

ルグリオキサール, グリセロールからアクロレインが発生したことから, 加熱による酸化反応が示唆される。また, ニクロム線を用いた加熱実験で印加電圧を変化させたところ, 電子タバコに使用されている4~5V付近で, カルボニル化合物の発生量が急増した。従って, 捕集時の発生量のバラツキはバッテリーの多少の電圧の変化が原因であることが推測される。そして, ロットごとのバラツキは, 内蔵されるニクロム線の抵抗値の違いによる変霧器の発熱量の違いで起きることが推測された。

現在, 電子タバコは国内でも普及し始めているので, さらなる安全性の検討が必要である。

文 献

1. WHO Technical Report #955: The Scientific Basis of Tobacco Product Regulation: Third Report of a Who Study Group. World Health Organization: 2010; Vol. No.958.
2. FDA and Public Health Experts Warn About Electronic Cigarettes. *FDA NEWS RELEASE* July 22, 2009, 2009.
3. McGwin, G.; Lienert, J.; Kennedy, J. I., Formaldehyde exposure and asthma in children: a systematic review. *Environ. Health Perspect.* **2010**, *118* (3), 313-7.
4. (a) Golden, R.; Pyatt, D.; Shields, P. G., Formaldehyde as a potential human leukemogen: an assessment of biological plausibility. *Crit. Rev. Toxicol.* **2006**, *36* (2), 135-53; (b) National-Toxicology-Program, Final Report on Carcinogens Background Document for Formaldehyde. *Rep. Carcinog. Backgr. Doc.* **2010**, (10-5981), i-512; (c) Salthammer, T.; Mentese, S.; Marutzky, R., Formaldehyde in the indoor environment. *Chem. Rev.* **2010**, *110* (4), 2536-72.
5. Feng, Z.; Hu, W.; Hu, Y.; Tang, M. S., Acrolein is a major cigarette-related lung cancer agent: Preferential binding at p53 mutational hotspots and inhibition of DNA repair. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **2006**, *103* (42), 15404-9.
6. Uchiyama, S.; Inaba, Y.; Kunugita, N., A diffusive sampling device for simultaneous determination of ozone and carbonyls. *Anal. Chim. Acta In Press, Accepted Manuscript.*

7. Uchiyama, S.; Inaba, Y.; Kunugita, N., Determination of acrolein and other carbonyls in cigarette smoke using coupled silica cartridges impregnated with hydroquinone and 2,4-dinitrophenylhydrazine. *J. Chromatogr. A* **2010**, *1217* (26), 4383-4388.

8. Method T-115, Determination of "Tar", Nicotine and Carbon Monoxide in Mainstream Tobacco Smoke. Health Canada: Ottawa, Canada, 1999.

本研究に関する研究発表

統括報告書に一括記載した

知的財産権の出願・登録状況

統括報告書に一括記載した

電子たばこのこれまでの社会的な流れと問題点

研究分担者 稲葉洋平 国立保健医療科学院

研究分担者 内山茂久 国立保健医療科学院

研究分担者 樺田尚樹 国立保健医療科学院

研究要旨

本研究では、ここ数年で急速に普及した「電子たばこ」に関する海外諸国と国内の問題点と対応を調査した。電子たばこは、紙巻たばこに似せた形状をしており、専用カートリッジに充填された溶液が熱電線により気化され、発生した煙が直接使用者の気管に吸い込まれる装置である。その吸引方法もたばこの使用に似ている。この製品は、発売されて以降、世界中で購入可能となった。海外では、専用カートリッジにニコチンが含まれるため、喫煙者の禁煙、減煙に効果があるとして発売されている。しかしながら、その効果を示す科学的な研究は実施されていないため、「使用を進めない」「販売を禁止」する国もある。国内では、ニコチンをカートリッジに含む電子たばこを販売する場合は、薬事法上医療機器に該当するために、ニコチン含有を記載した製品の販売はない。2010年に国民生活センターが電子たばこカートリッジの化学分析を行ったところ、いくつかの製品には微量であるがニコチンが含有されていた。現在、含有を指摘された製品については、販売の停止が確認されている。一方で、電子たばこの蒸気成分には、ホルムアルデヒドを含むアルデヒド類が含まれていることが、本研究班の調査から分かっている。製品からのアルデヒド類の発生には、法的規制は存在しない。しかし今後の販売は、控えたほうがよいと考えられる。

A.研究目的

電子たばこは、専用カートリッジ内の香料と保存液を含んだ混合溶液を電熱線によって蒸気化させ、この蒸気を直接口に吸入することでたばこのように使用することを目的とした製品である。この電子たばこは、販売の広告等では「たばこ葉の燃焼を発生源としたタール、ホルムアルデヒド、一酸化炭素なども発生しない」さらに「製品の原理上副流煙が発生しない」などとされている。ここ数年、国内では、副流煙が出ないたばこ製品というかたちでメディアにより紹介され、現在では、一般的に認知されるようになり、薬局、量販店、通信販売により購入が可能となっている。価格帯は、1,000から15,000円と低価格なもの

から高価格な製品までである。

この製品は、市販紙巻たばこの形状に似せた外観が主流である。さらにこの製品は、「保存液と香料を含んだカートリッジ」「充電式バッテリー」「噴霧器」の3部品から構成されている。最近では、カートリッジと噴霧器が一体型になっている製品も販売されている。この電子たばこは、海外でも販売されており、2009年にWHOがこの製品の使用による健康影響に懸念を示している。また、国内においては、製品中にニコチンを含むものが、報告されたため薬事法に反する可能性があるとの議論されている。

本調査では、電子たばこに関する海外における対応及び対策と日本における対応を報告する。

B. 研究方法

電子たばこについて発表のあった各国の報告を整理する。また、国内における発表と問題点を整理する。同時に電子たばこの製品についても解説する。

C. 結果及び考察

(1) 電子たばことは

2004年に電子たばこは中国で開発されて、その後、ブラジル、カナダ、フィンランド、イスラエル、レバノン、オランダ、スウェーデン、トルコ、英国および日本を含む多数の他の国々で販売されている。

一般的な電子たばこは、たばこやシガーのように製品の先端部分のプラスチックまたは金属を口に咥えた後に、装置から空気と水蒸気（揮発成分）を混合して呼吸器官に吸引し、肺までニコチンを導入するように設計されている。この装置は、気化装置（噴霧器）、充電可能な電池と充電器、電子制御部そしてニコチンと他の化学物質を含んだ交換可能なカートリッジによって構成されている。海外においていくつかの製品は、ニコチンがある一定範囲または、全く含有されていない形で使用されている。また、いくつかの製品は、多く知られているたばこ銘柄によって得られる感覚に近いと広告している。さらにいくつかの製品には、メンソールが含有されることで使用上の注意が促されているが、たばこの風味や香りに似せた製品を作るために使用される化学物質が、すべて確認されているわけではない。またこれら製品は、たばこの先端が燃焼する様子を再現するために、発光ダイオードが設置されている。

海外の製品市場における重要な点は、電子たばこは、たばこの使用によってでしか得られないニコチンが補完されることである。この点は、日本の電子たばこと大きく異なる点である。

