

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の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十分であ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、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。

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

東京都の立ち入り測定データの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。

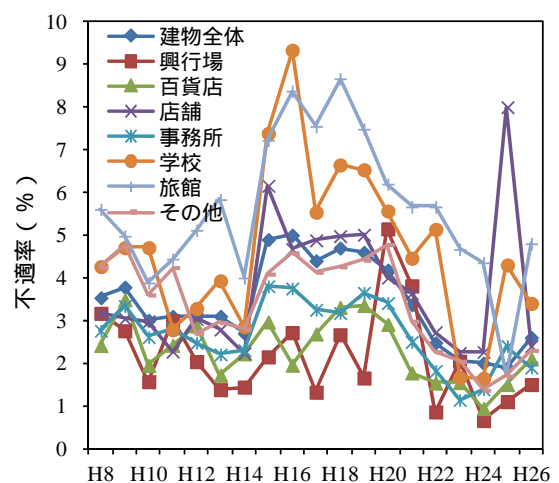


図1-1-1 空気環境6項目測定実施の不適率

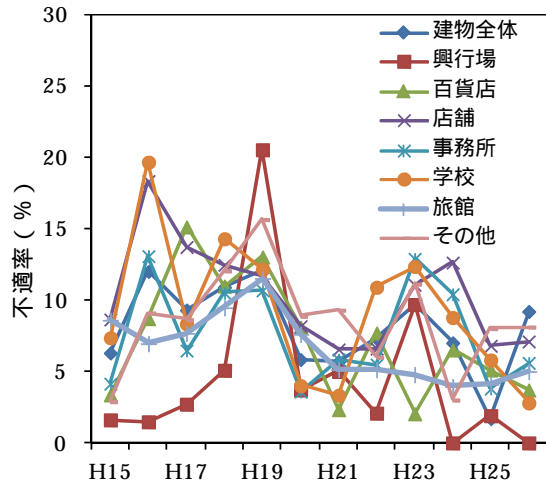


図 1-1-2 ホルムアルデヒド測定実施の不適率

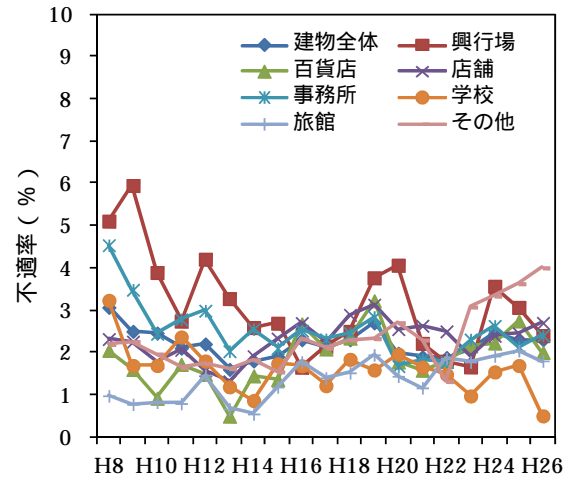


図 1-1-4 用途別浮遊粉じんの不適率

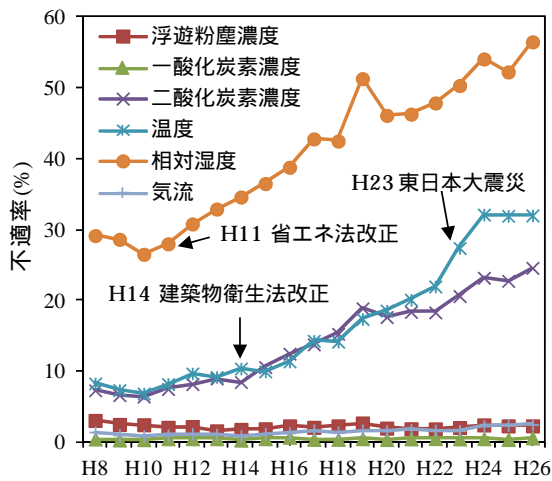


図 1-1-3 空気環境 6 項目の不適率の経年変化

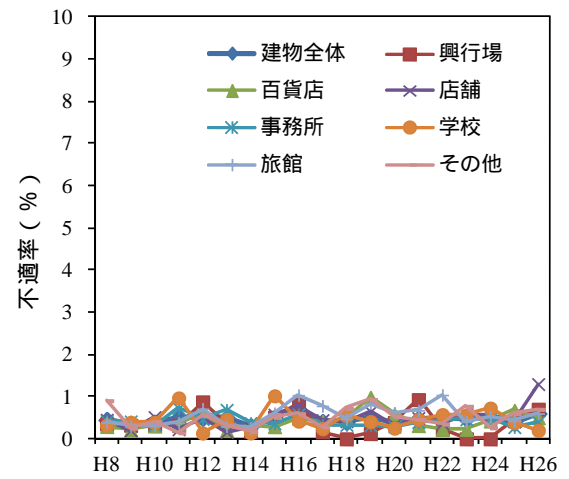


図 1-1-5 用途別一酸化炭素濃度の不適率

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、

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。

