

平成12年12月22日

**シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会
中間報告書―第4回～第5回のまとめ について**

平成12年12月15日、第5回シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会（座長：林 裕造 前北里大学客員教授）が開催され、別紙の通り、中間報告書―第4回～第5回のまとめが、とりまとめられた。

当中間報告書は以下の内容を含む。

中間報告書の主な内容

1. 個別の揮発性有機化合物(VOC)の指針値等について
 - (1)室内濃度に関する指針値の概要
 - (2)採取方法と測定方法について
2. 総揮発性有機化合物(TVOC)の空気質指針値策定の考え方について
 - (1)室内空気質 TVOC(暫定目標値)
 - (2)採取方法及び測定方法について
3. 室内空気質指針値の適用範囲の在り方について
4. 室内空气中化学物質に関する機器等目録について
5. 測定・相談マニュアルの基本方針について
6. 次回以降予定する本検討会の課題
 - (1)室内濃度指針値の新たな対象物質
 - (2)測定分析法に係る今後の課題
 - (3)シックハウス用語・略語集の整備
 - (4)空気質に関する情報開示と継続的なモニタリングのための体制

照 会 先

厚生省生活衛生局企画課

生活化学安全対策室

室 長 川原 章 (内 2421)

担 当 吉田 淳 (内 2423)

剣持 和弘 (内 2423)

平野 英之 (内 2424)

電話 03-3503-1711

シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会 中間報告書－第４回及び第５回のまとめ

平成１２年１２月１５日

１．個別の揮発性有機化合物(VOC)の指針値等について

今般、室内空気汚染に係るガイドラインとして、新たにエチルベンゼン、スチレン、クロルピリホス、フタル酸ジ-*n*-ブチルの室内濃度に関する指針値等を取りまとめたので、下記に概要を示す。

(1) 室内濃度に関する指針値の概要（別添１）

ここに示した指針値は、現状において入手可能な科学的知見に基づき、人がその化学物質の示された濃度以下の暴露を一生涯受けたとしても、健康への有害な影響を受けないであろうとの判断により設定された値である。これらは、今後集積される新たな知見や、それらに基づく国際的な評価作業の進捗に伴い、将来必要があれば変更され得るものである。

今回指針値を策定した４物質（エチルベンゼン、スチレン、クロルピリホス、フタル酸ジ-*n*-ブチル）は、平成１２年６月２６日付本検討会中間報告書－第１回～第３回のまとめの３．指針値策定の今後の方針に基づいて選定されたものである。

これら物質の指針値は、いずれも長期間の暴露によって起こる毒性を指標として策定している。

指針値の策定によって、室内空気汚染の低減化が促進され、快適で健康な室内空間が確保されることを期待する。

揮発性有機化合物	毒性指標	室内濃度指針値*
ホルムアルデヒド	ヒト暴露における鼻咽頭粘膜への刺激	1 0 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0. 0 8 ppm)
トルエン	ヒト暴露における神経行動機能及び生殖発生への影響	2 6 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0. 0 7 ppm)
キシレン	妊娠ラット暴露における出生児の中枢神経系発達への影響	8 7 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0. 2 0 ppm)

パラジクロロベンゼン	ビーグル犬暴露における肝臓及び腎臓等への影響	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)
エチルベンゼン	マウス及びラット暴露における肝臓及び腎臓への影響	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88 ppm)
スチレン	ラット暴露における脳や肝臓への影響	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm)
クロルピリホス	母ラット暴露における新生児の神経発達への影響及び新生児脳への形態学的影響	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07 ppb) 但し、小児の場合は、 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007 ppb)
フタル酸ジ-n-ブチル	母ラット暴露における新生児の生殖器の構造異常等の影響	220 $\mu\text{mg}/\text{m}^3$ (0.02 ppm)

*両単位の換算は、25° の場合による

(2) 採取方法と測定方法について（別添2）

2-1 エチルベンゼン及びスチレン

本検討会中間報告書－第1回～第3回のまとめ（平成12年6月26日）にて策定した、室内空气中化学物質の採取方法と測定方法に基本的に従う。必要な追加部分は別添に記す。

2-2 クロルピリホス、フタル酸ジ-n-ブチル

クロルピリホスは固層吸着／溶媒抽出とガスクロマトグラフ／質量分析法の組み合わせによるものとする。なお採取位置は床上 30cm の高さを目安とし、採取時間は新築の場合2時間を目安とする。なお破過を起こすことのないよう十分な容量の採取容器を使用すること。

フタル酸ジ-n-ブチルは基本的に固層吸着／溶媒抽出とガスクロマトグラフ／質量分析計の組み合わせ、または、固層吸着／加熱脱着とガスクロマトグラフ／質量分析計の組み合わせによるものとする。

両物質の測定法の詳細は、パブリックコメント後最終化を図る。

上記の各測定法については、同等以上の信頼性が確保できる方法であれば、設定した標準的方法に代えて用いても差し支えない。スクリーニングの目的で

簡易な方法を用いる場合には、化学物質濃度の過小評価が行われないよう配慮するとともに、指針値に適合しているか否かの最終的判定は、標準的方法と同等以上の信頼性が確保できる方法により行うよう留意すべきであること。

2. 総揮発性有機化合物(TVOC)の空気質指針値策定の考え方について（別添3）

毒性学的知見に基づいた TVOC 指針値設定は現時点では困難ではあるが、現時点で得られる室内 VOC 実態等の調査結果を最大限活用し、合理的に達成可能な範囲で、空気質の状態の目安としての暫定目標値と暫定策定方法を提示することは、室内空気質の状態を向上させ、居住者の健康を確保する上で、有効であると考えられると判断した。

(1) 室内空気質 TVOC（暫定目標値）

室内空気質の TVOC 暫定目標値を $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ とする。この数値は、国内家屋の室内 VOC 実態調査の結果から、ある仮定（別添 3. 2 参照）に基づいて、合理的に達成可能な限り低い範囲で決定した値であり、室内空気質の状態の目安として利用されることが期待される。TVOC 暫定目標値は、毒性学的知見から決定したものではないことから、個別の VOC 指針値とは独立に扱われなければならない。今後 TVOC については、実施される必要な調査研究によって、暫定目標値の妥当性の追跡とリスク評価に基づいた指針の策定が必要である。また発生源や換気に注意し、住宅の構造や日常の住まい方の改善によって、室内空気質の状態を向上させる取組みが不可欠である。

個別 VOC 指針値と TVOC 暫定目標値について

個別 VOC 指針値はリスク評価に基づいた健康指針値であり、その濃度以下であれば通常の場合その VOC は健康への悪影響は起さないと推定された値である。しかしその濃度以下であればその空気質が快適で安全ということでは決してなく、実際には複数の VOCs が存在することから、他の VOC についても順次健康指針値を決めていかなければならない。しかしそれには多大な時間を有すること、またその間に指針値を決めていない有害物質による汚染の進行を未然に防ぐ目的から、VOC 全体としての空气中濃度の目安を示して、個別 VOC 指針値を補足することが重要であると判断した。その際、TVOC としてのリスク評価を行うにはデータが不足していることから、国内における室内 VOC 濃度の実態調査の結果を用いて、合理的に達成可能な限り低い範囲において暫定目標値を決定した次第である。従って個別 VOC 指針値と TVOC 暫定目標値は、現

時点ではそれぞれ独立して扱われるべきものである。

将来リスク評価に基づく TVOC 指針値が設定された場合には、個別 VOC 濃度と TVOC 濃度の双方がそれぞれの指針値を満たしていないと、その空気質は安全であるとは言えない。従って、関係者においては、暫定目標値が将来指針値として設定し直されたときのことを今から念頭におくと同時に、その間、暫定目標値を室内空気質の状態をモニタリングする際の目安として、是非とも快適で安全な室内空間の確保を目指していっそうの努力をしていただきたい。

測定結果の評価方法について

この暫定目標値は、竣工後居住を開始してある程度時間が経過した状態における目安であって、竣工後入居してしばらくの間は、暫定目標値を超える場合も予測される。

また TVOC に含まれる物質の全てに健康影響が懸念される訳ではないこと、またその中には日常の居住環境で用いられる発生源に由来する物質が含まれることに留意すべきである。

従って、測定された TVOC 値が暫定目標値を超える結果が得られた場合には、測定時期や、その中に含まれる物質の種類や由来を確認した上で、個々の良否の評価を行うべきである。例えば、天然材を用いた住宅のような場合は、特定の天然成分が高濃度で測定される可能性が高いことから、特別な配慮が必要であろう。

この点は、本検討会中間報告書（2000 年 6 月 26 日）において、背景因子の異なる個々の測定値と指針値との関係について更なる検討を進めることの重要性に言及している通りである。

(2) 採取方法及び測定方法について

詳細な TVOC 測定手順を作成・公表するまでの間、現時点のスキームは、欧州委員会共同研究センター研究所「室内空気質とヒトへの影響報告書 No.19：室内空気質の検討における総揮発性有機化合物(TVOC)(1997)にて勧告された TVOC 決定手順を参考にし、以下の通りとする。

○採取と分離

- ・本検討会中間報告書－第 1 回～第 3 回のまとめ（平成 12 年 6 月 26 日）にて策定した、室内空气中化学物質の採取方法に基本的に従う。少なくとも 2 本の捕集管に空気を採取する。

○検出と定量

- ・まず、TVOC 値のスクリーニングのために直接読取法にて、指定範囲内のピーク面積をトルエン換算値として求める。
- ・スクリーニングにて暫定目標値を超過するような場合は、GC/MS 法により出来る限り個別物質の同定及び定量を行う。
- ・定量した物質に相当するチャート上のピークのトルエン換算値を差し引き、代わりに厳密に定量した値を加える。この定量値の合計を TVOC とする。
- ・同定すべき個別物質については暫定的にリストに掲載されているが、実態調査を含め、現在精査・検討中である。

○同定が必要な VOC の代表例

- ・芳香族炭化水素：トルエン、エチルベンゼン、キシレン、スチレンなど
- ・脂肪族炭化水素：ノナン、デカン、トリデカン、テトラデカンなど
- ・オキシ化炭化水素：1-ブタノール、ノナナール、メチルエチルケトンなど
- ・ハロゲン化炭化水素：トリクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタンなど
- ・その他：酢酸エチル、酢酸ブチルなど

3. 室内空気質指針値の適用範囲の在り方について（別添4）

本検討会で策定される指針値は、生産的な生活に必須な特殊な発生源がない限り、あらゆる室内空間（下記）に適用されるべきである。特に弱者（小児、高齢者、妊婦、病人など）が暴露される可能性の高い空間においては、積極的な空気質管理が求められ、当事者による継続的なモニタリングによってその効果を高めていくべきである。

住居（戸建、集合住宅）、オフィスビル（事務所、販売店など）、病院・医療機関、学校・教育機関、幼稚園・保育園、養護施設、高齢者ケア施設、宿泊・保養施設、体育施設、図書館、飲食店、劇場・映画館、公衆浴場、役所、地下街、車両、その他

4. 室内空気中化学物質に関する機器等目録について（別添5）

室内空気の測定機器や方法につき、目的に応じた選択をする際の参考となる

ものとして、原理その他特徴を含めて現時点で利用可能な測定機器についての目録を作成した。

当該目録は、(財)ビル管理教育センターを通じて行った製品調査による企業からの回答を基に作成したものである。従って本検討会として検証を行ったものではないので、技術的な参考資料として、測定依頼者等関係者に利用していただきたい。

なお本目録については、測定機器の新開発や改良等に伴い、順次更新していくものとする。公表の仕方については、厚生省や(財)ビル管理教育センターのホームページ等において、また、別途作成中の測定・相談マニュアルに添付する等して行うものとする。

5. 測定・相談マニュアルの基本方針について

○測定マニュアル

標準的測定法については中間報告書に詳しいが、記載は純粹に測定の方法についてのものであるため、運用については触れていない。また、測定を行うことによって判明するのは、室内空気中の化学物質濃度であり、測定を行うことは即問題の解決とはならず、また何らかの負担が依頼者にかかるものである。測定にあたっては依頼者に十分な理解を得る必要がある。そのため、

- ・測定法の性格と選択
- ・測定にあたって聞き取るべき事項
- ・記載すべき現場及び周辺状況
- ・現場でのアドバイスのポイント
- ・疑義照会例

等を盛り込むものとする。

○相談マニュアル

室内空気汚染に関する問題には、建物自身が抱える問題と、住宅構造の変化に対する住まい方の問題という2面があり、これについてはアドバイスが不十分であった、情報が不十分であったという側面がある。また、断片的な情報が紹介され、これも情報の不確実さと不十分さから不安や疑義の訴えも増加してくるものと思われる。そのため、

- ・相談対応の基本的流れ
- ・室内空気を汚染する可能性のある揮発性有機化合物について
- ・室内空気を汚染する可能性のある揮発性有機化合物の発生源について

・建材等の規格について
等を盛り込むこととする。

6. 次回以降予定する本検討会の課題

(1) 室内濃度指針値策定の新たな対象物質

本検討会中間報告書－第1回～第3回のまとめ（平成12年6月26日）の「3. 指針値策定の今後の方針について」に従い、個別の指針値策定の次の対象は、以下の通りとする。

テトラデカン
ノナナール
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル
ダイアジノン

(2) 測定分析方法に係る今後の課題

○フタル酸エステル類

フタル酸エステル類については、今回フタル酸ジ-*n*-ブチルが指針値対象とされているが、他にも存在する。それぞれについては追って触れることになる。物質の性質上、採取・測定分析法については他の VOC とは異なるので、パブリックコメント後、最終化をはかる。

○クロルピリホス測定法

クロルピリホスについては、指針値のレベルと防蟻剤という性質上、採取・分析方法は他の VOC とは異なるので、パブリックコメント後最終化をはかる。

○TVOC測定暫定マニュアル作成

TVOC については、どのような測定法を定めるかにより、測定される実態値が大きく異なることになる。そのため、最低限必要な手順を示す必要がある。

- ・必須 VOC リストと標準品
- ・採取～分離～検出～定量の詳細
- ・検出範囲 (analytical window)
- ・簡易法によるスクリーニングと標準法

○測定法目録の更新

測定機器や測定法は、常に更新される性質のものであるので随時更新が必要である。また、現状の目録は、事業者の自己申告に基づくものであるが、第三者による検証が行われれば、これも盛り込むことが望ましい。

- ・測定機器の新開発や改良による目録更新
- ・室内空気対策研究会との協力による検証実施

○測定・相談暫定マニュアルの完成

(3) シックハウス用語・略語集の整備

現在作成中の測定・相談マニュアル及び測定法目録と併せて、正しい知識の普及と相談専門家の養成のためのテキストとして、さらには行政当局や一般消費者にも便利に利用できるような、シックハウス問題関連用語・略語集の作成を行う。

(4) 空気質に関する情報開示と継続的なモニタリングのための体制

建材や家庭用品等の発生源を生産・供給する業者による情報開示、また継続的なモニタリング体制として、建物の生産者又は管理者が、自ら自主的に又は居住者等その室内空間で生活活動を営む者からの要求によって、定期的に空気質汚染のチェックを行いその情報を開示し、双方でモニタリングをしていくシステムが必要である。

そこで、例えば測定機関や室内空間の管理者又は居住者の協力を得て、シックハウス（室内空気汚染）問題に関する室内空気質モニター制度を設置して、定期的にデータを集計・公表し、室内環境評価に利用していくことを検討する。

(別添 1)

2000 年 9 月 25 日

厚生省生活衛生局企画課生活化学安全対策室
シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会事務局
(2000 年 12 月 15 日改訂)

室内空気汚染に係るガイドライン案について
—室内濃度に関する指針値—

1. エチルベンゼンについては、マウス及びラットにおける吸入暴露に関する知見から、肝臓及び腎臓に影響を及ぼさないと考えられる無作用量を基に、室内濃度指針値を $3800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88ppm) と設定した。
2. スチレンについては、ラットにおける吸入暴露に関する知見から、脳や肝臓に影響を及ぼすと考えられる最小毒性量を基に、室内濃度指針値を $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05ppm) と設定した。
3. クロルピリホスについては、母動物が経口暴露された仔ラットの発育に関する知見から、神経発達に影響を及ぼすと考えられる最小毒性量を基に、吸入暴露に置き換えて、室内濃度指針値を $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppb) と設定した。
また特に新生児脳の形態学的変化に係る知見を考慮し、小児を対象とした指針値を $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007ppb) と設定した。
4. フタル酸ジ・n・ブチルについては、母動物が経口暴露された仔ラットの発育に関する知見から、生殖器の構造異常等の影響を及ぼすと考えられる最小毒性量を基に、吸入暴露に置き換えて、室内濃度指針値を $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppm) と設定した。

1. エチルベンゼンの室内濃度指針値案の策定

- (1)発がん性に関して、マウスとラットへの各吸入暴露実験において、雄マウスの肺腺腫の発生増加、雌マウスの肝腺腫の発生増加、また雄ラットの尿細管腺腫・癌腫の発生増加が報告されている。
- (2)工場でエチルベンゼンに暴露されている可能性のある作業者を対象にした2つの調査では、発がん率や発がんによる死亡率が特に増加したという知見は得られていない。
- (3)変異原性に関して、細菌、酵母、昆虫細胞では陰性であった。チャイニーズハムスター胚細胞では染色体異常を誘発せず、培養ヒトリンパ球でも非常に弱い陽性を示す程度であった。シリアンハムスター胚細胞では陽性であったものの、*in vivo* では微小核を誘発しなかった。
- (4)以上のことから、エチルベンゼンの発がん性については、実験動物においては十分な証拠が認められるものの、遺伝毒性は多くの実験系において陰性であり、またヒトにおいては発がん性を示唆する証拠は得られていないことから、エチルベンゼンの指針値の策定には、その他の毒性指標を基に、耐容1日摂取量を算出して求める方法が適当と判断した。
- (5)エチルベンゼンは、動物及びヒトに対し、中枢神経系に対する毒性並びに鼻粘膜や眼に対する刺激性を示す。これらは、ヒトへの単回暴露の場合、430～860mg/m³の濃度より現れる。
- (6)Wistar 系雌ラットにエチルベンゼン0、13.6、136、408 及び 680mg/kg/日を、週5日6ヶ月間、胃に強制経口投与した結果、408 及び 680mg/kg 投与群にて、肝・腎重量の僅かな増加や一部の肝細胞の僅かな肥大等の変化が認められた。
- (7)ラット (F-344/N) 及びマウス (B6C3F1) に、エチルベンゼン0、430、1075、2150、3225 及び 4300mg/m³を、1日6時間、週5日、13週間、吸入暴露した結果、3225 及び 4300mg/m³投与群にて、マウスの雄雌において、用量相関性のある肝臓絶対重量の増加が見られた他、4300mg/m³では、雌マウスの腎臓相対重量の増加が観察された。雄ラットにおいては、3225 及び 4300mg/m³ 投与群にて、肝臓・腎臓の絶対及び相対重量の増加が見られた。

雌ラットでは、2150、3225 及び 4300mg/m³ 投与群にて、肝臓・腎臓の絶対重量の増加が見られたが、相対重量の増加は観察されなかった。いずれの場合もエチルベンゼンに関係した組織学的変化は認められなかった。他の臨床化学検査にも異常は認められず、精子や膣粘膜上皮細胞にも変化は見られなかった。

(8)ラット (Wistar 系) の妊娠 1～19 日まで、及びウサギ (ニュージーランド白) の妊娠 1～24 日まで、0、430 及び 4300mg/m³ のエチルベンゼンを、1 日 6～7 時間吸入暴露させた場合、ウサギでは、2 用量群において対照群に比し有意に ($p<0.05$) 生存胎児数が減少したが、胎児着床数、死亡及び吸収胚数には対照群との間に有意差はみられなかった。ラットでは、4300mg/m³ 投与群にて母動物の肝臓、腎臓及び脾臓重量の増加が見られ、また胎児において、2 用量群とも有意な ($p<0.05$) 肋骨数の増加が観察された。

(9)ラット(CFY)の妊娠 7～15 日まで 600、1200 及び 2400mg/m³ のエチルベンゼンを 1 日 24 時間連続暴露させた結果、2400mg/m³ で骨格形成遅延、肋骨数の増加、胎児発育率の減少が見られた。ウサギ (ニュージーランド白) の妊娠 7～20 日まで 500 及び 1000mg/m³ のエチルベンゼンを連続暴露させた場合は、1000mg/m³ で流産による胎児数の減少が観察された。ラット胚をエチルベンゼン含有キシレン下で培養した実験では、用量依存的な胚の成長阻害が認められたものの、催奇形成は認められなかった。

(10)職業暴露に関する多くの疫学的調査が実施されているが、これらは、エチルベンゼンを含む溶媒混合物への暴露を調査しているため、観察された異常がエチルベンゼンに由来するものなのかどうかの特定は困難である。なお、エチルベンゼン生産工場の 200 人の作業者を対象にした 20 年間の健康医学調査が実施されているが、血液学的な異常は観察されていない。この際の、マンデル酸濃度から推定したエチルベンゼンの最大暴露濃度は 86mg/m³、平均暴露濃度は 8.6mg/m³ であった。

(11)ヒト暴露データからは、(10)より NOEL が 8.6～86mg/m³ の間にあると推定されるが、このデータからは用量相関性が導けないため、指針値の推定に用いることは適切ではない。生物学的に意義のある毒性知見としては、(7)の動物試験において用量相関性のある毒性発現が認められており、リスク評価には、このデータから無作用量(NOEL)を決定して指針値を求めることが適当と判断した。肝臓重量の増加は、病理組織学的変化を伴っていないので、無

毒性量 (NOAEL) は 4300mg/m^3 よりも高濃度に位置すると思われるが、無作用量 (NOEL) となる 2150mg/m^3 を指針値の計算に用いることとした。1 日 24 時間及び週 7 日に平均化し、不確実係数 100 (種差 10、個体間差 10) を考慮すると、エチルベンゼンの室内濃度指針値 $= 2150\text{mg/m}^3 \times 6/24 \times 5/7 \times 1/100 = 3.8\text{mg/m}^3$ ($= 3800 \mu\text{g/m}^3$; 0.88ppm) と推定された。

(参考文献)

1. IPCS Environmental Health Criteria 186, ETHYLBENZENE, World Health Organisation, Geneva 1996
2. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol 77, ETHYLBENZENE, World Health Organisation International Agency for Research on Cancer, Lyon 2000
3. NTP (1992) Toxicity studies of ethylbenzene in F344/N rats and B6C3F1 mice (inhalation studies), US Department of Health and Human Services, National Toxicology Programme, NIH Publication No.92 - 3129

2. スチレンの室内濃度指針値案の策定

- (1) スチレンは代謝活性化されてエポキシド体となって変異原性を示す可能性が疑われるものの、細菌、酵母及びほ乳類細胞を用いた各種 *in vitro* 試験並びには乳動物を用いた各種 *in vivo* 試験の結果からは、むしろ変異原性を否定する結果が多く得られている。7,8-エポキシド体を直接作用させた場合においても、*in vitro* 試験では多くの実験系で陽性であったものの、*in vivo* 試験では変異原性を否定する結果が得られている。
- (2) 発がん性に関して、スチレン 1350mg/kg/日を O₂₀ 系マウスに経口投与した場合、肺腫瘍の増加を誘発したことが報告されているが、Fischer344 ラットでは、500、1000 及び 2000mg/kg/日の投与群で、腫瘍発生率に差が見られなかった。また 7,8-エポキシド体をラットに経口投与した場合は、50 及び 250mg/kg/日を週 4 又は 5 日、52 週の投与により、前胃の乳頭腫及び扁平上皮癌が観察され、また別の実験で、100～150mg/kg/日を 120 週、ラットに投与した場合、前胃癌及び肺腫瘍が誘発されたことが報告されている。
- (3) 非常に高濃度のスチレンに暴露された強化プラスチック生産作業員において、末梢血リンパ球の染色体異常の増加が認められている以外は、暴露量の低いそれ以外のプラスチック生産作業員の事例も含め、ヒト遺伝子への明確な影響は認められていない。各調査とも交雑因子が多く、結果のバラツキが非常に大きく、用量相関性は見いだされていない。
- (4) 発がん性に係る幾つかの疫学的調査では、スチレン含有ゴムを扱う作業員に白血病やリンパ腫が発生した等の報告が少数あるものの、因果関係は明かにされておらず、ヒトでのスチレン暴露と癌発生との関連性は否定されている。
- (5) このように、スチレンの発がん性を示唆する証拠は、一部の動物実験に限定されており、ヒトでの発がん性や遺伝子障害性を示唆する証拠は得られていないことから、スチレンの指針値の策定には、その他の毒性指標を基に、耐容 1 日摂取量を算出して求めることが適当と判断した。
- (6) 急性毒性に関して、ラットの経口 LD₅₀ は 5～8g/kg 体重であった。またラットにスチレンを 5460mg/m³ の濃度より 1～4 時間単回吸入させた場合、鼻粘膜及び眼の刺激や中枢神経系の抑制が見られている。

- (7)亜急性及び慢性毒性に関して、ラットに $1260\text{mg}/\text{m}^3$ のスチレンを 1 日 6 時間、週 5 日、11 週吸入させた場合、脳内軸索タンパク質の変化、腎臓及び肝臓の薬物代謝酵素誘導、肝臓の組織学的変化、肝臓等のグルタチオン量減少が認められている。 $420\text{mg}/\text{m}^3$ のスチレンを投与した場合は、グルタチオン量の大きな減少は認められていない。
- (8)雌ラットに週 5 日 6 ヶ月間経口投与した試験では、肝・腎重量の増加のみが観察され、NOAEL は $133\text{mg}/\text{kg}$ であった。またビーグル犬に 0、200、400 及び $600\text{mg}/\text{kg}/\text{日}$ のスチレンを 19 ヶ月間経口投与した試験では、 $400\text{mg}/\text{kg}$ 投与群より、用量依存的に、赤血球内ハインツ小体の増加が認められ、NOAEL は $200\text{mg}/\text{kg}$ であった。
- (9)生殖発生毒性に関して、ラットの妊娠 6～15 日にスチレン 180 及び $300\text{mg}/\text{kg}/\text{日}$ を投与しても胎児死亡率や妊娠率に変化は見られなかった。ラットの 3 世代試験は、2 年間スチレン混入飲料水 ($7.7\sim 21\text{mg}/\text{kg}/\text{日}$) を投与して実施されたが、スチレン暴露と関係のある生殖発生の異常は認められなかった。一方、スチレン $400\text{mg}/\text{kg}/\text{日}$ を 60 日間経口投与した雄ラットでは、精子数の減少や精細管の萎縮が認められ、雌よりも雄の生殖系がスチレン暴露の影響を受けやすいことが示唆された。マウスに 1130 及び $1260\text{mg}/\text{m}^3$ のスチレンを 1 日 6 時間、5 日間吸入させても、精子頭の異常の頻度に差はみられなかった。
- (10)スチレンのヒト短期暴露に関して、健常ボランティアによる複数の暴露実験が報告されている。これらを要約すると、 $0.2\sim 0.34\text{mg}/\text{m}^3$ から臭いによる不快感、 $420\sim 840\text{mg}/\text{m}^3$ を超えると鼻腔粘膜や眼の刺激性、及びめまい・頭痛などの中枢神経系の症状が起きる傾向がある。 $630\sim 840\text{mg}/\text{m}^3$ から反応時間や行動、平衡感覚への影響、さらに $1470\text{mg}/\text{m}^3$ を超えると、明かな中枢神経系の障害が起こりうる。
- (11)また職域でのヒト長期暴露に関する各種疫学的調査成績を総合した結果、 $210\text{mg}/\text{m}^3$ の暴露で末梢神経伝達速度の遅れ、 $105\text{mg}/\text{m}^3$ 以上の暴露で数字符号テストや反応時間の遅れ、 $126\text{mg}/\text{m}^3$ 以上の暴露で色覚障害が起こりうるとされ、神経機能障害を引き起こす可能性のないと推定される職域の濃度として $85\text{mg}/\text{m}^3$ が提案されている。しかし、生殖への影響等については、交絡要因が非常に多く、現在までのデータからは明かになっていない。