(2) WHO

WHOは、「電子たばこ業者は、未確認の治療に関する宣伝をやめるべきである。」と発表した。（2008年9月18日）

問題点

電子たばこ販売業者が、電子たばこは、ニコチンガムやパッチと同様にニコチン代替治療として使用できるとWHOが推奨しているかのように広告していたことを問題視した。

WHOの反応

1. 電子たばこの安全性および効能を確認する科学的な証拠がないことを指摘した。
2. 電子たばこが禁煙補助に有用になりうる可能性を知らない。よってWHOでは、電子たばこが喫煙者の禁煙のために論理的な治療であると考えていない。そこで、電子たばこの業者が喫煙者の禁煙を手助けしたいのであれば、適切な規制枠組みの範囲で臨床的研究、毒性分析、影響試験を実施する必要があると提言した。

本研究班では、この情報を健康危険情報として報告した。その際のコメントとして、「電子たばこは、さまざまな濃度のニコチン溶液をたばこに似せた本体に取り付け、純度が高く、熱した霧を作って肺へ吸収される。電子たばこは、2つの危険性を含んでいる。1つは、ニコチン濃度を自分自身で調節するために急性毒性になる可能性がある。また、たばこカートリッジ中の成分分析が行なわれていないため安生性評価は行なわれていない。現状では、禁煙補助の手助けとなる安全性と効果が証明されていない。日本国内では、インターネットを通じて購入可能である。ネット上で輸入購入できる製品である。名称は「電子たばこ」であるが、内実は薬物のニコチン（純度不明）およびその吸入装置であり、使用条件によっては、ニコチンの急性中毒や不純物による健康障害の危険がある。輸入規制等の対処が必要ではないか？」と示した。

(3) カナダ保健省 (HC)

Health Canada (カナダ保健省) は、「カナダ保健省は、電子たばこを使用しないようにカナダ人に勧める。」と発表した (2009年3月27日)。

問題点

- 1.電子たばこ製品は、カナダで販売承認を与えられていないので、これらの健康製品の販売は、まだ食品医薬品法に準拠していない。
- 2.電子たばこ製品は、従来の紙巻たばこより安全な製品であり、禁煙補助として市場に出されるかもしれない。しかし、電子たばこは、様々な濃度のニコチンを含んだ液体を気化させ吸引させるためにニコチン中毒と依存のような危険をもたらすかもしれません。

カナダ保健省の反応

電子たばこ製品が健康被害をもたらす可能性があり、カナダ保健省によって十分には安全性、品質および有効性を評価されていないので、カナダ保健省は電子たばこ製品を購入または使用しないように勧めている。カナダで電子のたばこ製品を輸入、広告、販売する人は、速やかに中止する必要がある。

(4) アメリカ食品医薬品局 (FDA)

FDAは、ニコチンを含有しないと表記された電子たばこ製品からも少量のニコチンが検出されたことを公表している。同時に、刺激性のあるジエチレングリコールと発がん性物質であるたばこ特異的ニトロソアミンも検出されたことも公開している (2009年5月4日)。

問題点

- 1.ニコチンを含有しないと記載のあったカートリッジからもニコチンがわずかではあるが検出された。
- 2.カートリッジからたばこ特異的ニトロソアミンとジエチレングリコールが検出された。

FDAの対応 (2009年7月22日)

電子たばこ製品は、インターネットを通じて購

入可能であり、FDAによって認可されたニコチン代替薬や市販たばこのように警告文が記載されていない。また、若者が好むようなチョコレート、ミント味があるために、若年層でニコチン依存症が増加することに懸念を示した。FDAでは、電子たばこ製品に含まれる化学物質量の測定を行っている。その結果、ジエチレングリコール、たばこ特異的ニトロソアミンが含まれていることを指摘した。そのため電子たばこ製品が、” the definition of a combination drug-device product under the Federal Food, Drug, and Cosmetic Act” の要件を満たしていたので、出荷を停止した。

(5) 日本 (国民生活センター、厚生労働省)

国内で販売される電子たばこ25製品45品目味のカートリッジから11製品品目15味でニコチンが検出された。その含有量は、国内で販売される紙巻たばこと比較すると遥かに低かった。しかしながら国内では、ニコチンは医薬品成分に該当するため、薬事法上問題となる (2010年8月19日)。

さらに、独立行政法人国民生活センターにおいて、ニコチンが含まれると報告した11銘柄について、実際に霧化された蒸気にニコチンが含まれるかどうかを国立医薬品食品衛生研究所で分析したところ、全ての製品からニコチンが検出された。以上の背景を踏まえて、厚生労働省は、2010年12月9日付けでニコチンをカートリッジに含む電子たばこは、薬事法上の医療機器に該当すること、8月に報告のあったニコチンをカートリッジに含む電子たばこは、薬事法上の医療機器に該当すること、さらにこれまでに国内ではニコチンを含有する電子たばこが薬事法上の承認を得たものはないと消費者庁に回答した (厚生労働省発薬食1209第76号)。

問題点

国内における電子たばこ問題点は、薬事法に反するニコチンが認可なく販売している点にある。

有害性という観点では、電子たばこは、市販の

紙巻たばこと比較すると有害化学物質の量が明らかに低いために使用をすることは問題ではないといった考えもある。しかしながら、この電子たばこは、本研究班の報告にあるように発生する水蒸気にアルデヒド類が含まれている。このアルデヒド類の濃度は、高いため、健康影響評価、発生原理など解明する必要があると考えている。さらに、電子たばこの蒸気に含まれる化学物質の含有量などの結果は、商品に記載されている事例は確認できていない。現段階で販売されている電子たばこは、アルデヒド類を発生するため、販売を控えた方がよいと考えられる。さらに今後、海外においても電子たばこに関する新しい健康評価データが出てくることも期待している。

D.結論

電子たばこは、数千円で購入可能なたばこ感覚を味わう商品であり、国内でも購入可能である。紙巻たばこと比較すると有害性は低いと考えられているが、安全性評価試験のデータは乏しく、アルデヒド類が発生する問題もある。現段階では、販売を控えた方がよいと考えられる。

[引用文献]

なし

F 研究発表

統括報告書に一括記載した。

G 知的財産権の出願・登録状況

なし

厚生労働科学研究費補助金（第3次対がん総合戦略研究事業）
分担研究報告書

薬用吸煙剤ネオシーダーの化学物質曝露評価

研究分担者 稲葉 洋平 国立保健医療科学院
研究分担者 内山 茂久 国立保健医療科学院
研究分担者 緒方 裕光 国立保健医療科学院
研究協力者 大久保忠利 国立保健医療科学院

研究要旨

ネオシーダーは薬用吸煙剤の名称で喫煙者の鎮咳・去痰を目的とした一般用医薬品（第2類医薬品）として薬局等で販売されている。その形状及び使用方法は紙巻たばこと同様である。近年まで本剤は上記目的のため販売や使用がされてきたが、最近本剤にタールとニコチンが含まれているとの報告があり、たばこと同様の健康への影響も懸念されるようになった。また、2010年10月1日よりたばこ1箱の価格は100円近く高くなっており、ネオシーダーは増税の対象ではない（たばこではない）ため値上がりしていない。そのため喫煙者が低価格のたばこ代替品として購入する可能性がある。そこで、本研究では本剤のヒトへの健康影響を評価するため、本剤主流煙と葉中抽出物の化学分析及び変異原性試験を行った。その結果、本剤主流煙からタール、ニコチン、一酸化炭素（CO）、たばこ特異的ニトロソアミン（TSNA）、多環芳香族炭化水素（PAH）及びアルデヒド類が検出され、また変異原活性も認められた。さらに本剤葉中もニコチン、TSNA及びアンモニアが含有されていたが、変異原活性は示さなかった。