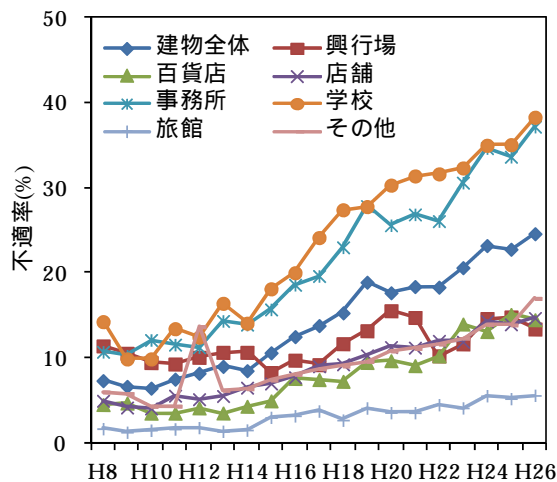


図 1-1-6 用途別二酸化炭素濃度の不適率

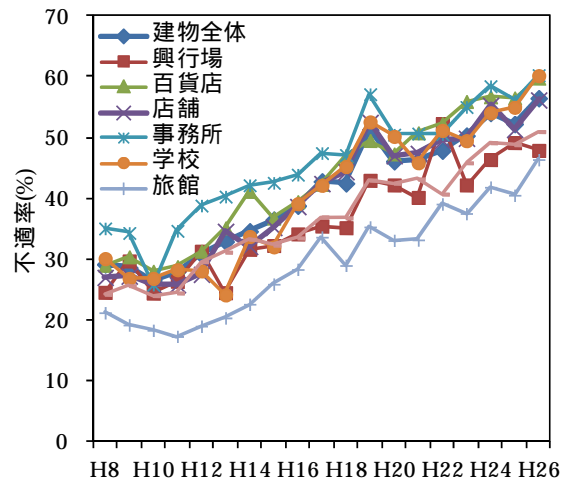


図 1-1-8 用途別相対湿度の不適率

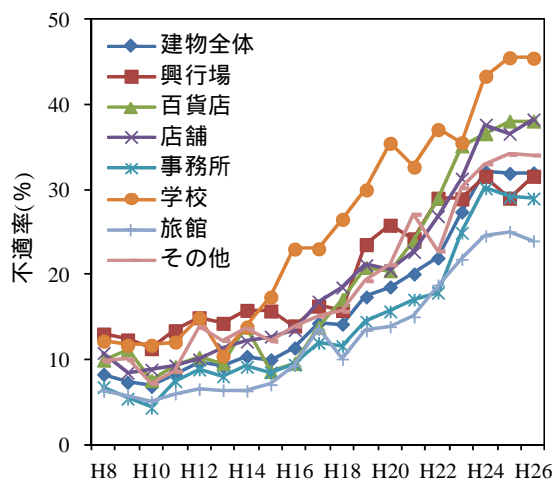


図 1-1-7 用途別温度の不適率

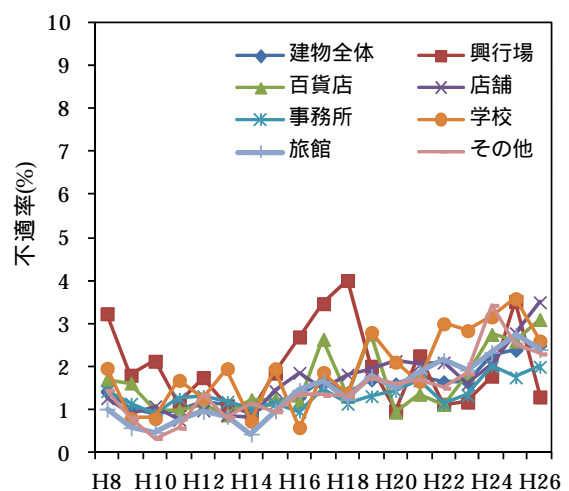


図 1-1-9 用途別気流速度の不適率

## 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)。

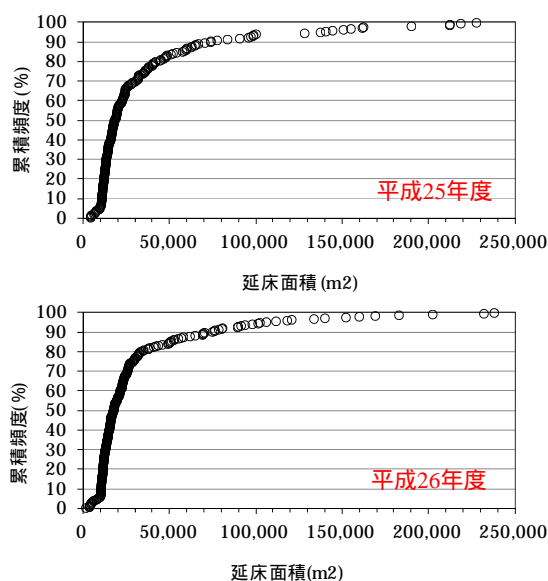


図1-2-1 測定対象ビルの延べ床面積

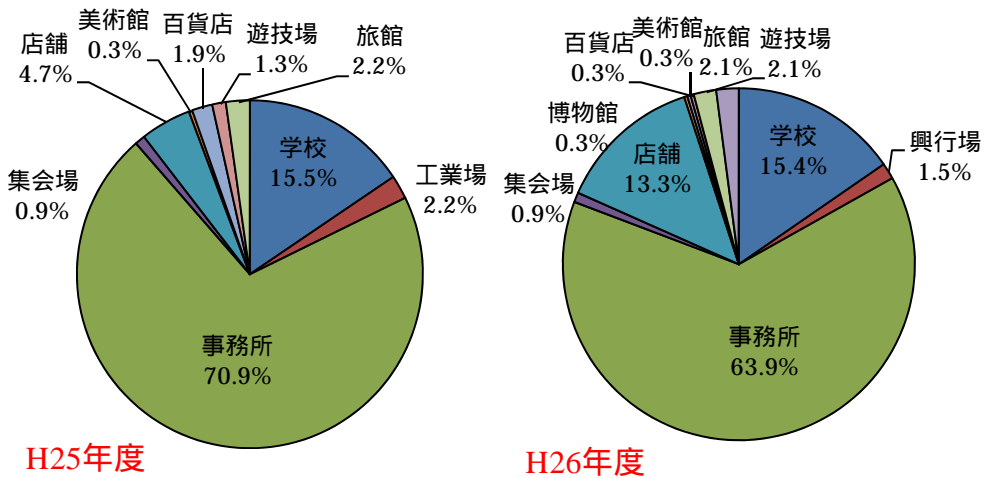


