

2011.

- 2) Ikeda K, Osawa H, Kagi N, Yanagi U, Azuma K, Saito H, Kamakura R. Survey on Actual Status of Sanitary Environments and Maintenance for Buildings. Proceedings of the 12th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Austin, USA, Paper 976, 6 pages, 2011.
- 3) 東 賢一, 池田耕一, 大澤元毅, 鍵 直樹, 柳 宇, 齊藤秀樹, 鎌倉良太. 建築物における衛生環境とその維持管理の実態に関する調査解析. 空気調和・衛生工学会論文集 No. 179, pp. 19-26, 2012.

#### 学会発表

- 1) Azuma K, Ikeda K, Osawa H, Kagi N, Yanagi U, Shimodaira T, Saito H, Kamakura R. Questionnaire Survey on Indoor Air Quality and Maintenance of Sanitary Environment in Buildings. 12th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Austin, USA, 6-10 June, 2011.
- 2) Ikeda K, Osawa H, Kagi N, Yanagi U, Azuma K, Saito H, Kamakura R. Survey on Actual Status of Sanitary Environments and Maintenance for Buildings. 12th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Austin, USA, 6-10 June, 2011.
- 3) 高野大地, 池田耕一, 東 賢一, 大澤元毅, 鍵 直樹, 柳 宇, 齋藤秀樹, 齋藤敬子, 鎌倉良太. アンケート調査による特定建築物における用途別の空気環境の実態. 平成 23 年度空気調和・衛生工学会大会, 2011 年 9 月 14 日-16 日, 名古屋.
- 4) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Shimodaira T, Osawa H. Relationship of the risk factors for indoor air quality, work environment, and occupational stress with the symptoms of employees working in office buildings. The joint ISEE, ISES and ISIAQ Environmental

Health Conference 2013 in Basel, Switzerland, 19-23 August, 2013.

- 5) 高野大地, 池田耕一, 東 賢一, 鍵 直樹, 柳 宇, 大澤元毅, 中川優馬. 建築物利用者の職場環境と健康に関するアンケート調査. 2013 年度日本建築学会大会, 2013 年 8 月 30 日-9 月 1 日, 北海道.
  - 6) 高野大地, 池田耕一, 東 賢一, 鍵 直樹, 柳 宇, 大澤元毅, 中川優馬. 建築物利用者の職場環境と健康に関するアンケート調査. 平成 25 年度空気調和・衛生工学会大会, 2013 年 9 月 25-27 日, 長野.
  - 7) 高野大地, 池田耕一, 東 賢一, 鍵 直樹, 柳 宇, 大澤元毅, 中川優馬. 建築物利用者の職場環境と健康に関するアンケート調査. 平成 25 年度室内環境学会学術大会, 2013 年 12 月 5-6 日, 佐世保.
  - 8) 高野大地, 池田耕一, 東 賢一, 鍵 直樹, 柳 宇, 大澤元毅, 中川優馬. 建築物利用者の職場環境と健康に関するアンケート調査. 第 41 回建築物環境衛生管理全国大会, 2014 年 1 月 23-24 日, 東京.
  - 9) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Shimodaira T, Osawa H. Prevalence of and Risk Factors for Nonspecific Building-Related Symptoms in Employees Working in Office Buildings: Relationship among Indoor Air Quality, Work Environment, and Occupational Stress in Summer and Winter. 13th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Hong Kong, China, 7-12 July, 2014. (in submitted)
  - 10) 東 賢一, 池田耕一, 鍵 直樹, 柳 宇, 下平智子, 大澤元毅. オフィスビル労働者のビル関連症状とリスク要因に関する調査. 第 84 回日本衛生学会学術総会, 2014 年 5 月 25-27 日, 岡山 (予定) .
- F. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)  
予定なし

## 2. 建築物における空気環境の実態調査と維持管理に関する研究

研究分担者 柳 宇 工学院大学建築学部 教授

### 研究要旨

厚生労働科学研究費補助金「建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究（H21-健危-一般-009）」における調査結果では、特定建築物の中でも学校、事務所における顕著な基準不適合と、建築物衛生法が改正され、特定建築物の適用範囲に加わった個別空調設備の維持管理の問題点が指摘された。

本研究では、高齢者福祉施設、学校建築物など、用途毎の管理基準値のあり方に提言を行うことを目的として実態調査を行った。また建築物衛生法改正により適用範囲となった個別空調設備を有する建築物の空気環境及び空調設備の汚染状況の実態を調査し、問題点の抽出及び維持管理のあり方を検討した。更に前章で行ったアンケート調査の対象とした事務所建築物を対象に、健康との関連を検討するための室内環境の実態調査を行った。相対湿度不適率の改善のための空気調和設備のあり方と保健所の指導のあり方を明らかにするために、全国の保健所の建築物衛生担当者に対して加湿装置及び機械換気設備の解釈に関するアンケート調査を行った。

高齢者福祉施設及び学校建築共に、二酸化炭素濃度が在室者、換気の運用によって影響されている実態が明らかになったとともに、個別空調の衛生状況は、コイルやドレインパンなどで真菌が検出され、メンテナンスの重要性を指摘した。更に、個別空調建物における室内空気質の悪化が空調システムの面から示唆される結果を得た。

### 研究協力者

大澤元毅	国立保健医療科学院
金 勲	国立保健医療科学院
鍵 直樹	東京工業大学
池田耕一	日本大学理工学部
東 賢一	近畿大学医学部
鎌倉良太	(公社) 日本建築衛生管理教育センター
斎藤秀樹	(公社) 日本建築衛生管理教育センター
齋藤敬子	(公社) 日本建築衛生管理教育センター
杉山順一	(公社) 日本建築衛生管理教育センター
高野大地	日本大学
中島 章	日本大学
佐藤麻里菜	工学院大学
横山貴紀	工学院大学
柴崎忠太	工学院大学
宮川拓也	工学院大学
脇岡大輔	工学院大学
渡邊裕之	工学院大学

### 2-1 高齢者福祉施設における実態調査

#### A. 研究目的

わが国では、医療水準の向上や社会福祉制度が発達したことを背景に平均寿命が上昇し、また、少子化も伴って高齢化社会が進んでいる。今後、需要はさらに拡大すると予想され、高齢者の福祉サービスの拡大が必要不可欠となっている。

しかしながら、高齢者福祉施設は建築物衛生法の対象となっておらず、各施設に管理を任せているため、衛生管理が系統立てて十分にされていない可能性がある。特に高齢者を対象とした福祉施設では、身体的弱者が多く生活する環境である。空気環境は健康に大きな影響を与えるため、今後の需要拡大に向けて、室内環境要素についての実態把握と適切な制御・管理を行う必要がある。

高齢者福祉施設は初め「養老院」と称され、高齢者を含む一般成人が暮らす保健施設として設立された。その後、1950年制定の生活保護法によって高齢者のみを対象とした「養老施設」として制度化された。さらに、1963年制定の老人福祉法によって「老人ホーム」に改称され、制度として「特別養護法人ホーム」「介護老人保健施設」「軽費老人ホーム」などに細分化された。現在では居住系や用途によってさらに細分化され、目的も多様となっている。中でも、「特別養護老人ホーム」と「介護老人保健施設」は今後の需要拡大が見込まれているため、調査の対象に適している。

現在、医療施設における室内環境に関する研究は、温熱環境、そして空気環境として化学物質、浮遊粉じんに加えて微生物においても注目されているところである。微生物汚染については、浮遊真菌の主な発生源は外気、浮遊細菌は在室者によるものであり、エアフィルタの捕集性能や換気量の確保、また、真菌の増殖を防ぐことが重要であるとされた<sup>1)</sup>。しかし、高齢者福祉施設を対象とした調査については、アンケート調査による研究が多く、実測調査による研究は少ないのが現状である。アンケート調査においては利用者の体感的調査や、技術的な知識を持っていない管理者による維持・管理調査が多い。また、実測調査の研究でも温熱環境や浮遊粉じんについての研究は多くみられるが、微生物の研究ではその殆どがレジオネラ属菌関連のものである<sup>2,3)</sup>。数少ない浮遊微生物の実態調査では、半数以上の測定場所で規準値を大幅に上回ったとされた<sup>4)</sup>。

そこで本研究では、建築物衛生法に規定されている空気環境要素の温度、相対湿度、気流、一酸化炭素、二酸化炭素、浮遊粉じんのほか、浮遊微生物及び化学物質についての実測調査を行った。また、給水、給湯、雑用水についても水質検査を行った。

## B. 研究方法

2011年8月に東京2件、9月に京都2件、10月に広島1件の高齢者福祉施設A～Eの5件を調査対象とした。表2-1-1に調査対象施設の規

模や測定日の天候などを示す。

測定機器設置場所は各施設でデイサービスで通って来られるデイケア室又は入居者が日中利用する食堂、レクレーションルームなど多人数が集まる部屋（本調査では、両者ともデイケア室と記載する）、居室（入居者が居住されている部屋）、屋外の3か所とした。なお、施設A, B, Eはデイサービスの方が利用するデイケア室、施設C及びDでは入所者が使用する食堂・談話室及びレクレーションルームを対象とした。また、居室は各施設における標準的な作りの部屋を対象とした。

今回対象とした施設においては、空気調和・衛生設備を専門に扱う建築物管理技術者は常駐しておらず、業務を委託して管理を行っているものであった。

表 2-1-1 調査対象の概要

ID	種別	所在地	延床面積	ベット数	測定日	天候
A	介護老人保健施設	三鷹市	3465㎡	61	8/10	晴れ
B	指定介護老人福祉施設	練馬区	8259㎡	120	8/11	晴れ
C	介護老人保健施設	相模郡	5190㎡	100	9/20	雨
D	介護老人保健施設	八幡市	3849㎡	100	9/21	雨
E	特別養護老人ホーム	福山市	3846㎡	50	10/8	晴れ

空気環境の測定については、デイケア室、居室、外気の3箇所を対象に「連続測定」及び午前及び午後に同地点を建築物衛生法の測定手順と同様に「移動測定」を行った。

連続測定は各測定点において、建築物衛生法の衛生管理基準である温度、相対湿度、一酸化炭素濃度、二酸化炭素濃度、気流速度、浮遊粉じん濃度をIAQ モニタ（カノマックス製）、クリモマスター（カノマックス製）、デジタル粉じん計（柴田科学製）によって10時から17時の間に連続的に測定を行った。更に、浮遊粒子の粒径別個数濃度をパーティクルカウンタ（リオン製）、浮遊真菌濃度、浮遊細菌濃度及びTVOC濃度（フィガロ技研製）についても測定した。また、デイケア室については10分ごとに在室者数（測定者を含まない）を計数した。

