

200840007A

平成20年度厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)

建築物の衛生的環境の維持管理に関する研究

総括研究報告書

研究代表者 小畑 美知夫

平成21(2009)年3月

建築物の衛生的環境の維持管理に関する研究

総括研究報告書

目 次

I. 研究の背景と目的	1
II. 研究課題	2
III. 研究組織	2
IV. 研究成果	5
IV-1 特定建築物以外の居住環境の維持管理に関する調査研究	5
IV-1-1 小規模建築物における居住環境の維持管理に関する研究	5
1. 研究目的	5
2. 小規模建築物における衛生環境の実測調査	5
2.1 測定概要	5
2.1.1 施設の概要	5
2.1.2 測定項目と方法	7
2.2 移動測定	7
2.2.1 温度・湿度	7
2.2.2 気流	9
2.2.3 浮遊粉じん濃度	9
2.2.4 一酸化炭素, 二酸化炭素濃度	10
2.2.5 ホルムアルデヒド度	11
2.3 定点連続測定結果	11
2.4 微生物の測定結果	15
2.4.1 浮遊細菌	15
2.4.2 浮遊真菌	15
2.4.3 浮遊微生物粒子	17
2.5 化学物質濃度	18
2.5.1 各指針値に対する評価	18
2.5.2 夏期との比較	19
2.5.3 換気回数との関係	20
3. 結論	22

IV-1-2 地下街における環境衛生に関する研究	23
1. 研究目的	23
2. 地下街の定義と環境衛生上の課題	23
2.1 地下街の定義	24
2.2 環境衛生上の課題	27
2.3 まとめ	34
3. 地下街における環境衛生の実測調査	36
3.1 方法	36
3.1.1 対象施設の概要	36
3.1.2 測定項目と方法	36
3.2 移動測定及び水質調査結果	38
3.2.1 空気環境	38
3.2.2 水質調査	39
3.2.3 まとめ	40
3.3 定点連続測定結果	40
3.4 微生物の測定結果	44
3.4.1 室内定点連続測定	44
3.4.2 屋外定点測定	46
3.4.3 室内移動測定	46
3.4.4 まとめ	47
3.5 化学物質濃度	48
3.6 廃棄物管理と清掃の現状	49
3.6.1 調査内容	49
3.6.2 調査方法	49
3.6.3 調査結果	49
3.6.4 まとめ	53
3.7 聞き取り調査及び立入検査	54
3.7.1 聞き取り調査	54
3.7.2 立入検査	58
4. ねずみ・昆虫の種族と特徴	60
5. 地下街の管理の現状と課題	61
5.1 施設の概要	61
5.2 設備の概要	62
5.3 維持管理について	63
5.4 まとめ	64
6. 結論	65
IV-1-3 まとめ	71
付録 病院と社会福祉施設の維持管理マニュアル	73

IV-2 建築物環境衛生管理技術者の実態に関する調査研究	1 1 8
IV-2-1 建築物環境衛生管理技術者に関する調査研究	1 1 8
1. 研究目的	1 1 8
2. 建築物環境衛生管理技術者の資格の使用実態について	1 1 8
2.1 管理技術者の推定実態数	1 1 8
2.2 管理技術者の推定実態数と資格使用の現状	1 2 0
2.3 管理技術者等の資格の適正使用に関するシステムの構築	1 2 1
3. 管理技術者の資質の向上について	1 2 4
3.1 資質の向上に関する状況	1 2 4
3.2 再講習会等の構築	1 2 6
4. 管理技術者の活用方法	1 2 7
4.1 立入検査における管理技術者の活用について	1 2 7
4.2 病院・社会福祉施設における管理技術者の活用について	1 2 9
5. 建築物衛生法と不動産の証券化について	1 3 3
5.1 不動産の証券化と維持管理契約形態	1 3 3
5.2 建築物衛生法第3条2号に基づく指導についての各自治体での対応	1 3 4
6. まとめ	1 3 6
7. 提言	1 3 9
IV-2-2 特定建築物における維持管理権原等に関する調査	1 4 0
1. 研究目的と背景	1 4 0
2. 調査方法	1 4 0
3. アンケート調査	1 4 0
3.1 調査概要	1 4 0
3.2 アンケートの回収状況	1 4 1
3.3 調査結果	1 4 1
3.3.1 建築物の属性	1 4 1
3.3.2 特定建築物の管理体系	1 4 3
3.3.3 テナントの賃貸部分の維持管理形態	1 4 4
3.3.4 テナントの管理基準遵守義務等	1 4 7
3.3.5 テナントの賃貸部分の維持管理上の問題点	1 4 8
3.3.6 維持管理を外部委託する際の登録業者の活用	1 4 8
3.3.7 衛生確保のための使用者・利用者への協力	1 4 9
4. ヒアリング調査	1 5 0
4.1 調査概要	1 5 0
4.2 結果	1 5 0
5. まとめ	1 5 4
6. 今後の課題	1 5 9

4.5 維持管理チェックシート	.....	2 1 3
5. 建築物の雑用水・給湯設備の維持管理マニュアル		
策定への提言と課題	.....	2 1 6
6. 個別空調設備の維持管理に関する調査研究	.....	2 1 9
6.1 研究目的	.....	2 1 9
6.2 調査方法	.....	2 1 9
6.2.1 調査対象ビルの概要	.....	2 1 9
6.2.2 調査方法	.....	2 2 0
6.3 結果	.....	2 2 3
6.3.1 2008年冷房期の調査	.....	2 2 3
6.3.2 2009年暖房期の測定結果	.....	2 2 7
6.4 考察	.....	2 3 2
6.5 まとめ	.....	2 3 2
7. 総括	.....	2 3 3
IV-4 全体のまとめ	.....	2 3 5

研究要旨

本調査研究は、施設や設備のハード面及びそれらを管理する技術者等の人的ソフト面から、建築物の衛生的環境の維持管理における現状と課題を明らかにするため、以下の3課題について調査研究を実施した。

（1）特定建築物以外の建築物における維持管理

病院、社会福祉施設は東京都の維持管理マニュアルを基本として実態調査により得られた知見等を追加した。小規模建築物は前年度に調査した5ビルを対象に、暖房期の空気環境について実態調査を行った。1 地下街において病院などと同様な手法により空気環境や水質検査および施設の現場検査等を実施した。