(12)従ってスチレンの室内濃度指針値の算出には、入手した毒性知見から最も安全サイドにたった数値が得られるデータを採用することとし、(7)のラット11週の吸入毒性データを用いることとした。LOAEL=1260mg/m³として、耐容1日摂取濃度を計算すると、1日24時間及び週7日に平均化し、不確実係数を1000 (LOAEL10、種差10、個体間差10) で計算すると、スチレンの室内濃度指針値は、 $1260\text{mg/m}^3 \times 6/24 \times 5/7 \times 1/1000 = 0.225\text{mg/m}^3$ (=220 $\mu\text{g/m}^3$; 0.05ppm) と推定された。

(参考文献)

1. IPCS Environmental Health Criteria 26, STYRENE, World Health Organisation, Geneva 1983
2. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol 60, STYRENE, World Health Organisation International Agency for Research on Cancer, Lyon 1994
3. Savolainen, H. et al., Effects of chronic styrene inhalation on rat brain protein metabolism, Acta Neuropath, 1977, 40, 237-241
4. Savolainen, H. et al., Behavioural and glial cell effects of inhalation exposure to styrene vapour with special reference to interactions of simultaneous ethanol intake, Acta Pharmacol. Toxicol., 1980, 46, 51-56
5. Vainio, H. et al., Adaptive changes caused by intermittent styrene inhalation on xenobiotic biotransformation, Toxicol. Appl. Pharmacol., 1979, 49, 7-14
6. Elovaara, E. et al., Effects of intermittent styrene inhalation, ethanol intake and their combination on drug biotransformation in rat liver and kidneys, Med. Biol., 1979, 57, 321-327
7. Toxicological profile for STYRENE (TP-91/25), US Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1992
8. 産業衛生学雑誌第41巻4号 p130 (1999年7月)、(社)日本産業衛生学会

3. クロルピリホスの室内濃度指針値の策定

- (1) 遺伝子毒性に関して、雄ショウジョウバエ *D.melanogaster* において、 $0.717\text{mg}/\text{m}^3$ (吸入)、 $0.05\text{mg}/\text{kg}$ (経口) のクロルピリホスの投与によって、全染色体欠損の増加が誘発されることが認められている。またマウス経口 14 日間投与では、 $4.18\text{mg}/\text{kg}/\text{日}$ にて小核の増加が報告されている。
- (2) 発がん性を示唆する動物試験データはこれまでのところ報告されていない。
ラット及びビーグル犬にクロルピリホス $3\text{mg}/\text{kg}/\text{日}$ を 1～2 年食餌投与した試験では腫瘍の発生の増加は認められていない。
- (3) ヒト血液細胞に対する影響については、最近の報告で、有機リン系殺虫剤を家庭内使用した 8 事例について調査した結果、通常使用する用量への暴露で、染色体異常を引き起こしたことが示され、将来的な発がんリスク増大への懸念が指摘されている。しかしながら現時点においては、用量相関性を明かにした報告はなく、発がん性の有無についてのデータも報告されていない。
- (4) これらより、クロルピリホスについては、ヒト遺伝子障害の可能性を示唆する知見があるものの、用量相関性は明かにされておらず、発がん性との関係も明かにされていないことから、現時点では、クロルピリホスの指針値の策定には、耐容 1 日摂取量を算出して求めることが適当と判断した。
- (5) 急性毒性に関して、マウス吸入 LD_{50} が $94\text{mg}/\text{kg}$ 、雌ラット吸入 LD_{50} が $78\text{mg}/\text{kg}$ 、ラット経口 LD_{50} が $82\sim 163\text{mg}/\text{kg}$ と報告されている。
- (6) 亜急性及び慢性毒性に関して、Fischer344 ラットに 0、0.075、0.148 及び $0.295\text{mg}/\text{m}^3$ のクロルピリホスを 1 日 6 時間、週 5 日、13 週間、吸入暴露した試験結果が報告されているが、最大用量でも、呼吸器や肝臓、腎臓、体重、中枢神経系、生殖器、血液学的検査及び生化学的検査等、いずれも影響は認められていない。
- (7) 経口投与では、中枢神経系以外の特記すべき影響は認められていない。中枢神経系への毒性に関しては、いくつかの報告がされている。Fischer344 妊娠ラットの妊娠 6～15 日に投与した場合、3 及び $15\text{mg}/\text{kg}/\text{日}$ の用量で、赤芽球アセチルコリンエステラーゼ活性の著しい減少が認められ、 $15\text{mg}/\text{kg}/\text{日}$ では、有機リン系化合物による中毒症状（過剰唾液、震え等）が観察された。しか

し 0.1mg/kg/日では、異常は認められなかった。

- (8)雌 CF-1 マウスに 1、10 及び 25mg/kg/日の用量で妊娠 6～15 日投与した場合、1mg/kg/日より、血漿及び赤芽球コリンエステラーゼ濃度の著しい低下が認められた。同様な実験を 0.1、1 及び 10mg/kg/日で実施したところ、無影響量は、0.1mg/kg/日であることが確認された。
- (9)赤芽球及び血漿コリンエステラーゼ濃度の著しい低下は、1mg/kg/日を食餌投与した Sprague-Dawley 雌雄ラットの F1 及び F2 にも認められたが、0.1mg/kg 日では変化は認められなかった。
- (10)鶏を用いた反復投与試験では、1 日 10mg/kg を 20 日間投与、4 週間の回復期間をおいて観察した結果、体重、脳重量、血中アセチルコリンエステラーゼの著しい減少が認められ、また脳内アセチルコリンエステラーゼ活性が大きく抑制された。
- (11)ラットに 2 年間食餌投与した場合、3mg/kg/日の用量では、いずれの測定時点でも脳内アセチルコリンエステラーゼ活性の抑制が見られ、1 及び 3mg/kg/日の用量では、血漿及び赤血球アセチルコリンエステラーゼ活性の抑制が認められたが、0.1mg/kg/日以下の用量では影響はみられていない。ビーグル犬に 2 年間食餌投与した結果でも、1～3mg/kg/日の用量で、同様の所見が認められている。
- (12)生殖発生毒性に関して、(7)においては、15mg/kg/日の用量で、膣出血が観察され、また(8)においては、25mg/kg/日の用量にて、母胎の毒性影響考えられる、胎児の骨格変化が認められているが、それ以外に特記すべき影響は報告されていない。
- (13)ヒトでは、クロルピリホスの誤吸入によるアセチルコリンエステラーゼ抑制に由来する中枢神経系の各種症例が報告されている。一方、慢性暴露に関して、クロルピリホスの生産に携わる作業員群 175 人と有機リン系化合物の暴露経験のないコントロール群 335 人との間で、疾病の発生の比較調査が実施されているが、特記すべき差は認められていない。
- (14)ボランティア成人男性を対象に 0.1mg/kg/日を 9 日、0.03mg/kg/日を 20 日経口投与した試験が報告されている。前者では血漿コリンエステラーゼ活性

が 66%抑制されたが、0.03mg/kg/日では影響はみられなかった。

(15)眼毒性について、ヒト疫学的調査研究や、ビーグル犬に有機リン剤を 2 年間 5-15mg/kg/日経口投与した実験、およびラットにクロルピリホスを経口投与した実験によれば、近視誘発や眼軸延長の変化による眼屈折の異常の発生が報告されている。なお経口投与をビーグル犬に行なった場合は、半年、及び 1 年の投与では近視発生は対照との間に有意差なく、最低 15 ヶ月以上の投与が必要であるとされている。

(16)本年 6 月に、米国環境保護庁(US-EPA)から、直近のデータを加味したクロルピリホスのリスク再評価の結果が明かにされているが、その中では、次の 2 つの新たな知見が報告されている。

(17)まず、慢性毒性に関して、イヌ経口 90 日及び 2 年間投与試験、ラット 90 日及び 2 年間投与試験、ラット神経発達毒性試験の 5 試験の結果を weight-of-evidense の考え方に従って評価した結果、0.22~0.3mg/kg/日の用量で血漿及び赤血球コリンエステラーゼ活性の顕著な抑制が認められ、無毒性量 (NOAEL) は、0.03mg/kg/日と決定された。

(18)次に、ラット神経発達毒性試験に関して、妊娠ラットに 2 週間クロルピリホスを投与した結果、1mg/kg/日群では、出生後 66 日の雌仔ラットにおいて、脳外皮質の減少が、顕著な用量依存性をもって認められ、また 5mg/kg/日群では、雌雄仔ラットにおいて体重及び体重増加率の減少、食餌摂取量の減少の他、成長抑制、発達遅延、脳重量の減少、脳の形態学的変化が認められた。一方母胎では、0.3mg/kg/日群にて血漿及び赤血球コリンエステラーゼ活性抑制が、1mg/kg/日群にて顕著な脳内コリンエステラーゼ活性抑制が、また 5mg/kg/日群では、筋線維束、過呼吸、過行動、体重増加抑制の所見が認められた。最小毒性量(LOAEL)が 0.3mg/kg/日と決定されている。

(19)これらの試験結果から、クロルピリホスは低用量でも新生児に影響を及ぼす可能性があること、成熟動物と幼若動物でクロルピリホスへの反応性の明確な違いがあること、クロルピリホスはコリンエステラーゼ抑制作用とは関係なく脳発達に影響を及ぼす可能性のあること、また仔動物の無毒性量 (NOAEL)が決定できないこと、が指摘された。

(20)そこで US-EPA の FQPA(Food Quality Protection Act)安全係数委員会は、

クロルピリホス暴露による新生児及び小児への影響を未然防止するためには、安全係数 10 を維持しなければならないと勧告し、さらにその係数は、急性・慢性暴露や居住暴露の全てにおいて、新生児、小児及び妊娠可能な女性に適用されうると決定している。

(21)以上のことから、クロルピリホスの指針値の推定においては、より直近のデータによって低濃度での影響が用量相関性をもって明かにされている(18)神経発達毒性試験の結果を用いて計算することが適当と判断した。すなわち、 $LOAEL = 0.3 \text{ mg/kg/日}$ として耐容 1 日摂取量を求めた場合、不確実係数 1000 ($LOAEL10$ 、種差 10、個体間差 10)、ヒト体重 50kg、ヒト呼吸量 $15 \text{ m}^3/\text{日}$ として、クロルピリホスの室内濃度指針値 $= 0.3 \text{ mg/kg/日} \times 1/1000 \times 50 \text{ kg} \times 1/15 \text{ m}^3/\text{日} = 0.001 \text{ mg/m}^3 (= 1 \mu \text{ g/m}^3 ; 0.07 \text{ ppb})$ と推定される。なお本物質については、特に、新生児の脳に形態学的変化を起こす知見から、小児等弱者を対象とした指針値として、更に不確実係数 10 を考慮し、クロルピリホスの室内濃度指針値（小児等弱者に対して）を $0.0001 \text{ mg/m}^3 (= 0.1 \mu \text{ g/m}^3 ; 0.007 \text{ ppb})$ と推定した。

(22)また、直近のデータも加味した 5 種類の長期投与試験データから NOAEL が決定されている(17)の結果を考慮した場合、 $NOAEL = 0.03 \text{ mg/kg/日}$ として耐容 1 日摂取量を求めると、不確実係数 100（種差 10、個体間差 10）、ヒト体重 50kg、ヒト呼吸量 $15 \text{ m}^3/\text{日}$ として、クロルピリホスの室内濃度指針値 $= 0.03 \text{ mg/kg/日} \times 1/100 \times 50 \text{ kg} \times 1/15 \text{ m}^3/\text{日} = 0.001 \text{ mg/m}^3 (= 1 \mu \text{ g/m}^3 ; 0.07 \text{ ppb})$ と推定され、(21)と同値となった。

(参考文献)

1. Toxicological profile for CHLORPYRIFOS, US Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1997
2. Human Health Risk Assessment CHLORPYRIFOS (revised), US Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programmes, 8 June 2000.
3. Genotoxicity from Domestic Use of Organophosphate Pesticides, A.D.Lieberman et al., JOEM, Volume 40, No.11, November 1998, p954
4. The Organophosphate Pesticide Chlorpyrifos Affects Form Deprivation Myopia, A.M. Geller et al., IOVS, June 1998, Vol.39, No.7, p1290
5. Development of Myopia following chronic organophosphate pesticide

intoxication: an epidemiological and experimental study, S.Ishikawa et al., Neurotoxicity of the Visual System, edited by W.H.Merigan and B. Weiss. Raven Press, New York, 1980, p233

- 6 . Increase of Myopia—possible interaction of environmental chemicals, S.Ishikawa et al., Springer-Verlag Tokyo 2000, printed in Hong-Kong.

(別添 2)

採取方法と測定方法について

○エチルベンゼン測定法

VOC の標準的測定法を用いて測定する。以下を追補事項として加える。

- ・ 3.1.2(3)、3.2.2(3)、3.3.2(4)にある標準物質として、エチルベンゼンの純度が 98%以上の高純度試薬を用いる。
- ・ 3.1.3(7)、3.2.3(8)、3.3.3(8)の表 1 にある測定対象物質と測定用質量数は以下の表による。

測定対象物質	測定質量数
エチルベンゼン	91, 106

- ・ 3.1 注 7、3.2 注 10、3.3 注 8 にある標準源ガスにはエチルベンゼンも同時に混合してよい。

○スチレンの測定法

VOC の標準的測定法を用いて測定する。以下を追補事項として加える。

- ・ 3.1.2(3)、3.2.2(3)、3.3.2(4)にある標準物質として、スチレンの純度が 98%以上の高純度試薬を用いる。
- ・ 3.1.3(7)、3.2.3(8)、3.3.3(8)の表 1 にある測定対象物質と測定用質量数は以下の表による。

測定対象物質	測定質量数
スチレン	104, 77

- ・ 3.1 注 7、3.2 注 10、3.3 注 8 にある標準源ガスにはスチレンも同時に混合してよい。

注：捕集剤の種別やロットにより捕集効率が異なることがあるので、回収率を確認しておく必要がある。

クロルピリホスの測定方法（暫定案）

ここに掲げる測定方法は、室内空気中のクロルピリホスを対象とする。室内空気の採取は、新築住宅における場合と居住住宅における場合では異なる方法による。基本的に VOC の採取方法に準拠するが、防蟻剤の使用状況と性質を考慮し、新築の場合の採取時間は概ね 2 時間、採取の高さは目的に応じ床上約 30cm ～ 1.5m の範囲内とする。室内空気採取は、居間（リビング）および寝室で採取し、いずれかの高い値を記載し、評価する。また外気の影響を考慮するため、同時に外気も採取する。試料は、固相吸着－溶媒抽出法によって採取し、基本的にガスクロマトグラフ／質量分析計と連動した装置によって測定する。（注 1）

1. 1. 1. 測定方法の概要

捕集装置に室内空気及び外気を一定流速で吸引して、測定対象物質を捕集する。捕集装置から測定対象物質を溶媒で溶出させ、これをキャピラリーカラムに導入して GC/MS により分離、定量することを基本とする。

1. 1. 2. 試薬

- (1) アセトン：1 μ l 程度を GC/MS に注入したとき、測定対象物質及び内標準物質のクロマトグラムに妨害を生じないもの。
- (2) 標準物質：クロルピリホスは残留農薬分析用標準物質、またはこれと同等以上のもの。
- (3) 標準原液（1000 μ g/ml）：各メスフラスコ 10ml に標準物質 10mg を精秤し、アセトンを加えて 10ml とする。この溶液 1ml は各々の標準物質 1000 μ g を含む。（注 2）（注 3）
- (4) 標準溶液（100 μ g/ml）：標準原液の一定量をアセトンを用いて 10 倍に希釈する。この溶液 1ml は各々の標準物質 100 μ g を含む。（注 2）（注 3）
- (5) 高純度窒素ガス：測定対象物質及び内標準物質のクロマトグラムに妨害を生じないもの。（注 4）

1. 1. 3. 器具および装置

- (1) 抽出瓶：ガスクロマトグラフ用バイアル（容量 0.1 ～ 2ml）
- (2) マイクロシリンジ：容量 1 ～ 10 μ l または 10 ～ 100 μ l が計りとれるもの。
- (3) 共栓付き試験管：10ml 程度が計りとれるもの。（注 5）
- (4) 試料採取装置：試料採取装置は、捕集装置、マスフローコントローラ、ポンプ、ガスメータとを連結したものから成り、その例を図 1 に示す。

試料採取装置に使用する器具類は十分に洗浄して汚染に注意する。試料採取に当たって装置を組み立てた後、漏れのないことを確認する。

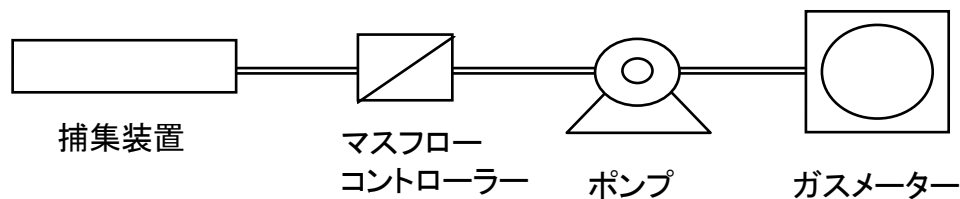


図 1 試料採取装置

1) **捕集装置**：スチレンジビニルベンゼン共重合体またはオクタデシルシリル化シリカゲルを捕集剤として利用したもの。またはこれらを組み合わせたもので測定対象物質に対して十分な捕集能力を有するもの。(注 6)

2) **マスフローコントローラー**：流量を 1L/min 程度 (2 4 時間)、1 ~ 10L/min 程度 (約 2 時間) (注 7) の設定流量に対して $\pm 10\%$ 以内の制御精度を有するもの。または、これと同等以上の性能を有するもの。

3) **ポンプ**：ダイヤフラム型等の密閉式のポンプで捕集装置をつけた状態で 1 ~ 10L/min の捕集流量が確保できるもの。または、これと同等以上の性能を有するもの。

4) **ガスメータ**：湿式型のもの、またはこれと同等の能力のあるもので、積算測定が可能であり、マスフローコントローラの流量制御範囲で精度よく作動する性能を有するもの。

(7) ガスクロマトグラフィー質量分析計 (GC/MS)

1) GC/MS 装置

a) **試料注入口**：スプリット/スプリットレス注入が可能なもの。(注 8)

b) **カラム恒温槽**：恒温槽の温度制御範囲が 35 ~ 300 °C であり、測定対象物質の最適分離条件に温度制御できるような昇温プログラムが可能なもの。

c) **分離管**：内径 0.25 ~ 0.32mm、長さ 25 ~ 60m の熔融シリカ製のものであって、内面にメチルシリコンまたは 5%フェニルメチルシリコンを 0.5 ~ 1.5 μ m の膜厚で被覆したキャピラリーカラム、またはこれと同等の分離性能を有するもの。

d) **インターフェース部**：温度を 200 ~ 300 °C 程度に保つことができるもの。

e) **イオン源**：温度を 160 ~ 300 °C に保つことができ、イオン化電圧は 70eV 程度のもの。

f) **検出器 (MS)**：E I 法が可能で、S I M もしくは Scan 検出法が可能なもの。

g) **キャリアーガス**：ヘリウム (純度 99.999vol % 以上)。1 ml/min 程度。

h) **測定質量数**：各測定対象物質の測定用質量数は表 1 による。

表 1 各測定対象物質の測定用質量数

測定対象物質	測定質量数
クロルピリホス	197, 199

2) GC/MSの分析条件の設定と機器の調整

GC/MS の分析条件の例を以下に示す。これを参考にして適宜設定する。分離及び定量が十分であればこの限りではない。測定対象物質を検証試験で確認する。

カラム温度 : 80 °C (1min 保持) $\xrightarrow{(20\text{ }^{\circ}\text{C/min})}$ 230 °C (1min 保持) $\xrightarrow{(30\text{ }^{\circ}\text{C/min})}$ 300 °C
 注入口温度 : 280 °C
 試料注入法 : スプリットレス
 インターフェース温度 : 300 °C
 イオン源温度 : 200 °C

*MSに質量校正用標準物質（PFTBA または PFK）を導入し、質量校正用プログラムにより、マスパターン、分解能 {質量数 (m/z) = 18 ~ 300 程度の範囲で 1 質量単位 (amu) 以上} 等を測定目的に応じて所定の値に校正する。質量校正結果は測定結果と共に保存する。

1. 1. 4. 試料採取および試験液の調製

(1) 試料採取

空気試料の採取は、室内では居間及び寝室 2 カ所、ならびに室外 1 カ所についてそれぞれ 2 回ずつ採取する。試料採取に際しては、トラベルブランクとして捕集装置を密栓したまま状態で試料採取と同様に持ち運ぶ。

1) 室内空気の採取

(a) 新築住宅における試料の採取（概ね 2 時間採取）：試料採取装置を用いて 10L/min 程度の流量で概ね 2 時間採取する。捕集装置はアルミ箔等で遮光し、試料採取後、捕集装置は密封し、活性炭入り保存缶に入れて分析時まで保存する。（注 7）（注 8）

(b) 居住住宅における試料の採取（24 時間採取）：試料採取装置を用いて捕集装置に 1L/min 程度の流量で 24 時間採取する。捕集装置はアルミ箔等で遮光し、試料採取後、捕集装置は密封し、活性炭入り保存缶に入れて分析時まで保存する。（注 8）

2) トラベルブランク：トラベルブランク試験用として未使用の密封した捕集装置を用い、試料採取操作を除いて、室内空気の試料採取用の捕集装置と同様に持ち運び、取り扱う。溶封した捕集装置では試料の採取時に開封後、密封して分析時まで同様に保存する。この操作は、一住宅の室内試料採取において一試料もしくは一連の試料採取において試料数の 10 % 程度の頻度で実施する。（注 9）

3) 2 重測定用捕集装置：試料は、室内の 2 カ所及び室外 1 カ所にそれぞれ 2 回ずつ

採取し、2重測定(n=2)の意味を持たせる。2重測定のための試料採取は、一住宅の室内試料採取において一試料もしくは一連の試料採取において試料数の10%程度の頻度で行う。(注10)

(2) 試験液の調製

1) 試料空気試験液の調製:

捕集剤からアセトンを用いて抽出する。必要に応じて超音波抽出装置等の装置を利用する。抽出液はメンブレンフィルターもしくは遠心分離器にかけ、浮遊粒子などの夾雑物を取り除く。これを目盛り付き試験管等に受ける。

得られた抽出液に窒素ガスを穏やかに吹き付けて0.5ml以下になる程度まで濃縮し、内標準溶液(100µg/ml)を1µl加えてアセトンで0.5mlに定容したものを試験液とする。

2) 操作ブランク試験液の調製: 試料空気用の捕集装置と同一捕集装置について1)と同様の操作を一連の操作の中で一回以上行い、操作ブランク試験液を調製する。(注12)

3) トラベルブランク試験液の調製: トラベルブランク試験用の捕集装置について1)と同様の操作を行い、トラベルブランク試験液を調製する。(注13)

4) 2重測定用試験液の調製: 2重測定用の捕集装置について1)の操作を行い、2重測定用試験液を調製する。

1. 1. 5. 試験操作

(1) 測定

1) 試料空気の試験

(a) 測定: 1. 1. 4の(2)の1)で調製した試験液の4µl程度をGC/MSに注入する。

(b) 対象化学物質の確認: 1. 1. 3の(7)の1)のh)で設定した各測定対象物質の定量用質量数および確認用質量数によるクロマトグラムを記録し、両者の強度比を求める。(注14)

(c) 定量: 検出された各測定対象物質の定量用質量数および内標準物質のピーク面積またはピーク高さを求め、そのピーク面積またはピーク高さの比から、あらかじめ(2)により作成した検量線を用いて、注入した試料液中の各測定対象物質の重量(As: ng)を求める。(注15)

2) 操作ブランク試験: 1. 1. 4の(2)の2)で調製した操作ブランク試験液について1)の操作を行い、各測定対象物質の操作ブランク値を求める。(注16)

3) トラベルブランク試験: 1. 1. 4の(2)の3)で調整したトラベルブランク試験液について1)の操作を行い、注入した試験液中の各測定対象物質の重量を測定する。本試験は3試料以上を測定し、平均値をトラベルブランク値(A_t: ng)とする。(注17)

4) GC/MS装置の感度試験: 混合標準濃度系列の中から中間程度の濃度のものを選び、1)の操作を行って感度の変動を確認する。この確認は1日に1回以上行う。(注18)

5) 2重測定: 1. 1. 4の(2)の4)で調製した2重測定用試験液について1)の操作を行って、各測定対象物質の重量を測定する。(注19)

(2) 検量線の作成

1) 混合標準濃度系列の調製

混合標準溶液を用いて、GC/MS の感度に合わせて混合標準濃度系列を調製する。直接、抽出瓶にアセトン0.5mlを加えて栓をし、標準溶液（100 μ g/ml）を0.2～10 μ l、内標準溶液1 μ l を添加して5段階程度の混合標準濃度系列を調製する。

2)測定：

(a) 測定：1)で調製した混合標準濃度系列の1 μ l程度をGC/MSに注入し、1. 1. 3 (7) 1)のh)で設定した各測定対象物質のクロマトグラムを記録する。

(b) 測定対象物質の確認：1)で調製した検量線用混合標準濃度系列の中から各測定対象物質の GC/MS への注入量が検量線の間程度のもを選び、各測定対象物質毎に定量用質量数および確認用質量数のピーク面積またはピーク高さを用いて強度比を算出する。

