

特定建築物における二酸化炭素濃度不適率上昇の原因と対策

中川 晋也, 木原 真隆, 高橋 佳代子, 富田 広造, 鳴原 茂, 大貫 奈穂美

The Causes of Violations of Carbon Dioxide Concentration Standards in Large-scale Buildings and Measures for Prevention

Shinya NAKAGAWA, Shinryuu KIHARA, Kayoko TAKAHASHI,
Kouzo TOMITA, Shigeru SHIGIHARA and Nahomi OHNUKI

特定建築物における二酸化炭素濃度不適率上昇の原因と対策

中川 晋也^{ab}, 木原 真隆^c, 高橋 佳代子^c, 富田 広造^{ad}, 嶋原 茂^c, 大貫 奈穂美^c

建築物衛生法では、換気の指標として、特定建築物の居室内の二酸化炭素濃度を1,000 ppm以下とすることが定められている。東京都では昭和46年度より各年度ごとの居室内二酸化炭素濃度の不適率を集計してきた。近年、不適率は上昇傾向にあり、平成21年度には3割を超えた。その原因として、外気のCO₂濃度上昇、空調の省エネ運転増加、個別空調方式の増加が考えられ、対策として、外気取入量の増加や個別制御方式空調機の適正な使用方法の周知等が挙げられる。

キーワード：特定建築物、二酸化炭素濃度、省エネ運転、個別空調方式

はじめに

建築物における衛生的環境の確保に関する法律¹⁾(以下、建築物衛生法と略す)では、室内二酸化炭素(以下CO₂と略す)の含有率を100万分の1,000(1,000 ppm)以下と規定している。CO₂濃度は換気の目安であり、新鮮な外気を導入し、室内に停滞するおそれのある有害化学物質や病原性微生物を排除するために必要な基準である。

東京都では昭和46年度から建築物衛生法に規定されている特定建築物の室内CO₂濃度を測定し、各年度の不適率を集計してきたが、平成21年度に23区と多摩地区を合わせた不適率が初めて3割を超えた。そこで、不適率が多摩地域より高い23区内の特定建築物について、不適率上昇の原因を調査し、その対策について検討したので報告する。

調査方法

1. 調査対象

1) 室内CO₂濃度

昭和46年度から平成21年度に東京都が立入検査を行った23区内および多摩地区の特定建築物で室内のCO₂濃度を測定した。

2) 外気CO₂濃度

平成2年から21年度に東京都が立入検査を行った23区内の特定建築物屋上で外気CO₂濃度を測定した。

3) 検査時期、用途及び空調方式別CO₂濃度

東京都が平成21年度に立入検査を行った23区内の特定建築物を調査対象とした。

2. 測定機器

昭和46~51年度は検知管、昭和52年度以降は赤外線ガス分析計(富士電機(株)、柴田科学機械工業(株)及び(株)ガステック製)を用いて測定した。

結果及び考察

1. CO₂濃度不適率の推移

CO₂濃度不適率は、昭和40年代より15~20%程度で推移しているが、平成10年度以降に20%を超えて上昇傾向に転じ、平成21年度は32%と初めて3割を超えた(図1)。

2. 外気CO₂濃度の経年変化

近年、外気のCO₂濃度が上昇していると言われている³⁾が、立入検査を行った施設の屋上で測定した外気CO₂濃度について、平成2年度から平成21年度までの年度毎の平均値をグラフに示した(図2)。

その結果、年度毎に多少の上下変動はあるものの、平成9年度以降上昇傾向にあり、平成21年度には454 ppmに達した。

外気CO₂濃度上昇により、居室内のCO₂濃度を1,000 ppm以下に維持するためには、より多くの外気を取入れる必要がある。それにもかかわらず、従来の換気量設定のまま管理されているビルではCO₂濃度を基準内に維持できず、CO₂不適率上昇の一因となっていることが考えられる。

3. 検査時期、用途及び空調方式別CO₂濃度不適

CO₂濃度不適の原因について解析するために、平成21年度に立入検査を行った建築物について検査時期、用途別及び空調方式別のCO₂濃度不適数を調査した。

1) 検査時期別不適原因

検査時期は、冷房期(6~9月)、暖房期(12~3月)及び中間期(4~5月及び10~11月)に分けて集計した。検査時期別にCO₂濃度不適率を見ると、6~9月の冷房期において不適率が47%であり、冷房期以外よりも高い値を示した。これは冷房経費の削減あるいは省エネ運転のため、外気取入量を減少させたことが主な不適原因であると推測された(表1)。