図 1-2-2 用途別の割合

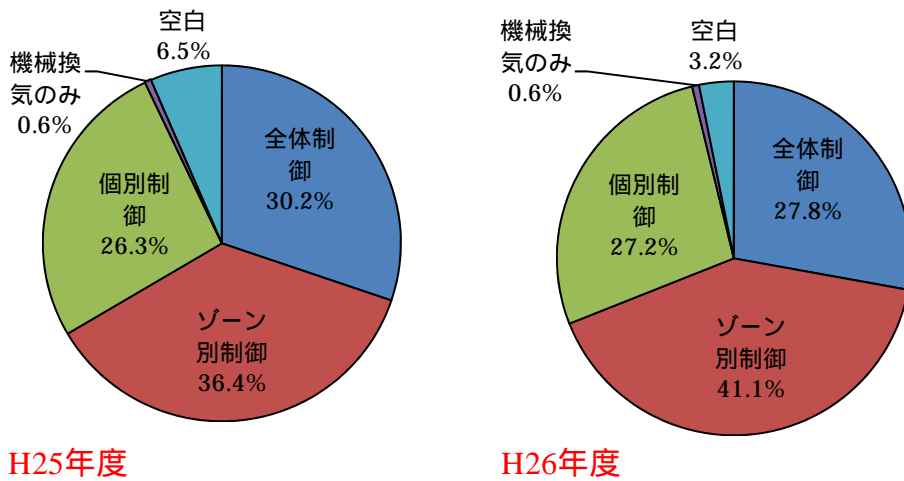


図 1-2-3 制御方式別の割合

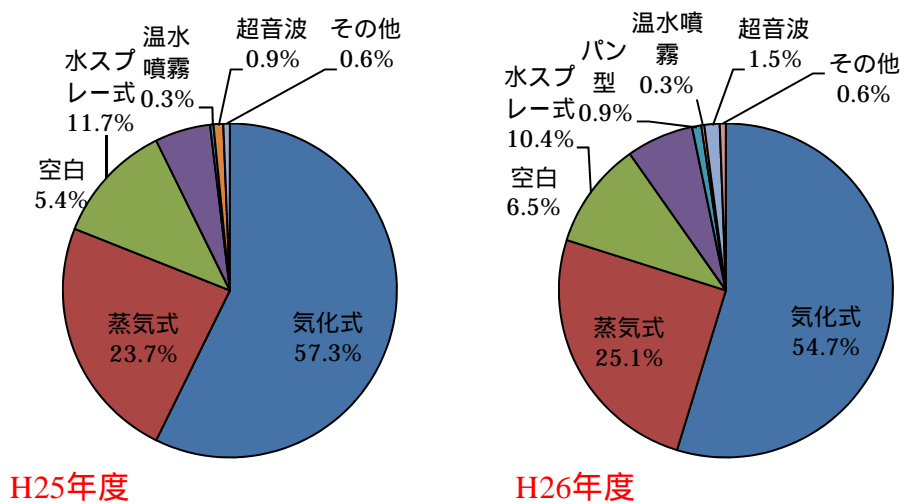


図 1-2-4 加湿方式別の割合

## 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）

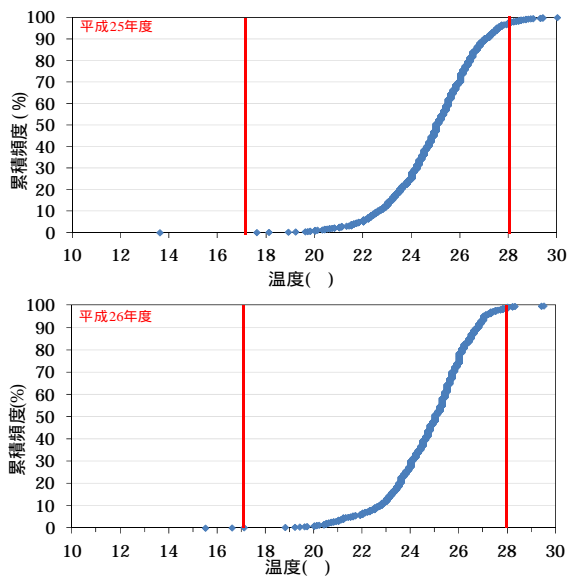


図 1-2-5 温度の累積頻度分布

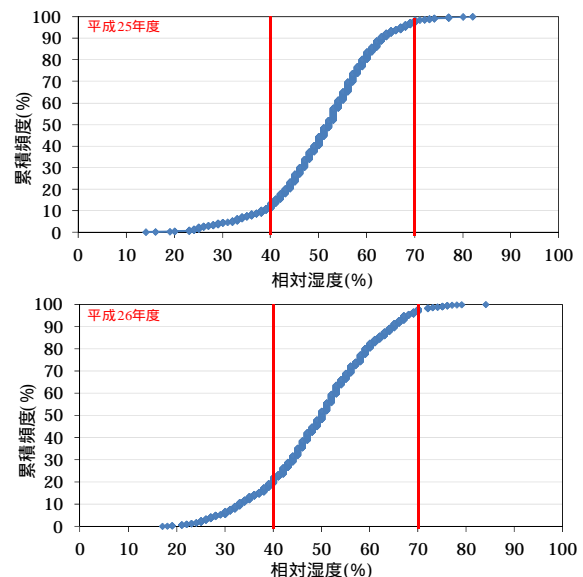


図 1-2-6 相対湿度の累積頻度分布

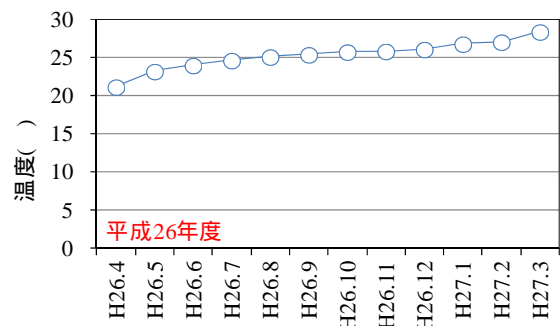
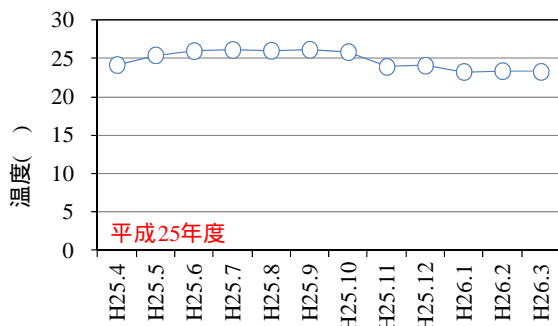


