

建築物環境衛生管理及び管理基準の今後のあり方に関する研究

研究代表者 大澤元毅 国立保健医療科学院 統括研究官

研究要旨

近年、建築物においては規模の大型化、用途の複合化、建築設備の変化、危機管理の強化や温暖化対策など、従来の想定を超える状況の進行に伴って、衛生にかかわる管理基準を満足しない割合「不適率」の増加が進み、管理方法、管理基準を含めた環境衛生管理のあり方が問われる事態が急速に顕在化している。

本研究は、建築物における環境衛生管理方法及びその管理基準に着目して、建築物の環境衛生の実態調査、現状の把握及び問題点の抽出、原因の究明、対策の検討等を実施し、公衆衛生の立場を踏まえた、今後の建築物に必要な環境基準のあり方について提案を行おうとするものである。

本年度は、昨年度の調査資料に基づいて建築物における環境衛生の実態を把握するアンケート調査を継続してその解析、建築物における衛生環境の実態測定・調査を行うとともに、文献により最新の空気環境による健康影響被害の実態、及び建築物環境衛生の管理のあり方についての資料整備を行い、検討を加えた。更に、空調設備などの用途、運用などのほか、新たに管理すべき項目、監視方法の妥当性、維持管理方法のあり方についても、検討・提言のための基礎資料を収集した。

なお本研究では、建築物利用者に対して建築物に関するアンケート及び環境衛生監視員に対して建築物衛生法に関する調査を実施した。個人の情報が得られないように、また解析は匿名化されたデータを用いて統計的処理を行う。一方、建築物や法律の解釈を対象としており、個人を対象とした調査や実験を含まない。また、研究で知り得た情報等については漏洩防止に十分注意して取り扱うとともに、研究以外の目的では使用しない。

研究分担者

東 賢一 近畿大学医学部  
池田 耕一 日本大学理工学部  
射場本忠彦 東京電機大学未来科学部  
鍵 直樹 東京工業大学  
金 勲 国立保健医療科学院  
田島 昌樹 高知工科大学  
中館 俊夫 昭和大学医学部  
百田 真史 東京電機大学未来科学部  
柳 宇 工学院大学建築学部

研究協力者

高橋佳代子 東京都健康安全研究センター  
松田 澄子 東京都健康安全研究センター  
斎藤 敬子 (公社)日本建築衛生管理教育センター  
鎌倉 良太 (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  
下平 智子 (公社)ビルメンテナンス協会

A.研究目的

近年、建築物においては規模の大型化、用途の複合化、建築設備の変化、危機管理の強化や温暖化対策など、従来の想定を超える状況の進行に伴って、衛生にかかわる管理基準を満足しない割合「不適率」の増加が進み、管理方法、管理基準を含めた環境衛生管理のあり方が問われる事態が急速に顕在化している。

本研究は、建築物における環境衛生管理及び管理基準に着目して、建築物の環境衛生の実態調査、現状の把握及び問題点の抽出、原因の究明、対策の検討等を実施し、これらの情報を基に、公衆衛生の立場を踏まえた、今後の建築物に必要な環境基準のあり方について提案を行おうとするものである。

B.研究方法

以下のサブテーマに分けて進めた。

#### B.1 建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査

本研究では、近年、「温度」、「相対湿度」、「二酸化炭素」について、建築物衛生法の建築物環境衛生管理基準に適合しない特定建築物の割合（以下、不適率）が、特に事務所等において上昇傾向にあることが指摘されるなど衛生環境の悪化が危惧されているこのような背景を踏まえ、建築物の管理者や利用者に対する全国規模のアンケート調査によって、事務所に勤務する者の健康状態と職場環境等を調査し、オフィス環境に起因すると思われる健康障害の実態と職場環境との関連性を明らかにする。また、その調査を行った一部の建築物において、職場環境における室内空気質の計測を行い、建築物利用者の健康に影響する具体的な空気質の項目を明らかにすることを目的としている。これらの結果を踏まえて、建築物利用者の健康や職場環境に影響する可能性のある維持管理上の課題を明らかにする。

