

たばこ用脱臭装置とセンシング技術を用いた 省エネルギー喫煙室の開発

第2報——脱臭装置性能と室内空気環境の評価

佐伯寅彦^{*1}

増田大祐^{*1}

坂本裕^{*1}

湯懐鵬^{*1}

中川貴文^{*2}

小林徳和^{*1}

穴井俊博^{*1}

喫煙室内のたばこ臭を低減するために換気量を大きくすると、空調負荷が増大し多くのエネルギーを消費する。喫煙室内の空気環境の質的向上と省エネルギーの両立のため、筆者らは(1) 脱臭装置の導入による換気量削減、(2) たばこ煙を速やかに室上方から排出する置換換気方式、(3) 喫煙者数や外気条件等による換気風量と脱臭装置処理風量の最適制御を組み合わせた喫煙室システムを開発した。本システムを導入した喫煙室で脱臭装置の単体性能を測定した結果、脱臭効率は95%となった。また、空気環境について粉じんおよび化学物質濃度測定と実運用時のアンケート調査を実施し、たばこ臭およびたばこ煙に含まれる成分を軽減できることを確認した。

はじめに

望まない受動喫煙を避けるため、2020年4月1日に施行された改正健康増進法では屋内が原則禁煙となり、屋内に喫煙室を設ける場合には法令により定められた技術的基準を満たす必要がある。この技術的基準では、喫煙室からのたばこ煙の漏出を防ぐため開口部で喫煙室に向かう気流を0.2 m/s以上とすることなどが定められている。一方、受動喫煙だけでなく、有害物質が喫煙後に衣服や壁から再放散されることによる曝露や不快感が三次喫煙として近年注目されている¹⁾。法令に基づく技術的基準は非喫煙空間へのたばこ煙の漏洩防止を主眼としているため、喫煙室内の環境を改善し三次喫煙を防止するためにはこれに加えて、換気量の増強による希釈や有害物質を低減する除去装置の導入、たばこ煙の拡散を防止する気流方式の採用が必要である。

喫煙室の受動喫煙対策の評価については粉じんを指標とすることが多く、野崎ら²⁾による空気清浄機の浮遊粉じんの除去性能の報告と相当換気量の提案、遠藤と倉渕³⁾

による旋回流を利用した高効率換気システム、また橋本ら⁴⁾による置換換気の空気環境改善の検討、近藤ら⁵⁾による飲食店の喫煙区域における置換換気による改善の検討などが報告されている。一方、喫煙室の空気環境問題は浮遊粉じんのほか、前述の三次喫煙に代表されるように臭気も近年注目されている。野口ら⁶⁾はたばこ煙の臭気についてアルデヒド類や芳香族など物質別の臭気濃度寄与率を分析した結果、アセトアルデヒドがたばこ煙臭気にもっとも寄与する物質であることを定量的に解明した。また、坂口ら⁷⁾はレストランのたばこ煙の拡散状況について粉じんだけでなくアセトアルデヒド濃度についても数値流体解析で明らかにし、従来の粉じん濃度による対策では臭気強度1以下とすることは困難であることを確認した。宮崎⁸⁾の実測調査でも、空気清浄機を設置して粉じん濃度は低いにもかかわらずアセトアルデヒド濃度が高い場合が報告されている。そのため、アセトアルデヒドを除去することによりたばこ煙に起因する臭気を大幅に低減することが期待される。一方、前田ら⁹⁾によるオゾン、光触媒、酸素クラスター、触媒吸着方式の除去装置

^{*1} 新菱冷熱工業(株)

^{*2} (株)三菱地所設計

(脱臭装置)のたばこ煙に対する性能評価では、アセトアルデヒドのシングルパス除去率はもともと性能が良い触媒吸着方式でも9%しかない。このため、換気量を抑えつつ喫煙室内の空気環境を改善するには効果的なアセトアルデヒド除去技術が必要であり、また喫煙室内の空気環境の評価は粉じんだけでなく臭気濃度やアセトアルデヒド濃度に基づく必要がある。

以上の課題を踏まえ、筆者らはたばこ用脱臭装置の開発および煙の拡散を抑制する置換換気方式の採用、喫煙状況と外気の温湿度を基にした風量制御の導入により、喫煙室内の空気環境の維持と省エネルギーを両立する喫煙室システムを開発し、2018年1月に使用開始したオフィステナントの喫煙室に導入した。第1報¹⁰⁾では換気量制御方式と省エネルギーの効果について評価し、空調と搬送動力に必要な年間消費一次エネルギーを約60%削減できる見込みであることを報告した。本報では脱臭装置の除去性能と喫煙室内の空気環境の測定結果、および実運用時の利用者へのアンケート結果について報告する。

