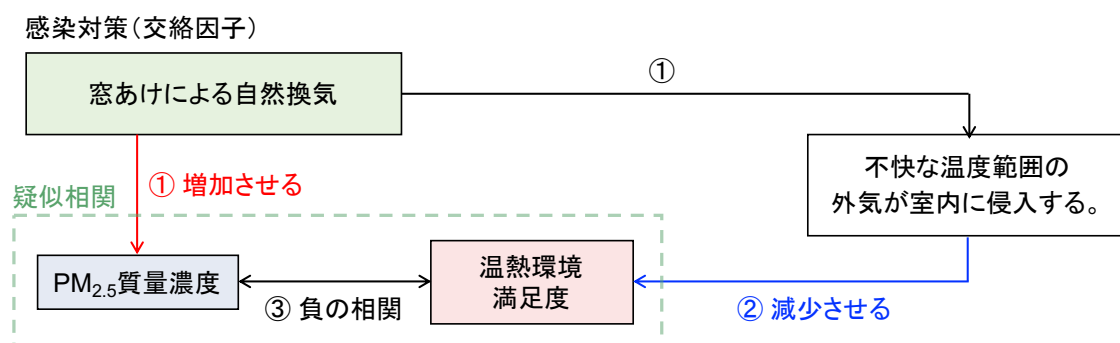
4.4. 温熱・空気環境満足度を向上する空調・換気設備の運用

図4-7に、本研究で得られた結果をもとに作成した、空気感染対策を交絡因子とした温熱・空気環境と環境満足度の疑似相関に関する概略を示す。前節の考察で述べた通り、「換気量の増加」、「窓開けによる自然換気」、「中・高性能エアフィルタの設置」、「空気清浄機の設置」などのCOVID-19の空気感染への対策が交絡因子となり、オフィスの温熱・空気環境と執務者の環境満足度との間に疑似相関を生じさせる可能性がある。したがって、執務者の温熱・空気環境満足度を高めるためには、これらの感染対策を考慮することが重要である。

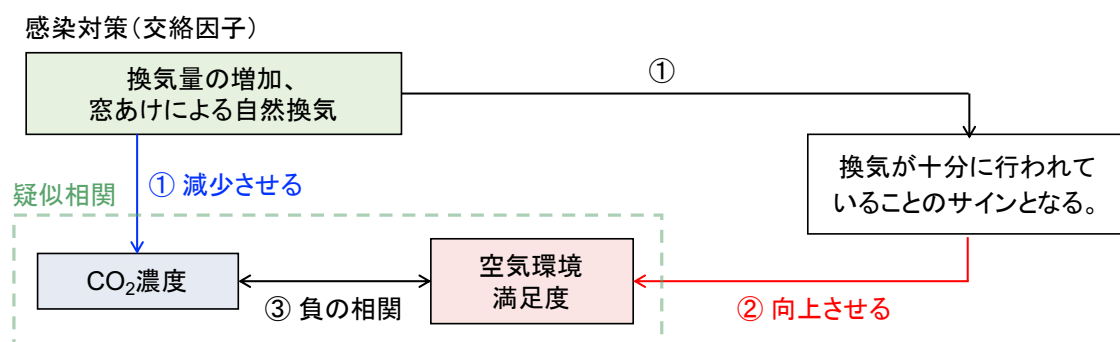
「換気量の増加」と「窓開けによる自然換気」は、執務者にとって換気が十分に行われていることのサインとなり、執務者の空気環境満足度を高めることが期待される。しかし、「窓開けによる自然換気」は、特に外気条件の厳しい夏期と冬期において、執務者の温熱環境満足度を低下させる可能性がある。さらに、「窓開けによる自然換気」は、CO₂濃度を減少させるとともに、エアフィルタを介さずに外気を室内に侵入させることで、室内のPM_{2.5}質量濃度を増加させる。したがって、PM_{2.5}が呼吸器疾患や循環器疾患などの健康影響を引き起こすことが報告されている⁴⁻¹⁰⁾⁴⁻¹²⁾ため、「窓開けによる自然換気」は外気温と外気のPM_{2.5}質量濃度を考慮して実施されることが望ましい。一方で、「換気量の増加」は「窓開けによる自然換気」と比較して、執務者の温熱環境満足度にとって有効と考えられる。具体的には、前章で検討した通り、建築設備を介した換気では、エアフィルタでPM_{2.5}を捕集することができるため、室内のPM_{2.5}濃度レベルを維持することができる。また、空調機により温度調整された外気および全熱交換器で排気と熱交換された外気を室内に供給するため、熱的快適性を維持することも可能である。

加えて、「中・高性能エアフィルタの設置」と「空気清浄機の利用」は、室内のPM_{2.5}濃度レベルの維持にとって有効だけでなく、執務者の空気環境満足度を高めることにも寄与する可能性がある。具体的には、「中・高性能エアフィルタの設置」と「空気清浄機の利用」は、執務者にとって空気質が良好な状態であることのサインとなり、執務者の空気環境満足度を高めることが期待される。本章での検討において、「中・高性能エアフィルタの設置」と「空気清浄機の設置」を交絡因子とした、PM_{2.5}質量濃度と空気環境満足度の負の相関関係は、With コロナのみならず、After コロナ初期である2023年調査時にも確認された。したがって、「中・高性能エアフィルタの設置」と「空気清浄機の設置」はAfter コロナにおいても、執務者の空気環境満足度を高めることが期待される。

(A) PM_{2.5} 質量濃度と温熱環境満足度の関連



(B) CO₂ 濃度と空気環境満足度の関連



(C) PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度の関連

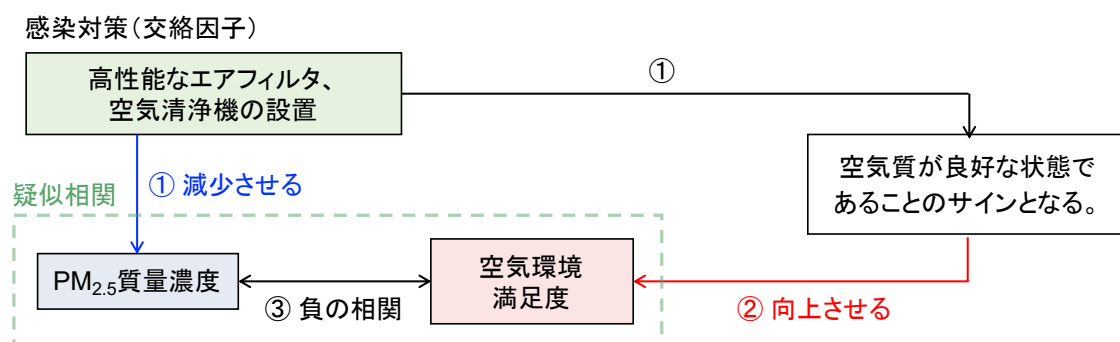


図 4-7 空気感染対策を交絡因子とした温熱・空気環境と環境満足度の疑似相関に関する概略(本研究で得られた結果をもとに作成)

4.5. まとめ

本章では、本章では、With/After コロナにおける温熱・空気環境と環境満足度の関連を明らかにする目的で、With コロナである 2020 年・2021 年調査および After コロナ初期である 2023 年調査から得られたデータを対象に、温熱・空気環境と環境満足度に関するマルチレベル分析を行った。さらに、マルチレベル分析の結果に基づき、「換気量の増加」、「窓開けによる自然換気」、「中・高性能エアフィルタの設置」、「空気清浄機の設置」などの COVID-19 の空気感染への対策が環境満足度、オフィス環境と環境満足度の関連に与える影響についても考察した。以下に本章で得られた知見をまとめる。

- 1) With コロナである 2020 年調査時において、PM_{2.5} 質量濃度と温熱環境満足度との間に負の相関関係が確認された。しかし、PM_{2.5} 自体は目に見えず、においを感じることもなく、さらにこの関連は After コロナ初期である 2023 年調査時には確認されなかった。したがって、この相関関係は、感染対策を交絡因子とした疑似相関と推測される。具体的には、「窓開けによる自然換気」を実施することで、外気の PM_{2.5} がエアフィルタを通過せずに室内に侵入し室内濃度が増加するとともに、低温の外気が室内に入り執務者の温熱環境満足度が低下することによって、PM_{2.5} 質量濃度と温熱環境満足度との間に負の相関が確認されたものと推察される。
- 2) With コロナである 2020 年調査時において、CO₂ 濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係が確認された。しかし、CO₂ 自体は目に見えず、においを感じることもなく、さらにこの関連は After コロナ初期である 2023 年調査時には確認されなかった。したがって、この相関関係は、感染対策を交絡因子とした疑似相関と推測される。具体的には、「換気量の増加」と「窓開けによる自然換気」が室内の CO₂ 濃度を減少させるとともに、COVID-19 蔓延時にオフィスに出社していた執務者に対して心理的な安心感と満足感を与えたことで、CO₂ 濃度と空気環境満足度との間に負の相関が見られたものと推察される。
- 3) With コロナである 2020 年調査時において、PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係が確認された。しかし、PM_{2.5} 自体は目に見えず、においを感じることもなく、この相関関係は感染対策を交絡因子とした疑似相関と推測される。具体的には、「高性能フィルタの設置」と「空気清浄機の利用」が室内の PM_{2.5} 質量濃度を減少させるとともに、COVID-19 蔓延時にオフィスに出社していた執務者に対して心理的な安心感と満足感を与えたことで、PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度との間に負の相関が見られたものと推察される。
- 4) After コロナである 2023 年調査時においても、PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係が確認された。これは、「換気量の増加」と「窓開けによる自然換気」とは

異なり、「高性能フィルタの設置」と「空気清浄機の利用」の実施割合が After コロナ初期においても減少していなかったためと推察される。したがって、After コロナにおいても、「高性能フィルタの設置」と「空気清浄機の利用」が室内の PM_{2.5} 質量濃度を減少させるとともに、執務者の空気環境満足感を向上させる可能性がある。

第4章 参考文献

- 4-1) Choi J, Aziz A, Loftness V: Investigation on the impacts of different genders and ages on satisfaction with thermal environments in office buildings, *Build Environ*, 2010;45:1529–1535. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.01.004>
- 4-2) Kang S, Ou D, Mak CM: The impact of indoor environmental quality on work productivity in university open-plan research offices, *Build Environ*, 2017;124:78–89. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.003>
- 4-3) Rasheed EO, Khoshbakht M, Baird G: Time spent in the office and workers' productivity, comfort and health: A perception study, *Build Environ*, 2021;195:107747. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107747>
- 4-4) R Development Core Team: R: the R project for statistical computing. <https://www.r-project.org> (最終アクセス 2024/12/17)
- 4-5) Chinazzo G, Andersen RK, Azar E, et al: Quality criteria for multi-domain studies in the indoor environment: critical review towards research guidelines and recommendations, *Build Environ*, 2022;226:109719. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109719>
- 4-6) Kuznetsova A, Brockhoff PB, Christensen RHB, Jensen SP. lmerTest: Tests in Linear Mixed Effects Models. <https://cran.r-project.org/web/packages/lmerTest/index.html> (最終アクセス 2024/12/17)
- 4-7) Geng Y, Ji W, Lin B, Zhu Y: The impact of thermal environment on occupant IEQ perception and productivity, *Build Environ*, 2017;121:158–167. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.05.022>
- 4-8) 厚生労働省: 商業施設等における“換気の悪い密閉空間”を改善するための換気について, 2020年3月30日. <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000618969.pdf> (最終アクセス 2024/12/17)
- 4-9) 厚生労働大臣 加藤勝信: 新型コロナウイルス感染症(COVID-19)に係る 新型インフルエンザ等感染症から 5 類感染症への移行について, 2023年4月27日. <https://www.mhlw.go.jp/content/001091810.pdf> (最終アクセス 2024/12/17)
- 4-10) Wilson WE. The U.S: Environmental Protection Agency Promulgates New Standards For Fine Particles, *Journal of Japan Society for Atmospheric Environment*, 1998;33:A67-A76. https://doi.org/10.11298/taiki1995.33.3_A67
- 4-11) Wilson WE. The U.S. Environmental Protection Agency Promulgates New Standards For Fine Particles. *大気汚染学会誌*, Vol. 33, No.3, pp. A67-A76, 1998.
- 4-12) World Health Organization (WHO): WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, 2021. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345329/97892400342_28-eng.pdf?sequence=1. (最終アクセス 2024/12/17)

第 5 章

After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する 季節差の検討

第5章 目次

第5章 After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する季節差の検討	125
5.1. 分析の目的と概要	125
5.2. After コロナの夏期・冬期におけるオフィスの室内環境の実態把握	127
5.2.1. After コロナの夏期・冬期におけるオフィスの室内環境	127
5.2.2. After コロナの夏期・冬期における環境知覚と環境満足度	131
5.3. After コロナの夏期・冬期におけるオフィス環境と環境満足度の関連分析	138
5.3.1. 予備的検討としてのオフィス環境と環境満足度に関する相関分析	138
5.3.2. オフィス環境と温熱・空気環境満足度に関するマルチレベル分析	141
5.4. After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する季節・時期差の考察	144
5.4.1. オフィス環境と環境満足度に関する季節差	144
5.4.2. オフィス環境と環境満足度に関する時期差	145
5.5. まとめ	148

第5章 After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する季節差の検討

5.1. 分析の目的と概要

前章では、With/After コロナにおける温熱・空気環境と環境満足度の関連を明らかにする目的で、With コロナである2020年・2021年調査およびAfter コロナ初期である2023年調査から得られたデータを対象に、温熱・空気環境と環境満足度に関するマルチレベル分析を行った。その結果として、「換気量の増加」、「窓開けによる自然換気」、「中・高性能エアフィルタの設置」、「空気清浄機の設置」などのCOVID-19の空気感染への対策が交絡因子となり、オフィスの温熱・空気環境と執務者の環境満足度との間に疑似相関を生じさせることが示唆された。特に、「中・高性能エアフィルタの設置」と「空気清浄機の利用」を交絡因子とした、PM_{2.5}質量濃度と空気環境満足度の負の相関関係は、With コロナである2020年・2021年調査時だけでなく、After コロナ初期である2023年調査時にも確認され、これらの空気感染対策がAfter コロナにおいても、執務者の空気環境満足度を高めることが示唆された。

しかし、上記の分析は、With コロナである2020年・2021年調査およびAfter コロナ初期である2023年調査から得られたデータを対象としたため、さらに時間が経過した期間での検討が必要と考えられる。2023年5月8日に、COVID-19の感染症法上の位置付けが「5類」に移行され⁵⁻¹⁾、それに伴い、法律に基づき行政が様々な要請・関与をしていく仕組みから、個人の選択を尊重し、事業者の判断に委ねる対応に変化した。したがって、After コロナ初期である2023年調査時の後も、オフィスでの感染対策状況がさらに変化し、新たな平時が形成されつつあると考えられる。

加えて、オフィス環境と環境満足度の関連においては、季節差の考慮も重要と考えられる。既往研究において、季節によって、空調・換気がオフィス環境と環境満足度に与える影響が異なると報告されている⁵⁻²⁾。

そこで本章では、After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する季節差の検討を目的として、After コロナである2023年・2024年調査から得られたデータを対象に、オフィス環境と環境満足度に関するマルチレベル分析を行った。

具体的にはまず、After コロナの夏期・冬期におけるオフィスの室内環境の実態把握のために、オフィスの室内環境および知覚、環境満足度、不満の原因について整理した。オフィスの室内環境については、既存の基準値・指針値との比較により評価を行った。また、より包括的なオフィス環境について検討する目的で、第3章・第4章で検討した温熱・空気環境に加えて、机上面照度、騒音レベルについても整理・評価した。知覚、環境満足度、不満の原因については、カイ2乗検定により、2023年・2024年調査時での比較を行った。次に、After コロナの夏期・冬期におけるオフィス環境と環境満足度の関連分析を行った。最初に、同一要素内（例えば、SETと温熱環境満足度）の組み合わせで、オフィス環境と環境満足度に関する相関分析を行った。続いて、相関分析の結果、同一要素内で有意な相関関係が確認され

た温熱・空気環境に着目し、マルチレベル線形回帰分析を行った。図5-1に、マルチレベル線形回帰モデルに投入する変数に関する概略を示す。目的変数は温熱・空気環境満足度(7段階リッカード尺度)とし、説明変数にはSETの平均値、SETの標準偏差、CO₂濃度の平均値、PM_{2.5}質量濃度の平均値とした。また、既往研究で環境満足度に影響を及ぼすことが報告されている性別、年齢、勤務形態(技術系か否か)、オフィス勤務日数⁵⁻³⁾⁻⁵⁻⁵⁾を、調整変数として投入した。さらに、季節・時期差によるオフィス環境と執務者の環境満足度への影響も考察した。マルチレベル線形回帰モデルは、執務者レベル変数(性別、年齢、勤務形態(技術系か否か)、オフィス勤務日数)がオフィスレベル変数(SETの平均値、SETの標準偏差、CO₂濃度の平均値、PM_{2.5}質量濃度の平均値)に入れ子構造となる2階層のランダム切片モデルとした。オフィスワーカーレベルの変数は、各オフィスの平均値を中心とした(集団平均中心化)。回帰係数は最尤法を用いて推定した。有意水準は両側<0.05とした。分析は、R version 4.2.1⁴⁻⁶⁾で行い、マルチレベル線形回帰モデルにはlmerTestパッケージ⁴⁻⁷⁾を使用した。

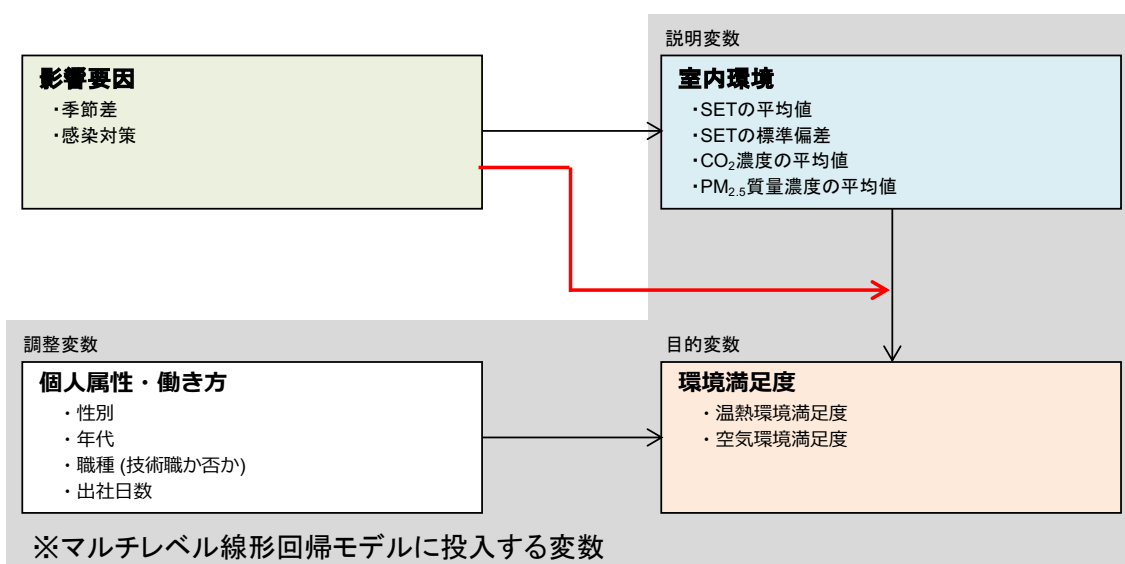


図5-1に、マルチレベル線形回帰モデルに投入する変数に関する概略

5.2. After コロナの夏期・冬期におけるオフィスの室内環境の実態把握

5.2.1. After コロナの夏期・冬期におけるオフィスの室内環境

オフィスの室内環境については、既存の基準値・指針値との比較により評価を行った。図 5-2 に、After コロナにおけるオフィスの温熱・空気環境を示す。温度について、2023 年調査時（夏期）における各ビルの平均値は 25.5~29.0°C で、全ビル平均値は 26.4°C であった。19 棟のうち 7 棟のビル（36.8%）で建築物衛生法の基準値（18~28°C）から逸脱した測定値が見られ、各ビルの逸脱割合の平均値は 0~100%で、全ビル平均値は 8.6%であった。一方、2024 年調査時（冬期）における各ビルの平均値は 22.0~25.7°C で、全ビル平均値は 24.4°C であった。19 棟のうち 6 棟のビル（31.6%）で建築物衛生法の基準値から逸脱した測定値が見られ、各ビルの逸脱割合の平均値は 0~100%で、全ビル平均値は 63.4%であった。2023 年調査時（夏期）と比較して、2024 年調査時（冬期）には温度の時間的なばらつきが大きい傾向が見られた（つまり、箱ひげ図が縦長になっていた）。また、2023 年調査時（夏期）には高温側の逸脱のみ見られたが、2024 年調査時（冬期）には高温側と低温側の両方の逸脱が見られた。相対湿度について、2023 年調査時（夏期）における各ビルの平均値は 39.8~56.9%で、全ビル平均値は 50.4%であった。19 棟のうち 5 棟のビル（26.3%）で建築物衛生法の基準値（40~70%）から逸脱した測定値が見られ、各ビルの逸脱割合の平均値は 0~52.0%で、全ビル平均値は 8.6%であった。一方、2024 年調査時（冬期）における各ビルの平均値は 17.8~57.6%で、全ビル平均値は 5.5%であった。19 棟のうち 18 棟のビル（94.7%）で建築物衛生法の基準値から逸脱した測定値が見られ、各ビルの逸脱割合の平均値は 0~100%で、全ビル平均値は 79.1%であった。2023 年調査時（夏期）と比較して、2024 年調査時（冬期）には相対湿度の時間的なばらつきが大きい傾向が見られた。また、2023 年調査時（夏期）には高湿度側と低湿度側の両方の逸脱が見られたが、2024 年調査時（冬期）には高湿度側の逸脱のみ見られた。CO₂濃度について、2023 年調査時（夏期）における各ビルの平均値は 515~904 ppm で、全ビル平均値は 706 ppm であった。16 棟のうち 1 棟のビル（建物 ID: U）で建築物衛生法の基準値（≤1000 ppm）から逸脱した測定値の日平均値が見られ、逸脱日数割合は 10.0%であった。一方、2024 年調査時（冬期）における各ビルの平均値は 545~873 ppm で、全ビル平均値は 699 ppm であった。19 棟のうち 1 棟のビル（建物 ID: U）で建築物衛生法の基準値から逸脱した測定値の日平均値が見られ、逸脱日数割合は 10.0%であった。PM_{2.5}質量濃度について、2023 年調査時（夏期）における各ビルの平均値は 0.4~6.0 µg/m³で、全ビル平均値は 2.8 µg/m³であった。19 棟のうち全てのオフィスビルにおける測定値の日平均値が WHO の日平均指針値を満たしていた。一方、2024 年調査時（冬期）における各ビルの平均値は 0.6~85.7 µg/m³で、全ビル平均値は 9.6 µg/m³であった。19 棟のうち 2 棟のビル（建物 ID: F および L）で WHO の日平均指針値から逸脱した測定値の日平均値が見られ、逸脱日数割合はそれぞれ 70.0%、40.0%であった。調査後ヒアリング調査の結果、建物 ID: F および L のオフィスビルでは、室内で超音波式の卓上型加湿器が使用されていたことが確認された。

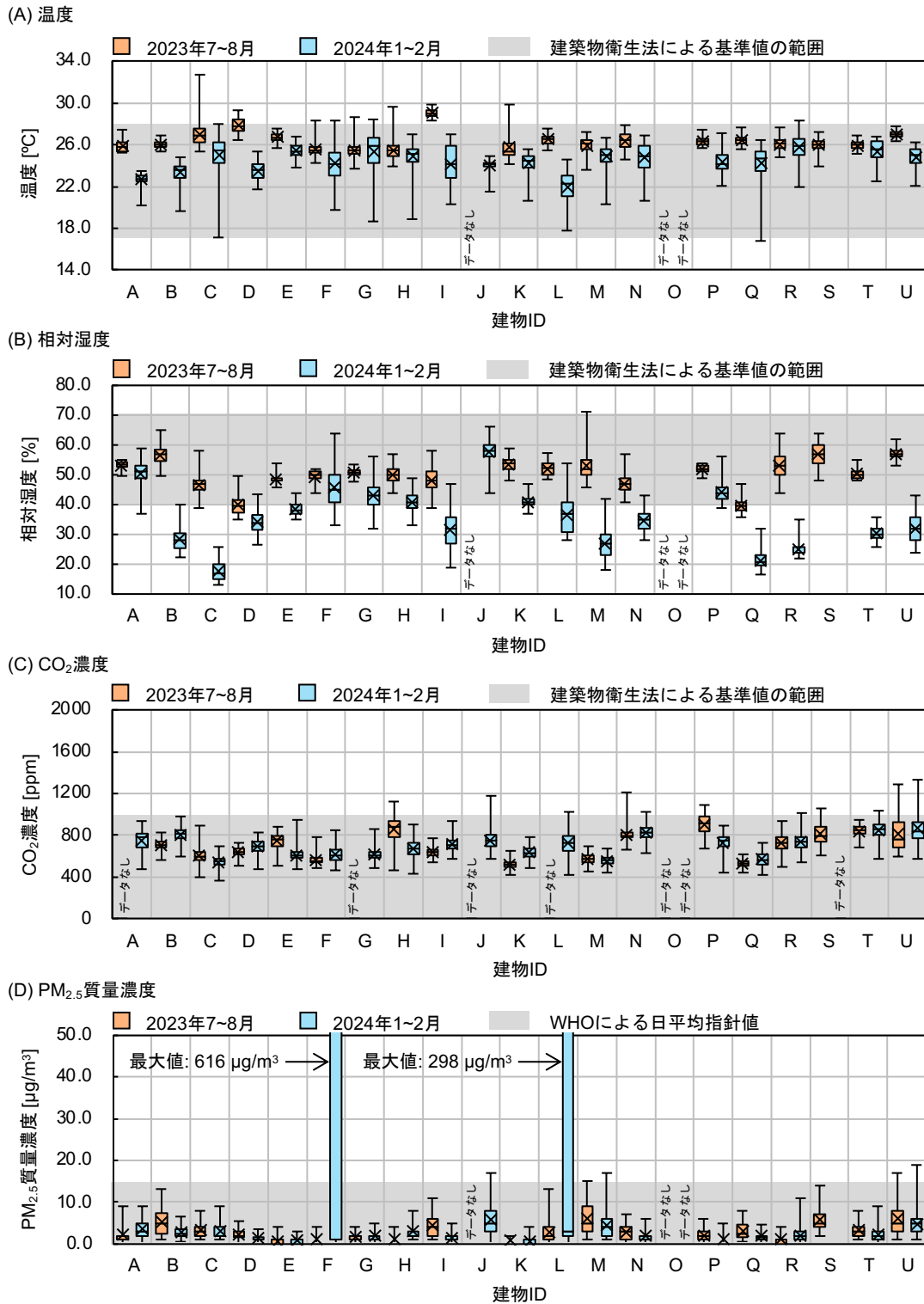


図 5-2 After コロナにおけるオフィスの温熱・空気環境

図 5-3 に、After コロナにおけるオフィスの PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比を示す。2023 年調査時（夏期）における各ビルの平均値は 0.05~0.58 で、全ビル平均値は 0.28 であった。また、2024 年調査時（冬期）における各ビルの平均値は 0.09~9.56 で、全ビル平均値は 1.22 であった。室内で超音波式の卓上型加湿器が使用されていた 2 棟のビル（建物 ID: F および L）では、PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比が非常に高い値であった。

