

201525013A

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

建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究

平成 27 年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 大澤 元毅  
平成 28 (2016) 年 3 月

# 目次

I. 総括研究報告書	
建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究	・・・1
大澤 元毅	
II. 分担研究報告書	
1. 建築物における空気環境の衛生管理の現状	・・・9
1-1 全国特定建築物立ち入り調査	
柳 宇	
1-2 東京都立ち入り調査データ解析	
柳 宇	
1-3 東京都特定建築物の立入検査データによる	
冬期室内湿度に関する分析	
林 基哉、開原 典子	
2. 健康危機に対応した環境衛生の実態と管理項目の検討	・・・37
2-1 建築物における衛生環境の実態と管理項目	
東 賢一、柳 宇、鍵 直樹、金 勲	
2-2 高層建築物における煙突効果と空気質	
鍵 直樹	
3. 温湿度と二酸化炭素の健康等への影響に関する近年のエビデンス	・・・61
東 賢一	

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

建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究

平成 27 年度 総括研究報告書

研究代表者 大澤 元毅

平成27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）  
総括研究報告書

建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究

研究代表者 大澤 元毅 国立保健医療科学院 主任研究官

研究要旨

建物の大規模化、用途の複合化、建築設備の変化などに対応するため、建築物における衛生的環境の確保に関する法律（以下、建築物衛生法）による監視技術にも多様化、高度化が不可欠である。一方近年、同法の特定建築物における建築物環境衛生管理基準を満足しない割合（以下、不適率）の改善が進まない状況が続き、維持管理手法、環境監視方法・体制などの環境衛生管理のあり方が問われている。

本研究は、建築物における環境衛生管理に着目して、この現状の把握及び問題点の抽出、原因の究明、対策の検討等を体系的に実施し、公衆衛生の立場を踏まえた、今後の建築物環境衛生管理に関する行政監視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、特定建築物における衛生管理基準への適合状況（不適率）について、統計情報センターから公表されている最新の全国のデータをもとに検討を行うと共に、東京都の協力により得られた空気環境に関する立ち入り検査結果の解析を行った。更に、特定建築物の冬期湿度の不適率増加の要因解明に資することを目的とし、上述の測定データを用いて、冬期の室内湿度に関する分析を行った。また、東京都及び大阪市にある事務用途の特定建築物において、建築物における環境衛生管理基準項目に加えて、新たな管理項目の測定方法についても検討を行った。さらに、建築物の管理者及び利用者に対するアンケート調査と室内環境の測定調査を実施し、建築物における衛生的環境の維持管理の実態、建築物利用者の健康状態及び職場環境等の実態を把握した。そして、建築物衛生環境管理基準値の中で、相対湿度と二酸化炭素の健康等への影響に関する近年のエビデンスをレビューした。

本研究では、建築物衛生管理技術者及び建築物利用者に対して建築物等に関するアンケート調査を実施する。個人の情報が得られないようにするとともに、解析は匿名化されたデータを用いて統計的処理を行う。なお、その他の調査については、建築物を対象としており、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

林 基哉	国立保健医療科学院
金 勲	国立保健医療科学院
開原 典子	国立保健医療科学院
東 賢一	近畿大学医学部
鍵 直樹	東京工業大学大学院
柳 宇	工学院大学建築学部

研究協力者

奥村 龍一	東京都健康安全研究センター
河野 彰宏	大阪市役所
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
築城 健司	(公社) 日本建築衛生管理教育センター
下平 智子	(公社) 全国ビルメンテナンス協会

A.研究目的

近年、建物の大規模化、用途の複合化、建築設備の変化などにより、建築物衛生法による監視技術にも多様化、高度化が求められる。しかしながら、特定建築物における建築物環境衛生管理基準を満足しない割合「不適率」の改善が進まないなど、維持管理手法、環境監視方法などの環境衛生管理のあり方が問われている。

本研究は、建築物における環境衛生管理に着目して、この現状の把握及び問題点の抽出、原因の究明、対策の検討等について体系的に整理し、公衆衛生の立場を踏まえた、今後の建築物環境衛生管理に関する監視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 建築物における空気環境の衛生管理の現状

#### B.1.1 特定建築物立ち入り調査による現状把握

建築物衛生法では対象となる特定建築物においてその環境衛生管理基準値が定められ、温度、相対湿度、二酸化炭素濃度、一酸化炭素、気流、浮遊粉じんの6項目について2カ月以内ごとに1回測定することとされている。近年、温度、相対湿度、二酸化炭素の濃度の不適率が上昇する傾向にあることを本研究の関連研究で既に報告されていることから、引き続き特定建築物における環境衛生管理の現状を把握することとした。

本研究では独立行政法人統計情報センターより公表されている、日本全国47都道府県および62政令市の特定建築物立ち入り検査結果を用いた。このデータは衛生関係諸法規の施行に伴う各都道府県、保健所設置市、特別区における建築物衛生の実態を把握することを目的とし、厚生労働省が毎年集計を行っているものである。建築物維持管理項目は、帳簿(1項目)、空気環境の調整(16項目)、給水の管理(9項目)、雑用水の管理(9項目)、排水設備(1項目)、清掃(1項目)、防除(1項目)に、用途は興行場、百貨店、店舗、事務所、学校、旅館、その他と分かれている。本研究では、空気環境について報告する。

集計は建築物の維持管理項目ごとに調査件数及び不適件数を行っており、本研究では平成8年度から平成26年度までの間に集計されている不適率の推移をまとめた。

また、東京都では建築物衛生法第11条第1項及び第13条第2項に基づき、特定区内の延べ床面積10,000m<sup>2</sup>を超える特定建築物に対してはビル衛生検査班が、多摩地区内の特定建築物については各保健所環境衛生係が立ち入り検査を実施している。ここでは、東京都の平成25年度立ち入り測定を行った実測値を用いて解析を行った。

#### B.1.2 東京都特定建築物の平成25年立入検査データによる冬期室内湿度に関する分析

省エネルギーのための換気量削減が、室内空気汚染物質の濃度を高め、いわゆるシックビルの危険性を高めることが知られている。二酸化炭素濃度の上昇は、省エネルギーを意図した換気量削減のあらわれである可能性がある。一方、換気量が減少すると室内絶対湿度が上昇し相対湿度も上昇すると考えられるが、冬期の相対湿度の上昇は見られない。このことから、加湿量の減少が進行していると推察される。省エネルギー策の一環として加湿量削減が図られている可能性も指摘される。室内湿度の生成機構から以上のような推察が可能だが、特定建築物の立ち入り検査では、換気量及び加湿量を得られないために、上記の推察の妥当性を直接確認することはできない。そこで、特定建築物の冬期湿度の不適率増加の要因解明を目的とし、東京都の冬期の立ち入り検査による測定データを用いて、冬期の室内湿度に係る室内湿気の発生量、換気などを考慮に入れ、室内相対湿度の現状について解析を行った。

### B.2 健康危機に対応した環境衛生の実態と管理項目の検討

本研究では、建築物の管理者及び利用者に対するアンケート調査と室内環境の測定調査を実施し、建築物における衛生的環境の維持管理の実態、建築物利用者の健康状態及び職場環境等の実態を把握する。そして、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、建築物利用者の健康及び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、郵送にて回収を行う。建築物の管理者又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、従業員用調査では、職場環境と健康状態などを質問する。また、あわせて建築物環境衛生管理の空気環境項目(温湿度、一酸化炭素、二酸化

炭素、浮遊粉じん)、揮発性有機化合物及び粒子状物質の気中濃度、真菌及び細菌の気中濃度、気中のエンドトキシン濃度を測定する。

調査票によるアンケートは2ヶ月に1回、温湿度・二酸化炭素は20分毎の連続測定、その他の項目は4ヶ月に1回の頻度で実施する。

なお、調査対象は東京都と大阪市に所在する事務用途の特定建築物とした。東京都の特定建築物は多数なため、延床面積1万平方メートル以上を対象とした。調査対象事務所の選定は、東京都健康安全研究センタービル衛生検査係と大阪市生活衛生課を通じた情報公開請求で得た情報をもとに行い、実態調査依頼書を建築物管理者に送付した。調査依頼は、届け出されている全ての施設(大阪市1543施設、東京都1582施設)を対象として調査依頼書を郵送した。調査依頼書の発送は、平成27年1月20日に実施した。その後、調査への協力可能との回答が得られた事務所を訪問し、調査に関する詳しい説明と調査への協力依頼を個別に実施して承諾を得た。