1. 喫煙室計画概要

本システムを導入した喫煙室は、床面積約41m²、天井高さ2,600mm、室容積約107m³の喫煙室と前室から構成される。喫煙室からのたばこ煙の漏洩を防ぐため、運転条件によらず実換気風量のうち2,100m³/hは前室から喫煙室内に供給した。喫煙室と前室の間には出入口として有効開口900×2,505mmの引戸を設け、扉の開度を変えても流入する面風速が急激に変化しないよう、戸袋部は山型ガラリ(823×2,393mm、開口率50%)とした。

オフィステナントの規模からピーク時の最大喫煙者数を見積ると25人想定となり、この場合に必要な換気量は6,000m³/h(約56回/h)となる。換気量を低減するため、2.1節で説明する脱臭装置による循環処理と2.2節で説明する喫煙者数に応じた換気風量制御、および第1報で述べた外気条件に応じた換気・脱臭装置風量比制御を導入した。また、居住域のたばこ煙を速やかに排出するため2.3節で説明する置換換気方式を採用した。

2. 室内環境改善の施策

2.1 たばこ用脱臭装置の開発と導入

たばこの副流煙には一酸化炭素や窒素酸化物、タール分のほか、多くの化学物質が含まれる。野口ら⁶⁾は副流煙中の化学物質の濃度をその嗅覚閾値で除した閾希釈倍数を求め、たばこの副流煙中の種々の化学物質のうちアセトアルデヒドがもっとも高くたばこ煙の臭気に影響し

ていることを示した。一方、一般に脱臭目的で使用される通常の活性炭はトルエンなど沸点の高い物質ほど吸着性が高く、アセトアルデヒドのような低沸点の物質は除去が難しい¹¹⁾。佐伯ら¹²⁾はたばこ臭の除去を目的に低級アルデヒドの吸着能を高めた添着活性炭(以下、特殊活性炭)を開発し、実環境においてシングルパスでアセトアルデヒドを78%、臭気濃度を75%除去できることを確認した。本計画に当たり、この特殊活性炭を用いて図-1に示すようにプレフィルター、活性炭フィルター、HEPA フィ

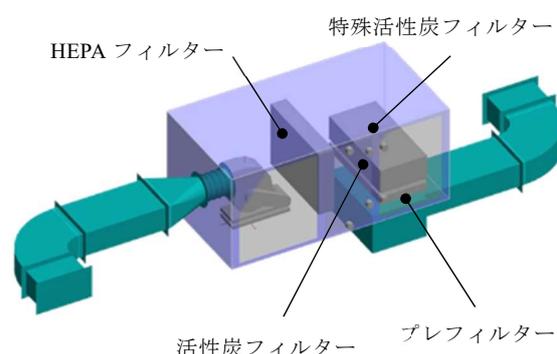


図-1 たばこ用高性能脱臭装置の構成

ルターと組合せた脱臭装置を新たに開発した。脱臭装置の仕様を表-1に示す。本計画では脱臭装置4台を用いて喫煙室内の空気を循環処理することで、臭気の低減および外気導入量の削減を図った。

表-1 脱臭装置の仕様

形式	空調組込型
除去原理	フィルター集じん
	活性炭物理吸着 活性炭化学吸着
フィルター構成	HEPA フィルター (305×305×150) 2枚
	物理吸着用活性炭 4.8 kg 特殊活性炭 8.8 kg
定格風量	400 m ³ /h
外形寸法	1,400 ^W ×750 ^D ×600 ^H [mm]

2.2 喫煙者数による風量制御喫煙者数を基に外気導入量と脱臭装置風量を制御するため、喫煙室天井面に画像解析型人感センサを設置した。検出した人数に応じて図-2のとおり、15人以下の場合は外気導入量と脱臭装置風量をそれぞれ最小風量の2,800m³/hおよび960m³/h、16~24人の場合は人数に応じて比例制御とし、25人の場合はそれぞれ最大風量の4,600m³/hおよび1,600m³/hとす

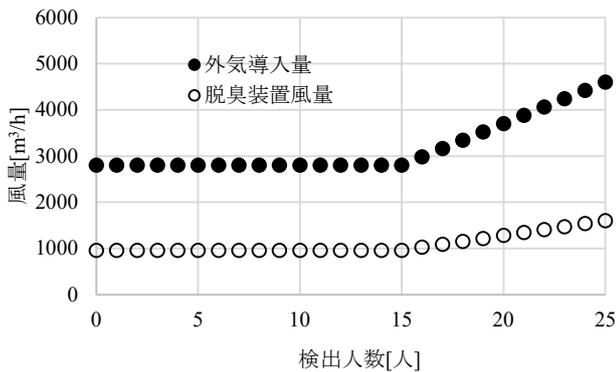


図-2 検出人数と設定風量 (計画時)



図-3 床吹出器具外観

る計画とした。

2.3 置換換気方式の採用

喫煙室の空気環境を保つために換気回数を多くすることは一般的な対策方法である。しかし、宮崎⁸⁾の報告では一般的な天井吸込み・天井吹出し方式で換気回数を約57回/hとしても平均粉じん濃度は0.56 mg/m³と建築物環境衛生管理基準の3倍以上であった事例もあり、単に換気量を増加させるだけでなく効率の良い換気システムを考慮する必要がある。