(注 20)

(c) 測定対象物質の検量線作成用質量数の決定：混合標準濃度系列毎に各測定対象物質の強度比を求め、(b)で求めた各測定対象物質毎の強度比と一致することを確認する。(注 21)

(d) 検量線の作成：各測定対象物質のピーク面積またはピーク高さを求め、そのピーク面積またはピーク高さの比と各測定対象物質の重量とにより検量線を作成する。

1. 1. 6. 検出下限値、定量下限値の測定

検量線作成時の最低濃度（定量下限値付近）の混合標準濃度系列について、1. 1. 5 の(1)の 1)操作を行って測定値(A：ng)を求め、(As-At)に A を代入して、1. 1. 7 の濃度の算出式より空気濃度を算出する。(但し、V=144l、t=20℃、P=101.3kPa とする) 5 試料以上を測定して求めた標準偏差 (s) から次式により、各測定対象物質の検出下限値及び定量下限値を算出する。ただし、操作ブランク値のある物質では操作ブランク値を測定し、混合標準濃度系列と操作ブランク値のうち、大きい方の標準偏差を用いて計算する。(注 22)

この測定は機器の分析条件を設定した場合など必要に応じて必ず1回以上行う。

$$\text{検出下限値} = 3s \quad (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

$$\text{定量下限値} = 10s \quad (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

目標定量下限値はガイドライン値の1/10とする。

1. 1. 7. 濃度の算出

1. 1. 5 の(1)で得られた結果から次式を用いて空気中の各測定対象物質の濃度を算出する。

$$C = \frac{(A_s - A_t) \times E \times 1000}{v \times V \times 293/(273+t) \times P/101.3}$$

C : 20℃における空気中の各測定対象物質の濃度 (μg/m³)

A_s : GC/MS に注入した試料中の各測定対象物質の重量 (ng)

A_t : 各測定対象物質のトラベルブランク値 (ng)

操作ブランク値と同等と見なせる場合は操作ブランク値を用いる。

E : 試験液量 (ml)

v : GC/MS への注入液量 (μl)

V : ガスメータで測定した捕集量 (ℓ)

t : 試料採取時の平均の気温 (℃)。湿式型積算流量計を使用している
ときには、積算流量計の平均水温 (℃)

P : 試料採取時の平均大気圧 (kPa)。湿式型積算流量計の場合には
(P-P_w)を用いる。

ここで、P_w は試料採取時の平均気温 t での飽和水蒸気圧 (kPa)

結果には個々の測定値と各場所における平均値の両方を記載する。

- 注 1：精度が保証されているならば検出器として炎光光度検出器(FPD)を用いることも可能である。物質の同定はリテンションタイムによることになるが、検出感度はこちらのほうが高い。この場合内標準物質はリンを含んだ物質を利用する。
- 注 2：試料採取量、濃縮操作及びGC/MSの条件等によって測定感度は異なるので、ここに示した濃度を目安に適宜変えてもよい。
- 注 3：FPDを用いて測定する場合は、保持時間等を標準溶液を用いて確認する。
- 注 4：精製空気を使用してもよい。有機化合物を含有しないことが重要であり、測定対象以外の物質については全炭化水素で0.01ppm以下、一酸化炭素0.05ppm以下、二酸化炭素0.3ppm以下、水分濃度2ppm以下（露点-70℃以下）で純度99.999%以上のものが望ましい。
- 注 5：3000rpm程度の遠心ができ、目盛りが付いているものが望ましい。
- 注 6：十分な性能を有する市販品を利用してよい。この場合の捕集物の抽出法に関しては説明書を参照すること。捕集装置がフィルター状の場合、フィルターを通気漏れないよう吸引部に固定できるフィルターホルダーを使用する。
- 注 7：測定対象下限値を考慮して採取時間をある程度前後させてもよい。
- 注 8：感度を得る目的で大容量注入法を用いてもよい。
- 注 9：室内より室外での化学物質濃度が高いと考えられる事情があるときは、トラベルブランクは室外で行う。
- 注10：採取は2回ずつ行うが、分析について2重に行うのは10%の頻度でもよい。指針値近傍の測定値が得られた場合などは採取した2本とも分析する必要がある。
- 注11：フィルター上の粉塵の損失に留意すること。
- 注12：分析環境から試験操作過程で汚染されることがあるので、操作ブランクを一連の測定操作の中で少なくとも一回以上実施する。
- 注13：空気試料の測定に際して、その準備－機器の運搬－試料採取－持ち帰り－前処理－測定の過程で化学物質で汚染された空気で捕集管が暴露する可能性があるので試料採取時の記録を参考にして試験の頻度を考慮する。
- 注14：定量用質量数のピークに対する他イオンからの影響を判断するために行う操作であり、強度比が検量線作成時と大きくかけはなれている場合は、まず、装置の性能を確認するために再度標準試料を測定して強度比を算出する。その強度比が90～110%の範囲内であれば、測定済み試料のクロマトグラムのベースライン等を再検討したり、かけ離れた原因をチェックして再分析を行い、その強度比が検量線作成時と大きくかけはなれないことを確認する。
- 注15：試料空気の測定値が作成した検量線の直線範囲からはずれている場合は、分析の諸条件を検討したうえで検量線を作成し直し、再度測定する。
- 注16：操作ブランク試験は試料測定に先立って行い、操作ブランク値を大気濃度に換算した値が目標定量下限値を超える場合には、再洗浄や機器の調製を行った後、再度測定し、操作ブランク値を十分低減してから試験液を測定する。
- 注17：測定対象物質のトラベルブランク値が操作ブランク値と同等（等しいか小さい）とみなせる場合には移送中の汚染は無視できるものとして試料の測定値から操作ブランク値を差し引いて濃度を計算する。移送中の汚染がある場合には、3試料以上の

トラベルブランク値を測定した時の標準偏差（ s ）から求めた定量下限値（ $10s$ ：大気濃度への換算値）が目標定量下限値以下の場合、およびトラベルブランク値による定量下限値が目標定量下限値より大きくても試料の測定値が、トラベルブランク値による定量下限値以上の場合には、試料の測定値からトラベルブランク値を差し引いて濃度を計算する。

しかし、移送中に汚染があり、またトラベルブランク値による定量下限値が目標定量下限値より大きく、しかも試料の測定値がトラベルブランク値による定量下限値より小さい場合は原則として欠測扱いとする。この場合には、汚染の原因を取り除いた後、再度試料採取から行う。

注18：内標準物質の感度が検量線作成時の感度と大きく異なることを確認する。また、内標準物質との相対感度が検量線作成時の相対感度に対して $\pm 20\%$ 以内の変動であることを確認し、これを越えて感度の変動する場合には、その原因を取り除き、それ以前の試料を再測定する。さらに、保持時間については、比較的短い間に変動（通常、1日に保持時間が $\pm 5\%$ 以上、内標準物質との相対保持比が $\pm 2\%$ 以上）する場合には、その原因を取り除き、それ以前の試料の再測定を行う。

注19：定量下限値以上の濃度の測定対象物質に対して、測定値平均とそれぞれの測定値の間に $\pm 15\%$ 以上の開きがある場合は、原則として欠測扱いとして、その原因をチェックし、再度試料採取を行う。

注20：FPDを用いる場合はリテンションタイムで測定対象物質を確認する。

注21：測定対象物質のいずれかの強度比が(b)で算出した90～110%の範囲を超える場合は、その濃度の混合標準濃度系列を再度測定する。

注22：測定対象物質のいずれかの定量下限値が目標下限値より大きい場合には、試薬、器具、機器等をチェックして、目標定量下限値以下になるよう調整する。

フタル酸ジ-n-ブチルの測定法（暫定案）

ここに掲げる測定方法は、室内空気中のフタル酸ジ-n-ブチルを対象とする。室内空気の採取は、新築住宅における場合と居住住宅における場合は二つの異なる方法による。室内空気採取は、居間（リビング）および寝室で採取し、いずれかの高い値を記載し、評価する。また外気の影響を考慮するため、同時に外気も採取する。試料は、固相吸着－溶媒抽出法、固相吸着－加熱脱着法の２種の方法のいずれかを用いて採取し、ガスクロマトグラフ／質量分析計と連動した装置によって測定する。

1. 1 第1法 固相吸着－溶媒抽出－ガスクロマトグラフ／質量分析法

1. 1. 1. 測定方法の概要

吸着剤を充てんした捕集装置に室内空気及び外気を一定流速で吸引して、測定対象物質を捕集する。捕集管から測定対象物質を溶媒で溶出させ、これをキャピラリーカラムに導入して GC/MS により分離、定量することを基本とする。（注 1）

1. 1. 2. 試薬

(1) アセトン：1 μ l 程度を GC/MS に注入したとき、測定対象物質及び内標準物質のクロマトグラムに妨害を生じないもの。

(3) 標準物質：フタル酸エステル分析用として市販されているもの。

(4) 標準原液（1000 μ g/ml）：各メスフラスコ 100ml に標準物質 100mg を精秤し、アセトンを加えて 100ml とする。この溶液 1ml は各々の標準物質 1000 μ g を含む。（注 2）（注 3）

(5) 標準溶液（100 μ g/ml）：標準原液の一定量をアセトンを用いて 10 倍に希釈する。この溶液 1ml は各々の標準物質 100 μ g を含む。（注 2）（注 3）

(7) 高純度窒素ガス：測定対象物質のクロマトグラムに妨害を生じないもの。（注 4）

(10) 内標準原液（1000 μ g/ml）：内標準物質（フタル酸ジ-n-ブチル-d4）の 100mg を精秤し、アセトン 100ml に溶解する。（注 2）（注 3）

(11) 内標準溶液（100 μ g/ml）：内標準原液をアセトンで 10 倍に希釈する。この溶液 1ml は内標準物質 100 μ g を含む。（注 2）（注 3）

1. 1. 3. 器具および装置

(1) 抽出瓶：スクリーキャップバイアル（容量 2 ml 程度）

(3) マイクロシリンジ：容量 1 ～ 10 μ l または 10 ～ 100 μ l が計りとれるもの。

(4) ガスタイトシリンジ：容量 1 ～ 10ml または 10 ～ 100ml が計りとれるもの。

(6) 試料採取装置：試料採取装置は、捕集装置、マスフローコントローラ、ポンプ、ガスメータとを連結したものから成り、その例を図 1 に示す。

試料採取装置に使用する器具類は十分に洗浄して汚染に注意する。試料採取に当たって

装置を組み立てた後、漏れのないことを確認する。(注 5)

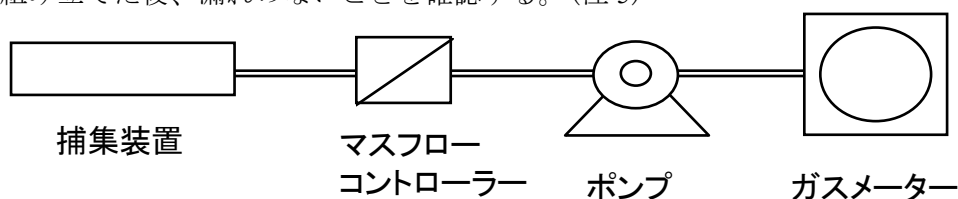


図 1 試料採取装置

1) 捕集装置

捕集剤として、カーボン系吸着剤、オクタデシルシリル化シリカゲル、またはスチレンジビニルベンゼン共重合体を用いる。その他、測定対象物質に対して十分な捕集能力を有するもの。(注 6)

2) **マスフローコントローラー**：流量を 1 ～ 10L/min の範囲で制御でき、設定流量に対して ± 10 % 以内の制御精度を有するもの。または、これと同等以上の性能を有するもの。

3) **ポンプ**：ダイヤフラム型等の密閉式のポンプで捕集管をつけた状態で 1 ～ 10L/min の捕集流量が確保できるもの。または、これと同等以上の性能を有するもの。

4) **ガスメータ**：湿式型のもの、またはこれと同等の能力のあるもので、積算測定が可能であり、マスフローコントローラの流量制御範囲で精度よく作動する性能を有するもの。

(7) ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC/MS)

1) GC/MS 装置

a) **試料注入口**：スプリット/スプリットレス注入が可能なもの。

b) **カラム恒温槽**：恒温槽の温度制御範囲が 35 ～ 300 °C であり、測定対象物質の最適分離条件に温度制御できるような昇温プログラムが可能なもの。

c) **分離管**：内径 0.25 ～ 0.32mm、長さ 25 ～ 60m の熔融シリカ製のものであって、内面にメチルシリコンまたは 5%フェニルメチルシリコンを 0.5 ～ 1.5μm の膜厚で被覆したキャピラリーカラム、またはこれと同等の分離性能を有するもの。

d) **インターフェース部**：温度を 200 ～ 300 °C 程度に保つことができるもの。

e) **イオン源**：温度を 160 ～ 300 °C に保つことができ、イオン化電圧は 70eV 程度のもの。

f) **検出器 (MS)**：E I 法が可能で、S I M もしくは Scan 検出法が可能なもの。

g) **キャリアーガス**：ヘリウム（純度 99.999vol % 以上）。1 ml/min 程度。

h) **測定質量数**：各測定対象物質の測定用質量数は表 1 による。

表 1 各測定対象物質の測定用質量数

測定対象物質	測定質量数
フタル酸ジ-n-ブチル	149, 150
フタル酸ジ-n-ブチル d4	153, 154

2) GC/MSの分析条件の設定と機器の調整

GC/MS の分析条件の例を以下に示す。これを参考にして適宜設定する。分離及び定量が十分であればこの限りではない。測定対象物質を検証試験で確認する。

(10 °C/min) (10 °C/min)

カラム温度 : 60 °C (1 分間保持) → 200 °C → 300 °C

注入口温度 : 280 °C

試料注入法 : スプリットレス

インターフェース温度 : 300 °C

イオン源温度 : 200 °C

*MSに質量校正用標準物質 (PFTBA または PFK) を導入し、質量校正用プログラムにより、マスパターン、分解能 {質量数 (m/z) = 18 ~ 300 程度の範囲で 1 質量単位 (amu) 以上} 等を測定目的に応じて所定の値に校正する。質量校正結果は測定結果と共に保存する。

1. 1. 4. 試料採取および試験液の調製

(1) 試料採取

空気試料の採取は、室内では居間及び寝室 2 カ所、ならびに室外 1 カ所についてそれぞれ 2 回ずつ採取する。試料採取に際しては、トラベルブランクとして捕集装置を密封したまま状態で試料採取と同様に持ち運ぶ。

1) 室内空気の採取

(a) 新築住宅における試料の採取 (概ね30分間採取) : 試料採取装置を用いて 1 ~ 10L/min 程度の流量で概ね 30 分間採取する。捕集装置はアルミ箔等で遮光し、試料採取後、捕集装置は密封し、活性炭入り保存缶に入れて分析時まで保存する。(注 7) (注 8)

(b) 居住住宅における試料の採取 (24時間採取) : 試料採取装置を用いて捕集装置に 1 ~ 10L/min 程度の流量で 24 時間採取する。捕集装置はアルミ箔等で遮光し、試料採取後、捕集装置は密封し、活性炭入り保存缶に入れて分析時まで保存する。(注 8)

2) トラベルブランク : トラベルブランク試験用として未使用の密封した捕集装置を用い、試料採取操作を除いて、室内空気の試料採取用の捕集装置と同様に持ち運び、取り扱う。溶封した捕集装置では試料の採取時に開封後、密栓して分析時まで同様に保存する。この操作は、一住宅の室内試料採取において一試料もしくは一連の試料採取において試料数の 10 % 程度の頻度で実施する。

3) 2 重測定用捕集装置 : 試料は、室内の 2 カ所及び室外 1 カ所にそれぞれ 2 回ずつ

採取し、2重測定(n=2)の意味を持たせる。2重測定のための試料採取は、一住宅の室内試料採取において一試料もしくは一連の試料採取において試料数の10%程度の頻度で行う。

(2) 試験液の調製

1) 試料空気試験液の調製：

捕集剤からアセトン 10ml 程度を用いて抽出する。必要に応じて、超音波抽出装置等を用いる。抽出液はメンブレンフィルターもしくは遠心分離器にかけ、浮遊粒子などの夾雑物を取り除く。これを目盛り付き試験管等に受ける。(注 9)

得られた抽出液をとり窒素ガスを穏やかに吹き付けて 1ml 程度まで濃縮し、内標準溶液(100µg/ml)を1µl加えてアセトンで1mlに定容したものを試験液とする。

2) 操作ブランク試験液の調製：試料空気用の捕集装置と同一の洗浄済み捕集装置について1)と同様の操作を一連の操作の中で一回以上行い、操作ブランク試験液を調製する。(注 10)

3) トラベルブランク試験液の調製：トラベルブランク試験用の捕集装置について1)と同様の操作を行い、トラベルブランク試験液を調製する。(注 11)

4) 2重測定用試験液の調製：2重測定用の捕集装置について1)の操作を行い、2重測定用試験液を調製する。(注 12)

1. 1. 5. 試験操作

(1) 測定

1) 試料空気の試験

(a) 測定：1. 1. 4の(2)の1)で調製した試験液の1µl程度をGC/MSに注入する。

(b) 対象化学物質の確認：1. 1. 3の(7)の1)のh)で設定した各測定対象物質の定量用質量数および確認用質量数によるクロマトグラムを記録し、両者の強度比を求める。(注 13)

(c) 定量：検出された各測定対象物質の定量用質量数および内標準物質のピーク面積またはピーク高さを求め、そのピーク面積またはピーク高さの比から、あらかじめ(2)により作成した検量線を用いて、注入した試料液中の各測定対象物質の重量(As : ng)を求める。(注 14)

2) 操作ブランク試験：1. 1. 4の(2)の2)で調製した操作ブランク試験液について1)の操作を行い、各測定対象物質の操作ブランク値を求める。(注 15)

3) トラベルブランク試験：1. 1. 4の(2)の3)で調整したトラベルブランク試験液について1)の操作を行い、注入した試験液中の各測定対象物質の重量を測定する。本試験は3試料以上を測定し、平均値をトラベルブランク値(At : ng)とする。(注 16)

4) GC/MS装置の感度試験：混合標準濃度系列の中から中間程度の濃度のものを選び、1)の操作を行って感度の変動を確認する。この確認は1日に1回以上行う。(注 17)

5) 2重測定：3. 1. 4の(2)の4)で調製した2重測定用試験液について1)の操作を行って、各測定対象物質の重量を測定する。(注 18)

(2) 検量線の作成

1) 混合標準濃度系列の調製

(a) **溶液混合標準列の調製**：混合標準溶液を用いて、GC/MS の感度に合わせて混合標準濃度系列を調製する。抽出瓶に混合標準溶液（100 μ g/ml）を0.5～10 μ l、内標準溶液1 μ l を添加して5段階程度の混合標準濃度系列を調製する。

2)測定：

(a) **測定**：1)で調製した混合標準濃度系列の1 μ l 程度をGC/MSに注入し、1. 1. 3 (7) 1)のh)で設定した各測定対象物質のクロマトグラムを記録する。

(b) **測定対象物質の確認**：1)で調製した検量線用混合標準濃度系列の中から各測定対象物質の GC/MS への注入量が検量線の間程度のもを選び、各測定対象物質毎に定量用質量数および確認用質量数のピーク面積またはピーク高さをを用いて強度比を算出する。

(c) **測定対象物質の検量線作成用質量数の決定**：混合標準濃度系列毎に各測定対象物質の強度比を求め、(b)で求めた各測定対象物質毎の強度比と一致することを確認する。(注19)

(d) **検量線の作成**：各測定対象物質のピーク面積またはピーク高さを求め、そのピーク面積またはピーク高さの比と各測定対象物質の重量とにより検量線を作成する。

1. 1. 6. 検出下限値、定量下限値の測定

検量線作成時の最低濃度（定量下限値付近）の混合標準濃度系列について、1. 1. 5 の(1)の1)操作を行って測定値(A：ng)を求め、(As-At)にAを代入して、1. 1. 7 の濃度の算出式より空気濃度を算出する。(但し、V=144l、t=20℃、P=101.3kPaとする)5試料以上を測定して求めた標準偏差(s)から次式により、各測定対象物質の検出下限値及び定量下限値を算出する。ただし、操作ブランク値のある物質では操作ブランク値を測定し、混合標準濃度系列と操作ブランク値のうち、大きい方の標準偏差を用いて計算する。(注20)

この測定は機器の分析条件を設定した場合など必要に応じて必ず1回以上行う。

$$\begin{aligned}\text{検出下限値} &= 3s \quad (\mu\text{g}/\text{m}^3) \\ \text{定量下限値} &= 10s \quad (\mu\text{g}/\text{m}^3)\end{aligned}$$

目標定量下限値はガイドライン値の1/10とする。

1. 1. 7. 濃度の算出

1. 1. 5 の(1)で得られた結果から次式を用いて空気中の各測定対象物質の濃度を算出する。

$$C = \frac{(A_s - A_t) \times E \times 1000}{v \times V \times 293/(273+t) \times P/101.3}$$

C : 20℃における空気中の各測定対象物質の濃度 (μg/m³)

A_s : GC/MS に注入した試料中の各測定対象物質の重量 (ng)

A_t : 各測定対象物質のトラベルブランク値 (ng)

操作ブランク値と同等と見なせる場合は操作ブランク値を用いる。

E : 試験液量 (ml)

v : GC/MS への注入液量 (μl)

V : ガスメータで測定した捕集量 (ℓ)

t : 試料採取時の平均の気温 (℃)。湿式型積算流量計を使用している
ときには、積算流量計の平均水温 (℃)

P : 試料採取時の平均大気圧 (kPa)。湿式型積算流量計の場合には
(P-P_w)を用いる。

ここで、P_w は試料採取時の平均気温 t での飽和水蒸気圧 (kPa)

結果には個々の測定値と各場所における平均値の両方を記載する。

- 注 1：フタル酸エステル類の測定精度は、試料の採取、前処理、測定操作におけるフタル酸エステル類のブランクをいかに低くするかにかかっており、器具の洗浄等には十分に配慮する必要がある。
- 注 2：試料採取量、濃縮操作及びGC/MSの条件等によって測定感度は異なるので、ここに示した濃度を目安に適宜変えてもよい。
- 注 3：標準及び内標の原液、溶液は市販のものを用いても良い。精度保証されているものが望ましい。
- 注 4：精製空気を使用してもよい。有機化合物を含有しないことが重要であり、測定対象以外の物質については全炭化水素で0.01ppm以下、一酸化炭素0.05ppm以下、二酸化炭素0.3ppm以下、水分濃度2ppm以下（露点-70℃以下）で純度99.999%以上のものが望ましい。
- 注 5：各装置の接続にはなるべくシールテープは使用せず、テフロンコネクタなどを使用する。
- 注 6：吸着剤や器具は使用前にアセトンで洗浄し、十分乾かしてから用いる。乾燥が不十分であると室内を二次汚染する可能性がある。空気の取り入れ口側には捕集剤の前に石英ウールを重層しておく。捕集剤がフィルター状の場合フィルターを通気漏れのないよう吸引部に固定できるフィルターホルダーを用いる。
- 注 7：測定に十分な量が得られないと考えられる場合は、採取時間のある程度長くしてもよい。ブランクの影響を少なくするためにはある程度大量に採取したほうがよい。
- 注 8：吸引側及び空気取り入れ側を明確にしておく。
- 注 9：吸着剤にカーボン系のものを用いた場合には、溶出はジクロロメタンを用いたほうが回収率が上がる。
- 注10：分析環境から試験操作過程で汚染されることがあるので、操作ブランクを一連の測定操作の中で少なくとも一回以上実施する。
- 注11：空気試料の測定に際して、その準備－機器の運搬－試料採取－持ち帰り－前処理－測定のプロセスで化学物質で汚染された空気や捕集管が暴露する可能性があるため試料採取時の記録を参考にして試験の頻度を考慮する。
- 注12：採取は2回ずつ行うが、分析について2重に行うのは10%の頻度でもよい。指針値近傍の測定値が得られた場合などは採取した2本とも分析する必要がある。
- 注13：定量用質量数のピークに対する他イオンからの影響を判断するために行う操作であり、強度比が検量線作成時と大きくかけはなれている場合は、まず、装置の性能を確認するために再度標準試料を測定して強度比を算出する。その強度比が90～110%の範囲内であれば、測定済み試料のクロマトグラムのベースライン等を再検討したり、かけ離れた原因をチェックして再分析を行い、その強度比が検量線作成時と大きくかけはなれないことを確認する。
- 注14：室内空気中の各対象化合物の濃度は範囲が広いことが予想されるため、定量上限を明確に把握しておくことが必要である。試料空気の測定値が作成した検量線の直線範囲からはずれている場合は、分析の諸条件を検討したうえで検量線を作成し直し、再度測定する。
- 注15：操作ブランク試験は試料測定に先立って行い、操作ブランク値を大気濃度に換算し

た値が目標定量下限値を超える場合には、再洗浄や機器の調製を行った後、再度測定し、操作ブランク値を十分低減してから試験液を測定する。

注16：測定対象物質のトラベルブランク値が操作ブランク値と同等（等しいか小さい）とみなせる場合には移送中の汚染は無視できるものとして試料の測定値から操作ブランク値を差し引いて濃度を計算する。移送中の汚染がある場合には、3試料以上のトラベルブランク値を測定した時の標準偏差（ s ）から求めた定量下限値（ $10s$ ：大気濃度への換算値）が目標定量下限値以下の場合、およびトラベルブランク値による定量下限値が目標定量下限値より大きくても試料の測定値が、トラベルブランク値による定量下限値以上の場合には、試料の測定値からトラベルブランク値を差し引いて濃度を計算する。

しかし、移送中に汚染があり、またトラベルブランク値による定量下限値が目標定量下限値より大きく、しかも試料の測定値がトラベルブランク値による定量下限値より小さい場合は原則として欠測扱いとする。この場合には、汚染の原因を取り除いた後、再度試料採取から行う。

注17：内標準物質の感度が検量線作成時の感度と大きく異なることを確認する。また、内標準物質との相対感度が検量線作成時の相対感度に対して $\pm 20\%$ 以内の変動であることを確認し、これを越えて感度の変動する場合には、その原因を取り除き、それ以前の試料を再測定する。さらに、保持時間については、比較的短い間に変動（通常、1日に保持時間が $\pm 5\%$ 以上、内標準物質との相対保持比が $\pm 2\%$ 以上）する場合には、その原因を取り除き、それ以前の試料の再測定を行う。

注18：定量下限値以上の濃度の測定対象物質に対して、測定値平均とそれぞれの測定値の間に $\pm 15\%$ 以上の開きがある場合は、原則として欠測扱いとして、その原因をチェックし、再度試料採取を行う。