自記式調査票を調査対象の企業に配付し、郵送にて回収した。建築物の管理者または事務所の責任者に対しては「建築物の維持管理状況の調査」（管理者用調査）、事務所の従業員に対しては「職場環境と健康の調査」（従業員用調査）を実施した。管理者用調査では、事務所及び事務所が入居する建築物の維持管理状況などを質問した。従業員用調査では、職場環境と健康状態などを質問した。アンケートは、公益社団法人全国ビルメンテナンス協会に所属する全国都道府県の会員企業（約 3,000 社）の本社・支社等の事務所の管理者と従業員を対象として、2012 年 1 月～3 月の冬期及び 2012 年 8 月～10 月の夏期に実施した。冬期は 315 件の企業の管理者（回収率 64.4%）及び 3,335 名の従業員（企業数 320 件）から回答を得た。また、夏期調査では 307 件の企業の管理者（回収率 62.8%）及び 3,024 名の従業員（企業数 309 件）から回答を得た。

更に、2012 年 1 月～3 月（冬期）及び 2012 年 8 月～10 月初め（夏期）に全国規模のアンケート調査を行った建物のうち、実測調査への協

力が可能との回答があり、SBS 関連症状の有症者の割合が高いところと低いところを選定した。実態調査の測定項目としては、建築物衛生環境管理基準項目に加え、浮遊微生物、揮発性有機化合物、PM<sub>2.5</sub>を計測した。

データ解析方法として、建物の事務所の空気質とそこに勤務する従業員の SBS 関連症状との関係を解析するために、それぞれの事務所における 5 つの SBS 関連症状の有症率を算出し、測定した空気質との関係を解析した。また、有症率にバイアスが掛かっている可能性があること、測定データが多くないことから、各従業員における SBS 関連症状の有無と、その従業員が勤務する事務所の測定結果との関係についても解析した。

#### B.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

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、建築物衛生法の改正により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。

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調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。

高齢者福祉施設については、夏期に 5 物件の空気環境及び水質についての調査を、同年度冬期においても同様の調査を実施し、その実態の把握を行った。

学校教室環境については、地域別、気候別、設備別による室内環境への影響を明らかにするため、国内の3大学(4教室)、中国2大学(5教室)の計5大学(9教室)を対象に調査を実施した。全教室共通に二酸化炭素、温度、相対湿度を測定項目としたほか、浮遊細菌・真菌の測定も行った。

また、個別空調設備については、建物の管理技術者へのアンケート調査を行うことで、維持管理実態特徴を明らかにするとともに、パッケージ型空調機内に小型温湿度計を設置し、温湿度の連続測定を行った。また併せて一定期間前後の給気中の浮遊微生物及び空調機内の付着微生物測定を行い、空調機内の温湿度環境と微生物汚染の関係について検討を行った。

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における実測では、冬期及び夏期に行い、建築物衛生環境管理基準項目(温度、相対湿度、一酸化炭素、二酸化炭素、浮遊粉じん)のほか、浮遊微生物、揮発性有機化合物、PM<sub>2.5</sub>を加え、建物毎の特性の把握を行った。

更に、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。全国495件の保健所に郵送し、組織を代表して建築物衛生の担当者1名に特定建築物に対する指導や管理等の現況について、自記式調査票に記入を依頼し、郵送により回収した。355件(回収率71.7%)から回答を得たが、自治体を代表して回答したものも含まれていた。調査票では、空気調和設備や機械換気設備及び加湿器の設置に関する保健所の指導状況、相対湿度の測定及び報告に関する保健所の状況等を選択式の質問をし、コメントも頂いた。

### B.3 建築物の空気調和設備の維持管理及び運用のあり方に関する研究

建築物においては、エネルギー消費に係る機器・構造の性能確保や適正保全措置の徹底が省エネルギー法に盛り込まれるなど、官民を挙げて多様な対策が進められている。しかしながら、

社会に普及しつつある省エネルギー手法の中には、建築物衛生法の主旨とは相容れない衛生上の問題や、かつての法制定・改正時には想定されていなかったものなどが散見される。

先の厚労省科研費調査では、特に冬季相対湿度の基準値不適合が、個別部分空調と称される特定の空気調和設備の維持管理及び運用方法に起因していることが指摘された。これらは、特に事務用途において普及が進み、相対湿度の不適合率上昇の原因とも考えられる。そこで、本課題では当該空気調和設備について、環境衛生データの収集と解析を実施し、基準適合範囲に収まる、省エネルギーと環境衛生の両立に資する適切な維持管理手法・監視方法の提案を行うことを目的としている。