小規模建築物は、冬季の低湿度やCO₂濃度の基準値超過の傾向などを把握した。また、今回の調査対象地下街では、良好な維持管理がなされていたが、聞き取り調査によりねずみ対策には苦慮しているという実態が明らかとなった。

（2）建築物衛生法に基づく建築物環境衛生管理技術者（以下、管理技術者）の実態

現在までの管理技術者の免状取得延べ人数は95,632名であるが、実働人数は65,581名で、これから免状を使用している人数を引くと19,922名は免状を使用していないと推定した。免状の適正使用や用途拡大の可能性検討にあたり免状取得者のデータベースの構築が必要である。また、1つの建物が複数の維持管理業者と契約している実態や不動産証券化により契約形態が複雑化していることが確認されるとともに地方自治体への不動産証券化に関するヒアリングを実施した。権原者を確認できない事例が実際にあり、法制度面からの対策が必要である。

（3）建築物の雑用水・給湯設備、個別空調設備における維持管理

局所式給湯設備の水質実態調査等を行った。その結果、一部の施設でレジオネラ属菌の検出や鉛の基準超過が見られた。また、従属栄養細菌は、*Methlobacteriumu*等が同定された。これら局所式給湯設備は維持管理面を考慮しない設置方法の問題が明らかとなった。

本調査結果と昨年度の研究成果をもとに、雑用水設備および給湯設備の設計・施工・維持管理上のポイントを取りまとめ、設計者・施工者・維持管理者がそれぞれ考慮すべき項目を整理し、共有できるチェックシートを作成し、併せてフロー図を示した。これらを踏まえ施設管理者が理解できる維持管理マニュアル（チェックリスト）（案）を作成した。

同一施設の冷房期において、個別空調設備のフィルタに付着している細菌と真菌を測定したところ、冬期より夏期の方が多く季節間の差が見られた。また、中央式と同様に空調機内のブドウ球菌の付着量が顕著に多く定期的な清掃を含めた維持管理の重要性を確認した。

I. 研究の背景と目的

1. 特定建築物以外の居住環境の維持管理に関する調査研究

建築物衛生法の対象となる特定建築物の環境衛生管理については、建築物衛生法第4条第2項において、「空気環境の調整、給水及び排水の管理、清掃、ねずみ、昆虫等の防除その他環境衛生上良好な状態を維持するのに必要な措置について定めるものとする」と規定している。

一方、特定建築物以外の建築物は法第4条第3項により、特定建築物に準じた維持管理を行うことが求められている。しかし、これら特定建築物以外の建築物は建築物環境衛生管理技術者の選任義務が無く、また、衛生行政による立入検査も行われなため、その環境実態あるいは設備等の維持管理実態は必ずしも明らかとなっていない。

そこで特定建築物以外の建築物である医療施設、社会福祉施設、集合住宅、小規模建築物、地下街における維持管理に関して実態調査を主とした現状把握を行い、問題点の整理を行った上で、維持管理方法の提言等を行う。

2. 建築物環境衛生管理技術者の実態に関する調査研究

建築物衛生法第6条により特定建築物の所有者等は建築物環境衛生管理技術者(以下「管理技術者」という)を選任する必要がある。平成19年度末で特定建築物の届出数は39,964棟に対して管理技術者の免状取得延べ人数は約95,600人となっている。過去にも厚生労働科学研究等において「管理技術者のあり方」等の調査研究がいくつか行われており、管理技術者の実態ならびに生涯教育・資質の向上に関する方法等は検討されてきた。しかし、現在は、REIT等の不動産証券化の広まりなどにより、ビルの所有と経営の形態は非常に多様且つ複雑な形態を取るようになってきており、行政が維持管理権原者を把握出来ないという問題が生じている。そこで、本研究では今までの研究で得られた知見ならびに提案・問題点を総括的に整理し、今後の管理技術者の有効的な活用方法あるいは管理技術者と維持管理権原者の双方のあり方などについて方策を検討し具体的な提案を行う。

3. 建築物の雑用水・給湯設備、個別空調設備における

維持管理に関する調査研究

平成14年度の建築物衛生法関係政省令の改正により、雑用水に関する衛生上必要な措置等として用途別の水質基準や検査頻度が定められた。また、給湯水は水道水と同様の水質基準確保が義務づけられ、貯湯槽の清掃や供給設備の点検及び補修等の衛生的な管理が求められている。しかし、平成17年度の東京都の報告によれば、これら設備における維持管理の実施についての不適率は給湯で63%、雑用水で37%と高率であり、建築物環境衛生管理技術者らへの維持管理の周知徹底が求められている。また、個別空調設備を含めてこれら設備の維持管理に関する具体的な方法等あるいは水質が不適であった場合の具体的な改善策が提言されていないことから、政省令改正以後の給湯水・雑用水・個別空調設備における維持管理状況や水質などの実態について調査し、適正な維持管理方法を提言するための知見を収集する。

II. 研究課題

3 課題に対して、今年度は以下の項目を実施した。

(1) 特定建築物以外の居住環境の維持管理に関する調査研究

- ①小規模建築物における暖房期の空気環境調査
- ②地下街における環境衛生状況の実測調査と文献調査
- ③病院、社会福祉施設の維持管理マニュアルの作成

(2) 建築物環境衛生管理技術者の実態に関する調査研究

- ①管理技術者に関する既存文献の整理と解析
- ②地方自治体に対する不動産証券化に伴う諸問題の聞き取り調査

(3) 建築物の雑用水・給湯設備、個別空調設備における維持管理に関する調査研究

- ①局所式給湯設備における水質等維持管理状況の実態調査
- ②雑用水設備等における処理システムごとの維持管理上の留意点や検査項目のまとめおよび提案
- ③個別式空調設備の実態調査（空気環境、フィルターやコイル周辺の微生物汚染状況）

III. 研究組織

本研究の目的を達成するために、「建築物の衛生的環境の維持管理に関する研究委員会」（研究代表者：小畑美知夫；(財)ビル管理教育センター研究指導員）を設置した。また、3 課題に対応する表 2～5 の研究部会を設置して具体的な方針を決定し、調査・研究を実施した。