A 目的

ネオシーダーは薬用吸煙剤の名称で喫煙者の鎮咳・去痰を目的とした一般用医薬品として薬局等で販売されている。また、一般用医薬品であるためインターネットを通じての販売や購入も可能であったが、2009年6月の薬事法の改正により、購入履歴がある人と離島に住んでいる人に限定されている。その形状は、市販の紙巻たばこと同様であり、フィルター部には通気孔が設けられ、活性炭が含まれたフィルターが採用されている。使用方法は、本剤先端部に火をつけて、フィルター部から煙を吸い込むことで薬効成分（塩化アンモニウム、安息香酸）を吸煙する。近年まで本剤は上記目的のため販売や使用がされてきたが、最近本剤にニコチンが含まれているとの報告が

あり、たばこと同様の健康への影響も懸念されるようになった[1]。この報告で田中らは、ネオシーダー葉中にニコチンがあることを確認し、さらに本剤使用者の尿よりニコチンの代謝物であるコチニン測定している。また、山岡は、ネオシーダー使用者の呼気から一酸化炭素の検出を報告している[2]。外箱表示には、「煙中に、ニコチンとタールをわずかに含みます。」と記載されているが、実際にネオシーダー主流煙に含まれるその他の化学物質成分についての情報がほとんど見当たらないために、薬効と主流煙曝露による健康影響を比較することが難しい状況である。

厚生労働省は2007年2月に改訂の指導を行い、外側表示には「してはいけないこと」が追加された。その内容は、次の人は使用しないことに「喫

煙習慣のない人」「未成年の人」、本剤を使用している間は、次の医薬品を使用しないことに「禁煙補助剤」が追記された。さらに、2010年10月よりたばこ税の改正に伴い、紙巻たばこの価格差が100円以上になり、安価なたばことして使用される可能性も懸念される。

そこで本研究では、たばこ主流煙を捕集する自動喫煙装置を用いて、喫煙法別で捕集したネオシーダー主流煙に含まれる各種化学成分測定及び微生物による遺伝毒性試験（変異原性試験）を実施した。またネオシーダー葉中に含まれるニコチン、TSNA、アンモニア及び変異原性も合わせて測定したので報告する。

B 方法

ネオシーダー主流煙捕集及び化学分析と変異原性試験

ネオシーダー主流煙の捕集方法及び各化学物質の分析方法と変異原性試験方法は、昨年度及び本年度の他の報告書記載内容に準じ、タール、ニコチン、一酸化炭素（CO）、たばこ特異的ニトロソアミン（TSNA）、多環芳香族炭化水素（PAH）及びアルデヒド類の化学分析と微生物を用いた遺伝毒性試験（変異原性試験）を行った。

ネオシーダー葉の前処理及び化学分析と変異原性試験

ネオシーダー葉の前処理方法及び各化学物質の分析方法と変異原性試験方法は、昨年度及び本年度の他の報告書記載内容に準じ、ニコチン、TSNA及びアンモニアの化学分析と変異原性試験を行った。

C 結果

ネオシーダー主流煙中化学物質測定及び変異原性試験結果

Table 1にネオシーダー主流煙中タール、ニコチン及びCOの測定結果を示す。本剤主流煙のタール量はたばこ1本当たり2.3 mg (ISO) 及び28 mg (HCl) であり、一酸化炭素量は3.0 mg (ISO) 及び35 mg (HCl) となり、主流煙捕集方法により10倍以上の差が認められた。ニコチン量は本剤1本当たり0.10 mg (ISO) 及び0.44 mg (HCl) と国産たばこでタール1 mg/ニコチン0.1 mgの製品に近い値を示した。TSNAは国際がん研究センター (IARC) の発がん性リスク一覧においてグループ1及びグループ3に分類されている4種すべてが検出された。ISOによる捕集量は4種とも定量下限値以下であったが、HClで本剤1本当たりNNKが27 ng, NNNが12 ng, NATが18 ngそしてNABが5.6 ngであった。なお、この値は国産たばこよりも低い値であった (Table 2)。PAH濃度はAcenaphthylene, Acenaphthene 及びDibenzo[*a,h*]anthracene がISOとHClの両法で検出されなかった (Table 3)。上記以外のPAHについてはISO法よりもHCl法で捕集した試料で高い値を示し、またこれは国産たばこのタール1mg/ニコチン0.1mgの製品に近い値であった。アルデヒド類は、*i*-PentanalがISO法で検出されなかった以外は他11種の含有が認められた。ISO法とHCl法での測定結果の比較では、20倍以上の大きな差が認められた (Table 4)。変異原性試験結果はTA100株のS9mix無添加条件下で両採取方法共陰性を示したものの、その他の条件下では上記同様タール1 mg/ニコチン0.1 mgの国産たばこに近似した活性を与えた。なお、最も高い活性はYG1024株で示し、加えてS9mix無添加条件下で高い変異原性を与えた (Table 5)。

本剤葉中ニコチン量は2.9 mg/gであり、主流煙中ニコチン量よりも1本当たりに換算しても（ネオシーダー葉重量は1000 mg/cig）、ISO法の同値の約30倍、HCl法の6倍以上の高い値であった

ネオシーダー葉中化学物質測定と変異原性試験結果

本剤葉中ニコチン量は2.9 mg/gであり、主流煙中ニコチン量よりも1本当たりに換算しても（ネオシーダー葉重量は1000 mg/cig）、ISO法の同値の約30倍、HCl法の6倍以上の高い値であった

(Table 6)。またニコチンの吸収に関与するアンモニア量も乾燥葉重量当たりで820 µgであり、同時に測定した国産たばこ4銘柄の2倍以上の値を示した (Table 6)。TSNA量はNNKとNABが主流煙中の同量と1本当たりに換算した場合、同程度の含有量を示したが、NNNが6倍、NATが5倍と高値を示した。変異原試験結果は総ての試験条件で活性を示すことはなかった。

D 考察

今回ネオシーダーの主流煙及び葉中化学物質の化学分析及び変異原性試験と同時に市販国産たばこについても同様の測定を実施した。その結果、本剤の主流煙中タール、ニコチン、CO及び変異原活性は市販国産たばこのタール1 mg/ニコチン0.1 mg製品と同程度の値を示すことが判った。PAH含有量は殆どのPAH成分で国産たばこ製品よりも低かった。また、本来TSNAはたばこ固有の成分であるが、本研究で初めて本剤から国産たばこの同量よりも低い値であったがその検出・定量が出来た。さらに、本研究班独自の手法により、アルデヒド類が主流煙中に認められた。本剤主流煙中アルデヒド濃度は、ISO法によって捕集し、市販国産たばこと比較した場合、1/3以下と低い値であった。本剤葉中成分のうち、先行研究にあるニコチンと今回初めてTSNAが検出された。両成分ともその含有量は市販国産たばこの同量のおよそ1/4と低値であった。葉抽出物の変異原性は総ての条件で陰性を示したが、主流煙で強い変異原活性を示したことから、市販国産たばこと同様に本剤主流煙の変異原物質が葉の燃焼により生成されると考えられた。

E 結論

過去の研究においてネオシーダー葉中にニコチンが含まれていると報告があった。そこで本研究では、本剤の人への健康影響を評価するため主

流煙及び葉中成分の化学分析及び変異原性試験を実施した。その結果、本来たばこ製品特有の含有化学物質と考えられていたニコチンが主流煙には僅かではあるが含まれていることが認められ、また同様にたばこ固有の成分であるTSNAが本実験で初めて検出・定量された。さらにCO濃度と変異原性試験結果はHCI条件による捕集の場合、市販たばこの数値と同等であった。加えて、PAHとアルデヒド類も検出された。葉抽出物にもニコチン、TSNA及びアンモニア類の含有が認められたが、変異原活性は示さなかった。このことから国産たばこ製品と同様に主流煙中の変異原物質が燃焼時に生成することが示唆された。このことは本剤を使用した場合、市販たばこと同様の健康影響があるのではないかということを示唆した。

[引用文献]

- [1] 田中英夫, 野上浩志, 中川秀和, 蓮尾聖子, ネオシーダーのニコチン含有状況から見た医薬品としての妥当性の検討, 日本公衆衛生学会雑誌, 49: 929-933, 2002.
- [2] 山岡雅顕, ネオシーダーの依存性について, 日本禁煙学会雑誌, 2(1): 2-5, 2007.

