

平成29年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
分担研究報告書

3. 建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査
全国規模の冬期断面調査

| | | |
|-------|-------|---------------------|
| 分担研究者 | 東 賢一 | 近畿大学医学部 准教授 |
| 分担研究者 | 長谷川兼一 | 秋田県立大学システム科学技術学部 教授 |
| 分担研究者 | 鍵 直樹 | 東京工業大学環境・社会理工学院 准教授 |
| 分担研究者 | 柳 宇 | 工学院大学建築学部 教授 |
| 分担研究者 | 金 勲 | 国立保健医療科学院 主任研究官 |

研究要旨

建築物衛生法が適用されない延床面積 2000～3000m²の建築物（以下、中規模建築物）における衛生環境の維持管理の実態や、建築物利用者の健康状態や職場環境等の実態を把握するために、冬期の断面調査として500社超の事務所に対してアンケート調査を依頼した。本調査では、中規模建築物と比較評価するために特定建築物も約半数含めた。その結果、2018年4月19日時点で185社、1969名から回答を得た。回答が得られた建築物の延床面積は、2000m²未満の小規模事務所で82件、2000～3000m²の中規模建築物で17件、特定建築物で79件、3000m²以上の非特定建築物で7件となり、特定建築物は目標サンプル数の範囲内であったが、中規模建築物のサンプル数が目標よりも大幅に少ない結果となった。次年度以降に予定している立ち入り検査による室内測定調査への協力も、2000～3000m²の中規模建築物で6件、特定建築物で15件となり、全体的に少なめであるとともに、特に中規模建築物の協力数が少ない結果となった。現在、データの入力と整理の作業中ではあるが、建築物や事務所に関する簡単な集計と解析を行った結果、空調方式は、特定建築物から中規模建築物、小規模建築物へと延床面積が小さくなるに従って、個別方式の割合が増大した。過去2ヶ月間に従業員で苦情が発生した建物の比率は、全体的に温度、湿度で苦情の発生比率が高く、次いで臭気の苦情の発生比率が高かった。中規模建築物と特定建築物との間では全ての項目で有意な差はみられなかった。特定建築物における温度と相対湿度の建築物環境衛生管理基準に対する不適率は、過去15年間で上昇しており、高い水準となっていることから、中規模建築物においても同様の傾向である可能性が考えられた。次年度以降、室内環境の測定調査に協力可能な事務所に対して室内環境の測定調査をあわせて実施し、健康状態や室内の維持管理状況との関係について調査する予定である。中規模建築物におけるサンプル数と協力数の確保についても関係団体等とさらに検討を行う予定である。

研究協力者

大澤元毅 国立保健医療科学院
林 基哉 国立保健医療科学院
島崎 大 国立保健医療科学院
開原典子 国立保健医療科学院
渡邊康子（公社）全国ビルメンテナンス協会

A. 研究目的

建築物衛生法が適用される特定建築物（店舗、事務所等の特定用途で延床面積3000m²以上の建築物、同8000m²以上の学校）には、建築物環境衛生管理基準の遵守、その管理実態の報告、建築物環境衛生管理技術者の選任等が義務づけられている。同法が適用されない中小規模の建築物（以下、中小建築物）においても衛生管理に努めるように記されているが、現在は監視や

報告の義務がないことから衛生管理状況の実態が不明瞭となっている。また近年、省エネに対する建築物所有者や使用者の意識向上が要求される状況下において、中小建築物は運営や管理形態の多様さなどから十分な技術的支援を得られず、適切な対応がとられていない可能性が懸念される。

そこで本研究では、建築物衛生法が適用されない 2000~3000 m²の中規模建築物における空気環境を中心に、給排水の管理、清掃、ねずみ等の防除といった、環境衛生管理基準規定項目に係る実態と、建築物利用者の健康状況を調査し、特定建築物の範囲拡大も含めた適切な衛生管理方策の検討に必要な科学的根拠を明らかにすることを目的としている。

本研究で得られた成果は、建築物衛生法の適用範囲の検討に資するものであり、今後の建築物衛生行政における施策の立案に寄与するものである。

B. 研究方法

B.1 研究デザイン

自記式調査票を研究対象の会社等に配付し、郵送等にて回収する。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)を実施する。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問う。従業員用調査では、職場環境と健康状態などを問う。事務所 1 件あたり管理者用調査票 1 部、従業員調査票は在室時間の長い従業員に対して 15 部配付する。本研究は、人体から採取された試料を用いない観察研究である。

