

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

建築物環境衛生管理における空気調和設備等の適切な運用管理手法の研究  
基準不適合率上昇に関する分析  
—個別空調における冬期及び夏期の室内空気環境の不適合性—

研究代表者	林 基哉	北海道大学 大学院工学研究院	教授
研究分担者	開原 典子	国立保健医療科学院 生活環境研究部	主任研究官
研究分担者	柳 宇	工学院大学 建築学部	教授
研究分担者	長谷川兼一	秋田県立大学 システム科学技術学部	教授
研究分担者	中野 淳太	東海大学 工学部建築学科	准教授
研究分担者	李 時桓	信州大学 学術研究院工学系	准教授
研究協力者	鍵 直樹	東京工業大学 環境・社会理工学院	教授
研究協力者	東 賢一	近畿大学 医学部	准教授
研究協力者	小林 健一	国立保健医療科学院 医療・福祉サービス研究部	上席主任研究官
研究協力者	金 勲	国立保健医療科学院 生活環境研究部	上席主任研究官

研究要旨

特定建築物で最も多い事務所ビルに注目して、衛生環境と健康影響の実態に関する基礎情報を入手するために、特定建築物に関する行政報告例の分析、特定建築物及び中規模建築物の空気環境を中心とした実態調査を行った。山形県から沖縄県までの全国の事務所 42 件の夏期及び冬期の 5 日間の執務時間帯の室内空気環境測定データを用いて、室内空気環境の特性、建築物環境衛生管理基準の適合状況に関する分析を行った結果、以下の知見を得た。

- ① 執務時間内の室内空気環境変化については、冬期の温度、絶対湿度、冬期と夏期の CO<sub>2</sub> 濃度に上昇傾向がみられる。
- ② 事務所ビル毎の温度、湿度、CO<sub>2</sub> 濃度、PMV 概算値については、冬期の温度が高いほど相対湿度が低い傾向が伺えるとともに、PMV は温度に依存している。
- ③ 対象全体の不適時間率については、温度は冬期 1%夏期 26%、相対湿度は冬期 65%夏期 19%、CO<sub>2</sub> 濃度は冬期 39%夏期 43%であった。
- ④ 行政報告例の不適合率と比較すると、中小規模で個別空調が多い対象では、換気と加湿の制御が十分ではない場合が多いことが要因として挙げられる。

A. 研究目的

1960 年代の建築物の大型化や高層化に伴って、建築物の衛生環境に起因する健康影響が指摘された<sup>1)</sup>。1970 年に「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）」<sup>注1</sup>が制定

され、空調、給水等について建築物環境衛生管理基準（以下、基準値）が定められた。建築物衛生法では、興行所、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、旅館の特定用途に使用される建築物を「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。制定後の建築物の省エネルギー化、シックハウス問題等に対応するため、2002年に政省令改正が行われ特定建築物の対象、空調・換気設備の対象、空気環境の管理項目の追加などの見直しが行われた<sup>2)</sup>。

行政報告例における建築物環境衛生管理基準に対する不適合率は、給水関係については低下又は安定しているのに対し、図1に示すように、空気環境項目の温度、湿度、二酸化炭素濃度は、1999年以降持続的に上昇している<sup>3)、4)</sup>。空気環境の維持は、シックビル症候群、ウイルス感染症等の建築物起因の健康影響を防除する基本である。不適合率上昇の原因解明と、有効な改善策が急務となっている。

特定建築物で最も多い事務所ビルに注目して、衛生環境と健康影響の実態に関する基礎情報を入手するために、特定建築物に関する行政報告例の分析、特定建築物及び中規模建築物の空気環境を中心とした実態調査を行った。山形県から沖縄県までの全国の事務所42件の夏期及び冬期の5日間の執務時間帯の室内空気環境測定データを用いて、室内空気環境の特性、建築物環境衛生管理基準の適合状況に関する分析を行った。