図 5-4 に、After コロナにおけるオフィスの SET を示す。2023 年調査時（夏期）における各ビルの平均値は 24.7~28.3°C で、全ビル平均値は 25.7°C であった。19 棟のうち全てのビルで ASHRAE による快適範囲（22.2~25.6°C）から逸脱した測定値が見られ、各ビルの逸脱割合の平均値は 6.0~100%で、全ビル平均値は 43.5%であった。一方、2024 年調査時（冬期）における各ビルの平均値は 24.6~27.8°C で、全ビル平均値は 26.6°C であった。19 棟のうち全てのビルで ASHRAE による快適範囲から逸脱した測定値が見られ、各ビルの逸脱割合の平均値は 17.7~100%で、全ビル平均値は 79.7%であった。温度、相対湿度と同様に、2023 年調査時（夏期）と比較して、2024 年調査時（冬期）には SET の時間的なばらつきが大きい傾向が見られた。また、温度と同様に、2023 年調査時（夏期）には高温側の逸脱のみ見られたが、2024 年調査時（冬期）には高温側と低温側の両方の逸脱が見られた。

図 5-5 に、After コロナにおけるオフィスの机上面照度・騒音レベルを示す。2023 年調査時（夏期）において、建物 ID: A のオフィスビルでは机上面照度が測定期間中の常に 0 lx であった。これは、センサ部分が影に入ってしまったためと考えられるため、分析からは除外した。机上面照度について、2023 年調査時（夏期）における各ビルの平均値は 53~762 lx で、全ビル平均値は 452 lx であった。18 棟のうち 16 棟のビル（88.9%）で労働安全衛生法の事務所衛生基準規則（ ≥ 300 lx）から逸脱した測定値が見られ、各ビルの逸脱割合の平均値は 0~100%で、全ビル平均値は 76.1%であった。一方、2024 年調査時（冬期）における各ビルの平均値は 211~641 lx で、全ビル平均値は 432 lx であった。19 棟のうち 17 棟のビル（89.5%）で労働安全衛生法の事務所衛生基準規則から逸脱した測定値が見られ、各ビルの逸脱割合の平均値は 0~100%で、全ビル平均値は 79.1%であった。騒音レベルについて、2023 年調査時（夏期）における各ビルの平均値は 36.3~45.6 dB(A)で、全ビル平均値は 40.9 dB(A) であった。19 棟のうち 1 棟のビル（建物 ID: U）で日本建築学会による建物・室用途別性能基準（ ≤ 45 dB (A)）を逸脱した。一方、2024 年調査時（冬期）における各ビルの平均値は 36.4~44.9 dB(A)で、全ビル平均値は 40.4 dB(A)であった。19 棟のうち全てのオフィスビルにおける測定値の平均値が日本建築学会による建物・室用途別性能基準を満たしていた。

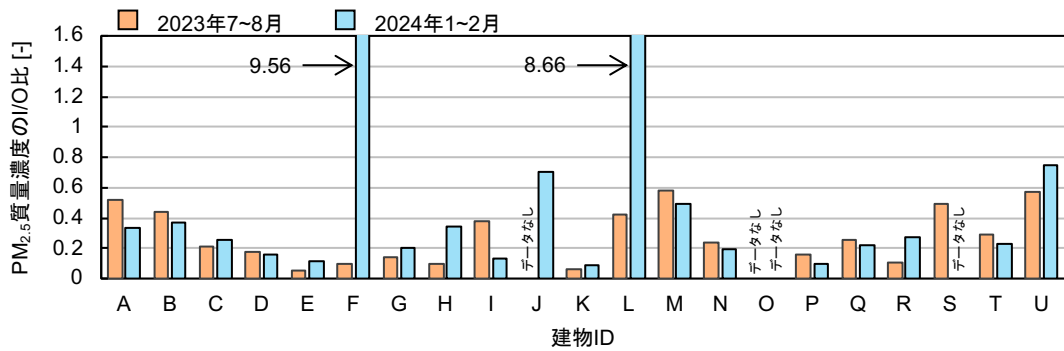


図 5-3 After コロナにおけるオフィスのPM_{2.5}質量濃度のI/O比

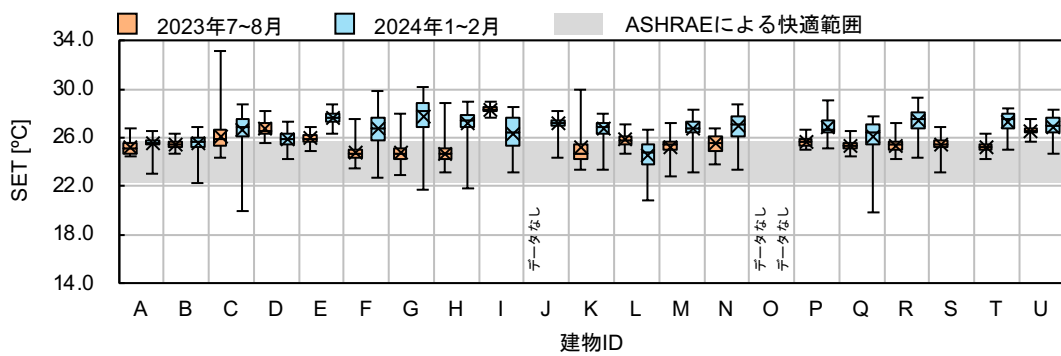
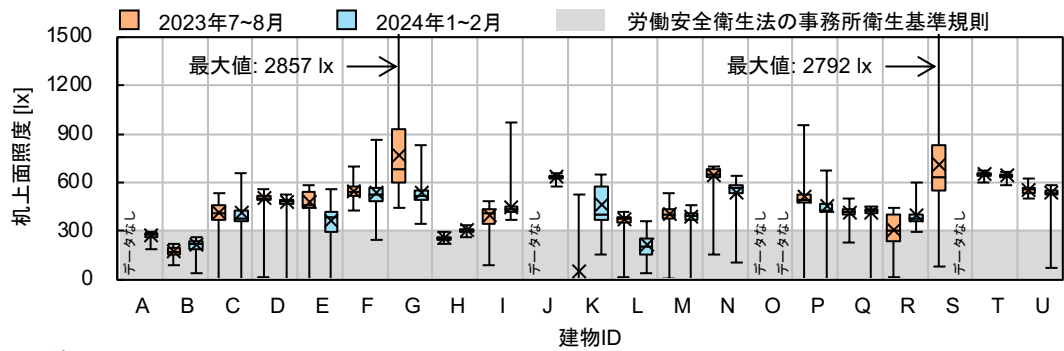


図 5-4 After コロナにおけるオフィスのSET

(A) 机上面照度



(B) 騒音レベル

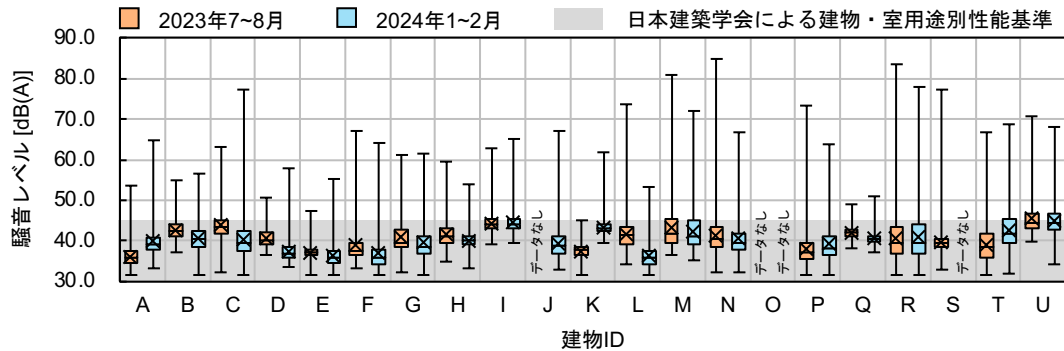


図 5-5 After コロナにおけるオフィスの机上面照度・騒音レベル

5.2.2. After コロナの夏期・冬期における環境知覚と環境満足度

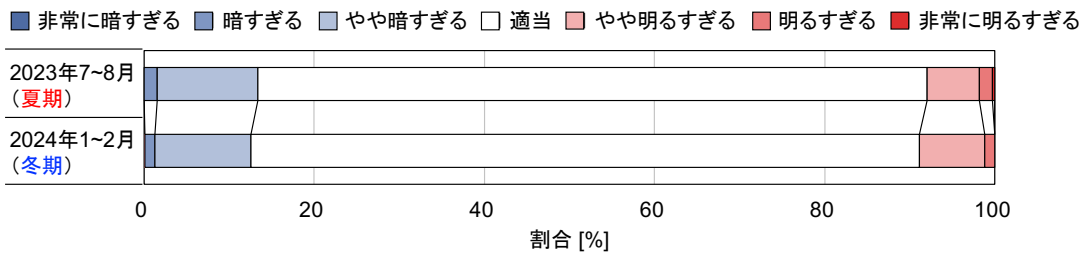
2023年・2024年調査時の有効回答者のうち、週に1日以上出勤していた執務者を抽出した、2023年調査時（夏期）の722名および2024年調査時（冬期）の652名を対象に、環境知覚、環境満足度、不満の原因の集計を行った。このうち、環境満足度については、環境の物理的要素に関わる光・温熱・空気・音環境満足度のみ扱う。

5.2.2.1. 環境知覚

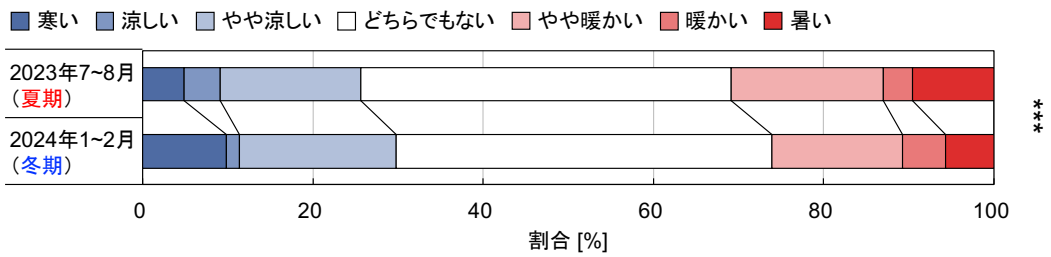
図5-6に、After コロナにおける執務者の明るさ感・温冷感・乾湿感を示す。明るさ感について、2023年調査時（夏期）には8.9%の執務者が「明るすぎる」側（非常に明るすぎる、明るすぎる、やや明るすぎる）の回答を、12.6%の執務者が「暗すぎる」側（非常に暗すぎる、暗すぎる、やや暗すぎる）の回答をした。また、2024年調査時（冬期）には8.0%の執務者が「明るすぎる」側の回答を、13.3%の執務者が「暗すぎる」側の回答をした。2023年調査時（夏期）と2024年調査時（冬期）で、有意な比率の差は認められなかった（ $p=0.551$ ）。温冷感について、2023年調査時（夏期）には30.9%の執務者が「暑い」側（暑い、暖かい、やや暖かい）の回答を、25.6%の執務者が「寒い」側（寒い、涼しい、やや涼しい）の回答をした。また、2024年調査時（冬期）には26.1%の執務者が「暑い」側の回答を、29.9%の執務者が「寒い」側の回答をした。2023年調査時（夏期）には「暑い」側の回答が、2024年調査時（冬期）には「寒い」側の回答が有意に多かった（ $p<0.001$ ）。乾湿感について、2023年調査時（夏期）には14.5%の執務者が「湿った感じ」側（非常に湿った感じ、湿った感じ、やや湿った感じ）の回答を、15.8%の執務者が「乾いた感じ」側（非常に乾いた感じ、乾いた感じ、やや乾いた感じ）の回答をした。また、2024年調査時（冬期）には2.6%の執務者が「湿った感じ」側の回答を、42.5%の執務者が「乾いた感じ」側の回答をした。2023年調査時（夏期）には「湿った感じ」側の回答が、2024年調査時（冬期）には「乾いた感じ」側の回答が有意に多かった（ $p<0.001$ ）。

図5-7に、After コロナにおける執務者の気流の強さ感・におい強度・騒音を示す。気流の強さ感について、2023年調査時（夏期）には37.4%の執務者が、2024年調査時（冬期）には20.9%の執務者が「感じる」側（非常に感じる、感じる、やや感じる）の回答をした。また、2023年調査時（夏期）には、2024年調査時（冬期）と比較して、「感じる」側の回答が有意に多かった（ $p<0.001$ ）。におい強度について、2023年調査時（夏期）には20.4%の執務者が、2024年調査時（冬期）には21.0%の執務者が「感じる」側の回答をした。また、2023年調査時（夏期）と2024年調査時（冬期）で、有意な比率の差は認められなかった（ $p=0.966$ ）。騒音について、2023年調査時（夏期）には53.0%の執務者が、2024年調査時（冬期）には53.8%の執務者が「感じる」側の回答をした。また、2023年調査時（夏期）と2024年調査時（冬期）で、有意な比率の差は認められなかった（ $p=0.768$ ）。

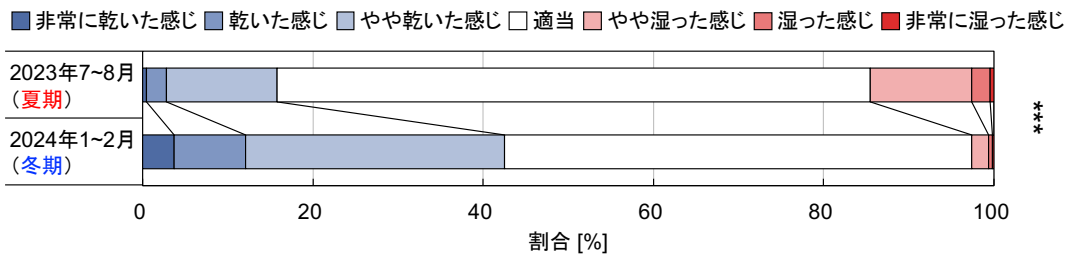
(A) 明るさ感



(B) 温冷感



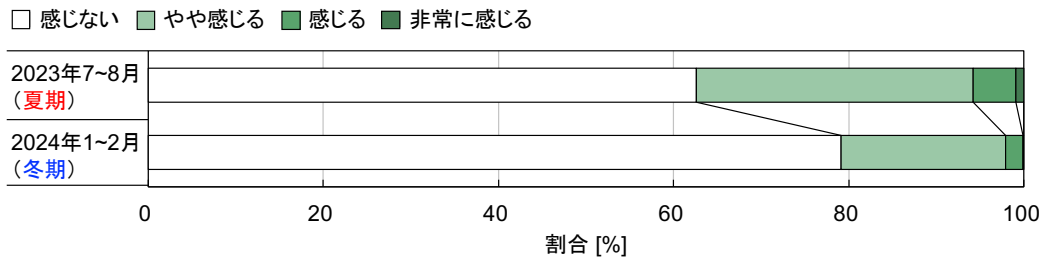
(C) 乾湿感



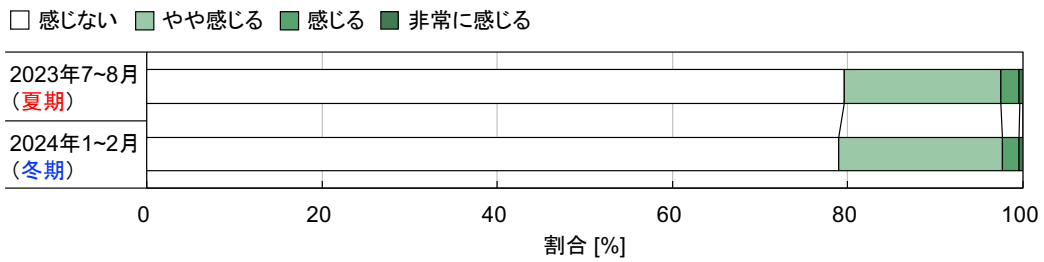
※ 週に1日以上出勤していた執務者を抽出し、2023年7~8月(夏期): n=722、2024年1~2月(冬期): n=652を対象に、カイ2乗検定で比較した。*** p<0.001、** p<0.01、* p<0.05

図 5-6 After コロナにおける執務者の明るさ感・温冷感・乾湿感

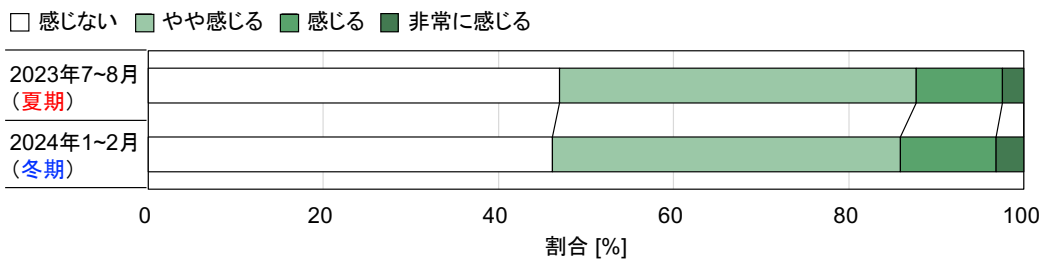
(A) 気流の強さ感



(B) におい強度



(C) 騒音



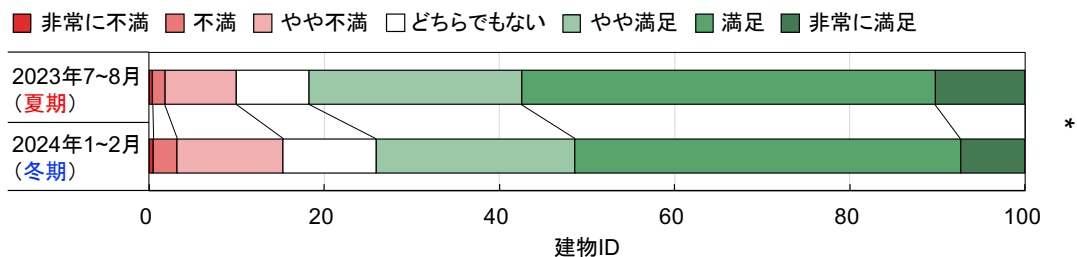
※ 週に1日以上出勤していた執務者を抽出し、2023年7~8月(夏期): n=722、2024年1~2月(冬期): n=652を対象に、カイ2乗検定で比較した。*** p<0.001、** p<0.01、* p<0.05

図 5-7 After コロナにおける執務者の気流の強さ感・におい強度・騒音

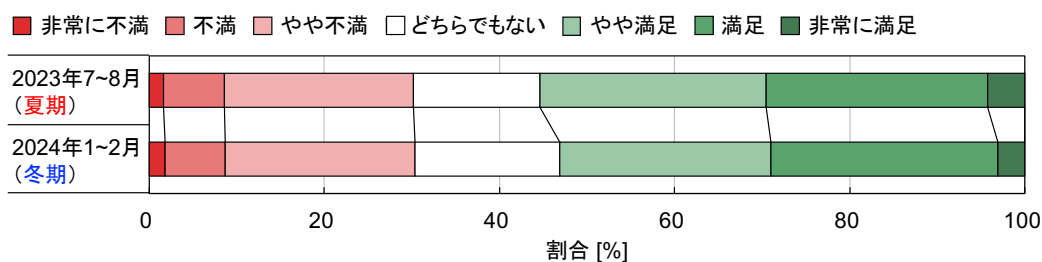
5.2.2.2. 環境満足度

図 5-8 に、After コロナにおける執務者の環境満足度を示す。光環境満足度について、2023 年調査時（夏期）には 10.0%の執務者が、2024 年調査時（冬期）には 15.3%の執務者が「不満」側（非常に不満、不満、やや不満）の回答をした。また、2024 年調査時（冬期）には、2023 年調査時（夏期）と比較して、「不満」側の回答が有意に多かった ($p=0.023$)。温熱環境満足度について、2023 年調査時（夏期）には 30.2%の執務者が、2024 年調査時（冬期）には 30.4%の執務者が「不満」側の回答をした。また、2023 年調査時（夏期）と 2024 年調査時（冬期）で、有意な比率の差は認められなかった ($p = 0.808$)。空気環境満足度について、2023 年調査時（夏期）には 12.5%の執務者が、2024 年調査時（冬期）には 14.9%の執務者が「不満」側の回答をした。また、2023 年調査時（夏期）と 2024 年調査時（冬期）で、有意な比率の差は認められなかった ($p=0.537$)。音環境満足度について、2023 年調査時（夏期）には 26.5%の執務者が、2024 年調査時（冬期）には 27.6%の執務者が「不満」側の回答をした。また、2023 年調査時（夏期）と 2024 年調査時（冬期）で、有意な比率の差は認められなかった ($p = 0.484$)。

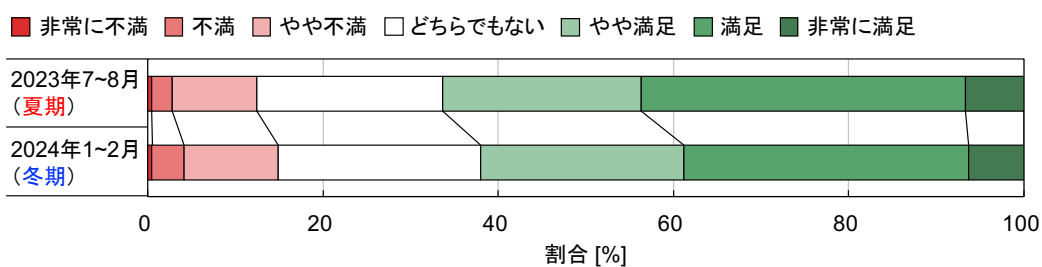
(A) 光環境満足度



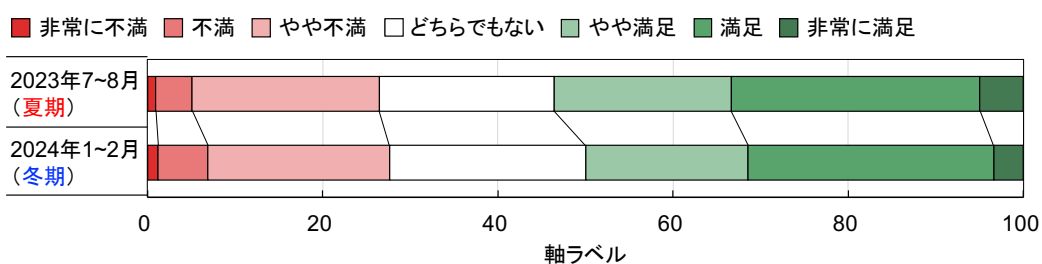
(B) 温熱環境満足度



(C) 空気環境満足度



(D) 音環境満足度



※ 週に1日以上出勤していた執務者を抽出し、2023年7~8月(夏期): n=722、2024年1~2月(冬期): n=652を対象に、カイ2乗検定で比較した。*** p<0.001、** p<0.01、* p<0.05

図 5-8 After コロナにおける執務者の環境満足度

5.2.2.3. 不満の原因

不満の原因については、各環境満足度に対して「不満」側（非常に不満、不満、やや不満）の回答をした執務者にのみ回答してもらった。表 5-1 に、After コロナにおける執務者の環境に対する不満の原因を示す。光環境に対する不満の原因について、2023 年調査時（夏期）には「PC 画面への映り込み (2.8%)」の割合が最も高く、次いで「窓からのまぶしさ (2.4%)」、「他人の視線が気になる (1.9%)」であった。一方、2024 年調査時（冬期）には「他人の視線が気になる (8.9%)」の割合が最も高く、次いで「ブラインド等のため閉鎖的 (7.1%)」、「窓からのまぶしさ (5.5%)」であった。また、2024 年調査時（冬期）には、2023 年調査時（夏期）と比較して、「窓からのまぶしさ ($p=0.004$)」、「他人の視線が気になる ($p<0.001$)」、「窓の外の眺望 ($p=0.021$)」、「自然光がない ($p<0.001$)」、「ブラインド等のため閉鎖的 ($p<0.001$)」の割合が有意に高かった。温熱環境に対する不満の原因について、2023 年調査時（夏期）には「温度の変動 (15.9%)」の割合が最も高く、次いで「体全体としての風の当たり (8.3%)」、「周囲からの放射熱 (6.1%)」であった。一方、2024 年調査時（冬期）には「温度の変動 (16.0%)」の割合が最も高く、次いで「上半身と下半身の温度差 (14.0%)」、「残業時に空調が停止する (6.9%)」であった。また、2023 年調査時（夏期）には「体全体としての風の当たり ($p<0.001$)」の割合が、2024 年調査時（冬期）には「上半身と下半身の温度差 ($p<0.001$)」の割合が有意に高かった。空気環境に対する不満の原因について、2023 年調査時（夏期）には「空気のよどみ (8.3%)」の割合が最も高く、次いで「気になる臭い (5.3%)」、「ほこりっぽさ (2.9%)」であった。一方、2024 年調査時（冬期）には「空気のよどみ (12.1%)」の割合が最も高く、次いで「気になる臭い (5.4%)」、「空気の汚れ (3.8%)」であった。また、2024 年調査時（冬期）には、2023 年調査時（夏期）と比較して、「空気の汚れ ($p=0.021$)」、「空気のよどみ ($p=0.025$)」の割合が有意に高かった。音環境に対する不満の原因について、2023 年調査時（夏期）・2024 年調査時（冬期）ともに「他人の会話（それぞれ 16.9%、19.3%）」の割合が最も高く、次いで「他人の電話（それぞれ 12.5%、15.2%）」、「他人の騒音（それぞれ 7.8%、10.3%）」であった。また、いずれの不満の原因についても、2023 年調査時（夏期）と 2024 年調査時（冬期）で、有意な比率の差は認められなかった。

表 5-1 After コロナにおける執務者の環境に対する不満の原因

不満の原因	2023年7~8月 (夏期)		2024年1~2月 (冬期)		カイ 2 乗 検定 p Value
	n	(%)	n	(%)	
光環境					
PC 画面への映り込み	20	(2.8)	30	(4.6)	0.096
窓からのまぶしさ	17	(2.4)	36	(5.5)	0.004
窓からのまぶしさ	10	(1.4)	17	(2.6)	0.151
他人の視線が気になる	14	(1.9)	58	(8.9)	0.000
窓の外の眺望	12	(1.7)	25	(3.8)	0.021
自然光がない	10	(1.4)	35	(5.4)	0.000
ブラインド等のため閉鎖的	16	(2.2)	46	(7.1)	0.000
温熱環境					
体全体としての風の当たり	60	(8.3)	19	(2.9)	0.000
周囲からの放射熱	44	(6.1)	29	(4.4)	0.216
上半身と下半身の温度差	28	(3.9)	91	(14.0)	0.000
温度の変動	115	(15.9)	104	(16.0)	1.000
残業時に空調が停止する	42	(5.8)	45	(6.9)	0.476
空気環境					
空気の汚れ	12	(1.7)	25	(3.8)	0.021
空気のよどみ	60	(8.3)	79	(12.1)	0.025
気になる臭い	38	(5.3)	35	(5.4)	1.000
ほこりっぽさ	21	(2.9)	19	(2.9)	1.000
音環境					
空調騒音	28	(3.9)	23	(3.5)	0.841
OA 機器騒音	9	(1.2)	11	(1.7)	0.649
外部騒音	14	(1.9)	12	(1.8)	1.000
他人の電話	90	(12.5)	99	(15.2)	0.167
他人の会話	122	(16.9)	126	(19.3)	0.272
他人の騒音	56	(7.8)	67	(10.3)	0.124
自分の話し声を周囲の人に聞かれること	55	(7.6)	62	(9.5)	0.247