注19：測定対象物質のいずれかの強度比が(b)で算出した90～110%の範囲を超える場合は、その濃度の混合標準濃度系列を再度測定する。

注20：測定対象物質のいずれかの定量下限値が目標下限値より大きい場合には、試薬、器具、機器等をチェックして、目標定量下限値以下になるよう調整する。

1. 2 第2法 固相吸着－加熱脱着－ガスクロマトグラフ質量分析法

1. 2. 1. 測定方法の概要

吸着剤を充填した捕集管に室内空気及び外気を一定流量で吸引し測定対象物質を捕集する。捕集管を加熱脱着装置に装着し、加熱脱着する測定対象物質をキャピラリーカラムに導入して GC/MS により分離、定量することを基本とする。(注 1)

1. 2. 2. 試薬

(1) **アセトン**：残留農薬測定用などの高純度のもの。GC/MS に注入しても、測定対象物質及び内標準物質のクロマトグラムに妨害を生じないもの。

(3) **標準物質**：フタル酸エステル分析用として市販されているもの。

(4) **標準原液** (1000 $\mu\text{g/ml}$)：各メスフラスコ 100ml に標準物質 100mg を精秤し、アセトンを加えて 100ml とする。この溶液 1ml は各々の標準物質 1000 μg を含む。(注 2) (注 3)

(5) **標準溶液** (100 $\mu\text{g/ml}$)：標準原液の一定量をアセトンを用いて 10 倍に希釈する。この溶液 1ml は各々の標準物質 100 μg を含む。(注 2) (注 3)

(7) **高純度窒素ガス**：測定対象物質及び内標準物質のクロマトグラムに妨害を生じないもの。(注 4)

(10) **内標準原液** (1000 $\mu\text{g/ml}$)：内標準物質 (フタル酸ジ-n-ブチル-d4) の 100mg を精秤し、アセトン 100ml に溶解する。(注 2)

(11) **内標準溶液** (100 $\mu\text{g/ml}$)：内標準原液をアセトンで 10 倍に希釈する。この溶液 1ml は内標準物質 100 μg を含む。(注 2)

1. 2. 3 器具および装置

(3) **マイクロシリンジ**：容量 1 ～ 10 μl または 10 ～ 100 μl が計りとれるもの。

(4) **ガスタイトシリンジ**：容量 1 ～ 10ml または 10 ～ 100ml が計りとれるもの。

(5) **検量線作成用T字管**：図 1 に示すように、注入口のセプタム、捕集管及び高純度窒素ガスが接続できるもので、高純度窒素ガスを 30 ～ 50ml/min の流速で 3 ～ 5 分間通気させることができるもの。

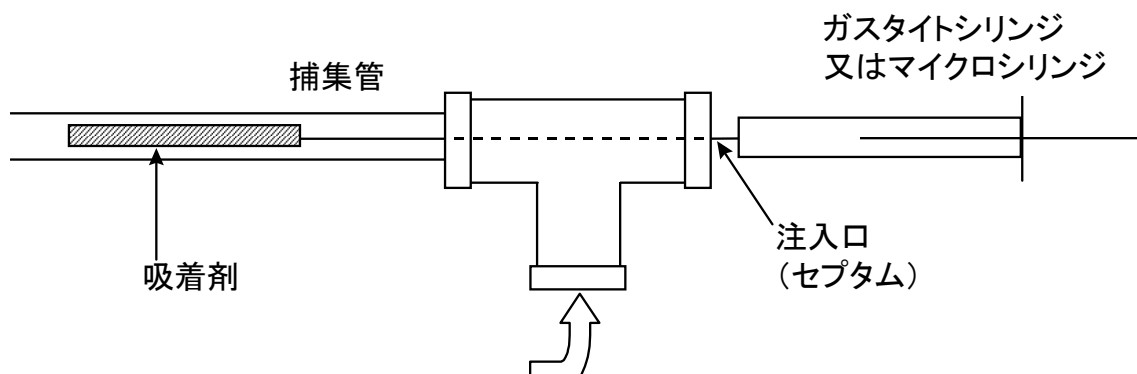


図 1 検量線作成用T字管

(6) **試料採取装置**：試料採取装置は、捕集管、マスフローコントローラ、ポンプ、ガスメータとを連結したものから成り、その例を図2に示す。

試料採取装置に使用する器具類は十分に洗浄して汚染に注意する。試料採取に当たって装置を組み立てた後、漏れのないことを確認する。(注5)

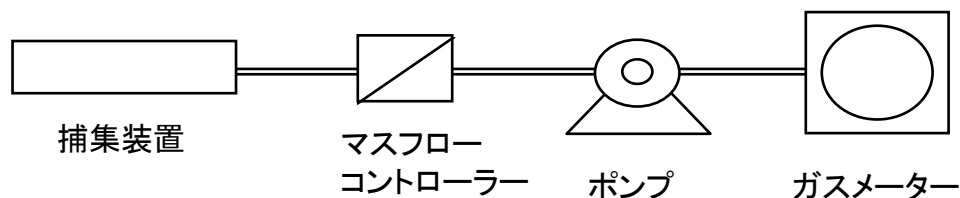


図2 試料採取装置

1) 捕集管

a) **捕集管**：内径 3 ～ 4mm 程度のガラス管に測定対象物質を吸着・保持し、且つ加熱による脱着が十分に行うことができる吸着剤を充てんし、両端を石英ウールで押さえたもの、または測定対象物質に対して十分な捕集能力を有するもの。(注6)

b) **調製**：加熱炉に捕集管を装着し、高純度窒素等を毎分 50ml 程度に流して捕集管内の空気を十分置換した後、高純度窒素等を流したまま 300℃程度で2時間以上空焼き洗浄し冷却後、両端を密栓する。調製した捕集管は活性炭入り密閉できるガラスまたは金属管に保存する。なるべく使用直前に調製する。

3) **マスフローコントローラ**：流量を 5 ～ 20ml/min または 30 ～ 200ml/min の範囲で制御でき、設定流量に対して ± 10 % 以内の制御精度を有するもの。または、これと同等以上の性能を有するもの。

4) **ポンプ**：ダイヤフラム型等の密閉式のポンプで捕集管をつけた状態で 5 ～ 200ml/min の捕集流量が確保できるもの。または、これと同等以上の性能を有するもの。

5) **ガスメータ**：湿式型のもの、またはこれと同等の能力のあるもので、積算測定が可能であり、マスフローコントローラの流量制御範囲で精度よく作動する性能を有するもの。

(7) 試料導入装置

捕集管の加熱部と、トラップ管及びクライオフォーカスの再捕集部の冷却・加熱部、またはそのどちらかが組み込まれたもので、その例は図3のようである。(注7)

捕集管が試料導入装置に装着されると流路と接続され、捕集管を加熱して、脱着する測定対象物質を再捕集部に濃縮した後、再捕集部を加熱して濃縮した対象物質を GC/MS に直結して導入できる装置であり、キャピラリーカラムの前段に内径 0.5mm 程度の中空細管、または内径 2mm 以下の細管に適当な吸着剤等を充填したものを取り付け、この部分を液体窒素等で -100℃以下に温度制御でき、かつ 80℃以上に急速加熱できるもの、または、これと同等以上の性能を有するもの。(注8)さらに、捕集管及び、または再捕集部の後にスプリットができる装置を備えたもの。

1) **トラップ部**：トラップ管とその加熱部からなるもの。

(a) **トラップ管**：捕集管と連結され、捕集管から脱着してきた測定対象物質をトラップするもので、常温又は -20 ～ -100℃程度に冷却できるもの。(注9)

(b) **加熱部**：80℃/min 程度で加熱でき、かつ脱着流速が 30 ～ 50ml/min 確保できるもの。

の。

2) クライオフォーカス部：クライオフォーカスとその加熱部からなるもの。

(a) クライオフォーカス装置：キャピラリーカラムの直前で冷却して測定対象物質をクライオフォーカスできるもの。

(b) 加熱部：250℃/min 程度で加熱でき、スプリットが可能な流速が確保されること。

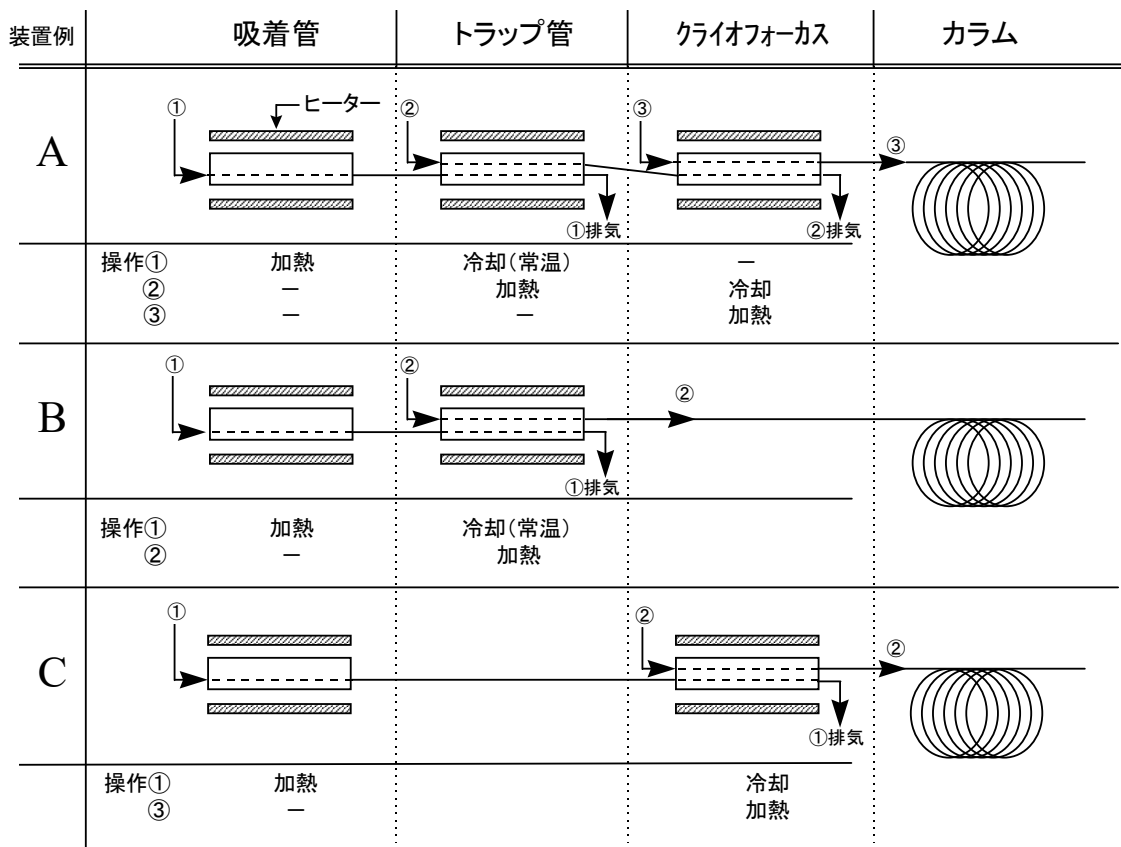


図3 試料導入装置の例

(8) ガスクロマトグラフィー質量分析計 (GC/MS)

1) GC/MS装置

a) 試料注入口：試料導入装置又はスプリット/スプリットレス注入が可能なもの。

b) カラム恒温槽：恒温槽の温度制御範囲が 35 ～ 300℃であり、測定対象物質の最適分離条件に温度制御できるような昇温プログラムが可能なもの。

c) 分離管：内径 0.25 ～ 0.32mm、長さ 25 ～ 60m の熔融シリカ製のものであって、内面にメチルシリコンまたは 5%フェニルメチルシリコンを 0.5 ～ 1.5μm の膜厚で被覆したキャピラリーカラム、またはこれと同等の分離性能を有するもの。

d) インターフェース部：温度を 200 ～ 300℃程度に保つことができるもの。

e) イオン源：温度を 160 ～ 300℃に保つことができ、イオン化電圧は 70eV 程度のもの。

f) 検出器 (MS)：E I 法が可能で、S I M又は Scan 検出法が可能なもの。

g) キャリヤーガス：ヘリウム (純度 99.999vol %以上)。1 ml/min 程度。

h) 測定質量数：各測定対象物質の測定用質量数は表 1 による。

表 1 各測定対象物質の測定用質量数

測定対象物質	測定質量数
フタル酸ジ-n-ブチル	149, 150
フタル酸ジ-n-ブチル d4	153, 154

2) GC/MSの分析条件の設定と機器の調整

加熱脱着装置、GC/MS の分析条件の例を以下に示す。これを参考にして適宜設定する。分離及び定量が十分であればこの限りではない。測定対象物質を検証試験で確認する。

a) 加熱脱着装置 (60 °C/min)

加熱脱着温度 : 20 °C (2min) → 280 °C (5min)

脱着流量 : 50ml/min

b) GC/MS

(10 °C/min)

カラム温度 : 40 °C (2 分間保持) → 280 °C

注入口温度 : 280 °C

試料注入法 : スプリット (スプリット比 1 : 20 ~ 1 : 100)

インターフェース温度 : 300 °C

イオン源温度 : 200 °C

*MSに質量校正用標準物質 (PFTBA または PFK) を導入し、質量校正用プログラムにより、マスパターン、分解能 {質量数 (m/z) = 18 ~ 300 程度の範囲で 1 質量単位 (amu) 以上} 等を測定目的に応じて所定の値に校正する。質量校正結果は測定結果と共に保存する。

1. 2. 4. 試料採取および試験液の調製

(1) 試料採取

試料採取に際しては、室内 2 カ所、外気 1 カ所を各 2 試料ずつ、計 6 試料を採取する。また、トラベルブランクとして捕集管を密栓したまま状態で試料採取とを試料採取時の操作と同様に持ち運ぶ。

1) 室内空気の採取

(a) 新築住宅における試料の採取 (概ね30分間採取) : 試料採取装置を用いて、概ね 30 分間、100 ~ 200mL/min 程度の流量で採取する。捕集管はアルミ箔等で遮光し、試料採取後、捕集管の両端を密栓し、活性炭入り保存缶に入れて分析時まで保存する。(注 10)

(b) 居住住宅における試料の採取 (24時間採取) : 試料採取装置を用い 24 時間、10 ~ 100mL/min 程度の流量で採取する。捕集管はアルミ箔等で遮光し、試料採取後、捕集管の

両端を密栓し、活性炭入り保存缶に入れて分析時まで保存する。(注 10)

2) **2 重測定用の捕集管**：試料は室内の 2 カ所及び室外 1 カ所でそれぞれ 2 回ずつ採取する。同時に 2 重測定 ($n=2$) の意味を持たせる。2 重測定のための試料採取は、一住宅の室内試料採取において一試料もしくは一連の試料採取において試料数の 10 % 程度の頻度で行う。

3) **トラベルブランク**：トラベルブランク試験用として未使用の密栓した捕集管を用い、試料採取操作を除いて、室内空気の試料採取用の捕集管と同様に持ち運び、取り扱う。溶封した捕集管では試料の採取時に開封後、密栓して分析時まで同様に保存する。この操作は、一住宅の室内試料採取において一試料もしくは一連の試料採取において試料数の 10 % 程度の頻度で実施する。(注 11)

(2) 試験捕集管の調製

1) **試料空気捕集管の調製**：図 1 の例に示すように、試料を採取した捕集管に検量線作成用 T 字管及び高純度窒素ガスを連結し、毎分 10 ～ 30ml 程度の高純度窒素等を流しながら、内標準溶液 1 μ l をマイクロシリンジで注入して捕集管に吸着させる。

2) **操作ブランク試験捕集管の調製**：試料空気用の捕集管と同一ロットの捕集管について 1) と同様の操作を一連の操作の中で一回以上行い、操作ブランク試験捕集管を調製する。(注 12)

3) **トラベルブランク試験捕集管の調製**：トラベルブランク試験用の捕集管については、内標準ガスまたは内標準液の添加の操作を省いて、そのままトラベルブランク試験捕集管とする。(注 13)

4) **2 重測定用試験液の調製**：2 重測定用の捕集管について 1) の操作を行い、2 重測定用試験液を調製する。

1. 2. 5. 試験操作

(1) 測定

1) 試料空気の試験

(a) **測定**：1. 2. 4 の (2) の 1) で調製した捕集管を試料導入装置に装着し、GC/MS を操作させる。

(b) **対象化学物質の確認**：1. 2. 3 の (8) の 1) の h) で設定した各測定対象物質の定量用質量数および確認用質量数によるクロマトグラムを記録し、両者の強度比を求める。(注 14)

(c) **定量**：検出された各測定対象物質の定量用質量数および内標準物質のピーク面積またはピーク高さを求め、そのピーク面積またはピーク高さの比から、あらかじめ (2) により作成した検量線を用いて、注入した試料液中の各測定対象物質の重量 (A_s : ng) を求める。(注 15)

2) **操作ブランク試験**：1. 2. 4 の (2) の 2) で調製した操作ブランク試験捕集管を試料導入装置に装着し、1) の操作を行って各測定対象物質の操作ブランク値を求める(注16)。

3) **トラベルブランク試験**：1. 2. 4 の (2) の 3) で調整したトラベルブランク試験捕集管について (1) の操作を行い、注入した試験液中の各測定対象物質の重量を測定する。本試験は 3 試料以上を測定し、平均値をトラベルブランク値 (A_t : ng) とする。(注 17)

4) GC/MS装置の感度試験：混合標準濃度系列の中から中間程度の濃度のものを選び、(1)の操作を行って感度の変動を確認する。この確認は1日に1回以上行う。(注18)

5) 2重測定：1. 2. 4の(2)の4)で調製した2重測定用試験液について(1)の操作を行って、各測定対象物質の重量を測定する。(注19)

(2) 検量線の作成

1) 混合標準捕集管系列の調製：1. 2. 2の(5)または(6)の標準溶液を用い、図1に示すように、検量線作成用T字管に高純度窒素ガス及び捕集管を連結し、高純度窒素ガスを20～50ml/minの流速で流しながら標準溶液の1～10μlを段階的に採り、捕集管の間近にマイクロシリンジを用いて注入し、さらに数分間通気して標準物質捕集管を調製する。同様の操作を数本について行い、混合標準捕集管系列を調製する。(注2)(注3)

2)測定：

(a) 測定：1)で調製した混合標準捕集管系列を試料導入装置に装着し、GC/MSを操作させる。1. 2. 3の(8)の1)のh)で設定した各測定対象物質の定量用質量数および確認用質量数各のクロマトグラムを記録する。

(b) 測定対象物質の確認：1)で調製した検量線用混合標準捕集管系列の中から各測定対象物質のGC/MSへの注入量が検量線の中間程度のものを選び、各測定対象物質毎に定量用質量数および確認用質量数のピーク面積またはピーク高さを用いて強度比を算出する。

(c) 測定対象物質の検量線作成用質量数の決定：混合標準捕集管系列毎に各測定対象物質の定量用質量数および確認用質量数の強度比を求め、(b)で求めた各測定対象物質毎の強度比と一致することを確認する。(注20)

(d) 検量線の作成：各測定対象物質の定量用質量数と内標準物質のピーク面積またはピーク高さの比を求め、そのピーク面積またはピーク高さの比と各測定対象物質の重量とにより検量線を作成する。

1. 2. 6. 検出下限値、定量下限値の測定

検量線作成時の最低濃度（定量下限値付近）の混合標準濃度系列について、1. 2. 5の(1)の1)操作を行って測定値(A：ng)を求め、(As-At)にAを代入して、1. 2. 7の濃度の算出式より空気濃度を算出する。(但し、V=144l、t=20℃、P=101.3kPaとする)5試料以上を測定して求めた標準偏差(s)から次式により、各測定対象物質の検出下限値及び定量下限値を算出する。ただし、操作ブランク値のある物質では操作ブランク値を測定し、混合標準濃度系列と操作ブランク値のうち、大きい方の標準偏差を用いて計算する。(注31)

この測定は機器の分析条件を設定した場合など必要に応じて必ず1回以上行う。

$$\text{検出下限値} = 3s \quad (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

$$\text{定量下限値} = 10s \quad (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

目標定量下限値はカイドライン値の1/10とする。

1. 2. 7. 濃度の算出

1. 2. 5 の(1)で得られた結果から次式を用いて空気中の各測定対象物質の濃度を算出する。

$$C = \frac{(A_s - A_t) \times 1000}{V \times 293/(273+t) \times P/101.3}$$

C : 20℃における空気中の各測定対象物質の濃度 (μg/m³)

A_s : GC/MS に注入した試料中の各測定対象物質の重量 (ng)

A_t : 各測定対象物質のトラベルブランク値 (ng)

操作ブランク値と同等と見なせる場合は操作ブランク値を用いる。

V : ガスメータで測定した捕集量 (ℓ)

t : 試料採取時の平均の気温 (℃)。湿式型積算流量計を使用している
ときには、積算流量計の平均水温 (℃)

P : 試料採取時の平均大気圧 (kPa)。湿式型積算流量計の場合には
(P-P_w)を用いる。

ここで、P_w は試料採取時の平均気温 t での飽和水蒸気圧 (kPa)

測定結果については個々の値と各採取場所における平均値をそれぞれ記載する。

- 注 1：当方法は採取試料の前処理に溶媒を用いないため、前処理操作による溶媒、雰囲気等からの汚染を受けにくいという利点がある。一方、測定対象のフタル酸エステル類は高沸点で吸着を起こしやすい性質を持つため、加熱脱着装置内への吸着やクロスコンタミネーションに留意する必要がある。
- 注 2：試料採取量、濃縮操作及びGC/MSの条件等によって測定感度は異なるので、ここに示した濃度を目安に適宜変えてもよい。
- 注 3：標準、内標の原液、溶液は市販品を用いてもよい。これらは精度保証されているものが望ましい。
- 注 4：精製空気を使用してもよい。有機化合物を含有しないことが重要であり、測定対象以外の物質については全炭化水素で0.01ppm以下、一酸化炭素0.05ppm以下、二酸化炭素0.3ppm以下、水分濃度2ppm以下（露点-70℃以下）で純度99.999%以上のものが望ましい。
- 注 5：バラツキが大きいのでマニホールドを使用すると良い。接続部分等についてはシールテープの使用は出来るだけ避け、テフロンコネクタ等を利用することが望ましい。
- 注 6：吸着剤としてはTenax TAやTenax GR等が利用できる。
- 注 7：試料導入装置には複数のタイプがあり、それぞれに最適条件を設定する。第1は、捕集管が試料導入装置に装着されると流路が確保され、加熱して脱着してトラップ管にいったん再捕集後、さらにトラップ管を加熱してクライオフォーカスに捕集し、さらに加熱してキャピラリーカラムに導入する方式である。第2には、捕集管が試料導入装置に装着されると流路が確保され、加熱して脱着してトラップ管またはクライオフォーカスに再捕集した後、いずれかを加熱してキャピラリーカラムに導入する方式である。
- 注 8：ガラス製または熔融シリカ製の中空管または吸着剤を充填したトラップ管では冷却を要しない装置もある。また、トラップ管の冷却、加熱条件等は導入装置毎に決定する必要がある。市販の装置ではこれらの条件は提示されている場合が多い。
- 注 9：トラップ管には石英等の不活性物質を詰めることもあるが、吸着剤を充てんする場合もある。その充てん剤は温度（-20℃程度の低温）でも破過を起こすことがあるので注意する必要がある。
- 注10：吸引側及び空気取り入れ側を明確にしておく。
- 注11：室外で塗装工事等が行われて室内より室外での化学物質濃度が高いと考えられる場合は、トラベルブランクは室外で行う。
- 注12：分析環境から試験操作過程で汚染されることがあるので、操作ブランクを一連の測定操作の中で少なくとも一回以上実施する。
- 注13：空気試料の測定に際して、その準備－機器の運搬－試料採取－持ち帰り－前処理－測定の過程で化学物質で汚染された空気で捕集管が暴露する可能性があるため試料採取時の記録を参考にして試験の頻度を考慮する。
- 注14：定量用質量数のピークに対する他イオンからの影響を判断するために行う操作であり、強度比が検量線作成時と大きくかけはなれている場合は、まず、装置の性能を確認するために再度標準試料を測定して強度比を算出する。その強度比が90～110%の範囲内であれば、測定済み試料のクロマトグラムのベースライン等を再検討し

たり、かけ離れた原因をチェックして再分析を行い、その強度比が検量線作成時と大きくかけはなれないことを確認する。

注15：室内空気中の各対象化合物の濃度は範囲が広いことが予想されるため、定量上限を明確に把握しておくことが必要である。試料空気の測定値が作成した検量線の直線範囲からはずれている場合は、分析の諸条件を検討したうえで検量線を作成し直し、再度測定する。

注16：この操作は試料測定に先立って行い、操作ブランク値を大気濃度に換算した値が、目標定量下限値を超える場合には、再洗浄や機器の調製を行った後、再度測定し、操作ブランク値を十分低減してから試験液を測定する。

注17：測定対象物質のトラベルブランク値が操作ブランク値と同等（等しいか小さい）とみなせる場合には移送中の汚染は無視できるものとして試料の測定値から操作ブランク値を差し引いて濃度を計算する。移送中の汚染がある場合には、3試料以上のトラベルブランク値を測定した時の標準偏差（ s ）から求めた定量下限値（ $10s$ ：大気濃度への換算値）が目標定量下限値以下の場合、およびトラベルブランク値による定量下限値が目標定量下限値より大きくても試料の測定値が、トラベルブランク値による定量下限値以上の場合には、試料の測定値からトラベルブランク値を差し引いて濃度を計算する。

しかし、移送中に汚染があり、またトラベルブランク値による定量下限値が目標定量下限値より大きく、しかも測定値がトラベルブランク値による定量下限値より小さい場合は原則として欠測扱いとする。この場合には、汚染の原因を取り除いた後、再度試料採取から行う。

注18：内標準物質の感度が検量線作成時の感度と大きく異なることを確認する。また、内標準物質との相対感度が検量線作成時の相対感度に対して $\pm 20\%$ 以内の変動であることを確認し、これを越えて感度が変動する場合には、その原因を取り除き、それ以前の試料を再測定する。さらに、保持時間については、比較的短い間に変動（通常、1日に保持時間が $\pm 5\%$ 以上、内標準物質との相対保持比が $\pm 2\%$ 以上）する場合には、その原因を取り除き、それ以前の試料の再測定を行う。

注19：定量下限値以上の濃度の測定対象物質に対して、測定値平均とそれぞれの測定値の間に $\pm 15\%$ 以上の開きがある場合は、原則として欠測扱いとして、その原因をチェックし、再度試料採取を行う。