また、高層建築物で問題となる下層階から上層階に空気が流れる煙突効果について、これが要因となる建物内部の上昇気流による汚染の拡散への影響を上述の立ち入り検査時の空気環境測定データ及び高層建築物での空気質の実測により検討した。

### B.3 温湿度と二酸化炭素の健康等への影響に関する近年のエビデンス

近年、建築物の多様化及び省エネルギー対応などより、建築物衛生法の管理基準に適合しない建築物の増加が続いている。また、微生物及び超微小粒子など建築物に関わる汚染要因も変化してきており、監視方法及び管理基準を含めた環境衛生管理のあり方を検討する必要があると考えられる。

このような背景を踏まえ、1999年頃より、温湿度及び二酸化炭素の建築物環境衛生管理基準の不適合率が増加していることから、本研究では、相対湿度と二酸化炭素の健康等への影響に関する近年のエビデンスの文献レビューを実施した。

本研究では、相対湿度と二酸化炭素の健康等

への影響に関して近年の知見に関する文献検索を行った。国立情報学研究所論文情報ナビゲータ(CiNii)、独立行政法人科学技術振興機構のJ-Dream IIIによる科学技術関連の文献検索(1975年以降の文献を収載)、米国国立医学図書館のPubMedによる医学関連の文献検索(原則として1950年以降の文献を収載)、インターネット検索によるホームページからの情報収集及び関連資料の入手、既存の書籍及び上記検索で入手した文献及び資料に掲載されている参考文献等を入手した。

(倫理面での配慮)

本研究では、環境衛生監視員及び建築物利用者に対して建築物等に関するアンケート調査を実施する。個人の情報が得られないようにするとともに、解析は匿名化されたデータを用いて統計的処理を行う。なお、その他の調査については、建築物を対象としており、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。

### 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 建築物における空気環境の衛生管理の現状

##### C.1.1 特定建築物立ち入り調査による現状把握

厚生労働省から公表された全国の立ち入り調査のデータを用いた不適率の最新動向の解析、及び東京都の立ち入り測定のデータを用いた室内空気環境の詳細な解析を行うことにより、下記の事柄が明らかになった。

・平成8年度から平成26年までの期間中、浮遊粉じん、CO、ホルムアルデヒド(統計開始平成15年度から)、気流速度の全国の不適率は数%であったのに対して、温度、湿度、二酸化炭素濃度は平成11年度から上昇し続けている。その間に顕著な上昇が見られたのは、平成11年度、平成15年度、平成23年度の3回であり、平成11年度は大規模な省エネ法の改正の翌年、平成15年度は建築物衛生法改正の翌年、平成23年度は東日本大震災であるため、その法改正や震災直後の節電などによる省エネが深く関わっていることが示唆された。

・平成26年度の東京都のオフィスビルにおける立ち入り測定データを用いた解析の結果、不適率は全国平均より低く、二酸化炭素濃度、温度、湿度の不適率はそれぞれ10%（全国：25%）、0.8%（全国：32%）、12.7%（全国：56%）であった。東京都の調査対象の殆どは10,000m<sup>2</sup>以上の大規模なビルであり、性能の比較的良好な空調・換気設備が備えられており、維持管理体制も充実している集団であることが寄与していると推察される。しかしながら、それでも相対湿度の不適率は12.7%になっており、空調設備による夏期の減湿、とくに冬期の加湿が不十分であることが測定値からも認められた。大規模なビルでも、冬期の加湿が難しいことが浮き彫りとなり、その対策が必要である。

#### C.1.2 東京都特定建築物の平成25年立入検査データによる冬期室内湿度に関する分析

特定建築物の室内環境に関する基準の中で不適合率が最も高い相対湿度について、冬期に注目して人体からの水蒸気発生量、加湿装置の加湿量に関する分析を、東京都特定建築物の平成25年立入検査データを用いて行い、以下の知見を得た。

- ・二酸化炭素濃度から推定した一人あたりの換気量は対象によって大きくばらついており、換気量が一定の範囲に制御されているとすると、測定時の在室人数に大きなばらつきがあることが明らかとなった。

- ・二酸化炭素濃度から人体からの水蒸気発生量を推定し、加湿装置による加湿量を算出した結果、加湿装置加湿量におおきなばらつきがあることが明らかとなった。

- ・室内二酸化炭素濃度が基準値：1000ppmとなる人数を想定して人体からの水蒸気発生量を推定した上で、相対湿度基準値を満たすための加湿装置加湿量を算出した結果、対象室の加湿量の平均は、相対湿度40%を満たす程度を超えることが明らかとなった。

- ・室内二酸化炭素濃度基準として外気+650ppmを用いるとした場合、平均外気濃度が433ppmと350ppmよりも高いことにより、換気量が1000ppm基準の場合の88%に低減されること、室内相対湿度を40%にするために必要な加湿

装置加湿量は83%に低減され、一定の省エネルギー効果があることが明らかとなった。但し、室内の汚染濃度については別途検討を要する。

#### C.2 健康危機に対応した環境衛生の実態と管理項目の検討

東京都と大阪市に所在する事務所用途の特定建築物を対象に、東京都と大阪市の協力のもと、管内の届け出施設に調査依頼を行い、東京都5件、大阪市6件の事務所から実態調査（調査フロア数24、調査対象者数約651名）の協力を得た。平成27年6月から順次、アンケート調査と室内環境の実測調査を計画通りに実施中である。

更に、空気環境に関して実態調査を行い、下記の項目が明らかとなった。

- ・建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査（縦断調査）については、東京都と大阪市内に所在する事務所用途の特定建築物を対象に、東京都5件、大阪市6件の事務所から実態調査（調査フロア数24、調査対象者数約651名）の協力を得たうえで、平成27年6月から順次、アンケート調査と室内環境の実測調査を計画通りに実施中である。

- ・温湿度・二酸化炭素濃度の連続測定の結果から、多くの建物で温度、二酸化炭素濃度は基準値を満足していたが、相対湿度に関しては、基準値である40%を下回る建物があり、特に冬期における加湿の対策が必要である。

- ・浮遊真菌と浮遊微粒子の結果から、個別空調方式の外気を取り入れる換気系統にはエアフィルタが設置されていないために、外気から多くの汚染物質が室内に侵入してきていることが明らかになった。外気からの汚染物質を除去するために換気系統にもエアフィルタを導入することが望ましい。

- ・化学物質については、ホルムアルデヒドの基準値、厚生労働省による指針値及びTVOCの暫定目標値を超過する建物はなく、比較的低濃度で良好な環境であった。

- ・PM<sub>2.5</sub>濃度測定結果も、0.002～0.03 mg/m<sup>3</sup>程度となり、大気の基準である「1日平均値が35 µg/m<sup>3</sup>以下」を下回った。また、I/O比については、同一建物内の濃度は概ね同様の値を示して

おり、室内での発生源のほか、外気からの侵入に対処する建物空調機（フィルタ）の特性が関係しているものと考えられた。

・エンドトキシンについては、本年度から新たに試みた測定である。室内環境では換気指標としてCO<sub>2</sub>濃度を、化学物質汚染程度の指標としてTVOC濃度を用いているが、微生物は培養法が基本となっているため結果算出までは時間を要する。機械を用いた環境中細菌汚染度測定にはまだ確立した方法がなく、汚染指標として活用できる指標が望まれている。本研究では室内空気中の微生物汚染度を示すバロメータとしてエンドトキシンを挙げ、現場測定法の確立を目標に現場測定と実験を行った。

空気中エンドトキシン濃度の定量試験に干渉を起こす因子が複数存在したため、それらの干渉因子を排除する基礎試験と現場測定を平行して行った。本年度の結果を踏まえて次年度からは干渉影響のないフィルタを用いて実態調査を行うこととした。

・煙突効果による上層階での空気質悪化の可能性を検討した結果、上層階での汚染濃度増加の傾向が確認され、下層階からの汚染空気の上層階への移流による、上層階での汚染濃度の増加が示唆された。