浮遊真菌濃度と浮遊細菌濃度はそれぞれジクロラン-グリセロール寒天培地（DG-18）とソイビーンカゼイン寒天培地（SCD）を用いた。真

菌では培養条件を 25℃で 5 日間とし、形態観察による同定を行った。細菌の培養では条件を 32℃で 2 日間とし、培養後にコロニー数を計測した。

移動測定では上記の 6 項目に加え、浮遊微生物、化学物質の計測、捕集を行った。建築物衛生法の衛生管理基準である 6 項目について、6 項目測定器（柴田科学製 IES-3000）を用いて、一酸化炭素、二酸化炭素については、検知管による測定も行った。浮遊真菌濃度と浮遊細菌濃度の培地と培養条件は連続測定と同様のものとした。真菌では培養後にコロニー数を計数し、生物顕微鏡を用いた形態観察による同定を行った。細菌では培養後にコロニー数を計測し、グラム染色を行った後、生物顕微鏡により染色性や形態による分類を行った。化学物質として、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドなどのカルボニル化合物については、DNPH カートリッジを用い、1 L/min で計 30 L の捕集を行い、HPLC により定量分析を行った。トルエンなど VOC については、Tenax 捕集剤を用いて捕集し、GC/MS により分析を行った。なお、TVOC の算出には、ヘキサンからヘキサデカンに検出したピークをトルエン換算して算出した。

水質については、上水、給湯、雑用水および冷却水について、建築物衛生法等に基づく水質検査およびレジオネラ属菌検査を実施した。上水、給湯水は、基本的には建築物衛生法の全法定項目について検査を実施した。冷却水は日本冷凍空調工業会の標準規格に基づいた項目について検査を実施した。

## C. 測定結果

### C.1 定点連続測定結果

#### 1) 温度・相対湿度

図 2-1-1 は施設 A～E のダイケア室、図 2-1-2、2-1-3 は施設 A～D の居室及び外気における温度の経時変化を示したものである。建築物衛生法での温度の管理基準である 17～28℃の上限を大きく超過した場所は施設 B と D の居室であった。施設 A の外気では午前中、直射日光の影響を受けたために正確なデータが取れなかった。しかし、測定日は施設 A、B 両日共に 35℃を越

える猛暑日であった。施設 B のダイケア室では、施設での設定温度の目標を 27～28℃としているが、実際はそれを大きく下回る温度となっている。これは、測定場所が空調吹き出しの近くであったことが考えられる。また、16 時より気温が急激に上がっているが、これは利用者が帰宅したため空調を切った、または設定温度を上げたものと考えられる。施設 D のダイケア室（レクレーションルーム）は 14 時頃に気温が上がっているが、これは在室者の増加によるもので、15 時からは滞在人数が減った、または空調の設定温度を下げたものと思われる。管理基準の上限を超えている場所であっても、温度変動が小さく、1 日を通して一定の温度を維持していたことから、良好な状態であったと推察される。なお、図 2-1-1 の施設 A は前半で欠測、施設 E の後半は測定を実施していない。図 2-1-3 の施設 A、B の中間は欠測となっている。

図 2-1-4 は施設 A～E ダイケア室、図 2-1-5、2-1-6 は施設 A～D の居室及び外気における相対湿度の経時変化を示したものである。建築物衛生法での相対湿度の管理基準の 40～70%の上限を終日超過した場所は、施設 B のダイケア室、施設 C のダイケア室（食堂・談話室）および居室、施設 D のダイケア室（レクレーションルーム）であった。外気では測定日の天候が雨であった施設 C、D で高くなっている。温度と同様に空調の発停、在室者数によってある程度の変動があることが分かる。なお、図 2-1-4 の施設 A は前半で欠測。施設 E の後半は測定を実施していない。図 2-1-6 の施設 A、B の中間は欠測となっている。

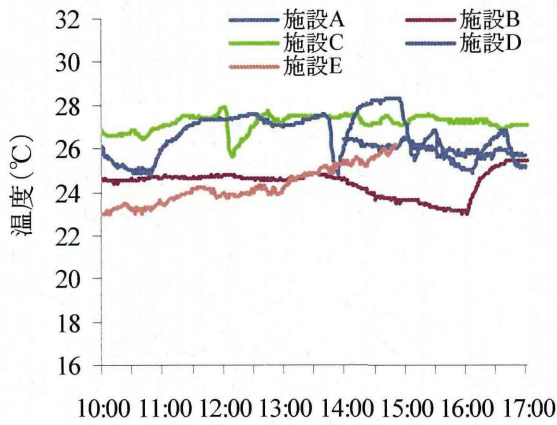


図 2-1-1 デイケア室内温度の経時変化

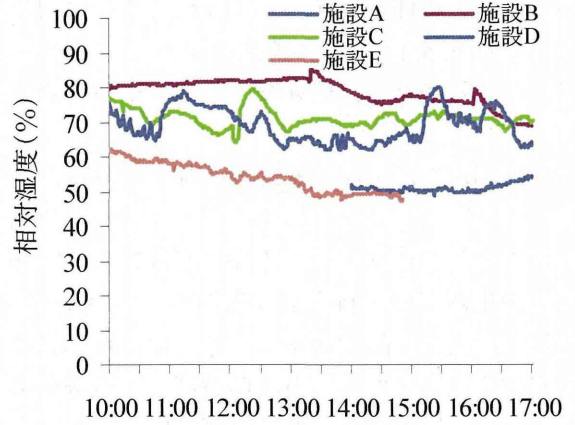


図 2-1-4 デイケア室内相対湿度の経時変化

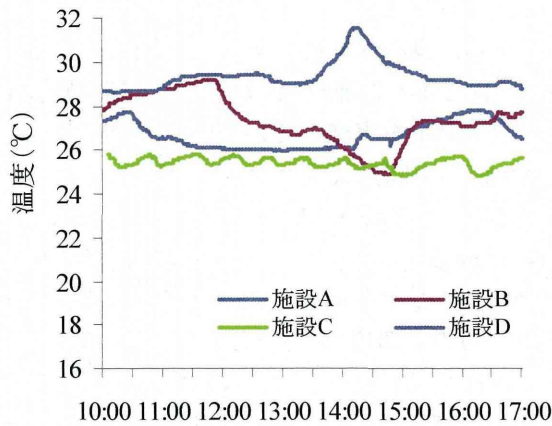


図 2-1-2 居室内温度の経時変化

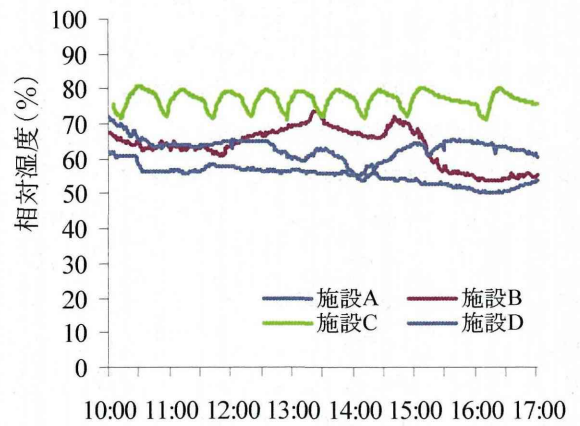


図 2-1-5 居室内相対湿度の経時変化

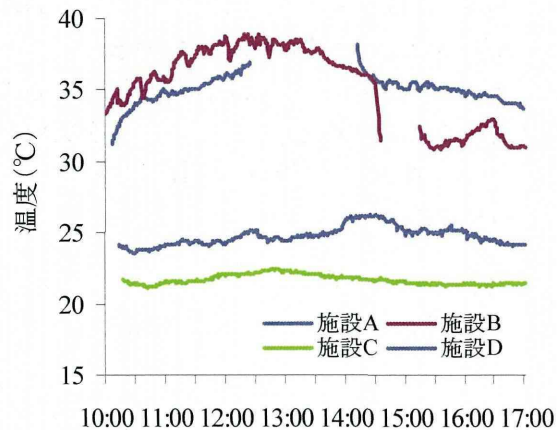


図 2-1-3 外気温度の経時間変化

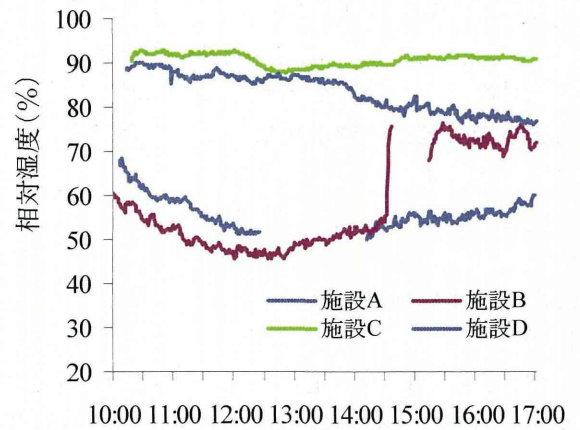


図 2-1-6 外気相対湿度の経時間変化

2) 一酸化炭素濃度・二酸化炭素濃度

図 2-1-7 は施設 A～E のデイケア室, 図 2-1-8, 2-1-9 は施設 A～D の居室及び外気における一酸化炭素の経時変化を示したものである。建築物

衛生法での一酸化炭素の管理基準である 10ppm を全ての測定場所で満足した。なお、図 2-1-7 の施設 A は前半で欠測。施設 E の後半は測定を実施していない。図 2-1-9 の施設 A, B の中間は欠測となっている。

図 2-1-10 は施設 A～E のデイケア室, 図 2-1-11, 2-1-12 は施設 A～D の居室及び外気における二酸化炭素の経時変化を示したものである。建築物衛生法での二酸化炭素の管理基準である 1000ppm を大きく超過した場所は、施設 A のデイケア室であった。この部屋の全熱交換器の電源が入っていたが、在室者が常に 30 人前後と多く、窓は全閉であった。また、施設 B のデイケア室、施設 D のデイケア室（レクレーションルーム）、居室においても基準を上回る時間があったことから、時間帯によっては換気不足となっていた。また、施設 D のデイケア室（レクレーションルーム）と居間については、共に午前中に濃度が低く、午後に高くなる傾向となっており、これはレクレーションルームの在室者数に関係するものである。居室についても、居室の扉が開放されているため、両者の空気が一体となっていたことによるものと考えられる。なお、図 2-1-10 の施設 A は前半で欠測。施設 E の後半は測定を実施していない。