また本研究においては、建築物衛生法の衛生管理基準値に対して不適合となる場合の、原因や詳細な課題抽出を目的として、複数の事務所空間を対象とした室内環境の連続的時間データを収集・取得および解析し、一般的に発生しうる事象を取りまとめた。そのうえで現状の室内環境測定手法の課題と、今後の測定のあるべき姿について提案を行った。

### B.4 健康影響と管理基準のあり方に関する研究

建築物内の空気質はそこで活動する人間の健康や快適性に強く関連することから、その維持管理は建築物環境衛生管理の最も重要な要素の一つである。建築物内には空気質の劣化をもたらす種々の汚染物質発生源が存在し、シックビルディング症候群(以下、SBS)やシックハウス症候群(以下、SHS)などの健康問題との関連が示唆されている。

一方近年室内空気汚染物質の新たな発生源として、オフィスや家庭内に急速に普及した電子複写方式の事務機器(複写機、レーザープリンタ、およびその複合機)が注目されている。これらの機器は文字や画像の印刷のために粉体トナーを使用することから、従来から室内の粒子状物質汚染の可能性が指摘されていたが、最近になって、その稼働時に粒径がごく小さい粒子状物質(微小粒子[以下、FP]、超微小粒子[以下、UFP])が放出されることがわかってきた。

そこで本研究では、将来の建築物環境衛生管理における潜在的な管理項目として、これら事務機器から発生する粒子状物質について、現在の知見を文献的に整理することを目的とする。

調査方法として、データベースを利用した文献検索により文献を収集し、整理した。文献の範囲は原著論文を原則とすることとして、一般誌の解説記事的な文献や会議録、報道記録は除外した。国内（和文）文献は医学中央雑誌のデータベースを、海外を含む英文文献のデータベースには Medline を用いた。"エミッション"、"複写機"、"レーザープリンタ"、"シックビル症候群"などのキーワード（日本語、英語）により探索的に検索を行った。検索された文献の内容を確認し、本調査の趣旨に合致する文献を適宜収集した。

## C. 研究結果

本研究に関して、研究項目ごとにまとめる。

### C.1 建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査

職場環境において、強い疑いのあるシックビルディング症候群（SBS）関連症状（米国 NIOSH の基準）の冬期における有症率は、非特異症状 14.4%、目の症状 12.1%、上気道症状 8.9%、下気道症状 0.8%、皮膚症状 4.5%であった。同様に夏期ではそれぞれ 18.3%、14.1%、6.7%、0.9%、2.2%であった。これらの症状に関連する環境要因を解析した結果、冬期および夏期ともに、SBS 関連症状と職場の環境要因との関連性について、温湿度環境、薬品・不快臭、ほこりや汚れ、騒音などの環境要因と SBS 関連症状との関係が示唆された。さらに夏期では、カーペットの使用や 3 ヶ月以内の壁の塗装との関連性が示唆された。

建築物の維持管理項目では、冬期の湿度基準の不適合と目の症状や上気道症状や皮膚症状、冷却加熱装置の汚れと上気道症状との関連性が示唆された。また、夏期の二酸化炭素基準の不適合と非特異症状との関連性が示唆された。冬期の目の症状と皮膚症状、夏期の目の症状と上気道症状では、特定建築物の方が非特定建築物よりも高いオッズ比を示した。

冬期 11 件（107 名）、夏期 13 件（207 名）から得られた SBS 関連症状と室内空気質の測定値との関連性について解析を行ったところ冬期では、非特異症状と高い粉じんレベル（ $5\mu\text{m}$ 以上）、上気道症状と高いアルデヒド類濃度や高い室内温度、皮膚症状と低い室内温度との間に関連性がみられた。また、皮膚症状と低湿度にも有意な傾向があった。夏期では、上気道症状と高いトルエン濃度、皮膚症状と低い室内温度との間に有意な関係がみられた。

### C.2 特定建築物のあり方と個別分散空調方式の実態に関する研究

高齢者福祉施設 5 件を対象に、夏期に空気環境及び水質について建築物衛生法に準じた方法で実測調査を行うとともに、微生物に関する調査を行った。結果として、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はあったものの、温度及び湿度については、空調の設定温度は基準値の範囲に設定されていること、デイルームなど居住者がいなくなると停止するなど、職員がこまめに操作していた状況がうかがえた。二酸化炭素濃度については、在室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、浮遊微生物については、真菌の濃度が高く、高湿性である *Cladosporium* spp. が全ての施設で検出された。一方、細菌については、比較的濃度の高い施設が見られ、換気不足がその原因であると考えられる。なお、いずれの施設でもグラム染色による分類では芽胞菌が優勢であった。