※ 週 1 日以上オフィス勤務していた執務者を抽出した上で、欠損のあった執務者を除外し、2023 年 7~8 月（夏期）には 722 名、2024 年 1~2 月（冬期）には 652 名を対象とした。

※ 不満の原因は、各環境満足度に対して「不満」側（非常に不満、不満、やや不満）の回答をした執務者にのみ回答してもらった。

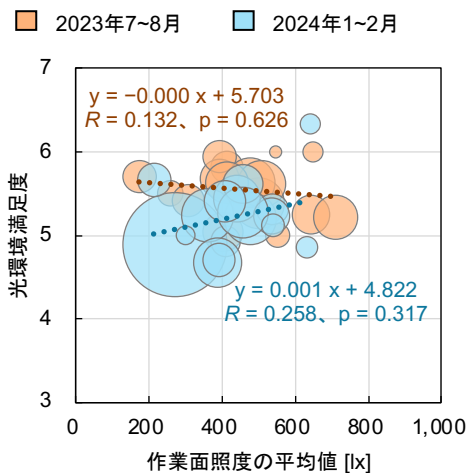
5.3. After コロナの夏期・冬期におけるオフィス環境と環境満足度の関連分析

5.3.1. 予備的検討としてのオフィス環境と環境満足度に関する相関分析

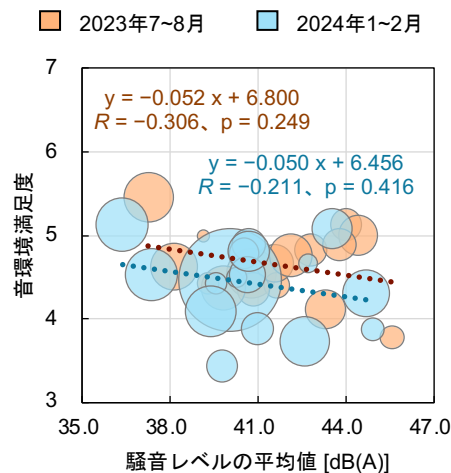
2024年調査時（冬期）において、2棟のビル（建物ID: FおよびL）では、室内で超音波式の卓上型加湿器が使用されており、PM_{2.5}質量濃度が非常に高い値であった。そこで、2024年調査時（冬期）において、これらのオフィスビルで働く執務者を除いた上で、週1日以上職場で勤務をしていた執務者を抽出し、分析の対象とした。その結果、2023年調査時（夏期）には16棟のオフィスビルで働く352名、2024年調査時（冬期）には17棟のオフィスビルで働く561名が分析に含まれた。

After コロナの夏期・冬期におけるオフィス環境と環境満足度の関連分析を行うにあたり、予備検討として、同一要素内（例えば、SETと温熱環境満足度）における説明変数と目的変数の組み合わせでの単回帰プロットおよび説明変数間の相関分析を行った。図5-9に、同一要素内における説明変数と目的変数に関する単回帰プロットを示す。同図において、2023年調査時（夏期）では、SETの平均値と温熱環境満足度との間に有意な負の相関関係が示唆された（ $R = -0.571$ 、 $p = 0.021$ ）。また、有意ではないものの、CO₂濃度の平均値と空気環境満足度との間に負の相関関係が示唆された（ $R = -0.467$ 、 $p = 0.068$ ）。さらに、PM_{2.5}質量濃度の平均値と空気環境満足度との間に有意な負の相関関係が示唆された（ $R = -0.503$ 、 $p = 0.047$ ）。一方、2024年調査時（冬期）では、SETの標準偏差と温熱環境満足度との間に有意な負の相関関係が示唆された（ $R = -0.646$ 、 $p = 0.005$ ）。また、有意ではないものの、PM_{2.5}質量濃度の平均値と空気環境満足度との間に負の相関関係が示唆された（ $R = -0.334$ 、 $p = 0.190$ ）。一方で、2023年・2024年調査時のいずれにおいても、机上面照度の平均値と光環境満足度との間（2023年調査時: $R = 0.132$ 、 $p = 0.626$ 、2024年調査時: $R = 0.258$ 、 $p = 0.317$ ）、騒音レベルの平均値と音環境満足度の平均値との間（2023年調査時: $R = -0.306$ 、 $p = 0.249$ 、2024年調査時: $R = -0.211$ 、 $p = 0.416$ ）には有意な相関関係が認められなかった。そのため、オフィス環境と環境満足度に関するマルチレベル分析においては、温熱・空気環境に着目した。表5-2に、説明変数間の相関分析の結果を示す。複数の変数間に有意な相関関係が認められたが、相関係数の絶対値はいずれも0.4未満であり、多重共線性の可能性は低いと考えられる。

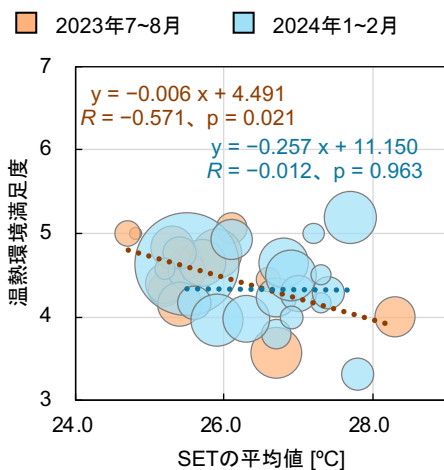
(A) 作業面照度の平均値と光環境満足度



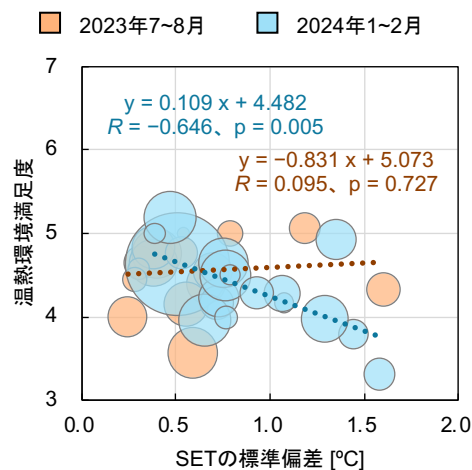
(B) 騒音レベルの平均値と音環境満足度



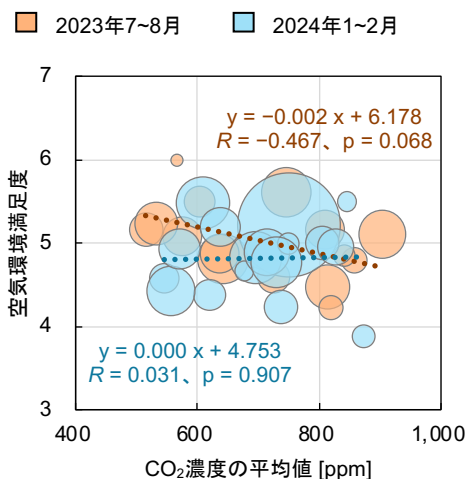
(C) SETの平均値と温熱環境満足度



(D) SETの標準偏差と温熱環境満足度



(E) CO₂濃度の平均値と空気環境満足度



(E) PM_{2.5}質量濃度の平均値と空気環境満足度

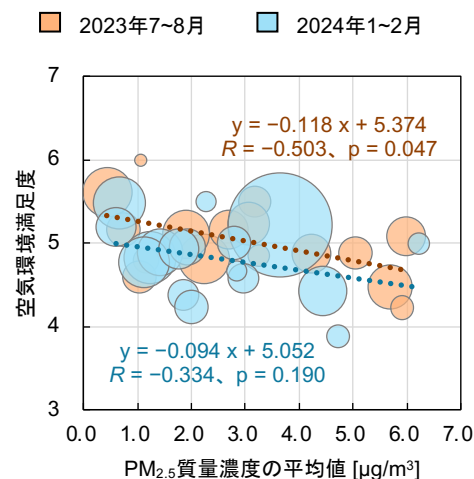


図5-9 オフィス環境と環境満足度の相関分析 (After コロナの夏期・冬期)

表 5-2 説明変数間の相関分析の結果

(A) 2023 年 7~8 月 (夏期)				
オフィスレベル変数	X1	X2	X3	X4
X1: SET の平均値	1.000***	-0.304	-0.056	0.274
X2: SET の標準偏差	-	1.000***	-0.394	-0.303
X3: CO ₂ 濃度の平均値	-	-	1.000***	0.063
X4: PM _{2.5} 質量濃度の平均値	-	-	-	1.000***
執務者レベル変数	X5	X6	X7	X8
X5: 性別	1.000***	-0.219***	-0.122	-0.076
X6: 年代	-	1.000***	-0.255***	-0.156*
X7: 業務内容	-	-	1.000***	-0.005
X8: オフィス勤務日数	-	-	-	1.000***
(B) 2024 年 1~2 月 (冬期)				
オフィスレベル変数	X1	X2	X3	X4
X1: SET の平均値	1.000***	0.169	-0.083	-0.034
X2: SET の標準偏差	-	1.000***	-0.321	-0.292
X3: CO ₂ 濃度の平均値	-	-	1.000***	0.220
X4: PM _{2.5} 質量濃度の平均値	-	-	-	1.000***
執務者レベル変数	X5	X6	X7	X8
X5: 性別	1.000***	-0.202***	-0.156***	-0.069
X6: 年代	-	1.000***	-0.181***	-0.061
X7: 業務内容	-	-	1.000***	-0.007
X8: オフィス勤務日数	-	-	-	1.000***

※ 執務者レベル変数の数値の割当ては、性別: 0) 男性、1) 女性、年代: 1) 30 歳代未満、2) 30 歳代、3) 40 歳代、4) 50 歳代、5) 60 歳代以上、業務内容: 0) 技術系以外、1) 技術系、オフィス勤務日数: 1) 週 1 日、2) 週 2 日、3) 週 3 日、4) 週 4 日、5) 週 5 日である。

※ 相関の検定について、***: $p < 0.001$ 、**: $p < 0.01$ 、*: $p < 0.05$ を示す。

5.3.2. オフィス環境と温熱・空気環境満足度に関するマルチレベル分析

以下では、マルチレベル分析の結果のうち、調整変数（性別、年齢、勤務形態（技術系か否か）、オフィス勤務日数）を投入した多変量モデルの結果について述べる。

5.3.2.1. 温熱環境満足度に関するマルチレベル分析の結果

表 5-3 に、After コロナの夏期・冬期における温熱環境満足度を目的変数としたマルチレベル分析の結果を示す。なお、調整変数の推定値を含む結果は、表 E-9 に示す。2023 年調査時（夏期）において、SET の平均値と温熱環境満足度との間に有意な負の相関関係が認められた ($\beta = -0.279$, (95%CI) = (-0.506, -0.051), $p = 0.027$)。一方で、2024 年調査時（冬期）において、SET の標準偏差と温熱環境満足度との間に有意な負の相関関係が認められた ($\beta = -0.892$, (95%CI) = (-1.427, -0.356), $p = 0.006$)。なお、説明変数として、PM_{2.5} 質量濃度の代わりに PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比を投入したマルチレベル分析の結果を、表 E-10 に示す。PM_{2.5} 質量濃度の代わりに PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比を投入した場合でも、同様の結果を示した。

5.3.2.2. 空気環境満足度に関するマルチレベル分析の結果

表 5-4 に、After コロナの夏期・冬期における空気環境満足度を目的変数としたマルチレベル分析の結果を示す。なお、調整変数の推定値を含む結果は、表 E-11 に示す。2023 年調査時（夏期）において、PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度との間に有意な負の相関関係が認められた ($\beta = -0.104$, (95%CI) = (-0.186, -0.022), $p = 0.028$)。同様に、2024 年調査時（冬期）においても、PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度との間に有意な負の相関関係が認められた ($\beta = -0.126$, (95%CI) = (-0.231, -0.021), $p = 0.029$)。さらに、2024 年調査時（冬期）には、SET の標準偏差と空気環境満足度との間にも有意な負の相関関係が認められた ($\beta = -0.577$, (95%CI) = (-1.009, -0.145), $p = 0.018$)。なお、説明変数として、PM_{2.5} 質量濃度の代わりに PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比を投入したマルチレベル分析の結果を、表 E-12 に示す。PM_{2.5} 質量濃度の代わりに PM_{2.5} 質量濃度の I/O 比を投入した場合でも、同様の結果を示した。

表 5-3 After コロナの夏期・冬期における温熱環境満足度を目的変数としたマルチレベル分析の結果

(A) 2023 年 7~8 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET の平均値	[°C]	-0.261	(-0.481, -0.041)	0.031	-0.279	(-0.506, -0.051)	0.027
SET の標準偏差	[°C]	0.088	(-0.545, 0.722)	0.788	-0.230	(-0.887, 0.426)	0.499
CO ₂ 濃度の平均値	[ppm]	0.000	(-0.001, 0.002)	0.633	0.000	(-0.002, 0.002)	0.948
PM _{2.5} 質量濃度の平均値	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	-0.056	(-0.170, 0.059)	0.354	-0.051	(-0.152, 0.050)	0.339
(B) 2023 年 1~2 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET の平均値	[°C]	0.012	(-0.309, 0.332)	0.944	0.061	(-0.189, 0.311)	0.642
SET の標準偏差	[°C]	-0.767	(-1.330, -0.204)	0.017	-0.892	(-1.427, -0.356)	0.006
CO ₂ 濃度の平均値	[ppm]	-0.001	(-0.003, 0.002)	0.612	-0.002	(-0.004, 0.000)	0.133
PM _{2.5} 質量濃度の平均値	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.033	(-0.128, 0.195)	0.689	0.014	(-0.115, 0.144)	0.832

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

表 5-4 After コロナの夏期・冬期における温熱環境満足度を目的変数としたマルチレベル分析の結果

(A) 2023 年 7~8 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET の平均値	[°C]	-0.057	(-0.265, 0.151)	0.599	-0.061	(-0.246, 0.124)	0.530
SET の標準偏差	[°C]	0.260	(-0.258, 0.779)	0.337	-0.124	(-0.656, 0.409)	0.655
CO ₂ 濃度の平均値	[ppm]	-0.001	(-0.002, 0.000)	0.209	-0.001	(-0.002, 0.000)	0.127
PM _{2.5} 質量濃度の平均値	[μg/m ³]	-0.097	(-0.180, -0.015)	0.037	-0.104	(-0.186, -0.022)	0.028
(B) 2023 年 1~2 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET の平均値	[°C]	-0.110	(-0.363, 0.144)	0.412	-0.126	(-0.327, 0.075)	0.237
SET の標準偏差	[°C]	-0.502	(-0.971, -0.032)	0.055	-0.577	(-1.009, -0.145)	0.018
CO ₂ 濃度の平均値	[ppm]	0.000	(-0.002, 0.002)	0.862	0.000	(-0.002, 0.001)	0.744
PM _{2.5} 質量濃度の平均値	[μg/m ³]	-0.095	(-0.221, 0.032)	0.158	-0.126	(-0.231, -0.021)	0.029

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

5.4. After コロナのオフィス環境と環境満足度における季節・時期的差異の考察

本節では、After コロナである 2023 年・2024 年調査から得られたデータを対象に行った、温熱・空気環境と環境満足度に関するマルチレベル分析の結果について、考察を行った。具体的にはまず、オフィス環境と環境満足度に関する季節的差異について考察する(5.4.1 項)。その後、オフィス環境と環境満足度に関する時期的差異について考察する(5.4.2 項)。

5.4.1. オフィス環境と環境満足度に関する季節的差異

図 5-10 に、本章で得られた結果をもとに作成した、After コロナである 2023 年・2024 年調査時における温熱・空気環境と環境満足度の関連に関する概略を示す。このうち、温熱環境満足度との関連について、夏期である 2023 年調査時には SET の平均値、冬期である 2024 年調査時には SET の標準偏差との間に有意な負の相関関係が認められ、季節による差異が確認された。さらに、空気環境満足度との関連について、冬期である 2024 年調査時でのみ SET の標準偏差との間に有意な負の相関関係が認められた。そこで、SET の標準偏差と温度・相対湿度の平均値との相関分析の結果を、図 5-12 に示す。その結果、冬期である 2024 年調査時でのみ SET の標準偏差と相対湿度の平均値との間に有意な負の相関が認められ、冬期には低湿度が空気環境満足度を低下させる可能性が示唆された。また、After コロナの夏期・冬期における空気環境満足度を目的変数としたマルチレベル分析について、説明変数に SET の平均値と標準偏差の代わりに相対湿度の平均値を投入した結果を表 E-13 に示す。その結果、夏期である 2023 年調査時には相対湿度の平均値と空気環境満足度との間に有意な負の関連が認められなかったが、夏期である 2023 年調査時には相対湿度の平均値と空気環境満足度との間に有意な負の相関関係が認められた。既往研究において、乾燥した空気が「新鮮空気がないこと」と「空気のよどみ」と混同して知覚されることが報告されており⁵⁾、本研究でも「空気の汚れ」と「空気のよどみ」に不満を持つ執務者は冬期に多かったことから一貫した結果が得られた。

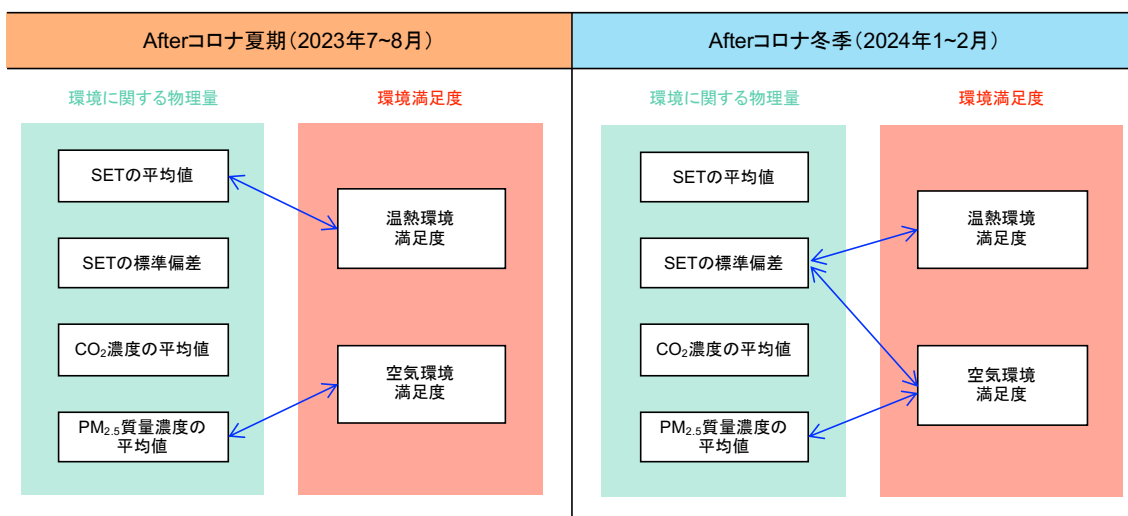
図 5-11 に、本章で得られた結果をもとに作成した、After コロナのオフィスにおける室内環境、知覚、環境満足度の季節的差異に関する概略を示す。夏期である 2023 年調査時において、「快適範囲を上回る SET」が多く見られたことで、温冷感の「暑い」側の回答が多く、「温熱環境への不満」につながったと考えられる。また、温冷感の「寒い」側、気流感の「感じる」側の回答が多かったことも、温熱環境に対する不満の原因だったと考えられるが、これは「吹出口からの冷たい気流」に起因するものと推察される。一方、冬期においては、「ばらつきが大きく、快適範囲を上下に逸脱する SET」が多く見られたことで、温冷感の「暑い」側と「寒い」側の回答が多く、「温熱環境への不満」につながったと考えられる。加えて、「基準値を下回る相対湿度」が多く見られたことで、乾湿感の「乾燥」側の回答が多く、空気環境への不満に寄与したと推察される。したがって、夏期には「SET の平均値」と「気流速度」に、冬期には「SET の標準偏差」と「相対湿度の平均値」に配慮する必要性が示唆された。

また、2023年調査時（夏期）には、2024年調査時（冬期）と比較して、光環境満足度が有意に多かった。特に、2023年調査時（夏期）と比較して、2024年調査時（冬期）には、光環境に対する不満の原因として、「窓からのまぶしさ」、「窓の外の眺望」、「自然光がない」、「ブラインド等のため閉鎖的」の割合が有意に高く、冬期には「窓からのまぶしさ」が問題になりやすく、対策として、ブラインド等を使用した場合には、執務者が「窓の外の眺望」、「自然光がない」、「ブラインド等のため閉鎖的」に不満を感じる可能性が示唆された。

5.4.2. オフィス環境と環境満足度に関する時期的差異の考察

第4章では、After コロナ初期である2023年調査時において、PM_{2.5}質量濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係が確認され、その相関関係が「高性能フィルタの設置」と「空気清浄機の利用」を交絡因子とした疑似相関であることを考察した。本章の分析において、2024年1、2月においても、PM_{2.5}質量濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係が確認され、ポストコロナ時代でも空気清浄機と高性能エアフィルタが空気環境満足度を高めることが示唆された。

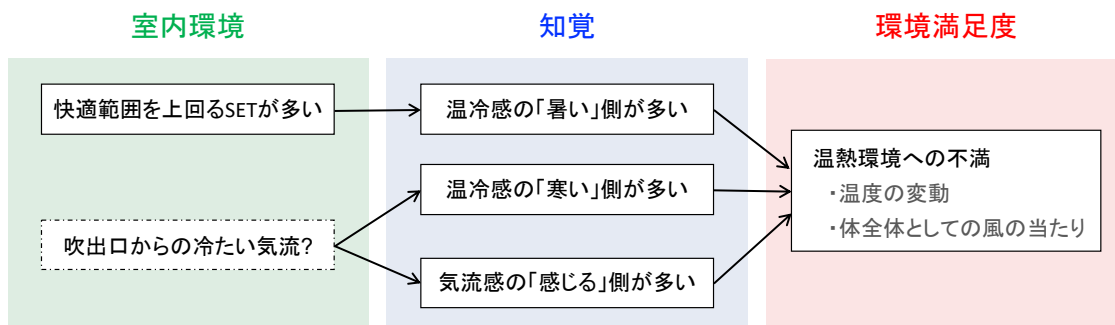
また、2023年調査時（夏期）と比較して、2024年調査時（冬期）には、光環境に対する不満の原因として、「他人の視線が気になる」の割合が増加した。これは、After コロナ初期である2023年調査時（夏期）と比較して、そこから更に半年経過した2024年調査時（冬期）には、「パーティションの設置による離隔の確保」、「レイアウトの工夫（スペースを空ける等）」、「個別作業ブースの設置」の実施割合が減少していた（図2-8）ことが一因と推察される。したがって、ポストコロナ時代には、オフィスのレイアウトも環境満足度にとって重要な要素となる可能性がある。



凡例: \longleftrightarrow 負の相関(有意)

図 5-10 After コロナである 2023 年・2024 年調査時における温熱・空気環境と環境満足度の関連に関する概略

(A) 2023年7~8月(夏期)



(B) 2024年1~2月(冬期)

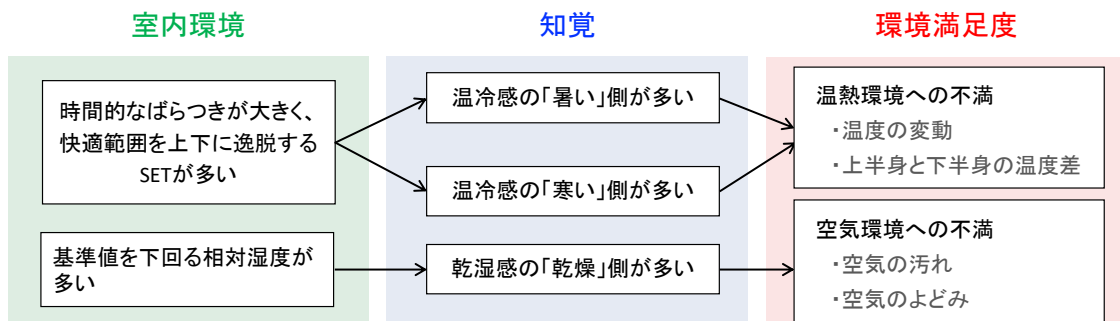


図 5-11 After コロナのオフィスにおける室内環境、知覚、環境満足度の季節的差異に関する概略

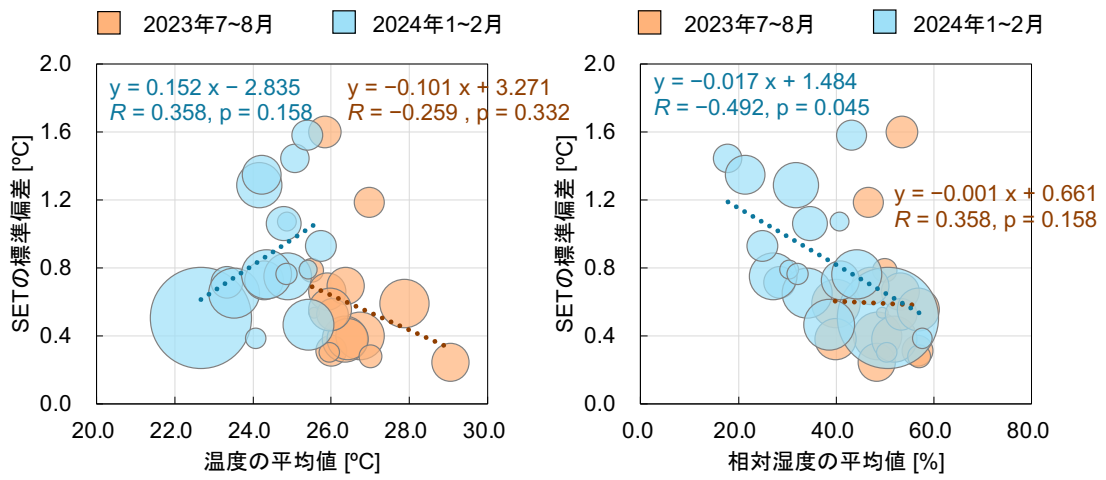


図 5-12 SET の標準偏差と温度・相対湿度の平均値との相関分析

5.5. まとめ

本章では、After コロナのオフィス環境と環境満足度に関する季節差の検討を目的として、After コロナである 2023 年・2024 調査から得られたデータを対象に、オフィス環境と環境満足度に関するマルチレベル分析を行った。さらに、時期差によるオフィス環境と執務者の環境満足度への影響も考察した。以下に本章で得られた知見をまとめる。