B.2 調査対象と調査規模

対象は、建築物衛生法が適用されない中規模建築物に勤務する建築物の管理者と従業員である。比較のため、特定建築物も対象に含めた。公益社団法人全国ビルメンテナンス協会に協力を要請し、研究対象となる建築物事務所の紹介を得た。

従業員用調査は、事務所に在室する時間が比較的長い日勤の管理職や事務職等の従業員に対

して実施し、ビルの清掃や環境測定に従事する従業員は原則として調査対象に含まない。

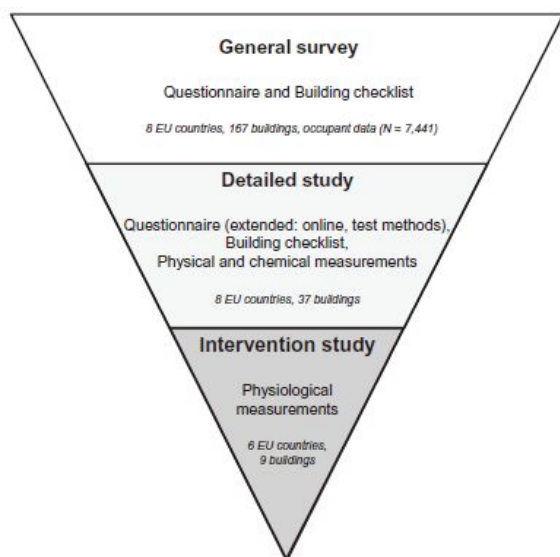
本調査の規模としては、調査依頼数の設定を 500 社とし、中規模建築物と特定建築物を約 2 : 3 から 3:2 の間程度に設定した。本来は母集団からの無作為抽出が前提ではあるが、母集団が 5,000、10,000、100,000 であったとしても、代表性を考慮したサンプル数は、許容誤差(精度)と信頼レベル(母集団の特性の代表性)を最低限度のレベルに設定すると、サンプル数は 67~95 件程度となる。近年の統計データからは、事務所用途の特定建築物が日本全体で約 18000~19000 件であるが、中規模建築物を特定建築物の半分から同数程度としても、サンプル数に影響はない。そして、調査票の回収率を 2012 年に本研究者らが実施した全国規模のアンケート調査時¹⁾⁻³⁾の実績 65% に設定すると調査依頼数は 103~146 件程度、一方、回収率を低く見積もって 35% に設定すると調査依頼数は 191~271 件程度となる。従って、調査依頼数の設定をそれぞれ 200~300 社、合計 500 社であれば、回答率が低くても対応可能となる。公益財団法人全国ビルメンテナンス協会の会員会社は約 3000 社であり、500 社より多く設定しても回答率の向上はさほど見込めないと考えられることから、調査依頼数を 500 社とした。

建築物調査時のサンプル数を約 100 前後とする研究は、他にもみられる。米国環境保護庁が 1990 年代に実施した BASE(Building Assessment Survey and Evaluation) 研究では、全米 21 都市から無作為に選定された 100 件のオフィスビルを調査している⁴⁾。

日本で厚生労働省が実施しているシックハウス(室内空気汚染)問題における全国調査では、約 100 戸前後の住宅を調査している⁵⁾。厚生労働省の調査では、全国の住宅から無作為抽出する方法でサンプリングされていないが、東京都内で無作為抽出法との比較を行った結果、室内環境の測定結果にほぼ差がないことが確認されている。全国規模でサンプリングを行うことで、信頼レベルを一定レベル確保できる。

欧州では、2011 年以降に OFFICAIR 研究が進められている⁶⁾。欧州 8 カ国(ポルトガル、スペイン、イタリア、ギリシャ、フランス、ハン

ガリー、オランダ、フィンランド) から 167 件のオフィスビルを任意に選定し、アンケート調査を実施している(一般調査)。そしてその後、室内環境の測定調査を加えた詳細調査を 37 件のオフィスビルに実施している(詳細調査)。最終的には、9 件のオフィスビルにおいて、室内清掃等の改善効果を把握する介入研究を実施している(介入研究)。詳細調査になると、測定を目的とした立ち入り検査となり、調査への協力数が少なくなっている。