注20：測定対象物質のいずれかの強度比が(b)で算出した $90\sim 110\%$ の範囲を超える場合は、その濃度の混合標準濃度系列を再度測定する。

注21：測定対象物質のいずれかの定量下限値が目標下限値より大きい場合には、試薬、器具、機器等进行检查して、目標定量下限値以下になるよう調整する。

*フタル酸エステル類の測定に係る注意事項

フタル酸エステル類は容易に環境からの汚染を受けるため、測定精度は、試料の採取、前処理、測定操作におけるフタル酸エステル類のブランクをいかに低くするかにかかっているといつて過言ではない。試料採取、試験液調製、分析には細心の注意が必要である。

精度の管理については各試験機関にて留意する必要があるが、汚染を防ぐ方策としてそれぞれの機関において現在までに何点かの試みが行われているので、以下に例示する。これらについては試行錯誤が継続している状態であり、今後さらに検討が必要な点が残されている。

- ・全操作を通じてビニール手袋等は使用しない。
- ・プラスチック製品等、フタル酸エステル類を含むものに触れた場合は、必ず石鹼で手洗を行う。
- ・試験溶液が触れる部分に触れる場合はなるべくピンセット等を用いる。もしくは十分に石鹼を用いて手を洗う。
- ・使用する器具は、ガラス製、テフロン製、金属製のものを用いる。
- ・各器具は使用直前に残留農薬分析用クラスのアセトンもしくはヘキサンで超音波洗浄する。これらの溶媒は開封後は速やかに使い切る必要がある。
- ・器具は使用直前まで開口部をアルミホイルでパッキングし空気との接触を避けるようにする。
- ・記録用紙等の記入に際しては油性マジックやボールペンは使用しない。
- ・粘着テープの使用は極力避ける。
- ・装置のブランクを必ず確認する。
- ・機器内部が汚染されていないかをチェックする。
- ・GCの注入口のインサートやシールはアセトンで超音波洗浄してから使用する。
- ・インサートはこまめに交換する。
- ・各部に使用されているOリングは劣化によりブランクを発生するので留意する。
- ・セプタムは耐熱性のよい汚染の少ないものを選ぶ。新品のものはコンディショニングしてから用いる。
- ・なるべく細く、先端の形状がセプタムかすの出にくいシリンジを使用する。
- ・使用する吸着剤チューブなどは十分に焼きだす。

(別添 3)

2000 年 9 月 25 日

厚生省生活衛生局生活化学安全対策室
シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会事務局
(2000 年 12 月 15 日改訂)

総揮発性有機化合物 (Total Volatile Organic Compounds: TVOC) の 空気質指針策定の考え方について

[はじめに]

シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会では、個別の VOC について、国内外の知見に基づき、順次室内濃度指針値の策定を進めているところ。一方 TVOC とは、複数の VOC 混合物の濃度レベルのことであり、第 3 回検討会（2000 年 6 月 26 日）においては、個別の VOC による汚染を全体として低減させ、より快適な室内環境を実現するための補完的指標としての導入に向けて、TVOC の指針値の策定方法を検討することが必要とされた。

事務局では、これを受けて、OECD 加盟 29 ヶ国及び欧州委員会に対し、TVOC の取扱状況等を調査したところ、20 ヶ国から回答を得た。その多くは、TVOC の導入については未定か若しくは予定がないということであったが、いずれも日本における取り組みへの大きな期待を寄せていた。

一方、EC 合同研究センターのような国際機関においては、以前から TVOC 策定方法の例について発表してきており、今回の調査においても、その報告書が参考文献として提示されているケースが見られた。

今回の調査は各国行政庁への調査であり、必ずしも各国の民意と一致していることにはならない点に留意すべきである。実際我が国では、パブリックコメントで、TVOC の導入を強く求める意見が散見されている。一方、科学的知見が限られている中、TVOC の早期導入にはその影響を考えると問題があるとの意見も見られる。

これらを踏まえ、毒性学的知見に基づいた TVOC 指針値設定は現時点では困難ではあるが、現時点で得られる室内 VOC 実態等の調査結果を最大限活用し、合理的に達成可能な範囲で、空気質の状態の目安としての暫定目標値と暫定策定方法を提示することは、室内空気質の状態を向上し、居住者の健康を確保する上で、有効であると考えられるのではないかと判断した。

なお、TVOC については、個別の VOC のリスク評価や混合毒性の評価、あるいは測定法での改良を待たないと、指針値としては明確には定められないことは明らかであり、今後の調査研究や海外での状況を把握しながら、必要な見直しをしていくことが必要である。

〔要旨〕

室内空気質の TVOC 暫定目標値を $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ とする。この数値は、国内家屋の室内 VOC 実態調査の結果から、ある仮定（2.参照）に基づいて、合理的に達成可能な限り低い範囲で決定した値であり、室内空気質の状態の目安として利用されることが期待される。TVOC 暫定目標値は、毒性学的知見から決定したものではなく、含まれる物質の全てに健康影響が懸念されるわけではない。また、個別の VOC 指針値とは独立に扱われなければならない。今後 TVOC については、実施される必要な調査研究によって、暫定目標値の妥当性の追跡とリスク評価に基づいた指針の策定が必要である。また発生源や換気に注意し、住宅の構造や日常の住まい方の改善によって、室内空気質の状態を向上させる取組みが不可欠である。

個別 VOC 指針値と TVOC 暫定目標値について

個別 VOC 指針値はリスク評価に基づいた健康指針値であり、その濃度以下であれば通常の場合その VOC は健康への悪影響は起さないと推定された値である。しかしその濃度以下であればその空気質が快適で安全ということでは決してなく、実際には複数の VOCs が存在することから、他の VOC についても順次健康指針値を決めていかなければならない。しかしそれには多大な時間を有すること、またその間に指針値を決めていない有害物質による汚染の進行を未然に防ぐ目的から、VOC 全体としての空気中濃度の目安を示して、個別 VOC 指針値を補足することが重要であると判断した。その際、TVOC としてのリスク評価を行うにはデータが不足していることから、国内における室内 VOC 濃度の実態調査の結果を用いて、合理的に達成可能な限り低い範囲において暫定目標値を決定した次第である。従って個別 VOC 指針値と TVOC 暫定目標値は、現時点ではそれぞれ独立して扱われるべきものである。

将来リスク評価に基づく TVOC 指針値が設定された場合には、個別 VOC 濃度と TVOC 濃度の双方がそれぞれの指針値を満たしていないと、その空気質は安全であるとは言えない。従って、関係者においては、暫定目標値が将来指針値として設定し直されたときのことを今から念頭におくと同時に、その間、暫定目標値を室内空気質の状態をモニタリングする際の目安として、是非とも快適で安全な室内空間の確保を目指していっそうの努力をしていただきたい。

測定結果の評価方法について

この暫定目標値は、竣工後居住を開始してある程度時間が経過した状態における目安であって、竣工後入居してしばらくの間は、暫定目標値を超える場合も予測される。

また TVOC に含まれる物質の全てに健康影響が懸念される訳ではないこと、またその中には日常の居住環境で用いられる発生源に由来する物質が含まれることに留意すべきである。

従って、測定された TVOC 値が暫定目標値を超える結果が得られた場合には、測定時期や、その中に含まれる物質の種類や由来を確認した上で、個々の良否の評価を行うべきである。例えば、天然材を用いた住宅のような場合は、特定の天然成分が高濃度で測定される可能性が高いことから、特別な配慮が必要であろう。

この点は、本検討会中間報告書（2000 年 6 月 26 日）において、背景因子の異なる個々の測定値と指針値との関係について更なる検討を進めることの重要性に言及している通りである。

1. OECD 加盟国に対する調査結果の概要

1-1 TVOC 又は個別の VOC について指針値又はこれに類するものが設定若しくは検討されているか

オーストラリアでは、1992 年に、健康状態に基づく基準により、TVOC を、単一の化合物が全体の 50%を超えない範囲において、 $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と勧告している。ただし個別の VOC の指針値を勧告するにはデータが不十分であり、TVOC が $250 \sim 400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ のレベルで呼吸器過敏症が報告されていることを指摘し、最新のデータを用いて新たな基準を設定すべきとしていた。現在、VOC に係る暴露モニタリング研究が実施されている他、2000 年 10 月には、室内空気質に関する報告書の最終案をとりまとめる予定との回答であった。

ノルウェーでは、旧指針(1990 年)で TVOC を $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ としていたが、科学的データに基づくものではないので説得性に欠けており有効ではないとして、新指針(1999 年)では削除され、個別の VOC の評価がなされている。

オーストリア及びドイツでは、TVOC 及び個別の VOC に関する指針値設定に関して共同研究を進めており、そのガイドラインの草案が来年 1 月に出来上がる予定とのことであるが、現時点で具体的な設定方法の説明は困難との回答であった。

カナダでは、室内空気質ガイドラインにおいて、アルデヒド類等幾つかの個別の VOC について指針値を定めている。TVOC に関する指針値策定の優先度は高くないが、将来考慮の対象になることはあり得るとしている。

ハンガリーでは、室内空気質の指標設定の努力がされているところではあるが、まだ承認に至っていないとの回答であった。

ポーランドでは、室内空気質の指標として、35 の個別の化合物について基準が設けられているが、TVOC に関する指針値は設定されていない。

米国からは、室内空気質ガイドラインの検討はされていないが、将来の指標設定に不可欠な健康及び暴露に関する基礎調査を行っているところであるとの回答があった。

英国からの回答は、VOCs の健康影響について検討を行ったが、室内空気質の指針を示すには疫学的なデータが不十分であること、しかし平均的な TVOC 濃度 ($0 \sim 1\text{mg}/\text{m}^3$) 下で何らかの健康影響が認められた場合は家庭内の VOC 発生源に注意し暴露の削減を図るべきと指摘している。具体的なスケジュールは未定であるが、今後指針の設定の検討を行うとの回答であった。

オランダからは、2000 年 5 月の保健議会において、室内の VOCs 濃度が $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ を超えないことが望ましいこと、発がん性や生殖発生毒性並びに感作

性を有する物質の建材への使用を避けることなどが勧告されている、との回答であった。

EC からは、環境総局としての検討は行っていないものの、EC 共同研究センターにて室内空気質の研究が進められているとの回答であった。

TVOC 及び個別の VOC に関する室内空気質の指針の設定若しくは検討がされていない、という回答の場合、その主たる背景は、人体への毒性影響が明確に立証されなければ指標の設定はできない（米、チェコ、ポルトガル）、室外大気中の濃度基準が存在する（EC、ニュージーランド）、事業活動や職域あるいは建材等からの排出基準のほうが重要な課題である（EC、ニュージーランド、韓国、アイルランド、ポルトガル）、などであった。

1-2 TVOC に関する指針を考える上で、参考にできるような研究報告や文献等があるか

欧州委員会共同研究センター環境研究所による「室内空気質とヒトへの影響－報告書 No.19：室内空気質の検討における総揮発性有機化合物(TVOC)(1997年)」(“Indoor Air Quality & Its Impact on Man—Report No.19: Total Volatile Organic Compounds (TVOC) in Indoor Air Quality Investigations, European Commission Joint Research Center Environment Institute 1997”) 以外には、特に新たな知見は見い出せず、現時点では、この報告書が、TVOC の指針値策定の可能性を提供する唯一の文献と考えられる。

すなわち、この報告書では、TVOC の決定方法について、今までに報告されている TVOC 値は、分析方法や個別の VOC の合計方法が異なるため、比較ができないとした上で、以下の実際的な手順を提案している。

TVOC 決定手順の考え方

TVOC の決定には、次の 3 つを考慮すること。すなわち、

1. TVOC 値を構成する個別の化合物が明確に定義されなければならない。
2. TVOC 値は、採取空気中の全 VOC 濃度に出来る限り近いものとなるべきである。
3. TVOC 値は、室内空気質の評価に出来る限り有益となる方法で構築されるべきである。

そのためには、次の要件を満たすこと。すなわち、

- 採取空気中の出来る限り多くの化合物を同定すること、及び少なくとも検出上位 10 物質を同定すること
- TVOC の計算に含める VOCs リスト。すなわち、
 - 分析範囲 (*analytical window*)
 - 室内空気中に現れる各種 VOC のうち、必須な各化学分類を代表する化合物のリスト
 を明かにすること

勸告手順

上記の考え方に従って、TVOC 値の決定には、次の手順を勧告する。

1. 空気の採取には、Tenax TA 吸着体を使用する。同水準の吸着と脱着が確保できる場合は、他の吸着体を用いてもよい。
2. 加熱脱着により、採取した VOCs を吸着体から GC カラムに移す。
3. 分析には不活化された非極性の GC カラムを使用する。その分析システムは、トルエン及び 2-ブトキシエタノールの検出限界をそれぞれ少なくとも $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ まで許容しなければならない。
4. クロマトグラムでは、n-ヘキサンから n-ヘキサデカンまでの部分に見つけられる化合物を考慮すること。
5. 個別の検出ピークに基づいて、できるだけ多くの VOC を定量すること。その際には、少なくとも、別途示す必須 VOCs リストに含まれる化合物及び検出上位 10 ピークにそれぞれ該当する化合物を定量すること。同定された各化合物の合計濃度 S_{id} を計算する。
6. 未同定の各 VOC のピークについては、トルエンの検出量に換算して、合計濃度 S_{un} を決定する。
7. 手順 5 及び 6 の結果、 S_{id} が $S_{\text{id}} + S_{\text{un}}$ の合計の $2/3$ 量に達していれば、VOCs の特定は許容できる水準にあると言える。 $S_{\text{id}} + S_{\text{un}}$ の合計が $1\text{mg}/\text{m}^3$ 未満のときは、 S_{id} が $S_{\text{id}} + S_{\text{un}}$ の合計の $1/2$ 量に達していれば十分である。
8. $S_{\text{id}} + S_{\text{un}}$ の合計が TVOC 値と定義される。
9. たくさんの化合物ピークが手順 4 で示した VOC 範囲の外に観察される場合は、その旨注釈を付けること。

なお、上記の手順で決定された TVOC 値は、室内空気中の全 VOC を含む訳ではないことに留意すべきである。TVOC 値には反映されない、室内空気質に深く係る汚染物質が存在する。特に低分子のアルデヒド類はその代表例で、通常、TVOC とは別途、望ましくは DNPH 法を用いて測定される。

必須 VOCs リスト

○芳香族炭化水素

ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、キシレン、*n*-プロピルベンゼン、
1,2,4-トリメチルベンゼン、1,3,5-トリメチルベンゼン、2-エチルトルエン、
スチレン、ナフタレン、4-フェニルシクロヘキセン

○脂肪族炭化水素 (*n*-C6～C16)

n-ヘキサン、*n*-ヘプタン、*n*-オクタン、*n*-ノナン、*n*-デカン、*n*-ウンデカン、
n-ドデカン、*n*-トリデカン、*n*-テトラデカン、*n*-ペンタデカン、
n-ヘキサデカン、2-メチルペンタン、3-メチルペンタン、1-オクテン、
1-デセン

○環状アルカン

メチルシクロペンタン、シクロヘキサン、メチルシクロヘキサン

○テルペン

3-カレン、 α -ピネン、 β -ピネン、リモネン

○アルコール

2-プロパノール、1-ブタノール、2-エチル-1-ヘキサノール

○グリコール／グリコールエーテル

2-メトキシエタノール、2-エトキシエタノール、2-ブトキシエタノール、
1-メトキシ-2-プロパノール、2-ブトキシエトキシエタノール

○アルデヒド

ブタナール、ペンタナール、ヘキサナール、ノナナール、
ベンズアルデヒド

○ケトン

メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノン、
アセトフェノン

○ハロゲン化炭化水素

トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、
1,4-ジクロロベンゼン

○酸

ヘキサン酸

○エステル

酢酸エチル、酢酸ブチル、酢酸イソプロピル、酢酸 2-エトキシエチル、
テキサノールイソブチレート

○その他

2-ペンチルフラン、テトラヒドロフラン

上記の報告書によれば、VOC 混合物のリスク評価について、VOC 混合物による暴露実験や疫学的な調査による幾つかの試みがなされているものの、TVOC と健康影響の首尾一貫した関係は未だ明かにされておらず、TVOC に係る明確な指針は存在しないとして、ALARA (as low as reasonably achievable: 合理的に達成可能な限り低く) の原則を勧告している。

そして、VOC 混合物の暴露－効果関係に係るより多くの情報と注意深くデザインされた疫学研究の必要性を指摘し、その結果として、例えば個別の VOC の生物反応性に基づく加重補正値を合計するような、より優れたモデルが確立される可能性を示唆している。

また、本報告書の中では、TVOC 決定の新しい勧告手順に先立って、従来利用されている、個別検出ピークの同定は行わない、水素炎イオン化法(FID)などの直接読取法による TVOC 測定法を紹介している。この方法は、ある 1 物質 (通常はトルエンか n-ヘキサン) についてのみ補正を行って、全ピークをその物質換算値に置き換えて TVOC を算出する方法である。この方法は、上記の勧告手順の中で、未同定ピークの定量にも利用することができる方法である。

両方法によって得られる TVOC はそれぞれ意味が異なるので、いくつかのサンプルを用いて両者の関係を検証しなければ、単純な数値の比較はできない。これを踏まえ、報告書では、例えば、この直接読取法をスクリーニング目的で使用して、ある一定以上の数値が得られた場合には、新しい勧告手順に従って詳細な分析を行うやり方を勧めている。

なお、本報告書の中では、これまで室内空気中の TVOC に係る指針の設定について、TVOC の定義と方法の異なる以下の 2 通りのアプローチが提案されたことを紹介している。

Molhave (1990) の方法

空気質毒性の健康影響に関する文献値から、影響が増す順に 4 段階の暴露レベル (測定は GC/FID) を示唆した。すなわち、快適レベル ($<0.2\text{mg/m}^3$)、多因子性暴露レベル ($0.2\sim 3\text{mg/m}^3$)、不快レベル ($3\sim 25\text{mg/m}^3$)、毒性レベル ($>25\text{mg/m}^3$)。

Seifert (1990) の方法

ドイツの家屋を対象にした実地試験の経験から、TVOC の上限値を推測した。すなわち、実地試験の平均値である $300\ \mu\text{g/m}^3$ が容易に達成可能なレベルであ

るので、これを超えないものとした。またこの TVOC を異なる化学分類に割り振る場合は、次の通りとした。脂肪族炭化水素 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、芳香族炭化水素 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、テルペン $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、ハロゲン化炭化水素 $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、エステル $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、アルデヒド／ケトン（ホルムアルデヒドを除く） $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、その他 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。さらに個別の VOC 濃度に関して、該当する化学分類の平均値の 50%を超えている VOC が存在しないこと、及び測定された TVOC 値の 10%を超える VOC が存在しないこと、とした。これらの数値は、全て、毒性学的データから求めたものではなく、合理的に達成可能なレベルとして判断されたものである。

2. TVOC 指針値策定の可能性とその方法

現時点で得られている情報から、TVOC の指針値（暫定値）設定のアプローチをするとした場合、少なくとも下記の手順を踏むことが必要となる。

- 実態調査における測定値（例えば中央値）に基づき、合理的に達成可能なレベルを設定すること
- 測定の際には、日本版の必須 VOCs リストを準備すること
- リスト化された物質については、標準的な測定法が存在すること

そこで、1-2 で示された手順に沿って、厚生省の「居住環境内における揮発性有機化合物の全国実態調査」の結果をもとにシミュレーションをしてみると、以下の通りとなる。

2-1 調査時の測定対象物質と S_{id} の計算

調査時の測定対象物質リスト

（芳香族炭化水素）

ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、キシレン、スチレン、
1,2,4-トリメチルベンゼン、1,3,5-トリメチルベンゼン、
1,2,3-トリメチルベンゼン、1,2,4,5-テトラメチルベンゼン

（脂肪族炭化水素）

n-ヘキサン、n-ヘプタン、n-オクタン、n-ノナン、n-デカン、n-ウンデカン、
n-ドデカン、n-トリデカン、n-テトラデカン、n-ペンタデカン、
n-ヘキサデカン、2,4-ジメチルペンタン、2,2,4-トリメチルペンタン
 α -ピネン、リモネン

（オキシ化炭化水素）

1-ブタノール、ノナナール、デカナール、メチルエチルケトン、
メチルイソブチルケトン

（ハロゲン化炭化水素）

トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、
1,4-ジクロロベンゼン、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、
1,2-ジクロロプロパン、四塩化炭素、クロロジブロモメタン

（その他）

酢酸エチル、酢酸ブチル

S_{id} の計算

本調査では、全家屋数 205 戸に対し、新築住宅を竣工後 1 又は 3 ヶ月以内の建物、それ以外を中古住宅と定義して、いずれの場合も、居住・平常時の 24 時間連続空気採取にて行われたものであり、室内空気 200 試料を採取、41VOCs について濃度測定 (n=177~201) を行っている。その結果は、対象家屋全体の物質毎の実測値データとしてとりまとめられており、各物質濃度の中央値が求められている。またいくつかの背景因子別 (新築/中古、夏/冬、症状あり/なし) に層別解析した場合の物質毎の実測値データもまとめられており、同様に各物質濃度の中央値が求められている。

TVOC の計算では、個別の調査家屋のチャートを再解析する必要があるが、ここでは、便宜上、既にとりまとめられた物質ごとの測定データを用いて算出する。

実態調査における各 VOC 濃度の実測値分布は、全般的に低濃度領域に大きな母集団があり、高濃度領域にいくつかの特別に高濃度の汚染事例が散見する分布を示したことから、合理的に達成可能な限り低い範囲で TVOC 値を決定するには、分布上、より真の平均に近いと考えられる中央値を用いることによって、算出することとした。

下記の表は、これら中央値の総和を示したものである。

特定 VOC 濃度の中央値の総和(S _{id})	153 μ g/m ³
新築 1 ヶ月	436
新築 3 ヶ月	468
中古 1 ヶ月	178
中古 3 ヶ月	165
夏の場合	134
冬の場合	175
症状なし	154
症状あり	157

(平成 10 年度の調査結果より計算)

2-2 S_{un} 及び TVOC (=S_{id}+S_{un}) の計算

未同定 VOC 量 S_{un} については、元のチャートを再解析しないと推測できないが、ここでは便宜上、S_{id}+S_{un} が 1mg/m³ 未満であると想定すると、S_{id} は S_{id}+S_{un} の 1/2 量でよいことになる。TVOC (=S_{id}+S_{un}) を計算すると、下記の表の通りとなった。

TVOC (=S _{id} +S _{un})	306 μ g/m ³
新築 1 ヶ月	872
新築 3 ヶ月	936
中古 1 ヶ月	356
中古 3 ヶ月	330
夏の場合	268
冬の場合	350
症状なし	308
症状あり	314

算出された数値は、200～400 μ g/m³の間（特に中古 1 ヶ月の場合で 356 μ g/m³、冬の場合で 350 μ g/m³）にあることから、TVOC 暫定目標値を、以下の通りとした。

TVOC 暫定目標値	400 μ g/m ³
------------	----------------------------

注）この暫定目標値は、竣工後居住を開始してある程度時間が経過した状態における目安であって、竣工後入居してしばらくの間は、暫定目標値を超える場合も予測される。また TVOC に含まれる物質の全てに健康影響が懸念される訳ではないこと、またその中には日常の居住環境で用いられる発生源に由来する物質が含まれることに留意すべきである。

3. 今後の進め方

上記の TVOC 暫定目標値は、限られたデータからの仮定に基づいて算定された数値であり、その TVOC の構成は、採取空気の構成に近いものとは言えない。しかし、一定の目安を与えることは、快適な室内空間の確保に一役を買うものと期待する。今後以下の検討を進めて、より採取空気の構成に近い必須 VOCs リストの作成、健康影響が起こりうる TVOC 濃度域の調査と TVOC リスク評価に基づく指針の策定をしなければならない。

- 本格的 TVOC 実態調査の実施（健康影響調査も同時）。必須 VOCs リストの完成（特に、グリコール、環状アルカン、フラン体、低分子アルデヒド類、有機リン系化合物、フタル酸エステル類の追加等。VVOCs（Very Volatile Organic Compounds）、SVOCs（Semi-volatile Organic Compounds）の区別を含む）。健康影響が起こる TVOC 濃度域の特定と TVOC のリスク評価。TVOC 指針値の策定。

- 詳細な測定手順の作成。既存標準測定法の測定範囲の特定。その方法ではカバーできない物質の測定法の確立。
- TVOC を化学分類に割り振った場合の生物反応性に基づく加重の方法の調査研究。各化学分類の目標値及び指針値の策定。
- 継続的なモニタリングによる、TVOC 目標値／指針値の見直し。

なお、詳細な TVOC 測定手順を作成・公表するまでの間、現時点のスキームは、1・2 で紹介した欧州委員会共同研究センターの報告書による勧告手順を参考にし、以下の通りとしたい。

採取と分離

- ・本検討会中間報告書－第1回～第3回のまとめ（平成12年6月26日）にて策定した、室内空气中化学物質の採取方法に基本的に従う。少なくとも2本の捕集管に空気を採取する。

検出と定量

- ・まず、TVOC 値のスクリーニングのために直接読取法にて、指定範囲内のピーク面積をトルエン換算値として求める。
- ・スクリーニングにて暫定目標値を超過するような場合は、GC/MS 法により出来る限り個別物質の同定及び定量を行う。
- ・定量した物質に相当するチャート上のピークのトルエン換算値を差し引き、代わりに厳密に定量した値を加える。この定量値の合計を TVOC とする。
- ・同定すべき個別物質については暫定的にリストに掲載されているが、実態調査を含め、現在精査・検討中である。

同定が必要な VOC の代表例

- ・芳香族炭化水素：トルエン、エチルベンゼン、キシレン、スチレンなど
- ・脂肪族炭化水素：ノナン、デカン、トリデカン、テトラデカンなど
- ・オキシ化炭化水素：1-ブタノール、ノナナール、メチルエチルケトンなど
- ・ハロゲン化炭化水素：トリクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタンなど
- ・その他：酢酸エチル、酢酸ブチルなど

(別添4)

2000年9月25日

厚生省生活衛生局生活化学安全対策室
シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会事務局
(2000年12月15日改訂)

室内空気質指針値の適用範囲の在り方について

〔はじめに〕

第3回シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会（2000年6月26日）では、とりまとめた中間報告書のなかで、指針値の適用範囲の在り方について、以下のように報告した：「原則として全ての室内空間を対象とする。住宅以外の空間への適用の在り方については、本検討会にて引き続き検討していくこととするが、オフィスビル、病院・医療機関、福祉施設、学校・教育施設、役所、車両等、比較的長時間にわたって居する可能性のある空間への適用も考慮することが望まれる。なお工場その他の特殊な化学物質発生源のある室内空間は、別途検討されることが必要である。」