F 研究発表

統括報告書に一括記載した。

G 知的財産権の出願・登録状況

なし

Table 1 TNCO yield in mainstream smoke of NEO CEDAR by ISO and HCI regimen

Regimen	Tar			Nicotine			CO		
	AVG	±	SD	AVG	±	SD	AVG	±	SD
ISO	2.3	±	0.33	0.10	±	0.01	3.0	±	0.52
HCI	28	±	1.2	0.44	±	0.04	35	±	2.2

unit, mg/cig; AVG, average; SD, standard deviation

Table 2 TSNA concentration in mainstream smoke of NEO CEDAR by ISO and HCI regimen

Regimen	NNN		NNK		NAT		NAB	
	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD
ISO	NA		NA		NA		NA	
HCI	12	± 3.1	27	± 1.3	18	± 7.4	5.6	± 2.2

unit, ng/cig
 NNN, *N*'-nitrosonornicotine; NNK, 4-(Methylnitrosoamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone;
 NAT, *N*'-nitrosoanatabine; NAB, *N*'-nitrosoanabatine

Table 3 PAH concentration of NEO CEDAR by ISO and HCI regimen

	unit, ng/cig	
	ISO	HCI
Naphthalene	ND	3
2-Methylnaphthalene	4	8
1-Methylnaphthalene	6	7
Biphenyl	3	6
Acenaphthylene	ND	ND
Acenaphthene	ND	ND
Fluorene	15	36
Phenanthlene	33	55
Anthracene	9	13
Fluoranthene	14	36
Pyrene	13	34
Benzo[<i>a</i>]anthracene	4	18
Chrysene	5	21
Benzo[<i>b</i>]fluoranthene	1	5
Benzo[<i>k</i>]fluoranthene	ND	3
Benzo[<i>j</i>]fluoranthene	ND	3
Benzo[<i>e</i>]pyrene	ND	3
Benzo[<i>a</i>]pyrene	2	10
indeno[<i>cd</i>]pyrene	2	12
Dibenzo[<i>a,h</i>]anthracene	ND	ND
Benzo[<i>ghi</i>]perylene	ND	3

ND, not detected

Table 4 Amounts of carbonyls in mainstream smoke vapors of NEO CEDAR

Compounds	<i>unit, µg/cigarette</i>							
	ISO				HCI			
	AVG	max	min	SD	AVG	max	min	SD
Formaldehyde	0.8	1.0	0.6	0.2	14	17	8.8	3.3
Acetaldehyde	89	110	71	12	2100	2300	1900	140
Acetone	34	43	28	5.2	810	860	730	45
Acrolein	5.3	7.0	4.4	0.9	190	200	150	20
Propanal	8.8	11	7.0	1.2	210	220	180	13
Crotonaldehyde	2.0	3.7	1.4	0.9	87	95	75	7.0
2-butanone	9.4	12	6.9	2.0	240	250	220	13
Butanal	7.5	9.5	5.8	1.3	220	240	200	15
Benzaldehyde	0.4	0.5	0.4	0.1	23	29	10	6.8
<i>i</i> -Pentanal	-	-	-	-	64	68	56	4.2
Glyoxal	0.2	0.3	0.1	0.1	8.1	9.1	6.8	0.8
Methylglyoxal	0.1	0.2	0.1	0.0	2.7	4.2	1.7	1.1

Table 5 Mutagenicity in mainstream smoke of NEO CEDAR by ISO and HCI regimen

Regimen	TA100		TA98		YG1024	
	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
	ISO	neg	<i>700</i>	200	1,200	<i>200</i>
HCI	neg	<i>6,400</i>	1,700	15,800	<i>1,200</i>	80,800

unit, revertants/cig; neg, negative; italic letter, pseudo positive

Table 6 Amounts of Nicotine and Ammonia in blended leaf of NEO CEDAR

Nicotine (mg/g)	Ammonia (µg/g, dry weight)
2.9 ± 0.05	820

Table 7 Concentration of TSNA in blended leaf of NEO CEDAR

TSNA							
NNN		NNK		NAT		NAB	
AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD
71	± 3.6	21	± 0.8	89	± 1.9	4.5	± 0.4

unit, ng/g; AVG, Average; SD, Standard Deviation

Table 8 Muatagenicity of blended leaf of NEO CEDAR

unit, revertants/g

TA100		TA98		YG1024	
-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
neg	neg	neg	neg	neg	neg
neg	neg	neg	neg	neg	neg

分煙施設の室内環境と受動喫煙状況の検討

研究分担者 三觜 雄 札幌市衛生研究所

研究協力者 三上 篤 札幌市衛生研究所

研究協力者 花井潤師 札幌市衛生研究所

研究要旨

本研究の目的は、厚生労働省の取り組みと平行して本市が取り組む受動喫煙防止対策の一環として、本市の公共建築物を皮切りに室内環境と受動喫煙の実態調査を段階的に行い、将来の全面禁煙化に向けての科学的根拠とすることである。

調査対象を完全分煙施設3庁舎10箇所とし、喫煙実態と浮遊粉じん濃度の6時間連続モニタリング及びニコチン濃度測定等を行った結果、喫煙室における時間平均の浮遊粉じん濃度が厚生労働省ガイドラインに示す基準値を超えた施設は3箇所、非喫煙場所における時間平均の浮遊粉じん濃度がWHOの指針値 0.025 mg/m^3 （人体に影響のない24時間平均濃度）を超えた施設は1箇所、喫煙室内の一酸化炭素濃度がガイドラインに示す基準値を超えた施設は1箇所であった。

その他の評価指標については、喫煙室から非喫煙場所へETSを排出させないための排気風量を確保できない施設は1箇所、喫煙室内の浮遊粉じん濃度をガイドラインに示す基準値以下とするための排気風量を確保できない施設は3箇所であり、浮遊粉じんを指標とした場合に限っては、計5箇所が不適合であった。喫煙室の最大喫煙許容人数については、1分間平均喫煙者数との比較では不適合の箇所はないものの、1分間最大喫煙者数との比較では、いずれの箇所においても不適合であった。

新たな評価指標であるニコチン漏洩率は、 $1.2 \pm 1.3\%$ （max 3.9%）と比較的良好であった。また、空気清浄機を設置していない7箇所を対象とした場合の6時間あたりの総浮遊粉じん濃度と総ニコチン濃度の相関が、全てを対象とした場合の $r=0.6999$ から $r=0.7751$ と向上したことから、ガス状成分であるニコチン濃度を喫煙室の構造等別に設定できる可能性が示された。