学校教室環境の実測では、二酸化炭素濃度は在室者数・空調と換気の状態及び窓の開閉に影響され、自然換気は二酸化炭素濃度を下げるのに有効な手段ではあるが、立地条件や気候により必ずしも年間を通して行えるわけではないことが問題と考えられる。また、微生物や温湿度が日本建築学会の規準値及び建築物衛生法の基準値を上回る可能性があるため、十分な能力をもった空調設備が必要であると考えられる。

個別分散空調方式については、アンケート調査の実施及び、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

内の細菌・真菌汚染の実態を把握した。10,000m<sup>2</sup>以上の大規模建築物においても個別分散型空調方式が有効回答数の24%において採用されており、個別分散型空調方式の普及状況がうかがえた。また、全熱交換器を採用している建物が全体の6割以上を占めており、省エネへの意識の高さが確認された。更に、空調・換気運転のどちらも居住者任せという回答が78%と高く、個別分散方式の特徴があらわれた。実態調査の結果、執務時間帯の室内浮遊真菌濃度が日本建築学会の規準値(50cfu/m<sup>3</sup>)を超過している建物が個別分散方式を採用している建物に多いことから、空調機エアフィルタのろ過性能の不足が原因と推測される。また、空調機の起動後に給気中の真菌濃度が上昇している建物が6件あり、空調機が室内の微生物汚染の一因となっていることが確認された。個別分散空調方式においては、コイル・ドレンパンでは *Cladosporium* spp., yeast, *Fusarium* spp.などが多量に検出される一方、ファン・フィルタでは主に *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp.が検出された。このことからファン・フィルタでは耐乾性の菌が繁殖しやすく、コイル・ドレンパンでは好湿性の菌が繁殖しやすい傾向にあることが明らかになった。更に空調吹き出し口の温湿度計測から、空調方式、設定温度、全熱交換器の有無にかかわらず結露水量は0.005kg/kg(DA)を超える物件はほとんどないものの、運転時間、結露水の発生している時間が微生物の繁殖に関係していることが分かった。

事務所建築物における実測の結果、季節毎に建築物衛生環境管理基準値に適合しない項目、その他の測定対象についても気中濃度が高い建物などが存在した。空調設備として中央式及び個別方式に分けてその違いを検討したところ、個別方式の建物において浮遊微生物及びPM<sub>2.5</sub>濃度が高い状況が顕著で、空調機のエアフィルタの性能及び運用方法などが理由として挙げられた。

また、保健所環境衛生監視員を対象として、建築物衛生法に係わる設備の設置指導について行ったアンケート調査の結果より、湿度に関する認識が低いこと、加湿と共に結露の問題が起

ること、運用に関する適切なマニュアル、設置の義務化など法整備に関しても要望があった。「第3種」のような粉じんの浄化能力のない換気設備についても、半数以上が機械換気設備と認めており、法律が近年の空調設備の複雑化に対応できていない面も見られた。

これらの情報から、建築物衛生法及び建築基準法に、空調或いは換気設備等の規定が明確に示されていないことなどが、不適率指標上昇の要因の一つであることが示唆された。

### C.3 建築物の空気調和設備の維持管理及び運用のあり方に関する研究

首都圏、および蒸暑地域を含む地方における事務所ビルを対象として空調方式が中央式及び個別方式の建築物において測定を実施した。建築物規模は大規模から小規模、竣工年数も様々な建築物の検討を行うため12件の多様な建築物の実測、解析を実施した。また、室内温度、相対湿度、二酸化炭素濃度を連続的に測定し解析、検討を行い、データの充実を図った。また、既往研究で得られた全国アンケート調査の結果を用いて、冬期(1月、2月、3月、12月)における室内温度、相対湿度、二酸化炭素濃度の解析、検討を行った。

さらに、あらたな管理基準・管理方法に関する検討を目的に、室内環境測定データと室内温度分布データとBEMSデータを用いた検討を行い、BEMSによる室内環境測定の可能性について検討を行った。