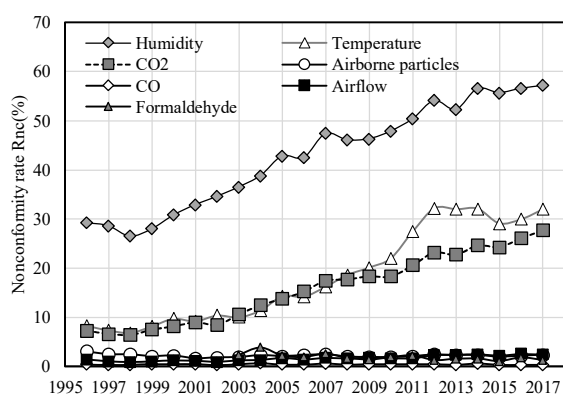


図1 特定建築物の空気環境基準不適合率

## B. 研究方法

事務所ビルに、温湿度・CO<sub>2</sub>濃度測定器(T&D社CO<sub>2</sub> Recorder Tr-76Ui)を郵送し、5分間隔で2週間、夏期と冬期(2018年8~9月と2019年1月)に測定した。対象は、小規模(2000 m<sup>2</sup>未満)

33件、中規模7件、特定建築物(3000 m<sup>2</sup>以上)2件で、空調方式は個別式34件、中央・個別併用5件、中央式3件、5日間の執務時間帯(9時~17時)のデータを用いて分析した<sup>4)</sup>。なお、冬期のCO<sub>2</sub>濃度が非常に高い(平均5826ppm)対象は分析対象から除外した。

## C. 研究結果

図2に、一時間平均値を用い算出した、対象全体の平均と標準偏差の時間推移を示す。なお、図中の点線は、基準値及び基準値から算出した絶対湿度の値を示す。温度(Temp.(deg-C))は、冬期には執務時間内で2deg程度の上昇がみられるが、夏期には変化が少なかった。また、標準偏差は冬期の方が大きい。相対湿度(Humidity(RH%))は、冬期夏期ともに変化が少ない。標準偏差は、冬期の方が大きい。絶対湿度(Humidity(g/kg'))は、冬期に0.8g/kg'の上昇がみられる。CO<sub>2</sub>濃度(CO<sub>2</sub> conc.(ppm))は、冬期夏期とも、執務時間の9~5時の間に200ppm程度の上昇がみられる。

図3に、建物ごとの平均と標準偏差を、温度と相対湿度について示す。また、基準の範囲を点線で示す。冬期の温度は、基準範囲内であるが、相対湿度は大半40RH%を下回っている。冬期の相対湿度は、温度に対して負の相関が伺える。夏期の温度は、一部で28℃を超えており、相対湿度は、一部が70RH%を超えた。

図4に、温度と絶対湿度を示す。温度基準(17~28℃)と相対湿度基準(40~70RH%)から算出した絶対湿度(4.8~16.8 g/kg')と温度基準を点線で示す。冬期の絶対湿度は一部範囲外にあり、夏期の温度は一部範囲外にある。

図5に示すように、二酸化炭素濃度は、冬期夏期とも基準値(1000ppm)を超える場合がある。

図6に、温度とPMVを示す。PMVは、温度、相対湿度の測定値を用い、仮定(放射温度=測定温度、CLO値0.7、風速0.01 m/s、MET値1.2)の下で算出した。温度と相対湿度の基準から算出したPMVの範囲を点線で示す。PMVは温度に大略依存し、夏期に一部が範囲を超えた。

図7~12に、全対象の一時間平均値の頻度分布

及び累積頻度分布を示す。同図中に、基準値における累積頻度の数値を示す。

図7~10に示す、温度及び相対湿度については、大略正規分布に近い分布となっており、図11,12に示す、CO<sub>2</sub>濃度は、大略ワイブル分布に近い分布になっている。なお、東京都と大阪府の立ち入り検査時のデータにおいても、同様の分布形状が

みられた<sup>4)</sup>。

図7に示す冬期の温度は、ほとんどが基準範囲内であった。17℃未満が1%と少ないが、28℃以上が6%であった。図8に示す夏期の温度は、17℃未満はないが、28℃以上が26%であった。