たばこ煙の気流性状は上昇気流となるため、垂直方向のピストンフローを形成する置換換気により喫煙後の汚染物質除去効率を向上できる。本計画では床面近くから給気し天井面から排気することで垂直方向に気流を形成し、臭気や有害物質を含む空気の流れを抑え効率良く煙を排出する置換換気方式を採用した。外気処理空調機により処理した外気と脱臭装置で臭気を循環処理した空気を、図-3に示す側方に幅20mm、上方に幅40mmのスリットを設けた器具より床付近より供給した。吹出器具の配置を図-4に示す。排気および脱臭装置への還気は図-5に示すとおり天井に設置した制気口で行った。室中央に配置した4つのVH型グリルは排気のみ行い、壁付近に設けたカムラインは排気および脱臭装置への還気に使用した。

3. 測定方法

3.1 脱臭装置の単体性能測定方法

たばこ臭およびたばこ煙の成分の除去性能を確認するため、脱臭装置1台の上流および下流のダクト内空気を採取し、表-2に示す測定対象について濃度を測定・分析してシングルパス除去率(脱臭効率)を算出した。ただし、臭気濃度の測定に参加したパネルはすべて非喫煙者とした。また、臭気濃度の測定はヘルシンキ宣言の精神に則

り、パネルに対してはたばこ煙を希釈した試料である点を十分に説明し、途中辞退も可能であることを伝え同意を得たうえで実施した。測定に用いた脱臭装置は定格の400 m³/hで運転した。たばこ煙の発生は出入口側の2か所の吸込口(カムライン)の直下で、図-6のようにたばこ煙を拡散させないための囲いを設け、たばこをサンプリング開始10分前からサンプリング終了まで、それぞれ常時5本を燃焼させて行った。

表-2 脱臭装置単体性能の測定項目と測定方法

測定項目	測定方法
臭気濃度	三点比較式臭袋法
浮遊粉じん (粒径 0.3 μm 以上)	パーティクルカウンタ KC-01E
アセトアルデヒド	DNPH-HPLC 法 捕集管: DNPH カートリッジ 捕集量: 1.5 L/min × 20 min = 30 L
TVOC ニコチン (トルエン換算)	固相吸着-加熱脱着-GC/MS 法 捕集管: Tenax-TA 捕集量: 100 mL/min × 20 min = 2 L