欧州 8 カ国による建築物の衛生環境と健康調査

詳細調査に関する先行研究として、本研究者が 2013 年に実施した立ち入り検査による測定調査^{1),7)}では、2012 年の全国規模のアンケート調査¹⁾⁻³⁾で立ち入り検査への協力可能と回答があった事務所から、従業員の健康状態や室内の衛生状態が良好から不良まで幅のある建築物を選定し、東京、大阪、福岡において、冬期に 11 の事務所、夏期に 13 の事務所で詳細測定調査と従業員の健康アンケート調査を実施した。その結果、シックビルディング症候群と室内温度や浮遊粉じんとの関係がみられており、特に、粒径のより小さい浮遊粉じんほど、上気道症状との関係がみられ、特定建築物で使用されている中性能フィルターでは、粒径の小さい粉じんの外気からの侵入を十分防止できていない可能性を示した。詳細調査になると、調査への協力数が少なくなり、サンプリングの代表性に対す

る信頼レベルは低下するが、衛生状態等の差を考慮することにより、室内環境における問題点の把握は可能である。

以上の状況を踏まえて、本研究においては、調査依頼数 500 件のアンケート調査をフェーズ 1 とし、その後測定機器を送付して 1~2 週間程度連続測定(温度、湿度、二酸化炭素)を実施する室内測定調査 1 をフェーズ 2 とし、フェーズ 1 の回答者の中から 30~50 件程度(フェーズ 2 へ協力可能と回答があった事務所)選定して次年度以降に調査を実施する計画である。また、事務所内への立ち入りを行って詳細な室内環境測定(化学物質、微生物、粉じん等)を実施する室内測定調査 2 をフェーズ 3 とし、フェーズ 1 の回答者の中から 10~15 件程度(フェーズ 3 へ協力可能と回答があった事務所)選定して次年度以降に調査を実施する計画である。フェーズ 2 とフェーズ 3 の事務所を選定する際には、従業員の健康状態や衛生状態が良好から不良まで幅のある建築物を選定する予定である。

B.3 自記式調査票

管理者用及び従業員調査票は、平成 23~28 年度の研究で使用した調査票^{1)-3),8)}をもとに作成した。従業員調査票は、米国環境保護庁⁹⁾、米国国立労働安全衛生研究所¹⁰⁾、欧州共同研究¹¹⁾によるシックビルディング症候群の質問票を参照し、低湿度での VDU(visual display unit)作業、超微小粒子、微生物汚染などの近年懸念される諸問題や職業性ストレス¹²⁾を考慮した調査票となっている。従業員調査票は、個人属性、職場環境、健康状態(23 症状、15 既往疾患歴)、職場の空気環境の状態、職業性ストレスの状態などの質問で構成されている。

(倫理面での配慮)

本調査は、国立保健医療科学院研究倫理審査委員会の承認(承認番号 N I P H - I B R A # 1 2 1 6 0)および近畿大学医学部倫理委員会の承認(承認番号 2 9 - 2 3 7)を得て実施している。

C. 研究結果および考察

平成 30 年 1 月 5 日に管理者用調査票を 500 社（従業員調査票各社 15 部含む）に配布した。また、中規模建築物の調査数を補うために、別途、東京と大阪の 6 つの事務所にも管理者用調査票と従業員調査票（トータル 183 部）を配布した。

その結果、2018 年 4 月 19 日時点で 185 社、1969 名から回答を得た。現在、データの入力と解析作業を進めているが、管理者用調査票の回答から、回答が得られた建築物や事務所に関する簡単な集計と解析結果を表 3-1～表 3-5 に示す。

表 3-1 建築物の延床面積

| 延床面積 (m ²) | 特定建築物 | 非特定建築物 | 合計 |
|------------------------|-------|--------|-----|
| 2,000 未満 | 0 | 82 | 82 |
| 2,000～3,000 | 0 | 17 | 17 |
| 3,000～5,000 | 17 | 2 | 19 |
| 5,000～10,000 | 26 | 3 | 29 |
| 10,000～50,000 | 27 | 2 | 29 |
| 50,000 以上 | 9 | 0 | 9 |
| 合計 | 79 | 106 | 185 |