図 1-2-7 月別温度の平均値



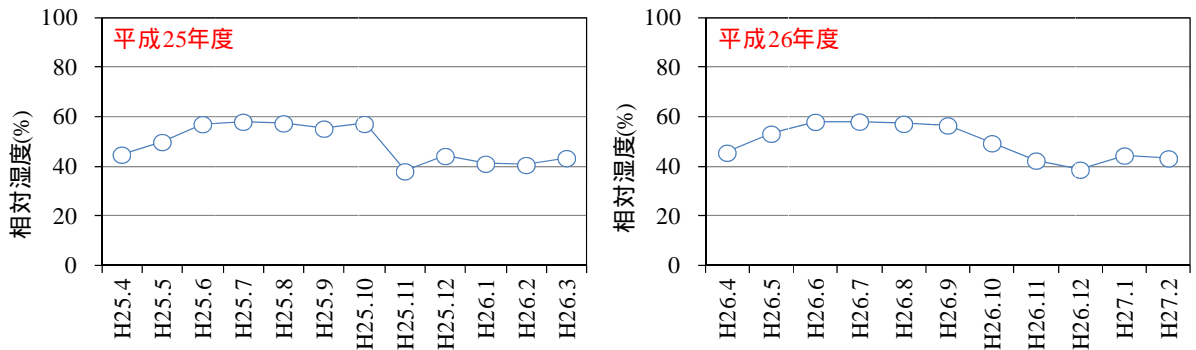


図 1-2-8 月別相対湿度の平均値

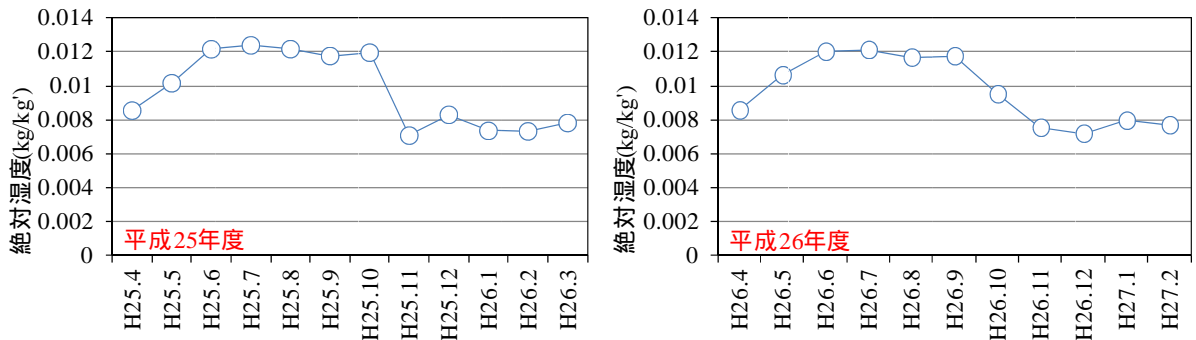