図-6 たばこ煙発生状況

3.2 喫煙室の室内空気環境評価

本システム導入時の室内空気環境を評価するため、たばこを自然燃焼させ表-3に示す濃度について測定を行っ

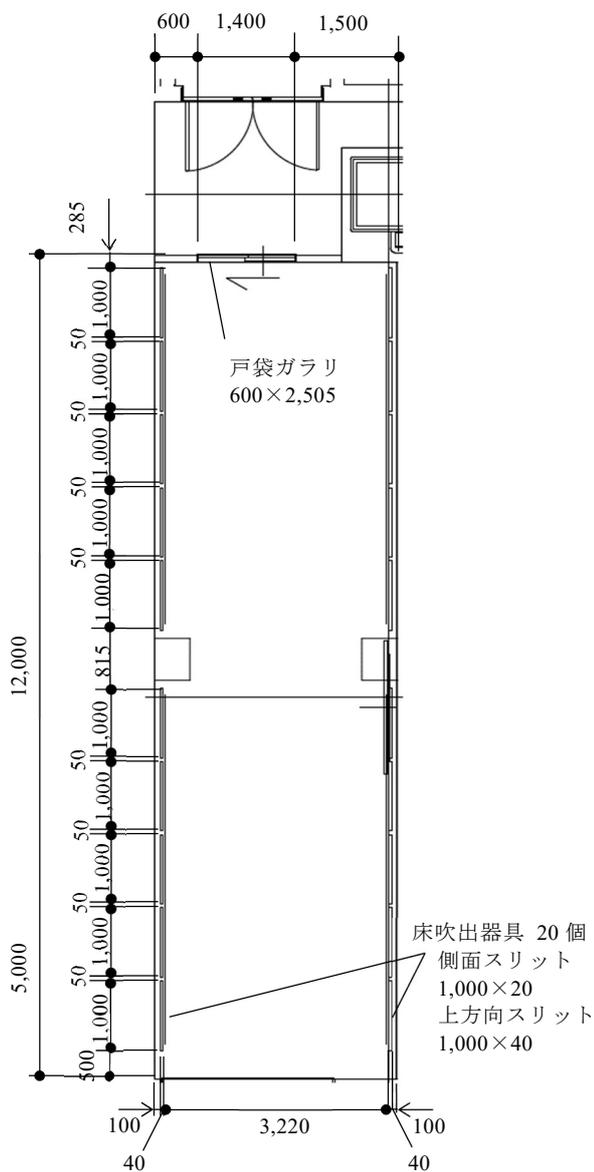


図-4 床吹出器具の配置

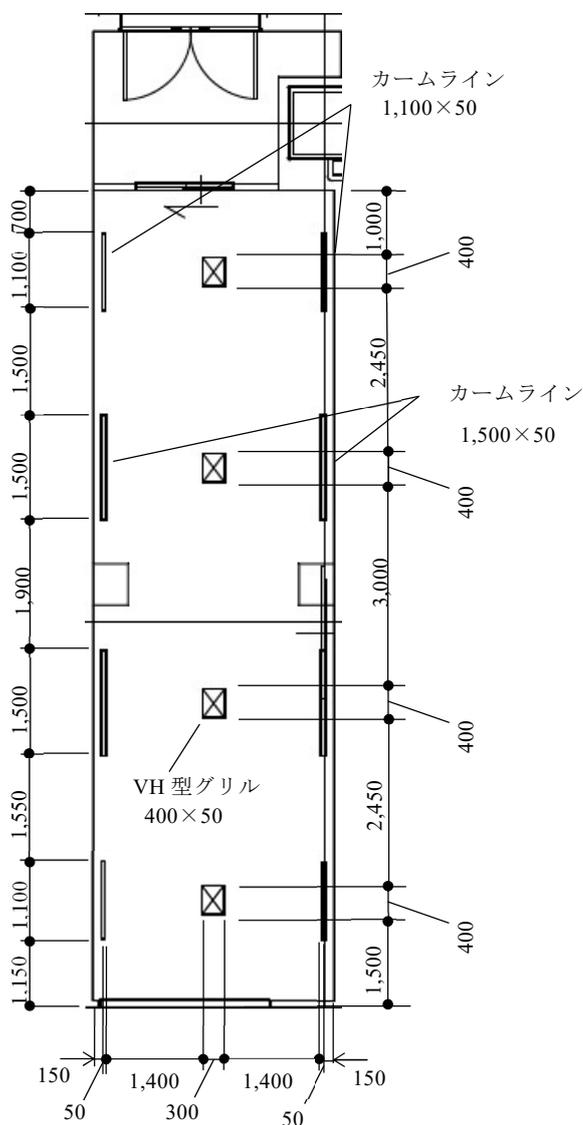


図-5 天井制気口の配置

た。測定は建材等から発生するアルデヒド類や TVOC の影響を把握するため、たばこを燃焼させない条件（無負荷条件）、喫煙者数の少ない状況を想定した最小風量条件、および喫煙者数の多い状況を想定した最大風量条件で行った。換気量の制御方法は喫煙者数 15 人以下の場合に最小風量条件、25 人以上の場合に最大風量条件としているが、測定条件である自然燃焼では、たばこの燃焼速度が遅くなることと安全側で測定するため、たばこ同時燃焼本数は最小風量条件時 20 本、最大風量条件時は 28 本に増量した。各条件のたばこ同時燃焼本数と風量を表-4 に示す。いずれの条件も出入口の引き戸は閉じて測定した。測定点は図-7 に示す喫煙室内 3 か所（測定点②～④）と前

表-3 測定項目と測定方法

測定項目	測定方法
浮遊粉じん濃度	デジタル粉じん計 LD-3B
CO 濃度	CO/CO ₂ メーター COX-3
アセトアルデヒド濃度	DNPH-HPLC 法 捕集管：DNPH カートリッジ 捕集量：1.5 L/min × 20 min = 30 L
ニコチン濃度	固相吸着－加熱脱着－GC/MS 法 捕集管：Tenax-TA 捕集量：100 mL/min × 20 min = 2 L

表-4 測定条件

条件	たばこ 同時燃焼本数	換気量 [m ³ /h]	脱臭装置 風量 [m ³ /h]	総換気回数 [回/h]
無負荷 (最大風量)	0 本	4,600	1,600	56
最小風量	20 本	2,800	960	35
最大風量	28 本	4,600	1,600	56

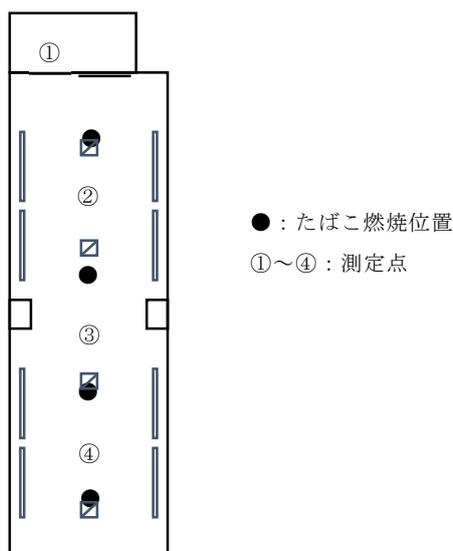


図-7 たばこ燃焼位置および測定位置

室1か所(測定点①)のFL+1,500mmの高さとした。たばこの燃焼位置は図-7に示す4か所のFL+1,500mmの高さとし、燃焼本数は各燃焼位置に均等に割り振った。