表 1 建築物の衛生的環境の維持管理に関する研究委員会

	氏 名	所属及び役職
研究代表者	小 畑 美知夫	(財)ビル管理教育センター研究指導員
研究分担者	池 田 耕 一	(元) 国立保健医療科学院建築衛生部部長
〃	鎌 田 元 康	神奈川大学工学部建築学科教授

表2 特定建築物以外の居住環境の維持管理に関する調査研究部会

	氏名	所属及び役職
部会長	池田 耕一	(元) 国立保健医療科学院建築衛生部部長
委員	東 賢一	近畿大学医学部環境医学・行動科学教室助教
"	鍵 直樹	国立保健医療科学院建築衛生部都市環境室室長
"	岸 正	(株) 環境管理総合研究所取締役専務理事
"	金子 岳夫	東京都中央区保健所日本橋保健センター 環境衛生総括主査
"	谷川 力	イカリ消毒(株) 技術研究所所長
"	西村 直也	芝浦工業大学工学部建築学科准教授
"	養島 稔	東京都健康安全研究センター広域監視部 建築物監視指導課課長補佐
"	柳 宇	国立保健医療科学院建築衛生部建築物衛生室室長
研究協力者	坂本 裕昭	八重洲地下街(株) 施設部施設管理グループ部長
"	山崎 和生	(株) 西原衛生工業所技術部付部長

表3 建築物環境衛生管理技術者に関する調査研究部会

	氏名	所属及び役職
部会長	大高 道也	(財) ビル管理教育センター常任参事
委員	小畑 美知夫	(財) ビル管理教育センター研究指導員
"	興膳 慶三	(社) 全国ビルメンテナンス協会常務理事
"	瀬川 昌輝	(株) 昌平不動産総合研究所代表取締役 (社) 東京ビルディング協会監事
"	古橋 秀夫	東京美装興業(株) 常務取締役
"	柳 宇	国立保健医療科学院建築衛生部建築物衛生室室長

表4 特定建築物における維持管理権原等に関する調査部会

	氏名	所属及び役職
部会長	三橋 博巳	日本大学理工学部建築学科教授
委員	猪股 徳臣	社団法人日本ビルディング協会連合会理事
"	河村 守康	社団法人日本ビルディング協会連合会監事
"	小林 茂彦	三菱地所(株)ビル管理企画部副長
"	瀬川 昌輝	社団法人日本ビルディング協会連合会 (社団法人東京ビルディング協会理事)

表5 建築物の雑用水・給湯設備，個別空調設備における維持管理に関する調査研究部会

	氏名	所属及び役職
部会長	鎌田 元康	神奈川大学工学部建築学科教授
委員	大塚 雅之	関東学院大学工学部建築学科教授
〃	大廻 和彦	一般社団法人日本空調システム クリーニング協会会長
〃	新村 浩一	三機工業（株）技術開発本部研究開発部主任
〃	柳 宇	国立保健医療科学院建築衛生部建築物衛生室室長
〃	山崎 和生	（株）西原衛生工業所技術部付部長

事務局 大高道也，齊藤秀樹，齋藤敬子，鎌倉良太，杉山順一
 （財）ビル管理教育センター 調査研究部
 高柳 保 （財）ビル管理教育センター（IV-2-2）

IV. 研究成果

IV-1 特定建築物以外の居住環境の維持管理に関する調査研究

IV-1-1 小規模建築物における居住環境の維持管理に関する研究

1. 研究目的

延床面積が 3,000 m²未満の小規模建築物は、建築物衛生法第 4 条第 3 項に維持管理に関する努力義務が規定されてはいるが、法的規制ではないため特定建築物とは異なった維持管理状況となっていることが懸念される。

平成 19 年度に行った冷房期の調査では建築物衛生法に則した空気環境、水質、貯水槽等の施設の現場調査を行い、特に二酸化炭素(CO₂)が測定点の 50%で超過しているという問題が明らかになった。今年度は季節別による室内環境の差を把握するために、同じ建物で暖房期の空気環境測定を実施し、総合的に小規模建築物の衛生的環境について検討を行い、その問題点を抽出する。

2. 小規模建築物における衛生環境の実測調査

2.1 測定概要

2.1.1 施設の概要

①測定概要および測定日程

調査対象建物として、昨年度の冷房期に行ったものと同じ建物、場所において測定を実施した。測定概要および測定日程を表 2-1-1 に示す。連続測定として各建物 1 か所及び移動測定として連続測定場所を含め他の階の計 3 ヶ所で行った。測定は 12 月に行い、各建物では暖房モードで運転していた。なお、建物 A の全ての測定地点において前回測定時より、什器の配置換え、室内の改修及びテナントの変更が行われており、室内の状況が異なっていた。その他の建物については、変更はなかった。

表 2-1-1 測定概要および測定日程

施設名	所在地	竣工[年]	延べ床面積[m ²]	主用途	規模	連続測定	移動測定	外気測定	調査日	天候
A	文京区	1,975	2,700	事務所	B1~5F	2F	2,4,1F	駐車場	2007/10/3	曇り
									2008/12/8	晴れ後曇り
B	文京区	1,981	2,900	事務所	3F	2F	2,3F	駐車場	2007/10/5	晴れ
									2008/12/9	曇り
C	新宿区	1,983	940	倉庫	8F	7F	7,8,6F	倉庫	2007/10/11	曇り
									2008/12/15	晴れ
D	千代田区	1,986	2,600	事務所	8F	5F	5,4,3F	駐車場	2007/10/12	曇り
									2008/12/17	雨
E	中央区	1,961	2,300	事務所	1~8F	8F	8,3,2F	玄関前	2007/10/19	曇り
									2008/12/19	晴れ

②測定対象室の概要

測定対象室の概要を表 2-1-2 に、各施設の測定室の空調設備概要は表 2-1-3 に示す。建物 A, B, C については、各階に外調機を有しており、居室内に空気を送り込み、廊下等から還気する方式である。建物 D は、全熱交換器が部屋についているが、電源の入っている箇所と入っていない箇所があった。建物 E については、空調機としての換気設備はなく、排気用の換気扇又はトイレからの排気のみであった。