### C.3 温湿度と二酸化炭素の健康等への影響に関する近年のエビデンス

相対湿度と二酸化炭素の健康等への影響に関する近年のエビデンスをレビューした結果、低湿度におけるインフルエンザウイルスの活性、高湿度におけるカビ及びダニなどの微生物の増殖、低湿度におけるアレルギー及び粘膜刺激症状の増悪、低湿度におけるヒトでの静電気ショック、低湿度におけるSBS症状のリスクの増大等の相対湿度の健康等への影響に関する近年の複数のエビデンスは、現在の環境衛生管理基準である40%~70%が適正な範囲であることを示していた。

二酸化炭素濃度は健康影響の指標ではないとの議論もある一方で、低濃度の二酸化炭素そのものによる労働生産性への影響が示唆される報告があった。二酸化炭素に関する近年の複数のエビデンスが、低濃度域における二酸化炭素

濃度の上昇とSBS関連症状との関係を示していた。これらの結果から、現在の「1000 ppm以下」に、環境衛生管理基準として妥当性があると考えられるが、本研究での疫学調査を通じて、また諸外国での研究状況等について、引き続きレビューを行っていく予定である。

1999年頃から温湿度及び二酸化炭素の建築物環境衛生管理基準の不適合率が増加しているが、これらの増加が生じている原因として、省エネルギー対応が関わっているとの報告がある。

具体的な例としては、空調機及び換気設備の誤った使用方法による外気の導入不足、加湿器、空調機及び換気設備のメンテナンス不良など、空気調和設備の維持管理に関わる問題が主な原因としてあげられている。従って、これらの維持管理に関わる問題に対するさらなる対応が必要と考えられる。

D. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 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(5):499-511.
- 2) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Nonspecific building-related symptoms of office employees and indoor air quality of the work environment: a surveillance study for their relevance in office buildings in Japan. *Proceedings of the Healthy Buildings Europe 2015, ID424*, 6 pages, 2015.
- 3) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Physicochemical risk factors for building-related symptoms: thermal conditions and combined exposure to indoor air pollutants. *Proceedings of the 14th international conference of Indoor Air Quality and Climate*, 7 pages, in press, 2016.

2. 学会発表

- 1) 東 賢一, 池田耕一. 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全国規模の調査研究. 第 88 回日本産業衛生学会, 大阪, 2015 年 5 月 13 日-5 月 16 日.
- 2) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Nonspecific building-related symptoms of office employees and indoor air quality of the work environment: a surveillance study for their relevance in office buildings in Japan. *Healthy Buildings 2015 Europe, Eindhoven – The Netherlands*, May 18-20, 2015.
- 3) Azuma K. Indoor air quality and health effects in Japanese offices. *31<sup>st</sup> International Congress on Occupational Health, Seoul – Korea*, May 31-June 5, 2015.
- 4) 鍵 直樹, 柳 宇, 東 賢一, 金 勲, 大澤元毅. 建築物における空気環境衛生管理基準項目に関する実態調査. 平成 27 年度空気調和・衛生工学会大会, 秋田, 2015 年 9 月 16-18 日.

- 5) 東 賢一. オフィスビル労働者のビル関連症状と室内空気質に関する調査研究. 第 89 回日本産業衛生学会, 福島, 2016 年 5 月 24 日-27 日. (in acceptance)
- 6) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Physicochemical risk factors for building-related symptoms: thermal conditions and combined exposure to indoor air pollutants. *The 14th international conference of Indoor Air Quality and Climate, Ghent, Belgium July 3-8 2016*. (in acceptance)

E. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)  
予定なし

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

建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究

平成 27 年度 分担研究報告書

平成27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

1. 建築物における空気環境の衛生管理の現状

分担研究者 柳 宇 工学院大学建築学部 教授  
分担研究者 林 基哉 国立保健医療科学院 統括研究官  
分担研究者 開原典子 国立保健医療科学院 主任研究官

研究要旨

建築物衛生法では特定用途部分の面積が 3,000m<sup>2</sup> 以上の建物を特定建築物とし、その環境衛生管理基準値が定められており、温度、相対湿度、二酸化炭素濃度、一酸化炭素、気流、浮遊粉じんの6項目について2カ月以内ごとに1回測定することになっている。近年、温度、相対湿度、二酸化炭素濃度の不適率が上昇する傾向にあることを本研究の関連研究で報告している。

本年度は、これまでの研究結果を踏まえて、厚生労働省から公表されている全国の立ち入り調査のデータを用いた全国都道府県の不適率の動向の把握を行うとともに、東京都の立ち入り測定データを用いて室内環境の実態の把握を行っている。

全国立ち入り調査の平成8年度から平成26年度までの間に集計された全国不適率の推移を検討した結果について記述している。また、東京都の平成25年度と平成26年度の立ち入り測定結果を解析している。前述した全国の不適率より低く、平成26年度の二酸化炭素濃度、温度、相対湿度の不適率はそれぞれ10%（全国：25%）、0.8%（全国：32%）、12.7%（全国：56%）であった。東京都の調査対象の殆どは10,000m<sup>2</sup>以上の大規模なビルであり、比較的性能のよい空調・換気設備が備えられていることが推察される。しかし、相対湿度、二酸化炭素の不適率は比較的高いことを示している。絶対湿度を検討することにより、夏期の減湿と冬期の加湿が不足していることを明らかにしている。

更に、相対湿度は冬期に低くなり不適となる傾向が強くなり、感染症等の健康影響が懸念される。二酸化炭素濃度の上昇は、省エネルギーのための換気量削減の顕れである可能性がある。一方、冬期の相対湿度の上昇は見られないことから、加湿量が減少していることも推察される。省エネルギーの方法として加湿量削減が図られている可能性も指摘される。しかし特定建築物の立ち入り検査では、換気量及び加湿量が得られていないために、換気量削減および加湿量削減に関する推察の妥当性を直接確認することはできない。そこで、本研究では特定建築物の冬期湿度の不適率増加の要因解明に資することを目的とし、東京都特定建築物の平成25年立入検査データを例に、冬期の相対湿度の形成機構に関する分析を行った。特に不適合率が最も高い相対湿度について、冬期に注目して人体からの水蒸気発生量、加湿装置の加湿量に関して検討した結果、換気量に関するいくつかの知見を得た。中でも、二酸化炭素濃度の内外差基準を仮定した検討において、その省エネルギー効果に一定の方向性を得ることができたが、換気量削減は、室内空気汚染物質濃度の上昇をもたらすため、その影響に関する確認が必要である。今後、特定建築物の冬期湿度の不適率増加の要因解明に向けて、他の年度、他の地域における状況を分析する必要があると考えられる。

研究協力者

大澤元毅	国立保健医療科学院	河野彰宏	大阪市役所
鍵 直樹	東京工業大学	齋藤敬子	(公社) 日本建築衛生管理教育センター
金 勲	国立保健医療科学院	鎌倉良太	(公社) 日本建築衛生管理教育センター
東 賢一	近畿大学	杉山順一	(公社) 日本建築衛生管理教育センター
奥村龍一	東京都健康安全研究センター	築城健司	(公社) 日本建築衛生管理教育センター
		下平智子	(公社) 全国ビルメンテナンス協会

1. 建築物における空気環境の衛生管理の現状  
 建築物衛生法では対象となる特定建築物においてその環境衛生管理基準値が定められており、温度、相対湿度、二酸化炭素濃度、一酸化炭素、気流、浮遊粉じんの6項目について2カ月以内ごとに1回測定することになっている。近年、温度、相対湿度、二酸化炭素の濃度の不適率が上昇する傾向にあることを本研究の関連研究で既に報告している。

本研究では、これまでの研究結果を踏まえて下記のテーマについて検討を行った。

- ① 厚生労働省から公表された全国の立ち入り調査のデータを用いた全国都道府県の不適率の最新動向の解析
- ② 東京都の立ち入り測定データを用いた室内空気環境の詳細解析