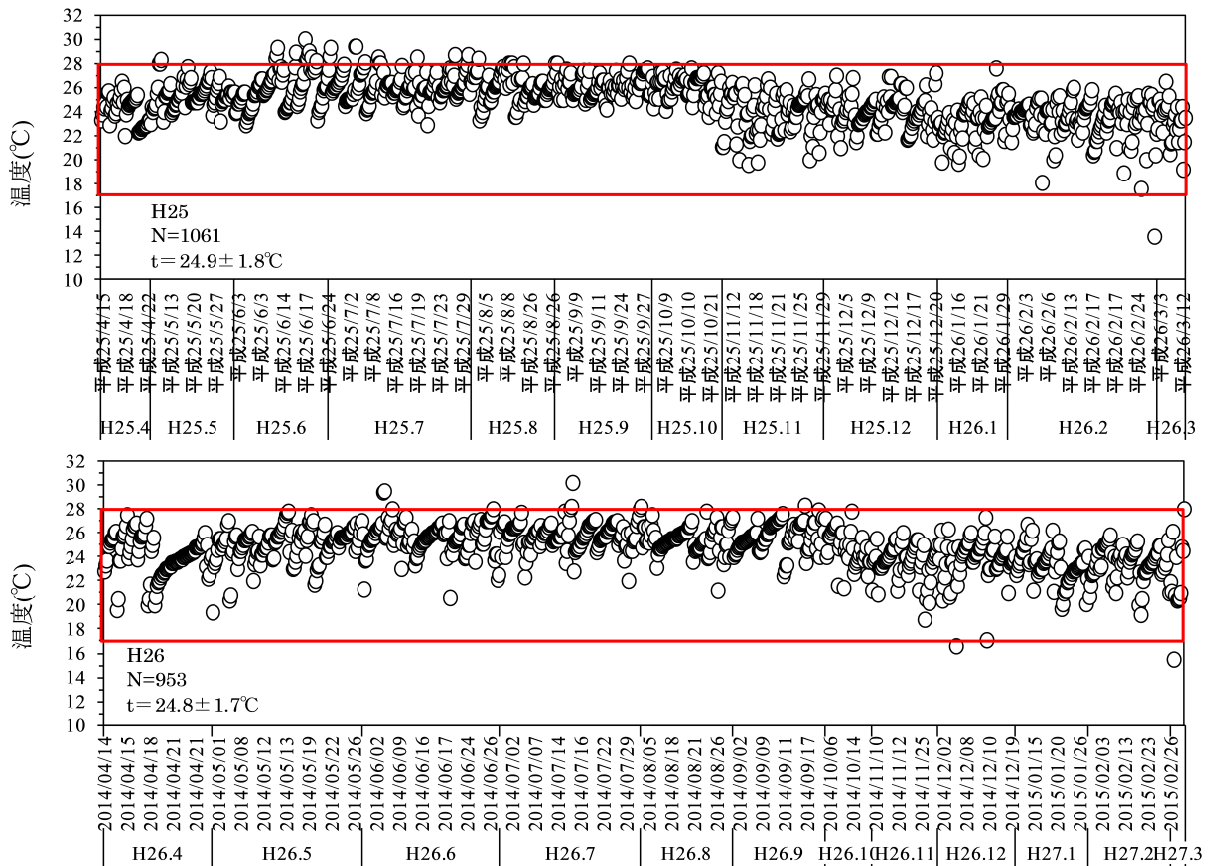
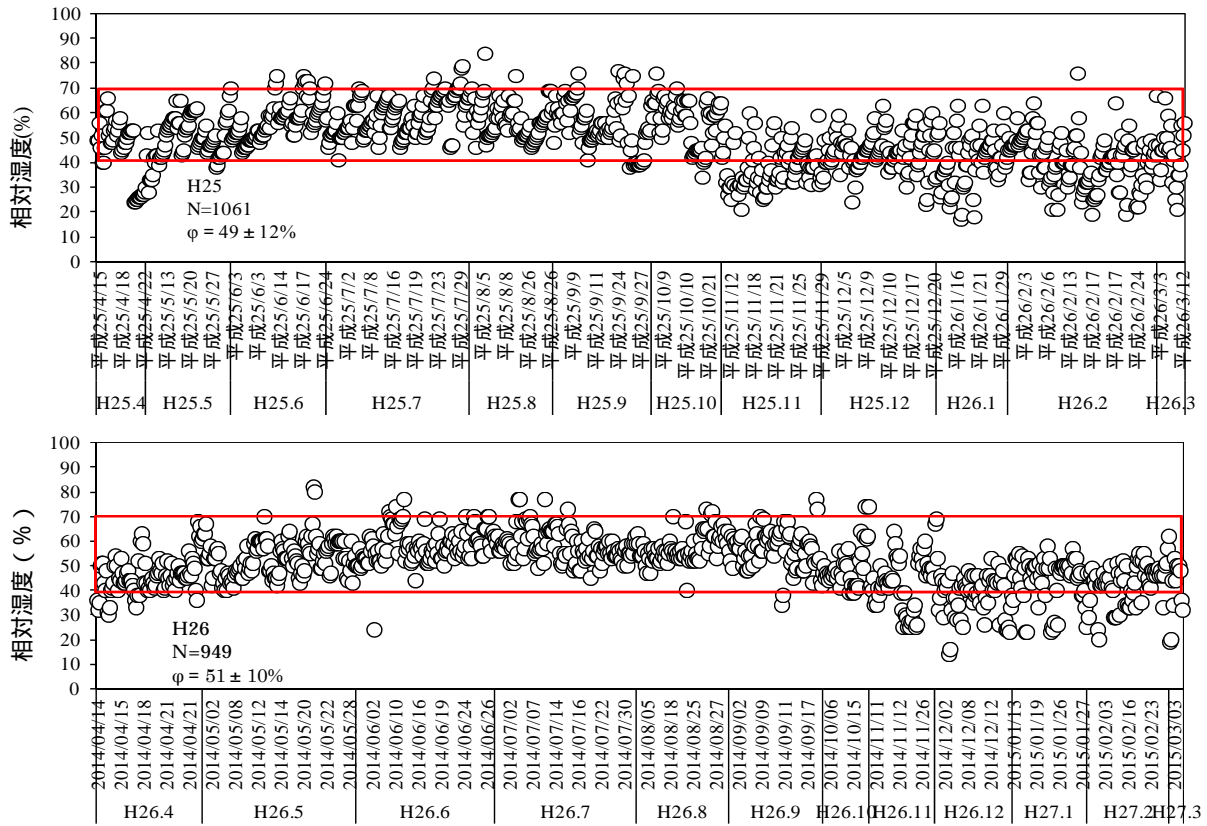