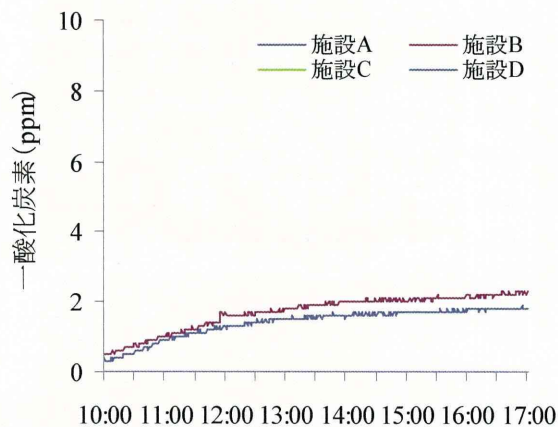


図 2-1-8 居室一酸化炭素濃度の経時変化

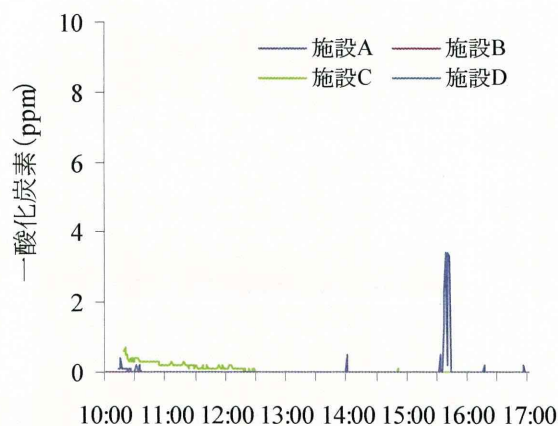


図 2-1-9 外気一酸化炭素濃度の経時変化

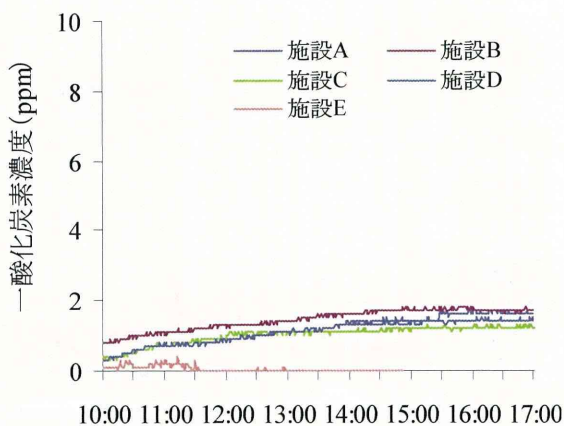


図 2-1-7 デイケア室内一酸化炭素濃度の経時変化

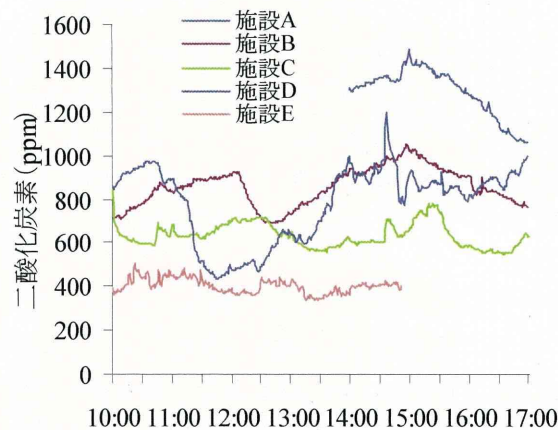


図 2-1-10 デイケア室内二酸化炭素濃度の経時変化

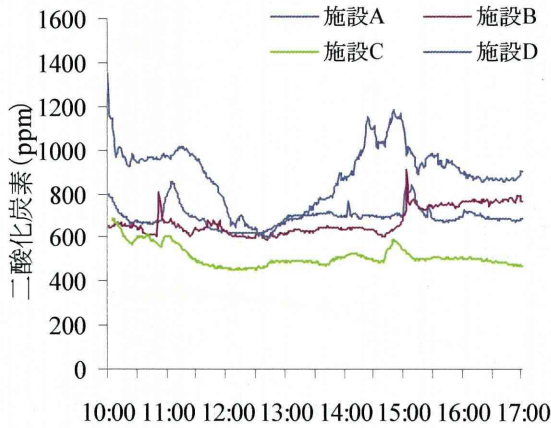


図 2-1-11 居室二酸化炭素濃度の経時変化

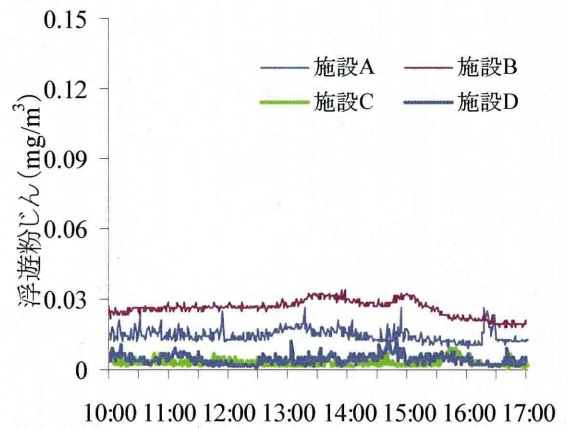


図 2-1-13 デイケア室内浮遊粉じん濃度の経時変化

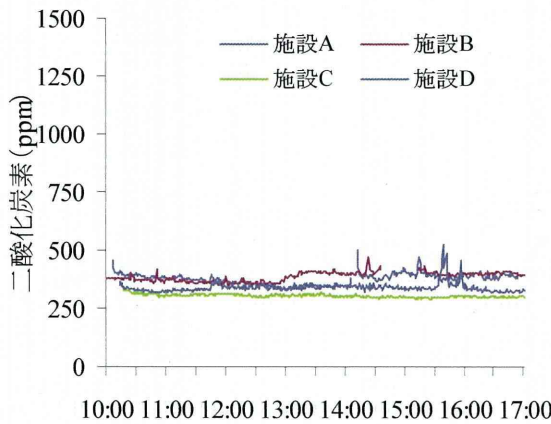


図 2-1-12 外気二酸化炭素濃度の経時変化

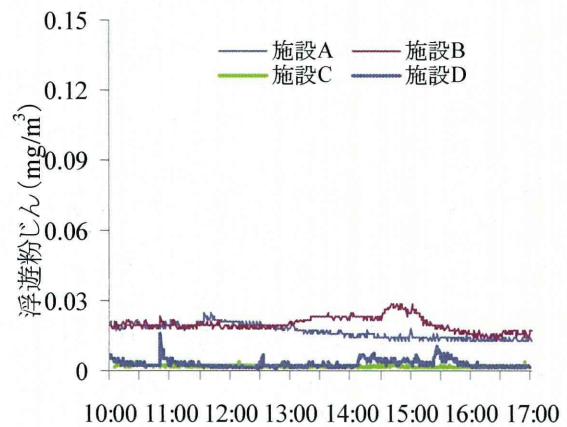


図 2-1-14 居室内浮遊粉じん濃度の経時変化

### 3) 気流

建築物衛生法での気流の管理基準である 0.5m/s を施設 B のデイケア室以外の測定場所で全て満足した。施設 B のデイケア室での高い数値は測定箇所が空調の吹き出し空気の影響を受けたためである。

### 4) 浮遊粉じん濃度、粒径別個数濃度

図 2-1-13～2-1-15 は施設 A～D におけるデイケア、居室及び外気の浮遊粉じん濃度の経時変化を示したものである。建築物衛生法管理基準値の 0.15mg/m<sup>3</sup> を全ての測定場所で満足した。

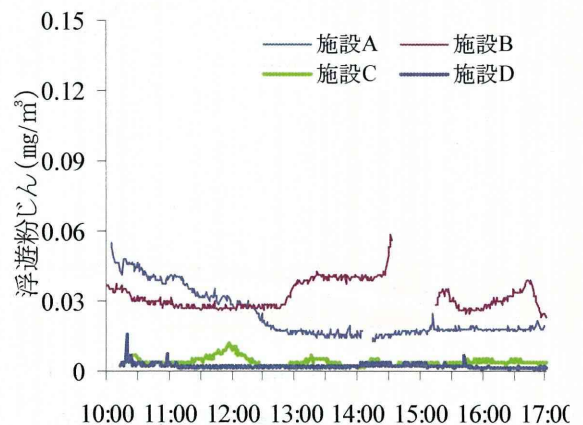


図 2-1-15 外気浮遊粉じん濃度の経時変化

図 2-1-16～2-1-19 は施設 A～D のデイケア室におけるパーティクルカウンタによって得られた粒径別浮遊微粒子濃度の I/O 比の経時変化を

示したものである。施設 A, B とともに粒径 $>0.5\mu\text{m}$ と $0.5-0.7\mu\text{m}$ でI/O比が1以上となった。施設 A では16時台に $0.3-0.5\mu\text{m}$ 以外のすべての粒径の粒子でI/O比が1以上となった。利用者が帰宅した後の清掃に伴い発生した粉じんが原因と考えられる。施設 C では粒径 $>0.5\mu\text{m}$ のみ1以上となった。施設 D ではすべての粒径で1以上となった。

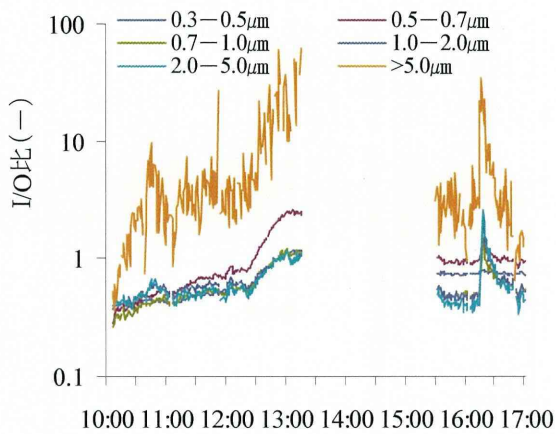


図 2-1-16 粒径別浮遊粒子濃度の I/O 比(施設 A)

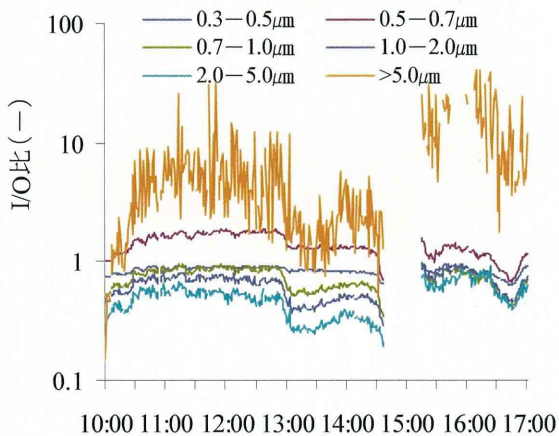


図 2-1-17 粒径別浮遊粒子濃度の I/O 比(施設 B)