### 1-1 全国特定建築物立ち入り調査

#### A. 調査方法

本研究では独立行政法人統計情報センターで公表されている、日本全国47都道府県および62政令市の特定建築物立ち入り検査結果を用いた。このデータは衛生関係諸法規の施行に伴う各都道府県、保健所設置市、特別区における建築物衛生の実態を把握することを目的とし、厚生労働省が毎年集計を行っているものである。建築物維持管理項目は表1-1-1で示すように、帳簿(1項目)、空気環境の調整(16項目)、給水の管理(9項目)、雑水の管理(9項目)、排水設備(1項目)、清掃(1項目)、防除(1項目)、に分かれている。用途は興行場、百貨店、店舗、事務所、学校、旅館、その他と分かれている。本研究では、空気環境について報告する。

集計は建築物の維持管理項目ごとに調査件数及び不適件数を行っており、本研究では平成8年度から平成26年度までの間に集計されている不適率の推移をまとめた。

#### B. 結果

##### B.1 空気環境測定実施状況

図1-1-1に空気環境6項目の測定実施の不適率を示す。平成8年度の不適率は2~6%であり、法改正の平成14年度の翌年に上昇する傾向が

見られたが、その後減少し、平成26年度では、学校と旅館を除けば1~2%程度であった。なお、学校の不適率は旅館と同様に乱高下の様子を呈している。

図1-1-2にホルムアルデヒド量の測定実施の不適率を示す。興行場の不適率は、平成19年度に一旦急上昇しているが、全体的に横ばいである。その他については、総じて低下する傾向にあり、平成26年度では、全ての用途の不適率は数%であった。

##### B.2 空気環境項目別の不適率の経年変化

図1-1-3に空気環境6項目の不適率の経年変化を示す。二酸化炭素濃度、温度、相対湿度の不適率においては、3回の顕著な上昇が見られた。1回目は平成11年度(相対湿度)、2回目は平成15年度(温度、相対湿度、二酸化炭素濃度)、3回目は平成23年度(温度、相対湿度、二酸化炭素濃度)であった。それぞれは省エネ法の改定と建築物衛生法改定の翌年、東日本大震災の年と重なる。