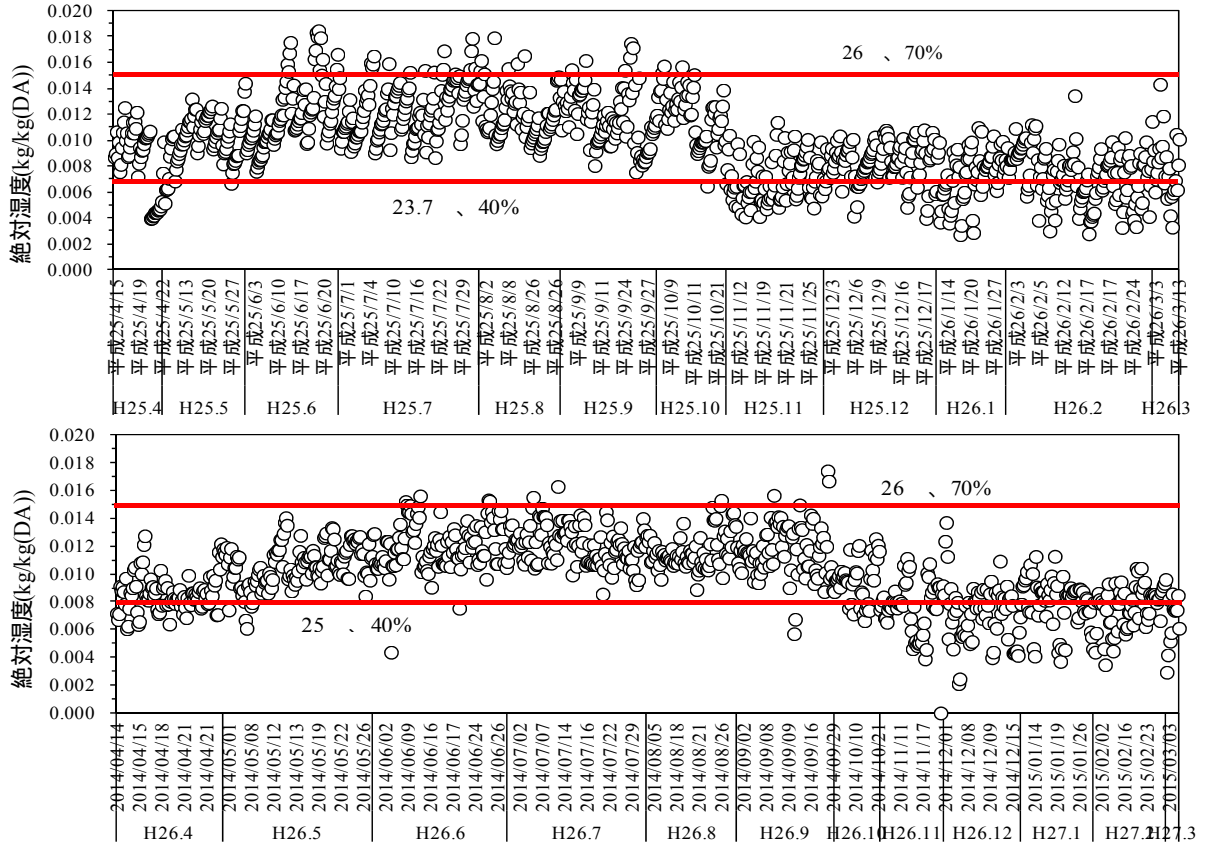
図 1-2-9 月別絶対湿度の平均値



(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

を下回るために、絶対湿度を 0.015kg/kg(DA)以下に減湿、また 25 の条件で 40%を上回るために、絶対湿度を 0.008kg/kg(DA)以上に加湿する必要があるが、現状では、夏期の減湿と冬期の加湿が不十分であることが明らかになった（図 1-2-10(C)）。

積頻度における縦線は建築物衛生法の管理基準値の 1000ppm を示している。東京都の二酸化炭素調査 957 件の測定のうち管理基準を満たさなかったのは 94 件であり、不適率が 10%であった。