^a 東京都健康安全研究センター広域監視部建築物監視指導課(当時) 163-8001 東京都新宿区西新宿2-8-1

^b 現所属：水道局研修・開発センター 158-0085 東京都世田谷区玉川田園調布1-19-1

^c 東京都健康安全研究センター広域監視部建築物監視指導課 163-8001 東京都新宿区西新宿2-8-1

^d 現所属：多摩立川保健所 190-0023 東京都立川市柴崎町2-21-19

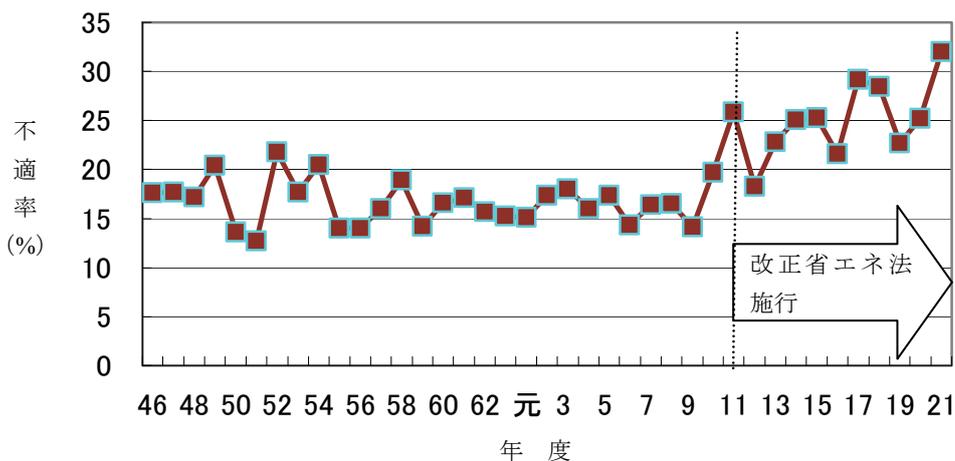


図 1. 23 区及び多摩地区特定建築物の CO₂ 濃度不適率の経年変化

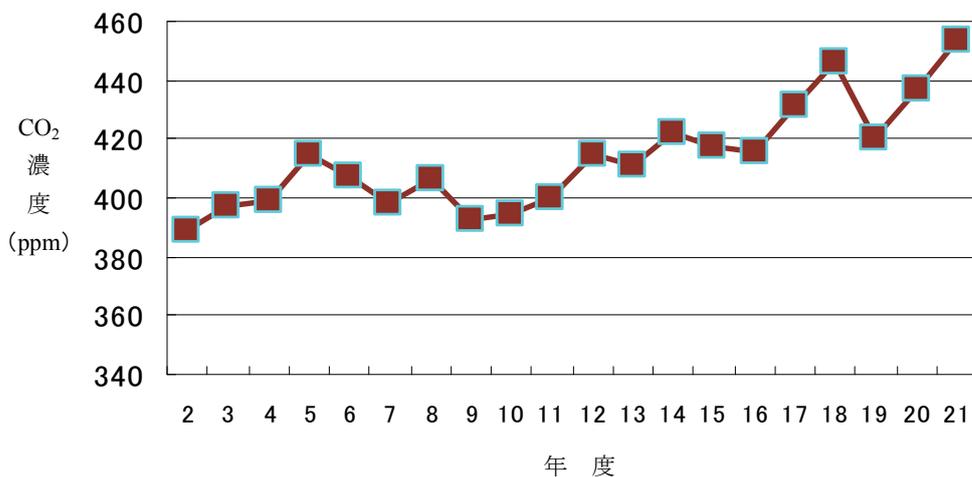


図 2. 23 区内の外気 CO₂ 濃度の経年変化

表 1. 検査時期, 用途別 CO₂ 濃度不適率

検査時期 用途	4~5月		6~9月		10~11月		12~3月		計	
	検査数	不適数(%)	検査数	不適数(%)	検査数	不適数(%)	検査数	不適数(%)	検査数	不適数(%)
事務所	24	13 (54)	50	26 (54)	22	9 (41)	57	12 (21)	153	60 (39)
学校	1	0 (0)	5	0 (0)	2	1 (50)	7	4 (57)	15	5 (33)
店舗	1	0 (0)	1	0 (0)	4	0 (0)	5	0 (0)	11	0 (0)
興行場	0	0 (0)	1	1(100)	0	0 (0)	2	0 (0)	3	1 (33)
その他	1	0 (0)	1	0 (0)	0	0 (0)	3	0 (0)	5	0 (0)
計	27	13 (44)	58	27(47)	28	10 (36)	74	16 (22)	187	66 (35)

表2. 用途別CO₂不適原因

用途	施設数	不適原因 (%)							計	
		整備不良 (フィルタ の目詰まり, ファンの 故障 など)	人員の配 置変更等 による 過密	設計時の 換気能力 不足	管理者が 空調設備 を停止 (一部停止 も含む)	外気取入 量の減少 (VAVや CO ₂ センサ 制御, OA ダンパを絞 る)	使用者が 空調設備 を停止 (弱運転も 含む)	その他		原因不明
事務所	153	11	3	4	2	15	7	4	14	60
学 校	15			4			1			5
興行場	3								1	1
計	171	11	3	8	2	15	8	4	15	66

表3. 制御方式別CO₂濃度不適原因

制御方式	施設数	不適原因 (%)							計	