3.3 実運用時の利用者アンケート

2018年2月26日から3月11日にかけて、喫煙室利用者にアンケート調査を実施した。調査は喫煙室内に利用者が自由に操作できるタブレット端末を設置し、利用者自身が在室中の任意のタイミングで回答した。喫煙室を利用する都度、喫煙室内のにおいの感じ方を6段階臭気強度表示法に準じ、「ほぼ無臭(臭気強度0)」「何か臭う(臭気強度1)」「弱いたばこ臭(臭気強度2)」「明確なたばこ臭(臭気強度3)」「強いたばこ臭(臭気強度4)」「強烈なたばこ臭(臭気強度5)」で回答するよう依頼した。また、期間中に1回のみ回答する項目として「空気の汚れ具合」「たばこの臭い」「気流感」「騒音」「空調状態」「広さ・使い勝手」の6項目を設け、それぞれについて従前に比べ「とても良くなった」「多少良くなった」「変わらない」「少し悪くなった」「とても悪くなった」「分からない」の選択肢を用意した。

4. 結果と考察

4.1 脱臭装置の単体性能

単体性能評価時の脱臭装置上流および下流の濃度とシングルパス除去率(脱臭効率)を表-5に示す。脱臭効率は95%となったため、臭気除去を目的とする場合は脱臭装置風量の95%を相当換気量とみなすことができる。

表-5 脱臭装置の上流・下流濃度とシングルパス除去率

	上流濃度	下流濃度	除去率
臭気濃度 [-]	1,600	79	95%*
浮遊粉じん [個/L]	1,655,406	124	99.99%
アセトアルデヒド [μg/m ³]	470	69	85%
ニコチン[μg/m ³]	620	3.6	99%

*臭気濃度の除去率欄は((上流の臭気濃度)-(下流の臭気濃度)) / (上流の臭気濃度)×100で表される脱臭効率を示す

4.2 喫煙室の室内空気環境評価結果

喫煙室および前室の空気環境の測定結果を図-8~11に示す。たばこ燃焼時においても前室ではたばこ特有の成分であるニコチンが検出されておらず、それ以外の各評価項目も上昇がみられないため、喫煙室から前室へのたばこ煙の漏洩がなく適切な分煙環境を実現できていることが確認された。

たばこ燃焼時は喫煙室内の各測定値が上昇するが、たばこ煙の指標として一般的に用いられる粉じんや一酸化炭素の値は、最大でもそれぞれ0.14mg/m³、3.7ppmと建築物衛生法の居室に要求される0.15mg/m³、10ppm以下となった。

粉じん、アセトアルデヒド、ニコチンについては最大風量条件・最小風量条件ともに、測定点②および④での各項目の濃度は測定点③と比較して低い値となった。測定点④に関しては喫煙室の奥にあるため、置換換気により捕捉できなかったたばこ煙が滞留した可能性がある。また、測定点②の濃度が高い原因として、置換換気を阻害する気流の影響が考えられる。扉開放時に前室から喫煙室に向かって開口部面風速0.2m/s以上の一定の気流を確保するため、運転条件によらず前室から喫煙室へ2,100m³/hを供給している。喫煙室の扉を閉めた状態では前室との間の壁に設置したガラリを通して喫煙室内に通風するため、開口率を考慮すると流入面風速は0.6m/s程度となる。測定点③ではガラリから十分に距離があるため設計時に意

図した置換換気が有効に機能しているのに対し、開口部に近い測定点②ではガラリからの気流により置換換気の気流が乱されて室内濃度が上昇したと考えられる。さらに、最大風量条件では最小風量条件と比較して測定点②の濃度が相対的に小さい。これは、最大風量時は置換換気を形成する風量が大きく、開口部からの気流の影響が相対的に小さくなったためと考えられる。粉じん濃度は宮崎⁸⁾による従来型喫煙室の調査結果と比較して大幅に改善されているものの、開口部からの気流の影響を抑えることや、置換換気を形成する吹出し・吸込み風量を室内の位置によって変更するなど、有効な置換換気を喫煙室全体に形成する工夫によりさらなる改善が期待される。

本測定結果から少風量時に開口部付近の空気環境の悪

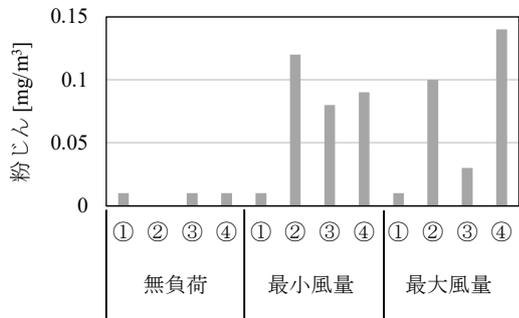


図-8 粉じん濃度測定結果

化が懸念された。そのため、アンケート調査の期間を含む実運用時は検知人数が8人以下の場合に最小風量、13人以上の場合に最大風量とし、外気導入量と脱臭装置風量の和が図-12のとおりとなるよう制御した。