1. 保健及び公衆衛生上の見地からの考え方

現代社会に住む人々は、その多くの時間を室内空間で過ごす訳であるから、そこでの生活の質が保証されていなければならない。そのためには、全ての人々が、社会的及び経済的に生産的な生活を送ることができる生活環境が確保されているべきである。汚染物質への暴露は、居住者の健康や機能、快適さの質を損なうことになるので、望ましくない。

従って、保健及び公衆衛生上の見地からは、その空間がどこであろうと、汚染物質へのヒト暴露を低減する必要がある。本検討会で策定される指針値は、生産的な生活に必須な特殊な発生源がない限り、下記に示すあらゆる室内空間に適用されるべきである。

住居（戸建、集合住宅）、オフィスビル（事務所、販売店など）、病院・医療機関、学校・教育機関、幼稚園・保育園、養護施設、高齢者ケア施設、宿泊・保養施設、体育施設、図書館、飲食店、劇場・映画館、公衆浴場、役所、地下街、車両、その他

2. 供給側と居住者／消費者の責任関係の見地からの考え方

快適で汚染のない室内空間を提供することと同時に、室内空気の汚染に関して知り得た化学物質を明かにして情報開示することは、その空間の供給側の責任である。一方、その情報は消費者の知る権利であることと同時に、消費者自身には、その空間を選択する責任と自分自身の住まい方によって起こる汚染に対する責任が生じる。

小児の場合は、弱者であり、日常生活において、周囲や他人に物事の判断を委ねることを余儀なくされることが多く、自身を汚染から守る責任には限界がある。従って、小児への有害な暴露を未然に防ぐよう、事業者、消費者及び行政を含む当事者全員が、徹底した空気質管理を心がけなければならない。

従って、特に小児が暴露される可能性の高い空間（住居、病院、幼稚園、学校など）においては、積極的な空気質管理が求められる。このことは、他の弱者（高齢者、妊婦、病人など）が暴露される可能性の高い空間の場合にも当てはまることである。この空気質管理の効果を高めるために、継続的なモニタリングが必要である。

3. まとめ

本検討会で策定される指針値は、生産的な生活に必須な特殊な発生源がない限り、あらゆる室内空間に適用されるべきである。特に弱者（小児、高齢者、妊婦、病人など）が暴露される可能性の高い空間においては、積極的な空気質管理が求められ、当事者による継続的なモニタリングによってその効果を高めていくべきである。

[参考]

この報告書をまとめるにあたり、次の文献を参考にした：“Draft Report on the Right to Healthy Indoor Air, WHO Working Group Meeting, Bilthoven 15-17 May 2000”

(別添 5)

室内空气中化学物質測定に関する機器等目録について

「シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会」においては、6月26日の第3回検討会において、トルエン、キシレン、パラジクロロベンゼンの室内濃度に関する指針値、及び空气中化学物質(平成9年に指針値を策定したホルムアルデヒドと、その他の揮発性有機化合物(VOC))の採取方法と測定方法を取りまとめた。

ここに記された測定方法は、ガイドラインの最終的判定に用いられることを目的として作成されているため、厳密な測定結果を得ることが期待される反面、精密な分析装置と高度な技術が必要とされ、また、結果の判定までにある程度の時間を要する。

近年、室内空気汚染問題についての関心が高まるにつれ、様々な機器や測定法が検討されてきている。消費者、住宅生産者の中には、目に見えない室内化学物質濃度を、概ねの値でよいから手軽に知りたいという要求もあるものと思われる。厚生省が示している標準的測定法はいつも必ず用いなければならないという方法ではなく、このような、その目的がいわゆる化学物質濃度のスクリーニング的な測定を行いたいということである場合には、その要求レベルや条件に応じて、それに適した測定法や機器を選択して利用すればよい。

室内空気の測定機器や方法は現在いくつかのものが知られているが、それぞれ特徴を持っている。それらを理解した上で、使用機器の選択するとよいと思われる。また、得られた結果については、それらの特徴を十分に考慮する必要がある。

どのようなときに、どの測定法を用いるかは基本的に測定依頼者の判断に任されるものである。しかしながら、測定の目的が指針値を満たしているか否かを厳密に判定することにある場合には、標準的測定法をもって行う必要がある。測定のやり方に関わらず、測定結果に客観性を持たせ、それをもって何かを論じようとする場合には、その測定結果にはどの測定法でどの様に試料が採取され、分析されたものなのかを明記しなくてはならない。

以下に代表的な測定機器や測定方法について、原理を含め、特徴等を簡単に紹介する。また、別表として移動可能な測定機器についての目録を添付した。当目録は、(財)ビル管理教育センターを通じて行ったアンケート結果を基に作成されたものであり、全てを網羅しているとは言えない。また、その内容については各企業の回答に基づくものである。パブリックコメント等からの要望が高い情報であるため、情報提供するものであり、当検討会として検証を行っているものではない。参考資料として利用していただければ幸いである。

当該分野の機器の開発は日進月歩であるので、別表は順次更新され得るものである。

○標準的測定法

標準的測定法においては、適当な捕集管に、ポンプを用いて強制的に室内空気を接触させ、捕集した各物質を HPLC や GC 等、高度な分析機器を用いて分離し、UV 吸収や MS 等の適当な検出器を用いて同定、定量する。

ポンプを用いるアクティブサンプリングを行うため、比較的短時間の捕集でも多量の空気を捕集管に接触させることが出来、その中に含まれる測定対象物質を捕集することが出来る。また、HPLC や GC によるカラムクロマトグラフィーで対象物質と妨害物質を分離して測定するので、妨害ガスの影響を排除した正確な定量が可能である。カラム保持時間の比較や、さらには UV スペクトルやマススペクトルパターンを解析することにより、物質の正確な同定も同時に行える。このように、この方法では各物質の厳密な濃度の測定を行うことが期待できる。

その反面、採取だけでもポンプや流量計等の比較的高価で大がかりな器具を必要とするため、専門技術と設備を有した機関でないと行うことが出来ない。また、HPLC、GC 等の高度な分析機器に至っては、新規に立ち上げる場合、機器だけで数千万の設備投資が必要となり、機器の維持管理にも費用及び高度な技術が必要とされる。従って測定にかかる費用も大変高価なものとなる。

このように、設備と人の双方の問題から分析を行える機関は限られる。また、分析を依頼する側の負担が時間的、費用的に大きいので、これらの面を考慮して用いる必要がある。

別表には参考として捕集管等の製品例を掲載した。(別表 4 1 ～ 5 4)

○検知管法(別表 1 ～ 1 7)

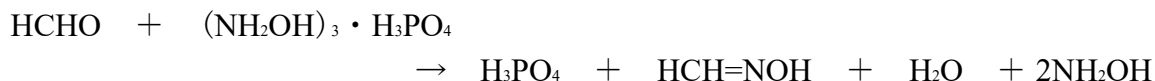
<特徴及び原理の概要>

検知管法は、一般的に、特定ガスと反応して変色する検知剤が充填されたガラス管に試料ガスを通気させ、変色領域を読みとることにより、特定ガスの濃度を測定するものである。通気にはポンプを用いて機械力で行う方法や、採取機を用いて人力で行う方法がある。パッシブタイプの検知管も一部存在している。その他には特別な機器、試薬を必要としない。様々なガスに対応した検知管が市販されており、これらを用いることにより各種の化学物質について対応が可能である。

検知剤の特性によって、妨害ガス等の影響が変わってくるため、同じ検知管とはいえ対象物質毎に原理は別物であり、個々に特性を考慮する必要がある。

・ホルムアルデヒド

検知管で用いられているホルムアルデヒド(HCHO)検知の一般的方法例として、リン酸ヒドロキシルアミン((NH₂OH)₃・HPO₄)や、塩酸ヒドロキシルアミン(NH₂OH・HCl)等とホルムアルデヒドを反応させ、反応の結果生じる酸(リン酸(H₃PO₄)、塩酸(HCl)等)によるpH指示薬の変色を利用して検出するものがある。



基本的にヒドロキシアミン類と反応可能な他のアルデヒド類、ケトン類やアルコール類が存在している場合、物質に応じて加算表示された結果が得られる可能性が考えられる。過度の湿気やアンモニアも結果に影響を及ぼす可能性があると思われる。

・トルエン, キシレン, エチルベンゼン

トルエン、キシレン、エチルベンゼン検知の一般的方法例は、硫酸存在下、五酸化ヨウ素で酸化し、還元されて生じてくるヨウ素の呈色を利用して検出するという基本は同じである。

基本的にトルエン、キシレン、エチルベンゼンは基本骨格と官能基が類似しており、これらの芳香族炭化水素類は同様の反応を示す傾向がある。同時に存在した場合、それぞれある程度加算表示された結果が得られる可能性がある。

- ・パラジクロロベンゼン

パラジクロロベンゼン検知の一般的方法例として、硫酸存在下でパラジクロロベンゼンを二酸化鉛で酸化し、反応の結果生じる塩酸による pH 指示薬の変色を利用して検出するものがある。

基本的にトリクロロエチレンやテトラクロロエチレン等、塩素化された炭化水素や芳香族は同様の反応を示し、加算表示した結果が得られる可能性がある。

- ・スチレン

スチレン検知の一般的方法例として、硫酸存在下で縮重合させ、その呈色を読みとるという方法がある。

ジビニルベンゼンや α -ピネンは同様の条件で呈色する。

検知管法では妨害ガスの影響を完全には除ききれないが、検知管毎に各種妨害物の除去剤が工夫されており、妨害ガスや条件についても記載があるのが通例であるので、使用前に確認し、環境の諸条件を考慮して用いるのがよいと思われる。

○蒸気拡散式分析法（パッシブ方式採取法，別表 1 8 ～ 2 2）

基本的に前記標準測定法に近いものではあるが、簡易測定として扱われている例が多い。空気の採取を特殊な機械を使用せずに行う、いわゆるパッシブ方式の空気採取法であり、簡易採取法というべき方法である。適当な種類・形の吸着剤を室内に静置し、これに化学物質を吸着させ、適当な溶媒で溶出して HPLC や GC のような分析機器を用いて分離・定量するものである。吸着剤には活性炭、Tenax TA、TenaxGC、TenaxGR、Carbotrap、Chromosorb106、DNPH、シリカゲル含有トリエタノールアミン等が用いられたものが市販されており、形としてバッジ型のもの、チューブ型のものがある。

空気の採取時にポンプを使用しないため、手軽にサンプルの採取が行える。また、採取現場に必要な器具は捕集管のみなので、単にサンプルを採取するだけであれば、捕集管を郵送するのみで、希望者にサンプルを採取してもらうことが出来る。その反面、他の簡易測定法の最大の利点である、「その場で結果を得る」ことは出来ない。採取から結果を得るまでに通常数日が必要であろう。

また、サンプルの吸着を分子の自然拡散のみに頼るため、安定した測定結果を高感度で得るためには、比較的長時間のサンプリングが必要である。24 時間平均値等の測定に向くが、30 分程度の短時間の測定には向いていない。VOC についてはそれ以上の時間が必要とされる可能性もある。

分析に高度な分析機器を用いる点は標準的測定法と同様であるため、妨害ガスの影響はほぼ除去できるが、これらの機器を備えた機関でないと分析できない。多くの場合、販売業者が仲介し、捕集管を郵送して分析を依頼できるようになっている。この場合、依頼者の負担は比較的安価である。

DNPH(捕集剤として広く用いられている)とホルムアルデヒドの反応

反応式添付

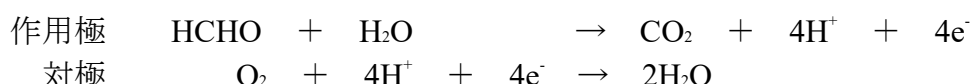
○電気化学分析法を利用したもの

<測定原理の概要>

上記にあげられた検出・測定法は物質の化学的反応を利用したものであるが、ガス検知の方法として、電気化学的反応を利用したガス検出法もある。基本的には、ガスを電極に吸着させたり、化学反応を起こさせたり、電極反応を起こさせたりして、電位や電流の変化を検知するものであるが、原理や特性は装置によって異なるのが普通である。

・定電位電解法を利用したもの（別表 2 3， 2 4）

定電位電解法は、物質が電解されるとき電流の大きさと、電解に必要な時間から電気量を測定し、物質の量を求める方法(クーロメトリー)の応用である。クーロメトリーには、電位を一定に保ちながら電解する定電位電解法(電量法)、一定電流で電解する定電流電解法の二つがある。装置は3電極からなり(図参照)、作用極上での物質酸化分解と、対極における酸素の還元を通じて電流が発生し、これを測定することにより対象物質濃度を測定するものである。各物質は、電解が起こる電位を固有の性質として持っているので、目的の物質が電解され、他の妨害ガスは電解されないような電位を設定することにより、ガス反応の特異性が得られるように工夫できる。しかしながら、全てを除くことは難しく、基本的には対象以外の物質が電解されても電流が生じ、加算表示される。これを回避するために、取り込みガスのフィルターによる選別等の工夫が並行してなされている。市販品はホルムアルデヒド対応のものである。



・電気化学式燃料電池法を利用したもの（別表２５）

通常の乾電池などの電池は、電池を構成している物質が酸化還元反応を起こすことにより起電力を得ているが、燃料電池とは図のように反応物が装置の外部から供給されるように工夫されたものである。図の左右のガスを代えることにより様々な燃料電池が形成され得る。その片方にホルムアルデヒドを使用することはもちろん可能であり、空気中のホルムアルデヒドの量により起電力が変化することを利用した検出法である。ホルムアルデヒド以外の物質も酸化を受ければ加算表示されることになるが、ホルムアルデヒドは酸化されやすいため寄与率は高いと考えられる。センサー部や取り込みガスのスクラバーによる選別等の工夫が並行してなされている。

＜水素・酸素燃料電池の例＞

○熱線型半導体ガスセンサーを利用したもの（別表 2 6）

<測定原理の概要>

酸化物半導体の電気抵抗がその雰囲気中のガス成分の変化により変動することを利用した、電気抵抗式半導体ガスセンサーは広く実用されている。ガスの吸着や反応にはある程度の高温が望ましく、基本的に半導体部分は加熱されている。通常の可燃性ガスは酸化物粒子の吸着酸素や表面酸素と反応する。基本的には粒子表面を触媒とした接触酸化であり、酸化されるガスの分圧が増大すると吸着酸素は一時的に減少し、素子の電気抵抗が減少する。これを計測することにより可燃性ガスの濃度を測定する。

通常の室内空気は混合ガスであり、この方式はいわゆる TVOC にあたるものを測定するためのものである。混合ガス中の個別のガスの特定と濃度測定は目的としていない。

○化学発光法を利用したもの（別表 2 7， 2 8）

<測定原理の概要>

ホルムアルデヒドは酸化されやすい性質を持っているが、アルカリ性の水溶液中、過酸化水素と没食子酸の共存下で酸化すると、強いオレンジ色の光を発することが知られている。化学発光という現象のうちでも古典的反応に入る部類ではあるが、なぜこのような発光が見られるのかは正確には明らかにされていない。しかしながら、この発光の強さは酸化されたホルムアルデヒドの量に比例することが知られている。このため反応の選択性は高い。反面、測定対象物質はホルムアルデヒドに限られる。

○赤外分光光度法を利用したもの（別表 2 9）

<測定原理の概要>

物質の赤外吸収スペクトルをとり、特性吸収帯や標準チャートと比較するなどの定性分析は有機化合物の分析に無くてはならない手法である。赤外吸収スペクトルは分子の振動によって生じ、これは各原子の配置によって異なってくるため、物質により固有のチャートを示す。特に指紋領域と呼ばれる波長領域($1500 \sim 650\text{cm}^{-1}$)に現れるスペクトルは、似かよった振動数の結合が相互作用することにより生じているため、隣接基の違いに敏感に反応し、類似の化合物でも異なるスペクトルが得られる。これを利用し、測定対象化合物に特有の波長を選別し、対象ガスの吸収を測定することにより、各化合物の量を測定しようというものである。対応可能な化合物の範囲はかなり広い。

○飛行時間型質量分析計(TOF-MS)を利用したもの（別表 3 0）

<測定原理の概要>

E I 法でイオン化された物質のマススペクトルをとる方法には、磁場中におけるイオンの飛行距離を利用した超大型の磁場型 MS や、分析機関で多用されている四重極中のイオンの通過性質を利用した四重極型 MS などがよく知られているが、飛行時間型の MS は一定の運動エネルギーを与えられたイオンの飛行時間を利用してマススペクトルを得る方法である。

運動エネルギーは質量×速度の自乗に比例するため、運動エネルギーが一定ならば、イオンが一定距離を飛行するのに要する時間は質量の平方根に比例することになる。これにより各フラグメントイオンを定量し、マススペクトルを得る。

多くの場合マススペクトルはガスクロマトグラフや液体クロマトグラフにより分離された試料画分についてとられているが、別表の機器は混合ガス全体のマススペクトルをとっている。既知物質のマススペクトルとこれを自動解析して濃度を得ているので、対応範囲は広い。ホルムアルデヒドは対象外である。未知物質がガス中に存在しているとその影響は出てくるが、別途それを同定し、影響を排除することも理論的には可能である。ただし、これにはある程度の専門知識が必要と思われる。

○吸光光度法を利用したもの

・ AHMT 法を利用したもの（別表 3 1）

<特徴及び測定原理の概要>

ホルムアルデヒドの検出法の一つであり、AHMT(4-アミノ-3-ヒドラジン-5-メルカプト-1,2,4-トリアゾール) とホルムアルデヒドとの反応を利用したものである。AHMT はアルカリ性下でホルムアルデヒドと反応し、縮合物を生じ、これをさらに過ヨウ素酸で酸化すると赤紫色の化合物を生じる。この化合物の生成量を 550nm 付近の吸光度を測定して定量するものである。アセトアルデヒド等の他のアルデヒド類も同条件では最終産物を生成せず、妨害ガスの影響は受けにくく選択性は高い。反面、測定対象物質はホルムアルデヒドに限られる。

(AHMT 法)

・アセチルアセトン法を利用したもの（別表 3 2）

＜測定原理の概要＞

ホルムアルデヒドの検出法の一つであり、ホルムアルデヒドが過剰の酢酸アンモニウムの存在下でアセチルアセトンと定量的に反応し、412 ～ 415nm に吸収極大波長を持つ呈色物質を生成することを利用したものである。アセトアルデヒドはこの方法で吸収極大波長が異なる物質を生じるため、妨害の程度は少なく選択性は高い。反面、測定対象物質はホルムアルデヒドに限られる。

（アセチルアセトン法）

○光電光度法を利用したもの（別表 3 3， 3 4）

＜測定原理の概要＞

フォトダイオードは入射した光の強さに応じて電圧を出力する性質がある。これを検出部として利用した方法である。ホルムアルデヒド対応用のもは、検知管の頁で前出したヒドロキシアミンの酸塩とホルムアルデヒドの反応による酸の生成と、それによる pH 指示薬の変色を利用している。異なるのは、前述のものが変色域を目で読みとるものであるのに対し、この方法では変色の度合いは光電光度法で電氣的に読みとられるという点である。

読みとりの特異性は、発光素子の発光波長とフォトダイオードの受光感度を変色する色に合わせることにより行うことになる。色が付いて見えるということは、その色に特定のある波長の光を吸収しているということに他ならない。変色することによりある領域の波長は変色部に吸収され、その分受光部から出力される電圧が下がる。この差を利用して濃度の測定を行うものである。

読みとり自体に妨害ガスが影響することはないと考えられるので、妨害ガスの影響は変色に関する部分において考慮する必要がある。検知管法の頁と同様、ヒドロキシアミン類と反応して酸を生じるものや、ガス状の酸、アルカリは結果に影響を及ぼす可能性が考えられる。

○ GC, FID, PID を利用したもの（別表 3 5 ～ 4 0）

それぞれが持つ本来の内容からするとよい分け方ではないが、ここでは GC、F I D、P I Dを便宜的に併記した。

GC(ガスクロマトグラフ) は対象物質を分離する手法であり、F I D(水素炎イオン化検出器) やP I D (光イオン検出器) は本来検出器の名称である。通常は GC 等と接続されて使用されることが多いが、簡易器として物質の分離を行わずまとめた定量を行う機器があるため、他の例に倣って分類している。

・ GC

簡単にはガスと固体や液体間に対する物質の分配係数の違いを利用して混合物質を分離する方法で、今日非常に広く用いられており、多数の機種が市販されている。

ここに掲載されているのは、アンケートに対し回答のあったものであるが、ガスクロマトグラフ装置のうち、10kg 程度で持ち運びを前提に作られたものや、100kg 程度と手軽に持ち運ぶものではないが、環境測定用に移設使用を前提としたものである。

対応可能物質や測定範囲は検出器の性能によるが、基本的に各物質を分離するので妨害ガスの影響は受けにくい。

・ FID(flame ionization detector, 水素炎イオン化検出器)

構造的には水素と空気で作られた水素炎を挟んで電圧を印加された電極が 1 対設置されている。燃えるもの、つまり有機化合物はこの水素炎中で燃焼するときイオンと電子を発生する。これが電極間の電気伝導度を変化させ、それを利用して物質を検出する方法である。燃えるもの全てを検出できるが、目的によってはメタンなどを除くように工夫されているものもある。炭素のみから構成される化合物に対しては、炭素数に比例した感度を示すが、ハロゲンなどが含まれている場合には比例しない。また、燃えないものは検出されない。

・ PID(photo ionization detector)

構造的には電圧を印加された 1 対の電極があり、そこに高周波をかけられた UV ランプより光子が放出されるようになっている。電極間を通るとき、放出される光子の持つエネルギーよりも小さいイオン化ポテンシャルを持つ物質はイオン化され、これが電極間に電流を生む。これを利用して物質を検出する方法である。ほとんどの有機化合物は 12eV のエネルギーを与えられるとイオン化するので検出できる。UV ランプの放出するエネルギーはある程度調節出来るので、これにより測定対象物質を調整できる。