A.研究目的

札幌市では、厚生労働省による受動喫煙防止対策への取組[1]と並行し、平成9年から現在に至るまで、様々な受動喫煙防止対策に取り組んできた。札幌市衛生研究所においても、地域の保健福祉行政を担う中核機関として、同対策に関する調査研究等に力を注いでいる。一方、本市職員が勤務する職場である公共建築物における受動喫煙防止対策については、全面禁煙又は完全分煙の割

合が平成20年には94.4%全面禁煙施設76.5%完全分煙施設18.0%回答対象施設935件）となった。

しかし、平成22年2月の厚生労働省健康局通知「受動喫煙防止対策について」[2]により、多数の者が利用する公共的な空間、とりわけ官公庁や医療施設の全面禁煙の必要性が示されたことから、同年9月には本市総括安全衛生委員会が新たな「職場における受動喫煙防止対策指針」を策定し[3]、公共建築物の段階的な全面禁煙化及び禁煙希

望職員の支援を骨子とした方針が示されたところである。

本研究の目的は、こうした背景の下、全市的生活環境の向上の一環として、第一に本市の公共建築物を対象とした完全分煙施設における室内環境（分煙状況）と受動喫煙（曝露状況）の実態調査を段階的に行い、将来的な全面禁煙化に向けての科学的根拠とすることである。

B. 研究方法

(1) 対象施設

協力が得られた3庁舎10箇所の喫煙室及び非喫煙場所（所管部署の職員が勤務する事務室又は利用するロビー等）を測定対象施設とした。

内訳は、庁舎AがA-1～3の3箇所、同BがB-1～4の4箇所、同CがC-1～3の3箇所とした。

(2) 調査期間

調査は、平成22年11月8～11月29日の期間に1箇所あたり1回、10：00～16：00の6時間で行った。

(3) 調査項目

確認項目として、喫煙室の配置・床面積・高さ・容積・扉開口面積・ガラリ等の空気取入れ口面積・排気又は換気方法・排気風量、喫煙室の扉開口時の排出気流、喫煙本数、喫煙者の喫煙時間帯（入退室時刻）、事務室等で勤務する喫煙者及び非喫煙者の人数・席配置を調査した。

(4) 測定項目

喫煙室及び非喫煙場所の浮遊粉じん濃度・一酸化炭素濃度・ニコチン濃度等、境界（喫煙室の扉を開いた位置）の気流（風向・風速）について測定又は試料採取・分析を行なった。

(5) 測定・分析

浮遊粉じん濃度は、デジタル粉じん計（柴田科

学(株)製LD-3K2又はLD-3B）を用いて、1分毎に6時間（合計360回）の連続測定とした[4]。

一酸化炭素濃度は、1～30 ppm用の気体検知管（株)ガステック製No.1LC）で適宜測定した。

ニコチン濃度については、ポータブルポンプ（柴田科学(株)製PAS-500）により流速0.2 L/minで6時間（合計72 L）、アルカリ処理カートリッジ（Supelco社製Supelpak-4 Specially Treated XAD-4 Cartridge）に空気試料を捕集した後、斎藤らの方法[5]により分析を行なった。

気流については、風向は発煙管式スモークテスター（柴田科学(株)製）により、風速は喫煙室の扉全開時に風向風速計（柴田科学(株)製ISA-69）により、喫煙室の扉を全開時に高さ0.5、1.0及び1.5 mの3地点で測定したほか、扉が閉まった状態で、空気取入れ口にて測定を行った。

なお、気流を除く各項目の測定点は、喫煙室においては、原則として排気設備に近い位置で、かつ、測定機器を置くことによって喫煙の妨げとならない壁際（高さ75～100 cm程度）の位置とした。また、非喫煙場所としては、原則として喫煙室から最も近い位置で勤務する職員がいるスペースで、かつ、測定機器を置くことによって業務の妨げとならない位置とした。

(6) データ解析

調査及び測定によって得られたデータのほか、調査項目として確認した喫煙本数及び喫煙者の喫煙時間帯から、1分間あたりの喫煙人数及び喫煙時間を算出して、データ解析を行った。

また、風速、扉開口面積から排気装置の排気風量及び必要排気風量を、喫煙本数及び浮遊粉じん濃度から必要排気風量を算出し、喫煙室における排気処理能力の判定に用いた。さらに、排気風量及び1分間あたりの浮遊粉じん発生量から最大喫煙許容人数を算出し、評価の指標とした。

なお、排気処理能力及び最大喫煙許容人数等の

確認方法については、中央労働災害防止協会中央快適職場推進センターが作成した「JISHA方式喫煙室等の適合認定のご案内」[6]を参考とした。

C. 研究結果

(1) 喫煙室の配置と設備構造

喫煙室の配置と設備構造を表1に示す。喫煙室はすべて扉付きの区画となっており、その配置は、A-1～3、B-1及びB-4の5箇所が非喫煙場所内、B-3が扉で区画していない非喫煙場所に近い位置、B-2及びC-1～3の4箇所が扉で区画した非喫煙場所から離れた位置であった。

排煙装置については、A-1～3では、いずれも換気扇1台により屋外排気していた。B-1～4では、いずれも庁舎の中央排気装置により屋外排気していた。C-1～3では、いずれも中央排気装置を利用しているほか、装置の排気風量が不足するため、空気清浄機（C-1：テーブル型1台と卓上型1台の計2台、C-2：同左、C-3：床置縦型2台）を設置していた。

床面積・高さ・容積については、床面積が $7.71 \pm 3.80 \text{ m}^2$ 、高さが $2.61 \pm 0.04 \text{ m}$ 、容積が $20.12 \pm 9.93 \text{ m}^3$ であった。扉の開口部面積及びガラリ等の空気取入れ口の面積については、扉が $1.61 \pm 0.30 \text{ m}^2$ 、ガラリ等が $0.24 \pm 0.19 \text{ m}^2$ であった（表2）。

(2) 喫煙者率

喫煙室を所管している担当課職員の全体数は 47.6 ± 31.8 人、喫煙者は 12.3 ± 6.3 人、喫煙者率は $31.0 \pm 14.2\%$ であった（表3）。なお、庁舎Bと庁舎Cの各喫煙室については、庁舎の構造上、喫煙室を所管する担当課以外の別区画あるいは別フロアからも多くの職員が利用していた。

(3) 喫煙本数

合計本数は 64.9 ± 34.5 本、時間平均本数は 10.8 ± 5.8 本であった（表4）。時間別では、喫煙本数が

最も多い時間帯は12：00～13：00（7箇所）であった。なお、C-1で15：00～16：00に30本と多かったが、同時間帯には議会对応職員が他部局からも多数訪れていた。

(4) 喫煙時間

合計時間は $282.5 \pm 165.4 \text{ min}$ であり、時間平均では $47.1 \pm 27.6 \text{ min}$ であった（表5）。時間別では、喫煙本数と同様に最も長くなる時間帯は、12：00～13：00（7箇所）であった。喫煙本数との比較では、庁舎の構造上、B-4は一般市民の利用や別フロアからの利用が多く、14：00～15：00の本数に比べて1本あたりの喫煙時間が短くなっていた。