- 1) After コロナである 2023 年・2024 年調査時における温熱・空気環境と環境満足度に関するマルチレベル分析において、夏期である 2023 年調査時には SET の平均値、冬期である 2024 年調査時には SET の標準偏差との間に有意な負の相関関係が認められ、季節による差異が確認された。
- 2) 冬期である 2024 年調査時でのみ SET の標準偏差と相対湿度の平均値との間に有意な負の相関が認められ、冬期には低湿度が空気環境満足度を低下させる可能性が示唆された。
- 3) 夏期である 2023 年調査時において、「快適範囲を上回る SET」が多く見られたことで、温冷感の「暑い」側の回答が多く、「温熱環境への不満」につながったと考えられる。また、温冷感の「寒い」側、気流感の「感じる」側の回答が多かったことも、温熱環境に対する不満の原因だったと考えられるが、これは「吹出口からの冷たい気流」に起因するものと推察される。
- 4) 冬期においては、「ばらつきが大きく、快適範囲を上下に逸脱する SET」が多く見られたことで、温冷感の「暑い」側と「寒い」側の回答が多く、「温熱環境への不満」につながったと考えられる。加えて、「基準値を下回る相対湿度」が多く見られたことで、乾湿感の「乾燥」側の回答が多く、空気環境への不満に寄与したと推察される。
- 5) 2023 年調査時（夏期）には、2024 年調査時（冬期）と比較して、光環境満足度が有意に多かった。また、光環境に対する不満の原因として、「窓からのまぶしさ」、「窓の外の眺望」、「自然光がない」、「ブラインド等のため閉鎖的」の割合が有意に高く、冬期には「窓からのまぶしさ」が問題になりやすく、対策として、ブラインド等を使用した場合には、執務者が「窓の外の眺望」、「自然光がない」、「ブラインド等のため閉鎖的」に不満を感じる可能性が示唆された。
- 6) 2024 年 1、2 月においても、PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係が確認され、ポストコロナ時代でも空気清浄機と高性能エアフィルタが空気環境満足度を高めることが示唆された。

7) 2023年調査時（夏期）と比較して、2024年調査時（冬期）には、光環境に対する不満の原因として、「他人の視線が気になる」の割合が増加した。これは、「パーティションの設置による離隔の確保」、「レイアウトの工夫（スペースを空ける等）」、「個別作業ブースの設置」の実施割合が減少していたが一因と推察される。したがって、ポストコロナ時代には、オフィスのレイアウトも環境満足度にとって重要な要素となる可能性がある。

第5章 参考文献

- 5-1) 厚生労働大臣 加藤勝信: 新型コロナウイルス感染症(COVID-19)に係る 新型インフルエンザ等感染症から 5 類感染症への移行について, 2023 年 4 月 27 日. <https://www.mhlw.go.jp/content/001091810.pdf> (最終アクセス 2024/12/17)
- 5-2) Yaowen L, Jiangpeng Y, Runze X, Jingsi Z, Xiang Z, Maohui L: Correlating working performance with thermal comfort, emotion, and fatigue evaluations through on-site study in office buildings. *Building and Environment*. 2024;265:111960. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111960>
- 5-3) Choi J, Aziz A, Loftness V: Investigation on the impacts of different genders and ages on satisfaction with thermal environments in office buildings, *Build Environ*, 2010;45:1529–1535. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.01.004>
- 5-4) Kang S, Ou D, Mak CM: The impact of indoor environmental quality on work productivity in university open-plan research offices, *Build Environ*, 2017;124:78–89. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.003>
- 5-5) Rasheed EO, Khoshbakht M, Baird G: Time spent in the office and workers' productivity, comfort and health: A perception study, *Build Environ*, 2021;195:107747. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107747>
- 5-6) R Development Core Team: R: the R project for statistical computing. <https://www.r-project.org> (最終アクセス 2024/12/17)
- 5-7) Kuznetsova A, Brockhoff PB, Christensen RHB, Jensen SP. lmerTest: Tests in Linear Mixed Effects Models. <https://cran.r-project.org/web/packages/lmerTest/index.html> (最終アクセス 2024/12/17)
- 5-8) Wolkoff Peder: The mystery of dry indoor air – An overview, *Environment International*, 2018;121:1058–1065. [10.1016/j.envint.2018.10.053](https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.10.053)

第 6 章

結論

第6章 目次

第6章 結論	152
6.1. Before/With/After コロナでの感染対策、室内環境、環境満足度の変化.....	152
6.2. ニューノーマルに向けたオフィスの設計と運用	156
6.3. 本研究の限界と今後の課題	157

第6章 結論

本章ではまず、Before/With/After コロナでの感染対策、室内環境、環境満足度の変化、室内環境、環境満足度の関連について、本研究で得られた知見を総括した(6.1節)。次に、本研究で得られた知見に基づき、ニューノーマルに向けたオフィスの設計と運用についての提言をまとめた(6.2節)。最後に、本研究の限界と今後の課題を述べた(6.3節)。

6.1. Before/With/After コロナでの感染対策、室内環境、環境満足度の変化

表6-1に、Before/With/After コロナでの感染対策、室内環境、環境満足度の変化を示す。

建物管理者による感染対策では、循環空調用のエアフィルタの種類について、With コロナである2020年・2021年調査時には5棟がプレフィルタと中・高性能フィルタを設置していたのに対して、After コロナである2023年調査時には2棟、2024年調査時には3棟と若干減少した(2.4.3.1)。外気導入部のエアフィルタの種類について、プレフィルタと中・高性能フィルタを設置していたオフィスビルは、With コロナである2020年調査時には7棟、2021年調査時には9棟、After コロナである2023年調査時には7棟、2024年調査時には6棟であり、調査期間による大きな違いは見られなかった(2.4.3.1)。一方、「換気量の増加」について、With コロナである2020年・2021年調査時の実施割合はそれぞれ61.5%、69.2%であったが、After コロナである2023年・2024年調査時の実施割合はともに15.4%であり、顕著に減少していた(2.4.3.2)。これは、感染状況の落ち着きに伴い、オフィスビルの一部で「換気量の増加」が実施されなくなった可能性および、After コロナである2023年調査は夏期、2024年調査は冬期に行われたため、外気の温熱条件が厳しく、「換気量の増加」を一時的に中止していた可能性がある。

執務者による空気感染への配慮では、「窓開けによる自然換気」について、Before コロナの実施割合は11.8%であったが、With コロナである2020年・2021年調査時の実施割合はそれぞれ41.2%、47.1%であり、顕著に増加していた、その後、After コロナである2023年・2024年調査時の実施割合はそれぞれ23.5%、17.6%であり、With コロナと比較して顕著に減少していた(2.4.4.4)。これは「換気量の増加」と同様で、感染状況の落ち着きに伴い、オフィスビルの一部で「窓開けによる自然換気」が実施されなくなった可能性および、After コロナである2023年調査は夏期、2024年調査は冬期に行われたため、外気の温熱条件が厳しく、「窓開けによる自然換気」を一時的に中止していた可能性がある。また、「空気清浄機の利用」について、Before コロナの実施割合は5.9%であったが、その後徐々に増加し、After コロナである2023年調査時の実施割合が29.4%で最も高かった。その後、2024年調査時の実施割合は11.8%と減少した(2.4.4.4)。

一方、建築計画上の配慮では、「パーティションの設置による離隔の確保」、「レイアウトの工夫」について、Before コロナの実施割合はともに0%であったが、With コロナで実施割合が増加し、2021年調査時の実施割合はともに64.7%であった。その後、After コロナで実

施割合が減少し、2024年調査時の実施割合はそれぞれ23.5%、17.6%であった(2.4.4.1)。また、「個別作業ブースの設置」について、Before コロナの実施割合はともに11.8%であったが、その後徐々に増加し、After コロナである2023年調査時の実施割合が70.6%で最も高かった。その後、2024年調査時の実施割合は41.2%と減少した(2.4.4.1)。

オフィスの温熱環境では、Before コロナと比較すると、With コロナにおける温度の不適率は同程度、相対湿度の不適率は顕著に増加していた(3.2.2項)。一方、空気環境では、Before コロナと比較すると、With コロナにおけるCO₂濃度の不適率は顕著に減少していた(3.2.2項)。Before コロナからWith コロナにかけての相対湿度の不適率の増加とCO₂濃度の不適率の減少から、COVID-19流行に伴いオフィスビルでの換気量が増加し、換気のあり方がCOVID-19流行以前とは大きく変化したことが確認された。一方で、Before コロナと比較すると、With コロナにおける温度の不適率は同程度となっており、換気量が増加したにもかかわらず空調により温度は維持されていたと考えられる。そのため、空調設備の消費エネルギー量が増加していたと推測される。

さらに、CO₂濃度について、全ビル平均値は、With コロナである2020年調査時は635 ppm、2021年調査時は672 ppm、After コロナである2023年調査時は697 ppm、2024年調査時は694 ppmであった(2.4.6.2)。2020年調査時から2024年調査時にかけてCO₂濃度の全ビル平均値が徐々に増加していたことについて、在席割合が増加した(2.4.5.2)こと、「換気量の増加」、「窓開けによる自然換気」の実施割合が減少したことが原因と考えられる。PM_{2.5}質量濃度のI/O比について、全ビル平均値は、With コロナである2020年調査時は0.47 µg/m³、2021年調査時は0.53 µg/m³、After コロナである2023年調査時は0.26 µg/m³、2024年調査時は0.27 µg/m³であった(2.4.6.2)。With コロナからAfter コロナでPM_{2.5}質量濃度のI/O比の全ビル平均値が減少していたことについて、「換気量の増加」、「窓開けによる自然換気」の実施割合が減少したことが原因と考えられる。

環境満足度では、With コロナからAfter コロナにかけて、オフィスの光、音、空間、IT環境満足度が低下していた(2.4.10)。光環境満足度が低下した原因として、After コロナである2023年調査時(夏期)と比較して、そこから更に半年経過した2024年調査時(冬期)には、「パーティションの設置による離隔の確保」、「レイアウトの工夫(スペースを空ける等)」、「個別作業ブースの設置」の実施割合が減少していたために、光環境に対する不満の原因として、「他人の視線が気になる」の割合が増加した(5.2.2.3)ことが考えられる。音環境満足度が低下した原因として、感染状況の落ち着きとともにオフィス勤務日数が増加した(2.4.9.1)ことにより、執務者が他人からの騒音に対して不満を抱いていたものと推察される。さらに、空間・IT環境満足度が低下した一因として、COVID-19の流行に伴う在宅勤務の普及後に作業環境が整備されたことで在宅勤務場所での満足度が向上し(2.4.10)、相対的にオフィスでの満足度の低下につながった可能性がある。

オフィス環境と温熱環境満足度の関連について、With コロナである2020年調査時には、SETと温熱環境満足度との間に逆U字の関連が確認された(4.2.1.2)。さらに、After コロナ

の夏期である 2023 年調査時には SET の平均値、冬期である 2024 年調査時には SET の標準偏差と温熱環境満足度との間に有意な負の相関関係が確認され (5.3.2.1)、季節による差異が観察された。加えて、With コロナである 2020 年・2021 年調査時には、PM_{2.5} 質量濃度と温熱環境満足度との間に負の相関関係が確認された (4.2.1.2)。PM_{2.5} 自体は目に見えず、においを感じることもないため、この相関関係は、「窓開けによる自然換気」を実施することで、外気の PM_{2.5} がエアフィルタを通過せずに室内に侵入し室内濃度が増加するとともに、低温の外気が室内に入り執務者の温熱環境満足度が低下することによって生じた疑似相関と推測された。しかし、After コロナである 2023 年・2024 年調査時には、この疑似相関は確認されなかった (5.3.2.1)。これは、2023 年・2024 年調査時には「窓開けによる自然換気」の実施割合が減少したことで、関連が見られなかったものと推察された。

オフィス環境と空気環境満足度について、With コロナである 2020・2021 年調査時には、CO₂ 濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係が示唆された (4.2.1.2)。同様に、With コロナである 2020・2021 年調査時には、PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係が示唆された (4.2.1.2)。CO₂ と PM_{2.5} はともに目に見えず、においを感じることもない。そのため、CO₂ 濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係は、「換気量の増加」と「窓開けによる自然換気」が室内の CO₂ 濃度を減少させるとともに、With コロナにオフィスに出勤していた執務者に対して心理的な安心感と満足感を与えたことで生じた疑似相関と推測された。同様に、PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係は、「高性能フィルタの設置」と「空気清浄機の利用」が室内の PM_{2.5} 質量濃度を減少させるとともに、With コロナにオフィスに出勤していた執務者に対して心理的な安心感と満足感を与えたことで生じた疑似相関と推測された。After コロナである 2023 年・2024 年調査時には、CO₂ 濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係は確認されなかったが、PM_{2.5} 質量濃度と空気環境満足度との間に負の相関関係は確認された (5.3.2.1)。After コロナでは、With コロナと比較して、「窓開けによる自然換気」の実施割合が減少した一方で、「高性能フィルタの設置」と「空気清浄機の利用」の実施割合は同程度であったためと考えられる。加えて、After コロナの冬期である 2024 年調査時には、相対湿度と空気環境満足度との間に負の相関関係は確認され (5.4.1 項)、低湿度が執務者の空気環境満足度に悪影響を及ぼすことが確認された。

表 6-1 Before/With/After コロナでの感染対策、室内環境、環境満足度の変化

	Beforeコロナ→Withコロナ	Withコロナ→Afterコロナ
感染対策		
「建物管理者による対策」の実施割合		
換気量(外気導入量)の増加	-	減少
循環空調用の中・高性能フィルタの設置	-	減少
外気導入部の中・高性能フィルタの設置	-	同程度
「執務者による対策」の実施割合		
窓開けによる自然換気	増加	減少
空気清浄機の利用	増加	同程度
パーティション等の設置による利確の確保	増加	減少
レイアウトの工夫(スペースを空ける等)	増加	減少
個別作業ブースの設置	増加	減少
室内環境		
温度	同程度	-
相対湿度	減少	-
CO ₂ 濃度	減少	増加
PM _{2.5} 質量濃度のI/O比	-	減少
環境満足度		
光環境満足度	-	低下
温熱環境満足度	-	-
空気環境満足度	-	向上
音環境満足度	-	低下
空間環境満足度	-	低下
IT環境満足度	-	低下
	Withコロナ	Afterコロナ
室内環境と環境満足度の関連		
温熱環境満足度		
SET(平均値)との関連	二次式の関係	負の相関 ※夏期のみ
SET(標準偏差)との関連	-	負の相関 ※冬期のみ
CO ₂ 濃度との関連	(関連なし)	(関連なし)
PM _{2.5} 質量濃度との関連	負の相関	(関連なし)
空気環境満足度		
相対湿度との関連	-	負の相関 ※冬期のみ
CO ₂ 濃度との関連	負の相関	(関連なし)
PM _{2.5} 質量濃度との関連	負の相関	負の相関

6.2. ニューノーマルに向けたオフィスの設計と運用

本研究で得られた知見に基づくと、ニューノーマルのオフィスにおいては、機械設備により必要換気量を確保することが望ましい。本研究の結果、CO₂濃度レベルの維持が温度を上げ、PM_{2.5}質量濃度のI/O比を減少させることが確認されたが、これはCO₂濃度レベルの維持が通常、機械設備により行われることに起因すると考えられた。さらに、循環空調用の中・高性能フィルタを設置することで、より有効にPM_{2.5}を捕集できる。加えて、CO₂セットポイントを適切に設定することで、過剰な換気を抑制できるため、省エネの観点からも有効となる。一方で、「窓開けによる自然換気」を行うことで必要換気量を確保する場合、室内におけるPM_{2.5}質量濃度の増加と熱的快適性の低下に注意を払う必要がある。具体的には、外気温と外気のPM_{2.5}質量濃度を監視して、適切なタイミングで「窓開けによる自然換気」を行うこと、もしくは室温とPM_{2.5}質量濃度を適切に維持する対策を室内で講じる必要がある。この場合、室内のPM_{2.5}質量濃度を適切に維持する方法としては、循環空調用の中・高性能フィルタを設置すること、もしくは空気清浄機を利用することが考えられる。さらに、必要換気量を確保すること、高性能なエアフィルタを設置すること、空気清浄機を利用することは、執務者の環境満足度を高める効果も期待できる。環境満足度は生産性との関連が示されていることから、ニューノーマルのオフィスにおいては、このような適切な建築設備の運用によって室内環境に関する物理量と執務者の環境満足度をより良くすることが重要である。

また、執務者の環境満足度の観点からは、季節的な差異の考慮も必要である。具体的には、夏期はSETの平均値と気流速度を、冬期はSETの標準偏差と相対湿度の平均値を適切に維持することで、執務者の環境満足度を高めることが期待される。

さらに、With コロナに実施された感染対策の実施の一部は、執務者の環境満足度の向上に寄与していた可能性がある。例えば、「パーティション等の設置による離隔の確保」、「レイアウトの工夫」、「個別作業ブースの設置」は、執務者の「他人の視線が気になる」ことに対する不満を減少させていた可能性がある。そのため、After コロナにこれらの感染対策を行わなくなったオフィスにおいては、With コロナと比較して、執務者の環境満足度が低下した可能性がある。したがって、ニューノーマルのオフィスにおいては、これらの運用を必ずしも止めるのではなく、継続することも考慮されるのが望ましい。

加えて、COVID-19の流行は執務者の働き方に大きな変化を引き起こし、After コロナにおいてもBefore コロナとは異なる働き方となっている。そして、働き方の変化は、執務者の環境満足度に影響を及ぼした可能性がある。具体的には、オフィスでオンライン会議に参加する執務者が増加したことで、音環境満足度が低下した可能性がある。したがって、ニューノーマルのオフィスにおいては、多様な働き方に対応すべく、活動内容に応じた空間の使い分けがより重要になると推察される。

まとめると、ニューノーマルのオフィスにおいては、With コロナで実施された対策のうち有効であったものを今後のオフィス設計・運用に活かすとともに、新しい働き方への対応が求められる。

6.3. 本研究の限界と今後の課題

本研究の限界と今後の課題を以下にまとめる。

■ サンプルの特性に起因する潜在的なバイアス

本研究では、一般財団法人 住宅・建築 SDGs 推進センター (IBECs) に設置された「住宅・非住宅建築物の省エネルギー・脱炭素・室内環境のための技術体系に関する研究—実証データに基づく技術開発プロジェクト (フェーズ 6・7) —ポスト COVID-19 における空調・換気・通風計画のあり方検討委員会」への参加企業を対象として実態調査を行った。したがって、対象オフィスビルは、COVID-19 対策に関心のある企業に偏っている可能性がある。また、対象執務者は、若年層、男性、技術系職員が多かったため、それが結果に影響を及ぼした可能性がある。

■ 調査時期の選定に関する妥当性

調査期間について、With コロナである 2020 年・2021 年調査は中間期である晩秋に、After コロナである 2023 年調査は夏期に、2024 年調査は冬期に実施した。したがって、本研究で得られた結果は、COVID-19 の感染状況による変化と季節による差異を含んでいると考えられる。特に、中間期である晩秋および夏期・冬期では、温熱快適性と換気条件の大きな違いが含まれている可能性があるため、結果の解釈には注意する必要がある。

■ 環境実測における物理量の選定に関する妥当性

実態調査における環境実測について、作業面の照度と騒音レベルをそれぞれ 5 分間隔で測定した。一方で、光環境に関わる物理量としては、空間の照度、輝度、色温度など、音環境に関わる物理量としては、突発的な騒音、音の周波数、音色も重要な要素である。したがって、第 5 章のオフィス環境と執務者の環境満足度の関連分析において、作業面の照度の平均値と光環境満足度、騒音レベルの平均値と音環境満足度との間に関連が確認されなかったのは、本調査で測定しなかった物理量が影響している可能性がある。よって、今後の研究として、光環境と音環境に関わる物理量をより広範に測定した調査が望まれる。

■ 環境満足度の評価方法と思い出しバイアス

本研究では、執務者によるオフィス環境に対する長期的な満足度を評価するために、「後ろ向き評価」(過去 1 ヶ月間におけるオフィス環境を評価する方法)を採用した。しかし、「後ろ向き評価」は、思い出しバイアスを生かせることが知られている。一方で、「今ここ評価」(今ここにおけるオフィス環境を評価する方法)は、執務者によるオフィス環境へのより直接的な評価が得られると考えられる。したがって、「後ろ向き評価」と「今ここ評価」の結果は必ずしも一致しない可能性がある。実際の研究においては、環境性能評価に焦点を当てると場合には「後ろ向き評価」が、リアルタイムの個別環境制御に関する開発などには「今

ここ評価」が用いられる。したがって、「後ろ向き評価」と「今ここ評価」を用いた場合の結果の差異を明らかにすることも重要と考えられるため、今後の課題とする。

■ 感染対策の実施割合について

第2章では、「換気システムが正常に動作していることの確認」、「部屋利用前や利用後の空気の入れ替え」、「洗面台への使い捨てペーパータオルの設置」で、Before コロナより After コロナで実施割合が低い結果が見られた。この変化が一時的なものなのか、長期的な傾向なのかについても含めて、今後の調査が望まれる。

■ 潜在的な共変量に起因するバイアス

第4章・第5章のオフィス環境と執務者の環境満足度に関するマルチレベル分析においては、既往研究で環境満足度に影響を及ぼすことが報告されている性別、年齢、勤務形態（技術系か否か）、オフィス勤務日数を調整変数として投入した。しかし、これら以外の潜在的な共変量によるバイアスの可能性も考えられる。具体的には、環境に対する自己効力感と心づもりもオフィス環境と執務者の環境満足度の関連に影響を及ぼす可能性がある。したがって、今後の予定として、環境に対する自己効力感と心づもりによるオフィス環境と執務者の環境満足度の関連への影響について分析を行うこととする。

■ 空気感染対策の「認識」の有無による心理的効果について

第4章・第5章では、「換気量の増加」と「窓あけによる自然換気」が「換気が十分に行われていることのサイン」となること、「高性能なエアフィルタの設置」と「空気清浄機の利用」が「空気質が良好な状態であることのサイン」となることで、空気環境満足度を向上させる可能性を述べた。一方で、執務者がそれらの空気感染対策を認識していた場合としていなかった場合では、空気環境満足度に対する心理的効果が異なる可能性がある。そのため、今後、「認識」の有無による心理的効果の検証を行う予定である。

■ 建築計画の要素が環境満足度に及ぼす影響について

本研究では、With/After コロナのオフィスにおいて室内環境に関する物理量と執務者の環境満足度の関連を明らかにすることを目的とした、そのため、実態調査では With/After コロナのオフィスの状況を幅広く把握するために「建築計画への配慮」と「空間環境満足度」についても調査しているものの、第3章以降では環境要素に着目し、より詳細な分析を行った。しかし、With/After コロナにおける「建築計画上の配慮」等の建築計画に関する変化が環境満足度に影響を及ぼした可能性がある。したがって、建築計画の要素による環境満足度への影響についても、今後検討していく予定である。

付録

付録 目次

付録.....	160
付録 A. 建物管理者用アンケート.....	160
付録 B. 執務者へのアンケート.....	165
付録 C. 調査前後のヒアリング.....	192
付録 D. アルデヒド・VOC のサンプリングの結果.....	202
付録 E. 補助分析の結果.....	206

付録 A. 建物管理者用アンケート

表 A-1 建物管理者用アンケートの設問および選択肢

同意確認
本調査の趣旨を理解し、調査に同意いただける場合は「同意する」を選んでください。
[1] 同意する → この先の設問にお進みください。
[2] 同意しない → アンケートは終了です。
第1部 建物情報
Q1-1. 所在地（市区町村まで）をお答えください。 ()
Q1-2. 竣工年代をお答えください。 [1] 1950年より前 [2] 1950年代 [3] 1960年代 [4] 1970年代 [5] 1980年代 [6] 1990年代 [7] 2000年代 [8] 2010年代 [9] 2020年代
Q1-3. 建物の用途をお答えください。 [1] 事務所（自社ビル） [2] 事務所（テナントビル） [3] 教育施設（大学等） [4] その他（)
Q1-4. 建物の構造をお答えください。（複数選択可） [1] 鉄筋コンクリート造 [2] 鉄骨造 [3] 鉄骨鉄筋コンクリート造 [4] 木造 [5] その他（)
Q1-5a. 建物の階数（地上）をお答えください。 () 階
Q1-5b. 建物の階数（地下）をお答えください。 () 階
Q1-6. 延床面積区分をお答えください。 [1] 300 m ² 未満 [2] 300 m ² 以上 2,000 m ² 未満 [3] 2,000 m ² 以上 10,000 m ² 未満 [4] 10,000 m ² 以上 30,000 m ² 未満 [5] 30,000 m ² 以上
Q1-7. 特定建築物に該当しますか。 [1] 該当する [2] 該当しない
Q1-8. 執務室の壁表面の内装材に当てはまるものはどれですか。（複数回答可） [1] 木質系の建材（板張り） [2] タイル [3] 壁紙（ビニルクロス） [4] 壁紙（紙クロス） [5] 塗り壁（漆喰、珪藻土等） [6] 塗料（ペンキ） [7] コンクリートむき出し [8] その他（)
Q1-9. 執務室の床表面の内装材に当てはまるものはどれですか。（複数回答可） [1] 木材・フローリング [2] カーペット [3] リノリウム [4] ビニルシート [5] Pタイル [6] コルク [7] その他（)

（つづく）

表 A-1 建物管理者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第1部 建物情報

Q1-9. 執務室の床表面の内装材に当てはまるものはどれですか。（複数回答可）

- [1] 木材・フローリング [2] カーペット [3] リノリウム [4] ビニルシート
[5] Pタイル [6] コルク [7] その他（_____）

Q1-10. 執務室の床の下地材に当てはまるものはどれですか。（複数回答可）

- [1] コンクリート [2] タイル [3] 金属製 OA フロア
[4] コンクリート製 OA フロア [5] プラスチック製 OA フロア
[6] その他（_____）

第2部 空調・換気設備

Q2-1. 熱源方式をお答えください。

- [1] 中央熱源方式（地域冷暖房含む） [2] 個別分散熱源方式
[3] その他（_____）

Q2-2. 空調方式をお答えください。

- [1] 定風量単一ダクト方式 [2] 変風量単一ダクト方式
[3] デシカント空調方式 [4] 床吹き出し空調方式
[5] ファンコイルユニット方式 [6] パッケージユニット方式
[7] マルチ型パッケージユニット方式 [8] 放射空調方式
[9] その他（_____）

Q2-3. 換気方式をお答えください。

- [1] 第1種換気方式 [2] 第2種換気方式 [3] 第3種換気方式
[4] その他（_____）

Q2-4. 外気処理方式をお答えください。

- [1] 外気処理空調機（全外気方式） [2] 空調機（循環方式）
[3] 全熱交換器付空調機（循環方式） [4] デシカント空調機（循環方式）
[5] 外気処理エアコン [6] 全熱交換器 [7] 外気処理なし
[8] その他（_____）

Q2-5. 設計時の一人あたりの換気量（導入外気量）をお答えください。

※ 設計図がある場合は、換気風量表等を参考にお答えください。

- [1] 20 m³/(h・人) [2] 25 m³/(h・人) [3] 30 m³/(h・人) [4] 35 m³/(h・人) 以上
[5] 分からない [6] その他（_____）