当目録は(財)ビル管理教育センターを通じて行ったアンケート結果を基に作製されたものであり、その内容については各企業の回答に基づくものである。

測定法の分類	No.	測定の概要		機器・製品名及び問い合わせ先		価 格		電 源	寸法及び重量	測定対象化学物質及び精度等				⑧測定時間		⑨環境からの影響		
		使用法の概要	検出原理の概要	機器・製品名	問い合わせ先	1. 本体	2. 消耗品			測定対象物質名	2)定量範囲	3)検出下限値	4)指示精度	1.対応可能測定時間	2.結果入手までの時間		影響範囲	除去方法・使用範囲(条件)
検知管法	1	検知管の両端をカシホンのソケットに差し込む。ポンプ吸引回数を設定しスタート押し測定開始測定終了検知管の変色相から濃度読む。	pH指示薬の変色長を目視にて読み取る。	アキュロ2000セット	製造:ドレーゲル社(ドイツ) 販売:パルカ技研株式会社 〒170-0014 東京都豊島区池袋2-46-7 立花ビル 03-5992-1110 www.sannet.ne.jp/palca/	¥200,000-	検知管	ACアダプター 及び充電器	195(W) 270(H)	ホルムアルデヒド	0.04～5.0ppm		±25%	4～30分	測定終了後直読	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	影響なし あり 特に無し	 活性チューブにて除去
	2	検知管の両端を折り取り、時間及び流量設定した専用エアサンプラーに接続して測定する。	リン酸ヒドロキシルアミンと反応してリン酸が遊離し、指示薬が変色。 HCHO+ (NH2OH)3・H3PO4 →H3PO4+HCN=NOH+H2O	ホルムアルデヒド検知管710A	製造・販売 光明理化学工業株式会社 〒152-8503 東京都目黒区中央町1-8-24 03-5704-3511 www.komyokk.co.jp	エアサンプラーS-21 ¥95,000- エアサンプラーS-23 (デジタル積算流量計付)¥150,000-	ホルムアルデヒド検知管710A ¥5,000- (1箱20本入)	AC100V AC100V	S-21 125(W) 220(D) 146(H) 2.5kg S-23 290(W) 135(D) 270(H) 4.3kg	ホルムアルデヒド	0.05～2.0ppm	0.005ppm	JISに準拠	0.05～1.0ppmは30分 0.10～2.0ppmは15分	30分 15分	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	 二酸化窒素が0.5ppm以上でホルムアルデヒドと同様に変色。 アンモニア又はアミン類は単独では変色はしなが、0.5ppm以上共存すると根本から退色する場合あり。	10～35℃(温度補正あり) 相対湿度10～90%
	3	検知管の両端を折り取り、時間及び流量設定した専用エアサンプラーに接続して測定する。	リン酸ヒドロキシルアミンと反応してリン酸が遊離し、指示薬が変色。 HCHO+ (NH2OH)3・H3PO4 →H3PO4+HCN=NOH+H2O	*ホルムアルデヒド検知管710	製造・販売 光明理化学工業株式会社 〒152-8503 東京都目黒区中央町1-8-24 03-5704-3511 www.komyokk.co.jp	エアサンプラーS-21 ¥95,000- エアサンプラーS-23 (デジタル積算流量計付)¥150,000-	ホルムアルデヒド検知管710 ¥5,000- (1箱20本入)	AC100V AC100V	S-21 125(W) 220(D) 146(H) 2.5kg S-23 290(W) 135(D) 270(H) 4.3kg	ホルムアルデヒド	0.01～1.2ppm	0.005ppm	JISに準拠	0.01～0.12ppmは30分 0.04～0.48ppmは10分 0.12～1.20ppmは10分	30分 10分 10分	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	 二酸化窒素が0.5ppm以上でホルムアルデヒドと同様に変色。 アンモニア又はアミン類は単独では変色はしなが、0.5ppm以上共存すると根本から退色する場合あり。	10～35℃(温度補正あり) 相対湿度15～90%
	4	検知管の両端を折り取り、真空法ガス採取器(手動)に接続後、吸引して測定する。	リン酸ヒドロキシルアミンと反応してリン酸が遊離し、指示薬が変色。 HCHO+ (NH2OH)3・H3PO4 →H3PO4+HCN=NOH+H2O	ホルムアルデヒド検知管171SC	製造・販売 光明理化学工業株式会社 〒152-8503 東京都目黒区中央町1-8-24 03-5704-3511 www.komyokk.co.jp	真空法ガス検知器APS ¥20,000-	ホルムアルデヒド検知管171SC ¥2,000- (1箱10本入)		検知器: 43φ×210	ホルムアルデヒド	0.05～4.0ppm	0.03ppm	JISに準拠	0.10～4.0ppmは5分 0.05～2.0ppmは10分	5分 10分	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	 アセトアルデヒドは単独で類似の変色を示し、共存すると指示値が高くなる。 アンモニアは単独では変色しないが10ppm以上共存すると根本から退色し、正確な指示は得られない。 二酸化窒素は単独で3ppm以上存在するとホルムデヒドと類似の変色をし、境界が不鮮明になる。	10～40℃(温度補正あり) 相対湿度10～90% メタノール、トルエンは影響なし。
	5	検知管の両端を折り取り、時間及び流量設定した専用エアサンプラーに接続して測定する。	酸化剤で分解して塩化水素を発生させ、この塩化水素により指示薬が変色する。 C5H4Cl2+PbO2 +H2SO4 →HCl	パラジクロロベンゼン検知管730	製造・販売 光明理化学工業株式会社 〒152-8503 東京都目黒区中央町1-8-24 03-5704-3511 www.komyokk.co.jp	エアサンプラーS-21 ¥95,000- エアサンプラーS-23 (デジタル積算流量計付)¥150,000-	p-ジクロロベンゼン検知管730 ¥5,000- (1箱20本入/ 10回測定分)	AC100V AC100V	S-21 125(W) 220(D) 146(H) 2.5kg S-23 290(W) 135(D) 270(H) 4.3kg	パラジクロロベンゼン	0.01～0.4ppm	0.002ppm	JISに準拠	0.01～0.40ppmは15分	15分	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	 トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、1,2-ジクロロエチレン、塩化ビニルにより類似の色を示す。 p-ジクロロベンゼンと共存すると指示値が高くなる。	10～35℃(温度補正あり) 相対湿度0～90%
6	検知管の両端を折り取り、時間及び流量設定した専用エアサンプラーに接続して測定する。	五酸化ヨウ素が還元される。 C6H5CH3+I2O5 +H2SO4→I2	トルエン検知管721	製造・販売 光明理化学工業株式会社 〒152-8503 東京都目黒区中央町1-8-24 03-5704-3511 www.komyokk.co.jp	エアサンプラーS-21 ¥95,000- エアサンプラーS-23 (デジタル積算流量計付)¥150,000-	トルエン検知管721 ¥5,000- (1箱20本入/ 10回測定分)	AC100V AC100V	S-21 125(W) 220(D) 146(H) 2.5kg S-23 290(W) 135(D) 270(H) 4.3kg	トルエン	0.05～1.0ppm	0.005ppm	JISに準拠	0.05～1.0ppmは20分	20分	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	5～35℃影響なし キシレン、エチルベンゼンは単独で類似の色をし、共存すると指示値が高くなる。 ヘキサンは20ppmまでは変色しないが、それ以上存在すると指示値を高くする。	5～35℃ 相対湿度10～80%	
7	①測定前に使用する採取器の漏れをチェック。 ②検知管の両端を折る。 ③検知管の矢印を採取器側に向けて取り付ける。 ④採取器のハンドルを最後まで押し込み、ガイドマークを合わせる。 ⑤一気に引き固定。約1.5分待ち、吸引終了を確認。 ④、⑤の操作を4回繰返す。 ⑥検知管を読みとる。 検知管の変色域が最大目盛を超えた場合、新しい検知管を用いて1回吸引。	3HCHO+(NH2OH)3・H3PO4→ H3PO4+3HCN=NOH+3H2O pH指示薬の変色域を読む	*ホルムアルデヒド検知管(No. 91L)	製造・販売 (株)ガステック 〒252-1103 神奈川県綾瀬市深谷6431 0467-79-3900 www.gastec.co.jp	検知管式気体測定装置 ¥19,000-	ホルムアルデヒド検知管(No.91L) ¥1,700-		採取器: 50φ×230 約250g 検知管: 5φ×140 約5g	ホルムアルデヒド	0.1～40.0ppm	0.05ppm	JISK0804に準拠	7.5分間(標準) 1.5分間(高濃度)	7.5分間(標準) 1.5分間(高濃度)	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	 二酸化窒素等の酸性ガスは同様に変色 アセトアルデヒド等のアルデヒド類は同様に変色	0～40℃ (補正係数を読み取り値に乗じて補正を行う) 相対湿度0～90%	
8	①測定前に使用する採取器の漏れをチェック。 ②検知管の両端を折る。 ③検知管の矢印を採取器側に向けて取り付ける。 ④採取器のハンドルを最後まで押し込み、ガイドマークを合わせる。 ⑤一気に引き固定。約1.5分待ち、吸引終了を確認。 ④、⑤の操作を4回繰返す。 ⑥検知管を読みとる。 検知管の変色域が最大目	3HCHO+(NH2OH)3・H3PO4→ H3PO4+3HCN=NOH+3H2O pH指示薬の変色域を読む	ホルムアルデヒド検知管(No. 91LL)	製造・販売 (株)ガステック 〒252-1103 神奈川県綾瀬市深谷6431 0467-79-3900 www.gastec.co.jp	検知管式気体測定装置 ¥19,000-	ホルムアルデヒド検知管(No.91LL) ¥1,700-		採取器: 50φ×230 約250g 検知管: 5φ×140 約5g	ホルムアルデヒド	0.05～1.0ppm	0.03ppm	JISK0804に準拠	7.5分間	7.5分間	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	 アンモニアはマイナスの誤差を生じる アセトアルデヒド等のアルデヒド類は同様に変色	10～35℃ (補正係数を読み取り値に乗じて補正を行う) 相対湿度15～90% 二酸化窒素、トルエンは影響せず	

機器名の前に★が付いているものについては室内空気対策研究会測定技術分科会において評価試験が開始されている

		盛を超えた場合、新しい検知管を用いて1回吸引。																
検知管法	9	①測定前に使用する採取装置の漏れをチェック。 ②検知管の両端を折る。 ③検知管の矢印を採取装置側に向けて取り付ける。 ④採取装置の電源をONにして流量計を200ml/minに調整する。 ⑤30分間経過後、測定を終了し、検知管を取り外す ⑥検知管を読みとる。 検知管の変色域が最大目盛を超えた場合、新しい検知管で200ml/min、10分間測定。 タイマーを30分間に設定すれば自動的に測定終了。	3HCHO+(NH2OH)3・H3PO4→ H3PO4+3HCN=NOH+3H2O pH指示薬の変色域を読む	ホルムアルデヒド検知管 (No. 91P)	製造・販売 (株)ガステック 〒252-1103 神奈川県綾瀬市深谷6431 0467-79-3900 www.gastec.co.jp	自動ガス採取装置 GSP-200 ¥95,000-	ホルムアルデヒド検知管 (No.91P) ¥2,500-	AC電源	GSP-200 130(W) 280(D) 270(H) 約3kg	ホルムアルデヒド	0.02～2.4ppm	0.01ppm	JISK0804に準拠	30分間(標準) 10分間(高濃度の場合)	30分間(標準) 10分間(高濃度の場合)	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	アセトアルデヒド等のアルデヒド類は同様に変色	5～35℃ (補正係数を読み取り値に乗じて補正を行う) 相対湿度20～90%
	10	①測定前に使用する採取装置の漏れをチェック。 ②検知管の両端を折る。 ③検知管の矢印を採取装置側に向けて取り付ける。 ④採取装置の電源をONにして流量計を200ml/minに調整する。 ⑤30分間経過後、測定を終了し、検知管を取り外す ⑥検知管を読みとる。 検知管の変色域が最大目盛を超えた場合、新しい検知管で200ml/min、10分間測定。 タイマーを30分間に設定すれば自動的に測定終了。	3HCHO+(NH2OH)3・H3PO4→ H3PO4+3HCN=NOH+3H2O pH指示薬の変色域を読む	ホルムアルデヒド検知管 (No. 91PL)	製造・販売 (株)ガステック 〒252-1103 神奈川県綾瀬市深谷6431 0467-79-3900 www.gastec.co.jp	自動ガス採取装置 GSP-200 ¥95,000-	ホルムアルデヒド検知管 (No.91PL) ¥2,500-	AC電源	GSP-200 130(W) 280(D) 270(H) 約3kg	ホルムアルデヒド	0.02～1.2ppm	0.01ppm	JISK0804に準拠	30分間(標準) 10分間(高濃度の場合)	30分間(標準) 10分間(高濃度の場合)	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	アセトアルデヒド等のアルデヒド類は同様に変色	5～35℃ (補正係数を読み取り値に乗じて補正を行う) 相対湿度20～90%
	11	①測定前に使用する採取器の漏れをチェック。 ②検知管の両端を折る。 ③検知管の矢印を採取器側に向けて取り付ける。 ④採取器のハンドルを最後まで押し込み、ガイドマークを合わせる。 ⑤一気に引き固定。約1.5分待ち、吸引終了を確認。 ④、⑤の操作を2回繰返す。 ⑥検知管を読みとる。 検知管の変色域が最大目盛を超えた場合、新しい検知管を用いて1回吸引。	C6H5CH3+I2O5+H2SO4→I2 生成したヨウ素の変色域を読みとる。	トルエン検知管(No. 122L)	製造・販売 (株)ガステック 〒252-1103 神奈川県綾瀬市深谷6431 0467-79-3900 www.gastec.co.jp	検知管式気体測定装置 ¥19,000-	トルエン検知管 (No.122L) ¥1,700-		採取器： 50φ×230 約250g 検知管： 5φ×140 約5g	トルエン	1～100ppm	0.5ppm	JISK0804に準拠	6分間(低濃度の場合) 3分間(標準) 1.5分間(高濃度の場合)	6分間(低濃度の場合) 3分間(標準) 1.5分間(高濃度の場合)	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	芳香族炭化水素(トルエンを除く)は同様に変色	0～40℃ 相対湿度0～90%
	12	①測定前に使用する採取装置の漏れをチェック。 ②検知管の両端を折る。 ③検知管の矢印を採取装置側に向けて取り付ける。 ④採取装置の電源をONにして流量計を200ml/minに調整する。 ⑤30分間経過後、測定を終了し、検知管を取り外す ⑥検知管を読みとる。 検知管の変色域が最大目盛を超えた場合、新しい検知管で200ml/min、10分間測定。 タイマーを30分間に設定すれば自動的に測定終了。	C6H5CH3+I2O5+H2SO4→I2 生成したヨウ素の変色域を読みとる。	トルエン検知管(No. 122P)	製造・販売 (株)ガステック 〒252-1103 神奈川県綾瀬市深谷6431 0467-79-3900 www.gastec.co.jp	自動ガス採取装置 GSP-200 ¥95,000-	トルエン検知管 (No.122P) ¥2,500-	AC電源	GSP-200 130(W) 280(D) 270(H) 約3kg	トルエン エチルベンゼン o-キシレン p-キシレン	100～7000μg/m3	50μg/m3	JISK0804に準拠	30分間(標準) 10分間(高濃度の場合)	30分間(標準) 10分間(高濃度の場合)	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	ホルムアルデヒドはマイナスの誤差を生じる。 キシレン、エチルベンゼン等の芳香族炭化水素(パラジクロロベンゼンを除く)は同様に変色	5～35℃ 相対湿度0～80%
	13	①測定前に使用する採取器の漏れをチェック。 ②検知管の両端を折る。 ③検知管の矢印を採取器側に向けて取り付ける。 ④採取器のハンドルを最後まで押し込み、ガイドマークを合わせる。 ⑤一気に引き固定。約1.5分待ち、吸引終了を確認。 ④、⑤の操作を1回繰返す。 ⑥検知管を読みとる。 検知管の変色域が最大目盛を超えた場合、新しい検知管を用いて1/2回吸引。	C6H4(CH3)2+I2O5+H2SO4→I2 生成したヨウ素の変色域を読みとる。	キシレン検知管(No. 123)	製造・販売 (株)ガステック 〒252-1103 神奈川県綾瀬市深谷6431 0467-79-3900 www.gastec.co.jp	検知管式気体測定装置 ¥19,000-	キシレン検知管 (No.123) ¥1,700-		採取器： 50φ×230 約250g 検知管： 5φ×140 約5g	キシレン	5～625ppm	1ppm	JISK0804に準拠	3分間(低濃度の場合) 1.5分間(標準) 1分間(高濃度の場合)	3分間(低濃度の場合) 1.5分間(標準) 1分間(高濃度の場合)	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	芳香族炭化水素(キシレンを除く)は同様に変色	0～40℃ 相対湿度0～90%
	14	①測定前に使用する採取器の漏れをチェック。 ②検知管の両端を折る。 ③検知管の矢印を採取器側に向けて取り付ける。 ④採取器のハンドルを最後まで押し込み、ガイドマークを合わせる。 ⑤一気に引き固定。約3分間待ち、吸引終了を確認。	C6H4(CH3)2+I2O5+H2SO4→I2 生成したヨウ素の変色域を読みとる。	o-ジクロロベンゼン検知管 (No. 127)	製造・販売 (株)ガステック 〒252-1103 神奈川県綾瀬市深谷6431 0467-79-3900 www.gastec.co.jp	検知管式気体測定装置 ¥19,000-	o-ジクロロベンゼン検知管 (No.127) ¥2,000-		採取器： 50φ×230 約250g 検知管： 5φ×140 約5g	パラジクロロベンゼン o-ジクロロベンゼン m-ジクロロベンゼン	2.5～300ppm	1ppm	JISK0804に準拠	3分間	3分間	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	芳香族炭化水素(o-ジクロロベンゼンは除く)は同様に変色。	0～40℃ (補正表から値を読みとる) 相対湿度0～90%

検知管法	15	①測定前に使用する採取装置の漏れをチェック。 ②検知管の両端を折る。 ③検知管の矢印を採取装置側に向けて取り付け。 ④採取装置の電源をONにして流量計を100ml/minに調整する。 ⑤30分間経過後、測定を終了し、検知管を取り外す ⑥検知管を読みとる。 検知管の変色域が最大目盛を超えた場合、新しい検知管で200ml/min、10分間測定。 タイマーを30分間に設定すれば自動的に測定終了。	p-C6H4Cl2→HCl HCl+Base →Reaction Product pH指示薬の変色域を読みとる。	p-ジクロロベンゼン検知管 (No. 127P)	製造・販売 (株)ガステック 〒252-1103 神奈川県綾瀬市深谷6431 0467-79-3900 www.gastec.co.jp	自動ガス採取装置 GSP-200 ¥95,000-	p-ジクロロベンゼン 検知管 (No.127P) ¥2,500-	AC電源	GSP-200 130(W) 280(D) 270(H) 約3kg	パラジクロロベンゼン	100～3000 μ g/m ³	20 μ g/m ³	JISK0804に準拠	30分間	30分間	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	テトラクロロエチレン等の不飽和ハロゲン化炭化水素はp-ジクロロベンゼンと同様に変色。	5～35℃ (影響があるので補正表から測定値を読みとる) 相対湿度20～80%
	検知管方式 (ハッチタイプ)	16	①ドジチューブホルダーにドジチューブをカッティングマークまで差し込み両手で折り取る。 ②ドジチューブ内に残ったガラス管を取り除き、ドジチューブを取り除く。 ③ドジチューブを測定場所に固定し、一定時間経過後測定を終了してドジチューブを読みとる。 1時間以上測定した場合は下式より算出。 平均濃度 (ppm)= 指示値 (ppm・hr)÷ 測定時間(hr)	3HCHO+(NH2OH)3 ・H3PO4→ H3PO4+3HCN=NOH +3H2O pH指示薬の変色域を読む	ホルムアルデヒド検知管 (No. 91D)	製造・販売 (株)ガステック 〒252-1103 神奈川県綾瀬市深谷6431 0467-79-3900 www.gastec.co.jp	ドジチューブホルダー No.710 ¥2,000- (3個/袋)	ホルムアルデヒド 検知管(No.91D) ¥2,500-		ホルムアルデヒド	0.1～20ppm	0.05ppm(10hr)	JISK0804に準拠	1～10時間中の任意時間	1～10時間中の任意時間	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	アセトアルデヒド等のアルデヒド類、二酸化窒素等の酸性ガスは同様に变色	0～40℃ 相対湿度0～90%
		17	①ドジチューブホルダーにドジチューブをカッティングマークまで差し込み両手で折り取る。 ②ドジチューブ内に残ったガラス管を取り除き、ドジチューブを取り除く。 ③ドジチューブを測定場所に固定し、一定時間経過後測定を終了してドジチューブを読みとる。 1時間以上測定した場合は下式より算出。 平均濃度 (ppm)= 指示値 (ppm・hr)÷ 測定時間(hr)	C6H5CH3+I2O5 +H2SO4 →Brown Product 反応生成物の変色域を読みとる。	トルエン検知管(No. 122D)	製造・販売 (株)ガステック 〒252-1103 神奈川県綾瀬市深谷6431 0467-79-3900 www.gastec.co.jp	ドジチューブホルダー No.710 ¥2,000- (3個/袋)	トルエン検知管 (No.122D) ¥2,500-		トルエン	2～1000ppm	2ppm(10hr)	JISK0804に準拠	0.5～10時間中の任意時間	0.5～10時間中の任意時間	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	芳香族炭化水素(トルエンを除く)は同様に变色	0～40℃ 相対湿度0～90%
ハッチブ採取法	18	8～24時間、室内放置又は、居住者の胸に付け室内空気に触れさせる。ハッチを回収し吸着した物質を溶液に溶かしGC又は、HPLCにより分析する。	ハッチ内の粒状物質に測定対象ガスを吸着させ、その粒状物質をGC又はHPLCによって分析する。	測定ハッチ	製造：アドバントステカマルセンサ(株)(米国) 販売：(株)オービス 〒150-0011 東京都渋谷区東2-12-16 03-5464-3141 www2.odn.ne.jp/opis	¥8,000-	分析費含む	無し	直径42mm 約 15g	ホルムアルデヒド トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン	0.01～0.5ppm 0.01～40ppm 0.01～40ppm 0.01～40ppm 0.01～40ppm	0.01ppm 0.01ppm 0.01ppm 0.01ppm 0.01ppm	±10% ±10% ±10% ±10% ±10%	8～40時間	測定時間他一日程度	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	25℃以上の場合10℃あたり約5%誤差	35℃以上または15℃以下の場合には補正する。
	19	測定場所にてDSD-DNPHサンプラーをアルミ製保存袋より取り出し、拡散フィルター部を下にし、DNPH含浸シリカを拡散フィルター内に移行させ任意時間サンプリングを行う。終了後サンプラーを付属の保存容器に入れ、アルミ製袋に密閉保存する。 捕集されたHCHOをアセトニトリルで溶出後GC又は、HPLCにより分析する。	DSD-DNPHの拡散フィルター部から分子拡散により入り込むホルムアルデヒドがシリカゲル充填剤にコーティングされた2,4-ジニトロフェニルドラジンと反応しヒドラゾン誘導体として捕集される。この誘導体をアセトニトリルで溶出後、HPLC又はGCで分析する。	ハッチブサンプラー DSD-DNPH	製造：スベルコ 販売：シグマアルドリッチジャパン(株) 〒103-0004 東京都中央区東日本橋1-1-7東日本橋スカイビル 03-5821-3191 www.sigma-aldrich.com/jp	¥18,000- (10ヶ入り)	分析費別途		外径12.6 長さ 90 5g	ホルムアルデヒド	150 μ g	1ppbv (24時間)				1.温度 2.湿度 3.共存ガス	オゾンの影響	室内のオゾンレベルでは影響無し
	20	サンプラーのラベルに測定開始時間を記録 測定対象者の呼吸帯そばに、サンプリング口を外側向け取り付け サンプリング終了後、封印し、終了時間を記録	分子膜拡散により吸着剤に捕集	有機ガス用ハッチブサンプラー	製造：SKC Inc. 販売：(株)アイテック 〒136-0072 江東区大島3-32-11 03-5609-0470 www.intacc.ne.jp/HP/	CatNo575-001 ¥12,700- (5個) CatNo575-002 ¥16,200- (5個) CatNo575-003 ¥16,000- (5個)	分析費別途		全長約65 約15g	ホルムアルデヒド トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン 上記を含む58物質に対応	* 以下に対応 OHSa PELs TWA 200ppm CLG/STEL 300ppm			CatNo575-001 15分～8時間 CatNo575-002 10分～4時間	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	OHSa 111 4.11 参照		
	21	TEA含浸シリカゲルに吸着するホルムアルデヒド、二酸化窒素を抽出し、HPLC、吸光度法にて分析。	拡散を利用した吸着法	ハッチブガスチューブ (HCHO、CO2用)	製造・販売：柴田科学(株) 〒110-8701 東京都台東区池之端3-1-25 03-3822-2111 www.sibata.co.jp	¥18,000- (10本入り) 固定用ホルダー別売り	分析費別途		チューブ： 10φ×70 約9g ホルダー： 70(w) 25(D) 30(H) 約12g	ホルムアルデヒド 二酸化窒素				24時間	2～3週間 (外部分析依頼の場合)	1.温度 2.湿度 3.共存ガス		相対湿度15～80%
	22	活性炭に吸着する有機溶剤及び溶剤による脱着が可能な物質をGCで分析。	拡散を利用した吸着法	ハッチブガスチューブ (有機溶媒用)	製造・販売：柴田科学(株) 〒110-8701 東京都台東区池之端3-1-25 03-3822-2111 www.sibata.co.jp	¥7,800- (12本入り) 固定用ホルダー別売り	分析費別途		チューブ： 8φ×54 約2.3g ホルダー： 60(W) 25(D) 25(H) 約8g	トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン 無極性有機溶剤				24時間	2～3週間 (外部分析依頼の場合)	1.温度 2.湿度 3.共存ガス		相対湿度15～80%

電気化学 分析法 (定電位 電解法)	23	採気管を吸引口に装着し、電源スイッチを入れると自動的に各種自己診断を行いゼロ調整を行う。検知場所に採気管を持っていき、5分以上経過後の表示値を読み取る。	溶液と大気との界面においた作用電極を一定の電位に保ちながら直接電解を行い、テフロン膜を透過したホルムアルデヒドは、作用電極上で水と反応する。そのとき、対極では、酸素と作用電極で発生した水素イオンと電子との反応が進行する。 作用極: $\text{HCHO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ 対極: $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 全体としては、 $\text{HCHO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ となる。 この反応はホルムアルデヒド濃度に比例して起こる為、外部回路に流れる電子(e-)すなわち電流を測定することでホルムアルデヒド濃度を測定します。	*ポータブル型ホルムアルデヒド検知器ホルムテクターXP-308	製造・販売:新コスモス電機株式会社 〒532-0036 大阪市淀川区三津屋中2-5-4 06-6309-1530 www.new-cosmos.co.jp	¥298,000-	フィルタエレメント 10枚入り ¥1,000-	ACアダプタ 単二電池6本	本体: 86(W) 140(D) 157(H) 約2.5kg	ホルムアルデヒド	0.00～3.00ppm	0.01ppm	±10%	30分・24時間	吸引開始5分以上後	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	10℃以下、40℃以上 30%以下、80%以上 エタノールなどアルコールガス エタノール濃度が2ppm以下の環境下での使用が望ましい
	24	スイッチを入れ、表示窓に表示される文字の指示に従い、他のガスの影響を除去するためのフィルターの着脱を行う。測定値として表示される測定結果を読み取る。	空気に触れているセンサー電極で、ホルムアルデヒドの酸化反応($\text{HCHO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$)が起こる。一方、空気中の酸素と接触している計測電極では、 $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ の反応が起こる。この酸化反応電流を検知してホルムアルデヒド濃度を測定する。 その波長の吸収の大小を利用して、測定対象化合物の量を知る事が出来る。	*ホルムデジタルキャッチャーミニ	製造:エンバイロメンタルセンサー社(米国) 販売:㈱オオビス 〒150-0011 東京都渋谷区東2-12-16 03-5464-3141 www2.odn.ne.jp/opis	¥200,000-	フィルター 一個 ¥3,000- 6ヶ月使用可	乾電池	本体: 70(W) 40(D) 125(H) 約175g	ホルムアルデヒド	0.01～20ppm	0.01ppm	±10%		3～5分	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	影響なし アセトアルデヒド濃度0.1ppmにつき0.012ppmの加算表示 メチルエチルケトン、ジメチルケトン、ジエチルケトン濃度0.1ppmにつき0.002ppmの加算表示
電気化学 分析法 (電気化学式 燃料電池法)	25	電源を入れ、"0.00"と表示後、"sample"ボタンを押し、LCD点滅終了後、表示読み取り。	内蔵ポンプにより吸引されたサンプル空気(1000/回)は、センサーの陽極(動作電極)に導入され、直ちに電解質により酸化し、陰極に向かう電流を発生。この電子流と陰極に封印されている純空気との間に電位が生じ、この電位差を増幅し、濃度として表示。	ホルムアルデメータ400	製造:PPM TECHNOLOGY 販売:㈱ジェイエムエス 〒140-0015 品川区西大井6-5-1 03-3778-2671 www.jmsystem.co.jp	33万	標準ガス発生 チューブ2万/本 VOC除去スクラバ 5千/10個	006P9V乾電池 1本	本体: 80(W) 34(D) 150(H) 270g	ホルムアルデヒド	0.01～50ppm	0.01ppm		オプションのベースユニットを接続し、1～60分間隔(1分毎)連続測定可能	約10秒	1.温度 2.湿度 3.共存ガス アセトアルデヒド アンモニア 一酸化炭素 エチレン エタノール グルタルアルデヒド メタノール	5℃以上、40℃以下 5%以上、90%以下 HCHO 1ppm相当 8～12ppm 71,000ppm 100ppm 160ppm 12～20ppm 71,00ppm(25℃) 50ppm
熱線型 半導体 ガスセンサ 方式	26	活性炭フィルタをサンプル吸引口に装着後、電池電圧を確認。スイッチをNORMALに合わせ約20分静置。ゼロ調整ツマミを回し指示値を0000にする。活性炭フィルタを外し、吸引アタッチメントを取り付ける。指示値が安定した時点で数値を読み取る。	ガス感応材料にn型半導体である酸化スズを用い、この表面におけるガスの吸着・酸化に伴う電気抵抗の変化量を感度として検出する。	ポータブル型TVOC検知器XP-339V	製造・販売:新コスモス電機株式会社 〒532-0036 大阪市淀川区三津屋中2-5-4 06-6309-1530 www.new-cosmos.co.jp	¥218,000-	活性炭フィルタ 5ヶ入り ¥8,000- フィルタエレメント 10枚入り ¥1,000-	ACアダプタ 単三電池4本	本体: 84(W) 40(D) 190(H) 約550g	TVOC	0.1～100ppm		±20%	30分・24時間	30～60秒	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	0℃以下、40℃以上 5～45g/m3 エタノール等
化学発光法	27	吸収液を付属のインピュンジャーに入れ、試料採取器にセットしスタートスイッチをONにする。30分放置後、インピュンジャーを試料採取器から取り外し、予め電源を入れておいた分析計部に装着する。 反応液を反応溜に入れコックを開く。15秒後液晶ディスプレイ及びプリンタに結果が表示される。	ホルムアルデヒドが、アルカリ性水溶液で過酸化水素と没食子酸の共存下で酸化されるとき、強いオレンジ色の発光を生じる。この発光の強さはホルムアルデヒドの濃度に比例する。 この発光強度を電気信号に変換し、濃度目盛りとする。	ホルムアルデヒドポータブル分析計FANAT-10	製造:㈱ファームテック 販売:小池イマテクス㈱ 〒612-8466 京都市伏見区下鳥羽城/越町30 075-611-9430 www.firmtec.co.jp	¥495,000-	試薬セット ¥10,000-	AC100V	本体: 310(W) 250(D) 190(H) 5kg	ホルムアルデヒド	0.010～1.00ppm	0.010ppm	±5%FS	30分	31分	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	5℃以下、35℃以上 RH80%以上 無し
	28	吸収液、校正液、反応液、バーン用蒸留水を装置内の試薬瓶に入れる。 電源をONにし日付を入力後暖機運転を60分行い、メニュー画面の1を選び測定条件を設定する。 メニュー画面の3を選び、ゼロ校正、スパン校正を行う。 メニュー画面の4を選び測定を開始する。 測定終了時、メニュー画面の6を選ぶ。15分間の蒸留水のバーンが行われた後、電源をOFFにする。	ホルムアルデヒドが、アルカリ性水溶液で過酸化水素と没食子酸の共存下で酸化されるとき、強いオレンジ色の発光を生じる。この発光の強さはホルムアルデヒドの濃度に比例する。 この発光強度を電気信号に変換し、濃度目盛りとする。	ホルムアルデヒド連続分析計FANAT-200	製造:㈱ファームテック 販売:小池イマテクス㈱ 〒612-8466 京都市伏見区下鳥羽城/越町30 075-611-9430 www.firmtec.co.jp	¥5,000,000-	吸収液 ¥3,000- 反応液 ¥6,000- 校正液 ¥5,000-	AC100V	本体: 600(W) 400(D) 905(H) 35kg	ホルムアルデヒド	0.005～20ppm	0.005ppm	±5%FS	瞬時(90%応答速度) 一分以下	瞬時	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	5℃以下、35℃以上 RH80%以上 無し
赤外分光 光度法	29		赤外吸収スペクトルを用いて、測定対象化学物質の大気中の濃度を測定する。 主に約4～14マイクロメートルの波長の吸収は、指紋領域とも呼ばれ、一つの化学物質に対して、異	MIRAN205B	製造:サーモンバイロメンタルインストルメント 販売:日本サーモレクトロン 〒611-0041 京都府宇治市横島町市ノ坪151 0774-21-2111	¥3,500,000-	ダストフィルター ケミカルフィルター	充電バッテリー	本体: 553(W) 193(D) 365(H) 10kg	ホルムアルデヒド トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン 上記他50種類程度	10ppm 1000ppm 2000ppm 120ppm 200ppm	0.07ppm 1ppm 1.3ppm 0.25ppm 1.2ppm	10% 10% 10% 15% 15%	30分・24時間	30～90秒	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	0～40℃ 90%RH以下 干渉補正機能有り