図9に示す冬期の相対湿度は、40RH%未満が65%であった。

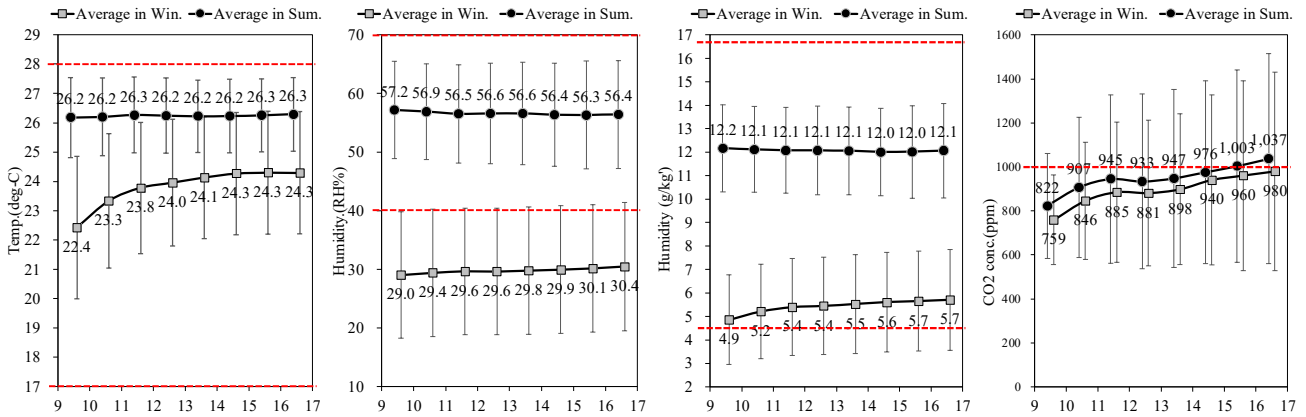


図2 執務時間帯の時間毎の変化(温度、相対湿度、絶対湿度、CO<sub>2</sub>濃度の平均と標準偏差)

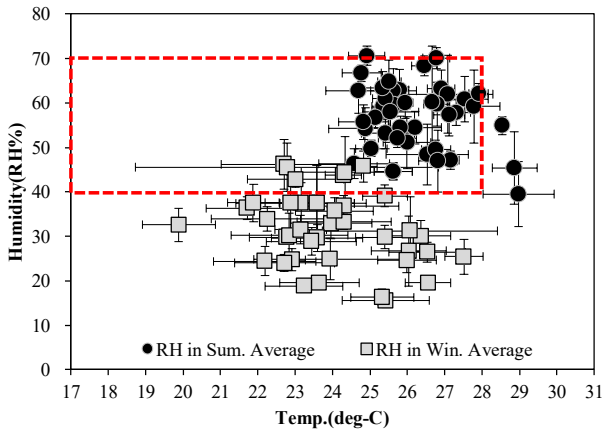


図3 温度と相対湿度(平均・標準偏差)

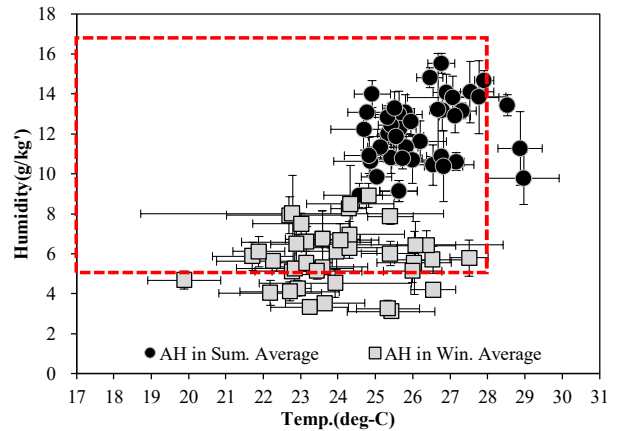


図4 温度と絶対湿度(平均・標準偏差)

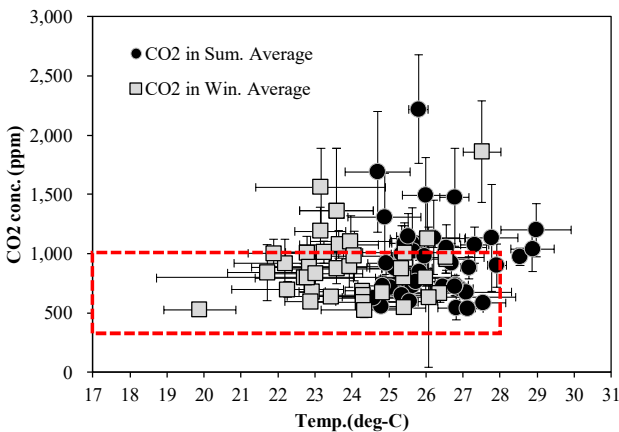


図5 温度とCO<sub>2</sub>濃度(平均・標準偏差)