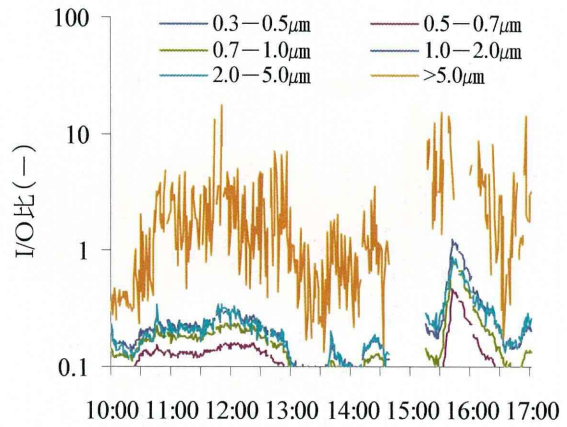


図 2-1-18 粒径別浮遊粒子濃度の I/O 比(施設 C)

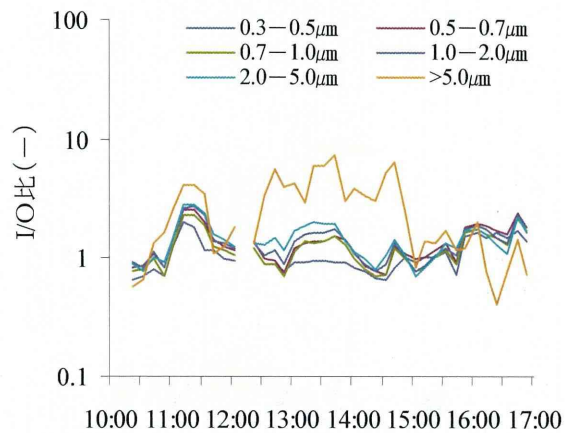


図 2-1-19 粒径別浮遊粒子濃度の I/O 比(施設 D)

## 5) 浮遊微生物

### ① 総菌

図 2-1-20~2-1-24 は施設 A~E のデイケア室における浮遊真菌, 浮遊細菌の測定結果および在室者数の経時変化を示したものである。日本医療福祉設備協会規格より病院空調設備の設計・管理指針 (HEAS-02-1998)<sup>5)</sup>の規格によれば, 一般病室やデイルームでの浮遊総菌数の目標値は $200\sim 500\text{cfu}/\text{m}^3$ とされている。施設 A, E において目標値を大きく上回っていた。また, 施設 D においては浮遊真菌が欠測となっているが, 10 時台は細菌だけで目標値を上回っており, 比較的高濃度の状態であった。



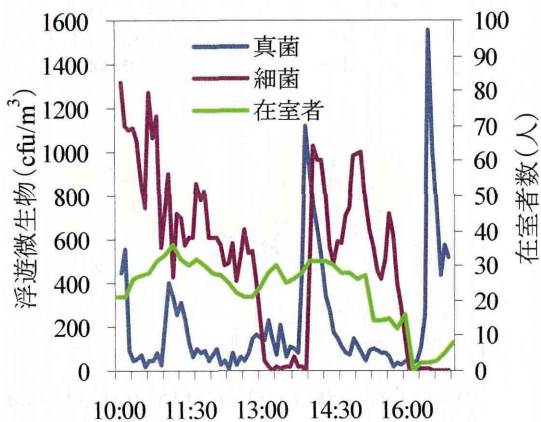


図 2-1-20 デイケア室内の浮遊微生物濃度と在室者数の経時変化 (施設 A)

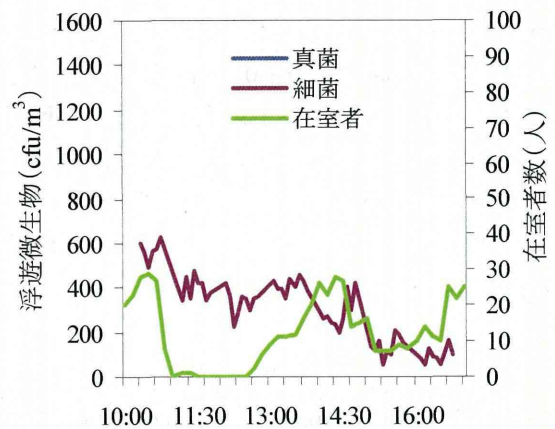


図 2-1-23 デイケア室内の浮遊微生物濃度と在室者数の経時変化 (施設 D)

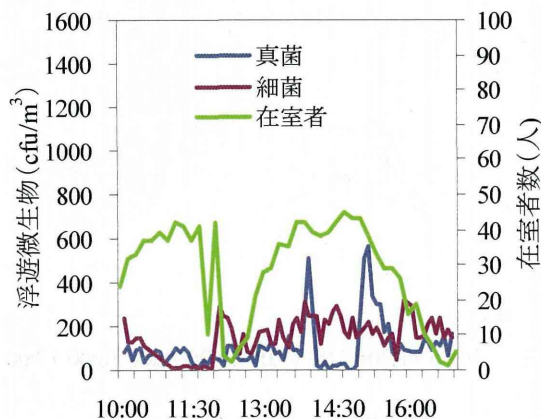


図 2-1-21 デイケア室内の浮遊微生物濃度と在室者数の経時変化 (施設 B)

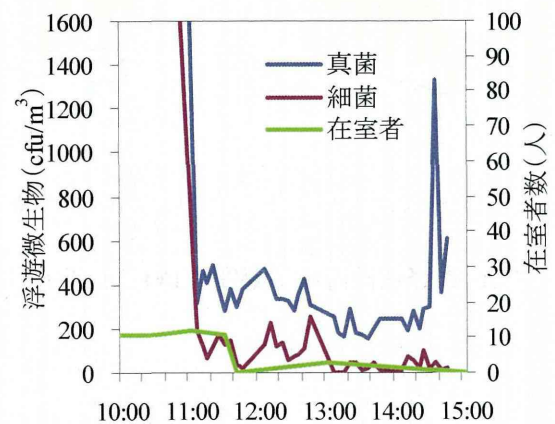


図 2-1-24 デイケア室内の浮遊微生物濃度と在室者数の経時変化 (施設 E)

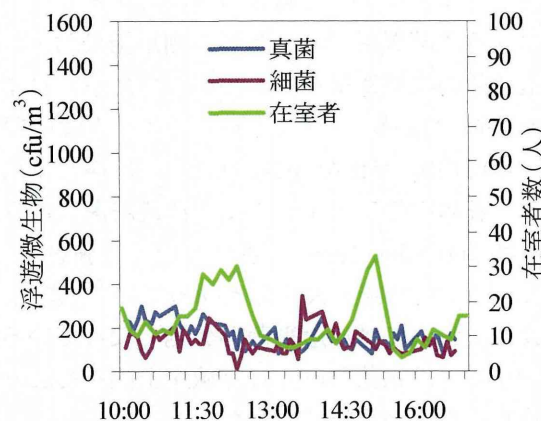


図 2-1-22 デイケア室内の浮遊微生物濃度と在室者数の経時変化 (施設 C)

## ② 真菌

高齢者福祉施設における真菌の管理基準はこれの法律や管理基準においても定められていない。従って、本研究では日本建築学会より微生物による室内空気汚染に関する設計・維持管理基準・同解説 (AIJES-A002-2005) の規準, オフィスでの浮遊真菌数の維持管理規準値  $50\text{cfu}/\text{m}^3$  以下を規準値と比較した。この値と比較すると全ての施設において基準値を大きく上回った。特徴的には、高湿性である *Cladosporium* sp. が全ての施設で検出された。

施設 A では時間経過と共に検出される真菌の種類がはっきりと分かれた。午前中の優先種は *Penicillium* sp. であったが、午後に入り

*Aspergillus niger*が多く検出されるようになった。夕方より再び *Penicillium* sp.が多くなった。*Cladosporium* sp.は1日を通して検出された(写真2-1-1)。

施設Bでは1日を通して中湿性の *Penicillium* sp.が優先種であった。午前中は好乾性の *Wallemia sebi*の検出が認められ、レクリエーションや昼食のために机を移動したことが原因と考えられる。午後は *Aspergillus* sp.も検出された。

施設Cでは高温性である *Cladosporium* sp.と *Yeast*が1日を通して検出された。

施設Dは欠測。施設Eは *Cladosporium* sp.の検出のみ認められた。

### ③ 細菌

高齢者福祉施設における細菌の管理基準が定められていない。従って、本研究では日本建築学会より微生物による室内空気汚染に関する設計・維持管理基準・同解説(AIJES-A002-2005)の規準、オフィスでの浮遊細菌数の維持管理規準値  $500\text{cfu}/\text{m}^3$ 以下を規準値と比較する。

施設A, Dにおいて高濃度で検出された(一例として写真2-1-2に施設Aの測定結果を示す)。いずれも在室者数との関連性は認められないが、二酸化炭素濃度が  $1000\text{ppm}$ を超えており、換気不足が原因と考えられる。施設Aの13時~14時で細菌数が極端に減っているが、在室者数、

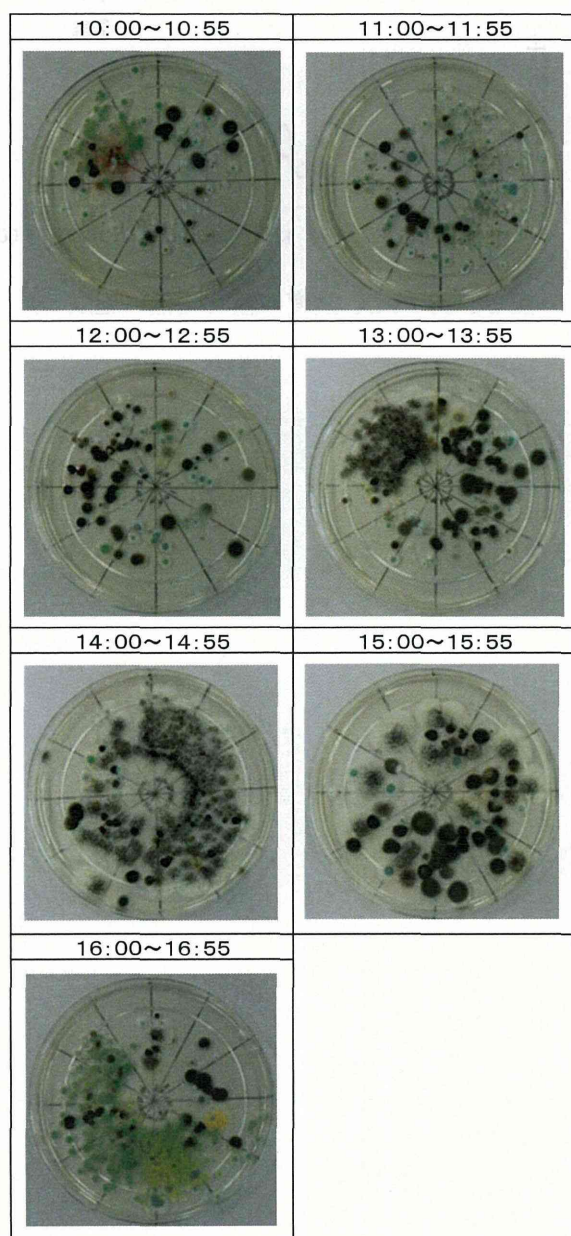


写真2-1-1 真菌の測定結果例(施設A)