(5) 浮遊粉じん濃度

浮遊粉じん濃度については、厚生労働省ガイドライン（以下、「ガイドライン」という）[7]に示す基準値 0.15 mg/m^3 との比較のため、常に1分間あたりの濃度とした。

喫煙室における時間平均の浮遊粉じん濃度は $0.157 \pm 0.126 \text{ mg/m}^3$ であり、A-3、B-4及びC-2では、ガイドラインに示す基準値を超えていた（表6）。時間別では、12：00～13：00が最大値を示した。施設別では、職員が外勤から戻る時間帯（11：00～13：00）に喫煙が集中するA-3の同時時間帯を除き、ほぼ全ての時間帯でC-2が最大値を示していた。非喫煙場所における時間平均の浮遊粉じん濃度は $0.010 \pm 0.008 \text{ mg/m}^3$ であり、A-1において、6時間平均にしてWHOの指針値 0.025 mg/m^3 （人体に影響のない24時間平均濃度）を超えていた（表7）。時間別では、大きな差はなかった。

(6) 一酸化炭素濃度

一酸化炭素濃度は、C-1の喫煙室（8名喫煙中）でのみ、ガイドラインに示す基準値10 ppmを超える13 ppmであった（表8）。なお、非喫煙中の喫煙室及び非喫煙場所、喫煙中の他施設については、

いずれも基準値未満であった。

(7) 気流及び排気風量

喫煙室の扉を全開した場合に風向が喫煙室内に向かっている場合、喫煙室から非喫煙場所へ向かう排出気流がないものとみなすことができる。排出気流については、概ね見られなかったが、空気清浄機の排気が発生するC-1～3のうちC-1及びC-3において、扉開口部の床に近い位置から排出気流が発生する場合があった。

喫煙室の扉を全開にしたときの開口部（境界）の風速は、高さ1.5 m位置で 0.25 ± 0.05 m/s、高さ1.0 mで 0.19 ± 0.06 m/s、高さ0.5 mで 0.01 ± 0.22 m/sであった（表9）。各施設とも、排煙装置の設置場所に最も近い、高さ1.5m位置が最高風速を示した。

喫煙室の排煙装置の仕様に示された排気風量（以下、「仕様排気風量」という。）は 23.9 ± 10.3 m³/minあった（表10）。なお、喫煙室に空気清浄機を設置しているC-1～3については、浮遊粉じんの除去効果が期待されることから、仕様排気風量は中央排気装置及び空気清浄機の排気風量の合計とした。

(8) ニコチン濃度と漏洩率

喫煙室におけるニコチン濃度（6時間値）は 16.00 ± 16.65 µg/m³であり、短時間に喫煙の集中するA-3（ 19.52 µg/m³）と、空気清浄機を設置しているC-1～C-3（ $45.87, 46.62, 13.60$ µg/m³）で比較的高値を示していた。非喫煙場所におけるニコチン濃度（6時間値）は 0.07 ± 0.05 µg/m³であり、測定点が最も喫煙室に近い位置にあったA-2で最高値を示していた。ニコチンを指標とした、喫煙室から非喫煙場所への環境たばこ煙（ETS）の漏洩率を、喫煙室のニコチン濃度に対する非喫煙場所のニコチン濃度の百分率で示すと[8]、 $1.2 \pm 1.3\%$ であった（表11）。

D. 考察

(1) 喫煙室の排気処理能力の判定その1

各庁舎に設置している喫煙室における排気装置の排気処理能力の評価に関しては、文献[6]等を参考として行うこととした。まず初めに、既に表10に示した仕様排気風量とは別に、実際に喫煙室の扉を全開としたときに喫煙室内に向かう風速を元に、実測排気風量を算出した（表13）。なお、計算式は、実測排気風量（m³/min）＝扉開口時最大風速（m/s）×60 sec×扉面積（m²）とした。

次いで、非喫煙場所へのETS流入を防ぐための風速0.2 m/s[9]を目安に喫煙室の必要排気風量を算出し、仕様排気風量及び実測排気風量との排気風量の比較を行った（表14）。なお、計算式は、必要排気風量（m³/min）＝0.2 m/s×60 sec×扉面積（m²）とした。その結果、仕様ではA-1～3、B-3及びB-4の5箇所が不適合と判定され、実測ではB-3の1箇所のみが不適合となった。

(2) 喫煙室の排気処理能力の判定その2

上記の検討・評価とともに、喫煙室内で発生した浮遊粉じん濃度から、喫煙室の排気処理能力を評価した。すなわち、ETS由来の浮遊粉じん濃度を基準値0.15 mg/m³以下とするための喫煙室の必要排気風量を、喫煙室で吸われた1時間あたりのたばこの平均本数（表4）又は最大本数（表4）及びたばこ1本あたりの浮遊粉じん発生量10 mg[10]を目安として算出し、実測排気風量との比較を行った（表15）。なお、計算式は、必要排気風量（m³/min）＝10 mg×1時間平均喫煙本数又は1時間最大喫煙本数(本)÷60 min÷0.15 mg/m³とした。

その結果、1時間あたりの平均喫煙本数との比較では不適合の箇所はないものの、1時間あたりの最大喫煙本数との比較では、B-2、C-1及びC-2の3箇所が不適合となり、喫煙室内の浮遊粉じん濃度を基準値0.15 mg/m³以下に確保できないもの

と思われた。

(3) 喫煙室の最大喫煙許容人数

上記(1)及び(2)の評価では喫煙室の排気設備の排気処理能力が明らかとなったが、現状の能力で喫煙が可能な状態(最大喫煙許容人数)を算出し、1分間あたりの平均喫煙人数及び1分間あたりの最大喫煙人数との比較を行った(表16)。なお、計算式は、たばこ1本あたりから1分間に発生する浮遊粉じん量2 mg(たばこ1本の喫煙に5分間として算出)[14]を目安とし、最大喫煙許容人数 $=0.15 \text{ mg/m}^3 \times \text{実測排気風量} (\text{m}^3/\text{min}) \div 2 \text{ mg/min}$ とした。

その結果、1分間平均喫煙者数との比較では不適合の箇所はないものの、1分間最大喫煙者数との比較では、いずれの箇所においても不適合であり、喫煙室内の浮遊粉じん濃度を基準値以下に確保できないものと思われた。なお、計算式から導かれた最大喫煙許容人数は最大でも2.1人であり、複数の者が喫煙する限り、浮遊粉じん濃度が基準値を超える時間帯が発生する結果となった。

(4) 喫煙本数と浮遊粉じん濃度の相関

全喫煙室の調査時間(6時間)における総喫煙本数と、同じく総浮遊粉じん濃度において単回帰解析を行なったところ、正の相関($r=0.1503$)がみられたが、良好とは言いがたかった(図1)。

(5) 喫煙本数とニコチン濃度の相関

同じく総喫煙本数と総ニコチン濃度との関係では、正の相関($r=0.3537$)が見られたが、やはり良好とは言えなかった(図2)。

(6) 浮遊粉じん濃度とニコチン濃度の相関

基準値が設定されている浮遊粉じん濃度に対して、ニコチン濃度については、国内において基準が設定されていない。そこで、基準値設定の可

能性を探る目的で単回帰解析を行なった。なお、浮遊粉じん濃度については、ここまでの検討では1分間の濃度値を用いていたが、6時間採取によるニコチン濃度との比較のため、6時間360回の積算データを解析に用いた。