図1-1-4に浮遊粉じん濃度の不適率を示す。不適率の平均は3%程度と低い傾向にある。また、用途別の不適率の差もほとんど見られない。

図1-1-5に一酸化炭素の含有率の不適率を示す。不適率の平均は1%未満と低い傾向にあり、とくに大きな変化が見られない。

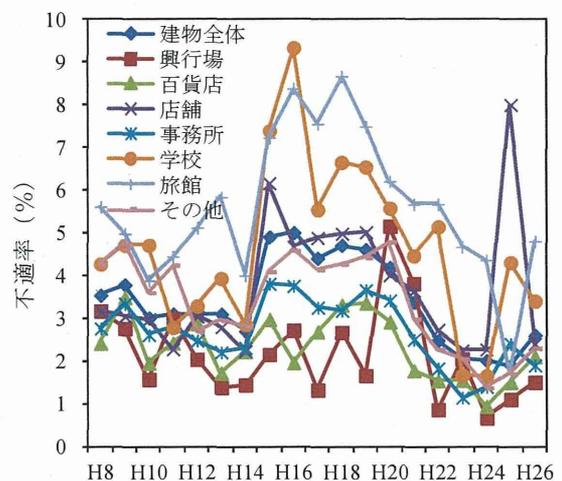


図1-1-1 空気環境6項目測定実施の不適率

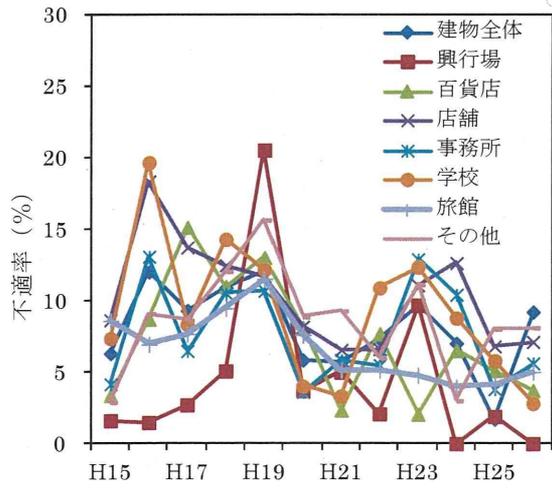


図 1-1-2 ホルムアルデヒド測定実施の不適率

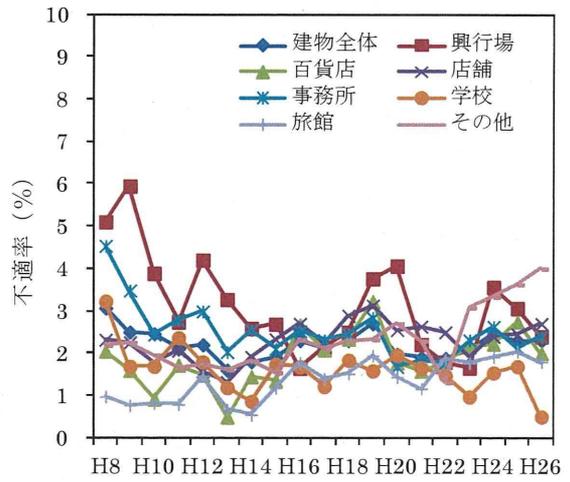


図 1-1-4 用途別浮遊粉じんの不適率

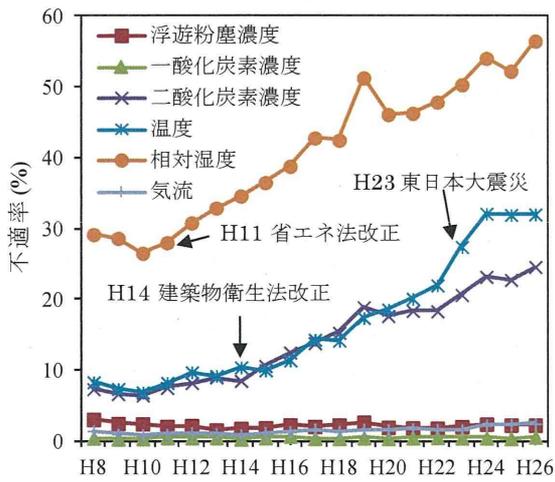


図 1-1-3 空気環境 6 項目の不適率の経年変化

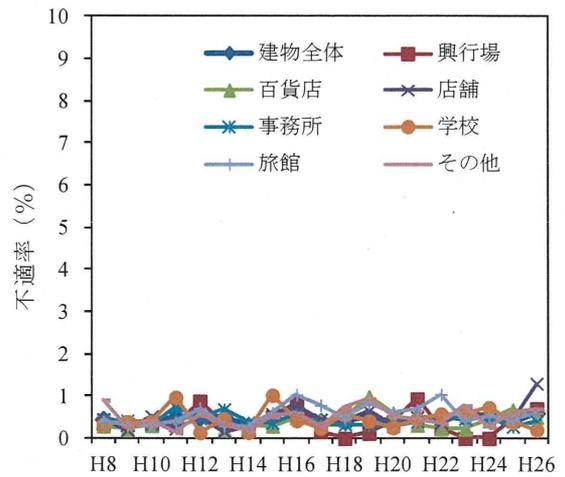


図 1-1-5 用途別一酸化炭素濃度の不適率

表 1-1-1 建築物立入検査等調査結果の項目内容

項目	項目内容〔基準〕
帳簿	帳簿書類の備付け〔帳簿書類があること〕
空気環境の調整	空気環境の測定実施（ホルムアルデヒド量を除く）〔2月以内ごと〕
	ホルムアルデヒド量の測定実施〔使用開始日以降、最初の6月～9月の間に1回〕
	浮遊粉塵の量〔0.15mg/m <sup>3</sup> 以下〕
	一酸化炭素の含有量〔10ppm以下〕
	二酸化炭素の含有量〔1,000ppm以下〕
	温度〔17℃以上28℃以下〕
	相対湿度〔40%以上70%以下〕
	気流〔0.5m/s以下〕
	ホルムアルデヒド量〔0.1mg/m <sup>3</sup> 以下〕
	冷却塔への供給水に必要な措置〔水道水質基準を満たすこと〕
	加湿装置への供給水に必要な措置〔水道水質基準を満たすこと〕
	冷却塔、冷却水の汚れ点検〔1月以内ごと〕
	冷却塔、冷却水の水管清掃〔1年以内ごと〕
	加湿装置の汚れ点検〔1月以内〕
	加湿装置の清掃〔1年以内ごと〕
排水受けの汚れ、閉塞の状況点検〔1月以内ごと〕	
給水・給湯の管理	遊離残留塩素の含有率の検査実施
	遊離残留塩素の含有率〔平常時0.1ppm以上、緊急時0.2ppm以上〕
	中央式給湯設備における給湯水の遊離残留塩素含有率の検査実施〔7日以内ごと〕
	中央式給湯設備における給湯水遊離残留塩素含有率〔平常時0.1ppm以上、緊急時0.2ppm以上〕
	水質検査実施（遊離残留塩素）〔水道水質基準を満たすこと〕
	水質基準（遊離残留塩素）〔水道水質基準を満たすこと〕
	中央式給湯設備における給湯水質検査実施（遊離残留塩素を除く）〔水道水質基準を満たすこと〕
	中央式給湯設備における給湯水質基準（遊離残留塩素を除く）〔水道水質基準を満たすこと〕
貯水槽・貯湯槽の清掃〔1年以内ごと〕	
雑用水の管理	遊離残留塩素の含有量の検査実施〔7日以内ごと〕
	遊離残留塩素の含有量〔0.1ppm以上〕
	雑用水の水槽点検〔1年以内ごと〕
	水質検査実施
	pH値〔5.8以上8.6以下〕
	臭気〔異常でないこと〕
	外観〔ほとんど無色透明であること〕
	大腸菌群〔検出されないこと〕
濁度〔2度以下であること（水洗便所の用に供する場合以外）〕	
排水設備	排水設備の清掃の実施
清掃	大掃除の実施〔日常清掃の他、6月以内ごと〕
防除	ねずみ等の防除の実施〔6月以内ごと（特に発生しやすい場所には2月以内ごと）〕

図 1-1-6 に二酸化炭素濃度の不適率を示す。旅館を除けば、全てが軒並みに上昇し続けている。中では、とくに学校と事務所の上昇が著しく、平成 8 年度の 10%程度に比べ、平成 26 年は 3 倍の 30%になった。なお、平成 25 年度と平成 26 年度は 4%程上昇している。

図 1-1-7 に温度の不適率を示す。用途を問わず、全ての用途で不適率が上昇し続けている。建物全体においては、平成 8 年度の 10%前後から平成 26 年度の 30~45%に上昇した。平成 25 年度と平成 26 年度の不適率は、ほとんどの用途において高止まりか減少している。

図 1-1-8 に相対湿度の不適率を示す。相対湿度は空気環境 6 項目中最も不適率の高い項目である。また、温度と同様に、用途を問わず、

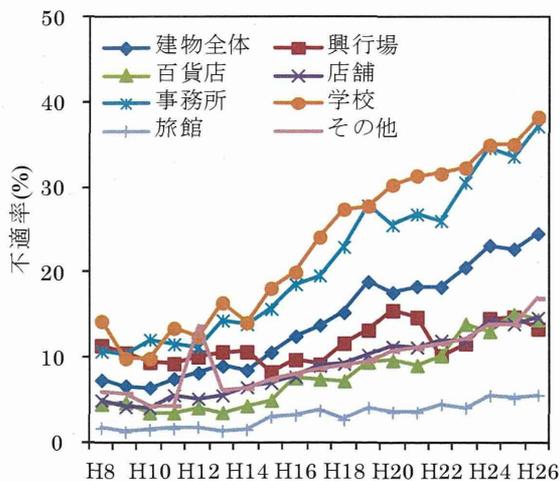


図 1-1-6 用途別二酸化炭素濃度の不適率

全てで不適率が上昇し続けている。建物全体の不適率においては、平成 8 年度の約 20~35%であったが、平成 25 年度は 45~60%までに上昇した。なお、本研究に用いたデータは季節の情報が入っていないため、冬期の低湿度による不適率が更に高くなっていると考えられる。

図 1-1-9 に気流の不適率を示す。不適率は 1~3%と低い傾向にあった。また、用途別の不適率の差もほとんど見られない。

ホルムアルデヒド濃度の不適率については、はおおよそ 6%以下と低い傾向にあった。また、用途別の不適率の間に大差が見られなかった。

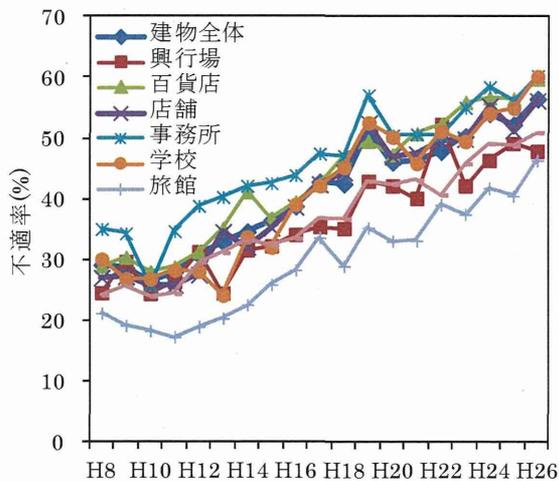


図 1-1-8 用途別相対湿度の不適率

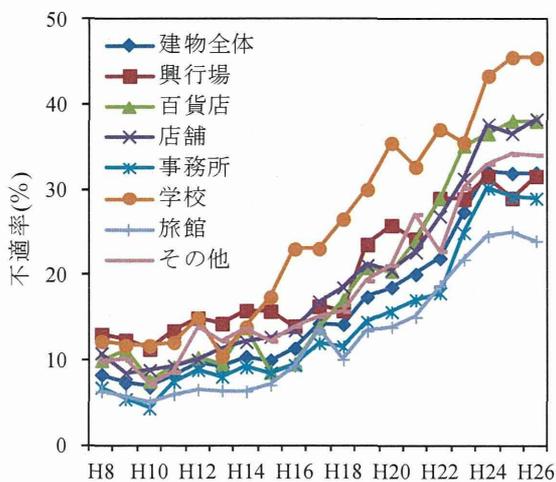


図 1-1-7 用途別温度の不適率

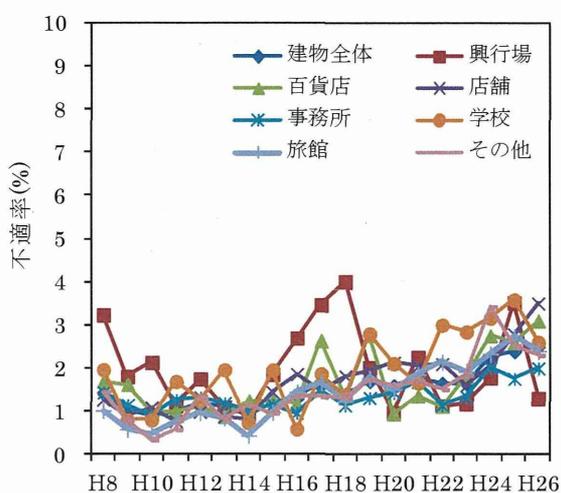


図 1-1-9 用途別気流速度の不適率

## 1-2 東京都立ち入り調査データデータ解析

### A. 検査対象

東京都では建築物衛生法第11条第1項及び第13条第2項に基づき、特定区内の延べ床面積10,000m<sup>2</sup>を超える特定建築物に対してはビル衛生検査班が、多摩地区内の特定建築物については各保健所環境衛生係が立ち入り検査を実施している。ここでは、東京都の平成25年度立ち入り測定を行った実測値を用いて解析を行った。

### B. 調査結果

#### B.1 測定対象の特性

図1-2-1に平成25年度と平成26年度の測定対象ビルの延べ床面積の分布を示す。平成25年度と平成26年度ともに85%の対象ビルが10,000m<sup>2</sup>以上、累積分布の中央値は約17,000m<sup>2</sup>以上であり、大規模なビルが殆どであった。

図1-2-2は調査対象の用途別の割合、図1-2-3は調査対象の制御方式別の割合、図1-2-4は調査対象の加湿方式別の割合をそれぞれ、平成25年度と平成26年度別に示す。