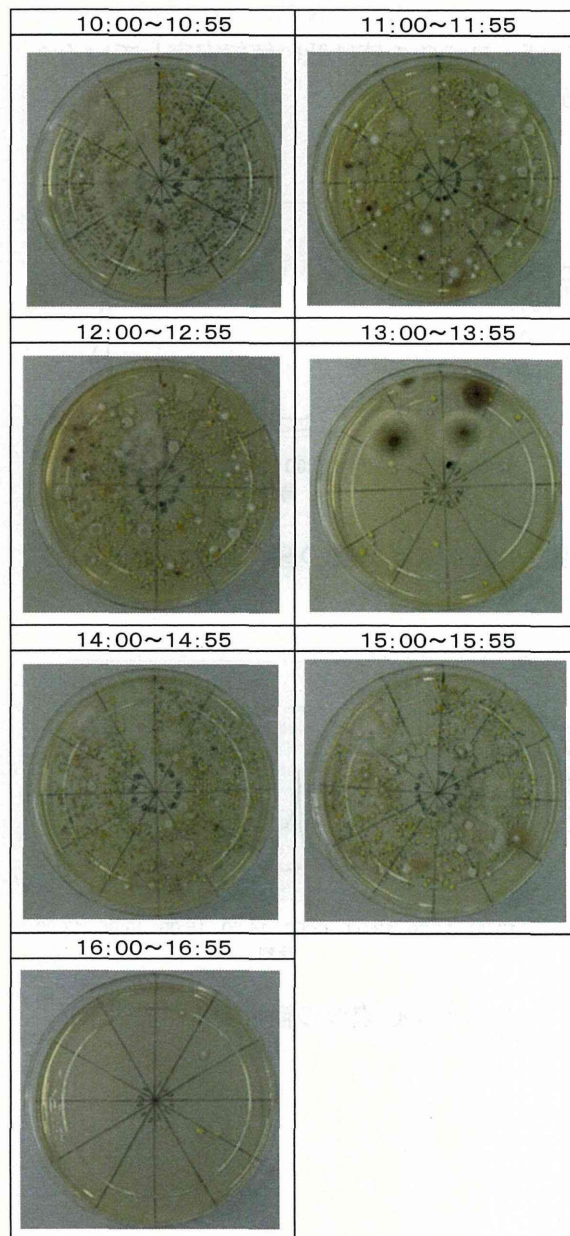


写真2-1-2 細菌の測定結果例(施設A)

二酸化炭素濃度ともに変動が小さいため原因は不明である。施設 D, E において測定開始時に高濃度となっている。これは、11 時以降は数値が落ち着いていることから、測定機器設置の間に測定者が複数いたためと思われる。なお、グラム染色による分類ではいずれの施設でも芽胞菌が優勢であった。

#### 6)TVOC 濃度

図 2-1-25～図 2-1-28 に、TVOC モニタで測定した TVOC 濃度の経時変化を示す。各測定場所において、1 箇所大きなピークがあるが、ここで発生源があったのか、測定器の都合かは明らかではない。いずれの施設もこれらのピークを除けば、TVOC の値は低い値で安定していることが分かる。

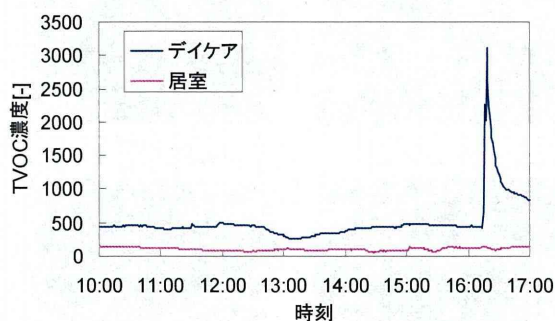


図 2-1-25 TVOC 濃度の経時変化 (施設 A)

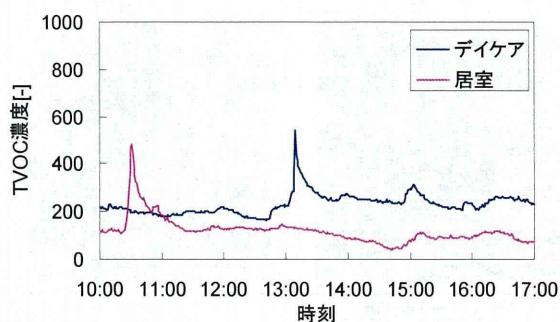


図 2-1-26 TVOC 濃度の経時変化 (施設 B)

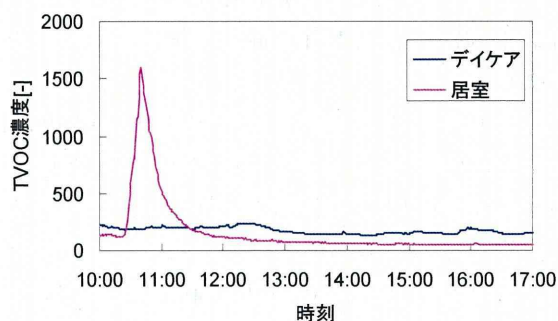


図 2-1-27 TVOC 濃度の経時変化 (施設 C)

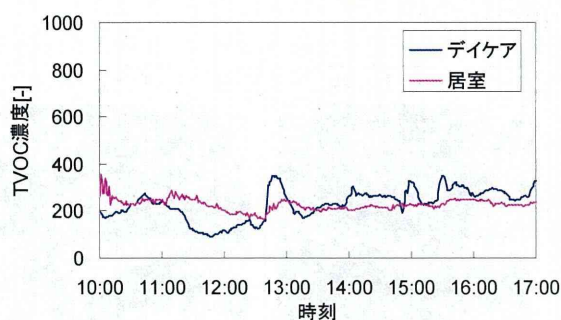


図 2-1-28 TVOC 濃度の経時変化 (施設 D)

## C.2 移動測定結果

### 1) 温度・相対湿度

図 2-1-29 は施設 A～D における各測定場所での午前と午後の温度の測定結果を示したものである。建築物衛生法での温度の管理基準である 17～28℃を全ての測定場所で満足した。また、午前と午後で著しい温度の差はなかった。施設 C、D の測定日は雨天で外気温が上昇しなかったため、室内と屋外での差があまり見られない、または、室内の方が僅かに高い温度となっている。

図 2-1-30 は施設 A～D における各測定場所での午前と午後の相対湿度の測定結果を示したものである。建築物衛生法での相対湿度の管理基準の 40～70%の上限を超過した場所は、施設 C 食堂・談話室の午後のみであった。しかし、施設 C では他の施設に比べ全体的に湿度が高い結果となり、連続測定の結果からも居室の午後は測定時間以外で 70%を超えている時間があつた。

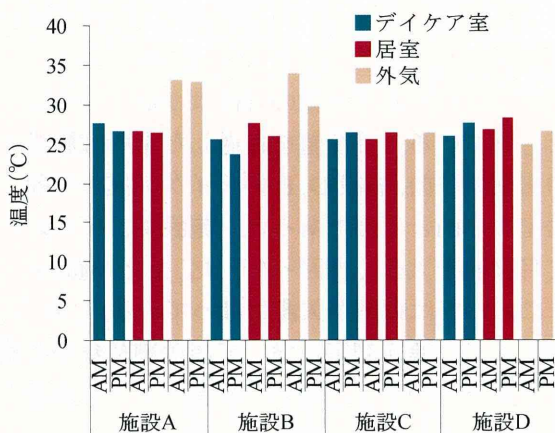


図 2-1-29 温度

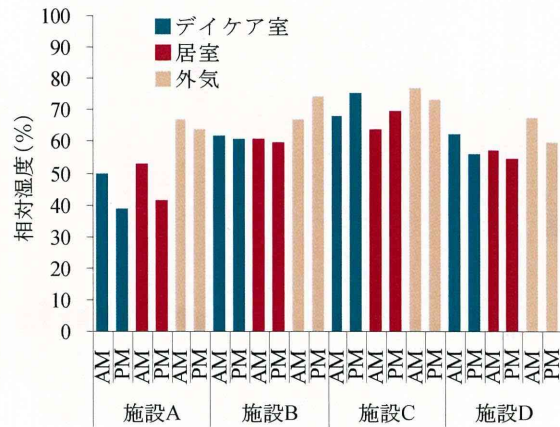


図 2-1-30 相対湿度

### 2) 一酸化炭素濃度・二酸化炭素濃度

図 2-1-31 は施設 A～D における各測定場所での午前と午後の一酸化炭素の測定結果を示したものである。建築物衛生法での一酸化炭素の管理基準である 10ppm を全ての測定場所で満足した。いずれの施設も住宅街の中にあるため、車の排気の影響を殆ど受けていない。また、施設の駐車場利用も送迎車以外殆どない状況であつた。

図 2-1-32 は施設 A～D における各測定場所での午前と午後の一酸化炭素の測定結果を示したものである。建築物衛生法での一酸化炭素の管理基準の 1000ppm を超過した場所は施設 A のデイケア室の午前と午後、施設 B のデイケア室の午後、施設 D のデイケア室の午後、及び居室の午後であった。上記の測定場所では連続測定においても高濃度の結果となっており、居住者が多数存在している時間帯には常に換気不足となっているものである。