3000m²以上の非特定建築物 7 件

表 3-1 より、回答が得られた建築物の延床面積は、2000m²未満の小規模事務所で 82 件、2000～3000m²の中規模建築物で 17 件、特定建築物で 79 件、3000m²以上の非特定建築物で 7 件となり、合計 185 件であった。特定建築物は、目標とするサンプル数の範囲内であったが、中規模建築物のサンプル数が目標よりも大幅に少ない結果となり、その分、小規模建築物のサンプル数が多い結果となった。事前の調査対象リストでは、中規模建築物と考えられていた建築物が、調査の結果、小規模建築物であったことが原因と考えられる。

表 3-4 に空調方式を示す。空調方式は、特定建築物から中規模建築物、小規模建築物へと延床面積が小さくなるに従って、個別方式の割合が増大した。

表 3-5 に過去 2 ヶ月間に従業員で苦情が発生

した建築物の比率を示す。全体的に、温度、湿度で苦情の発生比率が高く、次いで臭気の苦情の発生比率が高かった。中規模建築物と特定建築物との間で χ^2 検定を行ったが、全ての項目で有意な差はみられなかった。小規模建築物と特定建築物の間では、温度と湿度において、小規模建築物の方が苦情が発生した建築物の比率は有意に低かった。特定建築物における温度と相対湿度の建築物環境衛生管理基準に対する不適率は、過去 15 年間で上昇しており、高い水準となっているが、中規模建築物においても同様の傾向である可能性が考えられる。

表 3-2 建築物の主な用途

| 延床面積 | 事務所 | 店舗 | 旅館 | その他 | 不明 | 合計 |
|---------------|-----|----|----|-----|----|-----|
| 2,000 未満 | 80 | 0 | 0 | 1 | 1 | 82 |
| 2,000～3,000 | 15 | 2 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| 3,000～5,000 | 15 | 0 | 1 | 3 | 0 | 19 |
| 5,000～10,000 | 27 | 0 | 1 | 1 | 0 | 29 |
| 10,000～50,000 | 26 | 0 | 0 | 3 | 0 | 29 |
| 50,000 以上 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 合計 | 172 | 2 | 2 | 8 | 1 | 185 |

表 3-3 地方別回答件数

| 地方 | 2000m ² 未満 | 中規模建築物 | 特定建築物 | 合計 |
|------|-----------------------|--------------|---------------|---------------|
| 東北地方 | 3 (3.7%) | 2 (11.8%) | 4 (5.1%) | 9 (5.1%) |
| 関東地方 | 44 (53.7%) | 7 (41.2%) | 36 (45.6%) | 87 (48.9%) |
| 中部地方 | 8 (9.8%) | 2 (11.8%) | 15 (19.0%) | 25 (14.0%) |
| 近畿地方 | 4 (4.9%) | 1 (5.9%) | 7 (8.9%) | 12 (6.7%) |
| 中国地方 | 6 (7.3%) | 0 (0.0%) | 2 (2.5%) | 8 (4.5%) |
| 四国地方 | 0 (0.0%) | 1 (5.9%) | 1 (1.3%) | 2 (1.1%) |
| 九州地方 | 17 (20.7%) | 4 (23.5%) | 14 (17.7%) | 35 (19.7%) |
| 合計 | 82 | 17 | 79 | 178 |

表 3-4 空調方式

| 空調方式 | 2000m ² 未満 | 中規模 建築物 | 特定 建築物 | 合計 |
|---------------|--------------------------|---------------|---------------|----------------|
| 中央方式 | 9 (11.0%) | 3 (17.6%) | 27 (34.2%) | 39 (21.9%) |
| 個別方式 | 67 (81.7%) | 10 (58.8%) | 32 (40.5%) | 109 (61.2%) |
| 中央・個別 併用方式 | 4 (4.9%) | 4 (23.5%) | 19 (24.1%) | 27 (15.2%) |
| 不明 | 2 (2.4%) | 0 (0.0%) | 1 (1.3%) | 3 (1.7%) |
| 合計 | 82 | 17 | 79 | 178 |