Q2-6. 現在の職場で換気量を減らす自動制御（デマンドコントロール等）はありますか。

- [1] 自動制御があり、現在も使用している
[2] 自動制御はあるが、現在は使用していない [3] 自動制御はない

（つづく）

表 A-1 建物管理者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第2部 空調・換気設備	
Q2-6. 現在の職場で換気量を減らす自動制御（デマンドコントロール等）はありますか。	[1] 自動制御があり、現在も使用している [2] 自動制御はあるが、現在は使用していない [3] 自動制御はない
Q2-7. 空調設備の加湿方式をお答えください。	[1] 水加湿 [2] 蒸気加湿 [3] 加湿なし [4] その他（_____）
Q2-8. 循環空調用のエアフィルタの種類をお答えください。（複数選択可）	[1] プレフィルタ [2] 中・高性能フィルタ [3] HEPA フィルタ [4] その他（_____）
Q2-9. 外気導入部のエアフィルタの種類をお答えください。（複数選択可）	[1] プレフィルタ [2] 中・高性能フィルタ [3] HEPA フィルタ [4] その他（_____）
第3部 空調・換気設備の維持管理	
Q3-1. 現在の職場での COVID-19 対策について、実施有無をお答えください。	(1) COVID-19 流行に対する、特別な維持管理計画の作成 [1] 実施した [2] 実施いない
	(2) 水質（色度、残留塩素濃度等）の確認 [1] 実施した [2] 実施いない
	(3) 飲料水システムのフラッシング（水栓への通水等） [1] 実施した [2] 実施いない
	(4) 換気量（導入外気量）の増加 [1] 実施した [2] 実施いない
	(5) トイレが負圧になっていることの確認 [1] 実施した [2] 実施いない
	(6) エアフィルタが耐用年数内であることの確認 [1] 実施した [2] 実施いない
	(7) エアフィルタが適切に設置されていることの確認 [1] 実施した [2] 実施いない
	(8) エアフィルタの交換 [1] 実施した [2] 実施いない
	(9) 空調システムへの紫外線照射システムの導入 [1] 実施した [2] 実施いない

（つづく）

表 A-1 建物管理者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第3部 空調・換気設備の維持管理

Q3-2. 現在の職場での COVID-19 対策について、開始時期をお答えください。

- (1) 高頻度で接触する表面（ドアノブ、照明スイッチ等）の消毒
[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施
[3] 実施していない
- (2) 換気システムが正常に動作していることの確認
[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施
[3] 実施していない
- (3) 温湿度や CO₂ 濃度の定期的なモニタリング
[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施
[3] 実施していない
- (4) 空調システム（ダクトや制気口等）の清掃
[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施
[3] 実施していない
- (5) 部屋利用前や利用後の空気の入れ替え
[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施
[3] 実施していない
- (6) 相対湿度レベルの維持（建築物衛生法の定める 40~70%）
[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施
[3] 実施していない
- (7) CO₂ 濃度レベルの維持（建築物衛生法の定める 1,000 ppm 以下）
[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施
[3] 実施していない

表 A-2 各調査で採用された建物管理者用アンケートの設問

第1部 建物情報				
	2020年	2021年	2023年	2024年
Q1-1～Q1-7	✓			
Q1-8～Q1-10		✓		
第2部 空調・換気設備				
	2020年	2021年	2023年	2024年
Q2-1～Q2-5、Q2-7	✓			
Q2-6、Q2-8、Q2-9	✓	✓	✓	✓
第3部 空調・換気設備の維持管理				
	2020年	2021年	2023年	2024年
Q3-1、Q3-2	✓	✓	✓	✓

※ 「✓」は、設問がその年アンケート調査で質問されたことを示す。例えば、Q1-1は2020年調査でのみ質問された。

付録 B. 執務者用アンケート

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢

同意確認
本調査の趣旨を理解し、調査に同意いただける場合は「同意する」を選んでください。
[1] 同意する → この先の設問にお進みください。
[2] 同意しない → アンケートは終了です。
第 1 部 個人属性
Q1-1. 現在アンケートに回答している場所をお答えください。
[1] 職場 [2] 自宅 [3] その他
Q1-2. 性別をお答えください。
[1] 男性 [2] 女性
Q1-3. 年代をお答えください。
[1] 10 歳代 [2] 20 歳代 [3] 30 歳代 [4] 40 歳代 [5] 50 歳代 [6] 60 歳代 [7] 70 歳代以上
Q1-4. 現在のご自宅の同居人数（ご自身も含めた数）をお答えください。
[1] 1 人 [2] 2 人 [3] 3 人 [4] 4 人 [5] 5 人以上
Q1-5. ご所属（部課名等）をお答えください。
()
Q1-6. 業務内容のうち、最も近いものをお答えください。
[1] 一般事務 [2] 総務、経理、人事 [3] 資材、調達、購買 [4] 経営、企画、計画 [5] 研究、開発 [6] 設計、技術 [7] 営業、販売 [8] 生産管理、製造管理 [9] 学生 [10] その他
Q1-7. 現在の職場（執務室）で仕事を始めて何年になりますか。
[1] 半年未満 [2] 半年~1 年未満 [3] 1~3 年未満 [4] 3~5 年未満 [5] 5~10 年未満 [6] 10~20 年未満 [7] 20 年以上
Q1-8. ご自宅から職場への主な通勤手段は何ですか。
[1] 徒歩 [2] 自転車 [3] 自動車・バイク [4] 公共交通機関 [5] その他
Q1-9. 職場は建物の何階にありますか。
例えば地下 1 階の場合は、「-1」とお答えください。
() 階
Q1-10. ご自身の職場（執務室）のタイプに一番近いものはどれですか。
[1] パーティションのない大部屋 [2] パーティションのある大部屋 [3] 小人数が共有する個室 [4] 専用の個室

(つづく)

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第1部 個人属性	
Q1-11. 職場の自身の座席に当てはまるものはどれですか。（複数回答可）	[1] 窓際 [2] 打ち合わせスペースの近く [3] 休憩スペースの近く [4] プリンターや複合機の近く [5] その他
Q1-12. 職場の座席はフリーアドレス（定位置は決まっておらず自分で好きに選べる）ですか。	[1] フリーアドレスで、現在も使用している [2] フリーアドレスだが、現在は固定で使用している [3] フリーアドレスではない
Q1-13. 現在の職場の環境についてお答えください。	(1) ご自身で開閉できる窓はありますか。 [1] はい [2] いいえ
(2) 座席から屋外の景色は見えますか。	[1] はい [2] いいえ
(3) 自然光が入りますか。	[1] はい [2] いいえ
Q1-14. 現在の業務内容に満足していますか。	[1] 満足 [2] やや満足 [3] どちらともいえない [4] やや不満 [5] 不満
Q1-15. 現在の体調はいかがですか。	[1] 良い [2] やや良い [3] 普通 [4] やや悪い [5] 悪い
Q1-16. マスク着用の習慣についてお答えください。	[1] 通勤中、勤務中ともマスクを着用している [2] 通勤中のみマスクを着用している [3] 勤務中のみマスクを着用している [4] マスクを着用していない [5] ※マスク着用の必要がない（外出しない等）
Q1-17. 手洗いの習慣についてお答えください。	[1] 出勤時や帰社時に必ず手洗いをしている [2] 出勤時や帰社時にときどき手洗いをしている [3] 出勤時や帰社時に手洗いをしていない [4] ※出勤していない
Q1-18. 体温測定 of 習慣についてお答えください。	[1] 出勤前に必ず体温を測定している [2] 出勤前にときどき体温を測定している [3] 出勤前に体温を測定していない [4] ※出勤していない

（つづく）

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第1部 個人属性
Q1-19. 新型コロナワクチンを接種した回数をお答えください。 [1] 0回 [2] 1回 [3] 2回 [4] 3回 [5] 4回 [6] 5回以上 [7] ※答えたくない
第2部 働き方
Q2-1. COVID-19 流行以前の勤務形態について、1週間あたりの日数をお答えください。
(1) オフィス勤務 [1] 0日 [2] 1日 [3] 2日 [4] 3日 [5] 4日 [6] 5日 [7] 6日 [8] 7日
(2) 在宅勤務 [1] 0日 [2] 1日 [3] 2日 [4] 3日 [5] 4日 [6] 5日 [7] 6日 [8] 7日
(3) 時差出勤の利用 [1] 0日 [2] 1日 [3] 2日 [4] 3日 [5] 4日 [6] 5日 [7] 6日 [8] 7日
(4) オンライン会議 [1] 0日 [2] 1日 [3] 2日 [4] 3日 [5] 4日 [6] 5日 [7] 6日 [8] 7日
Q2-2. COVID-19 流行以前のデスクワークの割合（勤務時間のうち自席にいる時間の割合）はどの程度ですか。※ オフィス勤務と在宅勤務のトータルでお考え下さい。 [1] 0~20% [2] 20~40% [3] 40~60% [4] 60~80% [5] 80~100% [6] ※該当なし
Q2-3. COVID-19 流行以前の作業効率はどの程度ですか。（自分の最大限の作業効率を100%とした場合）※ 職場勤務と在宅勤務のトータルでお考え下さい。 [1] 0% [2] 10% [3] 20% [4] 30% [5] 40% [6] 50% [7] 60% [8] 70% [9] 80% [10] 90% [11] 100% [12] ※該当なし
Q2-4. COVID-19 流行以前のひと月あたりの残業時間はどの程度ですか。 [1] 0~10時間 [2] 10~20時間 [3] 20~30時間 [4] 30~40時間 [5] 40~50時間 [6] 50~60時間 [7] 60~70時間 [8] 70~80時間 [9] 80時間以上 [10] ※該当なし
Q2-5. 過去1ヶ月間の勤務形態について、1週間あたりの日数をお答えください。
(1) オフィス勤務 [1] 0日 [2] 1日 [3] 2日 [4] 3日 [5] 4日 [6] 5日 [7] 6日 [8] 7日
(2) 在宅勤務 [1] 0日 [2] 1日 [3] 2日 [4] 3日 [5] 4日 [6] 5日 [7] 6日 [8] 7日
(3) 時差出勤の利用 [1] 0日 [2] 1日 [3] 2日 [4] 3日 [5] 4日 [6] 5日 [7] 6日 [8] 7日

（つづく）

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第2部 働き方	
Q2-5. 過去1ヶ月間の勤務形態について、1週間あたりの日数をお答えください。	
(4) オンライン会議	[1] 0日 [2] 1日 [3] 2日 [4] 3日 [5] 4日 [6] 5日 [7] 6日 [8] 7日
Q2-6. 過去1ヶ月間のデスクワークの割合（勤務時間のうち自席にいる時間の割合）はどの程度ですか。※ オフィス勤務と在宅勤務のトータルでお考え下さい。	[1] 0~20% [2] 20~40% [3] 40~60% [4] 60~80% [5] 80~100%
Q2-7. 過去1ヶ月間の作業効率はどの程度ですか。（自分の最大限の作業効率100%とした場合）※ オフィス勤務と在宅勤務のトータルでお考え下さい。	[1] 0% [2] 10% [3] 20% [4] 30% [5] 40% [6] 50% [7] 60% [8] 70% [9] 80% [10] 90% [11] 100%
Q2-8. 過去1ヶ月間のひと月あたりの残業時間はどの程度ですか。	[1] 0~10時間 [2] 10~20時間 [3] 20~30時間 [4] 30~40時間 [5] 40~50時間 [6] 50~60時間 [7] 60~70時間 [8] 70~80時間 [9] 80時間以上
Q2-9. 理想の勤務形態について、1週間あたりの日数をお答えください。	
(1) オフィス勤務	[1] 0日 [2] 1日 [3] 2日 [4] 3日 [5] 4日 [6] 5日 [7] 6日 [8] 7日
(2) 在宅勤務	[1] 0日 [2] 1日 [3] 2日 [4] 3日 [5] 4日 [6] 5日 [7] 6日 [8] 7日
(3) 時差出勤の利用	[1] 0日 [2] 1日 [3] 2日 [4] 3日 [5] 4日 [6] 5日 [7] 6日 [8] 7日
(4) オンライン会議	[1] 0日 [2] 1日 [3] 2日 [4] 3日 [5] 4日 [6] 5日 [7] 6日 [8] 7日
Q2-10. 会社の規則上必要な最低限の1週間あたりの職場での勤務日数をお答えください。例えば、会社が週3日以上の出社を要請している場合には、「3日」とお答えください。※ 業務上の都合は含まずにお答えください。	[1] 0日 [2] 1日 [3] 2日 [4] 3日 [5] 4日 [6] 5日 [7] 6日 [8] 7日

（つづく）

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第3部 オフィス環境①

Q3-1. 過去1ヶ月間のオフィスの光環境についてお答えください。

オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

(1) 光環境に対する満足度（机上面の明るさ等）

- [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない
[5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満 [8] ※出勤なし

(2) 光環境に対する不満の原因

※ Q3-1. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを回答した方のみお答えください。

- [1] PC画面への映り込み [2] 窓からの眩しさ（グレア）
[3] 照明の眩しさ（グレア） [4] 他人の視線が気になる
[5] 窓の外の眺望が見えない [6] 自然光がない
[7] ブラインド等のため閉鎖的 [8] その他

Q3-2. 過去1ヶ月間のオフィスの温熱環境についてお答えください。

オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

(1) 温熱環境に対する満足度（温度・湿度・気流等）

- [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない
[5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満 [8] ※出勤なし

(2) 温熱環境に対する不満の原因

※ Q3-2. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを回答した方のみお答えください。

- [1] 体全体としての風当たり
[2] 周囲からの放射熱（窓際での夏の太陽熱や冬の窓からの冷たい感じ）
[3] 上半身と下半身の温度差 [4] 温度の変動 [5] 残業時に空調が停止する
[6] その他

Q3-3. 過去1ヶ月間のオフィスの空気環境についてお答えください。

オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

(1) 空気環境に対する満足度（清浄度・空気の流れ・におい等）

- [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない
[5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満 [8] ※出勤なし

（つづく）

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第3部 オフィス環境①

Q3-3. 過去1ヶ月間のオフィスの空気環境についてお答えください。

オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

(2) 空気環境に対する不満の原因

※ Q3-3. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを回答した方のみお答えください。

- [1] 空気の汚れ
- [2] 空気のだよみ（換気が不十分な感じ、空気の新鮮さが不足している感じ）
- [3] 気になる臭い [4] ほこりっぽさ [5] その他

Q3-4. 過去1ヶ月間のオフィスの音環境についてお答えください。

オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

(1) 音環境に対する満足度（騒音等）

- [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない
- [5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満 [8] ※出勤なし

(2) 音環境に対する不満の原因を

※ Q3-4. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを回答した方のみお答えください。

- [1] 空調騒音 [2] OA 機器騒音 [3] 外部騒音 [4] 他人の電話（会話やベル）
- [5] 他人の会話 [6] 他人の騒音 [7] 自分の話し声を周囲の人に聞かれること
- [8] その他

Q3-5. 過去1ヶ月間のオフィスの空間環境についてお答えください。

オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

(1) 空間環境に対する満足度（広さ・レイアウト等）

- [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない
- [5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満 [8] ※出勤なし

(2) 空間環境に対する不満の原因

※ Q3-5. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを回答した方のみお答えください。

- [1] 自分のスペースの広さ [2] オフィスのインテリア [3] 机周りの広さ
- [4] 机の使い心地 [5] 椅子の使い心地 [6] 椅子の調節性 [7] 机や家具の配置
- [8] 配線（コンセント・スイッチ）や電話の配置 [9] 収納スペース
- [10] 清掃サービス [11] 通路が狭い [12] その他

（つづく）

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第3部 オフィス環境①

Q3-6. 過去1ヶ月間のオフィスのIT環境についてお答えください。

オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

(1) IT環境に対する満足度（通信速度・安定性等）

- [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない
[5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満 [8] ※出勤なし

(2) IT環境に対する不満の原因

※ Q3-6. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを回答した方のみお答えください。

- [1] PCの性能 [2] PCのディスプレイ [3] LAN環境 [4] ソフトの使い勝手
[5] プリンターの位置や使い勝手 [6] その他周辺機器の使い勝手 [7] その他

Q3-7. 過去1ヶ月間のオフィスの室内環境に対する総合的な満足度をお答えください。

オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

- [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない
[5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満 [8] ※出勤なし

Q3-8. 過去1ヶ月間のオフィスでの以下の項目のしやすさをお答えください。

オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

(1) 作業への集中

- [1] しやすい [2] ややししやすい [3] どちらでもない [4] ややしにくい
[5] しにくい [6] ※出勤なし

(2) リラックス

- [1] しやすい [2] ややししやすい [3] どちらでもない [4] ややしにくい
[5] しにくい [6] ※出勤なし

(3) コミュニケーション

- [1] しやすい [2] ややししやすい [3] どちらでもない [4] ややしにくい
[5] しにくい [6] ※出勤なし

(4) リフレッシュ

- [1] しやすい [2] ややししやすい [3] どちらでもない [4] ややしにくい
[5] しにくい [6] ※出勤なし

(5) 創造的な活動

- [1] しやすい [2] ややししやすい [3] どちらでもない [4] ややしにくい
[5] しにくい [6] ※出勤なし

（つづく）

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第3部 オフィス環境①

Q3-9. 過去1ヶ月間のオフィスでの知覚についてお答えください。

オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

(1) 明るさ感

- [1] 非常に明るすぎる [2] 明るすぎる [3] やや明るすぎる [4] 適当
[5] やや暗すぎる [6] 暗すぎる [7] 非常に暗すぎる [8] ※出勤なし

(2) 温冷感

- [1] 暑い [2] 暖かい [3] やや暖かい [4] どちらでもない [5] やや涼しい
[6] 涼しい [7] 寒い [8] ※出勤なし

(3) 乾湿感

- [1] 非常に湿った感じ [2] 湿った感じ [3] やや湿った感じ [4] 適当
[5] やや乾いた感じ [6] 乾いた感じ [7] 非常に乾いた感じ [8] ※出勤なし

(4) 熱的快適性

- [1] 非常に快適 [2] 快適 [3] やや快適 [4] どちらでもない [5] やや不快
[6] 不快 [7] 非常に不快 [8] ※出勤なし

(5) 気流の強さ感

- [1] 感じない [2] やや感じる [3] 感じる [4] 非常に感じる [5] ※出勤なし

(6) 気流の快不快感

- [1] 非常に快適 [2] 快適 [3] やや快適 [4] どちらでもない [5] やや不快
[6] 不快 [7] 非常に不快 [8] ※出勤なし

(7) においの強度

- [1] 感じない [2] やや感じる [3] 感じる [4] 非常に感じる [5] ※出勤なし

(8) においの快不快感

- [1] 非常に快適 [2] 快適 [3] やや快適 [4] どちらでもない [5] やや不快
[6] 不快 [7] 非常に不快 [8] ※出勤なし

(9) 騒音

- [1] 感じない [2] やや感じる [3] 感じる [4] 非常に感じる [5] ※出勤なし

(10) 音の快不快感

- [1] 非常に快適 [2] 快適 [3] やや快適 [4] どちらでもない [5] やや不快
[6] 不快 [7] 非常に不快 [8] ※出勤なし

(つづく)

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第4部 オフィス環境②

Q4-1. オフィスで以下の項目が適切に管理されているとどう思いますか。
 オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

(1) 光環境（机上面の明るさ等）

- [1] 気に入る [2] 当たり前 [3] 何とも思わない [4] 仕方ない
 [5] 気に入らない [6] ※出勤なし

(2) 温熱環境（温度・湿度・気流等）

- [1] 気に入る [2] 当たり前 [3] 何とも思わない [4] 仕方ない
 [5] 気に入らない [6] ※出勤なし

(3) 空気環境（清浄度・空気の流れ・におい等）

- [1] 気に入る [2] 当たり前 [3] 何とも思わない [4] 仕方ない
 [5] 気に入らない [6] ※出勤なし

(4) 空間環境（広さ・レイアウト等）

- [1] 気に入る [2] 当たり前 [3] 何とも思わない [4] 仕方ない
 [5] 気に入らない [6] ※出勤なし

(5) IT 環境（通信速度・安定性等）

- [1] 気に入る [2] 当たり前 [3] 何とも思わない [4] 仕方ない
 [5] 気に入らない [6] ※出勤なし

Q4-2. オフィスで以下の項目が適切に管理されていないとどう思いますか。
 オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

(1) 光環境（机上面の明るさ等）

- [1] 気に入る [2] 当たり前 [3] 何とも思わない [4] 仕方ない
 [5] 気に入らない [6] ※出勤なし

(2) 温熱環境（温度・湿度・気流等）

- [1] 気に入る [2] 当たり前 [3] 何とも思わない [4] 仕方ない
 [5] 気に入らない [6] ※出勤なし

(3) 空気環境（清浄度・空気の流れ・におい等）

- [1] 気に入る [2] 当たり前 [3] 何とも思わない [4] 仕方ない
 [5] 気に入らない [6] ※出勤なし

(4) 空間環境（広さ・レイアウト等）

- [1] 気に入る [2] 当たり前 [3] 何とも思わない [4] 仕方ない
 [5] 気に入らない [6] ※出勤なし

（つづく）

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第4部 オフィス環境②

Q4-2. オフィスで以下の項目が適切に管理されていないとどう思いますか。

オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

(5) IT 環境（通信速度・安定性等）

[1] 気に入る [2] 当たり前 [3] 何とも思わない [4] 仕方ない

[5] 気に入らない [6] ※出勤なし

Q4-3. 過去1ヶ月間のオフィスで以下の項目を自分好みに制御・調整できていますか。

オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

(1) 照明

[1] できている [2] ややできている [3] どちらともいえない

[4] ややできていない [5] できていない [6] ※出勤なし

(2) 自然光

[1] できている [2] ややできている [3] どちらともいえない

[4] ややできていない [5] できていない [6] ※出勤なし

(3) 温度

[1] できている [2] ややできている [3] どちらともいえない

[4] ややできていない [5] できていない [6] ※出勤なし

(4) 換気量

[1] できている [2] ややできている [3] どちらともいえない

[4] ややできていない [5] できていない [6] ※出勤なし

(5) 騒音

[1] できている [2] ややできている [3] どちらともいえない

[4] ややできていない [5] できていない [6] ※出勤なし

(6) レイアウト・家具

[1] できている [2] ややできている [3] どちらともいえない

[4] ややできていない [5] できていない [6] ※出勤なし

Q4-4. 過去1ヶ月間のオフィスでの環境データの見える化についてお答えください。

オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

(1) 有無

[1] あり [2] なし [3] ※出勤なし

(つづく)

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第4部 オフィス環境②

Q4-4. 過去1ヶ月間のオフィスでの環境データの見える化についてお答えください。
 オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

(2) 確認頻度

※ Q4-4. (1) に対して、「あり」を回答した方のみお答えください。

- [1] よく見ている [2] たまに見ている [3] ほとんど見えていない
 [4] 全く見えていない

(3) 表示方法（複数回答可）

※ Q4-4. (1) に対して、「あり」を回答した方のみお答えください。

- [1] 数値表示 [2] レベル表示 [3] 総合指標 [4] その他

(4) 表示項目（複数回答可）

※ Q4-4. (1) に対して、「あり」を回答した方のみお答えください。

- [1] 二酸化炭素 [2] PM_{2.5}、PM₁₀ [3] VOC [4] その他ガス [5] 温度
 [6] 相対湿度 [7] 照度 [8] ブルーライト強度 [9] 騒音レベル [10] その他

Q4-5. 過去1ヶ月間のオフィスでの空調・換気についてお答えください。
 オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

(1) 外気導入量

- [1] 20 m³/(h・人) [2] 25 m³/(h・人) [3] 30 m³/(h・人) [4] 35 m³/(h・人) 以上
 [5] 分からない [6] ※出勤なし

(2) 換気量の自動制御の使用

- [1] 使用している [2] 使用していない [3] 分からない [4] ※出勤なし

(3) 外気導入部のエアフィルタの種類

- [1] プレフィルタ [2] 中・高性能フィルタ [3] HEPA フィルタ [4] 分からない
 [5] ※出勤なし

(4) 循環空調用のエアフィルタの種類

- [1] プレフィルタ [2] 中・高性能フィルタ [3] HEPA フィルタ [4] 分からない
 [5] ※出勤なし

(5) 空気清浄機の設置

- [1] 設置している [2] 設置していない [3] 分からない [4] ※出勤なし

(6) 窓開け換気の実施

- [1] 実施している [2] 実施していない [3] 分からない [4] ※出勤なし

(つづく)

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第4部 オフィス環境②

Q4-6. 過去1ヶ月間のオフィスでの以下の製品の使用有無をお答えください。

(1) 除湿剤

[1] 使用している [2] 使用していない

(2) 防虫剤

[1] 使用している [2] 使用していない

(3) 芳香剤

[1] 使用している [2] 使用していない

(4) 消臭剤

[1] 使用している [2] 使用していない

(5) スプレー式消臭・消毒剤

[1] 使用している [2] 使用していない

(6) オゾン発生器（脱臭機）

[1] 使用している [2] 使用していない

(7) 次亜塩素酸（次亜水）

[1] 使用している [2] 使用していない

第5部 オフィスでの感染対策

Q5-1. 過去1ヶ月間のオフィスでのCOVID-19への建築計画上の配慮について、実施有無をお答えください。

(1) 屋外スペースの積極的な利用（作業・食事用）

[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施
[3] 実施していない

(2) パーティション・家具等の設置による物理的な離隔の確保

[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施
[3] 実施していない

(3) レイアウトの工夫（スペースを空ける、座席をずらす等）

[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施
[3] 実施していない

(4) 動線の工夫（通行を一方向にする、出入口を分ける等）

[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施
[3] 実施していない

（つづく）

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第5部 オフィスでの感染対策	
(5) 個別作業ブースの設置	[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施 [3] 実施していない
(5) アクティブな家具や什器の導入（立ち机等）	[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施 [3] 実施していない
Q5-2. 過去1ヶ月間のオフィスでの COVID-19 へのサイン計画上の配慮について、実施有無をお答えください。	
(1) 清掃済み・消毒済み標識の掲示	[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施 [3] 実施していない
(2) 待機列の推奨間隔の表示（食堂など）	[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施 [3] 実施していない
(3) 在室人数制限の表示	[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施 [3] 実施していない
(4) マスク等の着用を促すポスターの掲示	[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施 [3] 実施していない
(5) 手洗いを促すポスターの掲示	[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施 [3] 実施していない
(5) 換気を促すポスターの掲示	[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施 [3] 実施していない
Q5-3. 過去1ヶ月間のオフィスでの COVID-19 接触感染への配慮について、実施有無をお答えください。	
(1) 赤外線カメラによる非接触体温測定	[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施 [3] 実施していない

（つづく）

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第 5 部 オフィスでの感染対策	
Q5-3. 過去 1 ヶ月間のオフィスでの COVID-19 接触感染への配慮について、実施有無をお答えください。	
(2) 非接触なドアや設備の導入（自動ドア・ハンドソープ等）	
[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施	
[3] 実施していない	
(3) アルコール消毒液の設置	
[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施	
[3] 実施していない	
(4) 洗面台への使い捨てペーパータオルの設置	
[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施	
[3] 実施していない	
Q5-4. 過去 1 ヶ月間のオフィスでの COVID-19 空気感染への配慮について、実施有無をお答えください。	
(1) 窓開けによる自然換気	
[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施	
[3] 実施していない	
(2) 温湿度や CO ₂ 濃度のモニタリング・見える化	
[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施	
[3] 実施していない	
(3) 空気清浄機の利用	
[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施	
[3] 実施していない	
Q5-5. 過去 1 ヶ月間のオフィスでの COVID-19 への IT 環境上の配慮について、実施有無をお答えください。	
(1) インターネット環境の整備・強化	
[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施	
[3] 実施していない	
(2) オンライン会議ソフトの導入（Zoom、Teams、WebEx 等）	
[1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施	
[3] 実施していない	