			なる吸収を示す物は無い。 更に測定対象化学物質 に特有の波長を選別して その波長の吸収の大小 を利用して、測定対象 化合物の量を知る事が 出来る。														
--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

飛行時間型 質量分析法 (TOF-MS)	30	①装置を30分暖気運転 ②校正 標準ガス封入テラパック を本体内蔵の吸引ポン プでサンプリング(約2分) 校正開始(約10秒) 表示値の校正 ③測定 室内空気を吸引ポンプ でサンプリング(約2分) 測定開始(約10秒) 測定濃度を表示 (ガスのサンプリング時間 を含め約3分で全成分の 同時測定完了。又ソフトウ ェアプログラム運転により、 連続測定又はインターバル 測定が可能。	室内空気、又はテラ ーパックに捕集されたガ スは、本体内蔵のサン プリングポンプにて吸引 され、特殊な高分子 膜により濃縮。濃縮さ れた試料は熱電子に よりイオン化され、イ オンの質量数と電荷量 の比に応じて質量毎に 分離される。この質量 スペクトルのパターンは物 質毎に異なるため、 成分の同定が可能。 又多成分物質の定量 は、重畳するスペクトル を多変量解析により 成分毎に分離し実施 測定時間は約10秒。	ポータブルVOC分析計	製造・販売：(株)堀場製作所 〒601-8510 京都市南区吉祥院宮の東町 2番地 075-313-8121 www.horiba.co.jp	仕様により異 なる	ポンプチューブ 1.2万/3m 100時間測定 で40cm 交換必要	AC100V 又はDC12V	本体： 550(W) 370(D) 240(H) 20kg	トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン 土壌・地下水汚染に 関わる対象項目： ベンゼン ジクロロメタン 四塩化炭素 ジクロロエタン ジクロロエチレン トリクロロエタン テトラクロロエチレン ジクロロプロペン	0.003～100ppm 0.006～100ppm 0.002～100ppm 0.009～100ppm 以下の各々共ppb オーダーの検出感度 を有する	0.001ppm 0.002ppm 0.0006ppm 0.003ppm	±10%以内 ±10%以内 ±10%以内 ±10%以内	10秒 但し、サンプルの安定導 入に約2分を要する。 多成分同時測定のため、 サンプルの成分数に 関係なく10秒で測定。	10秒	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	0℃以上、40℃以下 相対湿度85%以上 物質毎に質量スペク トルパターンが異なる ため、共存ガスの影 響を受け難いが、 未知物質が共存し た場合は干渉影響 有り	
	吸光光度法 (AHMT法)	31	捕集液(2ml)を試験管に注 入し、捕集液入り試験管を捕集器 にセット空気(3.2l)が吸引され 捕集液通過AHMT試薬(0.5ml) を添加後、約10秒攪拌 15～20分放置 過ヨウ素酸カリウム試薬を 添加、約10秒攪拌 色票、比色計、分光光 度計より濃度読み取り	4-アミノ-3-ヒドラジノ-5- メルカプト-1,2,4-トリアゾ ール(AHMT)	シルセット	製造：(株)島津製作所 販売：島津GLCセンター 〒101-8448 千代田区神田錦町1-3 03-3219-5588 www.shimadzu.co.jp	35万	発色試薬セット 3万	単三乾電池 8本	捕集器： 100(W) 120(D) 180(H) 800g	ホルムアルデヒド	0.005～1ppm	0.005ppm	±10%以内	15分	35分	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	5℃以上、30℃以下 室内測定では、共 存ガスの影響無
	吸光光度法 (アセチル アセトン法)	32	測定場所に計器を設置し、 収液タンクを計器にセット。 測定器のスイッチを入れれば 自動で30分平均値が得ら れる。 吸収発色液はカイトライン値 の80ppbを連続で測定し続 けても1週間使用が可能。	吸収発色液をインピンジャ ーに自動計量し、室内空気 を1l/minの流速で 23～25分(可変)サンプリ ングする。サンプリング後、 恒温槽(60℃)で加熱発 色の80ppbを連続で測定し続 けても1週間使用が可能。	ホルムアルデヒド測定装置	製造・販売：東亜ディーケーケー(株) 〒169-8648 東京都新宿区高田馬場 1-29-10 03-3202-221 www.toadkk.co.jp	¥2,100,000～	吸収発色液 ¥10,000/5L レコーダー消耗品 ¥10,000～	AC100V±10%	コントローラ部 400(W) 350(D) 286(H) 約13kg 分析部 400(W) 350(D) 560(H) 約24kg	ホルムアルデヒド	0～100、200ppb	1ppb	±5%FS以内	30分平均値	1時間	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	0～40℃ 相対湿度85%以下 ホルムアルデヒド以外のアルデヒド、 ケトン類は影響なし
試験紙 光電光度法	33	電源を入れ検知タブを 装着し、選択キーにてタブ NOを登録する。スタートボ タンを押す検知が開始する。 反射光の減衰度合い 測定終了後、濃度表示する	2HCHO+(NH2OH)2・ H2SO4→2H2C=NOH +H2SO4+2H2O 反射光の減衰度合い をフォトダイオードで感知	マルチガスファインダー FP-85	製造・販売：理研計器(株) 〒174-8744 東京都板橋区小豆沢2-7-1 03-3966-1116 www.rikenkeiki.co.jp	¥49,800～	検知タブ1箱 10ヶ入り ¥1,600～	単三電池4本	本体： 85(W) 40(D) 190(H) 約0.5kg	ホルムアルデヒド アノモニア	0～1,0～20ppm 0～75ppm	0.01,0.1ppm 1ppm		0～1ppm→30分 0～20ppm→40秒	測定終了後直読	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	影響なし 影響なし アセトアルデヒド、アセトン 塩化水素、酢酸	5～35℃ 20～80%RH
	34	検知テープを本体に装着 し、電源を入れる。暖機 終了後、自動連続測定 が行われる。 測定終了毎、濃度表示 する。	2HCHO+(NH2OH)2・ H2SO4→2H2C=NOH +H2SO4+2H2O 反射光の減衰度合い をフォトダイオードで感知	ホルムアルデヒドガスモニ ター FP-250FLW	製造・販売：理研計器(株) 〒174-8744 東京都板橋区小豆沢2-7-1 03-3966-1116 www.rikenkeiki.co.jp	¥500,000～	検知テープ 1本 ¥20,000～ 連続測定で 約一月検知 可能	AC100V 50/60Hz 20VA	本体： 270(W) 360(D) 200(H) 約11kg	ホルムアルデヒド	0～1,0～5ppm	0.01,0.1ppm		0～1ppm→30分 0～5ppm→1分	測定終了後直読	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	影響なし 影響なし アセトアルデヒド、アセトン 塩化水素、酢酸	10～30℃ 30～80%RH
FID法	35	水素炎を作った後10～ 20分間暖機運転。サン プリングポンプをONにし測定 開始。瞬時値が表示され 任意の設定時間の平均 値がプリントアウトされる。 水素炎OFF、測定終了	T-VOCを水素炎中に 入れると、T-VOCの 濃度に比例したイ オン化電流が生じる。この 電流の大きさを濃 度目盛りとする。尚、大 気中のメタンはダブルバ ーナー方式により瞬時に キャンセルされる。	簡易型ポータブルT-VOC計 EH-101A	製造：(株)ファームテック 販売：小池イマテクス(株) 〒612-8466 京都市伏見区下鳥羽 城/越町30 075-611-9430 www.firmtec.co.jp	¥985,000～	H2スプレー缶 ¥1,000～ 校正ガススプレ ー缶 ¥3,000～	AC100V	本体： 200(W) 400(D) 280(H) 5kg	TVOC	0～2又は0～5ppm (トルエン換算値)	0.01ppm	±10%	瞬時又は30分	瞬時	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	5℃以下、35℃以上 RH80%以上 メタン以外のVOC対 象外炭化水素類	5～35℃ RH80%以下
PID法	36	電源スイッチを押して本体を 立ち上げる。 しばらく(1分程度)セルフスタート を実施し、自動的にスタンバイ モードになる。 測定開始キーを1回押すこ とで測定モードに入る。 測定開始より5秒以内に結 果が1秒周期で更新し、メモ リに保存される。	本体内部のポンプ(500ml /min)により測定ガスが 自動吸引。 吸引されたガスはUVラ ンプ(10.6eV標準)を通 過する。 10.6eV以下のイオン化ポ テンシャルを持ったガスは イオン化され、+イオンと -イオンに分離する。 イオン化されたガスはセン サーのプレート上にエネルギ ー(電流)を与える。 エネルギー量を濃度に変 換し、本体のディスプレ イ上に濃度値を表示。	ポータブルVOC連続モニタ	製造：RAE SYSTEMS 販売：松下インターテック(株) 〒140-0031 東京都品川区西五反田 8-9-5 03-3779-8681 www.mitcco.jp	¥1,100,000～	¥141,000～	バッテリー駆動	本体： 76.2(W) 218(D) 50.8(H) 560g	VOCs(トルエン、キシレン、 エチルベンゼン他含む)	0～200ppm * * イソブチレンガス による	100ppb *	±20ppbまたは 読み値の10% *	5秒	5秒	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	-10～40℃ 相対湿度0～95%	
GC法 検出器：FID	37	サンプリングバッグに室内ガ スを吸引捕集し自動分 析 分析条件設定は、一般 GC操作に準ずる	作業環境測定法の 装置化 バッグ採取された室内 ガスをFID-GCで自動 測定する。	マルチサンプリングガスクロ マトグラフシステム	製造：ヤナコ分析工業(株) 販売： ヤナコ東部販売(株) ヤナコ中部販売(株) ヤナコ近畿販売(株) ヤナコ西部販売(株) 〒612-8471 京都市伏見区下鳥羽永田町 33 075-622-3961 www.yanaco.co.jp	¥500～600万	10～20万/年	AC100V 3KVA	本体： 1500(W) 600(D) 800(H) 約100kg	トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン アセトン 酢酸エチル	1～100ppm 1～100ppm 1～100ppm 1～100ppm 1～100ppm 1～100ppm	0.1ppm 0.1ppm 0.1ppm 0.1ppm 0.1ppm 0.1ppm		一時間	一時間	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	5℃以下、40℃以上 相対湿度80%以上 エアコンにて適温設定 エアコンにて除湿	

GC法 検出器：PID	38	分析計に供給するガス類を供給し、電源投入後、暖気運転を実施 校正用標準ガスによる校正の実施 試料ガスに切り替え、スタートキーにより連続測定を開始	水素炎イオン化検出器（PID）搭載のガスクロマトグラフにより一定量の試料をサンプリングし、カラムにおいてC1～C5炭化水素に溶出後、カラムに残っているそれ以上の沸点の有機物をピークとしてPIDに検出し、得られたピーク面積よりTVO C濃度をToluene又はn-Hexane換算濃度(mg/Nm3)として求める。	室内空気汚染用TVOC分析AG-211型	製造：(株)ラウンドサイエンス 販売：ヤナコテクノカルサイエンス（株） ヤナコ東部販売（株） ヤナコ中部販売（株） ヤナコ近畿販売（株） ヤナコ西部販売（株） 〒611-0041 京都府宇治市横島町目川153-1 0774-28-0371 www.rs-inc.co.jp	¥5,450,000～	¥300,000～	AC100V 500VA	本体：550(W) 700(D) 1095(H) 約130kg	TVOC (沸点約50～250℃の物質)	0～2、0～5 0～10mg/Nm3 (Toluene換算)	0～2mg/Nm3 レンジでフルスケールの±2%以内	12分周期で連続パッチ測定12分毎	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	5℃～35℃ 相対湿度85%以下
GC法 ポータブルタイプ 検出器： 固体素子 (電気化学センサー)	39	30分暖気運転後、LDCに表示される手順にて測定。 トルエン、キシレン、P-DCBについては、検量線がプログラムされているため自動的に濃度換算されLDCに表示。 又、パソコン、プリンタに接続し、クロマトグラムのプロットも可能。	サンプリングポンプにより空気を吸引し、吸収トラップにて予備濃縮。加熱脱着後、固体素子検知器にて検出。	ポータブルVOCモニター	製造：PPM TECHNOLOGY 販売：(株)ジェイエムエス 〒140-0015 品川区西大井6-5-1 03-3778-2671 www.jmsystem.co.jp	250万		AC100V 又は専用バッテリー	本体：368(W) 330(D) 89(H) 5.4kg トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン その他 アセトン アクリロニトリル ベンゼン ブromochloromethane bromoholm 1,3-ブタジエン クロロホルム クロロベンゼン シクロヘキサン デカン ジブromoethane ジクロロベンゼン ジメチルメチルホスホネート ジブromochloromethane エタノール エチレンオキシド n-ヘキサン n-ヘプタン メタノール メチルブromide メチルエチルケトン メチルイソブチルケトン メチルセブチルエーテル ナフタリン イソブromanol トリクロロエタン スチレン ビニルクロライド スチレン	0.01～500ppm 0.01～500ppm 0.01～500ppm	0.001ppm 0.001ppm 0.001ppm		10分(30分暖気運転後)	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	
GC法 ポータブルタイプ 検出器： PID	40		内蔵された3種類の分析カラムを任意に選択することで目的成分の分離分析を実施 高沸点成分はバックフラッシュ機能により、測定開始後系外へ排出。 検出器はPID法 検出レベルは物質により異なるが、概ねppb～ppm程度	Voyager	製造：Perkin Elmer 販売：(株)パーキンエルマー・ジャパン 〒220-0004 横浜市西区北幸2-8-4 横浜西口KNビル12F 045-314-8381 www.perkinelmer.co.jp	450万		AC100V 又は専用バッテリー	本体：390(W) 270(D) 115(H) 6.8kg トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン その他 アセトン ベンゼン ブromoholm クロロホルム クロロベンゼン ジブromochloromethane メチルエチルケトン メチルイソブチルケトン トリクロロエタン ビニルクロライド スチレン 臭化ビニル 臭化メチル 塩化エチル シクロメタン 1-ジクロロエチレン 二硫化炭素 酢酸ビニル t-1,2-ジクロロエチレン c-1,2-ジクロロエチレン 1,1,1-トリクロロエタン 四塩化炭素 1,2-ジクロロエタン トリクロロエタン 2-クロロエチルビニルエーテル 1,2-ジクロロブromobenzene ブromochloromethane c-1,3ジクロロブromobenzene t-1,3-ジクロロブromobenzene 2-ヘキサノン トリクロロエチレン 1,1,2,2-テトラクロロエタン 塩化メチル				5～10分程度	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	0℃以上、40℃以下 0%以上、100%以下

当目録は、(財)ビル管理教育センターを通じて行ったアンケート結果を基に作成されたものであり、内容については各企業の回答に基づくものである。

		環境からの影響										
		吸着剤の概要	製品名	問い合わせ先	価 格	寸法及び重量	測定対象物質名	定量範囲・備考	対応可能測定時間		影響範囲	除去方法・使用範囲(条件)
捕集管	41	シリカゲル吸着	シリカゲルチューブ・スタンダード型	製造・販売:柴田科学(株) 〒110-8701 台東区池ノ端3-1-25 03-3822-2368 www.sibata.co.jp	¥2,700- (12本入り)	チューブ: 直径8 長さ110 約4.5g	ホルムアルデヒド トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン アセトンやメタノール等の 極性のある有機溶剤	スチレンに対して50 ppm3L採気可 回収率98~100% アセトン脱着	100ml/minで24時間可 1.0L/minで30分可	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	高湿度で破過時間が 1/2に減少する物質 有り	
	42	シリカゲル吸着	シリカゲルチューブ・スモール型	製造・販売:柴田科学(株) 〒110-8701 台東区池ノ端3-1-25 03-3822-2368 www.sibata.co.jp	¥13,000- (60本入り)	チューブ: 直径6 長さ70 約2g	ホルムアルデヒド トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン ジエチルアミン ジメチルアミン 他アミン類 アセトンやメタノール等の 極性のある有機溶剤	8~138ppm 4~71ppm	100ml/minで24時間可 1.0L/minで30分可	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	高湿度で吸着量減少 アルコール定量を妨害	
	43	シリカゲル吸着 活性炭吸着	チャコールシリカゲルチューブ型	製造・販売:柴田科学(株) 〒110-8701 台東区池ノ端3-1-25 03-3822-2368 www.sibata.co.jp	¥3,000- (12本入り)	チューブ: 直径8 長さ110 約4.5g	トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン 極性・無極性溶剤同 時捕集 トルエン、メタノール100ppm で10L捕集可能		100ml/minで24時間可 1.0L/minで30分可	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	高湿度で吸着量が 減少する。	
	44	活性炭吸着	チャコールチューブ・スタンダード型	製造・販売:柴田科学(株) 〒110-8701 台東区池ノ端3-1-25 03-3822-2368 www.sibata.co.jp	¥5,400- (24本入り)	チューブ: 直径6 長さ70 約2g	トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン 他 無極性溶剤 但し定量範囲等は 採取量と分析装置 の感度により異なる		24時間(100ml/min) 30分(1000ml/min)	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	高湿度で破過時間が 1/2に減少する物質有	
	45	活性炭吸着	チャコールチューブ・単層型	製造・販売:柴田科学(株) 〒110-8701 台東区池ノ端3-1-25 03-3822-2368 www.sibata.co.jp	¥5,400- (24本入り)	チューブ: 外径6 長さ68~72 約2g	トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン 他 無極性溶剤 但し定量範囲等は 採取量と分析装置 の感度により異なる		24時間(100ml/min) 30分(1000ml/min)	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	高湿度で破過時間が 1/2に減少する物質有	
	46	活性炭吸着	チャコールチューブ・ジャンボ型	製造・販売:柴田科学(株) 〒110-8701 台東区池ノ端3-1-25 03-3822-2368 www.sibata.co.jp	¥13,800- (60本入り)	チューブ: 外径8 長さ110 約7.3g	トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン 他 無極性溶剤 特に揮発性の高い 有機化合物	但し定量範囲等は 採取量と分析装置 の感度により異な る	24時間(100ml/min) 30分(1000ml/min)	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	高湿度で破過時間が 1/2に減少する物質有	
	47	TEA含浸シリカゲル吸着	シリカゲルツチューブ (HCHO、二酸化窒素用)	製造・販売:柴田科学(株) 〒110-8701 台東区池ノ端3-1-25 03-3822-2368 www.sibata.co.jp	¥11,500- (12本入り)	チューブ: 外径10 長さ120 約2g	ホルムアルデヒド トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン 他 二酸化窒素	0.01~0.8ppm 但し定量範囲等は 採取量と分析装置 の感度により異な る	24時間(100ml/min)	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	高湿度で吸着量減少	

当目録は、(財)ビル管理教育センターを通じて行ったアンケート結果を基に作成されたものであり、内容については各企業の回答に基づくものである。

	48	1mgDNPHの含浸したシリカゲル350mgをシリンジタイプのポリプロピレン製チューブに充填したカートリッジにポンプを接続し、吸引しホルムアルデヒドをヒドラゾン誘導体として捕集する。その後、アセトニトリルで溶出し、HPLC又はGCで分析する。	LpDNPH S10	製造：スベルコ 販売：シグマアルドリッチジャパン(株) 〒103-0004 東京都中央区東日本橋1-1-7東日本橋スカイビル 03-5821-3191 www.sigma-aldrich.com/jp	¥11,000- (10ヶ入り) ¥48,000- (50ヶ入り)	チューブ： 外径11 長さ74	ホルムアルデヒド		30分、24時間	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	オゾンの影響	オゾンの影響が考えられる場合、オゾンスクラバーをカートリッジの前に接続する。
	49	1mgDNPHの含浸したシリカゲル350mgをシリンジタイプのポリプロピレン製チューブに充填したカートリッジにポンプを接続し、吸引しホルムアルデヒドをヒドラゾン誘導体として捕集する。その後、アセトニトリルで溶出し、HPLC又はGCで分析する。	LpDNPH S10L	製造：スベルコ 販売：シグマアルドリッチジャパン(株) 〒103-0004 東京都中央区東日本橋1-1-7東日本橋スカイビル 03-5821-3191 www.sigma-aldrich.com/jp	¥12,000- (10ヶ入り) ¥48,000- (50ヶ入り)	チューブ： 外径11.5 長さ38mm	ホルムアルデヒド		30分、24時間	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	オゾンの影響	オゾンの影響が考えられる場合、オゾンスクラバーをカートリッジの前に接続する。
	50	カーボン系充填剤(カーボンモレキュラーフ)を2層に充填したガラス管。このチューブにポンプを接続しVOCsを捕集後、二硫化炭素で溶媒脱離し、GC-MSで分析する。	VOC ORBO 91L	製造：スベルコ 販売：シグマアルドリッチジャパン(株) 〒103-0004 東京都中央区東日本橋1-1-7東日本橋スカイビル 03-5821-3191 www.sigma-aldrich.com/jp	¥25,000- (25ヶ入り)		トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン 他48成分			1.温度 2.湿度 3.共存ガス		
	52	ガラス繊維フィルター/Supelpak20p270g/PUF/Supelpak-20p140mg/PUFを充填したガラス管(ORBO49P) この捕集管をポンプに接続し吸引捕集後、トルエンで溶媒脱離し、GC/FPD分析	ORBO49P	製造：スベルコ 販売：シグマアルドリッチジャパン(株) 〒103-0004 東京都中央区東日本橋1-1-7東日本橋スカイビル 03-5821-3191 www.sigma-aldrich.com/jp	¥22,000- (10本入り)		クロロピリホス			1.温度 2.湿度 3.共存ガス		
加熱脱着用捕集管	51	Tenax TA吸着剤をガラス製ステンレス製チューブに単層で充填した捕集管。 (加熱脱着用) パッシブサンプリング：捕集管の片側のみをオープンにし、所定時間サンプリング後熱脱離装置とGC-MSを使用し定量する。 アクティブサンプリング：捕集管をポンプに接続し、吸引捕集後、熱脱離装置とGC-MSを使用し定量する。	VOC ATD用捕集管 Tenax TA	製造：スベルコ 販売：シグマアルドリッチジャパン(株) 〒103-0004 東京都中央区東日本橋1-1-7東日本橋スカイビル 03-5821-3191 www.sigma-aldrich.com/jp	ガラスチューブ製 ¥150,000- (10本入り) ステンレス製 ¥148,000- (10本入り)		トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン 他48成分			1.温度 2.湿度 3.共存ガス		
	53	2層のカーボン系吸着剤を充填(マルチベット充填)した捕集管をポンプを用いサンプリング後熱脱離装置とGC-MSを使用し定量する。	ATD用捕集管(PEJ02)	製造：スベルコ 販売：シグマアルドリッチジャパン(株) 〒103-0004 東京都中央区東日本橋1-1-7東日本橋スカイビル 03-5821-3191 www.sigma-aldrich.com/jp	¥180,000- (10本入り)	捕集管： 外径6.35 長さ177.8	トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン 他48成分		30分、24時間	1.温度 2.湿度 3.共存ガス		
	54	2層のカーボン系吸着剤を充填(マルチベット充填)した捕集管をポンプを用いサンプリング後熱脱離装置とGC-MSを使用し定量する。	ATD用捕集管(Air Toxics)	製造：スベルコ 販売：シグマアルドリッチジャパン(株) 〒103-0004 東京都中央区東日本橋1-1-7東日本橋スカイビル 03-5821-3191 www.sigma-aldrich.com/jp	ガラスチューブ製 ¥160,000- (10本入り) ステンレス製 ¥152,000- (10本入り)	捕集管： 外径6.35 長さ8.9	ホルムアルデヒド トルエン キシレン パラジクロロベンゼン エチルベンゼン 他47成分		30分、24時間	1.温度 2.湿度 3.共存ガス		