平成25年度の東京都における測定対象は316件あり、用途別では学校が49件、工業場が7件、事務所が224件、集会場が3件、図書館が0件、店舗15件、美術館が1件、百貨店が6件、遊技場が4件、旅館が7件であった。平成26年度における測定対象は338件あり、用途別では学校が52件、工業場が5件、事務所が216件、集会場が3件、図書が0件、店舗45件、博物館が1件、美術館が1件、百貨店が1件、遊技場が7件、旅館が7件であった。平成25年度と平成26年度を比較すると、全国特定建築物立ち入り調査の結果で不適率が高い傾向にあった事務所の割合が減り、不適率の低い店舗の割合が増加している。

制御方式別では平成25年度と平成26年度ともに55%程がゾーン別制御方式であり、測定対象ビルの半数以上はゾーン別制御方式を用いている。

加湿方式別では55%程が気化式を用いており、蒸気式は24%程であった。制御方式と加湿方式の割合において平成25年度と平成26年度に差異は見られなかった。

また、全熱交換器の有無については、平成25年度は有りが199件、無しが117件、平成26年度は有りが189件、無しが149件であった(図省略)。

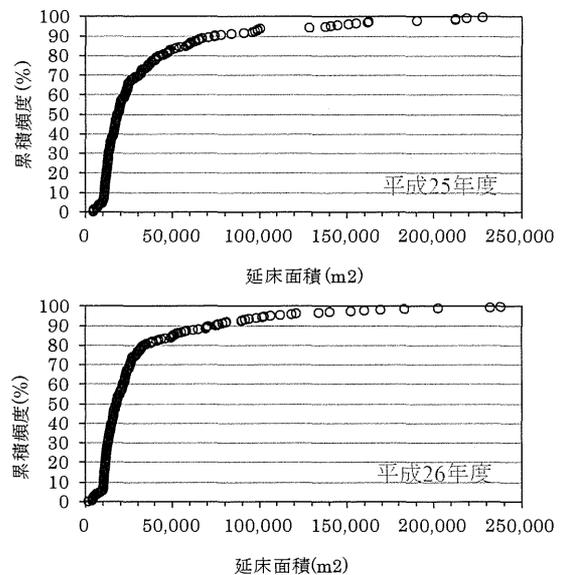
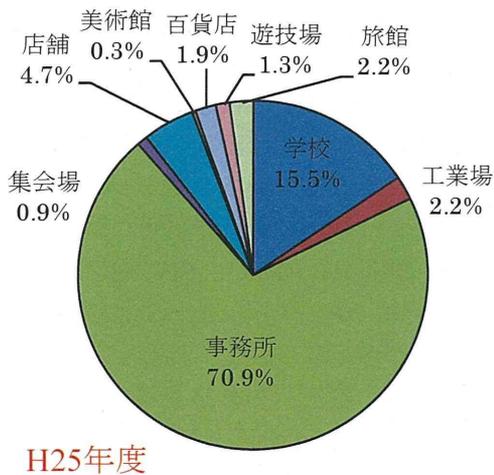
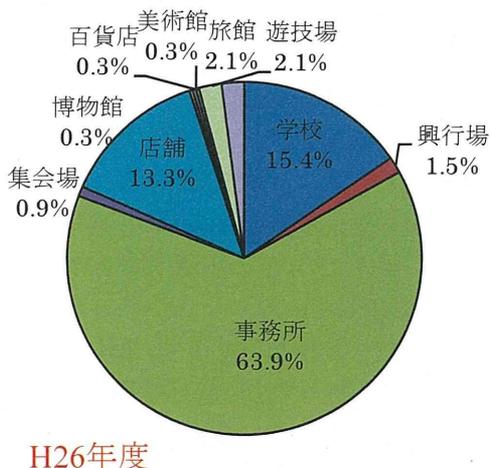


図1-2-1 測定対象ビルの延べ床面積

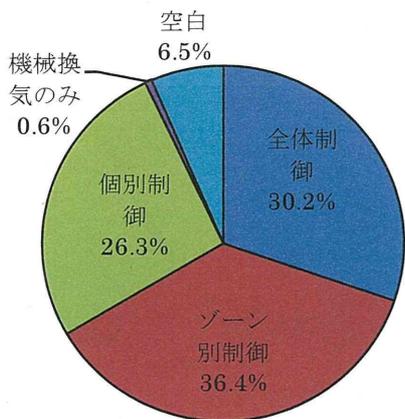


H25年度

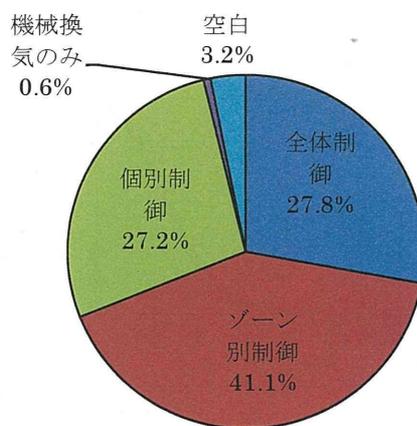


H26年度

図 1-2-2 用途別の割合

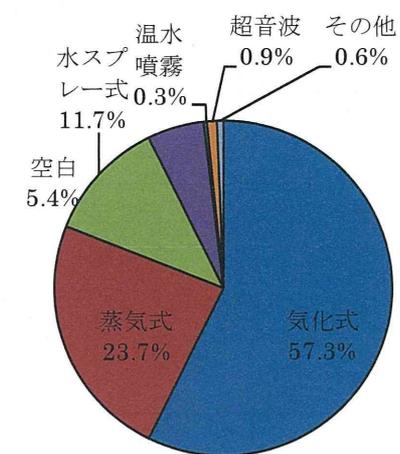


H25年度

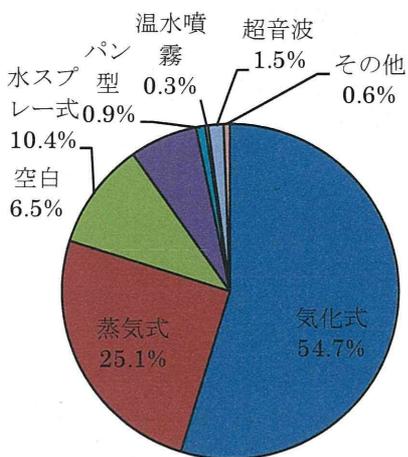


H26年度

図 1-2-3 制御方式別の割合



H25年度



H26年度

図 1-2-4 加湿方式別の割合

## B.2 温度・相対湿度

図 1-2-5 に平成 25 年度と平成 26 年度の温度の累積頻度分布を示す。図中の縦線は建築物衛生法の管理基準値の 17℃～28℃の範囲を示している。平成 26 年度の東京都の温度調査 975 件の測定のうち管理基準値を満たさなかったのは 8 件であった。平成 26 年度の東京都調査は温度の不適率が 0.8%であった。平成 25 年度の不適率は 2.2%であり、不適率は減少している。

図 1-2-6 に相対湿度の累積頻度分布を示す。相対湿度について縦線は建築物衛生法の管理基準値の 40%～70%の範囲を示している。平成 26 年度の東京都の相対湿度調査 967 件の測定のうち管理基準値を満たさなかったのは 123 件であった。今回の東京都調査は相対湿度の不適率が 13%という結果になり、大規模なビルにおいても冬期の

低湿度問題が浮き彫りとなった。

図 1-2-7～図 1-2-9 に温度、相対湿度、絶対湿度（温度と相対湿度から算出）の月別平均値、図 1-2-10 に温度、相対湿度、絶対湿度の測定値を、それぞれ平成 25 年度と平成 26 年度を示す。温度については、6～9 月までの間に 28℃を超えるケースが若干見られたが、相対湿度については、6～10 月に 70%を超え、11～3 月に 40%を下回るケースが多くみられた。平成 25 年度と平成 26 年度で比べると、平成 26 年度の不適率が少なくなっている。この要因としては、調査対象において不適率の高い事務所の割合が減り、不適率の低い店舗の割合が増えたためだと考えられる。6～10 の平均温度は 25.0℃、11～5 月の平均温度は 26℃であったため、25℃の条件で 70%（夏期）