（つづく）

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第5部 オフィスでの感染対策

Q5-5. 過去1ヶ月間のオフィスでの COVID-19 への IT 環境上の配慮について、実施有無をお答えください。

(3) コミュニケーションツールの導入（Slack 等）

- [1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施
[3] 実施していない

(4) 作業用モニターやイヤホン・マイクの支給

- [1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施
[3] 実施していない

(5) 健康管理のための機器の配布（ウェアラブル端末等）

- [1] COVID-19 流行以前から実施 [2] COVID-19 流行以後から実施
[3] 実施していない

Q5-6. 過去1ヶ月間、以下の場面で、COVID-19 への感染リスクを感じることはありますか。オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

(1) 出勤中や帰宅中

- [1] よくある [2] たまにある [3] めったにない [4] まったくない
[5] ※出勤なし

(2) オフィスでの勤務中

- [1] よくある [2] たまにある [3] めったにない [4] まったくない
[5] ※出勤なし

Q5-7. 過去1ヶ月間のオフィスでの COVID-19 対策に満足していますか。オフィスに出勤していない方は「※出勤なし」をお選びください。

- [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない
[5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満 [8] ※出勤なし

第6部 在宅勤務環境

Q6-1. 過去1ヶ月間の在宅勤務場所の光環境についてお答えください。在宅勤務をしていない方は「※在宅勤務なし」をお選びください。

(1) 光環境に対する満足度（机上面の明るさ等）

- [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない
[5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満 [8] ※在宅勤務なし

（つづく）

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第 6 部 在宅勤務環境

Q6-1. 過去 1 ヶ月間の在宅勤務場所の光環境についてお答えください。

在宅勤務をしていない方は「※在宅勤務なし」をお選びください。

(2) 光環境に対する不満の原因

※ Q6-1. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを回答した方のみお答えください。

- [1] PC 画面への映り込み [2] 窓からの眩しさ（グレア）
 [3] 照明の眩しさ（グレア） [4] 他人の視線が気になる
 [5] 窓の外の眺望が見えない [6] 自然光がない [7] ブラインド等のため閉鎖的
 [8] その他

Q6-2. 過去 1 ヶ月間の在宅勤務場所の温熱環境についてお答えください。

在宅勤務をしていない方は「※在宅勤務なし」をお選びください。

(1) 温熱環境に対する満足度（温度・湿度・気流等）

- [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない
 [5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満 [8] ※在宅勤務なし

(2) 温熱環境に対する不満の原因

※ Q6-2. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを回答した方のみお答えください。

- [1] 体全体としての風当たり
 [2] 周囲からの放射熱（窓際での夏の太陽熱や冬の窓からの冷たい感じ）
 [3] 上半身と下半身の温度差 [4] 温度の変動 [5] 残業時に空調が停止する
 [6] その他

Q6-3. 過去 1 ヶ月間の在宅勤務場所の空気環境についてお答えください。

在宅勤務をしていない方は「※在宅勤務なし」をお選びください。

(1) 空気環境に対する満足度（清浄度・空気の流れ・におい等）

- [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない
 [5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満 [8] ※在宅勤務なし

（つづく）

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第 6 部 在宅勤務環境

Q6-3. 過去 1 ヶ月間の在宅勤務場所の空気環境についてお答えください。

在宅勤務をしていない方は「※在宅勤務なし」をお選びください。

(2) 空気環境に対する不満の原因

※ Q6-3. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを回答した方のみお答えください。

- [1] 空気の汚れ
- [2] 空気のよどみ（換気が不十分な感じ、空気の新鮮さが不足している感じ）
- [3] 気になる臭い [4] ほこりっぽさ [5] その他

Q6-4. 過去 1 ヶ月間の在宅勤務場所の音環境についてお答えください。

在宅勤務をしていない方は「※在宅勤務なし」をお選びください。

(1) 音環境に対する満足度（騒音等）

- [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない
- [5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満 [8] ※在宅勤務なし

(2) 音環境に対する不満の原因

※ Q6-4. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを回答した方のみお答えください。

- [1] 空調騒音 [2] OA 機器騒音 [3] 外部騒音 [4] 他人の電話（会話やベル）
- [5] 他人の会話 [6] 他人の騒音 [7] 自分の話し声を周囲の人に聞かれること
- [8] その他

Q6-5. 過去 1 ヶ月間の在宅勤務場所の空間環境についてお答えください。

在宅勤務をしていない方は「※在宅勤務なし」をお選びください。

(1) 空間環境に対する満足度（広さ・レイアウト等）

- [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない
- [5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満 [8] ※在宅勤務なし

(2) 空間環境に対する不満の原因

※ Q6-5. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを回答した方のみお答えください。

- [1] 自分のスペースの広さ [2] オフィスのインテリア [3] 机周りの広さ
- [4] 机の使い心地 [5] 椅子の使い心地 [6] 椅子の調節性 [7] 机や家具の配置
- [8] 配線（コンセント・スイッチ）や電話の配置 [9] 収納スペース
- [10] 清掃サービス [11] 通路が狭い [12] その他

（つづく）

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第 6 部 在宅勤務環境
<p>Q6-6. 過去 1 ヶ月間の在宅勤務場所の IT 環境についてお答えください。 在宅勤務をしていない方は「※在宅勤務なし」をお選びください。</p>
<p>(1) IT 環境に対する満足度（通信速度・安定性等）</p> <p>[1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない [5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満 [8] ※在宅勤務なし</p>
<p>(2) IT 環境に対する不満の原因</p> <p>※ Q6-6. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを 回答した方のみお答えください。</p> <p>[1] PC の性能 [2] PC のディスプレイ [3] LAN 環境 [4] ソフトの使い勝手 [5] プリンターの位置や使い勝手 [6] その他周辺機器の使い勝手 [7] その他</p>
<p>Q6-7. 過去 1 ヶ月間の在宅勤務場所の室内環境に対する総合的な満足度をお答え ください。在宅勤務をしていない方は「※在宅勤務なし」をお選びください。</p> <p>[1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない [5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満 [8] ※在宅勤務なし</p>
<p>Q6-8. 過去 1 ヶ月間の在宅勤務場所での以下の項目のしやすさをお答えください。 在宅勤務をしていない方は「※在宅勤務なし」をお選びください。</p>
<p>(1) 作業への集中</p> <p>[1] しやすい [2] ややしやすい [3] どちらでもない [4] ややしにくい [5] しにくい [6] ※在宅勤務なし</p>
<p>(2) リラックス</p> <p>[1] しやすい [2] ややしやすい [3] どちらでもない [4] ややしにくい [5] しにくい [6] ※在宅勤務なし</p>
<p>(3) コミュニケーション</p> <p>[1] しやすい [2] ややしやすい [3] どちらでもない [4] ややしにくい [5] しにくい [6] ※在宅勤務なし</p>
<p>(4) リフレッシュ</p> <p>[1] しやすい [2] ややしやすい [3] どちらでもない [4] ややしにくい [5] しにくい [6] ※在宅勤務なし</p>
<p>(5) 創造的な活動</p> <p>[1] しやすい [2] ややしやすい [3] どちらでもない [4] ややしにくい [5] しにくい [6] ※在宅勤務なし</p>

(つづく)

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第7部 今ここの環境
Q7-1. 本日の日付をお答えください。 () 年 () 月 () 日
Q7-2. 今の時刻をお答えください。 () 時 () 分
Q7-3. 今ここの光環境についてお答えください。 (1) 光環境に対する満足度（机上面の明るさ等） [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない [5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満
(2) 光環境に対する不満の原因 ※ Q7-3. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを 回答した方のみお答えください。 [1] PC 画面への映り込み [2] 窓からの眩しさ（グレア） [3] 照明の眩しさ（グレア） [4] 他人の視線が気になる [5] 窓の外の眺望が見えない [6] 自然光がない [7] ブラインド等のため閉鎖的 [8] その他
Q7-4. 今ここの温熱環境についてお答えください。 (1) 温熱環境に対する満足度（温度・湿度・気流等） [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない [5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満
(2) 温熱環境に対する不満の原因 ※ Q7-4. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを 回答した方のみお答えください。 [1] 体全体としての風当たり [2] 周囲からの放射熱（窓際での夏の太陽熱や冬の窓からの冷たい感じ） [3] 上半身と下半身の温度差 [4] 温度の変動 [5] 残業時に空調が停止する [6] その他
Q7-5. 今ここの空気環境についてお答えください。 (1) 空気環境に対する満足度（清浄度・空気の流れ・におい等） [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない [5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満

（つづく）

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第7部 今ここの環境

Q7-5. 今ここの空気環境についてお答えください。

(2) 空気環境に対する不満の原因

※ Q7-5. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを回答した方のみお答えください。

- [1] 空気の汚れ
- [2] 空気のよどみ（換気が不十分な感じ、空気の新鮮さが不足している感じ）
- [3] 気になる臭い [4] ほこりっぽさ [5] その他

Q7-6. 今ここの音環境についてお答えください。

(1) 音環境に対する満足度（騒音等）

- [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない
- [5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満

(2) 音環境に対する不満の原因

※ Q7-6. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを回答した方のみお答えください。

- [1] 空調騒音 [2] OA 機器騒音 [3] 外部騒音 [4] 他人の電話（会話やベル）
- [5] 他人の会話 [6] 他人の騒音 [7] 自分の話し声を周囲の人に聞かれること
- [8] その他

Q7-7. 今ここの空間環境についてお答えください。

(1) 空間環境に対する満足度（広さ・レイアウト等）

- [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない
- [5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満

(2) 空間環境に対する不満の原因

※ Q7-7. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを回答した方のみお答えください。

- [1] 自分のスペースの広さ [2] オフィスのインテリア [3] 机周りの広さ
- [4] 机の使い心地 [5] 椅子の使い心地 [6] 椅子の調節性 [7] 机や家具の配置
- [8] 配線（コンセント・スイッチ）や電話の配置 [9] 収納スペース
- [10] 清掃サービス [11] 通路が狭い [12] その他

（つづく）

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第7部 今ここの環境

Q7-8. 今ここの IT 環境についてお答えください。

(1) IT 環境に対する満足度（通信速度・安定性等）

- [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない
[5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満

(2) IT 環境に対する不満の原因

※ Q7-8. (1) に対して、「やや不満」、「不満」、「非常に不満」のいずれかを回答した方のみお答えください。

- [1] PC の性能 [2] PC のディスプレイ [3] LAN 環境 [4] ソフトの使い勝手
[5] プリンターの位置や使い勝手 [6] その他周辺機器の使い勝手 [7] その他

Q7-9. 今ここの室内環境に対する総合的な満足度をお答えください。

- [1] 非常に満足 [2] 満足 [3] やや満足 [4] どちらともいえない
[5] やや不満 [6] 不満 [7] 非常に不満

Q7-10. 今ここの知覚についてお答えください。

(1) 明るさ感

- [1] 非常に明るすぎる [2] 明るすぎる [3] やや明るすぎる [4] 適当
[5] やや暗すぎる [6] 暗すぎる [7] 非常に暗すぎる

(2) 温冷感

- [1] 暑い [2] 暖かい [3] やや暖かい [4] どちらでもない [5] やや涼しい
[6] 涼しい [7] 寒い

(3) 乾湿感

- [1] 非常に湿った感じ [2] 湿った感じ [3] やや湿った感じ [4] 適当
[5] やや乾いた感じ [6] 乾いた感じ [7] 非常に乾いた感じ

(4) 熱的快適性

- [1] 非常に快適 [2] 快適 [3] やや快適 [4] どちらでもない [5] やや不快
[6] 不快 [7] 非常に不快

(5) 気流の強さ感

- [1] 感じない [2] やや感じる [3] 感じる [4] 非常に感じる

(6) 気流の快不快感

- [1] 非常に快適 [2] 快適 [3] やや快適 [4] どちらでもない [5] やや不快
[6] 不快 [7] 非常に不快

(つづく)

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第7部 今ここの環境
Q7-10. 今ここの知覚についてお答えください。
(7) においの強度 [1] 感じない [2] やや感じる [3] 感じる [4] 非常に感じる
(8) においの快不快感 [1] 非常に快適 [2] 快適 [3] やや快適 [4] どちらでもない [5] やや不快 [6] 不快 [7] 非常に不快
(9) 騒音 [1] 感じない [2] やや感じる [3] 感じる [4] 非常に感じる
(10) 音の快不快感 [1] 非常に快適 [2] 快適 [3] やや快適 [4] どちらでもない [5] やや不快 [6] 不快 [7] 非常に不快
第8部 生活習慣と健康
Q8-1. あなたの睡眠習慣についてお答え下さい。過去一か月間に少なくとも週3回以上経験したものを選んでください。
(1) 寝つき（布団に入ってから眠るまでに必要な時間）はどうでしたか。 [1] いつもより寝つきは良い [2] いつもより少し時間がかかった [3] いつもよりかなり時間がかかった [4] いつもより非常に時間がかかった、または眠れなかった
(2) 夜間、睡眠途中で目が覚めましたか。 [1] 問題になるほどではなかった [2] 少し困ることがあった [3] かなり困っている [4] 深刻な状態、あるいはまったく眠れなかった
(3) 希望する起床時刻より早く目覚め、それ以上眠れないことがありましたか。 [1] そのようなことはなかった [2] 少し早かった [3] かなり早かった [4] 非常に早かった、あるいはまったく眠れなかった
(4) 総睡眠時間はどうでしたか。 [1] 十分である [2] 少し足りない [3] かなり足りない [4] まったく足りない、あるいはまったく眠れなかった
(5) 全体的な睡眠の質はどうでしたか。 [1] 満足している [2] 少し不満 [3] かなり不満 [4] 非常に不満、まったく眠れなかった

(つづく)

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第 8 部 生活習慣と健康

Q8-1. あなたの睡眠習慣についてお答え下さい。過去一か月間に少なくとも週 3 回以上経験したものを選んでください。

(6) 日中の気分はどうでしたか。

[1] いつもどおり [2] 少し減入った [3] かなり減入った [4] 非常に減入った

(7) 日中の活動（身体的および精神的）について、どうでしたか。

[1] いつも通り [2] 少し低下 [3] かなり低下 [4] 非常に低下

(8) 日中の眠気はどうでしたか。

[1] まったくない [2] 少しある [3] かなりある [4] 激しい

Q8-2. あなたの運動習慣についてお答え下さい。

(1) 平均的な 1 週間では、強い身体活動を行う日は何日ありますか。

[1] ない [2] 週 1 日 [3] 週 2 日 [4] 週 3 日 [5] 週 4 日 [6] 週 5 日
[7] 週 6 日 [8] 週 7 日

(2) 強い身体活動を行う日は、通常、1 日合計してどのくらいの時間そのような活動を行いますか。

() 分

(3) 平均的な 1 週間では、中等度の身体活動を行う日は何日ありますか。

歩行やウォーキングは含めないでお答え下さい。

[1] ない [2] 週 1 日 [3] 週 2 日 [4] 週 3 日 [5] 週 4 日 [6] 週 5 日
[7] 週 6 日 [8] 週 7 日

(4) 中等度の身体活動を行う日は、通常、1 日合計してどのくらいの時間そのような活動を行いますか。

() 分

(5) 平均的な 1 週間では、10 分間以上続けて歩くことは何日ありますか。

[1] ない [2] 週 1 日 [3] 週 2 日 [4] 週 3 日 [5] 週 4 日 [6] 週 5 日
[7] 週 6 日 [8] 週 7 日

(6) 10 分間以上続けて歩く日には、通常、1 日合計してどのくらいの時間歩きますか。

() 分

(7) 平日には、通常、1 日合計してどのくらいの時間座ったり寝転んだりして過ごしますか。なお、睡眠時間は含めないで下さい。

[1] いつも通り [2] 少し低下 [3] かなり低下 [4] 非常に低下

(つづく)

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第 8 部 生活習慣と健康

Q8-3. あなたの健康状態についてお答え下さい。過去 30 日間にどれくらいの頻度で次のことがありましたか。

(1) 神経過敏に感じましたか。

[1] 全くない [2] 少しだけ [3] ときどき [4] たいてい [5] いつも

(2) 絶望的だと感じましたか。

[1] 全くない [2] 少しだけ [3] ときどき [4] たいてい [5] いつも

(3) そわそわ、落ち着かなく感じましたか。

[1] 全くない [2] 少しだけ [3] ときどき [4] たいてい [5] いつも

(4) 気分が沈みこんで、何が起ころしても気が晴れないように感じましたか。

[1] 全くない [2] 少しだけ [3] ときどき [4] たいてい [5] いつも

(5) 何をするのも骨折りだと感じましたか。

[1] 全くない [2] 少しだけ [3] ときどき [4] たいてい [5] いつも

(6) 自分は価値のない人間だと感じましたか。

[1] 全くない [2] 少しだけ [3] ときどき [4] たいてい [5] いつも

(7) 平日には、通常、1 日合計してどのくらいの時間座ったり寝転んだりして過ごしますか。なお、睡眠時間は含めないで下さい。

[1] 全くない [2] 少しだけ [3] ときどき [4] たいてい [5] いつも

Q8-4. 普段の体調の良い時と比べて、あなたは現在、次のようなことがどれくらいありますか。

(1) 社会的に振る舞えなかった

[1] まったくない [2] 月に 1 日以上 [3] 週に 1 日程度 [4] 週に 2 日以上
[5] ほぼ毎日ある

(2) ていねいに仕事をする事ができなかった

[1] まったくない [2] 月に 1 日以上 [3] 週に 1 日程度 [4] 週に 2 日以上
[5] ほぼ毎日ある

(3) 考えがまとまらなかった

[1] まったくない [2] 月に 1 日以上 [3] 週に 1 日程度 [4] 週に 2 日以上
[5] ほぼ毎日ある

(4) いつもより疲れた

[1] まったくない [2] 月に 1 日以上 [3] 週に 1 日程度 [4] 週に 2 日以上
[5] ほぼ毎日ある

(つづく)

表 B-1 執務者用アンケートの設問および選択肢（つづき）

第 8 部 生活習慣と健康

Q8-4. 普段の体調の良い時と比べて、あなたは現在、次のようなことがどれくらいありますか。

(5) 仕事を中断する回数が増えた

- [1] まったくない [2] 月に 1 日以上 [3] 週に 1 日程度 [4] 週に 2 日以上
[5] ほぼ毎日ある

(6) 仕事がうまくいかないと感じた

- [1] まったくない [2] 月に 1 日以上 [3] 週に 1 日程度 [4] 週に 2 日以上
[5] ほぼ毎日ある

(7) 冷静に判断することができなかった

- [1] まったくない [2] 月に 1 日以上 [3] 週に 1 日程度 [4] 週に 2 日以上
[5] ほぼ毎日ある

(8) 自発的に仕事ができなかった

- [1] まったくない [2] 月に 1 日以上 [3] 週に 1 日程度 [4] 週に 2 日以上
[5] ほぼ毎日ある

※ Q4-6 と Q5-1～Q5-5 は、各オフィスの執務者の代表（代表執務者）にのみ質問した。

表 B-2 各調査で採用された執務者用アンケートの設問

第1部 個人属性				
	2020年	2021年	2023年	2024年
Q1-1 ~ Q1-18	✓	✓	✓	✓
Q1-19		✓	✓	✓
第2部 働き方				
	2020年	2021年	2023年	2024年
Q2-1 ~ Q2-4	✓			
Q2-5 ~ Q2-8	✓	✓	✓	✓
Q2-9 (1)		✓	✓	✓
Q2-9 (2) ~ (4)		✓		
Q2-10			✓	✓
第3部 オフィス環境①				
	2020年	2021年	2023年	2024年
Q3-1 ~ Q3-1 (1)、Q3-8	✓	✓	✓	✓
Q3-1 ~ Q3-1 (2)、Q3-9			✓	✓
Q3-7		✓	✓	✓
第4部 オフィス環境②				
	2020年	2021年	2023年	2024年
Q4-1 ~ Q4-5			✓	✓
Q4-6		✓		
第5部 オフィスでの感染対策				
	2020年	2021年	2023年	2024年
Q5-1 ~ Q5-5、Q5-7	✓	✓	✓	✓
Q5-6	✓	✓		
第6部 在宅勤務環境				
	2020年	2021年	2023年	2024年
Q6-1 ~ Q6-1 (1)、Q6-8	✓	✓	✓	✓
Q6-1 ~ Q6-1 (2)			✓	✓
Q6-7		✓	✓	✓
第7部 今ここの環境				
	2020年	2021年	2023年	2024年
Q7-1 ~ Q7-10			✓	✓

(つづく)

表 B-2 各調査で採用された執務者用アンケートの設問（つづき）

第 8 部 生活習慣と健康	2020 年	2021 年	2023 年	2024 年
Q8-1、Q8-2	✓	✓	✓	✓
Q8-3、Q8-4	✓	✓		

※ 「✓」は、設問がその年アンケート調査で質問されたことを示す。例えば、Q1-1 は全ての調査で質問された。

付録 C. 調査前に実施したヒアリング（調査前ヒアリング）

表 C-1 調査前ヒアリングの実施時期

調査前ヒアリング	調査時期
2021年調査前ヒアリング	2021年11月9日～2021年11月16日
2023年調査前ヒアリング	2023年6月12日～2023年6月22日
2024年調査前ヒアリング	2024年1月5日～2024年1月21日

※ 調査前ヒアリングは、オンラインで15分間程度実施した。

表 C-2 調査前ヒアリングの質問項目

調査内容について
Q1. ご協力いただける内容について、教えてください。 1) アンケート調査（建物管理者用 + 執務者用）のみ 2) アンケート調査 + 室内環境実測（実測用日誌を含む）
アンケート調査について（ご協力いただける場合）
Q2. 前回と同じ対象への調査は可能か、教えてください。 （前回と同じ部署に依頼できるか）
Q3. おおよその規模（人数）は前回と変わらないか、教えてください。
Q4. Google Forms か Excel、どちらの形式がよいか、教えてください。 （前回と同じでよいか）
室内環境実測について（ご協力いただける場合）
Q5. 測定機器は前回と同じ場所に設置可能か、教えてください。
Q6. 実測用日誌への記入の際に出勤している必要があるのですが、記入が可能かどうか、教えてください。 （在宅勤務が多い場合、他の人に依頼する等の代替方法があるか）
その他
Q7. 前回からオフィスに変更点があれば、教えてください。
Q8. 調査全般について、ご懸念の点などがあれば、教えてください。

表 C-3 調査前ヒアリングの記録

2021 年調査前ヒアリング							
建物	調査内容	アンケート調査			室内環境実測		その他
ID	Q1. 調査内容 アンケートと実測 の協力が可能か	Q2. 調査対象 前回と大体同様の 対象に調査可能か	Q3. 対象規模 前回と大体同様の 人数に調査可能か	Q4. 配布形式 Google Forms か Excel のどちらか	Q5. 設置場所 前回と大体同様の 場所に設置可能か	Q6. 出社状況 実測用日誌への 記入は可能か	Q7. オフィスの変更点 オフィスに大きな変更点があれば、 教えてください。
A	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
B	可能	可能	可能	Excel	可能	可能	・フリーアドレスに変更
C	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
D	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
E	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
F	可能	可能	可能	Excel	可能	可能	-
G	可能	可能	可能	Excel	可能	可能	-
H	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
I	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
J	可能	可能	フロア移転に 伴い増加	Google Forms	フロア移転の ため移動	可能	・フロア移転
K	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
L	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	・パーティションが増加
M	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	・フレックス制を導入
N	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-

(つづく)

表 C-3 調査前ヒアリングの記録（つづき）

2021 年調査前ヒアリング							
建物	調査内容	アンケート調査			室内環境実測		その他
ID	Q1. 調査内容 アンケートと実測 の協力が可能か	Q2. 調査対象 前回と大体同様の 対象に調査可能か	Q3. 対象規模 前回と大体同様の 人数に調査可能か	Q4. 配布形式 Google Forms か Excel のどちらか	Q5. 設置場所 前回と大体同様の 場所に設置可能か	Q6. 出社状況 実測用日誌への 記入は可能か	Q7. オフィスの変更点 オフィスに大きな変更点があれば、 教えてください。
O	アンケート のみ	可能	可能	Google Forms	-	-	-
P	可能	可能	可能	Google Forms	フリーアドレ スのため移動	可能	・フリーアドレスに変更
Q	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	・緑化
R	可能	可能	可能	Excel	可能	可能	-
S	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	・オンライン会議用のディス プレイが増加
T	可能	可能	3 部署から 4 部署に増加	Excel	可能	可能	・フリーアドレスに変更
U	可能	可能	可能	Excel	可能	可能	-
V	アンケート のみ	可能	可能	Google Forms	-	-	-

(つづく)

表 C-3 調査前ヒアリングの記録（つづき）

2023 年調査前ヒアリング							
建物	調査内容	アンケート調査			室内環境実測		その他
ID	Q1. 調査内容 アンケートと実測 の協力が可能か	Q2. 調査対象 前回と大体同様の 対象に調査可能か	Q3. 対象規模 前回と大体同様の 人数に調査可能か	Q4. 配布形式 Google Forms か Excel のどちらか	Q5. 設置場所 前回と大体同様の 場所に設置可能か	Q6. 出社状況 実測用日誌への 記入は可能か	Q7. オフィスの変更点 オフィスに大きな変更点があれば、 教えてください。
A	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	・ 在室人数が 50%程度増加
B	可能	可能	可能	Excel	可能	可能	・ 隣接した部屋に移動
C	可能	可能	移転に伴い 3 割程度減少	Google Forms	移転のため 移動	可能	・ 移転
D	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	・ 空調の一部が自動制御から 手動制御に変更 ・ 執務エリアに渡り廊下を増設 ・ 超音波加湿器（卓上型） を使用
E	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
F	可能	可能	可能	Excel	可能	可能	-
G	可能	可能	可能	Excel	可能	可能	-
H	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
I	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
J	改装工事の ため調査なし	-	-	-	-	-	・ 調査期間中に改装工事を実施

（つづく）

表 C-3 調査前ヒアリングの記録（つづき）

2023 年調査前ヒアリング							
建物	調査内容	アンケート調査			室内環境実測		その他
ID	Q1. 調査内容 アンケートと実測 の協力が可能か	Q2. 調査対象 前回と大体同様の 対象に調査可能か	Q3. 対象規模 前回と大体同様の 人数に調査可能か	Q4. 配布形式 Google Forms か Excel のどちらか	Q5. 設置場所 前回と大体同様の 場所に設置可能か	Q6. 出社状況 実測用日誌への 記入は可能か	Q7. オフィスの変更点 オフィスに大きな変更点があれば、 教えてください。
K	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	・レイアウトを変更 ・観葉植物を増加 ・窓を高断熱ガラスに変更
L	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
M	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
N	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
O	アンケート のみ	可能	可能	Google Forms	-	-	-
P	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
Q	可能	可能	可能	Google Forms	可動式フリー アドレスのた め移動	可能	・他の調査と時期が被るため、 オフィスに人の出入りあり ・可動式フリーアドレスに変更
R	可能	可能	可能	Excel	可能	可能	-
S	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	・床のタイルカーペットを 全て変更