表 2-1-2 各ビルの測定室概要

測定場所		床面積(m ²)	天井高(m)	容積(m ³)	喫煙室の有無 (喫煙室面積)
A	下階 (1F)	135.9	2.7	366.9	有 (8.17m ²)
	中階 (2F [*])	182.4	2.5	456.0	無
	上階 (4F)	248.5	2.5	621.3	無
B	下階 (2F [*])	392.8	2.4	942.7	無
	上階 (3F)	278.8	2.4	669.1	無
C	下階 (6F)	253.4	2.4	608.2	無
	中階 (7F [*])	251.2	2.4	602.9	無
	上階 (8F)	86.3	2.4	207.1	無
D	下階 (3F [*])	289.4	2.65	766.9	無
	中階 (4F)	289.4	2.65	766.9	無
	上階 (5F)	289.4	2.65	766.9	無
E	下階 (2F)	175.3	2.5	438.3	無
	中階 (3F)	175.3	2.5	438.3	無
	上階 (8F [*])	175.3	2.5	438.3	無

* : 定点連続測定場所

表 2-1-3 測定室の空調設備概要

測定場所	設計給気量(SA) [m ³ /h]	設計外気量(OA) [m ³ /h]	空調方式	フィルタ	加湿器	測定場所の 換気種類	
A	下階(1F)	—	—	温熱 : OAHU 換気 : OAHU	NoData NoData	— —	第二種換気
	中階(2F [*])	4080	320	温熱 : OAHU 換気 : OAHU	NoData NoData	— —	第二種換気
	上階(4F)	—	—	温熱 : OAHU 換気 : OAHU	NoData NoData	— —	第二種換気
B	下階(2F [*])	3360	3360	温熱 : PAC 換気 : OAHU	— 高性能フィルタ (比色法65%)	— 加湿器7.1L/h	第二種換気
	上階(3F)	—	—	温熱 : PAC 換気 : OAHU	— 高性能フィルタ (比色法65%)	— 加湿器7.1L/h	第二種換気
C	下階(6F)	NoData	NoData	温熱 : PAC 換気 : OAHU	NoData NoData	— NoData	第二種換気
	中階(7F [*])	NoData	NoData	温熱 : PAC 換気 : OAHU	NoData NoData	— NoData	第二種換気
	上階(8F)	NoData	NoData	温熱 : PAC 換気 : OAHU	NoData NoData	— NoData	第二種換気
D	下階(3F [*])	1250	1250	温熱 : PAC 換気 : HEX	ロングライフフィルタ —	気化式 —	第一種換気
	中階(4F)	NoData	NoData	温熱 : AC 換気 : HEX	ロングライフフィルタ —	気化式 —	第一種換気
	上階(5F)	NoData	NoData	温熱 : AC 換気 : HEX	ロングライフフィルタ —	気化式 —	第一種換気
E	下階(2F)	—	—	温熱 : AC 換気 : —	NoData —	— —	自然換気
	中階(3F)	—	—	温熱 : AC 換気 : —	NoData —	— —	自然換気
	上階(8F [*])	NoData	NoData	温熱 : AC 換気 : FAN	NoData NoData	— —	第三種換気

* : 定点連続測定場所

2.1.2 測定項目と方法

昨年度と同様の手法を用いて、表 2-1-1 に示したフロアで午前及び午後測定を行う移動測定（建築物衛生法に準じた測定）と建物毎に 1ヶ所で連続測定を行った。移動測定の概要を表 2-1-4、連続測定の概要を表 2-1-5 に示す。浮遊微生物と換気回数は連続測定場所でのみ実施した。浮遊細菌の測定に SCD 培地、浮遊真菌の測定に PDA 培地を用いた。なお、細菌真菌の培養条件はそれぞれ 32℃・2 日間、25℃・5 日間以上とした。また、IMD を用いて浮遊微生物粒子の連続モニタリングも行った。

表 2-1-4 移動測定の概要

測定対象	測定機器	測定時間
6項目	IES3000又は2000(SIBATA製)	午前、午後で各1回の計2回
VOCs	TenaxTA捕集剤	午前、午後で各1回の計2回 (流量は1回0.167L/minで30分間の計5L)
	吸引ポンプ (SIBATA製)	
	GC/MS : HP6890 (Agilent製) カラム : Inert Cap 5MS/sil 5% phenyl methyl silicone 0.25mmφ×60m×0.25μm	
カルボニル類	ActiveGasTubes DNPH Silicagel (SIBATA製)	午前、午後で各1回の計2回 (流量は1回1.0L/minで30分間の計30L)
	吸引ポンプ (SIBATA製)	
	HPLC カラム : ZORBAX Eclips XDB-C18 4.6×250mm	
浮遊細菌・真菌	BAIOSAMP (ミドリ安全製)	午前、午後で各1回の計2回
換気回数	マルチガスモニタ1302(イノーヴァ製)	午前、午後で各1回の計2回

表 2-1-5 連続測定の概要

測定対象	測定機器	測定時間
温度	IAQ モニターMODEL 2211 (日本カノマックス製)	連続測定はA中階 (2F) , B下階 (2F) , C中階 (7F) , D下階 (3F) , E上階 (8F) のみで行った。測定時間は、 9時30分～17時00分(1分間隔で連続測定)
相対湿度		
CO濃度		
CO ₂ 濃度		
気流	クリモマスターMODEL 6543(日本カノマックス製)	
浮遊粉じん	デジタル粉じん計LD-3B型(SIBATA製)	
	パーティクルカウンタKR-12A(RION製)	
浮遊微生物	瞬間微生物計測器IMD(BioVigilant製)	

2.2 移動測定

2.2.1 温度・湿度

温度、相対湿度の測定結果を図 2-2-1 と図 2-2-2 に示す。なお、図中の事務所 1 は連続測定場所、事務所 2 と事務所 3 は移動測定場所の記載順を示す（以後同）。

暖房期の温度は平均 24℃であり設定温度に対して比較的高めであった。一方、相対湿度は 7 割の測定点 (19/28) において、40%未満であった。冷房期は多くの測定場所で、平均 27℃で、冷房期の相対湿度は C の事務所 1 で 37%、E の事務所 2 で 39%（共に午後）を除き 40～70%の範囲内であり概ね良好であった。暖房期における基準値を満たさなかった結果を表 2-2-1 に示す。相対湿度が基準を満たしている場合は、天候が雨だったことによるものと考えられ、天候によっては他の建物と同様に低湿度となる可能性がある。