その結果、 $r=0.6999$ と比較的良好な正の相関がみられた(図3)。さらに、喫煙室に空気清浄機を設置しており、排煙方式に大きな違いのあるC-1~3のデータを除いた場合は $r=0.7751$ に向上したことから、喫煙室の構造や排煙方式別に仕分けすることに加えて、ニコチン濃度測定時には浮遊粉じん濃度測定も同時に行うことがニコチン濃度の基準設定に必要な可能性が考えられた。

E. 結論

札幌市公共建築物のうち、完全分煙施設3庁舎10箇所において、喫煙実態と浮遊粉じん濃度の6時間連続モニタリング及びニコチン濃度測定等を行った。分煙効果の評価には、喫煙室及び非喫煙場所における浮遊粉じん濃度、同一酸化炭素濃度、喫煙室からの排出気流の有無等のほか、喫煙室の排気処理能力、同最大喫煙許容人数及び喫煙室から非喫煙場所へのニコチン漏洩率を用いた。

その結果、各測定項目では、喫煙室における時間平均の浮遊粉じん濃度がガイドラインに示す基準値(0.15 mg/m^3)を超えた施設はA-3、B-4、C-2の3箇所、非喫煙場所における時間平均の浮遊粉じん濃度がWHOの指針値 0.025 mg/m^3 (人体に影響のない24時間平均濃度)を超えた施設はA-1の1箇所、喫煙室内の一酸化炭素濃度がガイドラインに示す基準値(10 ppm)を超えた施設はC-1の1箇所であった。

その他の評価指標については、喫煙室から非喫煙場所へETSを排出させないための排煙装置の排気風量を持たない施設はB-3の1箇所(実測の場合)であった。また、喫煙室内の浮遊粉じん濃度をガイドラインに示す基準値以下とするための

排煙装置の排気風量を持たない施設はB-2, C-1,2の3箇所であり、浮遊粉じんを指標とした場合に限っては、A-3, B-2, B-4, C-1及びC-2の5箇所が不適合であった。喫煙室の最大喫煙許容人数については、1分間平均喫煙者数との比較では不適合の箇所はないものの、1分間最大喫煙者数との比較では、いずれの箇所においても不適合であった。

新たな評価指標としては、喫煙室から非喫煙場所へのETS漏洩を確認する目安となるニコチン漏洩率は $1.2 \pm 1.3\%$ と比較的良好であった。また、基準値を持つ浮遊粉じん濃度と持たないニコチン濃度の相関が、空気清浄機を設置していない7箇所では、全てを対象とした場合の $r=0.6999$ から $r=0.7751$ と向上したことから、ニコチン濃度の基準値設定には喫煙室の構造等別に加えて、浮遊粉じん濃度測定も同時に行う必要がある可能性が考えられた。

また、斎藤らの方法[5]により、3-ethenylpyrigineの分析も試みたが、非喫煙場所における数値が喫煙室の数値と逆転するなど、分析試料の高い粘性による試料注入精度の低下や、妨害ピークの分離不十分と思われる結果となった(表12)。本物質は比較的安定であり、ETSの臭気強度の指標として有効であることから[11]、分析方法の改善を図ったうえでデータ解析に供する予定である。

今後は、対象施設職員の意識・健康調査やニコチン代謝物測定等を行い、完全分煙施設における職員等の精神面及び健康面双方からの評価と基準作成を目指していく。

[引用文献]

- [1] 厚生労働省労働基準局長通知。職場における喫煙対策のためのガイドライン。平成8年2月21日付け基発第75号, 1996.
- [2] 厚生労働省健康局長通知。受動喫煙防止対策について。平成22年2月25日付け健発0225第2

号, 2010.

- [3] 札幌市総括安全衛生委員会通知。職場における受動喫煙防止対策について。平成22年9月21日付け札職健第645号, 2010.
- [4] 大和浩他。事務室における効果の高い空間分煙効果対策に関する検討。産業衛生学雑誌, 42, 1-6, 2000.
- [5] 斎藤育江, 大貫文, 瀬戸博, 保坂三継, 中江大。アルカリ処理カートリッジを用いた3-エテニルピリジン及びニコチン測定法と測定例。室内環境, 13(2), 173-179, 2010-12.
- [6] 中央労働災害防止協会中央快適職場推進センター作成。JISHA方式喫煙室等の適合認定のご案内 喫煙室からたばこの煙が漏れ出ていませんか?。2010-10.
- [7] 厚生労働省労働基準局長通知。職場における喫煙対策のためのガイドライン。平成15年5月9日付け基発第0509001号, 2003.
- [8] 長谷川あゆみ。タバコ由来の化学物質による喫煙室の分煙効果の評価について。SCAS NEWS 2007-II, 3-5, 2007.
- [9] 厚生労働省。分煙効果判定基準策定検討会報告書, 2002-6.
- [10] 木村菊二, 島影喜久子, 斎藤勝。喫煙による室内空気汚染とその対策。労働科学, 66, 545-567, 1990.
- [11] 森北浩道, 藤井七瑠美, 奥本佐登志, 須田洋, 山内俊幸。臭気強度の予測が可能なタバコ付着臭の成分分析法。松下電工技報, 53(4), 23-27, 2005-11.

F.研究発表

統括報告書に一括記載した。

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表1 喫煙室の配置と排煙方法

施設	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	B-4	C-1	C-2	C-3
喫煙室の配置	非喫煙 場所内	非喫煙 場所内	非喫煙 場所内	非喫煙 場所内	完全 分離	一応 分離	非喫煙 場所内	完全 分離	完全 分離	完全 分離
排煙方法	換気扇 1台	換気扇 1台	換気扇 1台	中央 換気	中央 換気	中央 換気	中央 換気	中央& 清浄機 2台	中央& 清浄機 2台	中央& 清浄機 2台

注) 中央：中央換気方式，清浄機：空気清浄機

表2 喫煙室の構造

施設	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	B-4	C-1	C-2	C-3	Mean	SD
床面積(m ²)	3.43	4.88	7.97	16.27	10.76	6.14	10.21	6.32	4.84	6.32	7.71	3.80
高さ(m)	2.59	2.59	2.60	2.59	2.59	2.59	2.72	2.60	2.59	2.59	2.61	0.04
容積(m ³)	8.88	12.65	20.73	42.11	27.88	15.90	27.75	16.42	12.53	16.39	20.12	9.93
扉面積(m ²)	1.70	1.70	1.70	1.65	1.81	2.07	1.81	1.26	1.11	1.24	1.61	0.30
ガラス等(m ²)	0.33	0.33	0.33	0.15	0.32	0.03	0.64	0.08	0.08	0.08	0.24	0.19

表3 喫煙者率 (%)

施設	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	B-4	C-1	C-2	C-3	Mean	SD
全体数	12	20	41	26	52	18	不明	96	80	83	47.6	31.8
喫煙者数	7	4	19	10	14	5	不明	13	22	17	12.3	6.3
喫煙者率(%)	58.3	20.0	46.3	38.5	26.9	27.8	不明	13.5	27.5	20.5	31.0	14.2