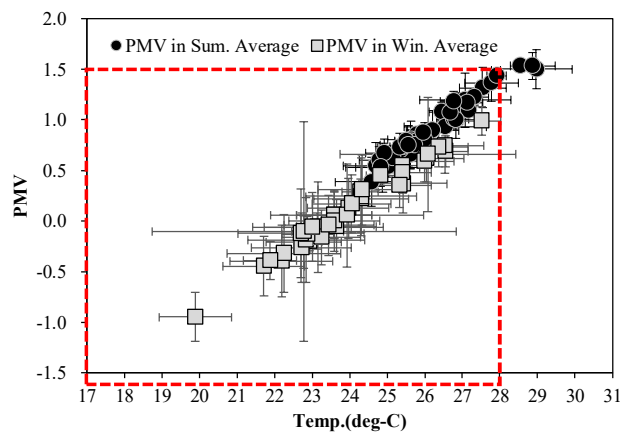


図6 温度とPMV(平均・標準偏差)

図 10 に示す夏期の相対湿度は、40RH%未満が 1%であり少ないが、70RH%以上が 19%であった。

図 11 に示す冬期の CO<sub>2</sub> 濃度は、1000ppm 以上が 39%であった。図 12 に示す夏期の CO<sub>2</sub> 濃度は、1000ppm 以上が 34%であった。

図 13 に、基準及び基準から算出した絶対湿度及び仮定の下で算出した PMV の値に対する不適率を示す。ここで示す不適率は、5 日間の執務時間における不適時間率であるため、行政報告例の不適率とは定義が異なる。行政報告例の不適率は、特定建築物に対する自治体の立入検査と報告聴取に基づいて、自治体が判断する不適な特定建築物の割合である。ただし、立入検査及び報告聴取の基になる定期的空気環境測定も、基本的には執務

時間内に行われているため、ある程度の比較は可能であると考えられる。本調査の CO<sub>2</sub> 濃度不適率は 40 %であり、2017 年度の行政報告例の不適率は 28%より高い。温度の不適率は冬期が 1%であるが、夏期が 26%で行政報告例の 32%と概ね近い。相対湿度は、冬期が 65%で夏期が 19%である。冬期の不適率は、行政報告例の不適率 57%より若干高い。絶対湿度の不適率は、冬期に 1%、夏期に 16%である。相対湿度の場合よりも不適率が低い理由として、冬期については温度が、基準値(17℃)よりも大幅に高いこと、夏期については、冷房に伴う除湿の影響によると考えられる。仮定の下に算出した PMV の不適率は、冬期は 0%、夏期は 11%である。この PMV 計算値は、温度に依存し

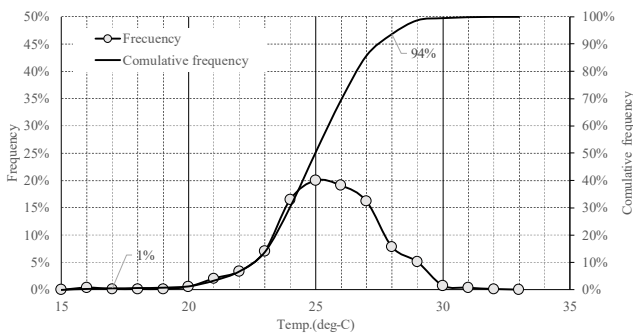


図 7 温度の頻度分布(冬期)

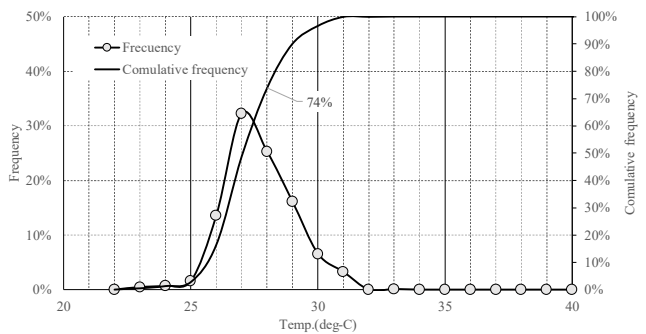


図 8 温度の頻度分布(夏期)