今後も建築物衛生法の測定方法を継続的に検討していく必要があると考えられ、公衆衛生の視点に立脚した室内環境の維持管理方法の確立が望まれる。

### C.4 健康影響と管理基準のあり方に関する研究

建築物内空気環境に対する新たな汚染源として、近年オフィスや家庭に急速に普及した電子複写方式の複写機、レーザープリンタから稼働時に排出されるエミッション中の微細な粒子状物質(FP, UFP)について現時点での知見の整理を試みた。その結果、機器の稼働時にFP, UFPが排出されることは明らかであり、その制

御のための知見も集積しつつある半面、その曝露に伴う生体反応、健康影響については、ごく最近になって研究結果が報告され始めた段階で、この分野の研究が急速に進展していることがうかがわれた。またこれに合わせて粒子状物質の成分組成に関する報告や実際の建築物環境における空気環境、曝露濃度などの報告も増加しており、これらの機器の現実的な使用条件下における生体影響の可能性の評価のための情報が集積しつつある。

今後建築物環境衛生管理におけるリスク評価のため、ハザード評価、曝露評価に役立つ研究結果のさらなる進展が期待される。

#### (倫理面での配慮)

建築物利用者に対して建築物に関するアンケート及び環境衛生監視員に対して建築物衛生法に関する調査を実施した。個人の情報を得ないよう配慮するとともに、解析は匿名化されたデータを用いて統計的処理を行う。一方、建築物や法律の解釈を対象としており、個人を対象とした調査や実験を含まない。また、研究で知り得た情報等については漏洩防止に十分注意して取り扱うとともに、研究以外の目的では使用しない。

#### E. 結論

本研究では、建築物における環境衛生管理及び管理基準に着目して、建築物の環境衛生の実態調査、現状の把握及び問題点の抽出、原因の究明、対策の検討等を実施し、これらの情報を基に、公衆衛生の立場を踏まえた、今後の建築物に必要な環境衛生管理項目のあり方について提案を行った。

SBS 関連症状と室内空気質については、冬期では、非特異症状と高い粉じん濃度、上気道症状と高いアルデヒド類濃度や高い室内温度、皮膚症状と低い室内温度との間に関連性が認められた。また、皮膚症状と低湿度にも有意な傾向がある。夏期では、上気道症状と高いトルエン濃度、皮膚症状と低い室内温度との間に有意な関係がみられた。よって、「省エネルギー・経済性等に由来する社会的要請」と「部分空調等に

代表される技術革新」により進行している実態を実証するとともに、今日も空気環境に由来する SBS が存在し、衛生水準変化により増加する危険のあることなどを指摘した。このように、室内環境要因と SBS 関連症状の関連が確認されたが、回答率の偏りや測定データ数の不足などに課題が残された。具体的な対策や基準の提案には回答率(数)の確保と縦断的な調査によるエビデンスレベルの高い資料の整備を続ける必要がある。

建築物衛生管理のあり方については、わが国の最大の課題は高齢社会へのスムーズな移行と適合であり、建築物衛生も例外ではない。本課題でも実態把握を試行して検討を行い、高齢者福祉施設や住宅の衛生環境整備などの重要性を確認した。

新しい空調技術・社会的要請への対応については、本課題の一連の研究により、個別空調に代表される新技術が建築衛生、ひいては使用者の健康に及ぼす様々な影響が明らかにされた。

また、建築物衛生管理のあり方については、社会のニーズにあった建築物衛生のあり方について、加湿や換気など現状のシステムと矛盾のない維持管理、運用方法に関する情報提供が不可欠である。更には、新たな技術や要請に対応した資料整備を継続するとともに、「健康影響の動向と原因・機序の追及」、「衛生環境評価の方法の整備」、「新技術導入に伴う監視評価指導のための資料・基準・体制の整備」を図ることの必要性を指摘した。技術面では、衛生管理や監視・指導に新たな配慮が求められているが、指針やマニュアルは未整備な状況にあり、多様な手段を駆使してそれらを構築・提供していくことが求められている。体制面では、急速な技術革新や社会的要請に取り残されないよう、建築物衛生監視システムの絶え間ない研鑽と情報収集が不可欠である。