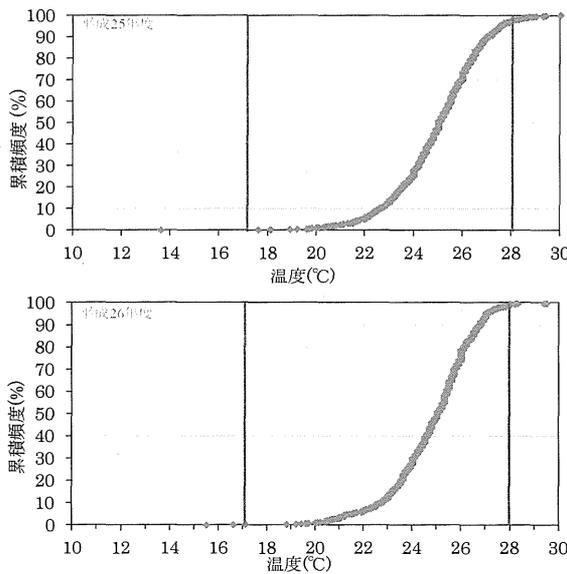


図 1-2-5 温度の累積頻度分布

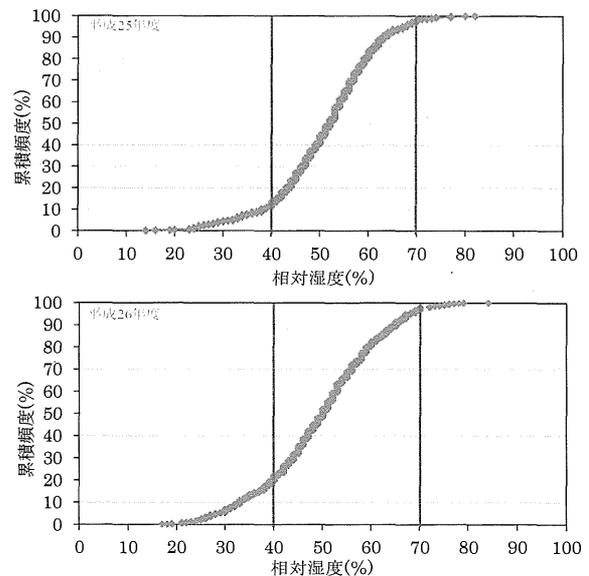


図 1-2-6 相対湿度の累積頻度分布

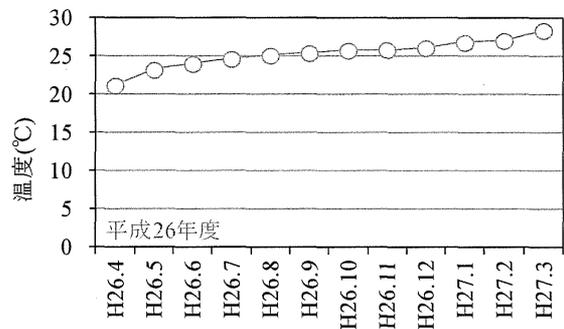
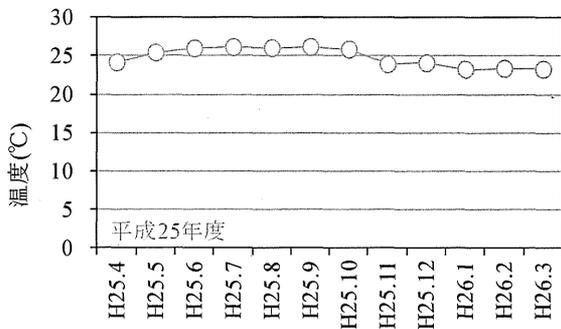