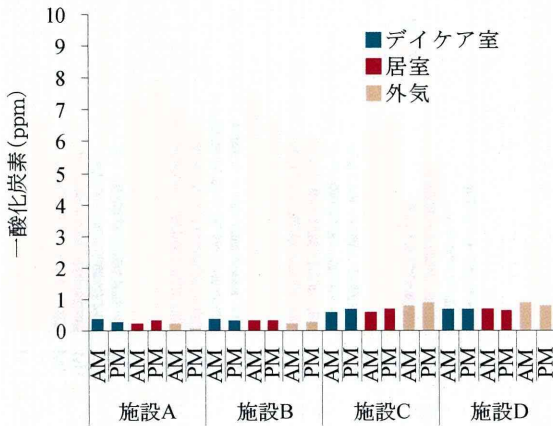


図 2-1-31 一酸化炭素濃度

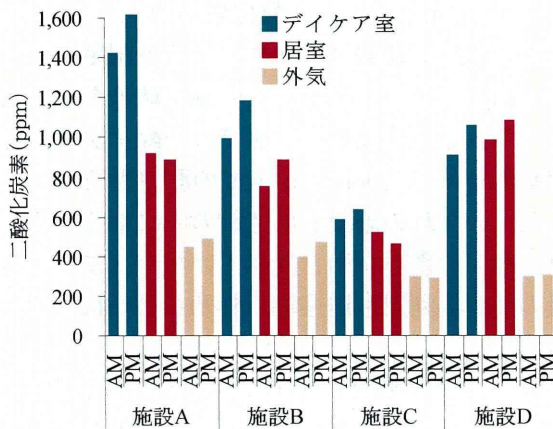


図 2-1-32 二酸化炭素濃度

### 3) 気流

気流の測定結果では、何れも管理基準の 0.5m/s を下回っていた。

### 4) 浮遊粉じん濃度

図 2-1-33 は施設 A～D における各測定場所での午前と午後の浮遊粉じん濃度の測定結果を示

したものである。建築物衛生法での浮遊粉じんの管理基準の  $0.15\text{mg}/\text{m}^3$  を全ての測定場所で満足した。

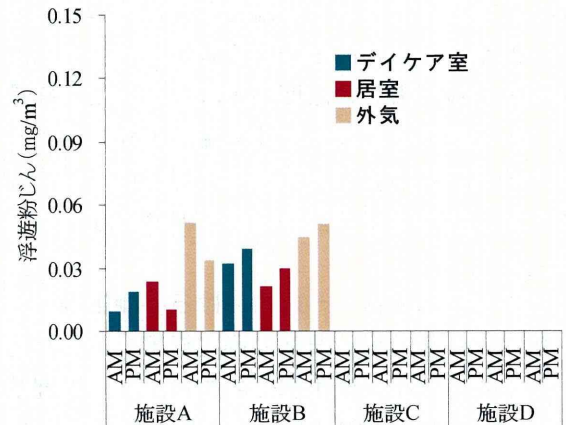


図 2-1-33 浮遊粉じん

### 5) 浮遊微生物

図 2-1-34 は施設 A～E における各測定場所での午前と午後の浮遊総菌数濃度の測定結果を示したものである。日本医療福祉設備協会規格より病院空調設備の設計・管理指針 (HEAS-02-1998)<sup>5)</sup>によれば、一般病室やデイルームでの浮遊総菌数の目標は  $200\sim 500\text{cfu}/\text{m}^3$  とされている。目標値を超過した場所は施設 C の居室の午前、施設 D, E のデイケア室の午前、居室の午前と午後であった。施設 C, E において目標値を大きく上回っていた。また、施設 A, B においては細菌が欠測となっている。しかし、施設 A では連続測定において浮遊細菌数が高濃度となっていることから、総菌としても高濃度であることが予想される。

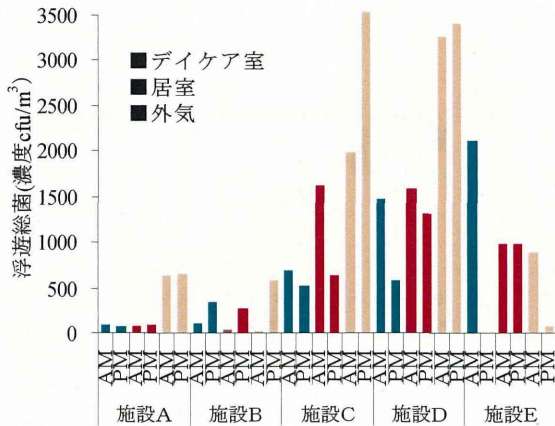


図 2-1-34 総菌

6) 化学物質濃度

表 2-1-2 に各測定点における厚生労働省から指針値として示されている物質の濃度について示す。個々の物質については、各測定点で指針値を超過する物質はなかった。一方、TVOC 濃度については、暫定目標値  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を超過する箇所が多く見られた。建物によっては、衣類の防虫剤の主成分である p-ジクロロベンゼン濃度の高いところもあり、居住者からの発生の影響が考えられる。

C.3 水質調査結果

上水、給湯、雑用水および冷却水について、建築物衛生法等に基づく水質検査およびレジオネラ属菌検査を実施した。

上水、給湯水、雑用水の水質調査結果を表 2-1-3 に示す。

上水及び給湯水については、全て水質基準に適合しており、またレジオネラ属菌も未検出で良好であった。

なお、雑用水及び冷却水については、1 箇所を除いてレジオネラ属菌が検出されていた。

D. 考察

建築物衛生法の衛生管理基準に関係するものとして、温度、相対湿度及び二酸化炭素濃度が基準値を逸脱するところがあった。図 2-1-35～図 2-1-37 に、連続測定で得られた温度、相対湿度、二酸化炭素濃度の各部屋の分布について示す。温度については、先にも述べたように比較的高い値であるが変化の幅も少ないものの、相対湿度については比較的高い値で幅も若干大きいものとなった。温度は一定であっても、温熱

表 2-1-2 各施設における化学物質濃度 (単位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

基準 指針	施設A												
	外気		デイルーム		居室		外気		デイルーム		居室		
	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	
ホルムアルデヒド	100	13.0	11.0	42.1	36.9	38.0	44.5	12.0	13.1	39.9	33.8	30.9	29.1
アセトアルデヒド	48	16.3	8.6	32.4	27.6	19.1	19.6	13.5	14.7	30.2	36.2	15.9	22.6
トルエン	260	13.4	16.6	58.1	34.2	27.6	16.0	10.3	24.9	31.1	39.8	28.2	34.9
エチルベンゼン	3800	4.1	4.7	17.9	12.5	9.6	7.0	2.5	6.5	21.4	21.6	5.6	8.6
キシレン	870	3.1	3.9	23.5	18.4	16.9	14.3	n.d.	5.3	24.1	22.7	5.0	8.1
スチレン	220	2.5	n.d.	18.4	n.d.	10.0	14.9	n.d.	n.d.	16.7	17.7	6.5	14.5
p-ジクロロベンゼン	240	5.1	9.0	133.7	112.4	32.9	9.6	4.8	24.8	38.2	74.1	31.6	50.5
テトラデカン	330	n.d.	2.1	16.2	17.0	5.9	5.6	n.d.	1.2	8.7	10.1	16.1	14.4
TVOC	400	118.4	198.9	891.4	746.1	436.5	355.6	128.2	211.6	523.8	953.0	575.8	1011.7
基準 指針	施設B												
	外気		食堂・談話室		居室		外気		レクレーションルーム		居室		
	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	
ホルムアルデヒド	100	3.8	3.7	16.3	18.2	27.6	23.9	4.3	18.9	22.4	22.4	32.1	2.8
アセトアルデヒド	48	3.5	3.7	9.1	8.8	8.4	6.5	3.3	8.3	8.4	15.1	12.8	0.0
トルエン	260	50.5	54.6	61.5	61.5	49.2	49.2	20.0	27.8	52.7	40.1	174.9	47.0
エチルベンゼン	3800	18.1	9.8	26.7	26.7	n.d.	n.d.	5.9	4.9	26.1	18.9	15.0	12.4
キシレン	870	14.3	n.d.	25.5	25.5	12.1	12.1	6.4	9.2	29.7	20.1	16.0	13.8
スチレン	220	6.4	n.d.	23.0	23.0	n.d.	n.d.	3.2	12.5	14.9	115.5	14.7	n.d.
p-ジクロロベンゼン	240	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	25.3
テトラデカン	330	1.1	9.2	n.d.	n.d.	9.4	9.4	1.5	n.d.	7.2	17.2	9.3	10.5
TVOC	400	187.2	186.2	788.7	788.7	700.5	700.5	133.3	141.9	612.1	1362.5	956.2	885.7
基準 指針	施設C												
	外気		デイルーム		居室								
	AM	PM	AM	PM	AM	PM							
ホルムアルデヒド	100	7.3	6.8	14.0	16.6	12.9							
アセトアルデヒド	48	8.5	10.1	15.9	10.8	7.8							
トルエン	260	36.7	53.8	42.1	10.1	6.0							
エチルベンゼン	3800	3.1	n.d.	n.d.	3.3	2.5							
キシレン	870	2.0	n.d.	n.d.	2.0	n.d.							
スチレン	220	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.							
p-ジクロロベンゼン	240	n.d.	n.d.	n.d.	3.2	n.d.							
テトラデカン	330	n.d.	n.d.	n.d.	1.0	1.4							
TVOC	400	149.8	167.4	50.7	93.0	137.7							

感としては変化があったものとも考えられる。

また、二酸化炭素濃度については、施設 A のデイルームで常時 1000ppm を超過する状況であった。図 2-1-38 に施設 A と施設 D の在室者数と二酸化炭素濃度の関係を示す。在室者数と二酸化炭素濃度の関係は、施設 D のように在室者数に応じて二酸化炭素濃度が増加する傾向が一般的であるが、施設 A においては、その傾向が見られなかった。高齢者福祉施設においては、デイルームや食堂などは居室や事務室などと空間的に一体となっており、常時建物全体の在室者に影響され、デイルームの二酸化炭素濃度が常に高い傾向であったと考えられる。このデイルームにおいては通常全熱交換器を運転していないことも関係しているものである。