#### F. 学会発表

##### 1) 国内

##### 原著論文

(1). 西村直也, 柳宇, 鍵直樹, 池田耕一, 吉野博, 齋藤秀樹, 齋藤敬子, 鎌倉良太, 小畑美知

夫：病院施設における室内環境の衛生管理に関する研究 第 3 報-空気環境の連続測定および VOC に関する検討, 空気調和・衛生工学会論文集, No.175, pp.1-8, 2011.10

(2). 東賢一, 池田耕一, 大澤元毅, 鍵直樹, 柳宇, 齋藤秀樹, 鎌倉良太: 建築物における衛生環境とその維持管理に関する調査解析, 空気調和・衛生工学会論文集, No.179, pp.19-26, 2012.2

(3). 西村直也, 鍵直樹, 柳宇, 池田耕一, 吉野博, 齋藤秀樹, 齋藤敬子, 鎌倉良太, 小畑美知夫: 老人福祉施設における室内環境の衛生管理に関する研究 第 1 報-建築物衛生法に基づく実態調査とその結果, 空気調和・衛生工学会論文集, No.179, pp.27-34, 2012.2

(4). 鍵直樹, 柳宇, 西村直也: 事務所ビルにおける室内浮遊微粒子の特性とPM2.5濃度の実態調査, 日本建築学会技術報告集, 第 18 巻, 第 39 号, pp. 613-616, 2012.6

(5). 西村直也, 柳宇, 鍵直樹, 池田耕一, 吉野博, 齋藤秀樹, 齋藤敬子, 鎌倉良太, 小畑美知夫: 老人福祉施設における室内環境の衛生管理に関する研究 第 2 報-連続測定の結果および VOC 類の測定結果, 空気調和・衛生工学会論文集, No.185, pp.11-18, 2012.8

#### その他 (総論)

(1). 鍵直樹: 室内における浮遊微粒子の動向と今後の課題, クリーンテクノロジー, Vol.23, No.1, pp. 58-61, 2013.1

(2). 鍵直樹: PM<sub>2.5</sub>による室内空気汚染の実態と対策, 建築設備 & 昇降機, No. 105, pp. 16-22, 2013.9

(3). 鍵直樹: 建築物の空気環境衛生, 生活と環境, 第 58 巻, 第 10 号, pp. 66-69, 2013.10  
学会発表

(1). 田島昌樹, 射場本忠彦, 百田真史, 大澤元毅, 鍵直樹, 久合田由美, 常磐憲毅, 池田耕一, 柳宇: 建築物の環境衛生と省エネルギーのあり方に関する研究 その 5 アンケート調査による事務用途の空気環境と空調設備の関連性に関する検討, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.671-672, 2011.8

(2). 百田真史, 大澤元毅, 射場本忠彦, 鍵直樹,

田島昌樹, 柳宇, 池田耕一, 久合田由美, 常磐憲毅: 建築物の環境衛生と省エネルギーのあり方に関する研究 その 6 東京都における特定建築物立入検査データの空気環境測定値に関する解析, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.673-674, 2011.8

(3). 常磐憲毅, 大澤元毅, 射場本忠彦, 百田真史, 鍵直樹, 田島昌樹, 久合田由美, 池田耕一, 柳宇: 建築物の環境衛生と省エネルギーのあり方に関する研究 その 7 代表事務所ビル 2 件における温度および湿度環境の解析, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.675-676, 2011.8

(4). 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, 下平智子: 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, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.241-244, 2011.9

(5). 田島昌樹, 射場本忠彦, 百田真史, 大澤元毅, 鍵直樹, 久合田由美, 常磐憲毅, 池田耕一, 柳宇: 特定建築物における室内環境と省エネルギーに関する研究 (第 4 報) 事務用途における空気環境測定値の解析, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.239-242, 2011.9

(6). 常磐憲毅, 射場本忠彦, 百田真史, 大澤元毅, 鍵直樹, 田島昌樹, 久合田由美: 建築物における室内環境と省エネルギーに関する研究 (第 5 報) 代表事務所ビルにおける温度および湿度環境の解析, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.243-246, 2011.9

(7). 柳宇, 鍵直樹, 大澤元毅: 大学教室内空気質の実態調査 第 29 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.71-74, 2012