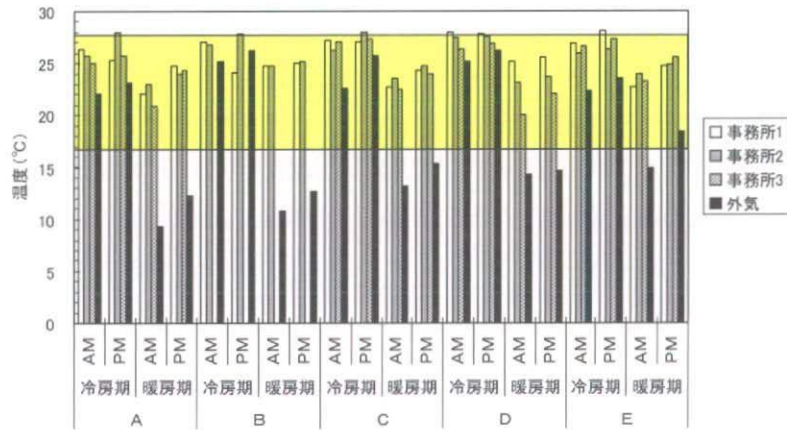


図 2-2-1 温度

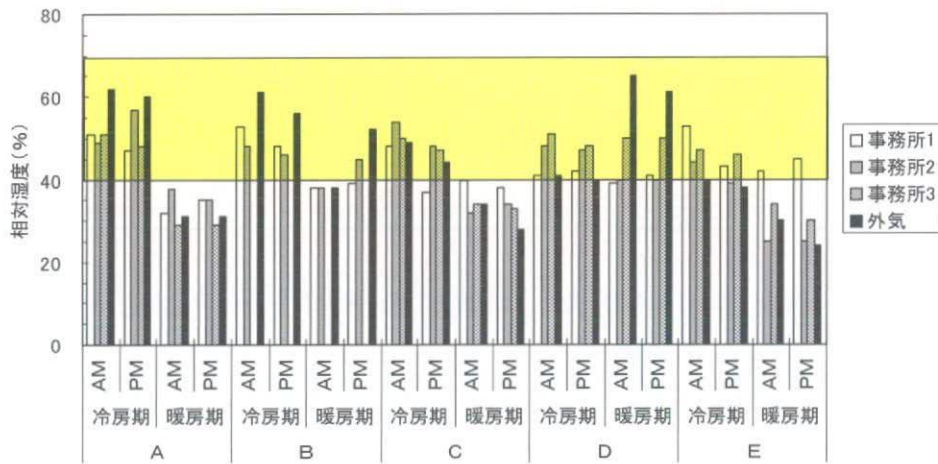


図 2-2-2 相対湿度

表 2-2-1 相対湿度の基準超過場所

施設	時期	場所	時間	室内湿度 (%)	外気湿度 (%)	天候
A	暖房期	事務所3 (1F)	AM	29	31	晴れ
			PM	29	31	
		事務所1 (2F)	AM	32	31	
			PM	35	31	
		事務所2 (4F)	AM	38	31	
PM	35	31				
B	暖房期	事務所1 (2F)	AM	38	38	曇り後雨
			PM	39	52	
C	冷房期	事務所1 (7F)	AM	37	44	曇り
			PM	37	44	
D	暖房期	事務所3 (6F)	AM	34	34	晴れ
			PM	33	28	
	事務所1 (7F)	AM	38	28		
		PM	38	28		
E	暖房期	事務所2 (8F)	AM	32	34	雨
			PM	34	28	
E	冷房期	事務所1 (5F)	AM	39	65	曇り
			PM	39	38	
		事務所3 (2F)	AM	34	30	
			PM	30	24	
E	暖房期	事務所2 (3F)	AM	25	30	晴れ
			PM	25	24	

2.2.2 気流

図 2-2-3 に気流速度の測定結果を示す。測定場所により低気流な場所もあったが、全て基準値の 0.5m/s 以下であり概ね良好であった。

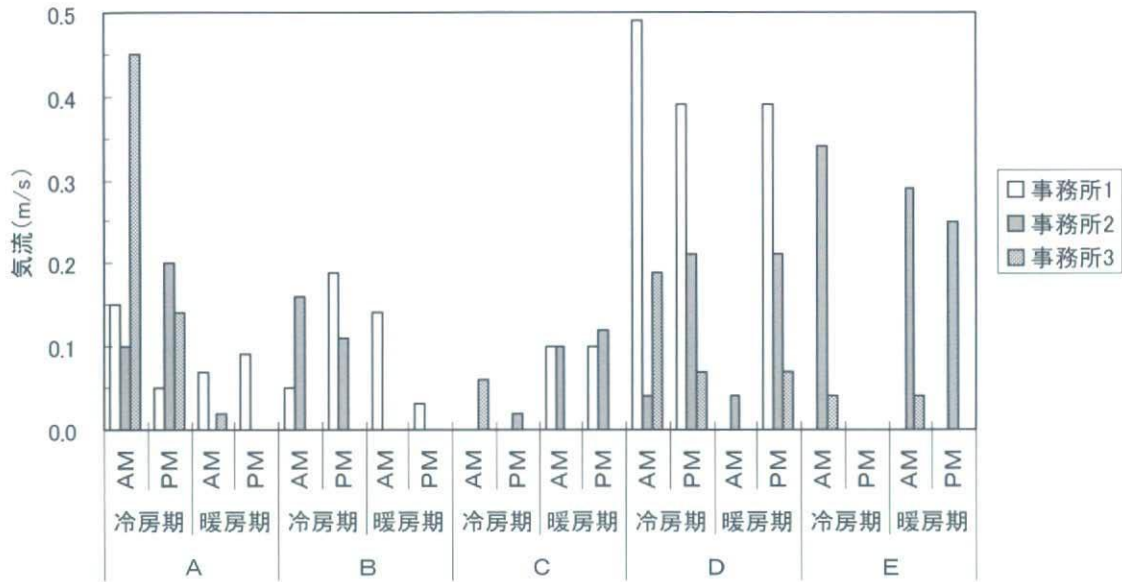


図 2-2-3 気流速度

2.2.3 浮遊粉じん濃度

図 2-2-4 に午前と午後における浮遊粉じん濃度の測定結果から求めた平均値を示す。浮遊粉じん濃度は全て基準値の $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 以下であった。季節別には、建物 C 及び E については、暖房期の方が値が低かったが、外気濃度も同様であることから、外気の影響を受けているものと考えられる。