図 1-2-7 月別温度の平均値

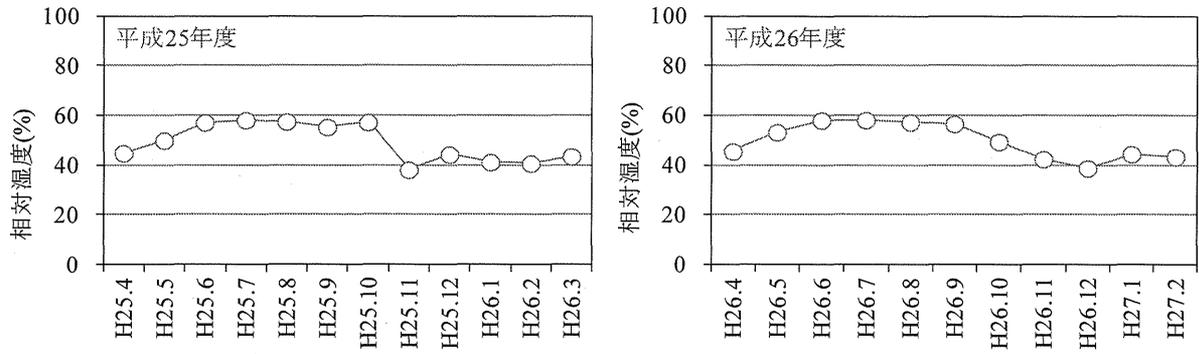


図 1-2-8 月別相対湿度の平均値

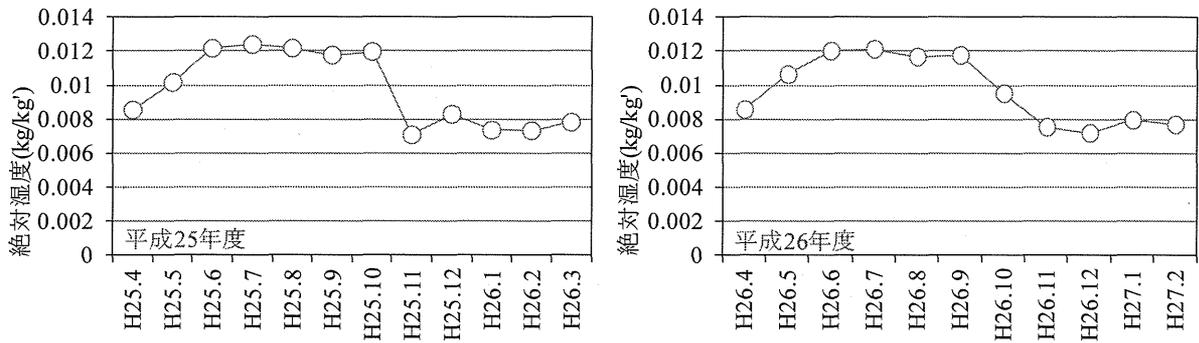
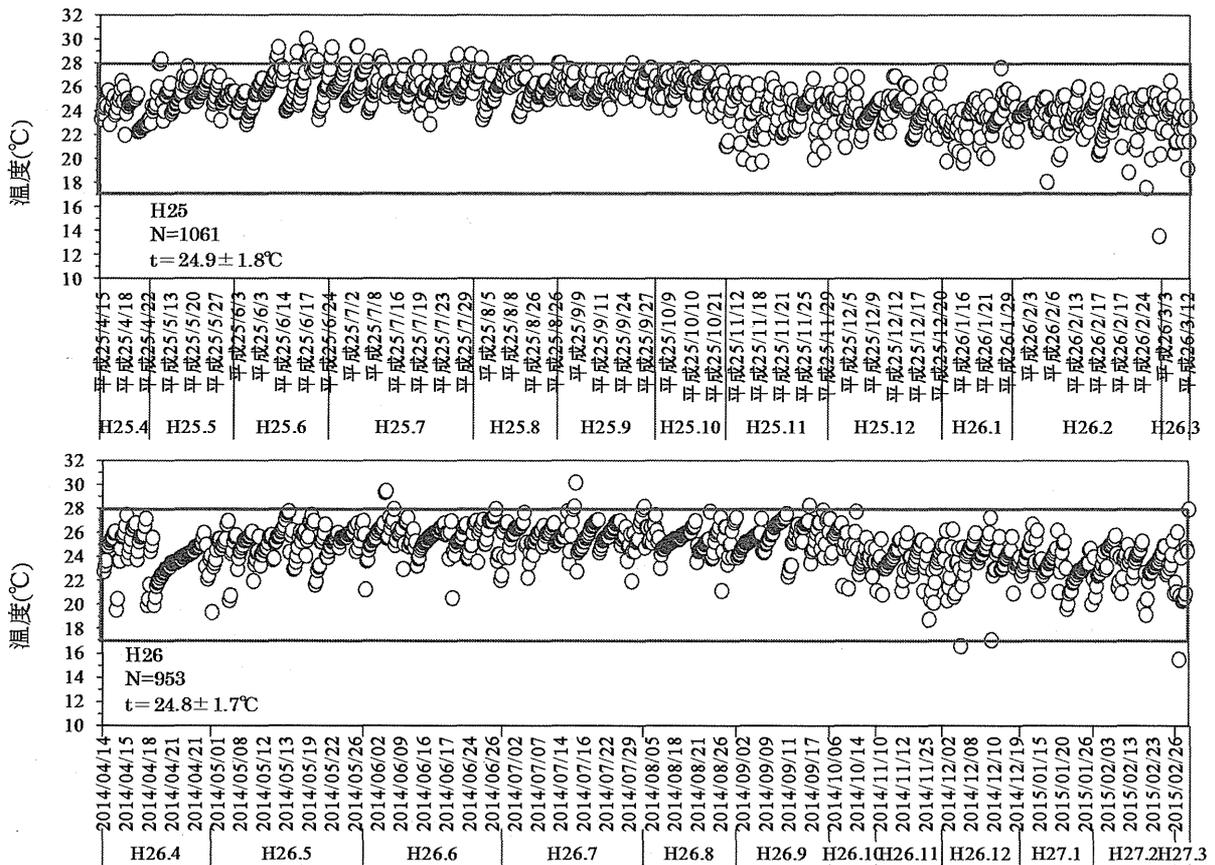
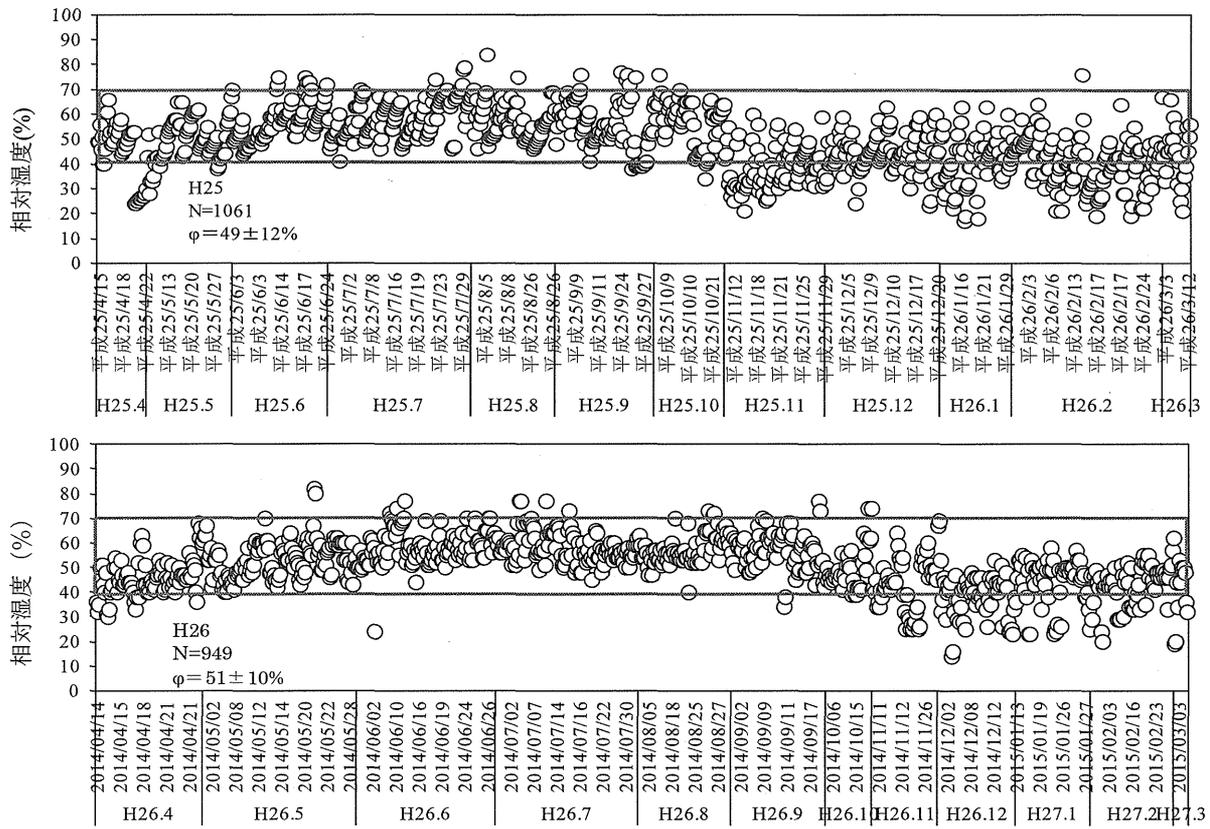


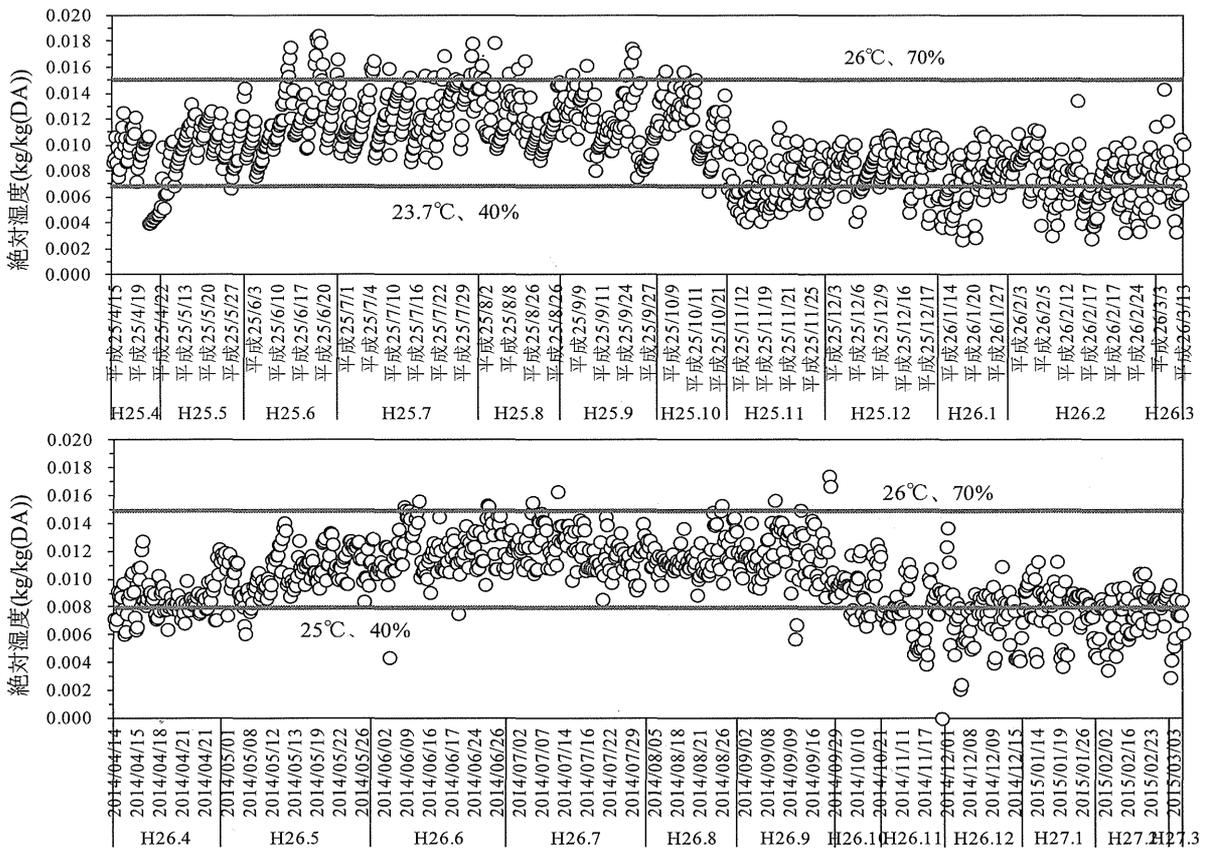
図 1-2-9 月別絶対湿度の平均値



(a) 温度



(b) 相対湿度



(c) 絶対湿度

図 1-2-10 温度・相対湿度・絶対湿度の測定値