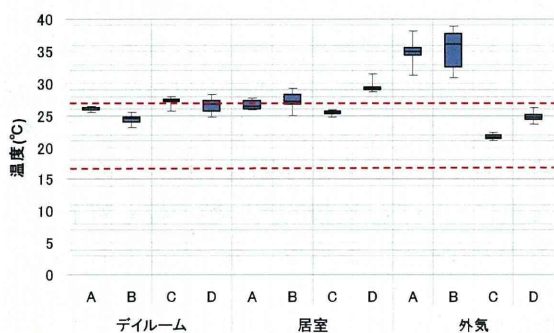


図 2-1-35 各部屋における温度の分布状況

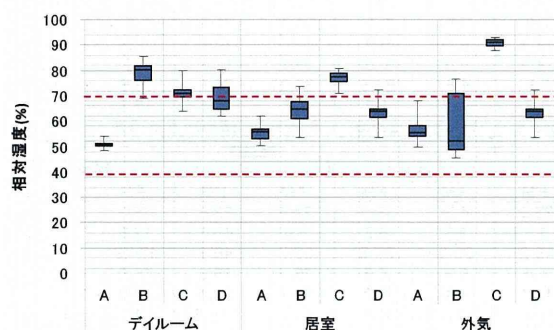


図 2-1-36 各部屋における相対湿度の分布状況

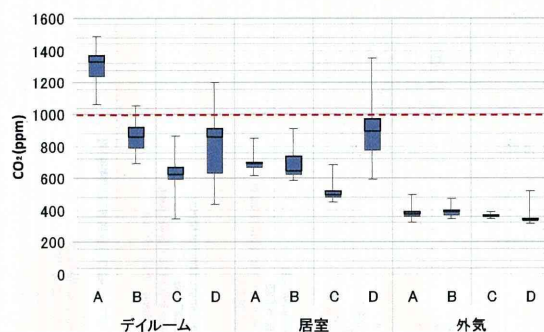
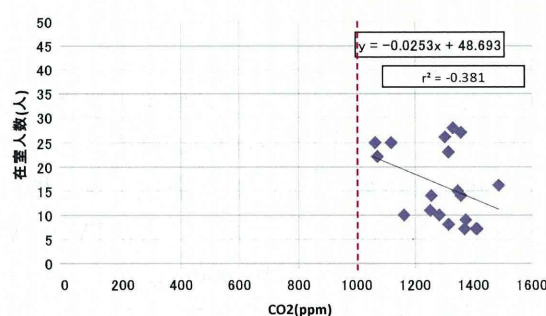
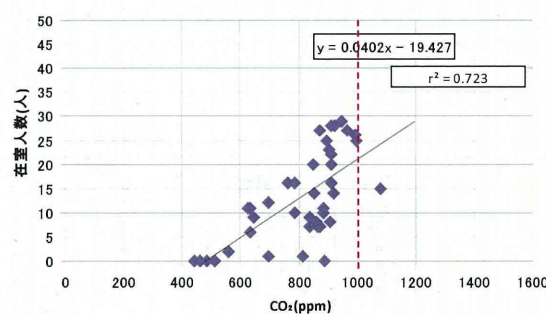


図 2-1-37 各部屋における二酸化炭素濃度の分布状況



a) 施設 A



b) 施設 B

図 2-1-38 デイルームにおける二酸化炭素濃度と在室人数の関係

## E. 結論

本研究では、高齢者福祉施設を対象に、夏期において 5 件の空気環境及び水質を建築物衛生法に準じた実測調査と共に、微生物に関する調査を行い、衛生環境の現状を把握した。

・空気質要素（粉じん濃度、一酸化炭素濃度、二酸化炭素濃度、ホルムアルデヒド濃度）については、温度、相対湿度及び二酸化炭素濃度が基準値を逸脱するところがあった。温度及び湿度については、空調の温度設定を基準値として

表 2-1-3 上水・給湯・雑用水の水質検査結果

施設名		A		B			C		D	
種類		水	湯	水		湯	水	湯	水	湯
採水場所		1F給湯室	1F給湯室	警備室	B1F洗面台	B1F男子更衣室				
項目	基準									
残留塩素	0.1mg/L以上	0.3	<0.1	0.5	0.6	0.2	-	-	-	-
水温	- (°C)	22	60	26	26	59	-	-	-	-
NO	10mg/L	0.4	0.4	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	0.2	0.2
Cl	200mg/L	9.1	8.2	3.8	4.0	4.1	8.6	8.6	7.1	7.4
TOC	5mg/L	0.1	0.1	1.1	0.3	0.3	0.8	0.8	0.4	0.3
一般細菌	100/mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
大腸菌	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
pH値	5.8-8.6	7.8	7.7	7.5	7.6	7.5	7.3	7.3	7.4	7.5
臭気	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
味	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
色度	5度以下	0	0	0	0	0	0	0	0	0
濁度	2度以下	0	0	0	0	0	0	0	0	0
蒸発残留物	500mg/L	150	160	90	80	90	70	60	110	110
Cu	1.0mg/L	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.04
Fe	0.3mg/L	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01
Zn	1.0mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
Pb	0.01mg/L	<0.001	0.003	<0.001	<0.001	0.006	0.001	0.011	<0.001	<0.001
クロホルム	0.06mg/L	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	0.008	0.028	0.039	0.020	0.019
ブロモクロロメタン	0.03mg/L	0.001	0.002	0.002	0.002	0.004	0.010	0.014	0.007	0.006
ジブロモクロロメタン	0.1mg/L	<0.001	0.007	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ブromoホルム	0.09mg/L	<0.001	0.010	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
総トリハロメタン	0.1mg/L	0.002	0.020	0.005	0.005	0.012	0.038	0.053	0.027	0.025
クロ酢酸	0.02mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
ジクロ酢酸	0.04mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	0.007	0.009	0.004	0.007
トリクロ酢酸	0.2mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.015	0.010	0.010	0.006
ホルムアルデヒド	0.08mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.003	0.005	0.002	0.007
臭素酸	0.01mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
シアン	0.01mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
レジオネラ属菌	(cfu/100mL)	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
	菌種									

施設名		A		B		
種類		冷却水				
採水場所		CT-1	吸収式冷温水器	冷却塔No.1	冷却塔No.2	冷却塔No.3
項目	基準					
水温	- (°C)	30	32	30	31	31
残留塩素	0.3mg/L以下	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
塩化物イオン	200mg/L	16.3	35.4	58.9	32.9	49.0
硫酸イオン	200mg/L	46.3	55.9	160.1	98.2	103.0
酸消費量 (pH4.8)	100mg/L	124.3	154.8	247.4	222.4	183.1
全硬度	200mg/L	177.7	205.2	361.6	279.0	260.3
カルシウム硬度	150mg/L	116.4	150.2	304.1	241.5	221.5
イオン状シリカ	50mg/L	63.7	79.6	78.8	56.7	53.9
pH値	6.5-8.2	8.4	8.5	8.6	8.8	8.1
導電率	80(mS/m)	39	47	99	73	73
Cu	1.0mg/L	0.01	0.00	0.08	0.06	0.13
Fe	0.3mg/L	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02
Zn	1.0mg/L	0.05	0.02	0.02	0.02	0.08
Pb	0.01mg/L	0.003	0.022	0.009	0.033	0.018
硫化物イオン	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
アンモニウムイオン	1.0mg/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
レジオネラ属菌	(cfu/100mL)	210	900	820	20	不検出
	菌種	Legionella pneumophila 1群	Legionella pneumophila 6群	Legionella pneumophila 5群	Legionella pneumophila 3群	

いること、デイルームなど居住者がいなくなると停止していることなどから、職員がこまめに操作していることが伺えた。一方、二酸化炭素濃度については、居住者の多さや全熱交換器を停止していることによる換気不足が原因であると考えられる。また、デイルームや食堂などは

居室や事務室などと空間的に一体となっており、常時建物全体の在室者に影響され、デイルームの二酸化炭素濃度が常に高い傾向であったと考えられる。

・浮遊微生物については、真菌においてはオフィスでの浮遊真菌の維持管理規準値をいずれの



建物も大きく上回っており、特徴的には高湿性である *Cladosporium* sp.が全ての施設で検出された。細菌については、オフィスでの浮遊真菌の維持管理規準値と比較して高い建物については、二酸化炭素濃度も高く、換気不足がその原因であると考えられる。なお、グラム染色による分類ではいずれの施設でも芽胞菌が優勢であった。

・化学物質については、厚生労働省の指針値物質で指針値を超過する場所はなかったものの、TVOCの暫定目標値を超過する部屋が多く存在した。

・上水及び給湯水については、全て水質基準に適合しており、またレジオネラ族菌も未検出で良好であった。

#### 参考文献

- 1) 柳宇, 鍵直樹, 池田耕一, 西村直也, 吉野博, 小畑美知夫, 齋藤秀樹, 齋藤敬子, 鎌倉良太: 病院施設における室内環境の衛生管理に関する研究 第2報-外来待合室内浮遊微生物汚染の実態とその対策方法, 空気調和・衛生工学会論文集, No.141, pp.9-17, 2008.12
- 2) 戸塚雅彦: レジオネラ陽性で指導した高齢者入浴施設の衛生管理状況と課題について, 月刊ビルメンテナンス, Vol.43, pp.28~31, 2008.04
- 3) 吉田智子, 平井重成, 小池美奈子ほか: 社会福祉施設等における感染管理の実態と循環式浴槽の衛生管理に対する支援, 北陸公衆衛生学会誌, Vol.30, No.1, pp.42~46, 2003.10
- 4) 鍵直樹, 柳宇, 池田耕一ほか: 社会福祉施設における建築物衛生法に準じた空気環境測定, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, Vol.2008, No.2, pp.1341~1344, 2008.08
- 5) 日本医療福祉設備協会: 日本医療福祉設備協会規格, 病院空調設備の設計・管理指針 HEAS-02-1998

## 2-2 個別分散空調における実態調査

### A. 研究目的

平成 14 年に建築物衛生法の一部が改正され、個別分散空調方式についても法対象となった。個別分散空調方式はこれまでの研究により、換気量の不足、フィルタろ過性能の不足及び微生物汚染の問題が指摘され、これらの問題による室内空気質の悪化を防ぐには適切な維持管理が必要であることが明らかになっている<sup>1)</sup>。しかし、室内機が分散されているため維持管理が難しい。また、衛生管理の実績が少なく、微生物汚染の実態もあまり把握されていない。

そこで本研究では、個別分散空調方式の現状及び維持管理実態の把握のためにアンケート調査を実施し、課題の把握を行った。また、個別分散空調方式を有する建築物内の室内空気質、浮遊細菌・真菌及び空調機内の微生物汚染の実態を把握するために実態調査を行うと共に、その対策方法の一つとして室内機の洗浄による微生物汚染除去効果についての検討を行った。

### B. 研究の方法

#### B.1 アンケート調査

全国ビルメンテナンス協会の協力を得て、所属の会員企業に対してアンケート調査を実施した。厚生労働科学研究費補助金「建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究 (H21-健康-一般-009)」で行った関連のアンケート調査から個別分散空調方式を採用している 154 件を抽出し、2011 年 10 月 12 日に当該協力所管の会社にアンケート調査票を郵送した。送付先は 33 都道府県、宛先は 83 社、物件数は 154 件であった。図 2-2-1 に都道府県別アンケート送付数を示す。アンケートは後日、郵送にて回収した。回収した調査票の内、無記入のものを無効回答とし、それを除いたものについて解析を行った。

#### B.2 微生物を中心とした室内空気室の実態調査

##### B.2.1 調査対象概要

入居中ビルの室内において調査を行った。対象は特定建築物が 4 物件、非特定建築物が 5 物件の計 9 物件であった。調査対象物件の概要一覧を表 2-2-1 に示す。

##### B.2.2 測定方法

###### 1) 測定パターン

測定は建物により 3 つのパターンで行った (表 2-2-1)。

・パターン 1 平日測定：温度、相対湿度、一酸化炭素、二酸化炭素、粒径別浮遊粉じん個数濃度の連続測定を行った。また、外気、室内及び給気中の浮遊細菌・真菌測定を行い、連続測定終了後に空調機内の付着細菌・真菌を採取した。