		整備不良 (フィルタ の目詰まり, ファンの 故障 など)	人員の配 置変更等 による 過密	設計時の 換気能力 不足	管理者が 空調設備 を停止 (一部停止 も含む)	外気取入 量の減少 (VAVや CO ₂ センサ 制御, OA ダンパを絞 る)	使用者が 空調設備 を停止 (弱運転も 含む)	その他		原因不明
中央制御	137	6 (4)	1 (1)	5 (4)	2 (1)	13 (9)	0 (0)	3 (2)	11 (8)	41 (30)
個別制御	50	5 (10)	2 (4)	3 (6)	0 (0)	2 (4)	8 (16)	1 (2)	4 (8)	25 (50)
計	187	11 (6)	3 (2)	8 (4)	2 (1)	15 (8)	8 (4)	4 (2)	15 (8)	66 (35)

なお、外気取入量を減少させるなどの省エネ運転を行うビルは、平成11年度にエネルギーの合理化に関する法律²⁾が改正施行され、オフィスビル等の特定建築物にも同法が適用されるようになって以降増加した。このようなビルでは、十分な換気が行われず、CO₂濃度の上昇を招く場合がある。

2) 用途別CO₂不適原因

用途別では、事務所、学校、興行場において不適施設がみられた(表1)。最も多かった不適原因は、事務所については、省エネ運転等により、外気取入量を減少させていたこと、学校については、設計時の換気能力不足であった。興行場については不適原因は不明であった(表2)。

3) 空調方式別CO₂不適原因

表3に平成21年度における23区内立入施設のCO₂不適原因を空調方式別にまとめた。なお、ここで述べる中央制御方式とは、各居室の外気量をビル管理者が制御する方式であり、個別制御方式とは、ビル管理者以外に使用者も制御できる方式である。

全体では、省エネ対策等のため、管理者が外気量調整ダンパを絞って外気取入量を減少させた例が15施設、フィルタの目詰まり等の整備不良が11施設で比較的多くみられた。

空調方式別では、中央制御方式は、調査した137施設のうち、41施設(30%)が不適であった。不適原因の中では外気取入量の減少を不適の原因とするものが最も多く、13施設(9施設)であった。

一方、個別制御方式は、中央制御と比較して不適率が高

く、50%の施設が不適であった。その原因として、使用者がエアコン感覚で空調機を停止したことに起因する不適が最も多く、8施設でみられた。また、施設内の空調機の台数が多く、設置場所が居室内にあるため、点検・清掃等が容易でないことも影響して、整備不良に起因する不適が5施設でみられた。