注) 不明：B-4では，喫煙室設置場所が公共の場所であるロビーにあるため，実数の把握ができなかった

表4 喫煙本数

施設	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	B-4	C-1	C-2	C-3	Mean	SD
10:00-11:00	6	2	0	11	29	6	8	15	8	12	9.7	8.1
11:00-12:00	6	2	14	9	21	7	11	11	15	14	11.0	5.4
12:00-13:00	9	4	17	16	29	15	10	23	19	18	16.0	7.2
13:00-14:00	4	1	1	9	17	9	14	16	11	8	9.0	5.7
14:00-15:00	7	0	0	6	16	8	19	9	10	6	8.1	6.0
15:00-16:00	6	2	0	6	18	17	4	30	12	16	11.1	9.3
Total	38	11	32	57	130	62	66	104	75	74	64.9	34.5
Mean	6.3	1.8	5.3	9.5	21.7	10.3	11.0	17.3	12.5	12.3	10.8	5.8
SD	1.6	1.3	7.9	3.7	5.9	4.5	5.1	7.9	3.9	4.6	-	-
Max	9	4	17	16	29	17	19	30	19	18	-	-

表5 喫煙時間 (min)

施設	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	B-4	C-1	C-2	C-3	Mean	SD
10:00-11:00	22	7	0	60	113	19	27	55	31	39	37.3	32.6
11:00-12:00	24	13	85	48	109	18	34	41	49	51	47.2	29.9
12:00-13:00	41	16	147	78	178	63	42	83	83	65	79.6	49.1
13:00-14:00	17	3	2	31	87	34	61	55	42	19	35.1	27.0
14:00-15:00	24	0	0	44	93	26	73	37	42	26	36.5	29.2
15:00-16:00	25	4	0	26	92	65	15	127	49	65	46.8	40.9
Total	153	43	234	287	672	225	252	398	296	265	282.5	165.4
Mean	25.5	7.2	39.0	47.8	112.0	37.5	42.0	66.3	49.3	44.2	47.1	27.6
SD	8.1	6.2	62.8	19.1	33.9	21.3	21.6	33.8	17.8	19.5	-	-
Max	41	16	147	78	178	65	73	127	83	65	-	-

表6 喫煙室における時間平均浮遊粉じん濃度 (mg/m³)

施設	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	B-4	C-1	C-2	C-3	Mean	SD
10:00-11:00	0.070	0.108	0.008	0.116	0.163	0.073	0.076	0.098	0.352	0.041	0.111	0.095
11:00-12:00	0.074	0.050	0.469	0.112	0.144	0.090	0.182	0.098	0.539	0.066	0.182	0.175
12:00-13:00	0.087	0.136	0.836	0.157	0.149	0.174	0.140	0.176	0.739	0.130	0.272	0.274
13:00-14:00	0.060	0.035	0.044	0.157	0.121	0.061	0.289	0.147	0.361	0.032	0.131	0.113
14:00-15:00	0.082	0.011	0.005	0.077	0.083	0.075	0.265	0.070	0.419	0.020	0.111	0.131
15:00-16:00	0.066	0.015	0.005	0.064	0.089	0.124	0.108	0.285	0.490	0.105	0.135	0.147
Mean	0.073	0.059	0.228	0.114	0.125	0.100	0.177	0.146	0.483	0.066	0.157	0.126
SD	0.010	0.051	0.349	0.039	0.033	0.042	0.086	0.078	0.145	0.044	-	-
Max	0.087	0.136	0.836	0.157	0.149	0.174	0.289	0.285	0.739	0.130	-	-

表7 非喫煙場所における時間平均浮遊粉じん濃度 (mg/m³)

施設	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	B-4	C-1	C-2	C-3	Mean	SD
10:00-11:00	0.032	0.010	0.005	0.007	0.005	0.015	0.014	0.004	0.004	0.006	0.010	0.009
11:00-12:00	0.032	0.011	0.007	0.007	0.004	0.012	0.014	0.004	0.004	0.007	0.010	0.008
12:00-13:00	0.027	0.013	0.014	0.007	0.005	0.009	0.013	0.004	0.004	0.007	0.010	0.007
13:00-14:00	0.029	0.010	0.011	0.007	0.005	0.009	0.014	0.005	0.005	0.007	0.010	0.007
14:00-15:00	0.033	0.010	0.006	0.007	0.005	0.009	0.015	0.004	0.004	0.004	0.010	0.009
15:00-16:00	0.035	0.010	0.005	0.008	0.004	0.010	0.012	0.005	0.004	0.005	0.010	0.009
Mean	0.031	0.011	0.008	0.007	0.005	0.011	0.014	0.004	0.004	0.006	0.010	0.008
SD	0.003	0.001	0.004	0.000	0.001	0.002	0.001	0.001	0.000	0.001	-	-
Max	0.035	0.013	0.014	0.008	0.005	0.015	0.015	0.005	0.005	0.007	-	-

表8 一酸化炭素濃度 (ppm)

施設		A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	B-4	C-1	C-2	C-3
非喫煙時	喫煙室	-	ND	ND	ND	ND	1	2	不能	ND	ND
	非喫煙場所	ND	ND	-	-	-	2	2	不能	ND	ND
喫煙時	喫煙室	2	3	0.5	0.5	2	3	2.5	13	3	7
	喫煙場所	ND	-	-	-	-	-	2	ND	ND	ND

注) ND: 検知限界未満, -: 測定せず, 不能: C-1では非喫煙時間帯が限られていたため測定不能であった

表9 境界の風向と風速 (m/s)

施設	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	B-4	C-1	C-2	C-3	Mean	SD
高さ 1.5m	0.25	0.20	0.20	0.28	0.26	0.20	0.20	0.35	0.25	0.30	0.25	0.05
同 1.0m	0.10	0.15	0.15	0.26	0.26	0.12	0.20	0.21	0.20	0.25	0.19	0.06
同 0.5m	0.10	0.05	0.05	0.05	0.22	0.07	0.15	-0.50	0.15	-0.25	0.01	0.22

注) マイナス値のデータは, 風向が喫煙室側からの場合を示す

表10 喫煙室の仕様排気風量 (m³/min)

施設	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	B-4	C-1	C-2	C-3	Mean	SD
排煙装置	17.9	17.9	17.9	27.7	47.2	27.7	8.3	5.0	5.0	5.0	-	-
空気清浄機	-	-	-	-	-	-	-	14.0	2.4	10.0	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	10.0	13.0	10.0	-	-
Total	17.9	17.9	17.9	27.7	47.2	27.7	8.3	29.0	20.4	25.0	23.9	10.3

注) B-1~B-4のデータは, 中央排気装置本体の排気風量を末端位置である喫煙室のもののみとした

表11 ニコチン濃度 (μg/m³) と漏洩率 (%)

施設	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	B-4	C-1	C-2	C-3	Mean	SD
喫煙室	5.45	5.47	19.52	6.27	8.33	3.35	5.49	45.87	46.62	13.60	16.00	16.65
非喫煙場所	0.04	0.15	0.00	0.10	0.11	0.13	0.06	0.06	0.06	0.03	0.07	0.05
漏洩率(%)	0.7	2.7	-	1.6	1.3	3.9	1.1	0.1	0.1	0.2	1.2	1.3

表12 3-ethenylpyrigine濃度 (μg/m³)

施設	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	B-4	C-1	C-2	C-3	Mean	SD
喫煙室	1.02	0.33	0.65	2.71	1.38	5.36	4.12	7.70	6.83	3.94	3.40	2.63
非喫煙場所	0.89	0.75	0.49	2.30	0.60	3.93	3.67	0.59	0.47	0.33	1.40	1.38
漏洩率(%)	87.3	227.3	75.4	84.9	43.5	73.3	89.1	7.7	6.9	8.4	70.4	65.0

(参考値)