表 3-5 過去 2 ヶ月間に従業員で苦情が発生した建物の比率

| 環境項目 | n | 2000m ² 未満 | 中規模 建築物 | 特定 建築物 |
|----------------|-----|--------------------------|-----------------|------------------|
| 温度 | 175 | 11.3%* (9/80) | 23.5% (4/17) | 29.5% (23/78) |
| 湿度 | 173 | 8.9%* (7/79) | 11.8% (2/17) | 20.8% (16/77) |
| 気流 | 169 | 2.6% (2/77) | 0.0% (0/17) | 4.0% (3/75) |
| 臭気 | 176 | 6.2% (5/81) | 5.9% (1/17) | 9.0% (7/78) |
| 騒音 | 175 | 4.9% (4/81) | 0.0% (0/17) | 5.2% (4/77) |
| 衛生害虫等 | 176 | 4.9% (4/81) | 0.0% (0/17) | 2.6% (2/78) |
| 水漏れ・結露・ 雨漏り | 175 | 7.4% (6/81) | 0.0% (0/16) | 6.4% (5/78) |
| 清掃 | 176 | 2.5% (2/81) | 0.0% (0/17) | 5.1% (4/78) |
| 廃棄物処理 | 174 | 2.5% (2/80) | 0.0% (0/17) | 1.3% (1/77) |
| その他 (衛生全般) | 168 | 2.6% (2/77) | 0.0% (0/16) | 0.0% (0/75) |

中規模建築物 / 特定建築物で χ^2 検定を実施したが、全ての項目で有意な差はなかった。小規模建築物 / 特定建築物では温度と湿度で有意な差がみられた。

管理者用調査票では、室内測定調査 1(温度、相対湿度、二酸化炭素の連続測定) 室内測定調査 2(温度、相対湿度、二酸化炭素の連続測定 + 粉じん濃度、浮遊微生物や化学物質などの空気環境項目の立入測定) に対する調査協力依頼を行った。室内測定調査 1 への協力可能事務所は、2000m² 未満の小規模事務所 40 件、2000 ~ 3000m² の中規模建築物で 8 件、特定建築物で 21 件であった。室内測定調査 2 への協力可能事務所は、2000m² 未満の小規模事務所 25 件、2000 ~ 3000m² の中規模建築物で 6 件、特定建築物で 15 件であった。

次年度以降、室内環境の測定調査に協力可能な事務所に対して、室内環境の測定調査をあわせて実施し、健康状態や室内の維持管理状況との関係について調査する予定である。

但し、中規模建築物の回収数については、目標サンプル数を大幅に下回る結果となった。そのため室内測定調査への協力数も少ない結果となった。従って、これらのサンプル数と協力数がさらに増加するよう、公益財団法人全国ビルメンテナンス協会や他の関係団体等と検討を行っていく。

また、本調査は冬期の調査であった。本研究者らが 2012 年に実施した特定建築物における調査において、冬期と夏期では、シックビルディング症候群の関係因子が異なり、夏期では多湿感や化学薬品臭との関係がみられた^{1),3)}。従って、次年度の夏期にも同様の全国規模のアンケート調査を実施し、季節的な違いを把握する予定である。なお、その際にも、中規模建築物のサンプル数や室内測定調査への協力数が増えるよう、公益財団法人全国ビルメンテナンス協会等と検討を行っていく。

D. 総括

冬期の断面調査として 500 社超の事務所に対してアンケート調査を依頼した結果、2018 年 4 月 19 日時点で 185 社、1969 名から回答を得た。回答が得られた建築物の延床面積は、2000m² 未満の小規模事務所 82 件、2000 ~ 3000m² の中規模建築物 17 件、特定建築物 79 件、3000m² 以上の非特定建築物 7 件となり、特定建築物は目標サンプル数の範囲内であったが、

中規模建築物のサンプル数が目標よりも大幅に少ない結果となった。立ち入り検査による室内測定調査への協力も 2000～3000m² の中規模建築物で 6 件、特定建築物で 15 件となり、全体的に少なめであるとともに、特に中規模建築物の協力数が少ない結果となった。現在、データの入力と整理の作業中ではあるが、建築物や事務所に関する簡単な集計と解析を行った結果、過去 2 ヶ月間に従業員で苦情が発生した建物の比率は、全体的に温度、湿度で苦情の発生比率が高く、次いで臭気の苦情の発生比率が高かった。中規模建築物と特定建築物との間では全ての項目で有意な差はみられなかった。特定建築物における温度と相対湿度の建築物環境衛生管理基準に対する不適率は、過去 15 年間で上昇しており、高い水準となっていることから、中規模建築物においても同様の傾向である可能性が考えられた。中規模建築物におけるサンプル数と協力数の確保については、次年度以降、公益財団法人全国ビルメンテナンス協会や他の関係団体等と検討を行っていく。