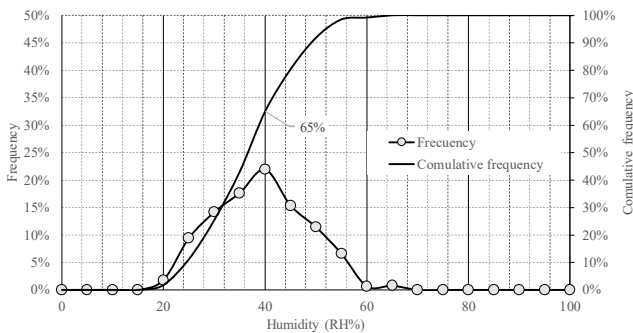


図 9 相対湿度の頻度分布(冬期)

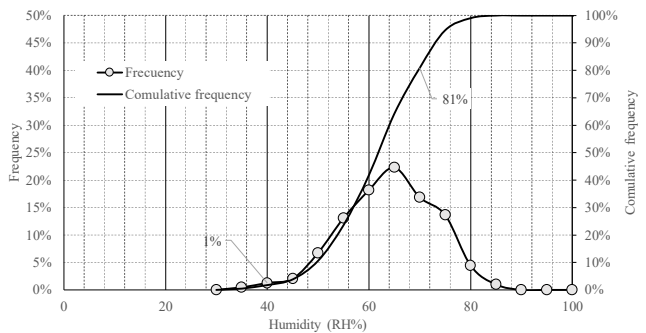


図 10 相対湿度の頻度分布(夏期)

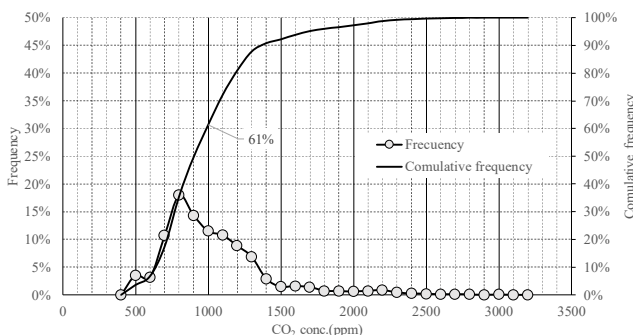


図 11 CO<sub>2</sub> 濃度の頻度分布(冬期)

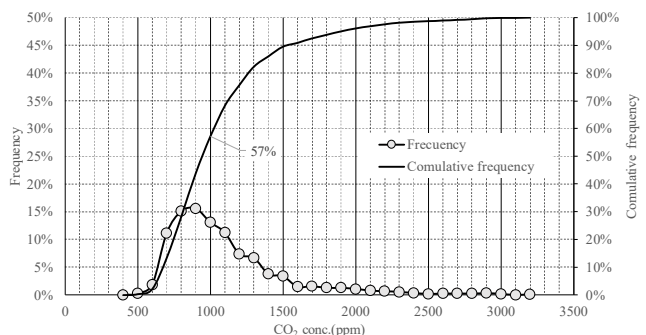


図 12 CO<sub>2</sub> 濃度の頻度分布(夏期)

ており、温度の不適率に対応した結果となっている。ただし、PMVが±0.5を基準とすれば、不適率は冬期2%、夏期88%となる。

図14に、特定建築物に関する行政報告例の不適率との関係を示す。行政報告例の不適率に対する比は、夏期と冬期のCO2濃度、冬期の相対湿度で1.0を超えている。対象の事務所ビルは中小規模で個別空調が多く、特定建築物の場合よりも換気と加湿の制御が十分ではないことが要因として考えられる。

#### D. 結論

全国の事務所42件の夏期及び冬期の5日間の執務時間帯の室内空気環境測定データを用いて、室内空気環境の特性、建築物環境衛生管理基準の適合状況に関する分析を行い以下の結果を得た。

- ① 執務時間内の室内空気環境変化については、冬期の温度、絶対湿度、冬期と夏期のCO2濃度に上昇傾向がみられる。
- ② 事務所ビル毎の温度、湿度、CO2濃度、PMV概算値については、冬期の温度が高いほど相対湿度が低い傾向が伺えるとともに、PMVは温度に依存している。