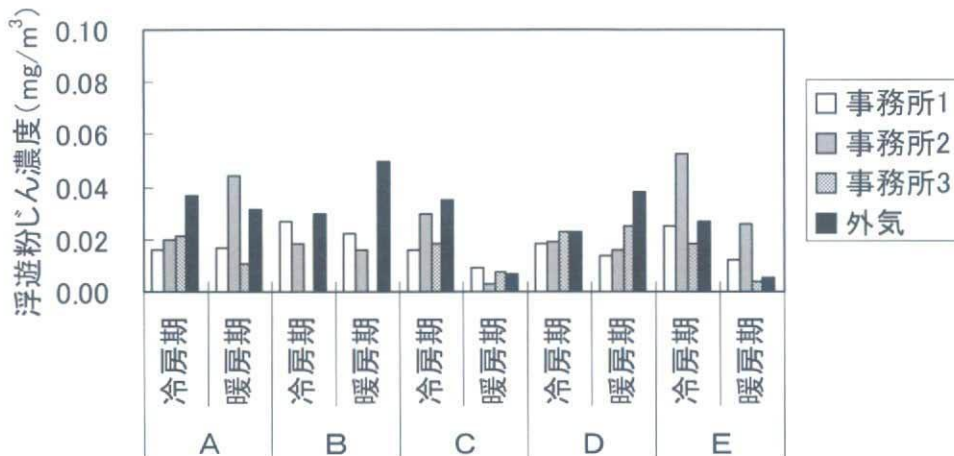


図 2-2-4 浮遊粉じん濃度

2.2.4 一酸化炭素, 二酸化炭素濃度

図 2-2-5 に午前と午後における一酸化炭素及び二酸化炭素濃度の測定結果から求めた平均値を示す。CO 濃度は全て基準値の 10ppm 以下であった。CO₂濃度は冷房期で 50% (7/14), 暖房期で 71% (10/14) の測定場所で建築物衛生法の管理基準を超過していた。詳細な結果を表 2-2-2 に示すが, 窓開けも行われない暖房期は換気不足による CO₂濃度の上昇が認められた。参考に換気回数の測定結果を表 2-2-3 に示す。前回の冷房期においては, 建物 B 及び D においては窓開け換気が行われていたことから, 換気回数はある程度保たれていたが, 今回の暖房期では窓開けもされず, 空調機による換気となり, 換気回数は軒並み低下した。特に建物 D は全熱交換器を有しているが, 部屋の半分の領域では手元のスイッチが入っていないこと, 建物 E は自然換気となっていることによる影響もある。

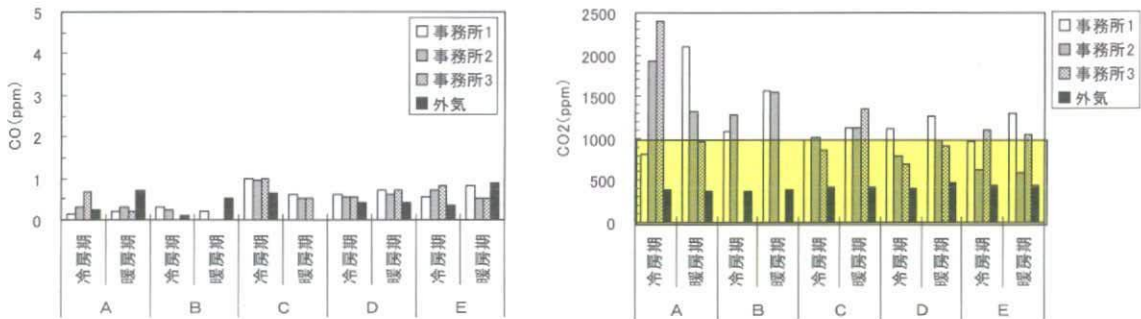


図 2-2-5 一酸化炭素, 二酸化炭素濃度

表 2-2-2 二酸化炭素濃度の基準超過場所

施設	時期	場所	部屋面積 (m ²)	室内CO ₂ (ppm)	外気CO ₂ (ppm)	平均在室 (人)	(m ³ /人)	換気設備	
A	冷房期	事務所3 (1F)	136	2,400	390	50	3	OAHU	
		事務所2 (4F)	249	1,900		24	10		
	暖房期	事務所1 (2F)	182	2,100		39	5		
		事務所2 (4F)	249	1,320		18	14		
B	冷房期	事務所1 (2F)	393	1,080	370	30	13	OAHU	
		事務所2 (3F)	279	1,290		14	20		
	暖房期	事務所1 (2F)	393	1,580		16	25		
		事務所2 (3F)	279	1,560		12	23		
C	冷房期	事務所2 (8F)	86	1,020	430	50	2	OAHU	
		事務所3 (6F)	253	1,350		31	8		
	暖房期	事務所1 (7F)	251	1,130		420	24		10
		事務所2 (8F)	86	1,130		7	12		
D	冷房期	事務所1 (5F)	289	1,120	400	20	14	HEX	
	暖房期	事務所1 (5F)	289	1,260		25	12		
E	冷房期	事務所3 (2F)	175	1,090	440	4	44	換気扇	
	暖房期	事務所3 (2F)	175	1,050		9	19		
		事務所1 (8F)	175	1,290		11	16		

表 2-2-3 各定点測定事務室における換気回数

冷房期		回/h				
	A	B	C	D	E	
午前	1.20	-	1.01	1.13	2.17	
午後	0.88	1.86	0.97	1.22	2.53	
平均	1.04	1.86	0.99	1.18	2.35	

暖房期		回/h				
	A	B	C	D	E	
午前	0.70	0.47	0.82	0.62	0.63	
午後	0.73	0.54	1.00	0.70	0.67	
平均	0.72	0.51	0.91	0.66	0.65	