（つづく）

表 C-3 調査前ヒアリングの記録（つづき）

2023 年調査前ヒアリング							
建物	調査内容	アンケート調査			室内環境実測		その他
ID	Q1. 調査内容 アンケートと実測 の協力が可能か	Q2. 調査対象 前回と大体同様の 対象に調査可能か	Q3. 対象規模 前回と大体同様の 人数に調査可能か	Q4. 配布形式 Google Forms か Excel のどちらか	Q5. 設置場所 前回と大体同様の 場所に設置可能か	Q6. 出社状況 実測用日誌への 記入は可能か	Q7. オフィスの変更点 オフィスに大きな変更点があれば、 教えてください。
T	可能	可能	可能	Excel	執務室の移転 のため移動	可能	・間に廊下を挟んで反対側の 執務室に移動
U	可能	可能	可能	Excel	可能	可能	・出入り口付近のブローアーを 撤去
V	アンケート のみ	可能	可能	Excel	-	-	-
2024 年調査前ヒアリング							
建物	調査内容	アンケート調査			室内環境実測		その他
ID	Q1. 調査内容 アンケートと実測 の協力が可能か	Q2. 調査対象 前回と大体同様の 対象に調査可能か	Q3. 対象規模 前回と大体同様の 人数に調査可能か	Q4. 配布形式 Google Forms か Excel のどちらか	Q5. 設置場所 前回と大体同様の 場所に設置可能か	Q6. 出社状況 実測用日誌への 記入は可能か	Q7. オフィスの変更点 オフィスに大きな変更点があれば、 教えてください。
A	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
B	可能	可能	可能	Excel	可能	可能	-
C	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-

(つづく)

表 C-3 調査前ヒアリングの記録（つづき）

2024 年調査前ヒアリング							
建物	調査内容	アンケート調査			室内環境実測		その他
ID	Q1. 調査内容 アンケートと実測 の協力が可能か	Q2. 調査対象 前回と大体同様の 対象に調査可能か	Q3. 対象規模 前回と大体同様の 人数に調査可能か	Q4. 配布形式 Google Forms か Excel のどちらか	Q5. 設置場所 前回と大体同様の 場所に設置可能か	Q6. 出社状況 実測用日誌への 記入は可能か	Q7. オフィスの変更点 オフィスに大きな変更点があれば、 教えてください。
D	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	・フリーアドレスの取り組み ・超音波加湿器（卓上型） を使用
E	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
F	可能	可能	可能	Excel	可能	可能	-
G	可能	可能	可能	Excel	可能	可能	-
H	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
I	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
J	可能	可能	可能	Google Forms	レイアウト変 更のため移動	可能	・レイアウトを変更
K	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
L	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	・超音波加湿器（床置き型） を使用
M	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
N	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	・パーティションを撤去

（つづく）

表 C-3 調査前ヒアリングの記録（つづき）

2024 年調査前ヒアリング							
建物	調査内容	アンケート調査			室内環境実測		その他
ID	Q1. 調査内容 アンケートと実測 の協力が可能か	Q2. 調査対象 前回と大体同様の 対象に調査可能か	Q3. 対象規模 前回と大体同様の 人数に調査可能か	Q4. 配布形式 Google Forms か Excel のどちらか	Q5. 設置場所 前回と大体同様の 場所に設置可能か	Q6. 出社状況 実測用日誌への 記入は可能か	Q7. オフィスの変更点 オフィスに大きな変更点があれば、 教えてください。
O	アンケート のみ	可能	可能	Google Forms	-	-	-
P	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	-
Q	可能	可能	可能	Google Forms	可能	可能	・レイアウトを変更
R	可能	可能	可能	Excel	可能	可能	-
S	災害対応の ため調査なし	-	-	-	-	-	-
T	可能	可能	可能	Excel	可能	可能	-
U	可能	可能	可能	Excel	可能	可能	-
V	アンケート のみ	可能	可能	Excel	可能	可能	・調査期間中、ABW 化の工事 のため、別の建物での勤務

表 C-4 調査後ヒアリングの記録

2021 年調査後ヒアリング	
建物 ID: B	
実施日:	2022 年 7 月 19 日
実施方法:	メールでのヒヤリング
質問内容:	2020 年と 2021 年の調査の間に、循環空調用のフィルタを「プレフィルタ+中・高性能フィルタ」から「プレフィルタ」に変更したか教えてください。
理由:	2021 年調査でエアフィルタの交換は「実施していない」と回答されたが、2020 年と 2021 年の調査時でエアフィルタの性能が異なっている。
結果:	「プレフィルタ+中・高性能フィルタ」から「プレフィルタ」には変更していなかった。
建物 ID: C	
実施日:	
実施方法:	オンラインでのヒヤリング
質問内容:	2020 年調査時と比較して、2021 年調査時における CO ₂ 濃度が高いが、その原因として考えられる要因について教えてください。
理由:	CO ₂ 濃度増加の原因が、日誌日誌から得られる情報（窓開けの頻度・在室人数）からは判断できないため。
結果:	平日の 12 時と 15 時にチャイムが鳴り数分間の窓開け、それ以外は別の部屋で常時窓開けを行っていた。よって、外気温によって窓開けを行う時間の長さや程度に差があったことが原因かと思われる。
建物 ID: D	
実施日:	
実施方法:	オンラインでのヒヤリング
質問内容:	2021 年調査時において、室内の PM _{2.5} の発生源について教えてください。
理由:	2021 年調査時、室内 PM _{2.5} 濃度が高い値となっていたが、その原因が特定できないため。
結果:	卓上型の超音波加湿器を使用していた。
2021 年調査後ヒアリング	
建物 ID: K	
実施日:	2022 年 7 月 19 日
実施方法:	メールでのヒヤリング

(つづく)

表 C-4 調査後ヒヤリングの記録（つづき）

建物 ID: K	
質問内容:	2020 年と 2021 年の調査の間に、循環空調用のフィルタを「プレフィルタ+中・高性能フィルタ」から「プレフィルタ」に変更したか教えてください。
理由:	2021 年調査でエアフィルタの交換は「実施していない」と回答されたが、2020 年と 2021 年の調査時でエアフィルタの性能が異なっている。
結果:	「プレフィルタ+中・高性能フィルタ」から「プレフィルタ」には変更していなかった。
建物 ID: Q	
実施日:	2022 年 7 月 19 日
実施方法:	メールでのヒヤリング
質問内容:	2021 年調査前にオフィスを「緑化していた」とのことでしたが、可能な範囲で緑化の内容について教えてください。 (例 1) 観葉植物を室内に複数配置 (例 2) 植物フィルタに機械的に空気を通過させるシステムを導入
理由:	「緑化」の空気質への影響を判断するため。
結果:	観葉植物を座席上に複数配置した。空気質への影響は小さいと思われる。
建物 ID: S	
実施日:	2022 年 7 月 19 日
実施方法:	メールでのヒヤリング
質問内容:	2021 年調査時の循環空調用および外気導入部のエアフィルタは「なし」で間違いはないか教えてください。
理由:	2020 年調査時には循環空調用および外気導入部は「プレフィルタ」と回答されているが、2021 年調査時には「なし」と回答されているため。
結果:	2020 年と 2021 年の調査時ともに、循環空調用は「プレフィルタ」、外気導入部は「なし」でした。

付録 D. アルデヒド・VOC のサンプリング結果

表 D-1 アルデヒド・VOC のサンプリング結果 (単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

建物 ID	サンプリング 時期	ホルムアル デヒド	アセトアル デヒド	トルエン	キシレン	エチルベンゼン	スチレン	パラジクロロベンゼン	テトラデカ ン
A	2021 年 11~12 月	-	-	3.7	6.9	4.8	< LOD	6.3	45.9
	2023 年 7~8 月	186.6	167.0	4.3	8.0	5.6	< LOD	7.3	53.3
	2024 年 1~2 月	9.6	14.7	6.0	4.2	5.7	< LOD	4.0	19.9
B	2021 年 11~12 月	-	-	1.6	1.0	1.3	0.1	0.9	23.8
	2023 年 7~8 月	29.4	25.9	0.8	0.9	1.0	0.3	0.5	9.7
	2024 年 1~2 月	4.9	8.6	3.8	1.6	1.3	0.8	0.7	2.2
C	2021 年 11~12 月	-	-	5.5	1.7	2.9	< LOD	< LOD	14.1
	2023 年 7~8 月	30.1	30.2	2.2	1.2	0.9	< LOD	< LOD	19.3
	2024 年 1~2 月	9.1	13.0	4.8	1.3	0.7	< LOD	2.0	4.5
D	2021 年 11~12 月	-	-	1.6	0.9	0.9	< LOD	0.3	3.1
	2023 年 7~8 月	18.9	24.0	0.9	0.7	0.6	< LOD	< LOD	14.0
	2024 年 1~2 月	5.7	10.5	2.2	0.5	0.9	< LOD	< LOD	13.7
E	2021 年 11~12 月	-	-	1.4	0.5	0.5	< LOD	0.1	2.3
	2023 年 7~8 月	21.1	26.4	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.6
	2024 年 1~2 月	7.7	20.7	1.9	1.4	1.1	< LOD	0.6	5.5
F	2021 年 11~12 月	-	-	2.3	0.9	0.8	< LOD	0.4	0.6
	2023 年 7~8 月	30.8	25.1	1.1	1.3	0.8	0.6	< LOD	12.5

(つづく)

表D-1 (つづき)

建物 ID	サンプリング 時期	ホルムアル デヒド	アセトアル デヒド	トルエン	キシレン	エチルベン ゼン	スチレン	パラジクロ ロベンゼン	テトラデカ ン
F	2024年1~2月	13.1	18.6	3.8	0.8	2.0	< LOD	0.5	4.9
G	2021年11~12月	-	-	1.7	1.1	0.9	< LOD	0.6	45.4
	2023年7~8月	30.5	31.3	1.4	1.0	0.9	< LOD	< LOD	16.9
	2024年1~2月	22.9	37.3	2.1	1.8	2.2	< LOD	< LOD	0.5
H	2021年11~12月	-	-	10.4	1.5	4.1	< LOD	< LOD	7.0
	2023年7~8月	34.2	30.8	1.4	1.0	0.9	< LOD	0.6	17.5
	2024年1~2月	10.7	13.9	3.9	2.1	1.5	< LOD	0.5	3.7
I	2021年11~12月	-	-	1.4	0.5	0.7	< LOD	0.3	3.5
	2023年7~8月	28.1	27.2	< LOD	0.6	0.4	< LOD	< LOD	< LOD
	2024年1~2月	5.1	8.1	0.6	0.3	0.5	< LOD	0.5	0.4
J	2021年11~12月	-	-	-	-	-	-	-	-
	2023年7~8月	-	-	-	-	-	-	-	-
	2024年1~2月	18.0	29.3	2.6	2.0	2.8	1.3	< LOD	7.0
K	2021年11~12月	-	-	1.7	1.8	2.2	< LOD	0.5	45.0
	2023年7~8月	98.4	56.4	2.8	4.3	5.8	< LOD	0.7	< LOD
	2024年1~2月	11.0	10.8	3.9	2.2	1.9	< LOD	2.1	3.3
L	2021年11~12月	-	-	2.9	1.1	1.1	< LOD	0.1	5.5
	2023年7~8月	62.6	47.7	1.8	1.3	0.5	< LOD	< LOD	22.0

(つづく)

表D-1 (つづき)

建物 ID	サンプリング 時期	ホルムアル デヒド	アセトアル デヒド	トルエン	キシレン	エチルベン ゼン	スチレン	パラジクロ ロベンゼン	テトラデカ ン
L	2024年1~2月	31.4	27.0	5.3	1.1	0.6	0.4	0.6	6.9
M	2021年11~12月	-	-	1.6	1.0	0.9	< LOD	0.6	8.0
	2023年7~8月	30.1	35.4	0.9	0.7	0.4	< LOD	< LOD	17.6
	2024年1~2月	5.5	10.2	2.0	1.6	1.0	< LOD	0.8	2.9
N	2021年11~12月	-	-	1.2	0.7	0.6	< LOD	0.3	6.6
	2023年7~8月	26.9	29.4	1.0	1.0	1.1	< LOD	1.0	18.4
	2024年1~2月	6.7	11.3	7.9	2.0	2.8	< LOD	< LOD	14.7
O	2021年11~12月	-	-	-	-	-	-	-	-
	2023年7~8月	-	-	-	-	-	-	-	-
	2024年1~2月	-	-	-	-	-	-	-	-
P	2021年11~12月	-	-	3.3	3.8	0.3	< LOD	< LOD	15.5
	2023年7~8月	26.5	27.6	1.4	0.7	0.8	< LOD	1.0	20.7
	2024年1~2月	11.3	16.2	2.7	0.7	1.4	< LOD	0.5	9.4
Q	2021年11~12月	-	-	0.7	0.6	0.6	0.2	0.1	18.6
	2023年7~8月	15.7	19.4	1.6	0.3	0.4	0.3	0.8	9.7
	2024年1~2月	6.0	11.3	2.3	1.0	1.1	< LOD	0.8	9.2
R	2021年11~12月	-	-	1.9	1.1	1.2	< LOD	0.4	3.7
	2023年7~8月	35.5	34.8	1.2	0.9	0.9	0.9	0.8	28.8

(つづく)

表D-1 (つづき)

建物ID	サンプリング時期	ホルムアルデヒド	アセトアルデヒド	トルエン	キシレン	エチルベンゼン	スチレン	パラジクロロベンゼン	テトラデカン
R	2024年1~2月	9.4	12.9	0.9	0.9	0.6	< LOD	< LOD	8.7
S	2021年11~12月	-	-	1.5	1.2	0.8	< LOD	0.9	29.8
	2023年7~8月	21.8	30.9	1.0	0.8	0.7	0.9	< LOD	18.1
	2024年1~2月	-	-	-	-	-	-	-	-
T	2021年11~12月	-	-	1.0	0.7	0.4	< LOD	< LOD	19.8
	2023年7~8月	23.2	43.2	0.9	1.3	0.8	< LOD	1.4	5.2
	2024年1~2月	6.9	14.0	1.6	1.4	1.4	< LOD	1.2	4.3
U	2021年11~12月	-	-	1.8	1.4	1.3	< LOD	< LOD	5.4
	2023年7~8月	31.5	27.1	2.4	5.8	7.2	3.4	< LOD	26.7
	2024年1~2月	7.6	10.1	3.6	8.8	11.0	< LOD	1.7	20.7

※ LODは検出限界濃度を示す。厚生労働省による室内空气中化学物質の室内濃度指針値は、ホルムアルデヒドが $\leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、アセトアルデヒドが $\leq 48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、トルエンが $\leq 260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、キシレンが $\leq 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、エチルベンゼンが $\leq 3800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、スチレンが $\leq 220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、パラジクロロベンゼンが $\leq 240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、テトラデカンが $\leq 330 \mu\text{g}/\text{m}^3$ である。

付録 E. 補助分析の結果

表 E-1 With コロナの温熱・空気環境と温熱環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細

(A) 2020 年 11~12 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}				多変量モデル ^{注2)}		
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET ²	[°C ²]	-0.153	(-0.272, -0.034)	0.020	-0.136	(-0.229, -0.042)	0.011
SET	[°C]	8.262	(1.909, 14.615)	0.019	6.796	(2.217, 11.374)	0.009
CO ₂ 濃度	[ppm]	-0.001	(-0.004, 0.002)	0.476	-0.001	(-0.003, 0.002)	0.602
PM _{2.5} 質量濃度	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	-0.132	(-0.253, -0.011)	0.047	-0.125	(-0.229, -0.020)	0.033
執務者レベル変数							
性別							
男性 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
女性	-	-0.596	(-0.835, -0.357)	0.000	-0.535	(-0.792, -0.278)	0.000
年代							
30 歳代未満 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
30 歳代	-	-0.143	(-0.382, 0.095)	0.239	-0.033	(-0.344, 0.278)	0.834
40 歳代	-	-0.103	(-0.343, 0.137)	0.401	-0.002	(-0.323, 0.320)	0.992
50 歳代	-	0.313	(0.091, 0.536)	0.006	0.278	(-0.034, 0.589)	0.081
60 歳代以上	-	0.308	(-0.105, 0.722)	0.144	0.285	(-0.190, 0.760)	0.240
業務内容							

(つづく)

表 E-1 With コロナの温熱・空気環境と温熱環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細（つづき）

(A) 2020 年 11~12 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
執務者レベル変数							
技術系以外（参考）	-	-	-	-	-	-	-
技術系	-	0.207	(-0.076, 0.491)	0.152	0.177	(-0.107, 0.460)	0.223
オフィス勤務日数							
1 日/週（参考）	-	-	-	-	-	-	-
2 日/週	-	-0.114	(-0.463, 0.235)	0.522	-0.618	(-1.107, -0.129)	0.014
3 日/週	-	-0.016	(-0.319, 0.287)	0.919	-0.635	(-1.119, -0.152)	0.010
4 日/週	-	0.077	(-0.210, 0.364)	0.599	-0.551	(-1.033, -0.069)	0.025
5 日/週	-	-0.191	(-0.449, 0.068)	0.149	-0.737	(-1.200, -0.273)	0.002
(B) 2021 年 11~12 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET ²	[°C ²]	0.001	(-0.003, 0.005)	0.616	-0.141	(-0.359, 0.077)	0.223
SET	[°C]	0.057	(-0.157, 0.271)	0.608	7.012	(-3.831, 17.856)	0.224
CO ₂ 濃度	[ppm]	0.000	(-0.002, 0.003)	0.787	0.000	(-0.003, 0.002)	0.855
PM _{2.5} 質量濃度	[μg/m ³]	-0.123	(-0.241, -0.004)	0.061	-0.152	(-0.280, -0.023)	0.036

(つづく)

表 E-1 With コロナの温熱・空気環境と温熱環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細（つづき）

(B) 2021 年 11~12 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
執務者レベル変数							
性別							
男性（参考）	-	-	-	-	-	-	-
女性	-	-0.406	(-0.703, -0.109)	0.008	-0.316	(-0.628, -0.005)	0.047
年代							
30 歳代未満（参考）	-	-	-	-	-	-	-
30 歳代	-	-0.083	(-0.363, 0.198)	0.563	0.134	(-0.231, 0.498)	0.473
40 歳代	-	0.070	(-0.213, 0.353)	0.626	0.243	(-0.137, 0.623)	0.211
50 歳代	-	0.243	(-0.016, 0.501)	0.066	0.332	(-0.032, 0.697)	0.075
60 歳代以上	-	-0.140	(-0.755, 0.474)	0.655	0.026	(-0.647, 0.698)	0.941
業務内容							
技術系以外（参考）	-	-	-	-	-	-	-
技術系	-	0.214	(-0.134, 0.562)	0.229	0.134	(-0.219, 0.487)	0.458
オフィス勤務日数							
1 日/週（参考）	-	-	-	-	-	-	-
2 日/週	-	-0.098	(-0.534, 0.338)	0.659	-0.420	(-1.097, 0.257)	0.224
3 日/週	-	-0.379	(-0.802, 0.045)	0.081	-0.668	(-1.385, 0.048)	0.068

(つづく)

表 E-1 With コロナの温熱・空気環境と温熱環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細（つづき）

(B) 2021 年 11~12 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
執務者レベル変数							
4 日/週	-	0.221	(-0.136, 0.579)	0.226	-0.248	(-0.947, 0.451)	0.487
5 日/週	-	-0.024	(-0.333, 0.285)	0.880	-0.375	(-1.036, 0.285)	0.266

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

表 E-2 PM_{2.5} 濃度の I/O 比を投入した場合の With コロナの温熱・空気環境と温熱環境満足度に関するマルチレベル分析の結果

(A) 2020 年 11~12 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET ²	[°C ²]	-0.153	(-0.272, -0.034)	0.020	-0.089	(-0.180, 0.003)	0.075
SET	[°C]	8.262	(1.909, 14.615)	0.019	4.482	(-0.040, 9.005)	0.069
CO ₂ 濃度	[ppm]	-0.001	(-0.004, 0.002)	0.476	-0.001	(-0.004, 0.001)	0.251
PM _{2.5} 質量濃度の I/O 比	[μg/m ³]	-1.005	(-1.686, -0.323)	0.010	-0.738	(-1.372, -0.103)	0.039
(B) 2021 年 11~12 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET ²	[°C ²]	0.001	(-0.003, 0.005)	0.616	-0.160	(-0.395, 0.076)	0.203
SET	[°C]	0.057	(-0.157, 0.271)	0.608	7.996	(-3.747, 19.739)	0.200
CO ₂ 濃度	[ppm]	0.000	(-0.002, 0.003)	0.787	-0.000	(-0.003, 0.002)	0.773
PM _{2.5} 質量濃度の I/O 比	[μg/m ³]	-0.471	(-1.086, 0.144)	0.155	-0.640	(-1.286, 0.005)	0.073

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

表 E-3 With コロナの温熱・空気環境と空気環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細

(A) 2020 年 11~12 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET	[°C]	-0.214	(-0.452, 0.024)	0.093	-0.145	(-0.371, 0.082)	0.228
CO ₂ 濃度	[ppm]	-0.004	(-0.007, -0.001)	0.012	-0.003	(-0.006, 0.000)	0.088
PM _{2.5} 質量濃度	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	-0.130	(-0.275, 0.015)	0.095	-0.137	(-0.266, -0.009)	0.052
執務者レベル変数							
性別							
男性 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
女性	-	-0.722	(-0.937, -0.508)	0.000	-0.637	(-0.867, -0.406)	0.000
年代							
30 歳代未満 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
30 歳代	-	-0.050	(-0.267, 0.166)	0.649	-0.053	(-0.332, 0.226)	0.709
40 歳代	-	-0.078	(-0.296, 0.140)	0.483	-0.044	(-0.332, 0.245)	0.766
50 歳代	-	0.140	(-0.062, 0.343)	0.175	0.079	(-0.200, 0.359)	0.578
60 歳代以上	-	0.373	(-0.002, 0.748)	0.052	0.240	(-0.186, 0.666)	0.270
業務内容							
技術系以外 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
技術系	-	0.232	(-0.023, 0.487)	0.075	0.156	(-0.098, 0.410)	0.229

(つづく)

表 E-3 With コロナの温熱・空気環境と空気環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細（つづき）

(A) 2020 年 11~12 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
	β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p	
執務者レベル変数							
オフィス勤務日数							
1 日/週 (参考)	-	-	-	-	-	-	
2 日/週	-	-0.013	(-0.330, 0.304)	0.937	-0.288	(-0.727, 0.151)	0.199
3 日/週	-	0.125	(-0.150, 0.400)	0.373	-0.176	(-0.610, 0.258)	0.428
4 日/週	-	0.065	(-0.196, 0.325)	0.626	-0.261	(-0.693, 0.171)	0.237
5 日/週	-	-0.207	(-0.442, 0.027)	0.083	-0.350	(-0.766, 0.067)	0.100
(B) 2021 年 11~12 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
	β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p	
オフィスレベル変数							
SET	[°C]	-0.069	(-0.259, 0.121)	0.486	-0.139	(-0.291, 0.013)	0.105
CO ₂ 濃度	[ppm]	-0.001	(-0.003, 0.001)	0.404	-0.001	(-0.003, 0.001)	0.193
PM _{2.5} 質量濃度	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	-0.138	(-0.241, -0.035)	0.019	-0.177	(-0.266, -0.087)	0.003
執務者レベル変数							
性別							
男性 (参考)	-	-	-	-	-	-	

(つづく)

表 E-3 With コロナの温熱・空気環境と空気環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細（つづき）

(B) 2021 年 11~12 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
執務者レベル変数							
女性	-	-0.375	(-0.616, -0.133)	0.003	-0.286	(-0.540, -0.031)	0.028
年代							
30 歳代未満 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
30 歳代	-	0.040	(-0.189, 0.269)	0.732	0.177	(-0.120, 0.474)	0.243
40 歳代	-	-0.033	(-0.263, 0.198)	0.782	0.099	(-0.211, 0.409)	0.533
50 歳代	-	0.094	(-0.117, 0.305)	0.383	0.176	(-0.121, 0.474)	0.246
60 歳代以上	-	0.242	(-0.259, 0.742)	0.345	0.318	(-0.231, 0.866)	0.257
業務内容							
技術系以外 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
技術系	-	0.271	(-0.012, 0.554)	0.061	0.225	(-0.063, 0.513)	0.126
オフィス勤務日数							
1 日/週 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
2 日/週	-	0.122	(-0.234, 0.477)	0.503	0.108	(-0.444, 0.660)	0.702
3 日/週	-	-0.283	(-0.628, 0.063)	0.109	-0.208	(-0.793, 0.376)	0.485
4 日/週	-	0.123	(-0.169, 0.414)	0.410	0.084	(-0.486, 0.655)	0.772
5 日/週	-	-0.005	(-0.257, 0.247)	0.969	0.025	(-0.514, 0.564)	0.928

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

表 E-4 PM_{2.5} 濃度の I/O 比を投入した場合の With コロナの温熱・空気環境と空気環境満足度に関するマルチレベル分析の結果

(A) 2020 年 11~12 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET	[°C]	-0.214	(-0.452, 0.024)	0.093	-0.159	(-0.385, 0.067)	0.188
CO ₂ 濃度	[ppm]	-0.004	(-0.007, -0.001)	0.012	-0.003	(-0.006, 0.000)	0.055
PM _{2.5} 質量濃度の I/O 比	[μg/m ³]	-0.615	(-1.520, 0.290)	0.198	-0.873	(-1.654, -0.093)	0.043
(B) 2021 年 11~12 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET	[°C]	-0.069	(-0.259, 0.121)	0.486	-0.069	(-0.235, 0.096)	0.426
CO ₂ 濃度	[ppm]	-0.001	(-0.003, 0.001)	0.404	-0.001	(-0.003, 0.001)	0.211
PM _{2.5} 質量濃度 I/O 比	[μg/m ³]	-0.625	(-1.145, -0.106)	0.034	-0.714	(-1.184, -0.243)	0.012

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

表 E-5 After コロナ初期の温熱・空気環境と温熱環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細

説明変数	単変量モデル			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET	[°C]	-0.253	(-0.472, -0.034)	0.035	-0.239	(-0.454, -0.025)	0.042
CO ₂ 濃度	[ppm]	0.000	(-0.001, 0.002)	0.680	0.000	(-0.001, 0.002)	0.829
PM _{2.5} 質量濃度	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	-0.059	(-0.172, 0.055)	0.321	-0.045	(-0.143, 0.054)	0.387
執務者レベル変数							
性別							
男性 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
女性	-	-0.471	(-0.810, -0.131)	0.007	-0.424	(-0.778, -0.070)	0.019
年代							
30 歳代未満 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
30 歳代	-	-0.363	(-0.717, -0.009)	0.045	-0.142	(-0.621, 0.338)	0.563
40 歳代	-	-0.013	(-0.353, 0.328)	0.942	0.029	(-0.448, 0.507)	0.904
50 歳代	-	0.273	(-0.056, 0.603)	0.105	0.246	(-0.237, 0.728)	0.319
60 歳代以上	-	0.429	(-0.141, 0.999)	0.141	0.397	(-0.294, 1.089)	0.261
業務内容							
技術系以外 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
技術系	-	-0.263	(-0.659, 0.134)	0.195	-0.280	(-0.683, 0.122)	0.173
オフィス勤務日数							