4.3 実運用時の利用者アンケート結果

実運用時に実施した臭気の強さの感じ方に関するアンケートの結果を図-13に示す。喫煙の都度に感じた臭気の強さは、「ほぼ無臭」の回答が約35%、「ほぼ無臭」「何か臭う」「弱いたばこ臭」の回答を合わせると87%となった。評価者が利用者自身であるためたばこ臭に対する順応を考慮する必要はあるが、喫煙室への入室時に感じるたばこ臭や、評価者以外の喫煙者が発するたばこ臭が抑えられたと考えられる。

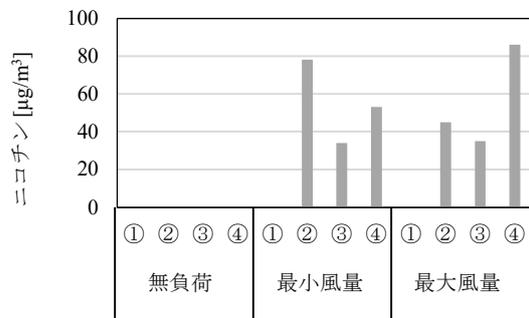


図-11 ニコチン測定結果

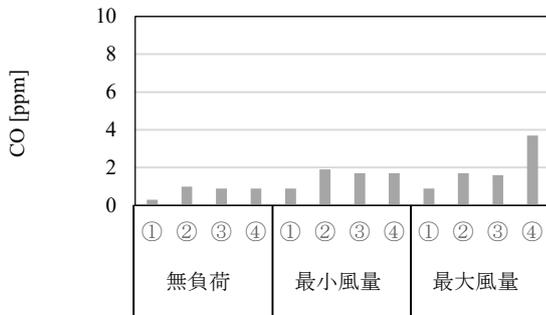


図-9 CO濃度測定結果

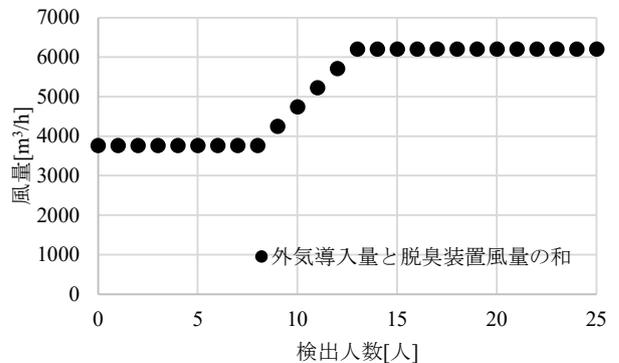


図-12 実運用時の外気導入量と脱臭装置風量の和

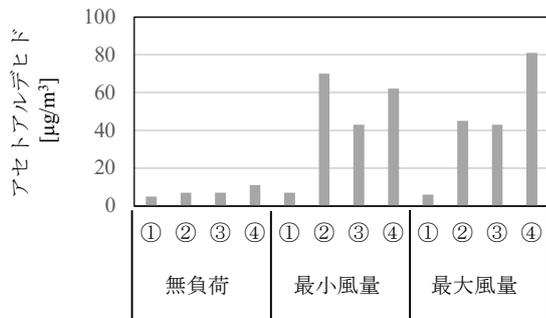


図-10 アセトアルデヒド測定結果

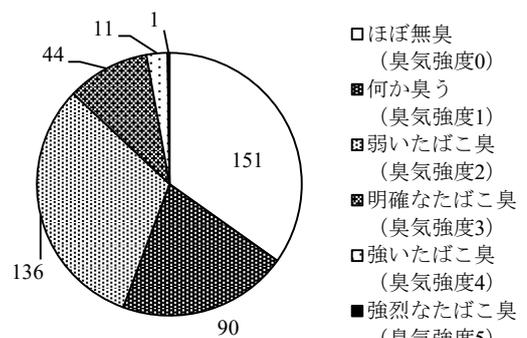


図-13 臭気の強さの感じ方 (有効回答数 433)

また、図-14～19に以前の喫煙室との比較についてのアンケート結果を示す。空気の汚れ具合およびタバコの臭いについては、どちらも改善されたとの評価（「とても良くなった」と「多少良くなった」の回答の合計）がそれぞれ

92、91となり、悪化したとする回答はどちらも1のみであった。室内環境の改善について、利用者の実感として効果があったといえる。気流感および騒音についても改善されたとの評価が多数を占めているが、「変わらない」