(8). 柳宇, 鍵直樹, 大澤元毅, 東賢一, 鎌倉良太, 杉山順一: 高齢者福祉施設における室内環境に関する研究 (第 1 報) 室内環境の長期連続測定結果, 平成 24 年度空気調和・衛生工学会大会, pp. 1419-1423, 2012.9

(9). 四本瑞世, 柳宇, 杉山順一, 鍵直樹, 大澤元毅, 緒方浩基: 高齢者福祉施設における室内環境に関する研究 (第 2 報) 遺伝子解析法を利用した室内浮遊微生物の実態調査, 平成 24 年度

空気調和・衛生工学会大会 ,pp.1423-2426 ,2012.9  
(10).横山貴紀, 柳宇, 鍵直樹, 大澤元毅: 個別分散型空調機における微生物汚染の実態解明とその低減策に関する研究, 平成 24 年度空気調和・衛生工学会大会, pp. 1427-1430, 2012.9  
(11).松村拓哉, 射場本忠彦, 百田真史, 田島昌樹, 大澤元毅, 鍵直樹: 建築物における室内環境と省エネルギーに関する研究(第6報) 事務所における節電要請下の室内衛生環境, 平成 24 年度空気調和・衛生工学会大会 ,pp. 1507-1510, 2012.9  
(12).高野大地, 池田耕一, 鍵直樹, 柳宇, 東賢一, 佐藤麻里奈, 大澤元毅: 高齢者福祉施設における空気環境の実態調査 第1報 居室とデイケアの室内空気環境の測定結果, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 831-832, 2012.9  
(13).佐藤麻里奈, 柳宇, 鍵直樹, 東賢一, 池田耕一, 高野大地, 大澤元毅: 高齢者福祉施設における空気環境の実態調査 第2報 居室とデイケアの浮遊微生物の測定結果, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 833-834, 2012.9  
(14).田島昌樹, 百田真史, 射場本忠彦, 大澤元毅, 鍵直樹: 建築物の環境衛生と省エネルギーのあり方に関する研究 その8 空気環境調査のための対象事務所の拡充, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 841-842, 2012.9  
(15).佐藤麻里奈, 柳宇, 長谷川麻子, 長谷川兼一, 鍵直樹, 大澤元毅: 大学教室における室内二酸化炭素濃度の実態に関する調査研究, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 849-850, 2013.8.30-9.1  
(16).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, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 853-854, 2013.8.30-9.1  
(17).横山貴紀, 柳宇, 四本瑞世, 鍵直樹, 大澤元毅: DNA 塩基配列解析法を利用した個別分散型空調機内付着微生物汚染実態の解明, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 907-908, 2013.8.30-9.1  
(18).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, pp. 333-336, 2013.9  
(19).松村拓哉, 射場本忠彦, 百田真史, 田島昌樹, 大澤元毅, 鍵直樹: 建築物における室内環境と省エネルギーに関する研究(第7報)事務所ビルの温湿度と CO2 濃度に関する実態把握, 平成 25 年度空気調和・衛生工学会大会, pp. 381-384, 2013.9  
(20).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講演要旨集, pp. 218-219, 2013.12  
(21).鍵直樹, 大澤元毅, 東賢一, 柳宇: 建築物における換気及び加湿設備のあり方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講演要旨集, pp. 220-221, 2013.12  
(22).横山貴紀, 柳宇, 鍵直樹, 大澤元毅: パッケージ型空調機における温湿度環境と微生物汚染の実態解明に関する研究, 平成 25 年度室内環境学会学術大会講演要旨集, pp. 232-234, 2013.12

## 2) 海外 国際会議

(1). Kenichi Azuma, Koichi Ikeda, Haruki Osawa, Naoki Kagi, U. Yanagi, Tomoko Shimodaira, Hideki Saito, Ryota Kamakura: Questionnaire Survey on Indoor Air Quality and Maintenance of Sanitary Environment in Buildings, The 12th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, 248, 2011.6, Austin Texas, USA.  
(2). Kenichi Azuma, Koichi Ikeda, Naoki Kagi, U Yanagi, Tomoko Shimodaira, Haruki Osawa: Relationship of the risk factors for indoor air quality, work environment, and occupational stress with the symptoms of employees working in office buildings, ISEE- ISES-ISIAQ/Environment & Health Conference 2013P-3-16-29, 2013.8, Basel, Switzerland.

G. 知的所有権の出願・取得状況  
なし