E. 参考文献

- 1) 大澤元毅ら. 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, 平成 25 年度総合研究報告書, 厚生労働科学研究費補助金健康安全・危機管理対策総合事業, 2014 年 3 月.
- 2) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Prevalence and risk factors associated with nonspecific building-related symptoms in office employees in Japan: relationships between work environment, Indoor Air Quality, and occupational stress. *Indoor Air* 25:499–511, 2015.
- 3) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Evaluating prevalence and risk factors of building-related symptoms among office workers: Seasonal characteristics of symptoms and psychosocial and physical environmental factors. *Environmental Health and Preventive Medicine* 22(114), 38, 2017. doi:10.1186/s12199-017-0645-4.
- 4) Burton LE, Baker B, Hanson D, Girman JG, Womble SE, McCarthy JF. Baseline information on 100 randomly selected office building in the United States (BASE): gross building characteristics. *Proceedings of Healthy Buildings 2000*, Vol. 1, pp.151–155.
- 5) 厚生労働省. シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会. 第 11 回～第 20 回シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会配付資料, 2012 年～2016 年.
- 6) Bluysen PM, Roda C, Mandin C, Fossati S, Carrer P, de Kluzenaar Y, Mihucz VG, de Oliveira Fernandes E, Bartzis J. Self-reported health and comfort in 'modern' office buildings: first results from the European OFFICAIR study. *Indoor Air* 26:298–317, 2016.
- 7) 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. *Sci Total Environ* 616–617:1649–1655, 2018.
- 8) 大澤元毅ら. 建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究, 平成 28 年度総合研究報告書, 厚生労働科学研究費補助金健康安全・危機管理対策総合事業, 2017 年 3 月.
- 9) US Environmental Protection Agency: A standardized EPA protocol for characterizing indoor air quality in large office buildings. Washington, D.C., US Environmental Protection Agency, 2003.
- 10) National Institute for Occupational Safety and Health: Indoor Air Quality and Work Environment Symptoms Survey, NIOSH Indoor Environmental Quality Survey. Washington, DC: NIOSH, 1991.
- 11) Andersson K: Epidemiological approach to indoor air problems. *Indoor Air* 4 (suppl): 32–39, 1998.
- 12) 厚生労働省: 職業性ストレス簡易調査票, 2005.

F. 研究発表

F.1 論文発表

- 1) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Evaluating prevalence and risk factors of building-related symptoms among office workers: Seasonal characteristics of symptoms and psychosocial and physical environmental factors. *Environmental Health and Preventive Medicine* 22(114), 38, 2017. doi:10.1186/s12199-017-0645-4.
- 2) Azuma K, Yanagi U, Kagi N, Osawa H. A review of the effects of exposure to carbon dioxide on human health in indoor environment. *Proceedings of the Healthy Buildings Europe 2017*, ID0022, 6 pages, 2017.
- 3) 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* 616–617:1649–1655, 2018.
- 4) Azuma K, Kagi N, Yanagi U, Kim H, Kaihara N, Hayashi M, Osawa H. Effects of thermal conditions and carbon dioxide concentration on building-related symptoms: a longitudinal study in air-conditioned office buildings. *Proceedings of the 15th international conference of Indoor Air Quality and Climate*, ID106, 6 pages, in press, 2018.

F.2 学会発表

- 1) 東 賢一、柳 宇、鍵 直樹、大澤元毅. 低濃度二酸化炭素による建築物居住者の健康等への影響に関する近年の知見. 第90回日本産業衛生学会, 東京, 2017年5月11日-5月13日.
- 2) Azuma K, Yanagi U, Kagi N, Osawa H. A review of the effects of exposure to carbon dioxide on human health in indoor environment. *Healthy Buildings Europe 2017*, Lublin, Poland, July 2-5, 2017.
- 3) 東 賢一、鍵 直樹、柳 宇、金 勲、開原典子、林 基哉、大澤元毅. オフィスビル労働

者のビル関連症状と温熱環境および二酸化炭素濃度に関する縦断調査. 第91回日本産業衛生学会, 熊本, 2018年5月16日-19日. (in acceptance)

- 4) Azuma K, Kagi N, Yanagi U, Kim H, Kaihara N, Hayashi M, Osawa H. Effects of thermal conditions and carbon dioxide concentration on building-related symptoms: a longitudinal study in air-conditioned office buildings. *The 15th international conference of Indoor Air Quality and Climate*, Philadelphia, PA, USA, July 22-27 2018. (in acceptance)

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)
予定なし