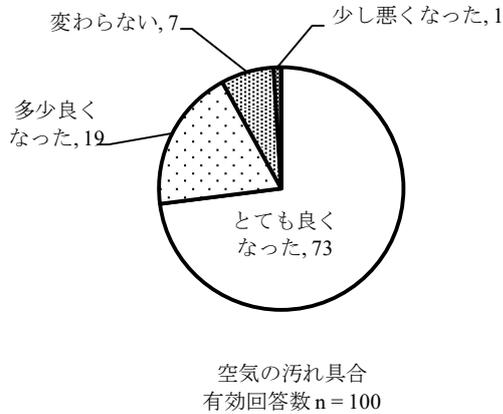


図-14 以前の喫煙室との比較（空気の汚れ具合）

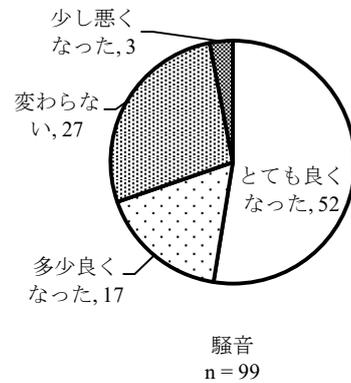


図-17 以前の喫煙室との比較（騒音）

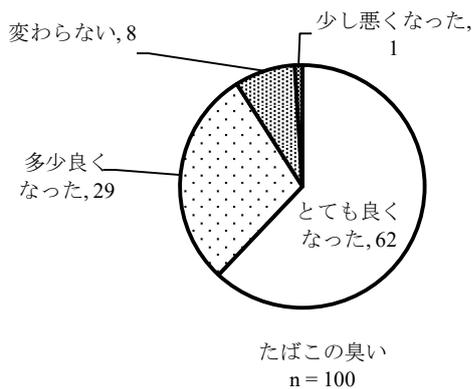


図-15 以前の喫煙室との比較（タバコの臭い）

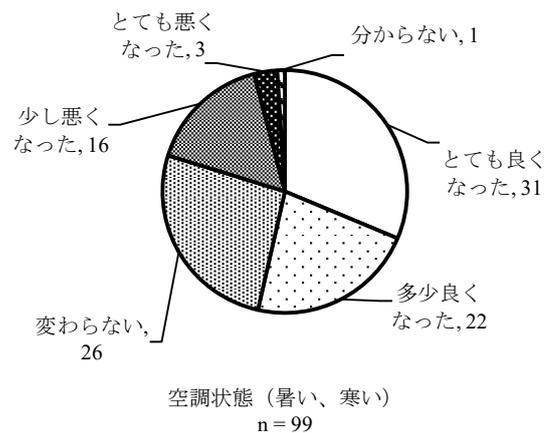


図-18 以前の喫煙室との比較（空調状態）

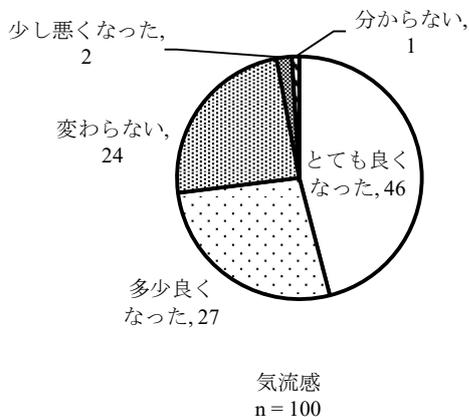


図-16 以前の喫煙室との比較（気流感）

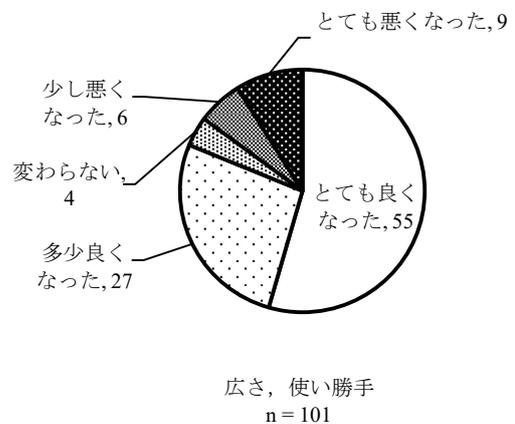


図-19 以前の喫煙室との比較（広さ、使い勝手）

との回答がそれぞれ 24、27 で、「少し悪くなった」の回答も少数あった。本システムでは風量を喫煙者数等により切り替えるため、風量・運転音の変化を利用者が意識した可能性がある。空調状態については改善されたとの評価が過半数を占めているが、「少し悪くなった」が 16、「とても悪くなった」が 3 あった。

おわりに

喫煙室内の空気環境と省エネルギー性を両立する喫煙室システムを開発し、空気環境について検証を行い以下の結果が得られた。

- 1) 特殊活性炭を用いた脱臭装置を導入し単体性能を測定した結果、脱臭効率は 95%、シングルパス除去率は浮遊粉じん濃度が 99%、アセトアルデヒドが 85%、ニコチンが 99% となった。
- 2) 風量条件によらず前室へのたばこ煙由来の成分の漏洩が防止されることを確認した。
- 3) 室中央部では置換換気方式により、たばこ煙が室内に拡散することなく速やかに排出されていることを確認した。
- 4) 実運用時に喫煙室利用者にアンケート調査を実施した結果、臭気強度 2 以下に相当するとの回答が 87% となった。また、空気の汚れ具合、たばこの臭いについても改善されたとの結果が多数となった。