図 1-2-12 は二酸化炭素の月別データを示す。二酸化炭素濃度は管理基準値の 1000ppm を季節に関係しないこと分かった。

### B.3 二酸化炭素・一酸化炭素濃度

図 1-2-11 に平成 25 年度と平成 26 年度の二酸化炭素濃度の累積頻度分布を示す。二酸化炭素の累

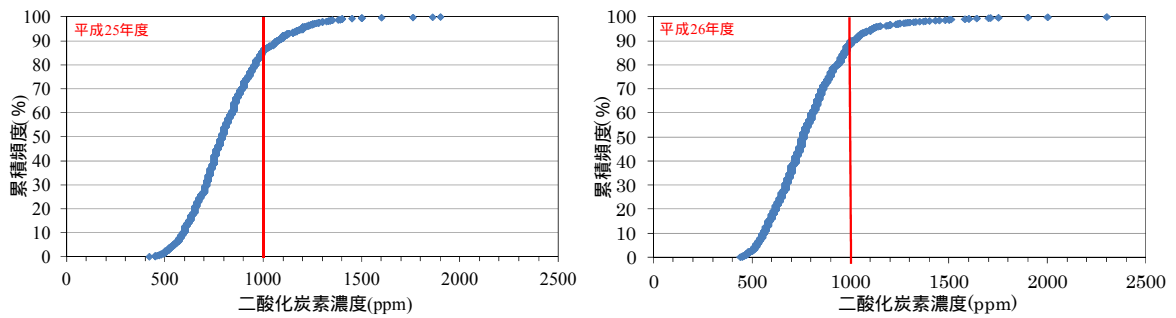


図 1-2-11 二酸化炭素濃度の累積頻度分布

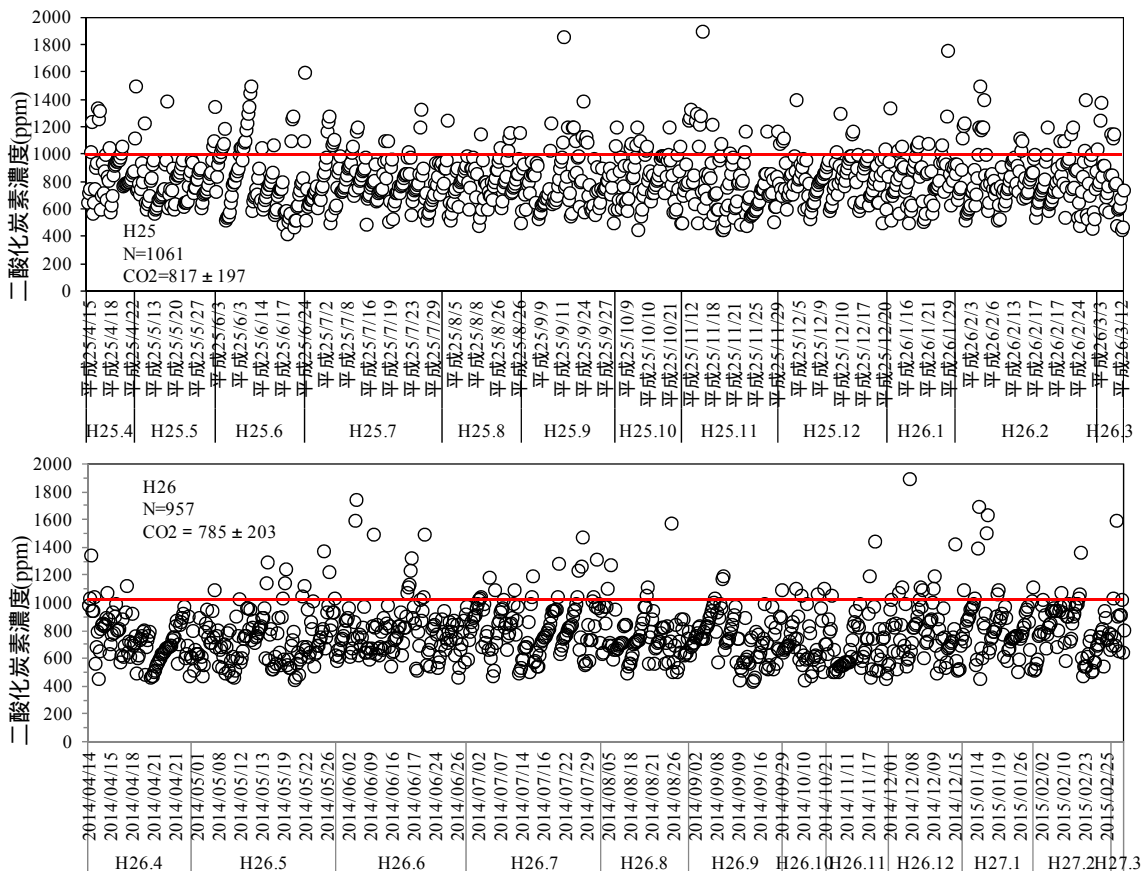


図 1-2-12 二酸化炭素濃度の測定値

#### B.4 気流速度・浮遊粉塵

図 1-2-13 に気流速度の累積頻度を示す。気流速度の累積頻度における縦線は建築物衛生法の管理基準の 0.5m/s を示している。東京都の気流速度調査 523 件の測定のうち管理基準を満たさなかったのは 1 件であり、不適率は 0.2%であった。一酸化炭素と浮遊粉塵については、いずれも不適率が 0%であった。(図省略)

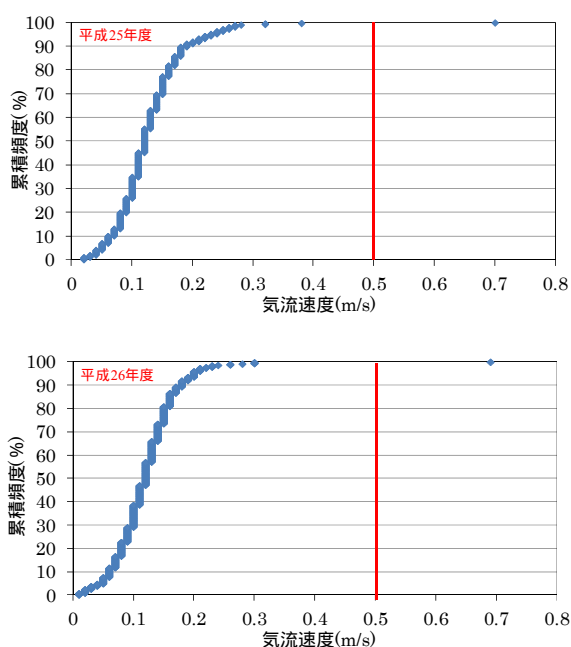


図 1-2-13 気流速度の累積頻度分布

#### C. まとめ

本章では、以下の 2 つのテーマについて検討を行った。

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。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な解析。

上記の検討により、下記の事柄が明らかになった。

(1) 全国の不適率については、平成 8 年度から平成 26 年までの間に、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)、気流速度が数%であったのに対して、温度、湿度、二酸化炭素濃度が平成 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 回であった。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。

(2) 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、前述した全国の不適率より低く、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。