2.2.5 ホルムアルデヒド濃度

図 2-2-6 にホルムアルデヒド濃度の測定結果を示す。捕集および分析は建築物衛生法の標準測定法（DNPH・HPLC 法）に則り実施した。室内のホルムアルデヒド濃度は全て基準値の $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であった。図 2-2-7 に冷房期及び暖房期におけるホルムアルデヒド濃度について示す。表 2-2-3 で示したように暖房期には換気回数が減少しているが、ホルムアルデヒド濃度は若干低下した傾向となった。いずれにせよ、本調査建物におけるホルムアルデヒド濃度は基準値に比べ低い濃度となった。

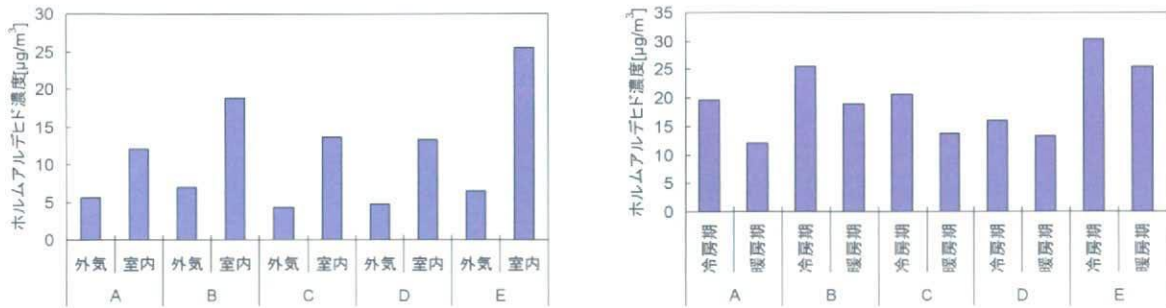


図 2-2-6 各建物のホルムアルデヒド濃度 図 2-2-7 冷房期及び暖房期ホルムアルデヒド濃度

2.3 定点連続測定結果

表 2-3-1 に連続測定箇所での在室者数を示す。今回の測定においては、移動測定時のみ不在者数をカウントした。また併せて OA 機器類の数を数えたが、これは測定時に稼動しているとしたものをカウントしたため、実際には待機状態であるなどの要因を含んだ数字である。建物毎に各階の床面積は同等であるが、在室者数は大きく異なっていることがわかる。

表 2-3-1 各建物における在室者数と情報機器数

測定日	場所	時刻	PC (台)	プリンタ (台)	在室者数 (在室者+測定者)
12月8日	建物A	1F 午前 10:30	20	4	9+5
		午後 14:30			11+5
		2E 午前 10:30	46	2	34+5
	建物B	午後 14:30			40+5
		4F 午前 10:30	35	4	18+5
		午後 14:30			
12月9日	建物D	2E 午前 10:30	39	3	16+5
		午後 14:30			11+5
		3F 午前 10:30	20	10	10+5
	建物C	午後 14:30			11+4
		6E 午前 10:30	30	2	20+5
		午後 14:30			27+5
12月15日	建物C	7F 午前 10:30	12	2	21+5
		午後 14:30			15+5
		8F 午前 10:30	7	9	6+4
	建物D	午後 14:30			5+5
		3F 午前 10:30	15	3	6+5
		午後 14:30			5+5
12月17日	建物D	4F 午前 10:30	12	1	6+5
		午後 14:30			2+5
		5E 午前 10:30	51	5	22+5
	建物E	午後 14:30			19+8
		2F 午前 10:30	11	2	8+3
		午後 14:30			8+2
12月19日	建物E	3F 午前 10:30	18	2	7+4
		午後 14:30			7+2
		8F 午前 10:30	14	3	6+5
	建物E	午後 14:30			9+5

図 2-3-1 及び図 2-3-2 に外気の気温及び相対湿度の経時変化を示す。建物 B の測定日午後及び建物 D の終日については雨であった。全体を通して気温は低く、雨の時間帯及び日以外は低湿度であった。特に日中気温が上昇した建物 E の測定日は相対湿度がかなり低い傾向が見られた。

図 2-3-3 に室内の気温の経時変化を示す。多くの建物で徐々に高くなる傾向が見られ、

またその温度も 26℃あるいはそれ以上となっていた。通常、空調の自動制御が適切に行われている場合、建物 B の様に、設定温度近辺で細かい変動を繰り返す傾向が見られるはずであるが、今回の計測においてはそのような傾向が見受けられなかった。また建物 B 及び D については、28℃を超過していた。冷房期の測定においては、建物 C のみ 4℃程度の変動があったものの、他の建物についてはほぼ 2℃程度の変動幅に収まっていたが、暖房期についてはそれを上回っており、適切でこまめな温度設定が行われていない可能性がある。また、図 2-3-4 に室内の相対湿度の経時変化を示す。相対湿度が常時 40%を超えたものは、2 件のみであり、残りの 3 件は計測時間を通して常に 40%以下の低湿な状態であった。加湿量の不足の他にも設定温度が高いこともその要因となっているものと考えられる。