(つづく)

表 E-5 After コロナ初期の温熱・空気環境と温熱環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細（つづき）

説明変数	単変量モデル			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
執務者レベル変数							
1日/週（参考）	-	-	-	-	-	-	-
2日/週	-	0.316	(-0.347, 0.980)	0.351	0.136	(-0.674, 0.945)	0.742
3日/週	-	-0.560	(-1.085, -0.034)	0.038	-0.692	(-1.474, 0.090)	0.084
4日/週	-	-0.031	(-0.519, 0.457)	0.901	-0.177	(-0.971, 0.616)	0.661
5日/週		0.152	(-0.250, 0.554)	0.459	-0.139	(-0.868, 0.591)	0.710

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

表 E-6 After コロナ初期の温熱・空気環境と空気環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細

説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET	[°C]	-0.047	(-0.259, 0.165)	0.672	-0.035	(-0.209, 0.139)	0.701
CO ₂ 濃度	[ppm]	-0.001	(-0.003, 0.000)	0.178	-0.001	(-0.002, 0.000)	0.111
PM _{2.5} 質量濃度	[μg/m ³]	-0.102	(-0.185, -0.018)	0.032	-0.103	(-0.184, -0.023)	0.024
執務者レベル変数							
性別							
男性 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
女性	-	-0.493	(-0.765, -0.220)	0.000	-0.443	(-0.725, -0.161)	0.002
年代							
30 歳代未満 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
30 歳代	-	-0.226	(-0.513, 0.060)	0.122	-0.130	(-0.512, 0.252)	0.505
40 歳代	-	-0.019	(-0.294, 0.256)	0.892	-0.078	(-0.459, 0.302)	0.688
50 歳代	-	0.191	(-0.076, 0.458)	0.161	0.073	(-0.311, 0.457)	0.710
60 歳代以上	-	-0.039	(-0.501, 0.423)	0.868	-0.086	(-0.637, 0.465)	0.759
業務内容							
技術系以外 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
技術系	-	0.194	(-0.127, 0.514)	0.237	0.102	(-0.219, 0.422)	0.535
オフィス勤務日数							

(つづく)

表 E-6 After コロナ初期の温熱・空気環境と空気環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細（つづき）

説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
執務者レベル変数							
1日/週（参考）	-	-	-	-	-	-	-
2日/週	-	0.595	(0.063, 1.128)	0.029	0.508	(-0.137, 1.153)	0.123
3日/週	-	-0.392	(-0.818, 0.033)	0.072	-0.360	(-0.983, 0.264)	0.259
4日/週	-	-0.499	(-0.889, -0.108)	0.013	-0.400	(-1.032, 0.232)	0.216
5日/週		0.364	(0.041, 0.687)	0.028	0.095	(-0.486, 0.676)	0.748

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

表 E-7 PM_{2.5} 濃度の I/O 比を投入した場合の After コロナ初期の温熱・空気環境と温熱環境満足度に関するマルチレベル分析の結果

説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET	[°C]	-0.253	(-0.472, -0.034)	0.035	-0.240	(-0.455, -0.026)	0.041
CO ₂ 濃度	[ppm]	0.000	(-0.001, 0.002)	0.680	0.000	(-0.001, 0.002)	0.824
PM _{2.5} 質量濃度	[μg/m ³]	-0.625	(-1.853, 0.603)	0.331	-0.481	(-1.550, 0.588)	0.389

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

表 E-8 PM_{2.5} 濃度の I/O 比を投入した場合の After コロナ初期の温熱・空気環境と温熱環境満足度に関するマルチレベル分析の結果

説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET	[°C]	-0.047	(-0.259, 0.165)	0.672	-0.037	(-0.213, 0.139)	0.683
CO ₂ 濃度	[ppm]	-0.001	(-0.003, 0.000)	0.178	-0.001	(-0.002, 0.000)	0.116
PM _{2.5} 質量濃度	[μg/m ³]	-1.108	(-2.020, -0.196)	0.031	-1.118	(-1.994, -0.242)	0.024

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

表 E-9 After コロナの温熱・空気環境と温熱環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細

(A) 2023 年 7~8 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET (平均)	[°C]	-0.261	(-0.481, -0.041)	0.031	-0.278	(-0.506, -0.051)	0.027
SET (標準偏差)	[°C]	0.088	(-0.545, 0.722)	0.788	-0.230	(-0.887, 0.426)	0.499
CO ₂ 濃度 (平均)	[ppm]	0.000	(-0.001, 0.002)	0.633	-0.000	(-0.002, 0.002)	0.948
PM _{2.5} 質量濃度 (平均)	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	-0.056	(-0.170, 0.059)	0.354	-0.051	(-0.152, 0.050)	0.339
執務者レベル変数							
性別							
男性 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
女性	-	-0.484	(-0.823, -0.144)	0.006	-0.430	(-0.784, -0.077)	0.018
年代							
30 歳代未満 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
30 歳代	-	-0.377	(-0.731, -0.023)	0.038	-0.151	(-0.630, 0.328)	0.537
40 歳代	-	-0.020	(-0.360, 0.320)	0.908	0.025	(-0.452, 0.502)	0.919
50 歳代	-	0.276	(-0.054, 0.606)	0.102	0.246	(-0.236, 0.72)	0.318
60 歳代以上	-	0.494	(-0.082, 1.070)	0.094	0.457	(-0.239, 1.153)	0.199
業務内容							
技術系以外 (参考)	-	-	-	-	-	-	-

(つづく)

表 E-9 After コロナの温熱・空気環境と温熱環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細（つづき）

(A) 2023 年 7~8 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
執務者レベル変数							
技術系	-	-0.265	(-0.661, 0.132)	0.192	-0.278	(-0.680, 0.125)	0.177
オフィス勤務日数							
1 日/週 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
2 日/週	-	0.299	(-0.364, 0.963)	0.377	0.126	(-0.682, 0.935)	0.760
3 日/週	-	-0.532	(-1.064, 0.001)	0.051	-0.667	(-1.451, 0.117)	0.096
4 日/週	-	-0.043	(-0.531, 0.444)	0.862	-0.186	(-0.978, 0.607)	0.647
5 日/週	-	0.144	(-0.260, 0.548)	0.485	-0.140	(-0.869, 0.588)	0.706
(B) 2024 年 1~2 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET (平均)	[°C]	0.012	(-0.309, 0.332)	0.944	0.061	(-0.190, 0.311)	0.644
SET (標準偏差)	[°C]	-0.767	(-1.330, -0.204)	0.017	-0.893	(-1.428, -0.358)	0.006
CO ₂ 濃度 (平均)	[ppm]	-0.001	(-0.003, 0.002)	0.612	-0.002	(-0.004, 0.000)	0.133
PM _{2.5} 質量濃度 (平均)	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.031	(-0.134, 0.196)	0.719	0.013	(-0.119, 0.145)	0.845

(つづく)

表 E-9 After コロナの温熱・空気環境と温熱環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細（つづき）

(B) 2024 年 1~2 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
執務者レベル変数							
性別							
男性（参考）	-	-	-	-	-	-	-
女性	-	-0.616	(-0.910, -0.322)	0.000	-0.587	(-0.895, -0.280)	0.000
年代							
30 歳代未満（参考）	-	-	-	-	-	-	-
30 歳代	-	-0.237	(-0.506, 0.032)	0.085	-0.139	(-0.493, 0.214)	0.441
40 歳代	-	0.127	(-0.156, 0.409)	0.380	0.110	(-0.262, 0.481)	0.562
50 歳代	-	0.219	(-0.048, 0.486)	0.109	0.104	(-0.263, 0.472)	0.577
60 歳代以上	-	0.001	(-0.447, 0.449)	0.997	-0.059	(-0.572, 0.455)	0.823
業務内容							
技術系以外（参考）	-	-	-	-	-	-	-
技術系	-	-0.142	(-0.481, 0.197)	0.412	-0.202	(-0.541, 0.138)	0.245
オフィス勤務日数							
1 日/週（参考）	-	-	-	-	-	-	-
2 日/週	-	0.735	(0.139, 1.332)	0.016	0.492	(-0.331, 1.315)	0.242
3 日/週	-	-0.339	(-0.756, 0.077)	0.111	-0.374	(-1.086, 0.339)	0.305

(つづく)

表 E-9 After コロナの温熱・空気環境と温熱環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細（つづき）

(B) 2024 年 1~2 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
執務者レベル変数							
4 日/週	-	-0.137	(-0.460, 0.186)	0.407	-0.265	(-0.955, 0.425)	0.452
5 日/週	-	0.101	(-0.183, 0.384)	0.487	-0.108	(-0.773, 0.558)	0.751

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

表 E-10 PM_{2.5} 濃度の I/O 比を投入した場合の After コロナの温熱・空気環境と温熱環境満足度に関するマルチレベル分析の結果

(A) 2023 年 7~8 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET (平均)	[°C]	-0.261	(-0.481, -0.041)	0.031	-0.282	(-0.510, -0.054)	0.026
SET (標準偏差)	[°C]	0.088	(-0.545, 0.722)	0.788	-0.248	(-0.914, 0.418)	0.473
CO ₂ 濃度 (平均)	[ppm]	0.000	(-0.001, 0.002)	0.633	-0.000	(-0.002, 0.002)	0.932
PM _{2.5} 質量濃度 (平均)	[μg/m ³]	-0.591	(-1.831, 0.648)	0.361	-0.574	(-1.681, 0.533)	0.324
(B) 2024 年 1~2 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET (平均)	[°C]	0.012	(-0.309, 0.332)	0.944	0.056	(-0.190, 0.303)	0.662
SET (標準偏差)	[°C]	-0.767	(-1.330, -0.204)	0.017	-0.893	(-1.432, -0.354)	0.006
CO ₂ 濃度 (平均)	[ppm]	-0.001	(-0.003, 0.001)	0.612	-0.002	(-0.004, 0.000)	0.134
PM _{2.5} 質量濃度 (平均)	[μg/m ³]	0.284	(-1.021, 1.588)	0.673	0.087	(-0.997, 1.171)	0.877

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

表 E-11 After コロナの温熱・空気環境と空気環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細

(A) 2023 年 7~8 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET (平均)	[°C]	-0.057	(-0.265, 0.151)	0.599	-0.061	(-0.246, 0.124)	0.530
SET (標準偏差)	[°C]	0.260	(-0.258, 0.779)	0.337	-0.124	(-0.656, 0.409)	0.655
CO ₂ 濃度 (平均)	[ppm]	-0.001	(-0.002, 0.000)	0.209	-0.001	(-0.002, 0.000)	0.127
PM _{2.5} 質量濃度 (平均)	[μg/m ³]	-0.097	(-0.180, -0.015)	0.037	-0.104	(-0.186, -0.022)	0.028
執務者レベル変数							
性別							
男性 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
女性	-	-0.508	(-0.779, -0.237)	0.000	-0.450	(-0.731, -0.169)	0.002
年代							
30 歳代未満 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
30 歳代	-	-0.242	(-0.528, 0.043)	0.097	-0.142	(-0.522, 0.239)	0.466
40 歳代	-	-0.028	(-0.302, 0.246)	0.843	-0.084	(-0.463, 0.295)	0.664
50 歳代	-	0.194	(-0.071, 0.460)	0.153	0.073	(-0.309, 0.456)	0.707
60 歳代以上	-	0.022	(-0.444, 0.487)	0.928	-0.030	(-0.583, 0.523)	0.915
業務内容							
技術系以外 (参考)	-	-	-	-	-	-	-

(つづく)

表 E-11 After コロナの温熱・空気環境と空気環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細（つづき）

(A) 2023 年 7~8 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
執務者レベル変数							
技術系	-	0.192	(-0.127, 0.510)	0.240	0.104	(-0.215, 0.423)	0.524
オフィス勤務日数							
1 日/週 (参考)	-	-	-	-	-	-	-
2 日/週	-	0.576	(0.045, 1.107)	0.034	0.497	(-0.145, 1.138)	0.130
3 日/週	-	-0.352	(-0.781, 0.077)	0.109	-0.326	(-0.948, 0.297)	0.306
4 日/週	-	-0.513	(-0.902, -0.125)	0.010	-0.410	(-1.039, 0.219)	0.203
5 日/週	-	0.356	(0.033, 0.678)	0.031	0.091	(-0.488, 0.669)	0.758
(B) 2024 年 1~2 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET (平均)	[°C]	-0.110	(-0.363, 0.144)	0.412	-0.130	(-0.331, 0.071)	0.225
SET (標準偏差)	[°C]	-0.502	(-0.971, -0.032)	0.055	-0.575	(-1.006, -0.144)	0.018
CO ₂ 濃度 (平均)	[ppm]	0.000	(-0.002, 0.002)	0.862	-0.000	(-0.002, 0.001)	0.740
PM _{2.5} 質量濃度 (平均)	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	-0.100	(-0.229, 0.030)	0.147	-0.130	(-0.237, -0.024)	0.027

(つづく)

表 E-11 After コロナの温熱・空気環境と空気環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細（つづき）

(B) 2024 年 1~2 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
執務者レベル変数							
性別							
男性（参考）	-	-	-	-	-	-	-
女性	-	-0.704	(-0.956, -0.453)	0.000	-0.673	(-0.937, -0.408)	0.000
年代							
30 歳代未満（参考）	-	-	-	-	-	-	-
30 歳代	-	-0.104	(-0.338, 0.129)	0.381	0.002	(-0.301, 0.306)	0.988
40 歳代	-	-0.148	(-0.392, 0.096)	0.236	-0.064	(-0.383, 0.255)	0.696
50 歳代	-	0.298	(0.068, 0.529)	0.012	0.187	(-0.129, 0.502)	0.247
60 歳代以上	-	0.247	(-0.140, 0.634)	0.212	0.169	(-0.272, 0.610)	0.452
業務内容							
技術系以外（参考）	-	-	-	-	-	-	-
技術系	-	-0.106	(-0.399, 0.188)	0.481	-0.186	(-0.478, 0.106)	0.212
オフィス勤務日数							
1 日/週（参考）	-	-	-	-	-	-	-
2 日/週	-	0.279	(-0.240, 0.797)	0.293	0.041	(-0.667, 0.748)	0.910
3 日/週	-	-0.152	(-0.514, 0.209)	0.409	-0.219	(-0.831, 0.394)	0.485

(つづく)

表 E-11 After コロナの温熱・空気環境と空気環境満足度に関するマルチレベル分析の結果の詳細（つづき）

(B) 2024 年 1~2 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
執務者レベル変数							
4 日/週	-	0.029	(-0.251, 0.309)	0.841	-0.163	(-0.756, 0.431)	0.592
5 日/週	-	-0.012	(-0.258, 0.234)	0.924	-0.182	(-0.754, 0.390)	0.534

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

表 E-12 PM_{2.5} 濃度の I/O 比を投入した場合の After コロナの温熱・空気環境と空気環境満足度に関するマルチレベル分析の結果

(A) 2023 年 7~8 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET (平均)	[°C]	-0.057	(-0.265, 0.151)	0.599	-0.068	(-0.254, 0.119)	0.488
SET (標準偏差)	[°C]	0.260	(-0.258, 0.779)	0.337	-0.157	(-0.700, 0.387)	0.580
CO ₂ 濃度 (平均)	[ppm]	-0.001	(-0.002, 0.000)	0.209	-0.001	(-0.003, 0.000)	0.120
PM _{2.5} 濃度の I/O 比 (平均)	[-]	-1.066	(-1.972, -0.159)	0.036	-1.156	(-2.063, -0.249)	0.026
(B) 2024 年 1~2 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
SET (平均)	[°C]	-0.110	(-0.363, 0.144)	0.412	-0.097	(-0.282, 0.089)	0.328
SET (標準偏差)	[°C]	-0.502	(-0.971, -0.033)	0.055	-0.611	(-1.023, -0.199)	0.010
CO ₂ 濃度 (平均)	[ppm]	0.000	(-0.002, 0.002)	0.862	-0.000	(-0.002, 0.001)	0.864
PM _{2.5} 濃度の I/O 比 (平均)	[-]	-0.967	(-1.983, 0.049)	0.072	-1.245	(-2.094, -0.396)	0.008

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

表 E-13 相対湿度を投入した場合の After コロナの温熱・空気環境と空気環境満足度に関するマルチレベル分析の結果

(A) 2023 年 7~8 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
相対湿度	[%]	-0.026	(-0.058, 0.005)	0.120	-0.007	(-0.039, 0.026)	0.692
CO ₂ 濃度	[ppm]	-0.001	(-0.002, 0.000)	0.209	-0.001	(-0.002, 0.001)	0.247
PM _{2.5} 質量濃度の I/O 比	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	-0.097	(-0.180, -0.015)	0.037	-0.093	(-0.181, -0.005)	0.055
(B) 2024 年 1~2 月							
説明変数	単変量モデル ^{注1)}			多変量モデル ^{注2)}			
		β	(95%CI)	p	β	(95%CI)	p
オフィスレベル変数							
相対湿度	[%]	0.016	(-0.001, 0.032)	0.089	0.018	(0.002, 0.034)	0.047
CO ₂ 濃度	[ppm]	0.000	(-0.002, 0.002)	0.862	-0.000	(-0.002, 0.002)	0.827
PM _{2.5} 質量濃度 I/O 比	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	-0.100	(-0.229, 0.030)	0.147	-0.104	(-0.214, 0.006)	0.087

注1) 単変量モデルには、各説明変数を個別に投入した。

注2) 多変量モデルは、執務者レベル変数である性別、年代、業務内容（技術系か否か）、オフィス勤務日数で調整した。

研究業績

【審査論文】

1. Wataru Umishio, Naoki Kagi, Ryo Asaoka, Motoya Hayashi, Takao Sawachi, Takahiro Ueno. Work productivity in the office and at home during the COVID-19 pandemic: A cross-sectional analysis of office workers in Japan, *Indoor Air*, Wiley, Volume 32, Issue 1, 12913, Jan. 2022. <https://doi.org/10.1111/ina.12913>
2. 浅岡凌, 海塩渉, 鍵直樹, 林基哉, 澤地孝男, 上野貴広: 新型コロナウイルス感染症蔓延時のオフィスにおける室内環境質の実態 (その1): 室内環境の2時点比較および感染症対策との関連, *日本建築学会環境系論文集*, Vol. 88, No. 808, pp. 547-555, 2023.6. <https://doi.org/10.3130/aije.88.547> → 本論文の第3章に相当
3. 浅岡凌, 海塩渉, 鍵直樹, 林基哉, 澤地孝男, 上野貴広: 新型コロナウイルス感染症蔓延時のオフィスにおける室内環境質の実態 (その2): 2020年と2021年における室内環境と環境満足度の関連, *日本建築学会環境系論文集*, Vol. 89, No. 817, pp. 135-140, 2024.3. <https://doi.org/10.3130/aije.89.135> → 本論文の第4章に相当
4. Ryo Asaoka, Wataru Umishio, Naoki Kagi, Motoya Hayashi, Takao Sawachi, Takahiro Ueno: Office environments and worker satisfaction with thermal and air environments during and after the COVID-19 pandemic in Japan, *Building and Environment*, Vol. 268, 112349, 2025.1. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.112349> → 本論文の第4章に相当

【国際会議口頭発表】

1. Wataru Umishio, Naoki Kagi, Ryo Asaoka, Motoya Hayashi, Takao Sawachi, Takahiro Ueno. Association between productivity and satisfaction with office/home environment during the COVID-19 pandemic in Japan, *Healthy Buildings America 2021*, Jan. 2022.
2. Ryo Asaoka, Wataru Umishio, Naoki Kagi, Motoya Hayashi, Takao Sawachi, Takahiro Ueno: Environmental measurements of indoor air quality in offices with various infection countermeasures during the COVID-19 pandemic, *The 11th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation and Energy Conservation in Buildings*, 2023.5.

【国内会議口頭発表】

1. 浅岡凌, 海塩渉, 鍵直樹, 林基哉, 澤地孝男, 上野貴広: With COVID-19のオフィスの室内環境実測および空調設備・維持管理の実態調査, *空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集*, pp. 61-64, 2021.9.
2. 海塩渉, 鍵直樹, 浅岡凌, 林基哉, 澤地孝男, 上野貴広: With COVID-19下の働き方・オフィス環境・エネルギーの実態調査, *2021年日本建築学会学術講演梗概集(東海)*, pp.

1235-1238, 2021.9.

3. 海塩渉, 鍵直樹, 浅岡凌, 林基哉, 澤地孝男, 上野貴広: With COVID-19 のオフィスにおける室内環境と電力消費量の実態, 2021 年室内環境学会学術大会講演要旨集, pp. 112-113, 2021.12.
4. 浅岡凌, 海塩渉, 鍵直樹, 林基哉, 澤地孝男, 上野貴広: 実態調査による With COVID-19 の職場環境における執務者の環境満足度, 2021 年室内環境学会学術大会講演要旨集, pp. 188-189, 2021.12.
5. 浅岡凌, 海塩渉, 鍵直樹, 林基哉, 澤地孝男, 上野貴広: With COVID-19 におけるオフィスの室内環境と環境満足度の実態調査, 第 49 回建築物環境衛生管理全国大会抄録集, pp. 112-113, 2022.1.
6. 浅岡凌, 鍵直樹, 海塩渉, 林基哉, 澤地孝男, 上野貴広: 建築物における在室人数および室内 CO₂ 濃度による PM_{2.5} 濃度の推定, 第 39 回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集, pp. 79-81, 2022.4.
7. 浅岡凌, 海塩渉, 鍵直樹, 林基哉, 澤地孝男, 上野貴広: 新型コロナウイルス感染症蔓延時のオフィスにおける感染症対策と執務者の満足度, 2022 年室内環境学会学術大会講演要旨集, pp. 144-145, 2022.12.
8. 浅岡凌, 海塩渉, 鍵直樹, 林基哉, 澤地孝男, 上野貴広: 夏季のオフィスにおける多種の環境要因に対する知覚と空気質満足度との関連, 2023 年室内環境学会学術大会講演要旨集, pp. 202-203, 2023.11.
9. 浅岡凌, 海塩渉, 鍵直樹, 林基哉, 澤地孝男, 上野貴広: With/After コロナのオフィスビルにおける室内環境の実態, 第 57 回空気調和・冷凍連合講演会講演論文集, pp. 156-159, 2024.4.
10. 浅岡凌, 海塩渉, 鍵直樹, 林基哉, 澤地孝男, 上野貴広: アフターコロナのオフィス環境と環境満足度に関する季節的差異の検討, 2024 年室内環境学会学術大会講演要旨集, pp. 331-332, 2024.11.

謝 辞

本研究を進めるにあたり、数多くの方々からご指導とご支援を賜りましたことに、心より感謝申し上げます。

東京科学大学教授 鍵直樹先生には、修士課程から博士課程に至るまで、5年間にわたり懇切丁寧にご指導を賜りました。また、建築構造系の研究室から移動してきた私を温かく迎え入れてくださり、建築環境工学分野の研究の面白さと意義をご教授いただきました。研究活動に専念できる環境を整えてくださり、他では得られない貴重な経験を数多く積むことができました。先生のご指導とご鞭撻に深く感謝申し上げます。

同大学助教 海塩渉先生には、研究上のご相談に対し、常に親身になってご対応いただきました。同じ研究室で活動する中で、先生の真摯な姿勢に触れ、私自身も日々研究に取り組むモチベーションを高めることができました。先生からの多くの貴重なアドバイスと激励に支えられたことを深く感謝申し上げます。

東京科学大学准教授 湯浅和博先生、浅輪貴史先生、大風翼先生、沖拓弥先生には、学位審査論文に関して貴重なご指摘とご助言を賜りました。丁寧なご指導により、本研究の質を向上し、博士論文の完成度を高めることができました。おかげさまで、より深い洞察を得ることができましたこと、感謝申し上げます。

本研究は、一般財団法人住宅・建築 SDGs 推進センター (IBECs) に設置された「住宅・非住宅建築物の省エネルギー・脱炭素・室内環境のための技術体系に関する研究—実証データに基づく技術開発プロジェクト (フェーズ 6・7) —ポスト COVID-19 における空調・換気・通風計画のあり方検討委員会」の一環として実施しました。本委員会に参画する学識者の皆様、企業の皆様および調査にご協力いただいた皆様に謝意を表します。

一般財団法人住宅・建築 SDGs 推進センター (IBECs) の青木正諭様、今井聡子様ならびに元 IBECs の松尾啓一には、調査を進める過程で数多くのご支援をいただきました。新型コロナウイルス蔓延時という困難な時期にもかかわらず、貴重なデータを収集する機会を得ることができました。多大なご支援に、心より感謝申し上げます。

北海道大学教授 林基哉先生、国立研究開発法人建築研究所理事長 澤地孝男先生、北九州市立大学准教授 上野貴広先生には、本研究に関する貴重なご助言をいただきました。大変貴重なご助言により、本研究の質を一層高めることができたことに感謝申し上げます。

国立保健医療科学院の金勲先生には、化学物質の分析でお力添えをいただきました。おかげさまで、本研究を進めることができたことに感謝申し上げます。

東京科学大学鍵研究室の学生の皆様にも研究活動や研究室生活をあらゆる面で支えていただきました。皆様の支えがあったからこそ、本研究に取り組むことができましたことを、深く感謝申し上げます。

社会人学生である近藤恒佑さん（既卒）、長谷川巖さん（既卒）、山田容子さん、柳博通さん、佐伯寅彦さんには、ゼミを通して、貴重なご助言をいただきました。

同じ博士課程の学生である Park Sang In さん（既卒）、Zeng Jing さん、石旭龍さんからは、ゼミを通して、いつも研究のモチベーションをいただきました。

先輩である古谷めぶきさん（既卒）、相川実穂さん（既卒）、土子あみ（既卒）、堀内七海さん（既卒）、綿寛子さん（既卒）、Shen Yiyao さん（既卒）には、研究室生活に関する多くのことを学びました。

同級生である石井良平さん（既卒）、戸梶涼子さん（既卒）には、研究に関する多くの相談に乗っていただきました。

後輩である椎名幹太さん（既卒）、高橋洋太さん（既卒）、野口七虹さん（既卒）、Liu Minqi さん（既卒）、阿部葵葉さん（既卒）、芳賀恭平さん（既卒）、富田怜さん（既卒）、方朝華さん、飯沼海さん、平澤匠さん、山本愛理さん、長野真優さん、渡邊紘加さん（既卒）、若林碧生さん、周宣宜さん、金澤創さん、山下賢志さんには、研究生生活の中で数多くのご支援をいただきました。

研究室の学生の皆様のおかげで、充実した研究室生活を送ることができました。この場を借りて御礼申し上げます。

最後に、私を支えてくれた家族に対して、心から感謝の意を表します。研究に専念することができたのは、家族の理解と支援があったからです。どんな時も励まし、支え続けてくれた家族に、この場を借りて感謝申し上げます。

本研究を纏めることができたのは、多くの方々のご支援とご指導の賜物です。今後もこの感謝の気持ちを行動で示し、研究に邁進していく所存です。

2024年2月末日 浅岡凌