改善指導の方策

近年のCO₂濃度不適率上昇の原因は、①外気CO₂濃度の上昇、②省エネ運転を行う施設の増加、③個別空調方式の増加に大別される。

①の対策として、外気CO₂濃度の高い地域の施設に対しては、居室内のCO₂濃度を1,000 ppm以下に維持できるように外気取入量を増加させるよう指導する必要がある。例えば、外気CO₂濃度が400 ppmの場合、一人一時間あたりの必要外気量は、次式による計算上33 m³となり、450 ppmの場合は36 m³となる。

$$\text{必要外気量(m}^3/\text{h}\cdot\text{人)} = \frac{\text{二酸化炭素発生量(m}^3/\text{h}\cdot\text{人)}}{\text{基準値(m}^3/\text{m}^3) - \text{外気二酸化炭素濃度(m}^3/\text{m}^3)}$$

現在、一般の事務所においては、定員に対する実際の在席率が通常50~60%程度であることを考慮し、建築確認申請時の指導の際には一人当たりの必要外気量を25 m³としている⁴⁾。しかし、今回の調査の結果、学校の主な不適原因は設計時の換気能力不足であった。このことを踏まえると、小中学校の教室等のように設計時の計画人数が実際



図3. 外気量調整ダンパ



図4. 室内にある個別制御空調稼動スイッチ

の在室人数とはほぼ等しくなる場合については、一人あたりの必要外気量を 33 m^3 以上として、さらに外気 CO_2 濃度を加味した必要外気量を確保するよう指導する必要がある。

②の対策としては、ビルの管理者に対して、省エネ対策にも考慮しつつ、外気量調整ダンパ（図3）の開度を調節し、在室人員に見合う適正な外気量を確保するように指導する必要がある。

③の対策としては、個別制御方式についても、空調機の定期的な点検・清掃等について指導していく必要がある。また、個別制御方式では、中央制御方式と異なり稼動スイッチが居室内にあることから（図4）、ビル使用者が自ら空調機を操作することが可能である。家庭用のエアコン感覚で空調機を停止させることによって、外気が導入されないといった事態が起こりうる。空調機の適正な使用方法について、ビルの管理者を通して使用者へ周知させる必要がある。

（本研究の概要は、第54回生活と環境全国大会全国環境衛生職員団体協議会・事例研究発表会2010年11月で発表した。）

文 献

- 1) 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4月14日法律第二十号。
- 2) 経済産業省：エネルギーの使用の合理化に関する法律，昭和54年6月22日法律第四十九号。
- 3) 秋山薫，大嶋香緒里，鈴木智絵，他：2008東京環科研年報，83, 2008。
- 4) 東京都福祉保健局健康安全室：ビル衛生管理の建築確認申請時審査に係る指導要領解説，平成17年度。

The Causes of Violations of Carbon Dioxide Concentration Standards in Large-scale Buildings and Measures for Prevention

Shinya NAKAGAWA^{a,b}, Shinryuu KIHARA^c, Kayoko TAKAHASHI^c,
Kouzo TOMITA^{a,d}, Shigeru SHIGIHARA^c and Nahomi OHNUKI^c

In the Law for Maintenance of Sanitary Environment in Buildings, it is demanded the carbon dioxide (CO₂) concentration in the room of large-scale buildings to be 1000 ppm or less as an index of ventilation. In Tokyo, we have investigated CO₂ concentration in the room air of the large-scale buildings from 1971 fiscal year to the present (The fiscal year runs from April 1 to March 31). The violation rate has increased in recent years and exceeded 30% during the fiscal year 2009. These violations may be caused by the rising CO₂ concentrations in open air, increasing use of energy conserving air-conditioning systems, and increasing use of individual air-conditioning systems. To prevent violation, increased outdoor air intake and education on proper use of individual air-conditioning systems are necessary.

Keywords: large-scale building, carbon dioxide concentration, energy conservative operation, individual air-conditioning system

^a Tokyo Metropolitan Institute of Public Health, at the time when this work was carried out,
2-8-1, Nishishinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 163-8001, Japan

^b Present Address: Training and Technical Development Center, Bureau of Waterworks,
1-19-1, Tamagawa den'en chohu, Setagaya-ku, Tokyo 158-0085, Japan

^c Tokyo Metropolitan Institute of Public Health,
2-8-1, Nishishinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 163-8001, Japan

^d Present Address: Tama-Tachikawa Public Health Center,
2-51-1, Shibasaki-cho, Tachikawa-shi, Tokyo 190-0023, Japan