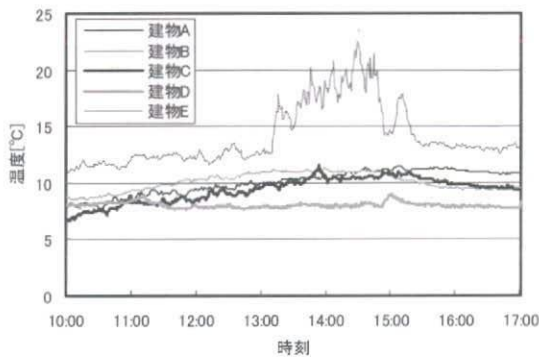


図 2-3-1 室外における温度の経時変化

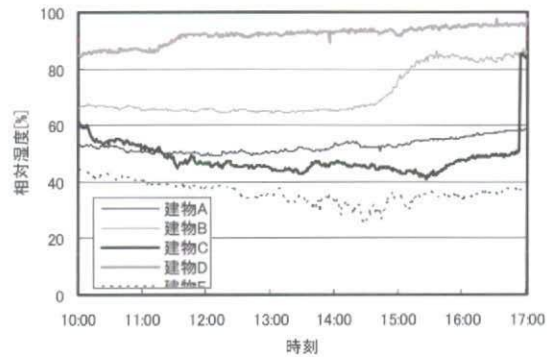


図 2-3-2 室外における相対湿度の経時変化

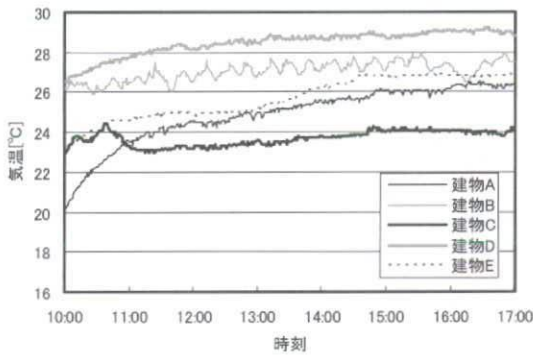


図 2-3-3 室内の温度の経時変化

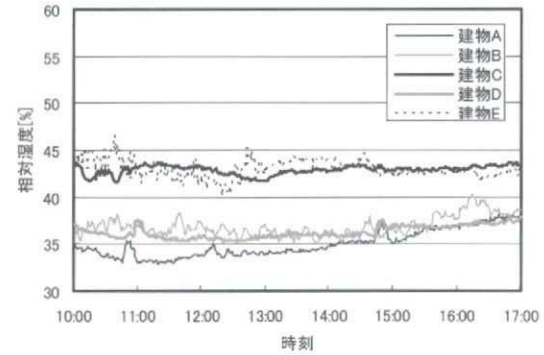


図 2-3-4 室内の相対湿度の経時変化

図 2-3-5 に室内の CO 濃度の経時変化を示す。室内濃度は 1ppm 以下であり基準濃度 10ppm を大きく下回っている。外気の CO 濃度はいずれの場所でも 1~1.5ppm 程度であった。外気に比べて室内の方の濃度が高い理由としては、外気の測定ではいずれも地上階のエントランス付近で、幹線道路に面していることによる沿道の排ガスの影響を受けているものと考えられる。室内空気は、各階より取り入れているため、測定位置の違いによるものと考えられる。CO の傾向に関しては、冷房期とは変わらない。

図 2-3-6 に室内の CO₂ 濃度の経時変化を示す。外気はいずれの建物でも 400~500ppm 程度である。それに対して、室内での CO₂ 濃度は、全ての建物で計測中、常に上昇し続けている。基準値 1,000ppm を超え、最も高い所では 2,800ppm にも達していた。なお、

いずれの建物でも 11:00 頃と 14:30 頃に一時的に上昇しているが、これは、連続測定と平行して行われた移動測定の際に、一時的に計測器周辺に測定者が増えたためである。いずれにしても、換気量不足、換気量に対して居住者が多いことが原因である。冷房期においても、建物 C においては恒常的に 1,000ppm を上回っていたが、この時期は窓開けなどが行われたために、大きく 1,000ppm を超過することはなかったが、表 2-2-3 にも示した通り、特に暖房期では換気回数が測定建物いずれも低いことが問題である。なお、測定期間中徐々に濃度が上昇するのは、発生源である人の数が増加したのではなく、平衡状態に達するまでに時間がかかっていることから、換気回数が非常に小さいことを示している。

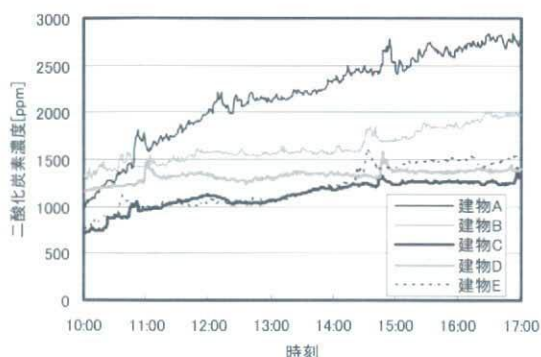
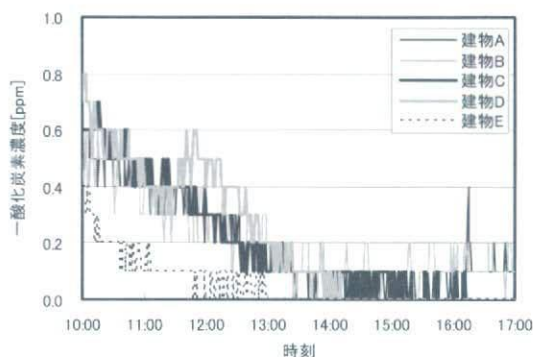


図 2-3-5 室内の一酸化炭素濃度の経時変化 図 2-3-6 室内の二酸化炭素濃度の経時変化

図 2-3-7 に、室内における粉じんの重量濃度の経時変化を示す。基準値 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ からは大きく下回って、 $0.005\text{mg}/\text{m}^3$ から $0.02\text{mg}/\text{m}^3$ の間で推移していることが分かる。建物 E では 16:00 以降、濃度の上昇があったが、その原因は不明である。

図 2-3-8 に、粉じん重量濃度の I/O 比（室内での濃度を外気での濃度で除したもの）の変化を示す。建物 B, D では、他に比べて I/O 比が非常に低く、建物 C, E は比較的高い値となった。建物 B, D の空調機のフィルタは、中性能フィルタ及び全熱交換器に付随しているもので、有効に機能しているものと考えられる。一方、建物 C, E については常に高く、室内発生が少なくとも外気の影響を受けていることが分かる。なお、建物 E は自然換気であり、夕方の濃度の上昇が I/O 比でも同様の傾向を示しており、外気からの侵入ではなく、室内での発生が示唆される。

図 2-3-9 に LPC による浮遊粒子個数濃度の計測結果を基に、 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微小粒子と $2.0\mu\text{m}$ 以上の粗大粒子に区分して算出した I/O 比の変化を示す。建物 E で見られた 16:00 頃の急速な発じんは、微小なものに限られており、人間の動作によるホコリなどではなく、タバコ煙のような微小なものであることが考えられる。また、建物 C および E は 1 を常に超え、特に建物 C においては、粗大な粒子が室内で発生していることが分かる。建物 D では外調機としてパッケージエアコンを利用しているが、そのフィルタの性能不足、建物 E は自然換気であるため、室内で発生した粒子を取り除くことはできない。逆に建物 B, D では微小粒子、粗大粒子ともに常に I/O 比が低く、十分に除じんされた良好な環境を維持していることが分かり、建物の空調設備の違いにより、室内の浮遊粉じんの状況に差異が見られる。