・パターン 2 休日測定：吹き出し口空気の浮遊細菌・真菌測定と空調機内の付着細菌・真菌測定を行った。

・パターン 3 空調機の洗浄前後：洗浄前後に給気中の浮遊細菌・真菌測定と空調機内付着細菌・真菌測定を行った。

###### 2) 室内空気質

IAQ モニター (カノマックス製) とパーティカルカウンター (KR-12A, リオン製) を設置し、温度・相対湿度・一酸化炭素・二酸化炭素・粒径別浮遊粉じん個数濃度の 5 項目を 1 分間隔で 9:30 から 17:00 まで連続して測定を行った。

###### 3) 浮遊微生物

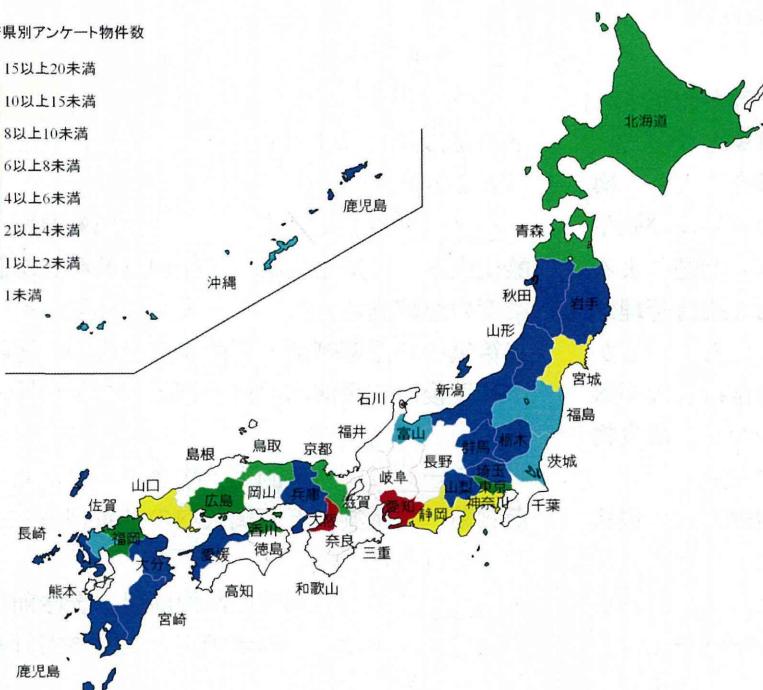
浮遊細菌・真菌はバイオサンプラー (MBS-1000, ミドリ安全製) にて捕集し、細菌の測定に SCD 培地、真菌の測定に PDA 培地を用いた。培地は培養後のコロニー数の計数し、細菌についてはグラム染色、真菌については形態学による同定を行った。培地の培養条件は、32°C・2 日間 (SCD 培地) と 25°C・3 日間以上 (PDA 培地) とした。

室内及び外気中の浮遊細菌・真菌濃度測定は午前と午後に測定を行った。給気中の浮遊細菌・真菌濃度測定の手順は、まず空調機の給気以外の空気が混入しないよう吹き出し口を養生し、空調機が停止している状態で測定した。その後、吹き出し口からの給気を空調機の運転直後から連続して測定した。

###### 4) 空調機内付着微生物

空調機内付着微生物を拭き取り検査キット (ST-25 エルメックス製) を用いて、56.25cm<sup>2</sup>

都道府県別アンケート物件数



北海道地方	北海道	4件	近畿地方	京都府	4件
東北地方	青森県	4件	大阪府	19件	
	岩手県	3件	兵庫県	3件	
	宮城県	8件	中国地方	鳥取県	4件
	秋田県	3件		山口県	8件
	山形県	2件		広島県	6件
	福島県	1件	四国地方	香川県	6件
関東地方	茨城県	1件		愛媛県	3件
	栃木県	2件	九州地方	福岡県	7件
	群馬県	3件		佐賀県	1件
	埼玉県	3件		長崎県	3件
	東京都	6件		大分県	2件
	神奈川県	8件	中部地方	宮崎県	2件
	新潟県	2件		鹿児島県	3件
	富山県	1件		沖縄県	1件
	山梨県	2件		不明	5件
	静岡県	9件		合計	154件
	愛知県	15件			

図 2-2-1 都道府県別アンケート送付数

表 2-2-1 対象物件概要と測定パターン

施設名	調査日	所在地	階数	測定階	延床面積[m <sup>2</sup> ]	室面積[m <sup>2</sup> ]	竣工[年]	主用途	天候	空調方式	パターン
aビル	7月16日	横浜	B1~10F	10F	1664m <sup>2</sup>	126.18m <sup>2</sup>	1985	事務所	晴れ	天井カセット型4方向	3
									天つり型1方向		
bビル	7月21日	日本橋	1~9F	6F	2941m <sup>2</sup>	232.95m <sup>2</sup>	1985	事務所	雨・曇	天井カセット型2方向	1
cビル	8月25日	新宿区	B2~10F	2F・10F	7000m <sup>2</sup>	302.5m <sup>2</sup>	1990	事務所	晴れ	天井カセット型2方向	1・2
	8月27日										
	9月2日										
dビル	9月6日	大田区	1~5F	3F				事務所	曇	天つり型1方向	1
									天井カセット型1方向		
eビル	9月10日	札幌	1~10F	4F			1974	事務所	晴れ	天井カセット4方向×2台	2
fビル	9月10日	札幌	1~3F	2F				事務所	晴れ	天井カセット4方向	2
gビル	10月30日	沖縄本島	1~3F	1F		506.25m <sup>2</sup>	1989	事務所	晴れ	天井カセット4方向	2
hビル	10月30日	沖縄本島	1F	1F	6637.21m <sup>2</sup>	80.2m <sup>2</sup>	2002	事務所	晴れ	天井カセット4方向	2
iビル	12月4日	千代田区	B1~6F	B1		94.5m <sup>2</sup>	1979	飲食店	晴れ	天井カセット型4方向	3
										天井カセット型6方向	

の範囲を拭き取った。拭き取った試料 50 μL はスパイラルプレーター (Eddy Jet, IUL 製) にて SCD 培地, PDA 培地に塗布した。スタンプ法は, SCD 培地と SDA 培地を空調機へ直接圧着させ微生物を採取した。培地は培養後のコロニーの計数し, 同定及びグラム染色を行った。SDA 培地は真菌測定用で, 培養条件は PDA 培地と同様である。

### B.3 対策方法とその効果の検証

a ビル, i ビル (表 2-2-1) を対象に室内機の洗浄前後の測定を行った。

入居中のビルに設置されている室内機を対象に洗浄前後の給気中浮遊細菌・真菌測定, 及び空調機内の付着細菌・真菌測定を行った。

## C. 結果

### C.1 アンケートの結果

全 154 件のうち 42 件のアンケートを回収し, 回収率は 27%, そのうち有効回答数は 38 件 (内 2 件は一部のみ回答), 有効回答率は 25%であった。最も高い有効回答率が得られたのは九州地方の 47%であった。以降, 集計したアンケートのうち, 有効である 38 件について解析を行った

結果について述べる。

## 1) 建築概要

### ① 用途別

図 2-2-2 に調査対象の用途別の割合を示す。事務所としての利用が全体の 40%と最も多く、次に旅館・ホテル(19%),テナントビル(13%),商業施設 (11%)と続いた。

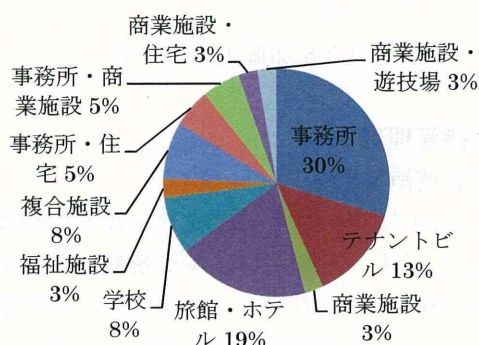


図 2-2-2 用途別割合

### ② 地域別

対象の建物を 8 つの地域に分類した場合の地域別の割合を図 2-2-3 に示す。東北地方、中部地方、九州地方がそれぞれ 24%を占めている。一方、北海道、四国地方は 0 件であった。都道府県別では愛知県が 6 件と最も多い結果となった。

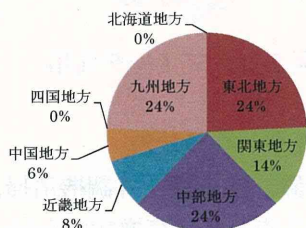


図 2-2-3 地域別割合

### ③ 規模別

図 2-2-4 に対象ビルの延床面積別の割合を示す。建築物衛生法の対象である特定建築物 (3000m<sup>2</sup> 以上) の数は全体の 84%を占めている。また、3000~5000 m<sup>2</sup> の数は全体の 35%, 5000~10000 m<sup>2</sup> は 27%, 10000 m<sup>2</sup> 以上は 24%と 3000~5000 m<sup>2</sup> が最も高かった。しかし、この三つに大きな差はなく、10000 m<sup>2</sup> を超える大規模

建築物においても個別分散型空調方式が採用されており、個別分散型空調方式が普及していることが窺えた。

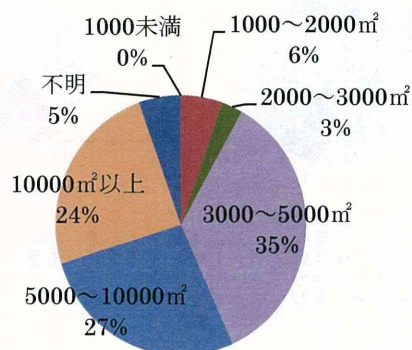


図 2-2-4 延床面積別割合

### ④ 築年数及び改築年数

図 2-2-5 に築年数及び改築年数別の割合を示す。年数別の割合はほぼ同じであった。

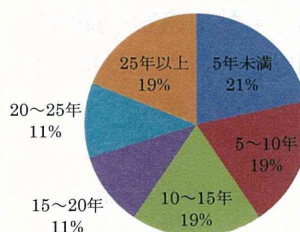


図 2-2-5 築年数及び改築年数別割合

## 2) 空調設備の概要

### ①室内空調機の種類

図 2-2-6 に室内空調機の種類別の割合を示す。天井カセット型が最も多く、全体の 39%を占めている。次に天井隠蔽ダクト型が多く、天井に配置するタイプが最も使用されている。また、複数の種類を併用する方式が全体の 28%あり、その中で天井カセット型と天井隠蔽ダクト型の割合が最も高かった。