第 1 報では本喫煙室について省エネルギー効果を検証し、冷房、暖房および搬送動力の年間消費一次エネルギーを約 60% 削減できる試算結果を報告した。本システムのように脱臭装置による臭気除去と置換換気を導入し、さらに喫煙者数に応じた最適化制御等を行うことで、快適な室内環境と省エネルギーを両立する喫煙室として運用されている。

謝辞

本システムの計画、設計、施工、解析においては三菱地所株式会社の森博氏にご指導ならびにご協力賜りました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 野口美由貴, 鈴木義浩, 山崎章弘: サードハンドスモーク—もう一つの喫煙環境問題—. 室内環境, **21-1**(2018), pp.51-60
- 2) 野崎淳夫, 清澤裕美, 吉澤晋: 家庭用空気清浄機の汚染物質除去性能と室内濃度予測に関する研究 (その 1) 環境タバコ煙に対する除去効果. 日本建築学会環境系論文集, **69-576**(2004), pp.37-42
- 3) 遠藤智行, 倉淵隆: 高効率換気システムの導入による喫煙室内空気質環境の改善に関する研究. 日本建築学会環境系論文集, **83-745**(2018), pp.285-292
- 4) 橋本幸博, 高橋秀典: 喫煙室の換気効率に関する研究 (第 2 報) 置換換気/混合換気による換気効率の CFD 解析結果. 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2015), 第 3 巻, pp.173-176
- 5) 近藤靖史, 植村信也, キムミング, 浅井琢也: 飲食店の喫煙区域における空気環境改善に関する研究 第 2 報—実験および移動物体 CFD 解析による局所-置換併用換気システムの検討, 空気調和・衛生工学会論文集, **38-195**(2013), pp.19-26
- 6) 野口美由貴, 水越厚史, 前田康博, 佐伯寅彦, 湯懐鵬, 柳沢幸雄: 湿式法を用いた空気清浄装置のたばこ煙および臭気除去性能評価 (第 1 報), 室内環境, **15-2**(2012), pp.125-134
- 7) 坂口淳, 赤林伸一, 鍛冶紘子, 都丸恵理: レストランにおける受動喫煙に関する基礎的研究, 日本建築学会環境系論文集, **74-635**(2009), pp.39-45
- 8) 宮崎竹二: 喫煙環境中におけるアセトアルデヒド, ホルムアルデヒド濃度, 生活衛生, **48-4**(2004), pp.181-190
- 9) 前田康博, 小林徳和, 木村文夫, 湯懐鵬: 空気清浄機のアセトアルデヒド除去性能評価, 新菱冷熱中央研究所報, Vol.14(2007), pp.49-55
- 10) 中川貴文, 増田大祐, 小林徳和, 佐伯寅彦, 坂本裕, 穴井俊博, 湯懐鵬: たばこ用脱臭装置とセンシング技術を用いた省エネルギー喫煙室の開発 第 1 報—換気量削減の施策と省エネルギー効果の検証, 空気調和・衛生工学会論文集, **46-295**(2021), pp.35-41
- 11) 阿部郁夫: 活性炭の基礎知識, 生活衛生, **37-4**(1993), pp.163-170
- 12) 佐伯寅彦, 小林徳和, 岩間裕樹, 穴井俊博, 湯懐鵬, 津島健: 喫煙室向け乾式脱臭装置の開発と性能評価, 平成 29 年室内環境学会学術大会講演要旨集(2017), C-17

Development of Energy Saving Smoking Room Using Tobacco Deodorizer and Sensing Technology

Part 2- Evaluation of Deodorizer Performance and Improvement of Indoor Air Quality

by Torahiko SAEKI ^{*1}, Takafumi NAKAGAWA ^{*2}, Daisuke MASUDA ^{*1},
Norikazu KOBAYASHI ^{*1}, Yu SAKAMOTO ^{*1}, Toshihiro ANAI ^{*1} and Huaipeng TANG ^{*1}

Synopsis : Large ventilation air volume reduces tobacco odor in smoking rooms; however, it also increases the air-conditioning load. To achieve both air quality and energy saving, we developed a smoking room system with the following features: (1) reduce ventilation volume using deodorizing devices, (2) replacement ventilation system that quickly discharges the tobacco smoke from the upper part of the room, (3) optimal control of ventilation and deodorizing air volume based on the number of smokers and outside

air conditions. We introduced the system to a smoking room in an office building and evaluated it by air quality measurement and followed by a questionnaire. In summary, the deodorizing device could remove 95 % of odor. It was also confirmed that the system can improve the air quality using the results from the air quality measurement and questionnaire.

^{*1} Shinryo Corporation

^{*2} Mitsubishi Jisho Design Inc.