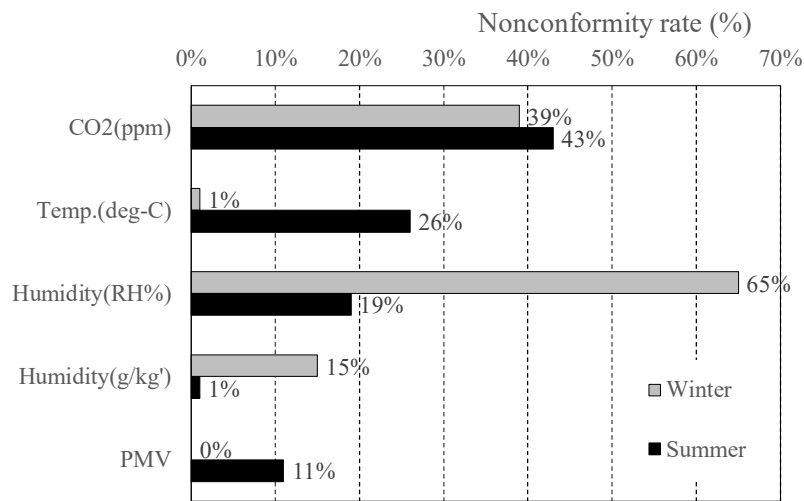


図13 基準に対する不適率(冬期・夏期)

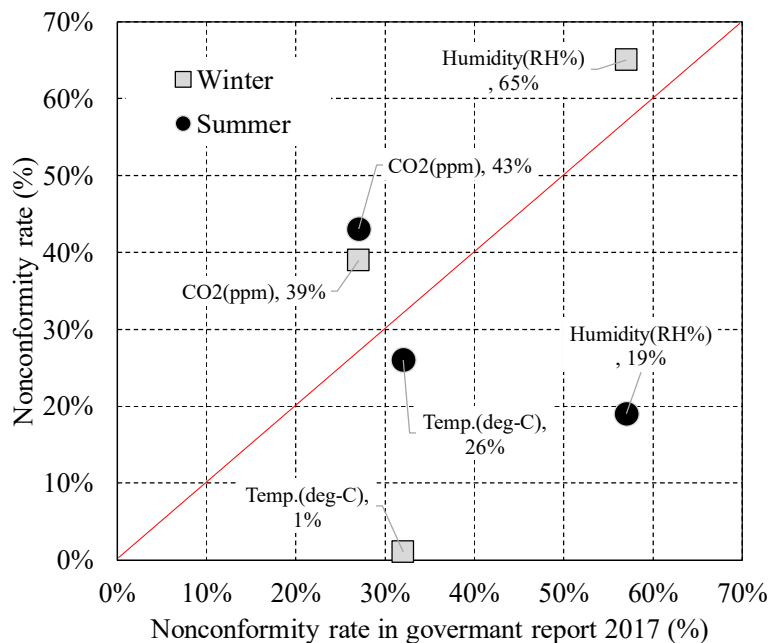


図14 行政報告例不適率との関係

- ③ 対象全体の不適時間率については、温度は冬期 1%夏期 26%、相対湿度は冬期 65%夏期 19%、CO<sub>2</sub>濃度は冬期 39%夏期 43%であった。
- ④ 行政報告例の不適率と比較すると、中小規模で個別空調が多い対象では、換気と加湿の制御が十分ではない場合が多いことが要因として挙げられる。

<注釈>

注1)「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」(昭和45年法律第20号)(略称:建築物衛生法)において、建築物における衛生的な環境の確保を図り、もって公衆衛生の向上及び増進に資することを目的として、多数の者が使用し、又は利用する建築物の維持管理に関して、環境衛生上必要な事項等が定められている。空気環境については、温度:17~28℃、相対湿度:40%~70%、CO<sub>2</sub>濃度:1000ppm以下などが定められている。

<参考文献>

- 1) 古谷章介:ビル管理法(1971),pp.15-19,帝国地方行政学会
- 2) 厚生労働省“建築物における衛生的環境の確保に関する法律(昭和45年法律第20号)”, 2015.3.20
- 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 37 巻(2012) 179号,pp.19-26
- 4) 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率に関する分析,日本建築学会環境系論文集 No.764 PP.1011-1018(2019)
- 5) 林基哉,小林健一,金勲,開原典子,柳宇,鍵直樹,東賢一,長谷川兼一,中野淳太,李時桓. 事務所建築の室内空気環境管理に関する調査その1~3 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集;2019.9.18-20;札幌. pp.45-60.

**F. 研究発表**

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

**G. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)**

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし