

平成13年7月24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6回～第7回のまとめ について

平成13年7月5日、第7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 元国立医薬品食品衛生研究所安全性生物試験研究センター長）が開催され、別紙の通り、中間報告書―第6回～第7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)個別物質の室内濃度指針値等
2. 測定方法について
3. 測定マニュアルについて
4. 相談マニュアル作成の手引きについて
5. 次回以降予定する室内濃度指針値策定の対象物質

照 会 先

厚生労働省医薬局審査管理課

化学物質安全対策室

室 長 山本 徹 (内 2421)

担 当 吉田 淳 (内 2423)

高江 慎一 (内 2424)

平野 英之 (内 2427)

電話 03-5253-1111

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6回及び第7回のまとめ

平成13年7月5日

1. 個別の揮発性有機化合物(VOC)の指針値等について（別添1）

今般、室内空気汚染に係るガイドラインとして、新たにテトラデカン、ノナール、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、ダイアジノンの室内濃度指針値に係る検討結果をとりまとめたので、下記に概要を示す。なお、これまで指針値等を策定した物質についても再掲し、指針値策定の目的と期待される効果、並びにこれら対象物質の選定の考え方を記した。

(1) 室内濃度に関する指針値の概要

指針値の策定は、室内空気環境汚染の改善又は健康で快適な空気質の確保を目的としている。我々はその生活の大部分を室内空間で過ごす訳であり、健康で快適な空気質を享受することは、一般国民の権利である。従って、基本的には、室内空気環境中に存在する可能性のある物質は全て指針値策定の対象となり得る。指針値の適用範囲は、特殊な発生源がない限り全ての室内空間が対象となる。

ここで示した指針値は、現時点で入手可能な毒性に係る科学的知見から、ヒトがその濃度の空気を一生涯にわたって摂取しても、健康への有害な影響は受けないであろうと判断される値を算出したものである。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。

一方、シックハウス症候群と呼ばれる病態で苦しんでいる方の中には、空気中の微量の物質に過敏に反応してしまうことがあると報告されているように、この指針値を満たしている室内空気質であれば絶対に安全であるとは言えない場合もある。しかし、指針値を定め、普及啓発することで、住宅や建物の環境改善が進めば、多くの人たちが新たに健康悪化をきたさないようにすることができるはずである。

従って、指針値を満足するような建材等の使用、住宅や建物の提供もしくはそのような住まい方を期待するところである。一方、指針値設定はその物質が「いかなる条件においても人に有害な影響を与える」ことを意味するのではない、という点について、一般消費者をはじめ、関係業界、建物の管理者等の当業者には、正しく理解していただきたい。

指針値を策定する際、どの物質を選定するかについては、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）の指針値策定の今後の方針で述べてある通り、対象物質を選定する際に考慮すべき6つの事項に従っている。それらは、1)海外で指針が提示されているもの、2)実態調査の結果、室内濃度が高く、その理由が主として室内の発生源によると考えられるもの、3)パブリックコメントから特に要望のあったもの、4)外国で新たな規制がかけられたこと等の理由により、早急に指針値策定を考慮する必要があるもの、5)主要な用途からみて、偏りがないようにすること、6)主要な構造分類からみて、偏りがないようにすること、であり、今後も、首尾一貫性をもった方針で、指針値策定を進めていくこととする。

(2) 個別物質の室内濃度指針値等

ここに示した物質の指針値は、ホルムアルデヒドの場合は短期間の暴露によって起こる毒性を指標に、それ以外の物質の場合は長期間の暴露によって起こる毒性を指標として、それぞれ策定している。また、総揮発性有機化合物(TVOC)の暫定目標値は、毒性学的知見にはよらず、国内家屋の実態調査の結果から、合理的に達成可能な限り低い範囲で決定した値であり、個別物質の指針値とは独立に、室内空気質の状態の目安として利用される。

なお、ノナナールについては、情報量が乏しく暫定値の提案であったが、新たなデータは入手できなかったことから、暫定値のまま継続して検討することとした。またテトラデカン及びノナナールの指針値策定の検討に関連して、今後C₈-C₁₆飽和脂肪族直鎖炭化水素及びC₈-C₁₂飽和脂肪族直鎖アルデヒドという物質群としての指針値が策定できるか検討することとした。

表1 今回新たに指針値を策定した物質

揮発性有機化合物*	毒性指標	室内濃度指針値**
テトラデカン 2),6)	C ₈ -C ₁₆ 混合物のラット経口暴露における肝臓への影響	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)
フタル酸ジ-2-エチル ヘキシル 3),5)	ラット経口暴露における精巣への病理組織学的影響	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.6 ppb) 注1
ダイアジノン 4),5)	ラット吸入暴露における血漿及び赤血球コリンエステラーゼ活性への影響	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02 ppb)

注1：フタル酸ジ-2-エチルヘキシル(DEHP)の蒸気圧については $1.3 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ (25℃)～ $8.6 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ (20℃)など多数の文献値があり、これらの換算濃度はそれぞれ0.12～8.5ppb相当である。

表2 これまでに指針値等を策定した物質

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	ヒト吸入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 1),2)	ヒト吸入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 1),2)	妊娠ラット吸入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 1),2)	ビーグル犬経口暴露における肝臓及び腎臓等への影響	2 4 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0. 0 4 ppm)
エチルベンゼン 1),2),3)	マウス及びラット吸入暴露における肝臓及び腎臓への影響	3 8 0 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0. 8 8 ppm)
スチレン 1),2)	ラット吸入暴露における脳や肝臓への影響	2 2 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0. 0 5 ppm)
クロルピリホス 4),5)	母ラット経口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. 0 7 ppb) 但し、小児の場合は、 0. 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0. 0 0 7 ppb)
フタル酸ジ・n-ブチル 1),3),5)	母ラット経口暴露における新生児の生殖器の構造異常等への影響	2 2 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0. 0 2 ppm)

総揮発性有機化合物量 (TVOC) 1),3)	国内の室内 VOC 実態調査の結果から、合理的に達成可能な限り低い範囲で決定	暫定目標値 4 0 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
----------------------------	--	---

表3 継続して検討することとなった物質（パブリックコメント募集時の案を示す）

揮発性有機化合物*	毒性指標	室内濃度指針値案
ノナナール 2),6)	C ₈ -C ₁₂ 混合物のラット経口暴露における毒性学的影響	4 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7. 0 ppb) (情報量が乏しいことから暫定値)

*番号は各物質の選定理由を示す（(1)の 1) ～6)を参照）。ホルムアルデヒドの指針値策定は平成9年。

**両単位の換算は、25° の場合による

2. 測定法について（別添2）

今回新たに指針値が提案された物質の測定法についてはそれぞれ別添2に示した方法によるものとする。

3. 測定マニュアルについて（別添3）

室内空気中の化学物質濃度は測定方法や条件によって変動が予想されることから、指針値に具体性を与えるためには、測定にあたって標準となる条件等の取り決めが必要であった。厚生省(当時)では、平成12年6月にホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、パラジクロロベンゼンの標準的測定法について、「シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会 中間報告書―第1～3回のまとめ」の別添2として公表したのを初め、この後に指針値が追加された物質についても条件の追加を行ってきたところである。

本マニュアルは、これまで提示した測定方法に、追加事項、用語、運用にあたってのガイド、並びに補足説明を加えるものとして作成した。なお、クロルピリホス、ダイアジノン、フタル酸ジ-*n*-ブチル、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルTVOC等については現時点ではマニュアルの対象となっていないが、利用可能な部分については適宜参考としていただきたい。

4. 相談マニュアル作成の手引きについて（別添4）

室内空気汚染に関する関心が高まっていることもあり、近年明らかにこの問題に関する相談が増加の傾向にある。本資料は、これまでに報告された相談事例や、学術論文等の科学的情報、また最新の調査研究報告等を基に、現時点における室内空気汚染問題に関する知見や情報、とりうる対策の指針を示したものである。居住環境の指針や対策書をまとめるための手引き書として、また参考資料集として利用されることを想定している。快適な居住環境を確保するためにはこれに加えて、ダニ、カビ、衛生害虫、ネズミ等の生物に対する対策や、給排水、採光・照明、騒音・振動、ゴミ処理、臭気等にも考慮し、対策や指針を示す必要があるが、これらについては先に「快適で健康的な住宅に関するガイドライン」が作成されており、これを参照していただきたい。

なお、当該問題解決にあたって重要と考えられる課題として、専門医療機関ネットワーク、改修技術等が考えられるが、これらについては現在、関係省庁

や部局とも協力し、別途調査、研究、検討が進められているところであり、成果の得られた段階で同様に普及啓発が図られる予定である。

5. 次回以降予定する室内濃度指針値策定の対象物質

新たに検討を行う物質は、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）の指針値策定の今後の方針に従い、以下の2物質とする。

アセトアルデヒド 1),2)

フェノブカルブ 3),5)

（番号は、各物質の選定理由を示す。1. 参照。）

また以下の物質（群）について、検討することとする。

$C_8 - C_{16}$ 脂肪族飽和直鎖炭化水素

$C_8 - C_{12}$ 脂肪族飽和直鎖アルデヒド

(別添 1)

2001 年 7 月 5 日

厚生労働省医薬局審査管理課

化 学 物 質 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

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. テトラデカンについては、ラットにおける経口暴露に関する知見から、肝臓に影響を及ぼさないと考えられる無毒性量を基に、吸入暴露に置き換えて、室内濃度指針値を $330 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.041ppm) と設定した。
2. フタル酸ジ-2-エチルヘキシルについては、雄ラットの経口混餌反復投与毒性に関する知見から、精巣に病理組織学的影響を及ぼさないと考えられる無毒性量を基に、吸入暴露に置き換えて、室内濃度指針値を $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.6ppb) と設定した。
3. ダイアジノンについては、ラットの吸入暴露毒性に関する知見から、血漿及び赤血球コリンエステラーゼ活性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 $0.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppb) と設定した。

また、ノナナールについては、ラットの経口暴露に関する知見から、毒性学的影響を発現しないと推定される暴露量（無毒性量）を基に、吸入暴露に置き換えて、室内濃度指針値（情報量が乏しいことから暫定値）を $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.0ppb) と設定した。今回、情報量が乏しいことから、新たな知見の募集も含めて意見募集を行ったところであるが、特段の知見は追加されなかったことから、暫定値のまま継続して検討することとした。

なお、テトラデカンとノナナールについては、今回の検討に当たって、それぞれ個別の炭素数（テトラデkanは炭素数 14、ノナナールは炭素数 9）を念頭に知見を集積したものであることから、他の炭素数について、今後引き続き新たな知見の集積及び検討を行った上で、それぞれ脂肪族飽和直鎖炭化水素（炭素数 8～16）及び脂肪族飽和直鎖アルデヒド（炭素数 8～12）に対して指針値を設定できるかについて、引き続き検討することとした。

1. テトラデカンの室内濃度に関する指針値

ごく最近までのテトラデカンに関する毒性研究報告について調査したところ、以下のよう
な結論を得た。

- (1) 遺伝子傷害性については、細菌 (*Salmonella typhimurium* TA100, TA98, UTH8414 及び UTH8413) を用いる復帰突然変異試験が 2000 μ g/plate まで実施されており、代謝活性化の有無にかかわらず、結果は陰性であった¹⁾。
遺伝子傷害性に関し、他に注目すべき知見を示唆する最近の研究報告は、特に見いだされていない。
- (2) マウスに対してベンゾ[a]ピレンと共に皮下投与を行い、テトラデカンの発がん補助活性と発がんプロモーター活性について調査を行った。その結果、テトラデカンは発がん補助活性と発がんプロモーター活性の双方を示した(文献による)²⁾。しかし、テトラデカンが発がん物質であることを明確に示す情報は、これまでに得られていない。テトラデカンの発がん性に関しては、最近の研究報告においても、特に注目すべき知見は得られていない。
- (3) これらのことから、ヒトに対してテトラデカンが発がん性を有するかどうかは明白でないが、遺伝子傷害性を示さないことから、テトラデカンの毒性発現に関しては非発がん性影響を指標として閾値があるものとし、これに基づき、テトラデカンの室内濃度に関する指針値を算出するのが適当と考えられる。
- (4) 一般に飽和炭化水素系列においては、炭素数 8～18 のものが皮膚に対する刺激性が強いことが知られており³⁾、炭素数 14 の飽和炭化水素であるテトラデカンも皮膚刺激性が強いことが知られている⁴⁾。
- (5) 炭素数 12、13、14、16、18 及び 20 の飽和炭化水素を対象に、マウスを用いた皮膚刺激性試験が実施されている。被験物質を 50%ヘキサン溶液とし、4 日間にわたって毎日午前 8 時と午後 4 時に、マウスの耳の表裏両面に対して暴露した(最初の暴露以後、8、24、32、48、56、72 及び 80 時間後に暴露させたことになる)。被験物質の暴露による皮膚刺激性の指標を、マウスの耳に生じる腫脹の大きさを評価した結果、対象物質のうち炭素数 14 のテトラデカンで、暴露 48 時間以後、経時的に腫脹の大きさが増大し、最も顕著な皮膚刺激性を呈した⁵⁾。
- (6) また、テトラデカンの暴露により引き起こされる刺激作用に関連した皮膚透過性について、マウスの耳に対する合成副腎皮質ホルモン剤ヒドロコチゾンの透過性を指標として調べたところ、腫脹発現の 24 時間前で透過性が亢進しており、発現する腫脹と透過性亢進度とは互いに相関関係があることが判明した⁵⁾。

- (7) テトラデカンをウサギ耳介内側皮膚に一日一回2週間継続塗布することによって、実験的に面皰（にきび）が形成されることが報告されている。その形成機序は十分に解明されているとはいえないが、毛包上皮の増殖・角化亢進と脂腺細胞の著明な増殖が重要な因子となっており、これは、ヒトにおける面皰形成の機序とある程度類似したものであることが示唆されている³⁾。
- (8) 皮膚刺激性を有することが知られているジェット燃料 JP-8 は、テトラデカンを含む脂肪族炭化水素を主成分とする、混合物である（炭素数 8～9：9%、炭素数 10～14：65%、及び炭素数 15～17：7%。その他、芳香族炭化水素が約 18%）⁶⁾。米国の産・学・官の専門家で構成される Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group (TPHCWG) は、JP-8 の吸入暴露に関する参照値（Reference Concentration：RfC）及び経口暴露に関する参照値（Reference dose：RfD）について、JP-8 に関して得られている毒性試験結果に基づき、それぞれ以下のように評価している⁷⁾。
- 1) ラット及びマウスを用いた 90 日間の吸入暴露試験が実施された。対照群及び 2 投与群（500, 1000mg/m³ 群）を設け、90 日間の連続暴露後に 24 ヶ月間の回復期間を設定して試験を行ったところ、ラット、マウスいずれに対しても、被験物質の暴露による毒性学的影響と考えられる所見は認められておらず、無毒性量（No Observed Adverse Effect Level：NOAEL）は 1000mg/m³ と推定されている。
- ここで、不確実係数（Uncertainty Factor：UF）については、種差として 10、個体差として 10、短期試験での毒性学的影響を長期暴露時の毒性学的影響として外挿するために 10 を考慮し、これらを乗じると 1000 になる。
- 以上より、JP-8 の吸入暴露に関する RfC は、NOAEL を UF で除して、
$$\text{RfC} = 1000\text{mg/m}^3 / 1000 = 1.0\text{mg/m}^3 = 1000 \mu\text{g/m}^3$$
 となる。
- 2) 雄ラットを用いた 90 日間の経口投与試験が実施された。対照群及び 3 投与群（750, 1500, 3000mg/kg 群）を設定して試験を行ったところ、1500mg/kg 群以上で体重減少が認められたことにより、NOAEL は 750mg/kg/day と推定されている。
- ここで、UF については、種差として 10、個体差として 10、短期試験での毒性学的影響を長期暴露時の毒性学的影響として外挿するために 10 を考慮し、これらを乗じると 1000 になる。
- 以上より、JP-8 の経口暴露に関する RfD は、NOAEL を UF で除して、
$$\text{RfD} = 750\text{mg/kg/day} / 1000 = 0.75\text{mg/kg/day}$$
 となる。
- (9) 一方、TPHCWG は、他の数種の炭化水素混合物について、得られている毒性試験結果に基づき、吸入暴露に関する RfC 又は経口暴露に関する RfD を評価している。その概要について、以下に示す⁷⁾。
- 1) 炭素数 11～17 の飽和炭化水素混合物（環状の脂肪族炭化水素を 22% 含有し、代表的な芳香族炭化水素の含有率が 0.05% を下回るもの）について、ラットを用いた 90 日間の経口投与試験が実施された。対照群及び 3 投与群（100, 500, 1000mg/kg 群）を設け、90 日間の連続投与後に 4 週間の回復期間（1000mg/kg 群のみ）を設定して試験を行ったところ、投与終了時点で 500mg/kg 群以上の雌雄

で肝重量の増加が認められた（回復期間終了時点では消失）。よって、NOAEL は 100mg/kg/day と推定されている。

ここで、UF については、種差として 10、個体差として 10、短期試験での毒性学的影響を長期暴露時の毒性学的影響として外挿するために 10 を考慮し、これら を乗じると 1000 になる。

以上より、被験物質の経口暴露に関する RfD は、NOAEL を UF で除して、

$$\text{RfD} = 100\text{mg/kg/day} / 1000 = 0.1\text{mg/kg/day} \text{ となる。}$$

- 2) 炭素数 9～12 の脱芳香化された飽和炭化水素混合物（代表的な芳香族炭化水素の含有率：0.1%）について、Sprague-Dawley ラットを用いた 90 日間の経口投与試験が実施された。対照群及び 3 投与群（500, 2500, 5000mg/kg 群）を設け、90 日間の連続投与後に 4 週間の回復期間（5000mg/kg 群のみ）を設定して試験を行ったところ、500mg/kg 群以上の雄で血小板数の増加が認められた他、500mg/kg 群以上の雌雄で肝臓（肝細胞肥大）及び腎臓の病理組織学的影響が認められた（回復期間終了時点では消失）。よって、最小毒性量（Lowest Observed Adverse Effect Level : LOAEL）は 500mg/kg/day と考えられている。なお、NOAEL は特定されていない。

ここで、UF については、種差として 10、個体差として 10、短期試験での毒性学的影響を長期暴露時の毒性学的影響として外挿するために 10 を考慮する他、500mg/kg 群で認められた所見が 4 週間以内に回復しており毒性学的な影響かどうか疑わしいことに鑑み、NOAEL の代わりに LOAEL を用いたことによる 5 を考慮し、これら を乗じると 5000 になる。

以上より、被験物質の経口暴露に関する RfD は、LOAEL を UF で除して、

$$\text{RfD} = 500\text{mg/kg/day} / 5000 = 0.1\text{mg/kg/day} \text{ となる。}$$

- 3) 炭素数 10～13 の脱芳香化された飽和炭化水素混合物（代表的な芳香族炭化水素の含有率：0.1%）について、Sprague-Dawley ラットを用いた 13 週間の経口投与試験が実施された。対照群及び 3 投与群（100, 500, 1000mg/kg 群）を設け、13 週間の連続投与後に 4 週間の回復期間（1000mg/kg 群のみ）を設定して試験を行ったところ、500mg/kg 群以上の雌雄で肝相対重量の増加及び小葉中心性肝細胞肥大が認められた（回復期間終了時点では消失）。よって、NOAEL は 100mg/kg/day と推定されている。

ここで、UF については、種差として 10、個体差として 10、短期試験での毒性学的影響を長期暴露時の毒性学的影響として外挿するために 10 を考慮し、これら を乗じると 1000 になる。

以上より、被験物質の経口暴露に関する RfD は、NOAEL を UF で除して、

$$\text{RfD} = 100\text{mg/kg/day} / 1000 = 0.1\text{mg/kg/day} \text{ となる。}$$

- (10) 上記(8)及び(9)の評価結果に基づき、TPHCWG は、炭素数 8～16 の脂肪族炭化水素から構成される混合物について、吸入暴露に関する RfC を 1.0mg/m^3 ($1000\mu\text{g/m}^3$)、経口暴露に関する RfD を 0.1mg/kg/day と勧告している。ここで、経口暴露に関する RfD を吸入暴露に置き換えると、日本人の平均体重を 50kg、一日当たりの

呼吸量を 15m³として⁸⁾、

$$0.1 \text{ (mg/kg/day)} \times 50 \text{ (kg)} / 15 \text{ (m}^3\text{/day)} = 0.33 \text{ mg/m}^3 = 330 \mu \text{ g/m}^3$$

となる。

(1 1) 毒性に関し、他に注目すべき知見を示唆する最近の研究報告は、特に見いだされていない。

(1 2) 炭素数の異なる成分からなる混合物において算出される経口暴露に関する RfD が概ね等しいという、上記 (9) の知見から、TPHCWG が勧告した参照値は、炭素数 14 のテトラデカンにも適用できるものと考えられる。よって、当該参照値が、ヒトに対するテトラデカンの毒性発現に関する閾値と考えることができる。

(1 3) 以上より、脂肪族炭化水素（炭素数 8～16）混合物における、ヒトに対する毒性発現に関する閾値として、上記 (1 0) の TPHCWG が勧告した 2 種類の参照値のうち、330 μ g/m³ を採用することが適当と考えられる。ここで、上記 (1 2) のとおり、この数値がヒトに対するテトラデカンの毒性発現に関する閾値と考えられ、これに基づき、330 μ g/m³ をテトラデカンの室内濃度指針値として設定することが妥当と考えられる。

テトラデカンの分子量 198.39 を用いて、これを ppm に換算すると、0.041ppm となる。

(1 4) したがって、ラットが経口暴露された際の肝臓への影響に基づき、吸入暴露に置き換えて、テトラデカンの室内濃度に関する指針値は 330 μ g/m³ (0.041ppm) と設定することが適当と考えられる。

(1 5) なお、参考までに、炭素数 11 の飽和炭化水素であるウンデカンについて、ラットを用いた 46 日間の反復経口投与毒性・生殖発生毒性併合試験が、また、炭素数 15 及び 16 のペンタデカン及びヘキサデカンについて、ラットを用いた 28 日間の反復経口投与毒性試験が、それぞれ実施されている。

ウンデカンの反復投与毒性に関する無影響量 (No Observed Effect Level : NOEL) は雌雄ともに 100mg/kg/day、生殖発生毒性に関する NOEL は 300mg/kg/day と報告されている⁹⁾。一方、ペンタデカンの反復投与毒性に関する NOEL は雌雄ともに 1000mg/kg/day¹⁰⁾、ヘキサデカンの反復投与毒性に関する NOEL は雌で 40mg/kg/day、雄で 200mg/kg/day¹¹⁾と、それぞれ報告されている。

(1 6) なお、今回の検討に際して用いた知見は、テトラデカン（炭素数 14）を念頭に集積したものであることから、他の炭素数（8～13、15 及び 16）について、今後引き続き新たな知見の集積及び検討を行った上で、脂肪族飽和直鎖炭化水素（炭素数 8～16）に対して別途指針値を設定することについて検討する予定である。

参考文献

- 1) Connor T.H, Theiss J.C., Hanna H.A., Monteith D.K., Matney T.S. Genotoxicity of organic chemicals frequently found in the air of mobile homes. *Toxicology Letters* 1985; 25: 33-40.
- 2) Van Duuren B.L., Goldschmidt B.M. Cocarcinogenic and tumor-promoting agents in tobacco carcinogenesis. *Journal of the National Cancer Institute* 1976; 56 (6): 1237-1242.
- 3) 本好捷宏. テトラデカンによる実験的皮膚形成機序に関する電子顕微鏡的研究. *日本皮膚科学会雑誌* 1985; 95 (4): 495-504.
- 4) Ito M., Motoyoshi K., Suzuki M., Sato Y. Sebaceous gland hyperplasia on rabbit pinna induced by tetradecane. *The Journal of Investigative Dermatology* 1985; 85 (3): 249-254.
- 5) Moloney S.J., Teal J.J. Alkane-induced edema formation and cutaneous barrier dysfunction. *Archives of Dermatological Research* 1988; 280: 375-379.
- 6) McDougal J.N., Pollard D.L., Weisman W., Garrett C.M., Miller T.E. Assessment of skin absorption and penetration of JP-8 jet fuel and its components. *Toxicological Sciences* 2000; 55: 247-255.
- 7) Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group. Development of fraction-specific reference doses (RfDs) and reference concentration (RfCs) for total petroleum hydrocarbons (TPH). *Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series, Vol.4*, 1997.
- 8) 厚生省生活衛生局企画課生活化学安全対策室. 「パラジクロロベンゼンに関する家庭用品専門家会議（毒性部門）報告書」.平成9年8月28日.
- 9) 化学物質点検推進連絡協議会（厚生省生活衛生局企画課生活化学安全対策室 監修）. ウンデカンのラットを用いる反復経口投与毒性・生殖発生毒性併合試験. 「化学物質毒性試験報告」 1996; Vol. 4.
- 10) 化学物質点検推進委員会（厚生省生活衛生局企画課生活化学安全対策室 監修）. n-ペンタデカンのラットを用いる28日間の反復投与毒性試験. 「化学物質毒性試験報告」 1994; Vol. 1.
- 11) 化学物質点検推進委員会（厚生省生活衛生局企画課生活化学安全対策室 監修）. n-ヘキサデカンのラットにおける28日間経口投与および14日間回復による反復投与毒性試験. 「化学物質毒性試験報告」 1994; Vol. 1.

2. フタル酸ジ-2-エチルヘキシルの室内濃度に関する指針値

ごく最近までのフタル酸ジ-2-エチルヘキシル（以下「DEHP」という。）に関する毒性研究報告について調査したところ、以下のような結論を得た。

- (1) 動物実験の結果、急性毒性は低い。動物を用いた経口投与による主な症状として下痢が認められている¹⁾。
- (2) ヒトにおいては、志願者による経口投与実験で 10000mg で軽度の胃腸障害及び下痢が認められている²⁾。
- (3) 変異原性については、*in vitro* での、マウスリンフォーマ L5178Y 細胞を用いた姉妹染色分体交換試験や、チャイニーズハムスターの肝細胞を用いた遺伝子突然変異試験で一部陽性の結果が得られているものの、細菌やほ乳類培養細胞などを用いた各種試験の結果、基本的には陰性の結果が得られている。また、*in vivo* 試験においては、陰性の結果が報告されている³⁾。
- (4) DEHP については、平成 12 年 6 月に食品衛生調査会毒性部会・器具容器包装部会合同部会において安全性評価が行われ、TDI を 40～140 μ g/kg/day と設定している。この時の評価の概要については以下のとおりである⁴⁾。

1)毒性影響における種差

DEHP の安全性評価においては動物の種による感受性の差が問題となる。げっ歯類においては、共通して肝臓及び精巣への影響が認められるが、カニクイザル等の霊長類では影響は認められていない。

2)肝臓への影響

DEHP のげっ歯類の肝臓への影響として、ラット及びマウスの 2 年間の反復投与における肝腫瘍の発生が挙げられる。

最近の IARC（国際がん研究機関）専門家会合における検討において、

- (i) DEHP はペルオキシゾーム増殖作用を介するメカニズムで肝腫瘍を発生させること
- (ii) マウス及びラットの発がん性研究においてペルオキシゾーム及び肝細胞の増殖が観察されたこと
- (iii) DEHP に暴露したヒト肝培養細胞及び霊長類の肝臓でペルオキシゾームの増殖が認められなかった

ことから、DEHP の発がん性の分類を従来のグループ 2B（ヒトに対する発がん性があるかもしれない。）からグループ 3（ヒトに対して発がん性があると分類で

きない。)に変更されている。

3)精巣及び生殖毒性

DEHP に関するラット及びマウスの精巣毒性及び生殖毒性に関する多くの試験成績のうち明確な無毒性量 (NOAEL) の得られている数少ない実績を見ると、まず、マウスによる生殖発生毒性試験 (Lamb ら、1987) における NOAEL は、生殖発生に関する明確な有害影響 (胚致死、胎児の形質異常等) を指標として 14mg/kg/day である。

次に比較的低用量の DEHP をラットに投与した時の影響を見た報告 (Poon ら、1997) における NOAEL は、精巣の病理組織学的変化を指標として 3.7mg/kg/day である。

ラットに低用量の DEHP を投与したもう一つの報告 (Arcadi ら、1998) については低用量でも精巣毒性が確認されているが、DEHP の投与量が不明で、毒性についても不明確であるなど報告に不備がある。

4)内分泌かく乱性

フタル酸エステル類については、ホルモン様の作用及びそれに基づく生体障害の可能性が問われているが、フタル酸エステル類全般についてヒト乳がん細胞 (MCF-7) を用いた試験報告では DEHP は増殖活性が認められていない。また、酵母の系でも活性は認められていない。他方、MCF-7 の増殖活性で見た別の報告によれば用量相関性の増加が認められており、その最低濃度は $10 \mu\text{M}$ (= 3.9mg/kg) であった。

その他の *in vitro* 試験成績を含めて検討すると、DEHP における内分泌かく乱の可能性の如何については今後の研究を待たなければならないが、*in vitro* 試験から求められる最小作用濃度 ($10 \mu\text{M}$) でも、従来の精巣毒性で求められている NOAEL 値に較べて著しく低用量とはいえず、さしあたり一般毒性についてはこれまでの毒性試験の評価方法で判断することは差し支えない。

5)耐容一日摂取量 (TDI)

上記のような検討の結果として、DEHP の TDI については、精巣毒性及び生殖毒性試験における NOAEL 3.7mg/kg/day 及び 14mg/kg/day から不確実係数 100 を適用して、当面の TDI を $40 \sim 140 \mu\text{g/kg/day}$ とすることが適当である。

6)DEHP に係る諸外国における安全性評価結果 (参考)

(i) EU における評価

TDI : $37 \mu\text{g/kg/day}$ ('98)

(NOAEL 3.7mg/kg/day、精巣毒性 : Poon ら、1997、SF=100)

(ii) 英国における評価

TDI : $50 \mu\text{g/kg/day}$ ('96)

(NOAEL 5mg/kg/day、肝毒性 : RIVM、1992、SF=100)

(iii) デンマークにおける評価

TDI : $5 \mu\text{g/kg/day}$ ('96)

(NOAEL 5mg/kg/day、肝毒性 : RIVM、1992、SF=1,000)

(iv) 米国における評価

NOAEL : 約 10mg/kg/day ('99)

(精巣毒性 : Poon ら、1997、生殖毒性 : Lamb ら、1987)

NOAEL 4mg/kg/day、NOAEL 14mg/kg/day

- (5) 今般、DEHP の室内濃度指針値を設定するにあたり、新たな文献情報をいくつか入手した。これら新規情報のうち、主要なものの概要について、以下に示す。
- (6) 妊娠期の雌ラットに DEHP を経口投与すると、第一世代の雄において肛門－生殖器間距離の短縮、乳頭遺残、尿道下裂等の奇形発現が報告されている⁵⁾。また、雄胎児の精巣におけるテストステロン生合成が阻害され、精巣のテストステロン量が雌とほぼ同レベルにまで減少する結果が得られたことから、DEHP による生殖発生毒性や奇形の誘発機序に関しては、アンドロゲン受容体を介しない抗アンドロゲン作用によるものであることが示唆されている^{6,7)}。
- (7) F344 ラットを用いた 2 年間の混餌投与試験が実施された。対照群及び 4 投与群 (100, 500, 2500, 12500ppm 群 [それぞれ、雄で 5.8, 28.9, 146.6, 789.0mg/kg/day 群、雌で 7.3, 36.1, 181.7, 938.5mg/kg/day 群に相当]) を設け、各群とも雌雄各 50～80 匹に対して混餌投与を行った。対照群、2500 及び 12500ppm 群の各群 10 匹を、投与開始後 1 年半が経過した時点で、病理組織学的検査のために屠殺した。
- 12500ppm 群にて体重増加抑制、摂餌量低下、アルブミン及び血中尿素窒素の上昇、グロブリンの低下が認められている。また、投与期間中に赤血球数、ヘモグロビン、ヘマトクリット値の低下が認められているが、投与終了時点では消失している。臓器重量については、2500ppm 群以上で肝絶対・相対重量の増加、2500ppm 群の雄と 12500ppm 群の雌雄で腎絶対・相対重量の増加、12500ppm 群の雄で精巣の絶対・相対重量の減少、2500ppm 群以上の雄で肺相対重量の増加、12500ppm 群の雌雄で脳相対重量の増加が認められている。
- 投与 1 年半後の病理組織学的検査では、12500ppm 群の雌雄で肝クッパー細胞の色素沈着、細胞質好酸性減少、肝細胞肥大が、また 12500ppm 群の雄では、重篤な腎尿細管色素沈着、進行性慢性腎症、腓臓の増殖性病変 (過形成及びアデノーマ) の増加、精巣の間細胞腫の減少、下垂体の去勢細胞の増加、精巣の無精子症の増加が認められている。
- 一方、投与終了時点の病理組織学的検査では、12500ppm 群の雌雄で肝クッパー細胞の色素沈着、肝海綿状変性が認められている。腎乳頭石灰化は雄で用量相関的に認められ、他の腎障害 (進行性慢性腎症、腎尿細管色素沈着) についても、重篤度が用量相関的に増大している。12500ppm 群の雄で腓腺房細胞腺腫、精巣の間細胞腫の減少、下垂体の去勢細胞の増加も認められている。
- 両側性の無精子症は 12500ppm 群の雄の他に、500ppm 群と 2500ppm 群でも高頻度で認められた。しかし、投与期間中の組織検査で 2500ppm 群での無精子症が認められなかったため、500ppm 群及び 2500ppm 群での無精子症は加齢に起因することが

示唆される、と報告されている。

以上により、NOAEL は 500ppm (28.9～36.1mg/kg/day に相当) と報告されている⁸⁾。

- (8) NTP (National Toxicology Program) —CERHR (Center for Evaluation of Risks to Human Reproduction) の Expert Panel による、当該化学物質の報告書が公表されている。当該報告書においては、精巣毒性及び生殖発生毒性に関する評価に基づき、当該化学物質の NOAEL は 3.7～14mg/kg/day であろう、と評価している⁵⁾。
- (9) 以上により、ヒトに対する DEHP の毒性影響の評価に際して、上記 (4) における食品衛生調査会毒性部会・器具容器包装部会合同部会での安全性評価の結果を見直す必要に足る新規情報は得られていないものと考えられる。したがって、DEHP の室内濃度指針値を設定するに当たっては、当該安全性評価の結果を基本とすることが適当と考えられる。
- (10) ただし、設定される DEHP の室内濃度指針値は、日常生活における多くの時間をその中で過ごすことになる居住環境の質的向上、すなわち快適で健康的な、汚染のない室内空間の確保に資するものであることに鑑み、ALARA (as low as reasonably achievable: 合理的に達成可能な限り低く) の原則を適用することが重要と考えられる。
したがって、この観点から、DEHP の室内濃度指針値を設定するに当たっては、上記 (4) の安全性評価の結果を基本としつつも、より低い値、すなわち 3.7mg/kg/day を DEHP の NOAEL と考え、これに UF=100 を適用して、TDI=0.037mg/kg/day とすることが適当であると考えられる。
- (11) 日本人の平均体重を 50kg、一日当たりの呼吸量を 15m³ とすると⁹⁾、
$$0.037 \text{ (mg/kg/day)} \times 50 \text{ (kg)} / 15 \text{ (m}^3\text{/day)} = 0.12 \text{ mg/m}^3 = 120 \mu \text{ g/m}^3$$
となる。
これを ppb に換算すると、7.6ppb となる。
- (12) 以上により、ラットにおける精巣の病理組織学的変化に関する評価に基づき、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル (DEHP) の室内濃度に関する指針値は 120 μ g/m³ (7.6ppb) と設定することが適当と考えられる。

参考文献

- 1) Hodge H.C. Acute toxicity for rats and mice of di(2-ethylhexyl)phthalate with a note upon the mechanism. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 1943; 53: 20-23.
- 2) Shaffer C.B., Carpenter C.P., Smyth H.F.Jr. Acute and subacute toxicity of di(2-ethylhexyl) phthalate with note upon its metabolism. J. Ind. Hyg. Toxicol. 1945; 27: 130-135.
- 3) IPCS (International Programme on Chemical Safety). Diethylhexyl Phthalate. Environmental

Health Criteria 1992; 131.

- 4) 食品衛生調査会毒性部会・器具容器包装部会合同部会. 資料6「フタル酸ジエチルヘキシル (DEHP) の安全性評価結果について」.平成 12 年 6 月 14 日.
- 5) CERHR. NTP-CERHR Expert Panel Report on Di(2-Ethylhexyl) phthalate. Center for Evaluation of Risks to Human Reproduction, USA. 2000.
- 6) Parks L. E., Ostiby J.S., Lambright C.R., Abbott B.D., Klinefelter G.R., Barlow N.J., Gray L.E.Jr. The plasticizer diethylhexyl phthalate induces malformations by decreasing fetal testosterone synthesis during sexual differentiation in the male rat. *Toxicological Sciences* 2000; 58: 339-349.
- 7) Gray L.E.Jr., Ostiby J.S., Furr J., Price M., Rao Veeramachaneni D.N., Parks L. Perinatal exposure to the phthalates DEHP, BBP, and DINP, but not DEP, DMP, or DOTP, alters sexual differentiation of the male rat. *Toxicological Sciences* 2000; 58: 350-365.
- 8) David R.M., Moore M.R., Finney D.C., Guest D. Chronic toxicity of di(2-ethylhexyl)phthalate in rats. *Toxicological Sciences* 2000; 55: 433-443.
- 9) 厚生省生活衛生局企画課生活化学安全対策室. 「パラジクロロベンゼンに関する家庭用品専門家会議（毒性部門）報告書」.平成 9 年 8 月 28 日.

3. ダイアジノンの室内濃度に関する指針値

ごく最近までのダイアジノンに関する毒性研究報告について調査したところ、以下のよう
な結論を得た。

- (1) 遺伝子傷害性については、マウスリンフォーマ L5178Y 細胞を用いた実験や、ヒトリンパ球を用いた姉妹染色分体交換試験などで一部疑わしい結果が得られているが、細菌やほ乳類培養細胞などを用いた各種の試験で陰性の結果が得られており、ダイアジノンは遺伝毒性を示さないと結論づけられている¹⁾。
遺伝子傷害性に関し、他に注目すべき知見を示唆する最近の研究報告は、特に見いだされていない。
- (2) 発がん性試験の結果より、ダイアジノンはマウス及びラットに対して発がん性を示さないと結論づけられている¹⁾。
発がん性に関し、他に注目すべき知見を示唆する最近の研究報告は、特に見いだされていない。
- (3) これらのことから、ヒトに対してダイアジノンが発がん性であるかどうかは必ずしも明白でないが、遺伝子傷害性を示さず、動物実験では発がん性を示さないと結論づけられていることから、ダイアジノンの室内濃度に関する指針値については非発がん性影響を指標とし、TDI を求める方法で算出するのが適当と考えられる。
- (4) ダイアジノンの急性毒性は低い。比較的大量を動物に経口投与することによって、自発運動低下、鎮静作用、呼吸困難、運動失調、振戦、筋痙攣、全身痙攣、流涙、流涎、下痢など、副交感神経系の興奮作用に基づく、典型的な有機リン中毒症状が発現する。なお、生存例では、これらの症状は可逆的なものである。全身毒性が発現しない低用量において、血清コリンエステラーゼ活性が低下し、赤血球コリンエステラーゼ活性も阻害される。他に、小脳、大脳皮質、線条体、海馬及び胸部脊髄におけるコリンエステラーゼ活性も低下する。コリンエステラーゼ阻害作用は、神経組織に対するよりも、血液に対して強く働く可能性が示唆されている¹⁾。
- (5) 短期又は長期の反復投与毒性試験が各種行われているが、毒性影響として認められるのは、ほとんどの場合、コリンエステラーゼ活性の阻害作用である¹⁾。
- (6) ダイアジノンの刺激性については、ウサギを用いた実験から「皮膚へのわずかな刺激性」が認められたものの、眼刺激性は認められていない。また、モルモットを用いた実験の結果、皮膚感作性は認められていない¹⁾。
- (7) 神経への影響を調べるため、雌ニワトリを用いた神経毒性学的試験が行われているが、運動失調など神経毒性を示唆する徴候や、中枢神経及び末梢神経の病変、遅発性

神経炎などは認められていない¹⁾。

また、ラットに強制単回経口投与後、機能観察バッテリー (Functional Observation Battery : FOB) を実施したところ、ダイアジノン投与に関連づけられる影響は観察されず、神経病理学的な影響も認められていない¹⁾。

(8) 一般毒性に関し、他に注目すべき知見を示唆する最近の研究報告は、特に見いだされていない。

(9) 生殖発生毒性については、ラットを用いた二世代試験 (0,10, 100, 500mg/kg を混餌投与) が行われており、100mg/kg 投与群において、第一世代の雄で交配前の摂餌量減少、雌雄で体重増加抑制が、また、第一世代の児動物で生存数減少と体重減少が認められた。よって、児動物と親動物の NOAEL は 10mg/kg である¹⁾。

また、マウス、ラット、ハムスター、ウサギ及びニワトリを用いた催奇形性試験が行われているが、いずれも明確な催奇形性は認められていない¹⁾。

(10) 生殖発生毒性に関し、他に注目すべき知見を示唆する最近の研究報告は、特に見いだされていない。

(11) ヒトへの影響としては、急性毒性に関する徴候・症状として、コリンエステラーゼ阻害による諸症状が典型的であり、アトロピンや 2-PAM による治療が奏効する。遅発性の多発性神経疾患は観察されていない¹⁾。

また、いわゆる「中間症候群」と称される毒性影響が認められることがある。これは有機リン系農薬によって引き起こされるもので、コリン作働性の症状より遅れるが多発性神経疾患よりも早く (暴露後 24~96 時間で) 発現する。上肢筋、首の屈筋、頭蓋運動神経及び呼吸筋が麻痺するという特徴的な症状を呈するもので、薬物治療に抵抗し、人工呼吸を必要とする場合もある¹⁾。

(12) なお、FAO/WHO が定めた許容一日摂取量 (ADI) は、0.002mg/kg とされている¹⁾。

(13) 2000 年 12 月に、米国環境保護庁 (US-EPA) から、直近のデータを加味したダイアジノンのリスク再評価の結果が明らかにされているが、その中では、次に示す特筆すべき新たな知見が報告されている²⁾。

(14) 短期反復投与毒性として、SD 系ラットを用いた 21 日間の吸入暴露毒性試験 (0, 0.1, 1, 10, 100 μ g/L、一日 6 時間、週 7 日) が行われたところ、全身毒性は認められなかったものの、血漿コリンエステラーゼ活性の阻害が雌雄の全暴露群で、また、赤血球コ

リンエステラーゼ活性の阻害が雄の全暴露群で、それぞれ認められた。よって、LOAEL は $0.1 \mu\text{g/L}$ となり、これは、 0.026mg/kg/day の暴露量に相当する。NOAEL は特定されていない²⁾。

(15) UF については、種差として 10、個体差として 10 を、それぞれ採用する。また、NOAEL の代わりに LOAEL を用いたことを考慮した UF としては、上記 (14) に示すとおり、全身毒性でなく血漿及び赤血球コリンエステラーゼ活性阻害のみに基づき LOAEL が求められていることを踏まえ、この場合は 3 を採用する。以上を乗じると 300 になる²⁾。

(16) 1996 年の FQPA (Food Quality Protection Act) では、US-EPA に対し、新生児及び小児への特別な保護の観点から、リスク評価に際して安全係数 10 を追加的に乗ずることを求めている。

しかし、ダイアジノンに対しては以下に示す理由、すなわち、

- 1) ガイドラインで要求される、評価すべき毒性データが揃っていること
- 2) ラット及びウサギの子宮内暴露による出生前発生毒性試験で、母動物と比べ低用量での胎児の発生影響が認められていないばかりか、母動物での毒性発現用量以下での重篤な影響の増大が認められていないこと
- 3) ラットにおける出生前後の二世世代繁殖試験において、親動物と比較して児動物での感受性の増大が認められないこと
- 4) 出生前後で胎児の神経系の発達に係る異常が認められないこと
- 5) 評価が可能な神経毒性試験を評価したところ、神経毒性学的影響の懸念がなく、他の毒性試験の評価より、中枢神経系への病理組織学的な影響に係る懸念もないこと
- 6) 食物摂取及び非食物摂取による暴露について過小評価することのない適切なデータ（実データ、代用データ及びモデル情報）が使用されていることに基づき、FQPA 安全係数委員会は、ダイアジノンのリスク再評価に関しては、追加的に乗ずべき安全係数を 10 から 1 に減らすことが可能である、としている²⁾。

(17) したがって、ダイアジノンのリスク再評価に際し、UF は最終的に上記 (15) のとおり、 $\text{UF}=300$ となる²⁾。

(18) LOAEL を UF で除すことによって、TDI を求めると、
 $\text{TDI}=0.026 \text{ (mg/kg/day)} / 300 = 0.0000867\text{mg/kg/day}$ となる。

(19) 日本人の平均体重を 50kg 、一日当たりの呼吸量を 15m^3 とすると³⁾、
 $0.0000867 \text{ (mg/kg/day)} \times 50 \text{ (kg)} / 15 \text{ (m}^3\text{/day)} = 0.00029\text{mg/m}^3$
 $= 0.29 \mu\text{g/m}^3$ となる。

これを ppb に換算すると、 0.02ppb となる。

- (20) 以上により、ラットにおける血漿及び赤血球コリンエステラーゼ活性阻害に関する評価に基づき、ダイアジノンの室内濃度に関する指針値は $0.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppb) と設定することが適当と考えられる。

参考文献

- 1) IPCS (International Programme on Chemical Safety). Diazinon. Environmental Health Criteria 1998; 198.
- 2) United States Environmental Protection Agency. DIAZINON. Revised HED Human Health Risk Assessment for the Reregistration Eligible Decision (RED) December 5, 2000.
- 3) 厚生省生活衛生局企画課生活化学安全対策室. 「パラジクロロベンゼンに関する家庭用品専門家会議（毒性部門）報告書」.平成9年8月28日

(参考) ノナナールの室内濃度に関する暫定値について

ごく最近までのノナナールに関する毒性研究報告について調査したが、情報量が乏しいことから、今般、新たな知見の募集も含めて意見募集を行ったところである。しかしながら特段の知見は追加されず、今回の検討に際して用いた知見については情報量が乏しいものであるが、これまでに得られた知見のうち、ラットの経口暴露に関する知見から、毒性的影響を発現しないと推定される暴露量（無毒性量）を基に、吸入暴露に置き換えて、室内濃度指針値（情報量が乏しいことから暫定値）を $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.0ppb) と設定し、暫定値のまま継続して検討することとした。

なお、これまでに得られた知見は以下に記載したとおりである。

- (1) 遺伝子傷害性については、細菌 (*Salmonella typhimurium* TA100, TA98, UTH8414 及び UTH8413) を用いる復帰突然変異試験が $2000 \mu\text{g}/\text{plate}$ まで実施されており、代謝活性化の有無にかかわらず、結果は陰性であった¹⁾。また、TA102 及び TA104 を用いる復帰突然変異試験が $1000 \mu\text{g}/\text{plate}$ まで実施されており、結果は陰性であった²⁾。培養細胞であるチャイニーズ・ハムスターV79 細胞において、変異原性が認められている³⁾。また、F344 ラット肝細胞において、用量相関性のない姉妹染色分体交換頻度の上昇が認められたものの、染色体異常及び小核ともに認められていない⁴⁾。ラット及びヒトの肝細胞を用いた不定期 DNA 合成 (UDS) においても、陰性であった⁵⁾。遺伝子傷害性に関し、他に注目すべき知見を示唆する最近の研究報告は、特に見いだされていない。
- (2) ノナナールが発がん物質であることを示す情報はこれまでに得られていない。また、ノナナールの発がん性に関して、最近の研究報告においても、特に注目すべき知見は得られていない。
- (3) これらのことから、ヒトに対してノナナールが発がん性であるかどうかは明白でないが、遺伝子傷害性を示さないことから、ノナナールの毒性発現に関しては非発がん性影響を指標として閾値があるものとして、これに基づき、ノナナールの室内濃度に関する指針値を算出するのが適当と考えられる。
- (4) ノナナールは、何らかの理由で生体がオゾンに暴露された場合に、不飽和脂肪酸の一つであるオレイン酸の分解産物として生体内で生成されることが、実験的にオゾン吸入させたラットの気管支・肺胞洗浄液からノナナールが検出されることによって確認されている。そのためノナナールは、生体がオゾン暴露を受けたかどうかを確認するための生体マーカーとなり得る。ラットを用いた実験の結果、ノナナールの生成はオゾン暴露 1 時間後に 2.5ppm まで増大し、以後は減少することが判明している⁶⁾。
- (5) 上記 (4) と同様の変化は、ヒトにおいても実験的に確認されている。18~40 歳の健常者を対象とし、喫煙の有無と時間肺活量 1 秒率の程度に基づく群分けを行った後

に、これら各群に対し、0.22ppm のオゾン、30 分ごとに 20 分の運動をさせつつ、4 時間にわたって吸入暴露を行った。オゾン暴露終了後の気管支・肺胞洗浄については、およそ 30 分後に実施する場合と、18 時間後に実施する場合との 2 条件を設定し、これらに空気暴露（気管支・肺胞洗浄の実施時期は問わない）を加えた 3 条件下での暴露を、最低でも 3 週間の間隔を空けて、各群に対して実施した。各暴露後に採取された気管支・肺胞洗浄液については、含有されるアルデヒド（ノナナール及びヘキサナール）濃度の測定に加え、総タンパク、アルブミン及び免疫グロブリン M（IgM）の各濃度が測定された。

その結果、オゾン暴露を受けた全群において、気道炎症の所見が認められるとともに、気管支・肺胞洗浄液における多核白血球及びリンパ球の増加がみられた。洗浄液中のこれらの細胞数は、オゾン暴露 30 分後の洗浄よりも、18 時間後の洗浄で多く認められた。総タンパク、アルブミン及び免疫グロブリン M（IgM）については、18 時間後の洗浄液中の濃度が最高値を示し、特にアルブミン濃度の上昇が最大であり、IgM 濃度の上昇は最も小さかった。また、総タンパク濃度の上昇については、各群間での差は認められなかったものの、オゾン暴露による効果として極めて顕著に現れた。

一方、アルデヒド濃度については全群で上昇が観察され、特にノナナールについては各群ともに、オゾン暴露後早期での濃度上昇が認められた。なお、暴露 18 時間後には、ノナナール濃度は暴露前の状態に回復した。

当該実験の考察において報告者は、非喫煙者の場合、肺胞上皮粘液（epithelial lining fluid）中のノナナール濃度は、オゾン暴露前で概ね $6.7 \mu\text{M}$ であり、0.22ppm のオゾンを 4 時間吸入暴露後、生成するノナナール濃度は 2 倍に上昇するものと推定している^{7,8)}。

- (6) 生体がノナナールに暴露された場合、ノナナールの濃度 $0.25 \sim 2 \mu\text{M}$ で、血小板におけるシクロオキシゲナーゼ代謝物トロンボキサン B_2 及び 12-ヒドロキシ-5,8,10-ヘプタデカトリエン酸、並びに 12-リポオキシゲナーゼ代謝物 12-ヒドロキシ-5,8,10,14-エイコサテトラエン酸の生成が、用量相関的に阻害されることが、ウサギの血液を用いた *in vitro* 実験の結果として示されており、50%阻害濃度は約 $0.25 \mu\text{M}$ と算出される。ノナナールはまた、アラキドン酸代謝物の生成も強力に阻害する。これらの事実から、ノナナールはシクロオキシゲナーゼ活性及び 12-リポオキシゲナーゼ活性に影響を及ぼすことにより、血小板におけるアラキドン酸代謝物の生成に、変調を起こし得ることが示唆されている⁹⁾。
- (7) ノナナールの存在下で赤血球をインキュベートすると、溶血が観察され、過酸化水素の共存で促進されることが、実験結果として報告されている¹⁰⁾。
- (8) ラットへの経口投与及びウサギへの経皮暴露では、ノナナールの急性毒性は低いことが報告されている¹¹⁾。
- (9) ウサギの皮膚に対して強い刺激性を有している。また、ヒトの女性でも、1 例のア

アレルギー性接触皮膚炎の報告がある¹¹⁾。

- (10) 飽和アルデヒドにおいて観察される「感覚器への刺激性」から、ノナナールのヒトに対する LCI (Lowest Concentration of Interest) 値が 3.1mg/m^3 と、報告されている¹²⁾。
- (11) ノナナール（炭素数9）を含む炭素数8～12のアルデヒド混合物について、ラットを用いた12週間の経口投与試験を実施した結果、NOAELは 12.4mg/kg/day と推定されている¹³⁾。
- (12) 毒性に関しては、最近の研究報告においても、上記の他、特に注目すべき知見は得られていない。
- (13) なお、FAO（国連食糧農業機関）／WHO（世界保健機関）が定めた許容一日摂取量（ADI）は、 0.1mg/kg とされている¹⁴⁾。
- (14) また、臭気に関する閾値として、 0.014mg/m^3 が報告されている¹²⁾。
- (15) 以上の知見より、ヒトに対するノナナールの毒性影響を考慮するに当たっては、ノナナールについての情報量としては不十分であるものの、関連情報の総合的判断により科学的に妥当な評価を行い得るものとして、上記（11）に示される、炭素数8～12のアルデヒド混合物（ノナナールを含有）についてのラットを用いた実験データを採用し、当該データの評価に基づき、ヒトへの毒性影響を外挿することが重要と考えられる。当該データにおいて、ラットにおける NOAEL は 12.4mg/kg/day と推定されている。
- (16) UF については、種差として10、個体差として10、短期試験での毒性学的影響を長期暴露時の毒性学的影響として外挿するために10を考慮し、これらを乗じると1000になる¹⁵⁾。
- (17) NOAEL を UF で除すことによって、 $12.4(12.4\text{mg/kg/day})/1000=0.0124\text{mg/kg/day}$ となる。
- (18) 経口暴露データから算出された当該数値を吸入暴露に置き換えると、日本人の平均体重を 50kg 、一日当たりの呼吸量を 15m^3 として¹⁶⁾、

$0.0124 \text{ (mg/kg/day)} \times 50 \text{ (kg)} / 15 \text{ (m}^3\text{/day)} = 0.041 \text{ mg/m}^3 = 41 \mu \text{ g/m}^3$ となる。

ここで得られた数値 $41 \mu \text{ g/m}^3$ は、上記（１１）のラットを用いた経口投与試験での被験物質である、ノナナールを含む炭素数８～１２のアルデヒド混合物に関する、ヒトに対する毒性発現のための閾値と考えられるものである。

（１９）ところで、当該混合物の構成成分がノナナール単一であると仮定した場合、炭素数９のノナナールの分子量は、炭素数８～１２のアルデヒド混合物の平均分子量よりも小さいと推定されるため、ノナナール単一成分 $41 \mu \text{ g/m}^3$ 中に占めるノナナールの分子数は、アルデヒド混合物 $41 \mu \text{ g/m}^3$ 中に占めるノナナールの分子数よりも、厳密には若干多くなることが予想される。よって、ノナナール単一成分の毒性発現のための閾値は、アルデヒド混合物の閾値 $41 \mu \text{ g/m}^3$ よりも、厳密には若干低くなることが想定される。

（２０）ただし、当該混合物が炭素数８～１２のアルデヒドという比較的狭い分子量分布を有する成分から構成されていることにかんがみ、ノナナール単一成分の毒性発現に関する閾値は、アルデヒド混合物の閾値 $41 \mu \text{ g/m}^3$ に比して僅かに低下する程度であり、ほぼ $41 \mu \text{ g/m}^3$ で近似できるものと考えられる。よって、上記（１８）に示されるアルデヒド混合物の毒性発現に関する閾値を、ヒトに対するノナナールの毒性発現に関する閾値とみなし、 $41 \mu \text{ g/m}^3$ をノナナールの室内濃度指針値として設定することは妥当と考えられる。

ノナナールの分子量 142.24 を用いて、これを ppb に換算すると、7.0ppb となる。

（２１）したがって、ラットが経口暴露された場合に毒性学的影響を発現しないであろうと推定される暴露量に基づき、これを吸入暴露に置き換えて、ノナナールの室内濃度に関する指針値（情報量が乏しいことから暫定値）は $41 \mu \text{ g/m}^3$ (7.0ppb) と設定することが妥当と考えられる。

（２２）なお、今回の検討に際して用いた知見は、ノナナール（炭素数９）を念頭に集積したものであることから、他の炭素数（８及び１０～１２）について、今後引き続き新たな知見の集積及び検討を行った上で、脂肪族飽和直鎖アルデヒド（炭素数８～１２）に対して別途指針値を設定することについて検討する予定である。

参考文献

- 1) Connor T.H., Theiss J.C., Hanna H.A., Monteith D.K., Matney T.S. Genotoxicity of organic chemicals frequently found in the air of mobile homes. Toxicology Letters 1985; 25: 33-40.
- 2) Marnett L.J., Hurd H.K., Hollstein M.C., Levin D.E., Esterbauer H., Ames B.N. Naturally

- occurring carbonyl compounds are mutagens in Salmonella tester strain TA104. Mutation Research 1985; 148: 25-34.
- 3) Brambilla G., Cajelli E., Canonero R., Martelli A., Marinari U.M. Mutagenicity in V79 Chinese hamster cells of n-alkanals produced by lipid peroxidation. Mutagenesis 1989; 4 (4): 277-279.
 - 4) Eckl P.M., Ortner A., Esterbauer H. Genotoxic properties of 4-hydroxyalkenals and analogous aldehydes. Mutation Research 1993; 290: 183-192.
 - 5) Martelli A., Canonero R., Cavanna M., Ceradelli M., Marinari U.M. Cytotoxic and genotoxic effects of five n-alkanals in primary cultures of rat and human hepatocytes. Mutation Research 1994; 323: 121-126.
 - 6) Pryor W.A., Bermudez E., Cueto R., Squadrito G.L. Detection of aldehydes in bronchoalveolar lavage of rats exposed to ozone. Fundamental and Applied Toxicology 1996; 34: 148-156.
 - 7) Frampton M.W., Pryor W.A., Cueto R., Cox C., Morrow P.E., Utell M.J. Ozone exposure increases aldehydes in epithelial lining fluid in human lung. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 1999;159: 1134-1137.
 - 8) Frampton M.W., Pryor W.A., Cueto R., Cox C., Morrow P.E., Utell M.J. Aldehydes (nonanal and hexanal) in rat and human bronchoalveolar lavage fluid after ozone exposure. Health Effects Institute.1999; 90: 1-20.
 - 9) Sakuma S., Fujimoto Y., Tagano S., Tsunomori M., Nishida H., Fujita T. Effects of nonanal, trans-2-nonenal and 4-hydroxy-2,3-trans-nonenal on cyclooxygenase and 12-lipoxygenase metabolism of arachidonic acid in rabbit platelets. Journal of Pharmacy and Pharmacology 1997; 49: 150-153.
 - 10) Pryor W.A., Miki M., Das B., Church D.F. The mixture of aldehydes and hydrogen peroxide produced in the ozonation of dioleoyl phosphatidylcholine causes hemolysis of human red blood cells. Chem. Biol. Interact. 1991; 79(1): 41-52.
 - 11) BIBRA working group. Nonanal. BIBRA Toxicity International 1994.
 - 12) Larsen A., Frost L., Hansen M. K., Jensen L. K., Knudsen B. B., Moelhave L. Emission of volatile organic compounds from wood and wood-based materials. 1998. Internet URL; http://www.mst.dk/udgiv/publications/1999/87-7909-501-1/html/default_eng.htm
 - 13) United States Environmental Protection Agency. Notice of Filing Pesticide Petitions to Establish Tolerances for Certain Pesticide Chemicals in or on Food. Federal Register. December 20, 2000; Vol. 65, No. 245: 79834-79839.
 - 14) Safe Drinking Water Committee. Drinking Water and Health. National Academy Press, Washington D. C. 1980; Volume 3: 225-226. Internet URL; <http://www.nap.edu/books/0309029325/html/225.html>
 - 15) IPCS. Assessing Human Health Risks of Chemicals: Derivation of Guidance Values for Health-based Exposure Limits. Environmental health criteria 1994; 170.
 - 16) 厚生省生活衛生局企画課生活化学安全対策室. 「パラジクロロベンゼンに関する家庭用品専門家会議（毒性部門）報告書」.平成9年8月28日.

(別添 2)

採取方法と測定方法について

○テトラデカン測定法

VOC の標準的測定法を用いて測定する。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
テトラデカン	43, 57

○フタル酸ジ-2-エチルヘキシルの測定法

フタル酸ジ-*n*-ブチルの測定法(暫定案)を用いて測定する。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
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	149, 167

○ダイアジノンの測定法

クロルピリホスの測定法(暫定案)を用いて測定する。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
ダイアジノン	179, 227, 304

<参考>

○ノナナールの測定法

VOC の標準的測定法を用いて測定できる。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
ノナナール	98, 70

(別添 3)

室内空气中化学物質の測定マニュアル

<目次>

はじめに	1
1. 目的及び適用範囲について	2
2. 測定時刻及び場所について	3
3. 試料の採取について	5
4. ブランク試験について	7
5. 記録事項について	8
・測定記録シート(建築物情報)	9
・測定記録シート(採取状況情報)	11
・測定記録シート(居住者情報)	16
6. 分析	18
7. 結果の記載	22
8. 結果の返却	22
・測定記録シート(個別分析情報)	23
・測定結果シート	31
9. その他個別事項について	33
別添3-1.「室内空气中化学物質の採取方法と測定方法(Ver.2)」	
別添3-2.「室内空气中化学物質測定に関する機器等目録について」	
別添3-3.「クロルピリホスの測定方法(暫定案)」	
別添3-4.「フタル酸ジ-n-ブチルの測定方法(暫定案)」	

はじめに

近年日本の住宅は、快適性、省エネルギー性、均一性、安価・大量生産性等を追求しつつその姿を変えてきた。均一性や安価・大量生産性をすすめる中で様々な新建材を使用するようになり、また快適性や省エネルギー性をすすめる中で高気密・高断熱化してきた。同じ住宅とはいえ、過去のものとは全く別のものであると言ってもよいであろう。だが、その中に住む人達にそれほど変化についての認識があったかという点と疑問であり、また、設計・施工・供給に係る生産側や行政等の関係者がこれを認識し、伝えるようにしてきたかということも疑問である。

このような住環境の変化と住まい手のはざまで、住宅に使用された化学物質による室内空気汚染の問題が顕在化してきたといえる。かつては想像だにしなかったこの問題は、化学物質を多量に放散する性質のある建材がその初期には無造作に使用されていたことにその一因を認めることが出来るが、また、ある意味こうした住宅の進歩と、住まい方のミスマッチにより引き起こされて来たともいえる。建材の改良が進み、一時より遙かに一部の化学物質の放散自体は押さえられて来た現在では、なおさらこの住まい方の問題は重要である。しかしながら、このような住まい方の工夫には自ずと限界があり、あまりにも汚染度合いが高いと思われる住宅には、別途何らかの処置が必要であろう。

室内空気中の化学物質濃度は測定方法や条件によって変動が予想され、標準的な測定方法についての取り決めも行われていなかったことから、どのように評価すればよいのか不明であった。厚生省（当時）では平成12年6月にトルエン、キシレン、パラジクロロベンゼンの指針値を新たに定めたのと同時に、どのような条件で測定すべきなのかを具体的に記した標準的測定法についても「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1～3回のまとめ」の別添2「室内空気中化学物質の採取方法と測定方法」にて公表したところである。

当該測定法については、幸い多方面の方から関心を持っていただくことができ、発表後、実際に測定に携わられる方以外からも、様々な方面から貴重なご意見・ご質問をいただく機会に恵まれた。測定法がある程度専門知識を有する方に向けて作られたこともあり、用語や運用方法に分かりにくい点があったというご指摘も受けているところである。これらを受け、当該測定法を実際に運用する上でのガイド、並びに補足説明を加えるものとして本マニュアルを作成した。これまでに公表された中間報告書、並びに「相談マニュアル作成の手引き」等とともに合わせてご利用いただきたい。

1. 目的及び適用範囲について

本法は厚生省が作成した各化学物質の室内空気濃度指針値が満たされているかどうかを厳密に判定する為の標準的方法を定めたものである。

対象となる揮発性有機化合物は、ホルムアルデヒド、エチルベンゼン、*o*-,*p*-,*m*-キシレン、スチレン、パラジクロロベンゼン等である。

新築住宅、居住住宅では異なる空気の採取法を使用する。新築住宅法では室内空気中の揮発性有機化合物の最大濃度を推定する為のものである。居住住宅法は、居住、平常時における揮発性有機化合物の存在量や暴露量を推定するためのものである。

<解説>

測定を求める人が求める内容によっては、必ずしも標準的方法として示している厳密な測定をする必要がない場合がある。相手の望む測定レベルによって、保健所等が有しているいくつかの方法を使い分ける事はもちろん可能である。この際重要なのは、使用する測定法の性格、長所、短所について十分説明し、理解を得ることである。いわゆる簡易測定法の性格及び測定機器目録については別途中間報告書その2のなかでまとめているので参照されたい。

但し、以下の場合には標準的測定法を用いることが望ましい。

- ・室内空气中化学物質濃度の最大値を求めることを希望している場合。
- ・室内空气中化学物質濃度の厳密な測定を望んでいる場合。
- ・ガイドライン値を超えていないかの判定を望んでいる場合。

標準的測定方法では、新築住宅における採取法と居住住宅における採取法のふたつの方法を示している。

新築住宅の採取方法は、純粹に建物から発散される揮発性有機化合物(以降VOCと記す)濃度が、どの程度のレベルまで達する可能性があるのかを推定する、言い換えれば住居を評価することを、その目的として策定されている。従って、適用範囲としては、本来主に入居前の、家具等の持ち込みもなく、生活行為のない住宅を想定している。また、かつて入居されていても、現在完全に空きとなっている場合は同様である。

しかしながら、現在入居しており、家具等が存在する家屋にもこの方法を用いたいという希望はあるものと思われる。この場合、現状におけるVOC濃度の到達可能レベルの推定に、その目的が変わることに留意しなくてはならない。言い換えれば、この場合は住居の評価ではなく、現生活空間の評価がその目的となる。

一方、居住住宅の採取方法は、実際の生活環境においてどの程度VOCが存在しているのか、言い換えれば現状実態の把握を目的として策定されている。

測定に際しては、希望者にその目的と結果の意味について明確に認識してもらう必要がある。

2. 測定時刻及び場所について

新築住宅の測定においては、30 分換気後に対象室内を 5 時間以上密閉し、その後概ね 30 分間空気を採取する。採取の時刻は午後 2～3 時頃に設定することが望ましい。換気は窓、扉、建具、備付品の扉等の全てを開いて行い、密閉中は外気に面した開口部は閉鎖する。全ての操作中常時換気システムを有している場合は稼働させてよい。このシステムに必要な開口部は閉鎖の必要はない。

居住住宅の測定においては、日常生活を営みながら空気を 24 時間採取する。

<解説>

新築住宅を対象とした空気の採取方法では、30 分換気後に 5 時間以上の密閉期間を置き、その後概ね 30 分間採取することとしている。最初の 30 分間換気と最後の 30 分間の空気採取はどちらも多少変更しても問題はない。但しどちらもその時間は明記する必要がある。最初の換気は、室内空気を外気と同様のレベルにしようとするものであり、室内から発生する揮発性有機化合物量を測定するという目的には欠かせないものである。よってこの目的が達成されると推定されるのであれば、時間の長短は気にする必要はないが、測定条件を後に振り返って判断する際の材料として記載しなくてはならない。また、採取時間は最終的に 30 分間平均値を出すためには欠かせないものであるが、捕集管や感度の関係で採取時刻を変えてもよい。但しこの場合も測定条件を後に判断するために実測時間を明記することは必須である。

密閉時間は、室内空気の濃度が平衡になる(放散量と換気又は漏出量が等しくなる)まで行うべきものであるが、換気回数が 0.5 回以上あると見込まれる家屋ではこれで充分である。換気設備を有する家屋ではこの値は充分達成されていると考えられる。換気回数がこれよりも低い場合はほぼ平衡に達するのには約 12 時間かかるとされ、完全に密閉された部屋では平衡を待つのは事実上不可能である。しかしながら、温度変化による換気回数の変動や放散量の変動を考慮した場合、閉鎖時間による濃度の変動幅よりも、日温変化による変動幅が大きくなると推定され、日本の現状を考えると最低限 5 時間の密閉と、気温の日変動が最大となる午後 2 時～3 時に空気を採取するやり方が、測定作業効率も良く、目的を達成する上では必要かつ充分であると考えられる。5 時間閉鎖法については ECA Report No.6 中にも記載されている。もちろん、閉鎖時間を延長することは差し支えない。上記理由から、閉鎖時間、採取時刻の記録は必須である。同時に換気回数が測定できれば最良ではある。

備付品の開放を要求しているが、これらは移動不可能なものを前提としている。建築物と一体であり、住宅の一部として認められるという考えから、安全面を考慮して要求しているものである。よって後から持ち込まれた家具等は該当しない。また、閉鎖中に常時換気システムの稼働を認めているが、これは常時使用されることが前提となって設計・設置されているものについては、住宅の一部として当然認められるべきであるとの考えからである。この場合「住まいのしおり」等にその旨の記載が必要であろう。

居住住宅を対象とした空気の採取は、通常的生活状態で行うことになる。

試料採取は室内では居間、寝室、及び外気 1 ヶ所の計 3 ヶ所で行う。室内にあっては部屋の中央付近の少なくとも壁から 1m 以上離れた高さ 1.2 ～ 1.5m の位置を設定する。室外にあっては外壁及び空調給排気口から 2 ～ 5m 離れた、室内の測定高さと同等の高さの所を設定する。

<解説>

室内採取位置に居間、寝室を設定したのは、当該箇所が最も滞在時間が長いと想定されるためである。基本的には、室内の全ての建具は開放されるので全ての室内は同様の空気環境におかれることにはなる。

採取の高さは概ね今後制定が予定されている ISO を睨んで、また、大体呼気の高さを考慮して設定されている。壁から 1m 以上離すこととしたのは、壁からの放散の影響を排除するためである。よって、この条件を満たしていてもそばに戸棚や机があるのでは同様に望ましくない。設定はこれらの影響がいずれもないところを選んで行われるべきである。条件の記載については高さや位置はもちろん、周囲の状況を図を利用する等して記載したほうがよい。可能であれば写真として残しておくことが望ましい。

外気については、濃度の算出時に減算に用いたりはしないが、得られた値を評価する上で測定しておいた方がよい。

位置については標記の通りであるが、高層建築物や気象条件によって当該位置への採取口の設置が困難な場合は位置を変更してもよい。但し、その場合には設定位置を明確に記しておくことが必要である。

また、風向きによっては外壁に施された、防水・撥水・防カビ等の加工剤や塗料の影響が出る場合があるので、風向きを記しておくことも重要である。

3. 試料の採取について

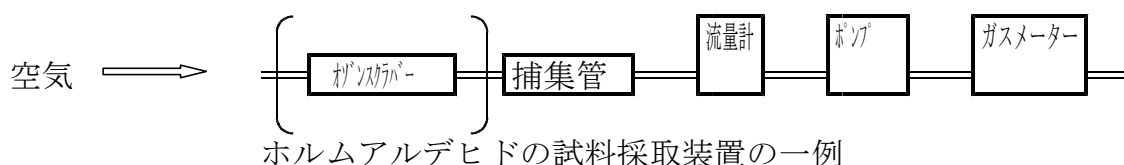
試料の採取は、標準的測定法の試料採取の頁(ホルムアルデヒド、VOC 固相吸着／溶媒抽出法、固相吸着／加熱脱着法、容器採取法)に従って、室内2ヶ所、外気1ヶ所について2回ずつ採取する。同時にトラベルブランクも同様に持ち運ぶ。

<解説>

採取装置は測定対象物質と分析の際に採用する方法によって異なる。各箇所の採取は平衡して行っても、連続して行ってもよい。

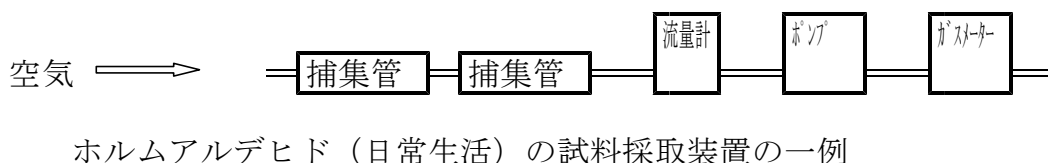
①ホルムアルデヒド

試料採取装置の一例を示す。



基本的に捕集管、流量計、ポンプ、ガスメーターの順に接続する。各機器の間の接続はテフロンチューブ等を用いる。捕集管でホルムアルデヒドを実際にトラップし、流量計で流速をコントロール(マスフローコントローラーを使用してもよい)、ガスメーターで流量を計測することになる。オゾンの共存はホルムアルデヒドの捕集剤への吸着に悪影響を及ぼすので、装着してもよいが、通常は必要ではない。オゾンをトラップするとスクラバーの温度が下がるので、湿度によっては水分の凝集をまねく。このため、スクラバー部分は室温よりやや高い温度に保温の必要がある。

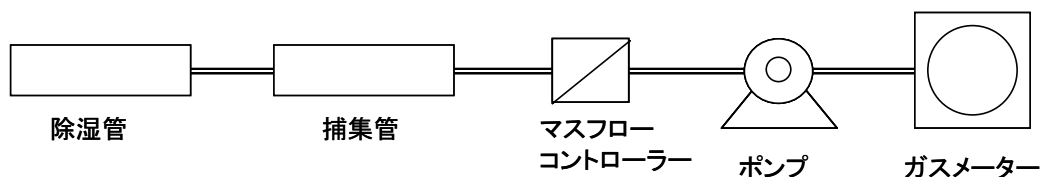
本文中では居住住宅の場合、試料採取装置の捕集管は重連になっている。



これは、24 時間という長時間の採取を行うため、破過を考慮してのことである。測定部分では2本目の捕集管は希釈をしないことになっているが、この試験液でホルムアルデヒドが検出されなければ1本目の捕集管で破過はないことになる。破過がないことが予想される場合はこの2本目の捕集管は必要ない。オゾンスクラバーについては前記と同様である。

②VOC

溶媒抽出法と加熱脱着法試料採取装置の一例を示す。溶媒抽出法と加熱脱着法では捕集管の型と採取量が異なるので接続順は同じであるが、採取装置そのものは異なる。

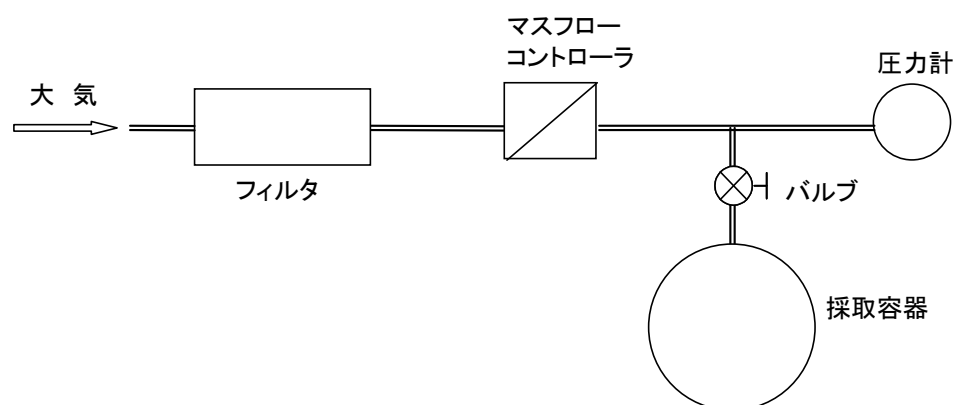


基本的に除湿管、捕集管、マスフローコントローラー、ポンプ、ガスメーターの順に接続する。各機器の間の接続はテフロンチューブ等を用いる。湿度は捕集管の捕集効率

に影響を与える可能性があるので除湿管を連結しているが、これは必ずしも必要ではない。捕集管で物質をトラップし、マスフローコントローラーで流速をコントロール(流量の細かい調整が必要となる場合があるのでマスフローコントローラーが望ましい)、ガスメーターで流量を計測することになる。

キャニスター方式の場合は全く異なる。容器を減圧にして採取する方法と加圧して採取する方法がある。

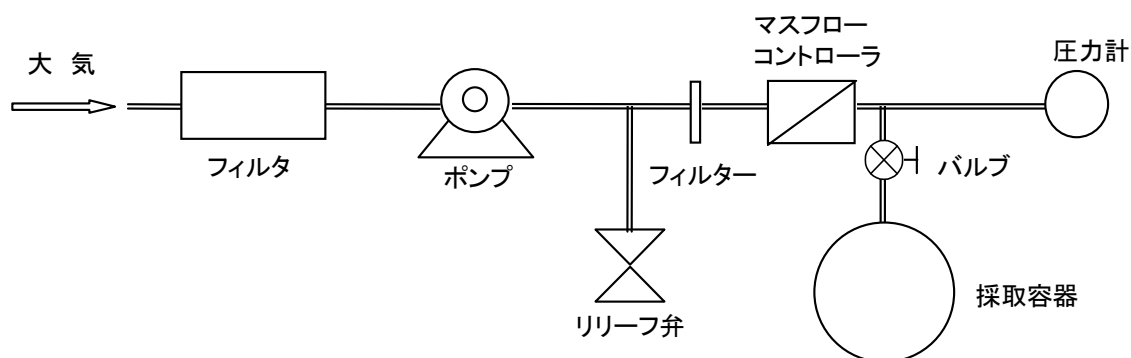
減圧採取装置



減圧採取装置

フィルタ、マスフローコントローラ、バルブ、圧力計、試料採取容器から構成される。採取前に圧力計により試料採取容器内部圧力が真空状態であることを確認する必要がある。減圧された採取容器に圧力差によって空気が吸引採取される。吸引流速は、マスフローコントローラーで調節し、その前にはフィルターを取り付け、コントローラーに塵等が進入しないようにする。

加圧採取装置



加圧採取装置

フィルタ、ポンプ、マスフローコントローラ、バルブ、圧力計、試料採取容器から構成される。ポンプで加圧して容器に空気を送り込む。マスフローコントローラーの塵等による汚染を防ぐため、その前にはさらにフィルターをかませる。

4. ブランク試験について

トラベルブランク試験としては、試料の採取に際し密栓した捕集管を、試料採取操作を除き試料採取間と同様に持ち運び取り扱う。

操作ブランク試験としては、未使用の捕集管について一連の分析操作を行って値を求める。

<解説>

本試験法ではブランク試験として、トラベルブランク試験、操作ブランク試験のふたつを設定している。トラベルブランク試験は採取操作から分析操作までの間に外部から汚染を受けていないかを確認するための試験であるので、本試験の捕集管と同様に持ち運び、保管する。異なるのは試料採取操作を行うか否かのみである。容器採取法の場合は減圧採取法では 80kPa、加圧採取法では 200kPa 程度まで加湿ゼロガスを導入した容器を持ち運び、試料採取操作を除いて採取容器と同様に持ち運ぶ。通常、1 家屋につき 1 試験行えばよいが、測定箇所を増やしたりした場合は総数の約 10%の頻度で行う。トラベルブランクが操作ブランク値を大きく超える場合には、基本的に採取をやり直すことになってしまうので運搬中の汚染には細心の注意を払うべきである。トラベルブランク試験の汚染が避けられない場合は、これを 3 試料以上行って標準偏差、定量下限値を計算し、これを目標定量下限値、測定値と比較して下記の条件を満たせば使用することもできる。

- ・トラベルブランク値から計算した定量下限値が目標定量下限値以下の場合。
- ・目標定量下限値以上であっても、試料の測定値より小さい場合。

これらに当てはまらない場合は採取をやり直さねばならない。またこれらの条件を表向き満たしていたとしても、トラベルブランク値が大きく、試料の採取に影響を与える可能性が認められる場合は採取をやり直さねばならない。

操作ブランク試験は試料測定に先立って、1 家屋の試験に付き最低 1 度の頻度で行う。操作ブランク試験が目標定量下限値(指針値の 1/10)以上であった場合は、試薬、器具、機器を調製・整備し直し、ブランクの低減を確認してから実試料を分析する。

これらのブランク値は、最終的な試料濃度の計算の際に反映される。基本的に試料の測定値から操作ブランク試験値を差し引いて濃度を計算する。トラベルブランク値が操作ブランク値より大きい場合はこれを差し引く。このときトラベルブランク値が試料の測定値を上回った場合(トラベルブランク試験から計算した定量下限値が目標定量下限値以下であったが、試料の測定値は上回ってしまった場合)にはその物質については欠測扱いとする。

5. 記録事項について

「室内空气中化学物質の採取方法と測定方法」に従い、住宅に関わる項目、試料採取時の天候や生活状況に関わる項目、分析条件等を記録する。

<解説>

測定値に客観性と信頼性を持たせるためには、いつ、どこで、どのような条件で、空気が採取され、分析されたのかが正確に記録されていなければならない。

これらをもれなく記録するために、測定記録シートを添付したので参考にされたい。記入の簡便さを考え、測定記録シートは以下の4つの様式を添付した。

1. 建築物情報（新築・居住共用）
2. 採取状況情報（一部新築・居住別）
3. 居住者情報（新築・居住共用）
4. 個別分析情報（新築・居住共用）

1. には測定対象の建物に関する情報を記載する。これらの内容の多くは測定前後でも記入可能である。測定の依頼を受けた場合には、依頼者に事前に当該情報を入手するよう要求したほうがよい。

2. には空気の採取時刻、場所、気温、周囲の状況等を記録する。これらの内容は現場で記入することになる。基本的に測定現場でのみ記録が可能であるので、漏れのないよう記入することが必要である。

3. は基本的に居住住宅法の際のみ必要な記録であり、居住者に記入してもらうことを前提としている。

4. は分析を行う実験室で記入する情報であるので、現場で記入する必要はない。

それぞれについては、記入上の注意を参照しつつ記入していただきたい。

後述の様式は例として示したものであるので、適宜変更して使用してかまわない。

測定記録シート(建築物情報)

記録者名 _____
 同行者名 _____

年 月 日(記入日)

整理番号		住 宅 所在地	
(1)建物種別	1. 戸建 2. 集合 3. その他		
(2)構造	1. 木造在来 2. 2×4 3. 木質 ^が イン ^が 4. 鉄骨 ^が イン ^が 5. RC 6. その他 ()		
(3)階数	戸建 (平屋 , 階建)		集合 (階建の 階) 位置については略図を記載
(4)規模	1階面積	m ³	2階面積 m ³
			3階面積 m ³ 延べ面積 m ³
(5)築年数	竣工年月日	引渡し年月日	入居年月日
(6)改修状況	有 ・ 無 (有の場合時期及び内容)		
(7)換気方式	常時機械換気システム 有 ・ 無		換気回数 /h
	1. 第1種換気 2. 第2種換気 3. 第3種換気 4. 第4種換気 5. 不明他 ()		
(8)居住状況	1. 未入居 2. 以前居住 3. 居住中 (23 の場合その期間)		
(9)建具	開放したものを記載		
(10)家具購入 状況	1. 3ヶ月以内に購入した 2. 3ヶ月以内には購入しない (購入の場合時期及び内容)		
(11)気密性能	住宅の仕様書、性能評価書等から記入 (不明の場合はその旨記入)		
(12)防蟻処理	有 ・ 無 (有の場合時期、薬剤、施工業者名等、内容をわかる範囲で記載)		
(13)建材情報	居 間	寝 室	キッチン その他特記すべき部屋
床 材	床面積		
	表面材		
	接着剤		
	下地材		
壁 材	壁面積		
	表面材		
	接着剤		
	下地材		
天 井 材	天井面積		
	表面材		
	接着剤		
	下地材		
巾木・廻り縁			
キッチン面材			
(14)その他			

測定記録シート(建築物情報)記入上の注意

シートの記入に当たっては下記を参考とすること。

- ・(1), (2) 該当のものに○。
- ・(3) 集合住宅の場合、位置については採取状況情報のシートに記載する。
- ・(6) 改修時期と工事の内容を記載する。
- ・(7) 常時機械換気システムについては該当に○。
換気回数は測定できれば記載する。出来ない場合は未測定と記入する。
換気方式についても該当のものに○。
 - 第1種換気：吸気・排気とも機械力による
 - 第2種換気：吸気は機械力、排気は自然排気による
 - 第3種換気：吸気は自然吸気、排気は機械力による
 - 第4種換気：吸気・排気とも自然に任せる
- ・(8) 該当のものに○。
- ・(9) 新築住宅法の場合開放した建具等を記入する。
居住住宅法の場合は記入の必要なし。
- ・(10) 購入して搬入されている家具がある場合、種別、材質、サイズ等を記入。
- ・(11) 気密性能について評価されている文書があれば記入。不明の場合は不明と記入。
- ・(12) 防蟻処理について、防蟻材の散布の時期、使用薬剤、施工業者名を記入。
不明の場合は不明と記入。
- ・(13) 建材情報が入手可能な場合記入。必ずしも記入の必要はない。
- ・(14) その他、室内空気中の化学物質濃度に影響を与えられる事項があった場合は、屋外屋内に関わらず概要を記入する。

測定記録シート(採取状況情報)

記録者名 _____
同行者名 _____

年 月 日(測定日)

整理番号		住 宅 所在地		
(1)採取対象	ホルムアルデヒド		捕 集 管	
	VOC			
	その他			
(2)平面図 サンプルング位置は ● で記入し、位置・高さも記すこと。				
方位				

測定記録シート(採取状況情報・新築用)

記録者名 _____
 同行者名 _____

年 月 日(測定日)

整理番号						住 宅 所在地						
(3) タイムコース												
時刻	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
天候												
換気												
閉鎖												
採取												
(4) 測定時条件												
測定室名	居 間		寝 室		外 気							
換気時間	～		～		～							
そのときの温度	～ °C		～ °C		～ °C							
そのときの湿度	～ %		～ %		～ %							
閉鎖時間	～		～		～							
そのときの温度	～ °C		～ °C		～ °C							
そのときの湿度	～ %		～ %		～ %							
採取時間	～		～		～							
そのときの温度	～ °C		～ °C		～ °C							
そのときの湿度	～ %		～ %		～ %							
平均温度	～ °C		～ °C		～ °C							
平均湿度	～ %		～ %		～ %							
吸引量	1		1		1							
(5) 備考												

測定記録シート(採取状況情報・新築用)記入上の注意

シートの記入に当たっては下記を参考とすること。

- ・(1) 該当のものに○。VOC やその他の場合は測定対象物質名も記入。
捕集管の欄には使用した捕集管の種類や名称を記入。ロットがわかればなおよい。
- ・(2) 家屋の平面図を記入する。
複数階にわたる場合はそれぞれ記入のこと。
おおよそのサイズについても記入が望ましい。
集合住宅の場合は該当階の概要と、測定対象家屋の位置を記入のこと。
家屋の平面図には窓の有無、方位、建具も記入する。望ましくは現場の状況につき、写真を撮影し共に保存する。窓にカーテン等ある場合は状況を記載。
居間、寝室、外気それぞれのサンプリング位置は●で示し、壁からの距離や高さについてわかるように記すこと。
- ・(3) 天候の変化や換気状況、閉鎖時間、採取時間等をタイムコースとして記入する。
やむを得ず入室したり、日照が急変したり、トラブルがあった場合などは下段に記入する。

記入例

時刻	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
天候	←晴			→←		曇		→	←雨			→
換気												
閉鎖												
採取												
						入室						

- ・(4) 測定対象各室の具体的な時刻などを記入する。オプションで測定した部屋がある場合は空欄を利用する。
時刻や温湿度はそれぞれの操作の開始時と終了時のものを記入する。平均室温と湿度は空気の採取時間中の平均を記入する。吸引量には最終の積算流量を記入する。
2回目の採取を1回目の採取に続けて行った場合も一つの欄に記入する。
- ・(5) 空気環境に影響を与える可能性のある周囲の状況など、気付いた点を記入する。
また、(3)に記入した突発事項の詳細や、記入しきれなかった事項についても記入する
生活環境について何かアドバイスをを行った場合は、その内容を簡単に記入しておく。

測定記録シート(採取状況情報・居住用)

記録者名 _____

同行者名 _____

年 月 日(測定日)

整理番号						住 宅 所在地							
(3) タイムコース													
時刻	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
天候	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
採取	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
時刻	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	
天候	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
採取	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
(4) 測定時条件													
測定室名	居 間			寝 室			外 気						
平均温度	℃			℃			℃						
平均湿度	%			%			%						
吸引量	l			l			l						
(5) 生活環境													
①窓の総開放時間		時間											
②換気扇等の設置状況 それらの総使用時間		調理場 ・ 風呂 ・ トイレ ・ その他 ・ ・ ・											
③暖房器具の種別 それらの総使用時間		石油ストーブ				石油ファンヒーター				FF 型石油ストーブ			
		ガスストーブ				ガスファンヒーター				FF 型ガスストーブ			
		電気ストーブ				床 暖 房				そ の 他			
④冷房器具の種別 それらの総使用時間		エアコン				その他							
⑤居住者の喫煙習慣		有り(室内で計 本ぐらい吸う) ・ 無し											
⑥芳香剤の使用状況 (使用個数,位置もわかる範囲で記載)		居 間				寝 室				台 所			
		浴 室				トイレ				玄 関			
		その他											
⑦防虫剤の使用状況		居 間				寝 室				台 所			
		玄 関				その他							
備考													

測定記録シート(採取状況情報・居住用)記入上の注意

シートの記入に当たっては下記を参考とすること。

- ・(1), (2) 新築用と同様に記入する。
- ・(3) 採取開始時と終了時を記録する。天候については居住者情報を参考にわかる範囲で記入する。

記入例

時刻	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
天候	曇		→←	晴								
採取				 →	← 							
時刻	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00
天候												→
採取												

- ・(4) 自動機録可能な温湿度計を使用して記入することが望ましい。メモリー機能があるものであれば後に記入することも可能である。吸引量は総吸引量を記す。
- ・(5) ①～⑤については居住者情報を基に機器の改修時等に記入する。それぞれ、総使用時間を記入する。使用した部屋がわかっているならばそれも記入すること。
- ⑥, ⑦は測定開始前に聞き取っておくことが望ましい。

測定記録シート（居住者情報）

年 月 日（測定日）

整理番号							住 宅 所在地						
生活状況の記録													
時刻	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
天候													
在室													
換気													
空調使用													
喫煙													
ガレ使用													
調理													
食事													
家具の開閉													
1台がけ等													
洗濯													
掃除													
化粧品使用													
その他													
時刻	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	
天候													
在室													
換気													
空調使用													
喫煙													
ガレ使用													
調理													
食事													
家具の開閉													
1台がけ等													
洗濯													
掃除													
化粧品使用													
その他													
1週間の平均在室時間													
備考													

測定記録シート(居住者情報)記入上の注意

測定結果を評価する上で重要な情報となりますので、ご協力をお願いいたします。

測定開始から終了までの24時間についてご記入下さい。測定開始前に特段に揮発性有機化合物が発生すると思われる状況があれば(下記参考)備考欄にご記入下さい。

シートの記入に当たっては下記を参考として下さい。

- 天候 : 天候の変化があれば記入して下さい
- 在室 : 在室期間(可能であればどの部屋に在室したか)を記入して下さい。特に測定を行っている部屋に在室された場合は必ずご記入下さい。
- 換気 : 窓開放、換気扇使用等、換気を行った時間を記入して下さい。
- 空調使用 : 暖房、冷房を使用した時間を記入して下さい。可能であれば使用した機具の種別、使用した部屋をご記入下さい。
- 喫煙 : 喫煙された場合チェックして本数をご記入下さい。
- スプレー使用 : 殺虫剤、ヘアスプレー、消臭スプレー等、エアゾール製品を使用した場合チェックして下さい。
- 調理 : 調理を行った時間をご記入下さい。
- 食事 : 食事をした場所をご記入下さい。
- 家具の開閉 : タンス、クローゼット等、特に防虫剤を使用している家具等を開閉した場合はチェックして下さい。
- アイロンがけ等 : アイロンがけや洗濯の等をした場合チェックして下さい。
- 洗濯 : 洗濯をした場合チェックして下さい
- 掃除 : 掃除をした場合チェックして下さい。掃除機を使用した場合はその旨ご記入下さい。
- 化粧品 : 化粧品を使用した場合チェックして下さい。除光液やヘアトニックなどを使用した場合はその旨ご記入下さい。
- その他 : アルコール除菌剤の使用や飲酒をした場合等、揮発性有機化合物が発生すると思われる状況があった場合に適宜ご記入下さい。

<記入例>

時刻	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
天候				←晴						→←曇		
在室	寝室	→	←キッチン	→				←居間		→		
換気			←換気扇	→				←居間窓		→		
空調使用												1
喫煙												
スプレー使用					●							
調理			●									
食事			●				●					
家具の開閉					タンス							
アイロンがけ等												
洗濯				●								
掃除						掃除機						
化粧品使用		●										
その他												

6. 分析

分析操作は標準的測定法の記載に従ってそれぞれ行う。

<解説>

実験室における分析操作については、「室内空气中化学物質の採取方法と測定方法」に詳しいのでこれに従って行う。以下何点かについて解説する。

①ホルムアルデヒド

<測定原理>

空气中ホルムアルデヒドは DNPH(2,4-ジニトロフェニルヒドラゾン)捕集剤に吸着すると共に誘導体化させる。これをアセトニトリルで溶出させ、高速液体クロマトグラフで測定する。

反応式は次の通りである。

添付

<試験溶液の調製>

(1) 新築住宅

試料採取の終わった捕集管に注射筒(10ml)を装着し、この注射筒にアセトニトリル 5ml を入れ、毎分 1ml 程度の流速でアセトニトリルを滴下しヒドラゾンを溶出する溶出液を 5ml の全量フラスコ又は目盛り付き試験管に受ける。アセトニトリルで標線に合わせる。これを分析用試料溶液とする。

(2) 居住住宅(日常生活)

試料採取の終わった捕集管(第1管及び第2管)にそれぞれ注射筒を装着し、この注射筒にアセトニトリル 5ml を入れ、毎分 1ml 程度の流速でアセトニトリルを滴下しヒドラゾンを溶出する。溶出液は 5ml の全量フラスコ又は目盛り付き試験管にそれぞれ受ける。次に、第1管目の場合は溶出液の中から 1ml を分取し、5ml の全量フラスコ又は目盛り付き試験管に入れアセトニトリルで標線に合わせる。一方、第2管目の場合はアセトニトリルで標線に合わせる。これらを分析用試料溶液とする。

(3) 外気

試料採取の終わった捕集管(第1管及び第2管)に注射筒を装着し、この注射筒にアセトニトリル 5ml を入れ、毎分 1ml 程度の流速でアセトニトリルを滴下しヒドラゾンを溶出する。溶出液は 5ml の全量フラスコ又は目盛り付き試験管に受ける。アセトニトリルで標線に合わせる。これを分析用試料溶液とする。

新築・居住・外気でそれぞれ調製法が異なっているが、これは最終溶液濃度を考慮して設定されている。居住住宅の2管目は基本的に破過確認試験であり、ここで検出され

た場合は濃度計算で別途考慮しなければならない。

<濃度測定、検出下限値及び定量下限値>

ホルムアルデヒド濃度は下記の濃度算出式により求める。また、検出下限値と定量下限値の計算においては、同一ロットの未使用捕集管について分析操作を行い、ホルムアルデヒドのブランク (Ab) を求める。濃度算出式の (As-A) に (Ab) を代入し濃度を算出する。5 本以上の捕集管を測定した時の標準偏差 (s) から次式により検出下及び定量下限値を算出する。

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

濃度算出式

$$C = \frac{(As-A) \times D \times E \times 1000}{v \times V \times (293/273 + t) \times p/101.3}$$

- C : 20 °Cにおける試料空気中のホルムアルデヒド (HCHO) 濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
As : 検量線より求めた試料溶液中の HCHO の質量 (μg)
A : 検量線より求めた操作ブランク試験溶液中の HCHO の質量 (μg)
D : 希釈係数
E : 試料溶液の液量 (μl)
v : HPLC への導入量 (μl)
V : ガスメーターで測定した試料空気の捕集量 (L)
t : 試料採取時の平均気温 (°C)、湿式型の積算流量計を使用している時には積算流量計の平均水温 (°C)
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-Pw) を用いる。ここで、Pw は試料採取時の平均気温 t での飽和水蒸気圧 (kPa)

検出下限値及び定量下限値を求めるために濃度を求める場合は、 $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $p=101.3$ を使用する。V については 30 分採取の場合は 30L、24 時間採取の場合は 144L とする。

なお、目標定量下限値はガイドライン値の 1/10、 $0.01\text{mg}/\text{m}^3$ である。

濃度の計算式は分解すると以下ようになる。

$$\left((As-A) \times (E/v) \times D \right) / \left(V \times (293/273+t) \times p/101.3 \right) \times 1000$$

● $(As-A) \times (E/v) \times D$

HPLC に注入した液中に含まれるホルムアルデヒドの重量に注入液量で全液量を割ったものをかけることにより、全液中のホルムアルデヒド重量即ち採取した空気中に含まれるホルムアルデヒド量 (μg) を求める。 $\times D$ で希釈率を補正。

● $V \times (293/273+t) \times p/101.3$

採取した空気の体積を $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、1 気圧に補正。(L)

● $\times 1000$

1000 倍することで単位補正 ($\text{L} \rightarrow \text{m}^3$)。

結局、重量を体積で割ることになり濃度を求めることが出来る。

<温湿度補正>

室温が 20℃に満たない場合には以下の式により濃度の補正を行うことを推奨する。

$$C' = C \times 1.09^{(20-t)} \times 100 / (50+rh)$$

t : 試料採取時の平均気温(℃)、湿式型の積算流量計を使用している時には積算流量計の平均水温(℃)

rh : 試料採取時の平均湿度(%)

木質建材からのホルムアルデヒド放散量は、温度と湿度の影響を受けることが知られており(温度、湿度とも上昇と共に放散量が増加する)、これまでの研究から上記式がモデルとして適用できることがわかっている。

温湿度の条件により過少評価とならないよう、安全面を考慮して室温 20℃、湿度 50%を基準として温湿度補正を推奨している。

この温湿度の基準は JIS Z 8703 試験場所の標準状態による。

②VOC

1) 固相吸着／溶媒抽出法

<濃度測定、検出下限値及び定量下限値>

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、測定値(A : ng)を求め、濃度算出式の(A_s-A_t)に A を代入して、空気濃度を算出する。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。

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

濃度算出式

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

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)

検出下限値及び定量下限値を求めるために濃度を求める場合は、t=20℃、p=101.3 を使用する。V については 30 分採取の場合は 30L、24 時間採取の場合は 144L とする。

なお、目標定量下限値はガイドライン値の 1/10 である。

濃度の計算式の意味はホルムアルデヒドと同様である。

2) 固相吸着／加熱脱着法

<濃度測定、検出下限値及び定量下限値>

濃度算出式

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

基本的に溶媒抽出法と同様であるが、加熱脱着法の場合、採取した物質は全て GC 中に注入されるため、溶液についての補正は不要である。

検出下限値及び定量下限値を求めるために濃度を求める場合は、 $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $p=101.3$ を使用する。 V については 30 分採取の場合は 5L、24 時間採取の場合は 20L とする。

なお、目標定量下限値はガイドライン値の 1/10 である。

3) 容器採取法

<濃度測定、検出下限値及び定量下限値>

濃度算出式

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

C : $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ における大気中の各測定対象物質の濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

A_s : 濃縮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 : GC/MS への注入ガス量 (ℓ)

t : 試料分析時の平均の気温 ($^{\circ}\text{C}$)

P : 試料分析時の平均大気圧 (kPa)。

n : 希釈倍率(減圧採取法の場合。加圧採取法では $n=1$)

容器採取法の場合、GC 中に注入する空気の量は実験室で調整することになるので、 t や P は試料分析時に測定し、それを用いる。減圧採取の場合、採取時にあらかじめ求めた希釈率による補正が必要である。

検出下限値及び定量下限値を求めるために濃度を求める場合は、検量線作成時の最低濃度(定量下限値付近)の加湿混合標準ガスを充填した試料容器を作成し、これを用いて測定値(A : ng)を求め、(A_s-A_t) に A を代入して濃度を算出する。この時 $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $p=101.3$ を使用する。 V については GC に導入した試料と同量とする。他と同様に 5 試料以上を測定して標準偏差 (s) を求め、検出下限値及び定量下限値を算出する。操作ブランク値の方が大きければこれを使用する。

なお、目標定量下限値はガイドライン値の 1/10 である。

7. 結果の記載

分析結果は測定記録シート(個別分析情報)に記録する。

<解説>

分析結果についても必要事項を記録しておく必要がある。必要事項は分析方法によって異なるが、添付の分析結果記録シートを参考に適宜様式を作成し、記入する。

HPLC や GC のクロマトグラム、積分値等の分析記録はこれらのシートと共に保存する。

8. 結果の返却

測定結果は結果が簡便に分かるよう別途様式を作製し、記入の上、それぞれの測定記録シートを添付して返却する。

<解説>

各測定記録シートは結果の評価に必要な情報を記したものであるので、あわせて返却する必要がある。しかしながら記載内容が細かく、わかりにくい面があると思われるので、結果を簡潔に記したシートを作製し、これを添付して返却することが望ましい。

測定記録シート（個別分析情報：ホルムアルデヒド）

分析者名

年 月 日～ 日(分析日)

整理番号		住 宅 所在地	
採取 時 条 件	採取箇所	☐ 居間 ☐ 寝室 ☐ その他()	
	空気採取量 (L)	①	② 外気
	平均気温 (°C)	①	② 外気
	平均湿度 (%)	①	② 外気
	平均大気圧 (kPa)	①	② 外気
分析 条 件	試験液量	☐ 5ml(5000μl) ☐ その他 ()	
	希釈係数	☐ 5 倍 () ☐ 25 倍 () ☐ その他 ()	
	注入液量	☐ 20 μl ☐ その他 ()	
	移動相	☐ アセトニトリル：水 (6：4) ☐ その他 ()	
	流速	☐ 1.0ml/min ☐ その他 (ml/min)	
	カラム	名称： 内径： mm 長さ： cm	
	オーブン	☐ 恒温 °C ☐ その他 ()	
	検出器	☐ UV 360nm ☐ その他 ()	
検 量 線	標準系列	ピーク面積	計算式 $\frac{(As-A) \times D \times E \times 1000}{v \times V \times (293/273+t) \times p/101.3}$
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
分析 結 果	①測定値 1 －④ or ⑤	(計算式)	
	②測定値 2 －④ or ⑤	(計算式)	
	③外気 －④ or ⑤	(計算式)	
④操作ブランク値 N.D.・() ⑤トラベルブランク値 N.D.・()			
①,②平均値	μg/m ³	検出下限値	μg/m ³ 定量下限値 μg/m ³
(備考)			

測定記録シート(個別分析情報：VOC/溶媒抽出)

分析者名

年 月 日～ 日(分析日)

整理番号		住 宅 所在地
採取 時 条 件	採取箇所 ☐ 居間 ☐ 寝室 ☐ その他()	
	空気採取量 (L) 1 2 外気	
	平均気温(℃) 1 2 外気	
	平均湿度(%) 1 2 外気	
	平均大気圧(kPa) 1 2 外気	
分 析 条 件	試験液量 ☐ 1 ml ☐ その他 ()	
	希釈係数 ☐ なし ☐ その他 ()	
	注入液量 ☐ 1 µl ☐ その他 ()	
	キャリアガス ☐ ヘリウム ☐ その他 ()	
	流速 ☐ 1.0ml/min ☐ その他 (ml/min)	
	カラム 液層： 膜厚： µm 内径： µm 長さ： m	
	オープン ()	
	検出器 ☐ MS ☐ その他 ()	

物質名：		測定質量数	
検 量 線	標準系列	ピーク面積	計算式 $\frac{(A_s - A_t) \times E \times 1000}{v \times V \times (293/273 + t) \times p/101.3}$
	µg		
	µg		
	µg		
	µg		
	µg		
分 析 結 果	①測定値 1 －④ or ⑤	(計算式)	
	②測定値 2 －④ or ⑤	(計算式)	
	③外気 －④ or ⑤	(計算式)	
④操作ブランク値 N.D.・() ⑤トラペルブランク値 N.D.・()			
①,②平均値	µg/m ³	検出下限値	µg/m ³ 定量下限値 µg/m ³
(備考)			

＜溶媒抽出法＞

物質名：		測定質量数	
検 量 線	標準系列	ピーク面積	計算式 $\frac{(As-At) \times E \times 1000}{v \times V \times (293/273+t) \times p/101.3}$
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
分 析 結 果	①測定値 1 －④ or ⑤	(計算式)	
	②測定値 2 －④ or ⑤	(計算式)	
	③外気 －④ or ⑤	(計算式)	
④操作ブランク値 N.D.・()		⑤トラベルブランク値 N.D.・()	
①,②平均値	μg/m ³	検出下限値	μg/m ³ 定量下限値 μg/m ³
(備考)			

物質名：		測定質量数	
検 量 線	標準系列	ピーク面積	計算式 $\frac{(As-At) \times E \times 1000}{v \times V \times (293/273+t) \times p/101.3}$
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
分 析 結 果	①測定値 1 －④ or ⑤	(計算式)	
	②測定値 2 －④ or ⑤	(計算式)	
	③外気 －④ or ⑤	(計算式)	
④操作ブランク値 N.D.・()		⑤トラベルブランク値 N.D.・()	
①,②平均値	μg/m ³	検出下限値	μg/m ³ 定量下限値 μg/m ³
(備考)			

測定記録シート(個別分析情報 VOC/加熱脱着)

分析者名

年 月 日～ 日(分析日)

整理番号		住 宅 所在地
採取 時 条 件	採取箇所 ☐ 居間 ☐ 寝室 ☐ その他()	
	空気採取量 (L) 1 2 外気	
	平均気温(℃) 1 2 外気	
	平均湿度(%) 1 2 外気	
	平均大気圧(kPa) 1 2 外気	
分 析 条 件	キャリアガス ☐ ヘリウム ☐ その他 ()	
	流速 ☐ 1.0ml/min ☐ その他 (ml/min)	
	カラム 液層: 膜厚: μm 内径: μm 長さ: m	
	オープン ()	
	検出器 ☐ MS ☐ その他 ()	

物質名:		測定質量数	
検 量 線	標準系列	ピーク面積	計算式 $\frac{(As-At) \times 1000}{V \times (293/273+t) \times p/101.3}$
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
分 析 結 果	①測定値 1 — ④ or ⑤	(計算式)	
	②測定値 2 — ④ or ⑤	(計算式)	
	③外気 — ④ or ⑤	(計算式)	
④操作ブランク値 N.D.・()		⑤トラペルブランク値 N.D.・()	
①,②平均値	μg/m ³	検出下限値	μg/m ³ 定量下限値 μg/m ³
(備考)			

<加熱脱着>

物質名：		測定質量数	
検 量 線	標準系列	ピーク面積	計算式 $\frac{(As-At) \times 1000}{V \times (293/273+t) \times p/101.3}$
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
分 析 結 果	①測定値 1 －④ or ⑤	(計算式)	
	②測定値 2 －④ or ⑤	(計算式)	
	③外気 －④ or ⑤	(計算式)	
④操作ブランク値 N.D.・()		⑤トラベルブランク値 N.D.・()	
①,②平均値	μg/m ³	検出下限値	μg/m ³ 定量下限値 μg/m ³
(備考)			

物質名：		測定質量数	
検 量 線	標準系列	ピーク面積	計算式 $\frac{(As-At) \times 1000}{V \times (293/273+t) \times p/101.3}$
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
分 析 結 果	①測定値 1 －④ or ⑤	(計算式)	
	②測定値 2 －④ or ⑤	(計算式)	
	③外気 －④ or ⑤	(計算式)	
④操作ブランク値 N.D.・()		⑤トラベルブランク値 N.D.・()	
①,②平均値	μg/m ³	検出下限値	μg/m ³ 定量下限値 μg/m ³
(備考)			

測定記録シート(分析記録情報：VOC/容器採取)

分析者名

年 月 日～ 日(分析日)

整理番号		住 宅 所在地	
採取箇所	☐ 居間	☐ 寝室	☐ その他()
採取法	☐ 加圧	☐ 減圧 (希釈率=)	
分析条件	空気導入量 (L)	1	2 外気
	平均気温 (°C)	1	2 外気
	平均湿度 (%)	1	2 外気
	平均大気圧 (kPa)	1	2 外気
	キャリアガス	☐ ヘリウム	☐ その他 ()
	流速	☐ 1.0ml/min	☐ その他 (ml/min)
	カラム	液層： 膜厚： μm	内径： μm 長さ： m
	オープン ()		
検出器	☐ MS	☐ その他 ()	

物質名：		測定質量数	
検 量 線	標準系列	ピーク面積	計算式 $\frac{(A_s - A_t) \times n}{V \times (293/273 + t) \times p/101.3}$
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
分析結果	①測定値 1 －④ or ⑤	(計算式)	
	②測定値 2 －④ or ⑤	(計算式)	
	③外気 －④ or ⑤	(計算式)	
④操作ブランク値 N.D.・()		⑤トラペルブランク値 N.D.・()	
①,②平均値	μg/m ³	検出下限値	μg/m ³ 定量下限値 μg/m ³
(備考)			

<容器採取>

物質名：		測定質量数	
検 量 線	標準系列	ピーク面積	計算式 $\frac{(As-At) \times n}{V \times (293/273+t) \times p/101.3}$
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
分 析 結 果	①測定値 1 －④ or ⑤	(計算式)	
	②測定値 2 －④ or ⑤	(計算式)	
	③外気 －④ or ⑤	(計算式)	
④操作ブランク値 N.D.・()		⑤トラベルブランク値 N.D.・()	
①,②平均値	μg/m ³	検出下限値	μg/m ³ 定量下限値 μg/m ³
(備考)			

物質名：		測定質量数	
検 量 線	標準系列	ピーク面積	計算式 $\frac{(As-At) \times n}{V \times (293/273+t) \times p/101.3}$
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
	μg		
分 析 結 果	①測定値 1 －④ or ⑤	(計算式)	
	②測定値 2 －④ or ⑤	(計算式)	
	③外気 －④ or ⑤	(計算式)	
④操作ブランク値 N.D.・()		⑤トラベルブランク値 N.D.・()	
①,②平均値	μg/m ³	検出下限値	μg/m ³ 定量下限値 μg/m ³
(備考)			

測定記録シート(個別分析情報)記入上の注意

シートの記入にあたっては下記を参考にすること。

- ・ 個別分析情報は測定法毎に異なっているので、該当するものを使用する。
- ・ 個別分析情報は各物質毎に記入する。
- ・ 条件が合致するものについては□にチェックを入れる。無い場合はその他にチェックし内容を記入する。
- ・ 捕集管を2本とも分析した場合は、それぞれにつき①、②に結果を記す。
- ・ 分析結果には計算後の測定値とその算出に用いた計算式を合わせて記入する。また、操作blank値、トラベルblank値は検出下限以下であった場合には N.D.に○をする。これらの内の大きい方を捕集管の測定値から差し引くこと。それぞれの測定値は有効数字3桁で表しておく。
- ・ 二本の捕集管の平均値を求める場合は計算後有効数字2桁に丸めて示す。
- ・ 検出下限値や定量下限値計算のための試験や、それぞれの分析の面積値等はシートには記さないが、それぞれのクロマトグラムは添付すること。
- ・ 上記を含め、値の算出に用いたクロマトグラム等は全て当シートに添付すること。

測定結果シート

年 月 日 (採取日)

年 月 日～ 日(分析日)

整理番号			住 宅 所在地				
測定法名：ホルムアルデヒド			溶媒抽出		加熱脱着		容器採取
測定種別：新築住宅			居住住宅				
測 定 結 果							
物質名	測定箇所	居 間	寢 室		外 気		
ホルムアルデヒド	1	平均	1	平均	1	平均	
	2		2		2		
ホルムアルデヒド (補正)	1	平均	1	平均	1	平均	
	2		2		2		
エチルベンゼン	1	平均	1	平均	1	平均	
	2		2		2		
キシレン	1	平均	1	平均	1	平均	
	2		2		2		
スチレン	1	平均	1	平均	1	平均	
	2		2		2		
トルエン	1	平均	1	平均	1	平均	
	2		2		2		
パラジクロロベンゼン	1	平均	1	平均	1	平均	
	2		2		2		
	1	平均	1	平均	1	平均	
	2		2		2		
	1	平均	1	平均	1	平均	
	2		2		2		
	1	平均	1	平均	1	平均	
	2		2		2		
(備考)							

測定記録シート(個別分析情報)記入上の注意

シートの記入にあたっては下記を参考にすること。

- ・測定法の名称、測定種別は該当するものに○。記載以外のものを使用した場合は、備考欄に概要を記載する。
- ・各測定結果は部屋毎に記載する。
- ・測定していない欄には－を記入する。
- ・個別の捕集管の値は有効数字3桁、平均値は有効数字2桁で記入する。1本の捕集管のみを分析した場合は平均値の欄には、個別の捕集管の値の3桁目を切り捨てた値を記入する。
- ・ホルムアルデヒドで温湿度補正を行った場合は補正前、補正後の双方の値をそれぞれ記載する。
- ・コメント等は備考欄に記入する。

9. その他個別事項について

●室外の値の取り扱いについて

室外の値は、室外の汚染の有無を確認するものであって、室内濃度から差し引くものではない。室内で汚染が確認されたとき、それが室外由来である可能性の判断を行うために使用する。

●新築住宅の測定法について

新築住宅の測定法は原則として生活行為はない状態の住居を対象としている。希望する場合は、現在使用している、または過去に使用していた住宅についてもこの条件で採取を行うこともできるが、その場合は測定作業中は生活行為を行うことは出来ない。また、家具等が持ち込まれている場合は、住宅由来の揮発性化学物質量を直接評価することは出来ない。これを厳密に調査するためには、対象物質を放散しないことが明らかである場合を除き、原則持ち込まれた家具等は測定作業中除去しておく必要がある。

●測定の時期について

完成後の経過時間によりホルムアルデヒドや VOC の放散量は変化すると考えられるが、測定の時期は測定依頼者が決めるのが原則である。施工業者等が確認の測定をする場合には原則として引き渡し前のどこかで行う。

●集合住宅の取り扱いについて

集合住宅の場合、サンプル検査を行うこともあると思われるが、どの部分の測定を行うかは、それぞれ依頼者が判断する必要がある。またこの結果を持って、全ての住戸に当てはめた表現はできない。サンプル検査をもって個々の住戸の性質に言及する場合は、サンプル検査をした箇所、対象との間取り、部材、施工方法等について明確な説明を加える必要がある。

●カーテン、雨戸等の取り扱いについて

室内に直射日光が差し込む場合は、これにより揮発性化合物の放散量が影響を受ける恐れがあるので、カーテンが取り付けられている場合は使用した方がよい。雨戸については換気量に影響を与える可能性があるので締め切らないことが望ましい。直射日光の差込具合については記録したほうがよい。

●換気システムの取り扱いについて

常時使用することが前提となっているいわゆる中央式機械換気システムについては、閉鎖時間、採取時間中にも稼働させてかまわない。これらにはトイレ換気扇、浴室換気扇、レンジフード等で、必要に応じて間欠的に使用され、連続換気を原則としない局所換気システムは含まない。逆にこれらの形式を取っていても、常時使用を前提とするシステムとなっている場合は稼働させてよい。常時使用を前提とする場合は、住まいのしおり等でそのことが適切に説明されていることが望ましい。また、小窓等のパッシブ型の換気システムは原則的には閉めて試料採取する。パッシブ型の常時換気システムは自然条件の影響を受けることが多いので、本件で使用を認める換気システムは、強制換気システムと同等の性能を有する場合例外的に設定できることとする。

●標準物質について

標準原液の調製で、標準物質の採取量とメスフラスコの全量は、秤取る比が同じであれば変更してかまわない。市販の標準溶液やガスを用いる場合は精度保証されているものが望ましい。

●内標準物質について

「室内空气中化学物質の採取方法と測定方法」では、VOC の内標準物質としてトルエン-d8 を記載しているが、各分析機関で通常使用し、精度確認が出来ているものが有れば使用しても差し支えない。

●2重測定について

本試験法では、試料採取中の配管の外れ、その他のミスを考慮し、同一試料を2回ずつ採取することとし、同時に2重測定(n=2)の意味を持たせている。新築住宅法の場合、採取は並行して行うのが望ましいが、2回連続して行うことも可能である。採取については、このように各箇所2回ずつ行うが、分析について2重に行うのは全体の10%の頻度でよい。但し、指針値近傍の値が得られた場合等は、全て分析する必要がある。

●キシレンについて

キシレンには o-, m-, p-キシレンの3種の異性体があり、通常の実験条件では m-, p-キシレンは分離しないので、合わせて取り扱ってよい。最終的にキシレンの測定値を算出するに当たってはこれら3種の合計値をキシレンの値として取り扱う。

●単位の変換について

重量濃度で表示された市販の標準原ガスの場合における容積の変換は、
$$v \text{ (ml)} = 100 \times 22.4 (273 + t) / 273M$$
 (Mは分子量、tは気温、測定対象物質100mgに相当する採取容積) である。

重量濃度で表示された市販の標準原液の場合における液体容量の変換は、
$$v \text{ (μl)} = 100 / \rho$$
 (ρ は比重又は密度、測定対象物質100mgに相当する採取容積) である。

市販の標準ガス濃度 ppm (μl/l) の重量/体積濃度 (μg/l) への換算には、
$$273M / \{22.4 (273 + t)\}$$
 (Mは分子量、tは気温) を乗じる。

それぞれの物質の mg/m³ から ppm への換算は

$$\begin{aligned} \text{ppm} &\doteq \text{mg/m}^3 \times 24.04 / \text{分子量} \quad (20^\circ\text{C}) \\ \text{ppm} &\doteq \text{mg/m}^3 \times 24.45 / \text{分子量} \quad (25^\circ\text{C}) \end{aligned}$$

である。

ppm 単位では空气中に存在する当該物質の分子の数を比較できる。

●捕集管について

「室内空气中化学物質の採取方法と測定方法」中では各捕集管や捕集装置を検査機関で調製するやり方を示しているが、適宜測定対象物質に対して十分な捕集能力を有する市販品を使用してよい。

●容器採取法における採取流速について

新築住宅法(30分採取)の場合、容積が6Lの採取容器を用いて減圧採取を行う場合の採取流量は100～150ml/minである。加圧採取を行う場合の採取流量は270～400ml/minである。

居住住宅法(24時間採取)の場合、容積が6Lの採取容器を用いて減圧採取を行う場合の採取流量は約3ml/minである。加圧採取を行う場合の採取流量は約8ml/minである。

室内空气中化学物質の採取方法と測定方法

これは、室内空气中化学物質の標準的な採取方法と測定方法を示したものである。

室内空气中化学物質は、ホルムアルデヒド、及びトルエン、*o*-,*p*-,*m*-キシレン、エチルベンゼン、スチレン、パラジクロロベンゼン等の揮発性有機化合物を対象とする。また、その採取は新築住宅（入居前、改築後等生活行為の行われていない住宅）と居住住宅を対象とし、それぞれに条件を設定する。

新築住宅における室内空气中化学物質の測定は、室内空气中の揮発性有機化合物の最大濃度を推定するためのもので、30 分換気後に対象室内を 5 時間以上密閉し、その後概ね 30 分間採取の濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) で表す(注 1)。採取の時刻は揮発性有機化合物濃度の日変動で最大となると予想される午後 2 時～3 時頃に設定することが望ましい。居住住宅における室内空气中化学物質の測定は、居住、平常時における揮発性有機化合物の存在量や暴露量を推定するためのもので、24 時間採取の濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) で表す。

空気試料の採取場所は、居間、寝室の 2 カ所、および室外 1 カ所の計 3 カ所とする(注 2)。室内濃度の値は居間あるいは寝室における高い室内の値を記載し、評価の対象とする。

ホルムアルデヒドは、DNPH 誘導体化固相吸着／溶媒抽出－高速液体クロマトグラフ法によるものとする。

揮発性有機化合物は、固相吸着／溶媒抽出法、固相吸着／加熱脱着法及び容器採取法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。

スクリーニングの目的で簡易な方法を用いる場合には、当該条件により化学物質濃度の過小評価が行われないよう配慮すると共に、ガイドラインに適合しているか否かの最終的判断は、設定された標準的な条件により行うよう留意すべきである。

また、同等以上の信頼性が確保できる条件であれば、設定した標準的な条件に代えて用いても差し支えない。

1. 試料採取方法

本法は、室内空気中のホルムアルデヒド、及びトルエン、*o*-,*p*-,*m*-キシレン、エチルベンゼン、スチレン、パラジクロロベンゼン等の揮発性有機化合物の採取方法を示したものである。

室内空気中化学物質の採取で対象とする住宅は、新築住宅と居住住宅とを区別して採取する。新築住宅における室内空気中化学物質の測定は、室内空気中の揮発性有機化合物の最大濃度を推定するためのもので、30 分換気後に対象室内を 5 時間以上密閉し、その後概ね 30 分間採取の濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) で表す。(注 1)採取の時刻は揮発性有機化合物濃度の日変動で最大となると予想される午後 2 時～3 時頃に設定することが望ましい。居住住宅における室内空気中化学物質の測定は、居住、平常の生活条件下における揮発性有機化合物の存在量や暴露量を推定するためのもので、24 時間採取における濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) で表す。

室外の空気についても室内と同様の条件で並行して採取する。(注 2)

1. 1 新築住宅

入居前、改築後等の生活行為が行われていない住宅内における換気後の密閉 5 時間以上後における空気試料を採取する条件を示すものである。(注 3)

改築した住宅も、新築住宅と同様の採取方法で評価する。ただし、家具等からの対象化合物の放散が多い場合も考えられるので、その発生については考慮する。(注 4)

1. 1. 1 試料採取場所の選定

試料採取は、室内では居間、寝室、および住宅の外気の各 1 カ所の計 3 カ所を試料採取場所として設定する。室内にあつては、部屋の中央付近の少なくとも壁から 1m 以上離れた高さ 1.2 ～ 1.5m の位置を試料採取位置として設定する。外気の試料採取は外壁及び空調給排気口から 2m ～ 5m 離れた、室内の測定高さと同等の高さの所を試料採取位置として設定する(室外においてこの条件を満たすことが困難である場合は、適宜設定しても良いが、その場合は結果に外気の測定位置を特定できるように明確に記載すること。)

1. 1. 2 室内空気試料採取の条件

(1) 居室の常時換気システムを有しない住宅 (注5)

1)換気：試料採取にあたっては、対象家屋の窓、扉、建具、備え付け品の扉等の全てを開き、30 分間換気を行う。

2)密閉状態の確保：換気後、外気に面した窓及び扉等の開口部を閉鎖し、5 時間以上この状態を維持させる。この場合、建具は開放する。また、キッチンの戸棚、クローゼット等の備え付け品の扉も開放する。小窓等の換気口は閉めることとする。(注 6)

3)試料の採取：密閉後に所定の流量で概ね 30 分間試料空気をそれぞれの採取方法に従って採取する。原則としてそれぞれ 2 回ずつ採取する。(注 7)

以下に、試料採取における試験計画の時間的経過の例を示す。

試料採取 (14:30-) ← 5 時間以上閉鎖 (～ 9:30-14:30) ← 換気 (～ 9:30)

(2)居室の常時換気システムを有する住宅（注8）

居室の常時換気システムを有する住宅にあつては、以下の方法による。

1) 換気：試料採取にあたっては、対象家屋の窓、扉、建具、備え付け品の扉等の全てを開き、30 分間換気を行う。

2)密閉状態の確保：換気後、外気に面した窓及び扉等の開口部を閉鎖し、換気システムを稼動させた状態を 5 時間以上維持させる。この場合、建具は開放する。また、キッチンの戸棚、クローゼット等の備え付け品の扉も開放する。小窓等の換気口は閉めることとする（ただし換気システムの機能のため必要なものを除く。）。

3)試料の採取：密閉後に所定の流量で概ね 30 分間試料空気をそれぞれの採取方法に従って採取する。その他は居室の常時換気システムを有しない住宅の場合と同じ。

1. 1. 3 記録事項

空気試料の採取にあたっては以下の点を記録する。

(1)建物種別 戸建：構造（木造、2x4、木質プレハブ、鉄骨プレハブ、RC、その他）
階数（平屋、2 階建、3 階建、その他）

集合：階建、階部分

(2)規模 1 階(m²)、2 階(m²)、3 階(m²)、延面積(m²)

(3)建築年数 竣工年月日、引渡し年月日

(4)改修の有無 有 無

改修時期（年月日）可能な限り

家具購入時期（年月日）可能な限り

試料採取日の気温、湿度は同時に計測する。結果には最低限、採取時の気温、湿度の平均値を記載する。これに影響を与える可能性のある雨戸、カーテン等の使用状況についても記載する。

また、換気量の測定が可能な場合、これを測定する。

その他、天候、建物及び住宅環境、化学物質発生が懸念される情報を記載する。

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。

揮発性有機化合物を測定した場合、後掲の 3 種の方法のいずれで行ったのかを記載する。

1. 1. 4 試料の採取

ホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物の空気試料は概ね 30 分間、所定の場所でそれぞれ 2 回ずつ採取を行う。（注 9）

(1) ホルムアルデヒドの試料の採取

ホルムアルデヒドの試料採取の項に従って、室内 2 カ所、外気 1 カ所について 2 回ずつ採取する。同時にトラベルブランクも同様に持ち運ぶ。（注 10）

(2) 揮発性有機化合物の試料の採取

揮発性有機化合物の試料の採取は、固相吸着／溶媒抽出法、固相吸着／加熱脱着法及び容器採取法における各々の試料採取の項の何れかの方法に従って、室内 2 カ所、外気 1 カ

所についてそれぞれ2回ずつ採取する。

1. 2 居住住宅

居住状態（日常生活状態）における化学物質濃度を把握する為の試料採取方法である。

測定対象の室、試料採取場所は新築と同じとする。試料採取は所定の流量で室内外とも24時間連続採取する。原則として所定の場所でそれぞれ2回ずつ採取を行う。

1. 2. 1 採取場所の選定

試料採取は、室内では居間、寝室、および住宅の外気の各1カ所を試料採取場所として設定する。室内にあつては、部屋の中央付近の少なくとも壁から1m以上離れた高さ1.2～1.5m位置を試料採取位置として設定する。外気の試料採取は外壁及び空調給排気口から2m～5m離れた室内の測定高さと同等の高さの所を試料採取位置として設定する（室外においてこの条件を満たすことが困難である場合は、適宜設定しても良いが、その場合は結果に外気の測定位置を特定できるように明確に記載すること。）。

1. 2. 2 室内空気試料採取の条件

居室の常時換気システムを有する住宅、有しない住宅のいずれにおいても日常生活における状態での空気を採取する。

試料採取開始時刻は任意に設定し、24時間採取する。

1. 2. 3 記録事項

(1) 住宅に係わる項目

空気試料の採取にあたっては以下の住宅に係わる項目を記録する。

(1) 建物種別 戸建：構造（木造、2x4、木質プレハブ、鉄骨プレハブ、RC、その他）

階数（平屋、2階建、3階建、その他）

集合：階建、階部分

(2) 規模 1階(m²)、2階(m²)、3階(m²)、延面積(m²)

(3) 建築年数 竣工年月日、引渡し年月日

(4) 改修の有無 有 無

改修時期（年月日）可能な限り

家具購入時期（年月日）可能な限り

(2) 測定時間の生活状況に係わる項目

測定時間における生活状況について以下の項目を記録する。

1) 1日の窓の総開放時間

2) 1日の換気扇の総使用時間

3) 1日の暖房器具の総使用時間

4) 暖房器具の種別（石油ストーブ、石油ファンヒーター、FF型石油ストーブ、ガスストーブ、ガスファンヒーター、FF型ガスストーブ、電気ストーブ、床暖房、その他）

5) 1日のエアコン、クーラーの総使用時間

- 6) 1日の喫煙本数
- 7) 芳香剤の使用状況
- 8) スプレー等の使用状況
- 9) 殺虫剤・防虫剤の使用状況
- 10) 調理の状況（ガスコンロ、電気コンロの使用時間等）
- 11) 防蟻処理を行ったか否か
- 12) 室内の温度、湿度（日平均値、最高、最低）
- 13) 天候
- 14) その他、室内濃度に影響を与える各種環境因子や生活行為等を可能な限り記載する。

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。

1. 2. 4 試料の採取

ホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物の空気試料は 24 時間、所定の場所においてそれぞれ 2 回ずつ採取を行う。（注 11）

(1) ホルムアルデヒドの試料の採取

ホルムアルデヒドの試料採取の項に従って、室内 2 カ所、外気 1 カ所について 2 回ずつ採取する。同時にトラベルブランクも同様に持ち運ぶ。（注 10）

(2) 揮発性有機化合物の試料の採取

揮発性有機化合物の試料の採取は、固相吸着／溶媒抽出法、固相吸着／加熱脱着法及び容器採取法における各々の試料採取の項の何れかの方法に従って室内 2 カ所、外気 1 カ所についてそれぞれ 2 回ずつ採取する。

- 注 1：換気回数が極端に少ない住宅の場合には、5時間の密閉後でも揮発性有機化合物の室内濃度が最大に至らない場合もある。
- 注 2：室外の値は、室外の汚染の有無を確認するものであって、室内濃度から差し引くものではない。
- 注 3：原則として生活行為はない状態とする。希望する場合は、現在使用している、または過去に使用していた住宅についてもこの条件で採取を行うこともできるが、その場合は採取中生活行為を行うことは出来ない。
- 注 4：家具等が多く存在する場合は、改築前の状況を把握しておくのが望ましい。
- 注 5：居室の常時換気システムには、トイレ換気扇、浴室換気扇、レンジフード等の連続換気を原則としない局所換気システムは含まない。
- 注 6：小窓等のパッシブ型の換気システムは原則的には閉めて試料採取する。パッシブ型の常時換気システムは自然条件の影響を受けることが多いので、本件で使用を認める換気システムは、機械換気システムと同等の性能を有する場合例外的に設定できることとする。
- 注 7：試料採取中の配管の外れ、その他のミスを検討し、同一試料を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。測定値平均とそれぞれの測定値との間に±15%以上の開きがある場合には、原則として欠測扱いとし、再度試料採取を行う。
- 注 8：常時の計画機械換気を指す。24時間の連続運転が確保できるもので、間歇的に運転される局所換気はこれに含まれない。
- 注 9：試料採取中に配管の外れ、その他のミスを検討し、同一試料を2回ずつ採取する。原則として平行して採取することが望ましいが、30分ずつ2回連続して採取した場合も同じ操作と解釈してもよい。測定値平均とそれぞれの測定値との間に±15%以上の開きがある場合には、原則として欠測扱いとし、再度試料採取を行う。
- 注10：室内と外気における化学物質の種類と量は異なるので、ホルムアルデヒドの試料の採取にあたっては、異なる器具を用いてもよい。室外にはオゾンが多く存在するので捕集管の前にオゾンスクラバーを装着してもよい。室内でもオゾンの発生が疑われる場合は装着してもよい。いずれの場合も使用の際には湿度を考慮する必要がある。
- 注11：試料採取中の配管の外れ、その他のミスを検討し、同一試料を2回ずつ採取し、同時に2重測定(n=2)の意味を持たせる。測定値平均とそれぞれの測定値との間に±15%以上の開きがある場合には、原則として欠測扱いとし、再度試料採取を行う。

2. ホルムアルデヒドの測定方法

2.1 測定の概要

空气中ホルムアルデヒドを DNPH 捕集剤に吸着すると共に誘導体化させる。これをアセトニトリルで溶出させ、高速液体クロマトグラフで測定する。空気の採取と同時に気温・湿度を測定し、冬季など気温が低い場合等、必要が認められる場合には温度・湿度による濃度の補正を行うこととする。

2.2 試薬

- (1) アセトニトリル：高速液体クロマトグラフ用のアセトニトリルを用いる。
- (2) 水：蒸留水を超純水製造装置を用いて精製したもの。
- (3) ホルムアルデヒド標準原液：市販のホルムアルデヒド 2,4-ジニトロフェニルヒドラゾン 70.0 mg を秤り、アセトニトリルに溶かし、100ml 全量フラスコに移し、アセトニトリルで標線に合わせ、これを標準原液とする。1ml=100 μ g HCHO
- (4) ホルムアルデヒド標準溶液：ホルムアルデヒド標準原液 10ml を 100ml 全量フラスコにとり、アセトニトリルで標線に合わせる。これを標準溶液とする。1ml=10 μ g HCHO

2.3 器具及び装置

- (1) 捕集管：市販の DNPH 捕集管を用いる。
- (2) オゾンスクラバー：市販のオゾンスクラバーを用いる。
- (3) 流量計：100 ～ 1000ml/min の流量が測定できるもの。
- (4) ポンプ：100 ～ 1000ml/min の流量が 24 時間確保できるもの。
- (5) ガスメータ：空気量が積算計測できるもの。
- (6) 液体シリンジ：容量 100 μ l のもの。
- (7) マイクロシリンジ：容量 50 ～ 100 μ l のもの。
- (8) 保存用バイアル：容量 2ml の共栓付きのもの。
- (9) 温湿度連続測定器：24 時間連続してモニターできるもの。
- (10) 高速液体クロマトグラフ
 - 1) 送液ポンプ：定流量で、必要な圧力が確保され、且つ脈流の少ないもの。また、流量が調節できるもの。
 - 2) 試料導入装置：試験液の 10 ～ 30 μ l をカラムに入れられる構造であること。
 - 3) カラム：内径 3 ～ 5mm、長さ 15 ～ 25cm のステンレス管にオクタデシルシリル基 (ODS) を化学結合させたシリカゲル（粒径 5 ～ 10 μ m）を充てんしたもの、またはこれと同等の性能を有するもの。
 - 4) 移動相：アセトニトリル：水 (6:4)
 - 5) 検出器：UV 360nm

測定の一例として以下の分析条件がある。

流量：1.0ml/min

試料導入量：20 μ l

カラム温度：40℃

2.4 試料採取方法

(1) 新築住宅の場合

捕集管(市販の DNPH 捕集管)のキャップをはずし図 1 の如く接続する。試料空気は採取は 1L/min の流速(流速は破過が懸念される場合は十分な量が捕集できる範囲でこれより遅くしてもよい)で 30 分間行う(2 回ずつ採取)。試料採取後は捕集管を密栓し、活性炭入りの容器に保存する。採取した捕集管はなるべく速やかに抽出操作を行う。(注 1)

なお、室内外にオゾンの発生やその存在が懸念される場合は捕集管の前にオゾンスクラバーを取り付けて採取してもよい。なお、同時に外気も採取する。図 1 及び図 2 に室内及び外気の試料採取装置の一例を示す。(注 2)(注 3)

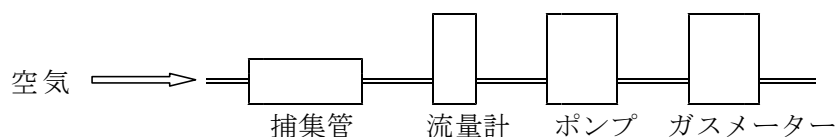


図 1 室内ホルムアルデヒドの試料採取装置の一例

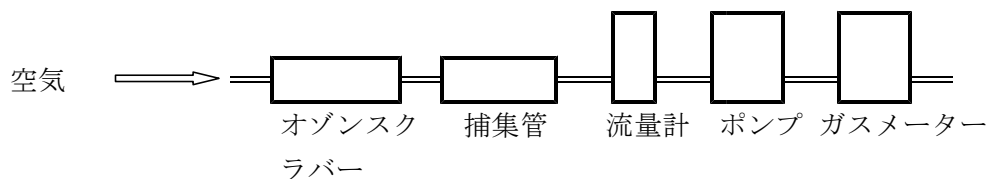


図 2 外気ホルムアルデヒドの試料採取装置の一例

(2) 居住住宅（日常生活）

捕集管のキャップをはずし図 3 の如く接続する。試料空気の採取は 100ml/min の流速(破過が懸念される場合は十分な量が捕集できる範囲でこれより遅くしてもよい)で 24 時間行う。外気も同条件で行う。以下の操作は(1)と同じ。(注 4)(注 5)

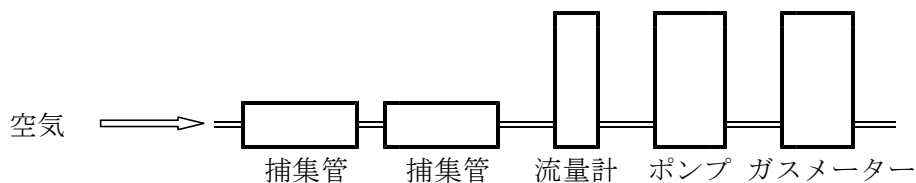


図 3 室内ホルムアルデヒド（日常生活）の試料採取装置の一例

2.5 試験溶液の調製

(1) 新築住宅

試料採取の終わった捕集管に注射筒(10ml)を装着し、この注射筒にアセトニトリル 5ml を入れ、毎分 1ml 程度の流速でアセトニトリルを滴下しヒドラゾンを溶出する。溶出液

を 5ml の全量フラスコ又は目盛り付き試験管に受ける。アセトニトリルで標線に合わせる。これを分析用試料溶液とする。

(2) 居住住宅（日常生活）

試料採取の終わった捕集管（第 1 管及び第 2 管）にそれぞれ注射筒を装着し、この注射筒にアセトニトリル 5ml を入れ、毎分 1ml 程度の流速でアセトニトリルを滴下しヒドラゾンを経過させる。溶出液は 5ml の全量フラスコ又は目盛り付き試験管にそれぞれ受ける。次に、第 1 管目の場合は溶出液の中から 1ml を分取し、5ml の全量フラスコ又は目盛り付き試験管に入れアセトニトリルで標線に合わせる。一方、第 2 管目の場合はアセトニトリルで標線に合わせる。これらを分析用試料溶液とする。

(3) 外気

試料採取の終わった捕集管（第 1 管及び第 2 管）に注射筒を装着し、この注射筒にアセトニトリル 5ml を入れ、毎分 1ml 程度の流速でアセトニトリルを滴下しヒドラゾンを経過させる。溶出液は 5ml の全量フラスコ又は目盛り付き試験管に受ける。アセトニトリルで標線に合わせる。これを分析用試料溶液とする。（注 6）

2.6 試験操作

(1) 分析用試料溶液の測定

2.5 で調製した試料溶液をマイクロシリンジにより 20 μ l 分取し、高速液体クロマトグラフ（HPLC）に導入しクロマトグラムを記録する。ホルムアルデヒドの保持時間のピークについて、ピーク面積又はピーク高さを求める。あらかじめ作成しておいた検量線（2.7 参照）からホルムアルデヒドの重量を求める。（注 7）2 管目の捕集管から得た試験液は捕集管の破過の有無を確認するため同様に操作する。

(2) 操作ブランク

未使用の DNPH 捕集管について、2.6(1) の操作を行い、得られた溶液を操作ブランク試験溶液とする。この試験溶液をマイクロシリンジにより 20 μ l 分取し、HPLC に導入し操作ブランク値を求める。

(3) トラベルブランク

トラベルブランク試験としては、試料の採取に際し、密栓した捕集管を、試料採取操作を除いて、試料採取管と同様に持ち運び取り扱う。（注 8）

2.7 検量線の作成

ホルムアルデヒド標準溶液(1ml=10 μ g HCHO)を 0-5ml 段階的に 5ml の全量フラスコ又は目盛り付き試験管に取り、アセトニトリルで 5ml に合わせ、検量線作成用標準系列とする。調製した標準系列溶液をマイクロシリンジにより 20 μ l 分取し、高速液体クロマトグラフ（HPLC）に導入しクロマトグラムを記録する。ホルムアルデヒドのピーク面積又はピーク高さを求め、ホルムアルデヒドの導入量(μ g)とピーク面積又はピーク高さとの関係線を作成し、検量線とする。

2.8 検出下限値及び定量下限値

同一ロットの未使用捕集管について分析操作を行い、ホルムアルデヒドのブランク値

(A)を求める。2.9の式に(As-A)を代入し濃度を算出する。但し、V=30L(新築)または144L(居住)、t=20℃、P=101.3とする。5本以上の捕集管を測定した時の標準偏差(s)から次式により検出下限及び定量下限値を算出する。

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

2.9 濃度の算出

次式により試料空気中のホルムアルデヒド濃度を算出する。

$$C = \frac{(As-A) \times D \times E \times 1000}{v \times V \times (293/273 + t) \times p/101.3}$$

C : 20℃における試料空気中のホルムアルデヒド(HCHO)濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

As : 検量線より求めた試料溶液中のHCHOの質量(μg)

A : 検量線より求めた操作ブランク試験溶液中のHCHOの質量(μg)

D : 希釈係数

E : 試料溶液の液量(μl)

v : HPLCへの導入量(μl)

V : ガスメーターで測定した試料空気の捕集量(L)

t : 試料採取時の平均気温(℃)、湿式型の積算流量計を使用している時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-Pw)を用いる。
ここで、Pwは試料採取時の平均気温tでの飽和水蒸気圧(kPa)

室温が20度に満たない場合には以下の式により濃度の補正を行うことを推奨する。

$$C' = C \times 1.09^{(20-t)} \times 100 / (50+rh)$$

t : 試料採取時の平均気温(℃)、湿式型の積算流量計を使用している時には積算流量計の平均水温(℃)

rh : 試料採取時の平均湿度(%)

2.10 結果の報告

- (1) 測定対象建物の概要
- (2) 測定年月日、気温、湿度(採取時の平均を記載)
- (3) 測定結果(個々の値及び各場所の平均値)
- (4) 定量下限値
- (5) 建物及び生活行為に関する情報

- 注 1：直ちに抽出操作が出来ない時、捕集管は冷暗所(4℃以下) に保存すれば 1 週間程度は保存可能である。抽出液で保存すれば 3 週間は保存可能である。
- 注 2：オゾンスクラバーを使用する時は湿度を考慮する。また、スクラバー部分を室温よりやや高めに保温し水分の凝縮を防ぐ
- 注 3：試料採取時の気温が10℃以下の場合は捕集管の部分を10℃以上に保温する。
- 注 4：試料採取開始時刻は任意設定する。
- 注 5：24時間試料採取の場合、拡散型（パッシブサンプラー）のサンプラーを使用してもよい。但し、使用するサンプラーは第三者機関等で測定精度が保証されたもの。或いは標準測定法との換算が可能なもの。
- 注 6：外気の場合は第 1 管及び第 2 管とも5mlにメスアップしたものを分析用試料溶液とする。第 2 管は破過の確認のためのもの。
- 注 7：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 8：本試験は一連の試料採取において試料数の10%程度の頻度で、少なくとも3試料以上測定する。
- 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）とみなせる時には、移送中の汚染は無視出来るので、試料測定値から操作ブランク値を差し引いて濃度を算出する。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（注8）以下の時、及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時には、試料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時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、再度試料採取を行う。
- 注 9：目標定量下限値は指針値の1/10とする。

3. トルエン、o-、p-、m-キシレン及びp-ジクロロベンゼン等揮発性有機化合物の測定方法

ここに掲げる測定方法は、室内空気中のトルエン、o-、p-、m-キシレン、エチルベンゼン、スチレン及びパラジクロロベンゼンを対象とする。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。試料の採取方法は、固相吸着－溶媒抽出法、固相吸着－加熱脱着法及び容器採取法の3種の方法がある。いずれの採取法も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。

3. 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

3. 1. 1. 測定方法の概要

吸着剤を充てんした捕集管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）

3. 1. 2. 試薬

(1) 二硫化炭素：1 µl 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：トルエン、o-、p-、m-キシレン、エチルベンゼン、スチレン及びパラジクロロベンゼンは純度98%以上のJIS規格試薬特級、またはこれと同等以上のもの。

(3) 標準原液（1000 µg/ml）：各メスフラスコ100mlに標準物質100mgを精秤し、メタノールを加えて100mlとする。この溶液1mlは各々の標準物質1000µgを含む。（注2）（注3）

(5) 標準溶液（100 µg/ml）：標準原液の一定量を二硫化炭素を用いて10倍に希釈する。この溶液1mlは各々の標準物質100µgを含む。（注2）（注3）

(6) 混合標準溶液（100 µg/ml）：各標準原液のそれぞれの一定量（1ml）をメスフラスコ（10ml）に入れ、二硫化炭素を用いて10倍に希釈する。この溶液1mlは各々の標準物質100µgを含む。（注2）

(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）

(8) 標準原ガス（1 µg/ml）：（注5）

1) 標準原ガス：ボンベ入りの標準ガスを使用してもよい。流量比混合法もしくは容量比混合法のいずれの加湿混合標準ガス作成法でもよい。（注6）（注7）（注8）

2) 真空瓶による方法：ここで調製した標準原ガスは混合法による混合標準ガスの作製に用いることができる。真空瓶（1 ㍓）を高純度窒素ガスで置換して大気圧に戻し、これ

に、単独または混合で標準物質の 100mg を精秤して液体シリンジを用いて注入口から注入し、真空瓶を 60 °C 以上に加熱して標準物質を気化、混合し、100µg/ml 標準原ガスとする。100µg/ml 標準原ガス 10ml を高純度窒素で置換して大気圧に戻した別の真空瓶の注入口から注入して 100 倍に希釈し、1µg/ml 標準原ガスを調整する。(注 2)(注 7)(注 8)

(9) 混合標準ガス (0.1 µg/ml) : 以下に示すいずれかの方法によって調整する。(注 2)

①真空瓶による混合法

1) 標準原ガスを用いた真空瓶による方法 : 高純度窒素で置換して大気圧に戻した別の真空瓶の注入口から各標準原ガスの一定量(100ml)を注入して 10 倍に希釈し、混合標準ガスを調整する。(このガス 1ml は各標準物質 0.1µg を含む。)

2) 標準原液を用いた真空瓶による方法 : 高純度窒素で置換して大気圧に戻した真空瓶の注入口から各標準原液(10mg/ml)の一定量(10µl)を注入して混合し、混合標準ガスを調整する。(このガス 1ml は各標準物質 0.1µg を含む。)

②標準原ガスを用いた混合法

1) 流量比混合法による方法 : 図 1 に示すように高純度窒素ガスと標準原ガスにマスコントローラをそれぞれに接続し、さらにこれらを混合させて、その先に真空にした採取容器または真空瓶等で混合ガスを採取できるよう接続する。標準原ガス 1 に対して加湿高純度窒素ガスを一定の割合になるように両方のマスコントローラで流量を調節して、真空にした採取容器または真空瓶に採取して調製する。

2) 容量比混合法による方法 : a) または b) の方法による。

a) T 字管法 : 図 2 に示すように高純度窒素ガスにバルブ、ガスタイトシリンジが注入できるガス希釈用 T 字管を接続させ、その先に真空にした採取容器または真空瓶等に混合ガスが採取できるように接続する。流路内の空気を高純度窒素ガスで置換した後、窒素ガスを止め、バルブを閉じる。ついで、採取容器の栓を開け、ガス希釈用 T 字管からガスタイトシリンジを用いて複数の測定対象物質の標準原ガスを所定量ずつ真空にした採取容器に注入する。さらに、高純度窒素ガスを大気圧まで加圧して混合標準ガスを調製する。

b) 直接法 : 標準原ガスの一定量をガスタイトシリンジを用いて真空瓶に直接注入し、さらに高純度窒素ガスで 10 ~ 200 倍程度まで希釈する。

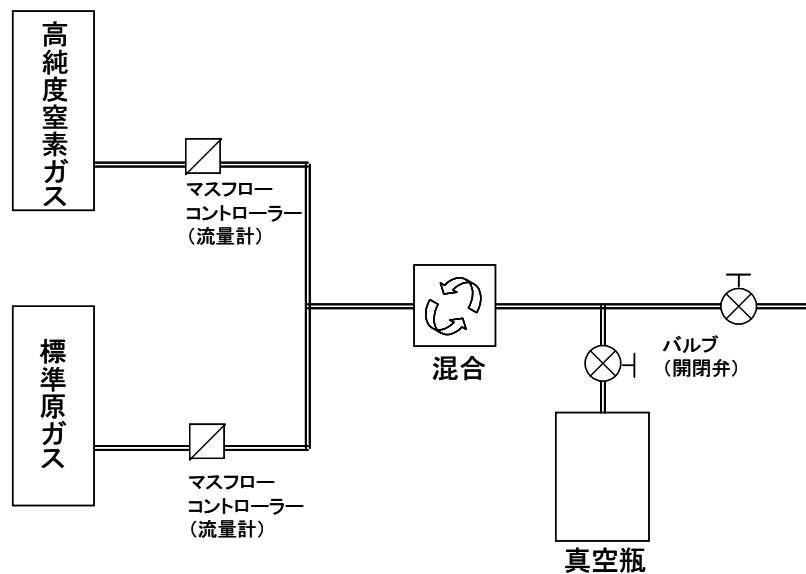


図1 流量比混合法による混合標準ガス調製の例

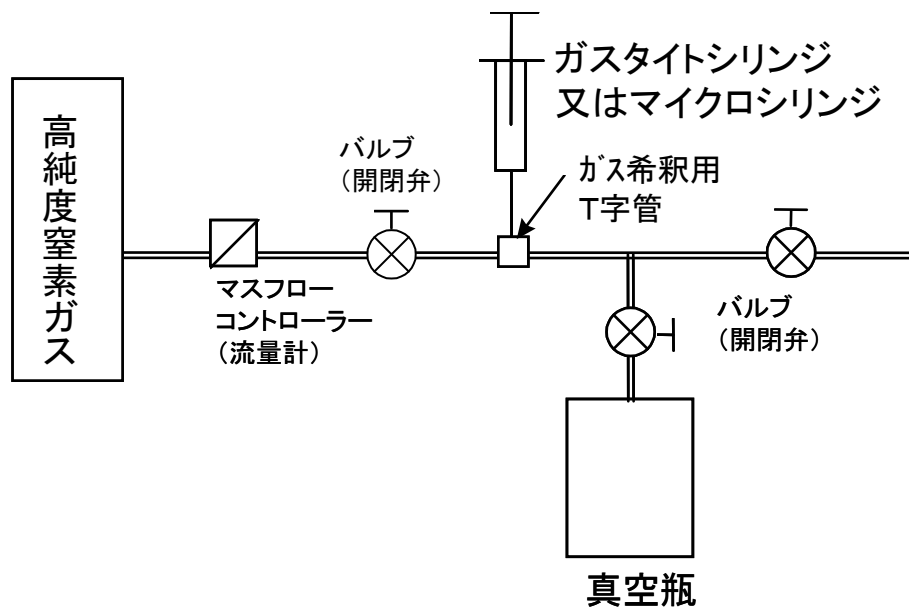


図2 容量比混合法による混合標準ガス調製の例

- (10) 内標準原液 ($1000 \mu\text{g/ml}$) : 内標準物質 (トルエン-d8) の 100mg を精秤し、メタノール 100ml に溶解する。(注 2)
- (11) 内標準溶液 ($100 \mu\text{g/ml}$) : 内標準原液を二硫化炭素で 10 倍に希釈する。この溶液 1ml は内標準物質 $100 \mu\text{g}$ を含む。(注 2)
- (12) 内標準ガス : 高純度窒素ガスで置換して大気圧に戻した別の真空瓶の注入口から内標準原液 (10mg/ml) の一定量 ($10 \mu\text{l}$) を注入して混合し、内標準ガスを調整する。(このガス 1ml は各標準物質 $0.1 \mu\text{g}$ を含む。)(注 2)

3. 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）
- (2) 真空瓶：図3に示すような、1L のガラス製の真空瓶で内容積が正確に計算されたもの。瓶の中には混合用テフロン粒を数個入れておく。高純度窒素ガスで置換して 60 ℃ に加熱して1時間放置した後、真空にする。この操作を数回繰り返した後、高純度窒素ガスで置換して保存する。使用にあたっては、新しい高純度窒素ガスで置換した後、真空にして使用する。

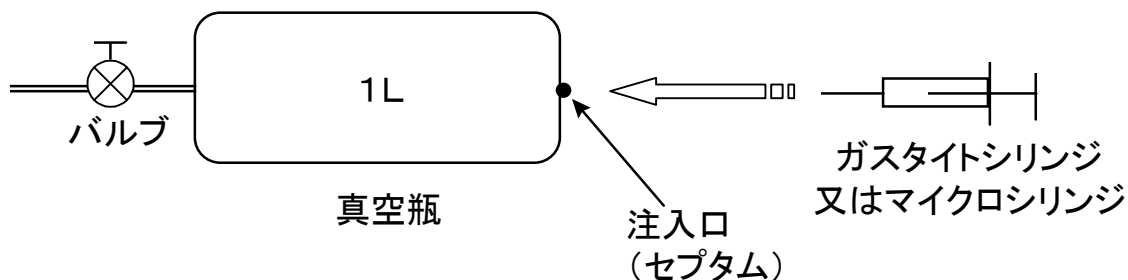


図3 真空瓶

- (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。
- (5) 検量線作成用T字管：図4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。

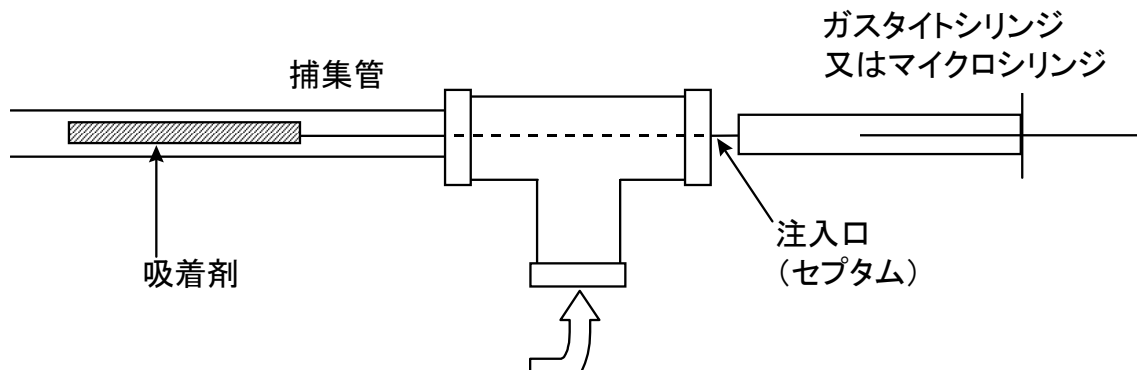


図4 検量線作成用T字管

- (6) 試料採取装置：試料採取装置は、除湿管、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5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。

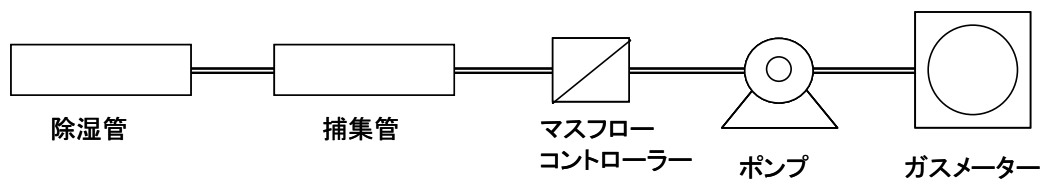


図5 試料採取装置

1) 捕集管

内径 3 ～ 4mm 程度のガラス管にカーボン系吸着剤約 300mg 程度を充てんしたもの。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。

2) 除湿管：捕集管と雨よけを接続できるようなガラス管に過塩素酸マグネシウムを約 15g 充てんし、両端を石英ウールで押さえたもの。両端を密栓し、使用時まで活性炭入りの密閉容器に保存する。

3) マスフローコントローラー：流量を 100 ～ 1000ml/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 100 ～ 1000ml/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) 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。

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 0.2 ～ 0.32mm、長さ 25 ～ 60m の溶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 ℃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)：EI 法が可能で、SIMもしくは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
トルエン	91, 92
o-, p-, m-キシレン	91, 106
エチルベンゼン	91, 106
スチレン	77, 104
パラジクロロベンゼン	111, 146, 148
トルエン-d8	99, 100

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。なお、m-,p-キシレンは分離しなくても良い。

カラム温度 : 40 °C (1 分間保持) $\xrightarrow{(10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min})}$ 200 °C
注入口温度 : 200 °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 : 220 °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。

3. 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管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30分間採取) : 試料採取装置を用いて 1L/min 程度の流量で概ね 30 分間採取する。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 9) (注 10) (注 11)

(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管に 100ml/min 程度の流量で 24 時間採取する。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) (注 11)

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 12)

3) 2 重測定用捕集管 : 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 : 捕集管から吸着剤を抽出瓶に取り出し、二硫化炭素 1ml を加えて栓をし、泡が出なくなるまで時々振り混ぜた後、内標準溶液 (100µg/ml) を 1µl 加えたものを試験液とする。

2) 操作ブランク試験液の調製：試料空気用の捕集管と同一捕集管について 1) と同様の操作を一連の操作の中で一回以上行い、操作ブランク試験液を調製する。(注 13)

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管について 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 14)

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。

3. 1. 5. 試験操作

(1) 測定

1) 試料空気の試験

(a) 測定：3. 1. 4 の(2)の 1) で調製した試験液の 1 μ l 程度を GC/MS に注入する。

(b) 対象化学物質の確認：3. 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 15)

(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 16)

2) 操作ブランク試験：3. 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 17)

3) トラベルブランク試験：3. 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 18)

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 19)

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 20)

(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。(注 21)

(b) 捕集管混合標準列の調製

a) 混合標準ガスを用いる場合：混合標準ガスを用いる場合は図 4 の例に示すように、検量線作成用 T 字管及び高純度窒素ガスを連結した捕集管に、毎分 10 ～ 30 ml 程度の高純度窒素等を流して、混合標準ガス (0.1 μ g/ml) の 0 ～ 10ml をガスタイトシリンジを用いて捕集管に吸着させた後、3. 1. 4 の(2)の操作を行い、溶液濃度として 0 ～ 1 μ g/ml の範囲で5段階程度の混合標準濃度系列を調製する。(注 2)

b) 混合標準溶液の場合：3. 1. 2 の(5)の標準溶液、または(6)の混合標準溶液を用いる場合は、図 4 の例に示すように、検量線作成用 T 字管及び高純度窒素ガスを連結した捕集管に標準溶液の X ～ Y μ l を段階的に採り、注入口からマイクロシリンジを用

いて添加した後、ゼロガスの 20 ～ 50ml の流速で 3 分間通気して標準物質捕集管数本を調整し、3. 1. 4 の(2)の操作を行い 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、3. 1. 3 (7) 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。

(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 22)

(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。

3. 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、3. 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、3. 1. 7 の濃度の算出式より空気濃度を算出する。(但し、V=30L(新築)または 144L(居住)、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 23)

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。

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

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

目標定量下限値は指針値の 1/10 とする。

3. 1. 7. 濃度の算出

3. 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をそれぞれ記載する。

注 1：本方法は、捕集管に濃縮した測定対象物質を抽出溶媒で希釈するため、試料の捕集量を大きくする必要があり、捕集能力を考慮して保持容量の大きい吸着剤を用いる方がよい。抽出した試験液は繰り返し測定が可能である。捕集管のブランク値は比較的少ないが、抽出溶媒のブランク値が定量下限値に影響することもある。捕集管の捕集効率や溶媒による回収率をあらかじめ検討しておく必要がある。居住住宅においては、ここで述べられた方法と同様の信頼性が確保できる場合には拡散吸着法によって試料空気を採取してもよい。ただし、新築においては、この方法による試料採取では測定が困難である。

質量分析計がない場合には、精度が保証されているならば検出器として水素炎イオン化検出器(FID)、電子捕獲型検出器(ECD)等を用いることも可能である。

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：FID等を用いて測定する場合は、保持時間等を個々の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：標準原ガスの調製濃度（1μg/ml）は大体の目安であり、物質の感度や大気濃度を考慮して物質毎に変えても良い。

注 6：市販のボンベ入り標準ガスは、精度保証されたものが望ましい。パラジクロロベンゼンの標準ガスは市販品がない場合がある。

注 7：ここで作製する標準原ガスは標準物質単独ばかりでなく、複数（トルエン、o-, p-, m-キシレン、エチルベンゼン、スチレン、パラジクロロベンゼン）のそれぞれの100mgを一つの真空瓶に入れて混合標準原ガスとしてもよい。

注 8：重量濃度で表示された市販の標準原ガスの場合における容積の換算は、測定対象物質100mgに相当する採取容積 $v \text{ (ml)} = 100 \times 22.4(273 + t) / 273M$ （Mは分子量、tは気温）をガスタイトシリンジを用いて分取する。重量濃度で表示された市販の標準原液の場合における液体容量の換算は、測定対象物質100mgに相当する採取容積 $v \text{ (μl)} = 100 / \rho$ （ ρ は比重又は密度）をマイクロシリンジを用いて分取する。また、市販の標準ガス濃度はppm（μl/l）表示であるので、重量／体積濃度（μg/l）への換算は、 $273M / \{22.4(273 + t)\}$ （Mは分子量、tは気温）を乗じる。

注 9：測定に十分な量が得られないと考えられる場合は、採取時間をある程度長くしても良い。

注10：吸引側及び空気取り入れ側を明確にしておく。

注11：湿度が高い場合は除湿管を使用してもよい。

注12：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13：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14：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15：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16：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17：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18：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19：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±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±5%以上、内標準物質との相対保持比が±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20：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±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21：捕集管からの抽出効率が80～120%であることが確認されている物質では、捕集管に標準ガスを添加する操作を省いて、直接、抽出瓶に二硫化炭素1mlを加えて栓をし、混合標準溶液（ $100\mu\text{g}/\text{ml}$ ）を $0.5\sim 10\mu\text{l}$ 、内標準溶液 $1\mu\text{l}$ を添加して5段階程度の混合標準濃度系列を調製してもよいが、これが未確認の物質・捕集管の組み合

わせにおいては捕集管混合標準列を調整し、混合標準濃度系列を調整する必要がある。

注22：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23：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。

3. 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

3. 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)(注 2)(注 3)

3. 2. 2. 試薬

(1) メタノール：1 μ l を GC/MS に注入したとき、測定対象物質およ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) 過塩素酸マグネシウム：元素分析用（粒径 300 ～ 700 μ m）

(3) 標準物質：トルエン、o-、p-、m-キシレン、エチルベンゼン、スチレン及びパラジクロロベンゼンは純度 98 % 以上の JIS 規格試薬特級、またはこれと同等以上のもの。

(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、メタノールを加えて 100ml とする。この溶液 1ml は各々の標準物質 1000 μ g を含む。市販の標準溶液を用いてもよい。(注 4)(注 5)(注 6)

(5) 標準溶液（100 μ g/ml）：標準原液の一定量をメタノールを用いて 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 4)(注 6)

(6) 混合標準溶液（100 μ g/ml）：各標準原液のそれぞれの一定量（1ml）をメスフラスコ（10ml）に入れ、メタノールを用いて 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 4)

(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 7)

(8) 標準原ガス（1 μ g/ml）：(注 8)

1) 標準原ガス：ボンベ入りの標準ガスを使用してもよい。流量比混合法もしくは容量比混合法のいずれの混合標準ガス作成法でもよい。(注 9)

2) 真空瓶による方法：ここで調製した標準原ガスは混合標準ガスの作製に用いることができる。真空瓶を高純度窒素で置換して大気圧に戻す。これに、単独または混合で各標準物質の 100mg を精秤してマイクロシリンジを用いて注入口から注入し、真空瓶（1 $\frac{1}{2}$ l）を 60℃ 以上に加熱して標準物質を気化、混合し、これを 100 μ g/ml 標準原ガスとする。この 100 μ g/ml 標準原ガス 10ml を高純度窒素で置換して大気圧に戻した別の真空瓶の注入口から注入して 100 倍に希釈し、これを 1 μ g/ml 標準原ガスとする。(注 4)(注 10)

(9) 混合標準ガス（5ng/ml）：以下に示すいずれかの方法によって調整する。(注 4)

①真空瓶による混合法

1) 標準原ガスを用いた真空瓶による方法：高純度窒素で置換して大気圧に戻した別の真空瓶の注入口から 1 μ g/ml の各標準原ガスの一定量(5ml)を注入して 200 倍に希釈し、混合標準ガスを調整する。（このガス 1ml は各標準物質 5ng を含む。）

2) 標準原液を用いた真空瓶による方法：高純度窒素ガスで置換して大気圧に戻した別の

真空瓶の注入口から各標準原液(10mg/ml)の一定量(10 μ l)を注入して混合し、各標準物質 0.1 μ g/ml の混合標準ガスを調整する。この混合標準ガス(0.1 μ g/ml)の一定量(50ml)を高純度窒素ガスで置換して大気圧に戻した別の真空瓶の注入口から注入して混合し、各標準物質 5ng/ml の混合標準ガスを調整する。

②標準原ガスを用いた混合法

1) 流量比混合法による方法：図1に示すように高純度窒素ガスと標準原ガスにマスフローコントローラをそれぞれ接続し、さらにこれらを混合させて、その先に真空にした採取容器または真空瓶等で混合ガスを採取できるよう接続する。標準原ガス1に対して高純度窒素ガスが一定の割合になるように両方のマスコントローラで流量を調節して、真空にした採取容器または真空瓶に採取して調製する。

2) 容量比混合法による方法：a) 又は b) の方法による。

a) T字管法：図2に示すように高純度窒素ガス流路にバルブ、ガスタイトシリンジが注入できるガス希釈用 T 字管を接続させ、その先に真空にした採取容器または真空瓶等に混合ガスが採取できるように接続する。流路内の空気を高純度窒素ガスで置換した後、窒素ガスを止め、バルブを閉じる。ついで、採取容器の栓を開け、ガス希釈用 T 字管からガスタイトシリンジを用いて測定対象である複数の標準原ガスを所定量ずつ真空にした採取容器に注入する。さらに、高純度窒素ガスで大気圧まで加圧して加湿混合標準ガスを調製する。

b) 直接法：標準原ガスの一定量をガスタイトシリンジを用いて真空瓶に直接注入し、さらに高純度窒素ガスで 10 ～ 200 倍程度まで希釈する。

混合標準ガスの濃度は標準原ガスの濃度と希釈倍率により変えてもよい。

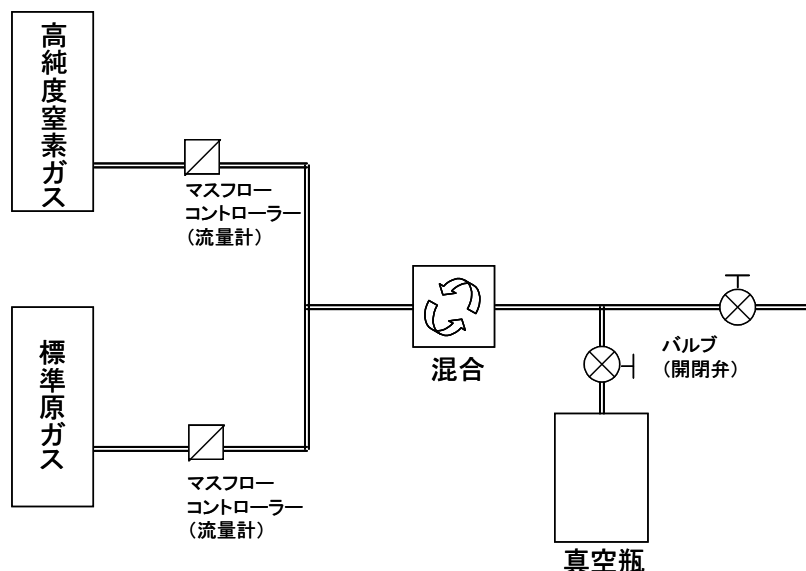


図1 流量比混合法による混合標準ガス調製の例

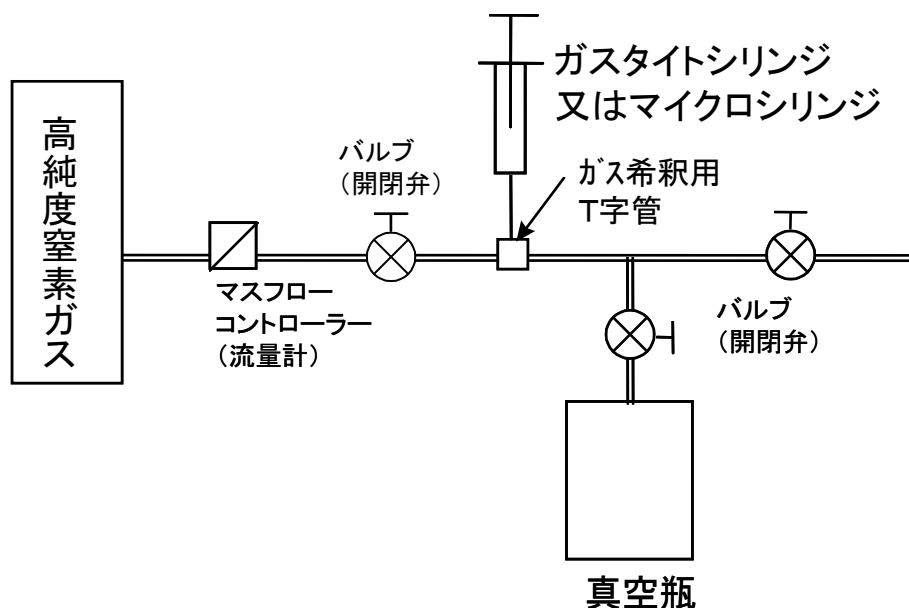


図2 容量比混合法による混合標準ガス調製の例

(10) 内標準原液 (1000 μ g/ml) : 内標準物質 (トルエン-d8) の 100mg を精秤し、メタノール 100ml に溶解する。この溶液 1ml は内標準物質 1000 μ g を含む。(注 4)

(11) 内標準溶液 (100 μ g/ml) : 内標準原液をメタノールで 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 4)

(12) 内標準ガス : 高純度窒素で置換して大気圧に戻した別の真空瓶の注入口から内標準原液(1mg/ml)の一定量 (100 μ l) を注入して混合し、内標準ガスを調整する。(このガス 1ml は各標準物質 0.1 μ g を含む。)(注 4)(注 9)(注 11)

3. 2. 3 器具および装置

(1) 真空瓶 : 図 3 に示すような、1L のガラス製の真空瓶でバルブと注入口セプタムが一体となった、内容積が正確に計算されたもの。瓶の中に混合用テフロン粒を数個入れておく。高純度窒素ガスで置換して 60 $^{\circ}$ C に加熱し、1 時間放置した後、真空にする。この操作を数回繰り返した後、高純度窒素ガスで置換して保存する。使用にあたっては、新しい高純度窒素ガスで置換した後、真空にして使用する。

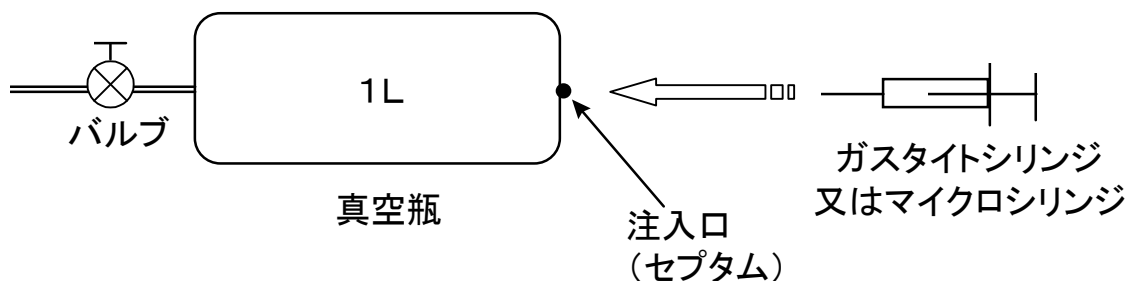


図3 真空瓶

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

(3) **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。

(4) **検量線作成用T字管**：図 4 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。

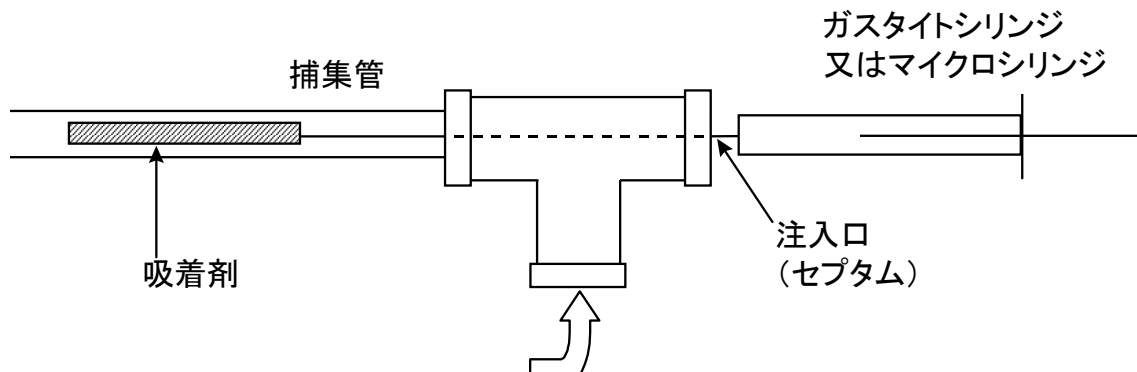


図 4 検量線作成用T字管

(5) **試料採取装置**：試料採取装置は、除湿管、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 5 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 12）

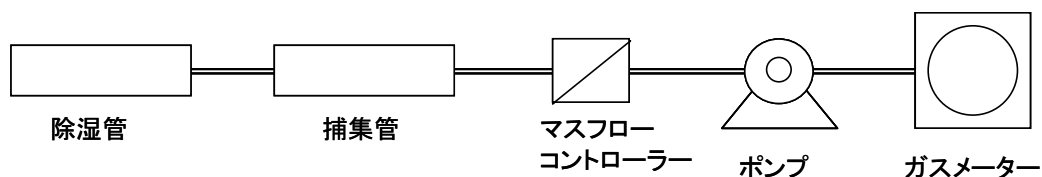


図 5 試料採取装置

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粒径 60 ～ 80 メッシュの吸着剤を充てんし、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 13）

b) **調整**：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。両端を溶封したものは、長期間の保存が可能である。（注14）

2) **除湿管**：捕集管と雨よけを接続できるようにしたガラス管に過塩素酸マグネシウムを約 15 g 充てんし、両端を石英ウールで押さえたもの。両端を密栓し、使用時まで活性炭入りの密閉容器に保存する。

3) **マスフローコントローラ**：流量を 10 ～ 500ml/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 10 ～ 500ml/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。

(6) 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 6 のようである。(注 15)

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 16)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、常温あたりから -20 ～ -100℃程度に冷却できるもの。(注 17)

(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。

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 で加熱でき、スプリットが可能な流速が確保されること。

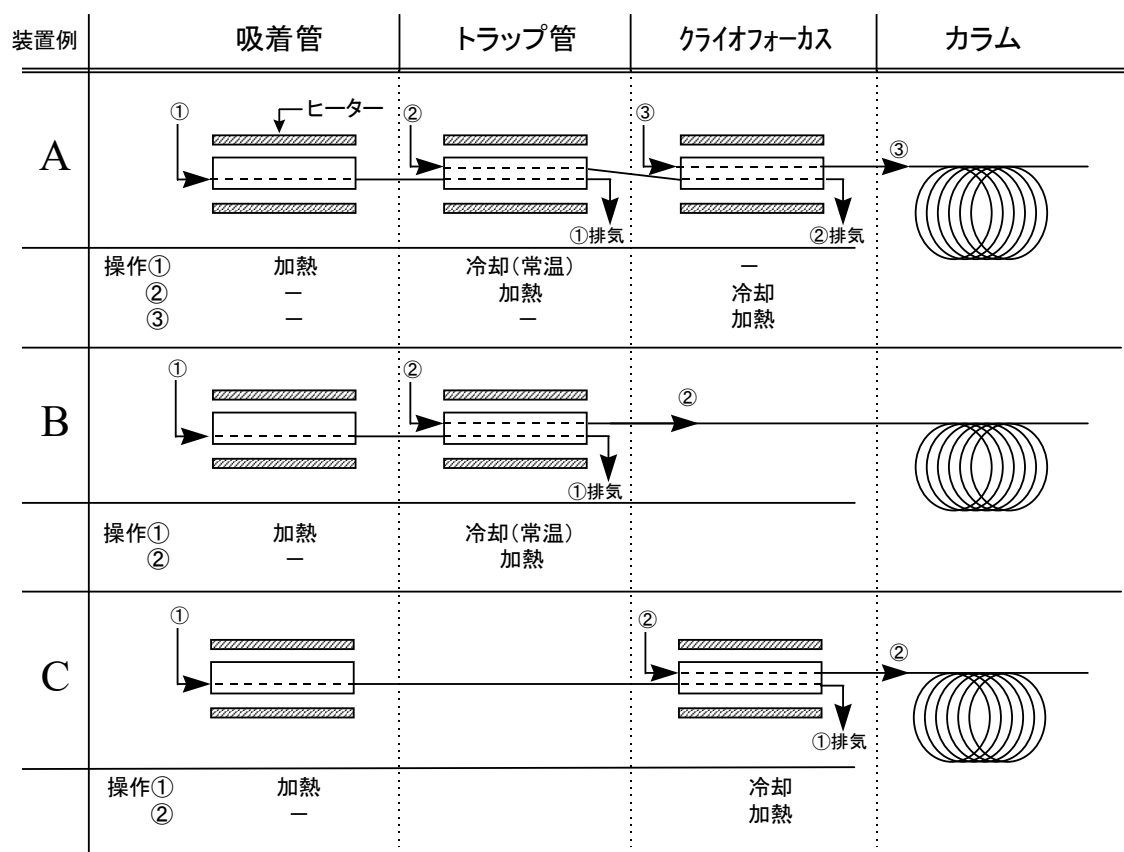


図6 試料導入装置の例

(8) ガスクロマトグラフィー質量分析計 (GC/MS)

1) GC/MS装置

- 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。
- 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。
- 分離管：内径 0.2 ～ 0.32mm、長さ 25 ～ 60m の溶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。
- 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。
- 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。
- 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。
- キャリアーガス：ヘリウム (純度 99.999vol %以上)。1 ml/min 程度
- 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
トルエン	91, 92
o-, p-, m-キシレン	91, 106
エチルベンゼン	91, 106
スチレン	77, 104
パラジクロロベンゼン	146, 148, 111
トルエン d-8	99, 100

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。(注 18)

カラム温度 : 40 °C (1 分間保持) $\xrightarrow{(10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min})}$ 200 °C
 注入口温度 : 200 °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 : 220 °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。

3. 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、採取量が 1 ~ 5L になるように流量を設定して採取する。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 19)(注 20)

(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、採取量が 5 ~ 20L になるように流量を設定して採取する。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 19)(注 20)

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。密栓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21)

(2) 試験捕集管の調製

1) **試料空気捕集管の調製**：図4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、内標準ガス(0.1 μ g/ml)の0～10ml(要記録)をガスタイトシリンジを用いて流路中に注入して捕集管に吸着させるか、または内標準溶液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22)

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23)

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。

3. 2. 5. 試験操作

(1) 測定

1) 試料空気の試験

(a) **測定**：3. 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**：3. 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24)

(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25)

2) **操作ブランク試験**：3. 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26)。

3) **トラベルブランク試験**：3. 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 ($A_t : \text{ng}$) とする。(注 27)

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 28)

5) 2重測定：3. 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 29)

(2) 検量線の作成

1) 混合標準捕集管系列の調製

a) 混合標準ガスを用いる場合：混合標準ガスを用いる場合は図4の例に示すように、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、毎分10～30ml程度の高純度窒素等を流しながら、混合標準ガス ($0.1\mu\text{g/ml}$) の0～10mlをガスタイトシリンジを用いて経路内に注入し捕集管に吸着させる。同様の操作を、混合標準ガス量を変えて $0.1 \sim 1 \mu\text{g/ml}$ の範囲で5段階程度の混合標準捕集管系列を調製する。(注 4)

b) 混合標準溶液の場合：3. 2. 2の(5)または(6)の標準溶液を用いる場合は、図4の例に示すように、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1～10 μl 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 4)

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。3. 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間mediate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 30)

(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。

3. 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、3. 2. 5の(1)の1)操作を行って測定値($A : \text{ng}$)を求め、($A_s - A_t$)にAを代入して、3. 2. 7の濃度の算出式より空気濃度を算出する。(但し、 $V = 5\text{L}$ (新築)または 20L (居住)、 $t = 20^\circ\text{C}$ 、 $P = 101.3\text{kPa}$ 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。

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

目標定量下限値は指針値の 1/10 とする。

3. 2. 7. 濃度の算出

3. 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

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をそれぞれ記載する。

- 注 1：居住住宅においては、ここで述べられた方法と同様の信頼性が確保できる場合には拡散吸着法によって試料空気を採取してもよい。ただし、新築においては、この方法による試料採取では測定が困難である。質量分析計がない場合には、精度が保証されているならば検出器として水素炎イオン化検出器(FID)、電子捕獲型検出器(EC D)等を用いることも可能である。
- 注 2：捕集されたVOCsのほとんどが測定可能である。通常、捕集物の全量がカラムに導入されるため、濃度が高い物質では測定に際して内径の小さいカラムでは過負荷になり、検量線の範囲をはずれる恐れもあるので注意する。
- 注 3：本法はISO16017に対応する。
- 注 4：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 5：市販の標準原液は、精度保証されているものが望ましい。
- 注 6：FID等を用いて測定する場合は、保持時間等を個々の標準溶液を用いて確認する。
- 注 7：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 8：標準原ガスの調製濃度（1 µg/ml）は大体の目安であり、物質の感度や大気濃度を考慮して物質毎に変えても良い。
- 注 9：市販のボンベ入り標準ガスは、精度保証されたものが望ましい。p-ジクロロベンゼンの標準ガスは市販されていない可能性がある。市販の標準ガス濃度はppm (µl/l)表示であるので、重量／体積濃度 (µg/l) への換算は、 $273M / \{22.4 (273 + t)\}$ （Mは分子量、tは気温）を乗じる。また、測定対象物質が重量濃度のガスの場合の容積の換算は、測定対象物質100mgに相当する採取容積(ml)は、 $=100 \times 22.4 (273 + t) / 273M$ （Mは分子量、tは気温）をガスタイトシリンジを用いて分取する。標準物質が重量濃度の標準液の場合の液体容量は、 $v (\mu l) = 100 / \rho$ （ρは比重又は密度）をマイクロシリンジを用いて分取する。
- 注10：ここで作製する標準原ガスは標準物質単独ばかりでなく、複数（トルエン、o-, p-, m-キシレン、エチルベンゼン、スチレン、パラジクロロベンゼン）のそれぞれの100 mgを一つの真空瓶に入れて混合標準原ガスとしてもよい。
- 注11：市販の内標準ガスを用いてもよい。
- 注12：バラツキが大きいのでマニホールドを使用すると良い。
- 注13：以下のような市販品の組み合わせがある。
 Tenax GR+Carbopack B
 Carbopack B+Carbosive SⅢ or Carboxen 1000
 Carbopack C+Carbopack B or Carboxen 1000
 Tenax TA
- 注14：合成樹脂などを焼成することにより製造された活性炭であるが、新しく調整または購入した捕集管は十分空焼きした後、同一の洗浄ロットから少なくとも10%以上の割合でブランク値の測定を行い、目的定量下限値よりも十分低い値であることを確認する。なお、300℃を超える温度で長時間空焼きすると炭素の酸化が進み、カー

ボンモレキュラシーブの性能が変化することがあるので注意する。

- 注15：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16：ガラス製または溶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17：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18：測定対象物質の分離と定量のカラム温度の設定は、できる限り短時間で終了できるような条件を設定してもよいが、検証試験で確認する。なお、m-, p-キシレンは分離しなくても良い。パラジクロロベンゼンが溶出したら急激に恒温槽を加熱して測定対象外の物質を排除してもよい。
- 注19：吸引側及び空気取り入れ側を明確にしておく。
- 注20：湿度が高い場合は除湿管を使用してもよい。
- 注21：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22：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23：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は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24：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25：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26：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27：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28：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29：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30：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31：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。

3. 3 第3法 容器採取－ガスクロマトグラフ／質量分析法

3. 3. 1. 測定方法の概要

ステンレス製の試料採取容器を用いて空気を一定流量で採取する。

ついで、その一定量の空気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。

3. 3. 2. 試薬

- (1) 水：測定対象物質を含まないもの。(注1)
- (2) メタノール：1 μ l を GC/MS に注入したとき、測定対象物質およ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：トルエン、o-、p-、m-キシレン、エチルベンゼン、スチレン及びパラジクロロベンゼンは純度 98 % 以上の JIS 規格試薬特級、またはこれと同等以上のもの。
- (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、メタノールを加えて 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) 混合標準溶液 (100 μ g/ml)：各標準原液のそれぞれの一定量 (1ml) をメスフラスコ (10ml) に入れ、メタノールを用いて 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)
- (6) 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)
- (7) 加湿高純度窒素ガス：高純度窒素ガスを水に通気して調整する。(25℃での相対湿度は約60～70%)。または、あらかじめ減圧にした採取容器に高純度窒素ガスを流しながら、シリンジで水 (6L容器で約 100 μ l程度：加圧した時の 25℃での相対湿度として約50%) を注入して調整する。(注5)
- (8) 標準原ガス (1 μ g/ml)：(注6)
 - 1) 標準原ガス：ボンベ入りの標準ガスを使用してもよい。流量比混合法もしくは容量比混合法のいずれの加湿混合標準ガス作成法でもよい。(注 7) (注 8) (注 9)
 - 2) 真空瓶による方法：ここで調製した標準原ガスは容量比混合法による加湿混合標準ガスの作製に用いることができる。真空瓶(1 ㍑)を高純度窒素ガスで置換して大気圧に戻し、これに、単独または混合で標準物質の 100mg を精秤して液体シリンジを用いて注入口から注入し、真空瓶を 60℃以上に加熱して標準物質を気化、混合し、100 μ g/ml 標準原ガスとする。100 μ g/ml 標準原ガス 10ml を高純度窒素で置換して大気圧に戻した別の真空瓶の注入口から注入して 100 倍に希釈し、1 μ g/ml 標準原ガスを調整する。(注 2) (注 8) (注 9)
- (9) 加湿混合標準ガス (0～0.1ng/ml)：3. 3. 3 (7) の1) の(a) のb)に従って充分洗浄し汚染のないことが確認された採取容器を用い、標準原ガス (1 μ g/ml) を各測定対象物質の定量範囲に応じて圧希釈、容量比混合、流量比混合等により加湿高純度窒素ガスで希釈して 0～0.1ng/ml の5段階程度の加湿混合標準ガスを調製する。加湿混合標準ガスは加圧 (200kPa程度) で調製する。(注 2) (注8)

以下に示すいずれかの方法によって調整する。

1) **流量比混合法による方法**：図1に示すような高純度窒素ガスにマスフローコントローラ、加湿器を接続、また、標準原ガスボンベにマスフローコントローラを接続し、さらにこれらを混合させて、その先に真空にした採取容器または真空瓶等で混合ガスを採取できるように接続する。標準原ガス1に対して加湿高純度窒素ガスを一定の割合になるように両方のマスコントローラで流量を調節して、真空にした採取容器または真空瓶に採取して調製する。

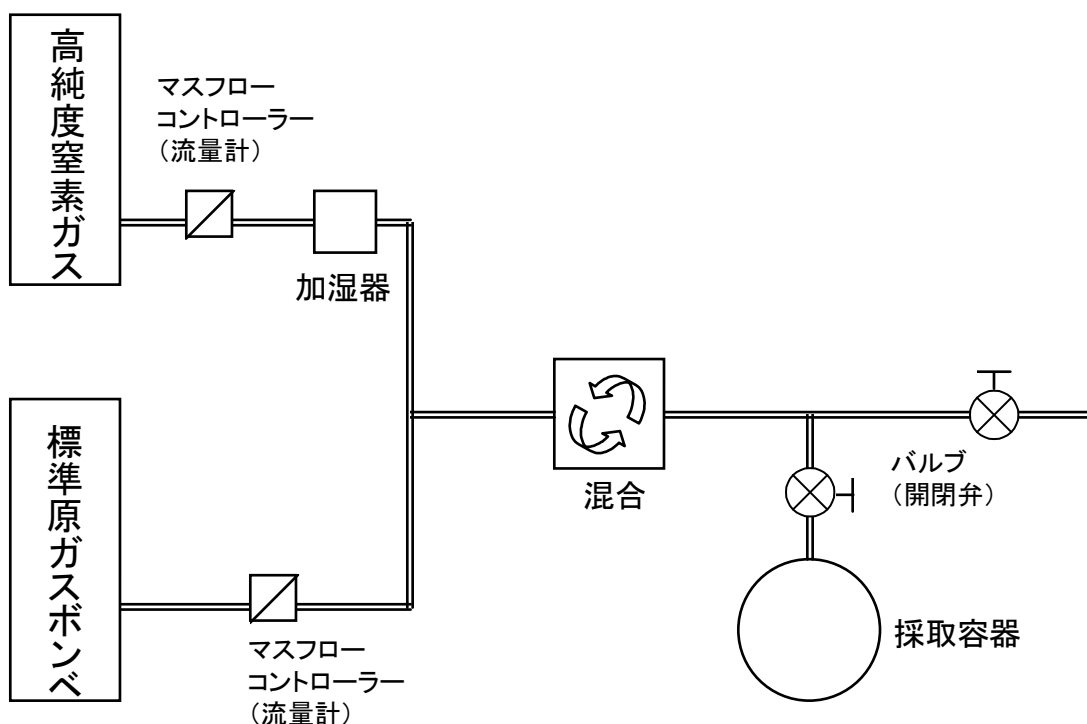


図1 流量比混合法による加湿高純度窒素ガスの調製

2) **容量比混合法による方法**：a) 又は b) による。

a) **T字管法**：図2に示すように高純度窒素ガスに加湿器を通した高純度窒素ガス流路にバルブ、ガスタイトシリンジが注入できるガス希釈用 T 字管を接続させ、その先に真空にした採取容器または真空瓶等に混合ガスが採取できるように接続する。流路内の空気を高純度窒素ガスで置換した後、窒素ガスを止め、バルブを閉じる。ついで、採取容器の栓を開け、ガス希釈用 T 字管からガスタイトシリンジを用いて複数の測定対象物質の標準原ガスを所定量ずつ真空にした採取容器に注入する。さらに、高純度窒素ガスを大気圧まで加圧して混合標準ガスを調製する。（注 10）

b) **直接法**：標準原ガスの一定量をガスタイトシリンジを用いて真空瓶に直接注入し、さらに高純度窒素ガスで 10 ～ 200 倍程度まで希釈する。

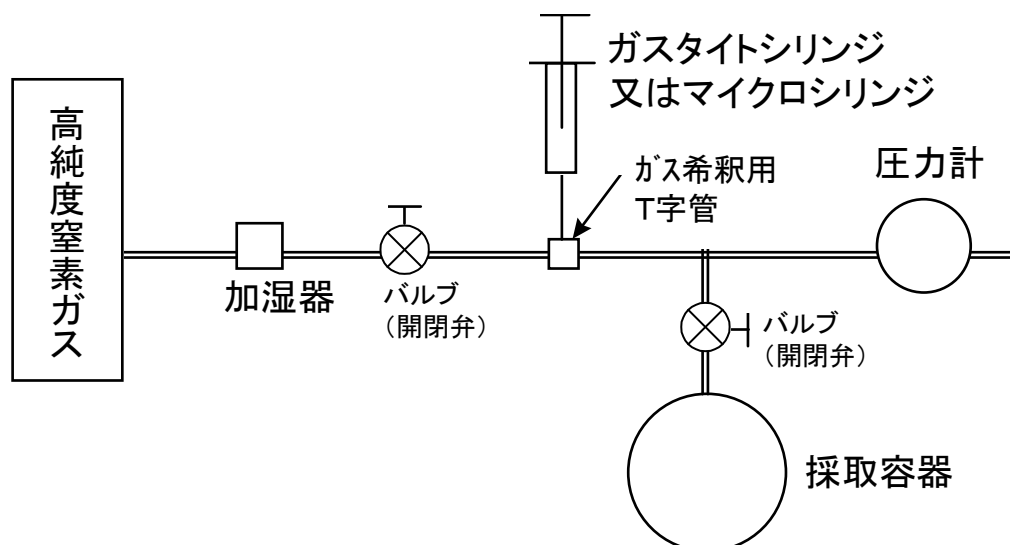


図2 標準原ガスを用いた容量比混合法による加湿高純度窒素ガスの調製

(10) 内標準物質：内標準物質としてトルエン-d8 ($\rho=0.934$) を用いる。(注11)

(11) 内標準原液 (1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$)：トルエン-d8 の 100mg を精秤し、メタノール 100ml に溶解する。(注2)(注11)

(12) 内標準溶液 (100 $\mu\text{g}/\text{ml}$)：内標準原液をメタノールで 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)(注11)

(13) 内標準原ガス：内標準物質または内標準原液(1mg/ml)の一定量 (100 μl) を高純度窒素で置換して大気圧に戻した別の真空瓶の注入口から注入して混合し、内標準原ガスを調整する。または、内標準物質を真空瓶を用いて複数回希釈してもよい。このガス 1ml は各標準物質 0.1 μg を含む。(注2)(注12)

3. 3. 3. 器具および装置

(1) 真空瓶：図3に示すような、1L のガラス製のものでバルブと注入口セプタムと一体となったもので内容積が正確に計算されたもの。瓶の中に混合用テフロン粒を数個入れておく。高純度窒素ガスで置換して 60 $^{\circ}\text{C}$ に加熱して 1 時間放置した後、真空にする。この操作を数回繰り返した後、高純度窒素ガスで置換して保存する。使用にあたっては、新しい高純度窒素ガスで置換した後、真空にして使用する。

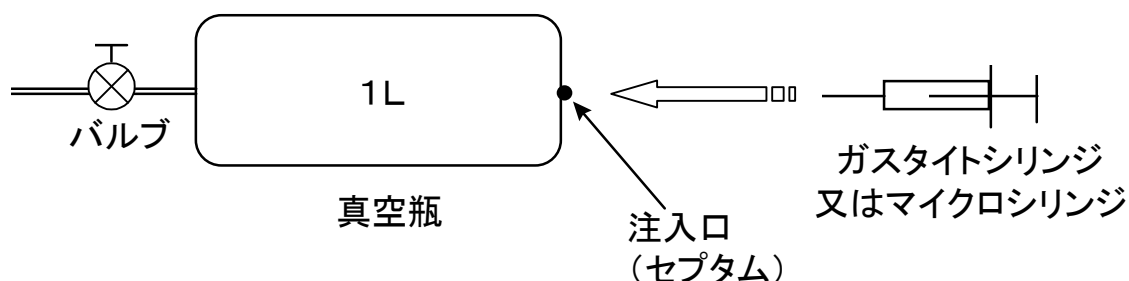


図3 真空瓶

(2) 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。

(3) ガスタイトシリンジ：容量1～10mlもしくは10～100mlが計りとれるもの。

(4) ガス希釈用T字管：ガスタイトシリンジ、注入口セプタム、加湿高純度窒素ガスおよび採取容器流路が接続できるもの。接続の例を図4に示す。

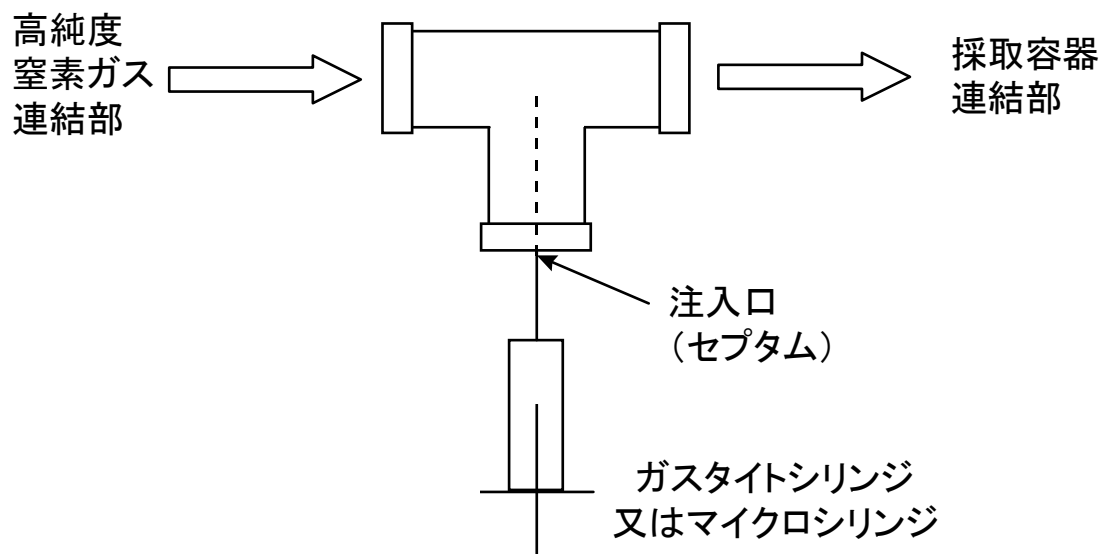


図4

(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。

(6) 加湿器：高純度窒素ガスを水に通して加湿できるもの。

(7) 試料採取装置

1) 試料採取装置の部品

(a) 採取容器と洗浄

a) 採取容器：内面を不活性化処理（電気研磨、酸化皮膜処理、シリカコーティング等）したステンレス容器で、内容積が3Lから15L程度のもので、またはこれと同等以上の性能を有するもの。（注13）

b) 採取容器の洗浄とリークチェック：採取容器は使用の都度、13Pa（約0.1mmHg）以下に減圧した後、加湿高純度窒素ガスを大気圧まで導入する操作を3回以上繰り返した後（試料採取容器は100℃程度に加熱しておく）、加湿ゼロガスを充てんして24時間放置する。その一定量をGC/MSで分析して測定対象物質および内標準物質のクロマトグラムに妨害を生じないことを確認する。その後、容器を13Pa（約0.1mmHg）以下に減圧して保管する。使用前に圧力を確認しリークがないかを確認する。

(b) マスフローコントローラー：流量を2～50ml/minの範囲で制御でき、差圧20kPa（約150mmHg）以上における流量の制御精度は設定流量に対して±10%以内のもの。耐圧は300kPa（約2200mmHg）程度、および大気圧下で13Pa（約0.1mmHg）以下の減圧に耐えること。（注14）

(c) ポンプ：加圧採取時に使用するポンプで、その構造は、メタルベローズまたはメタルダイヤフラム型で漏れがなく、接ガス部の材質はステンレスまたは酸化皮膜処理したアルミニウム、またはこれと同等以上の性能を有するもの。

(d) バルブ：全閉時の漏れがなく、構造はメタルベローズまたはメタルダイヤフラム

型で接ガス部の材質はステンレスまたは酸化被膜処理をしたアルミニウムで構成されていること、またはこれと同等以上の性能を有するもの。耐圧は300kPa（約2200mmHg）程度で、大気圧下で13Pa（約0.1mmHg）以下の減圧に耐えること。

(e) **除湿器**：捕集管と雨よけを接続できるようにしたガラス管に、過塩素酸マグネシウムを約 15 g 充てんし、両端を石英ウールで押さえたもの。両端を密栓し、使用時まで活性炭入りの密閉容器に保存する。

(f) **フィルター**：ステンレス製でメッシュ・サイズが通常2 μ m 程度で7 μ m 以下のもの。

(g) **圧力計**：ステンレス製で漏れがなく、-100kPa（約0.001mmHg）から300kPa（約2200mmHg）程度の圧力範囲が表示できるもの。

2) 試料採取装置の組み合わせ

(a) **減圧採取装置**：フィルタ、マスフローコントローラ、バルブ、圧力計、試料採取容器から構成され、圧力計により試料採取容器内部圧力が真空状態であることを確認する。

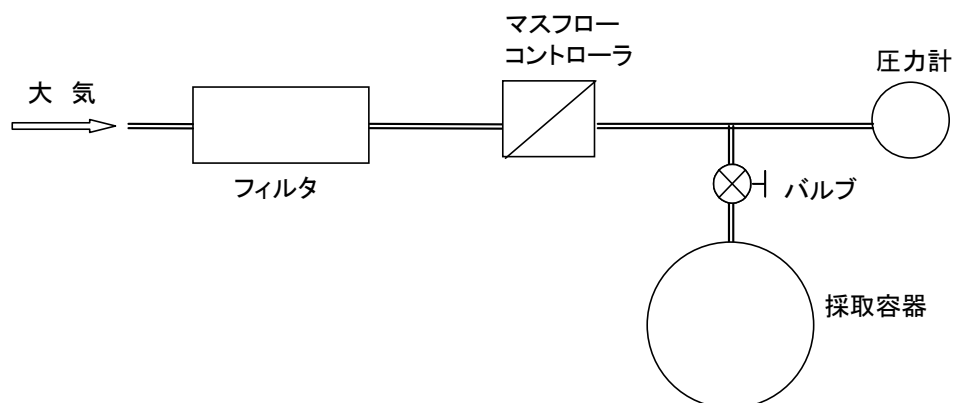


図5 減圧採取装置

(b) **加圧採取装置**：フィルタ、ポンプ、マスフローコントローラ、バルブ、圧力計、試料採取容器から構成され、圧力計により試料採取容器内部圧力を確認する。採取時間を自動で設定できる装置では、バルブをポンプの後に配置する。採取終了時の圧力は200kPa（約1500mmHg）程度とする。また、マスフローコントローラは設定流量に対して $\pm 10\%$ 以内で制御できる性能を有すること。

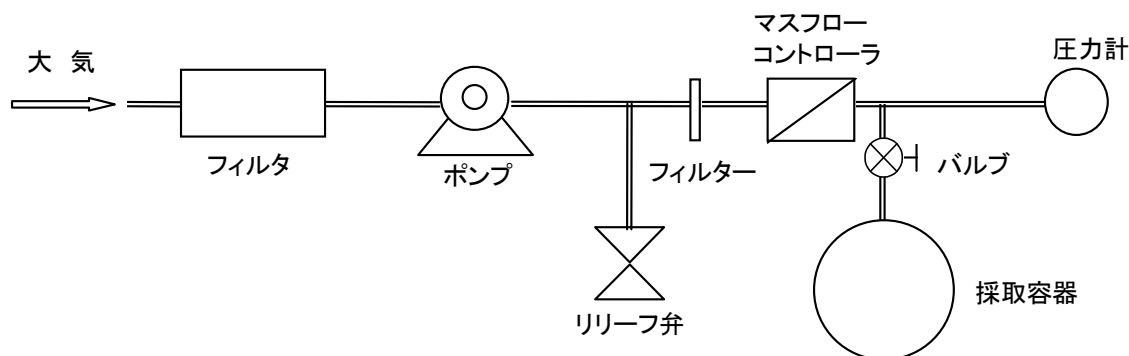


図6 加圧採取装置

(8) 試料導入装置

濃縮部（捕集管）及びクライオフォーカスの冷却・加熱部が組み込まれたもので、その例は図7のようで、その動作過程は以下のようなものである。（注15）

採取容器が試料導入装置に装着し、装置を作動させると流路が接続され、常温または冷却された濃縮部の捕集管に測定対象物質が濃縮される。ついで、濃縮部を加熱して対象物質をキャピラリーカラム手前でクライオフォーカスする。続いて、クライオフォーカス部が加熱されて対象化合物がキャピラリーカラムへ導入される。（注16）

試料導入装置には複数のタイプがある。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、捕集管にいったん測定対象物質を捕集後、加熱してクライオフォーカスに捕集し、さらにクライオフォーカス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、捕集管またはクライオフォーカスに測定対象物質を捕集した後、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。

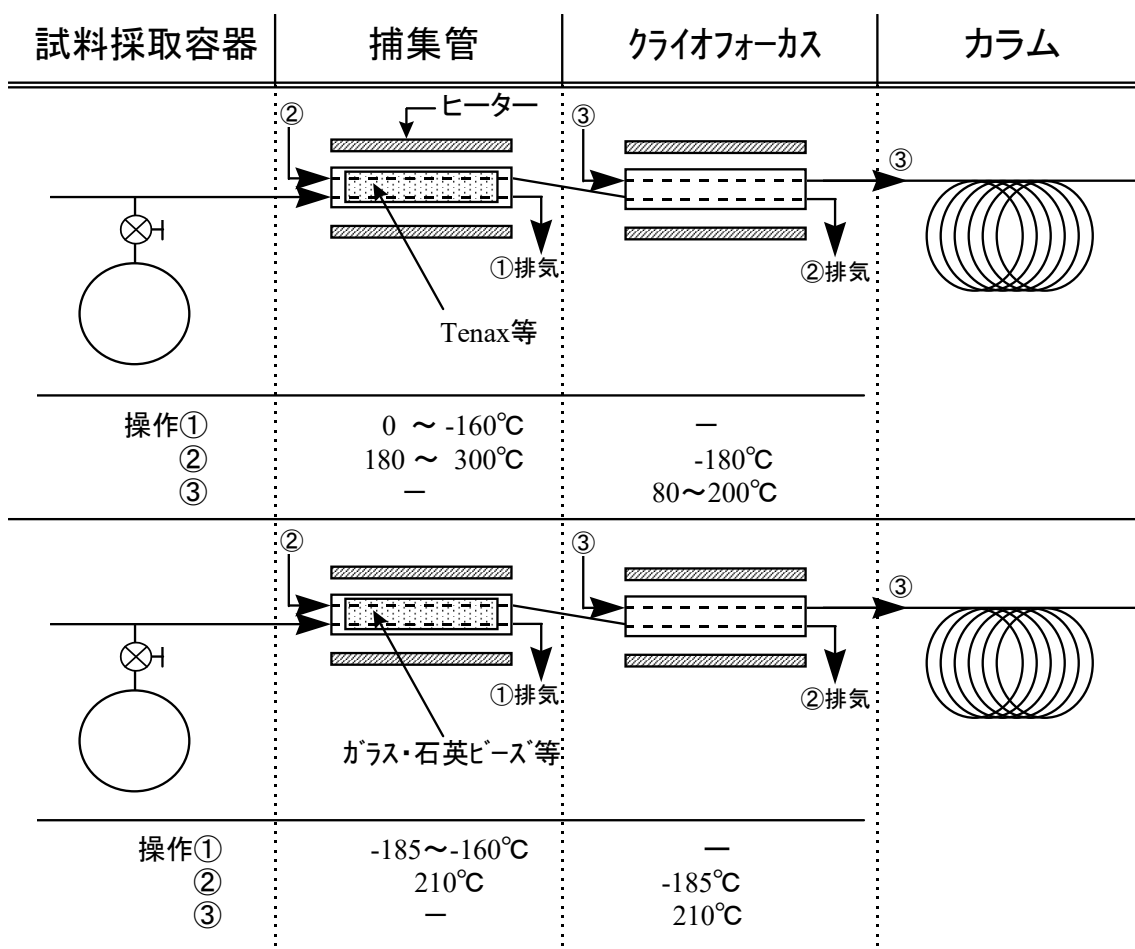


図7 試料導入装置の例

1) パージ用ガス：試料の濃縮、濃縮管からの追い出し、系内の洗浄に使用し、高純度窒素ガスまたはヘリウムを用いる。

2) 濃縮部：吸着濃縮管による方法と低温濃縮法がある。

a) 吸着による濃縮：吸着濃縮管を用い、脱着時にはこの吸着濃縮管を180℃以上に加

熱できるもの。ただし、加熱温度は使用する吸着剤によって異なる。

吸着濃縮管は、内径1～3mmのガラス管、ガラスライニングステンレス鋼管またはステンレス管に、ポーラスポリマビーズやカーボン系吸着剤を単独または組み合わせて充てんし、両端を不活性処理した石英ウールで押さえたもの。

b)低温による濃縮：低温濃縮管を用い、脱着時に低温濃縮管の温度を90℃以上に加熱できるもの。低温濃縮管は、内径1～6mmのガラス管、ガラスライニングステンレス鋼管またはステンレス鋼管に不活性処理したガラスビーズ（粒径250～500μm）、石英ビーズ（粒径250～500μm）、石英ウールまたは不活性処理したけい藻土（粒径250～500μm）等充てんしたもの。（注17）

3) クライオフォーカス部：キャピラリーカラム導入用トラップ（以降トラップ管という）で、キャピラリーカラムの前段に内径0.3～0.6mm程度の熔融シリカまたは不活性処理したステンレス鋼中空部を取り付け、この部分を液体窒素等で-100℃以下に温度制御でき、また80℃以上に急速加熱できるもの。その他、キャピラリーカラムの先端部分の一部またはカラム恒温槽の温度を-50℃以下に冷却するものもある。（注18）

4) 除湿部：試料濃縮の前に試料中の水分を除去するものであり、水を選択的に透過する高分子膜を用いたもの、ドライパージ方式によるもの、パージ・トラップの原理により水から選択的に揮発性物質を追い出せるもの、またはこれと同等以上の除湿能力のあるもの。（注19）

(9) 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。

(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0.2～0.32mm、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)：EI法が可能で、SIMまたは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
トルエン	91, 92
o-, p-, m-キシレン	91, 106
エチルベンゼン	91, 106

スチレン	77, 104
パラジクロロベンゼン	111, 146, 148
トルエン d-8	99, 100

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。なお、m-、p-キシレンは分離しなくても良い。

カラム温度 : 40℃ (1分間保持) $\xrightarrow{(10^\circ\text{C}/\text{min})}$ 200℃
 注入口温度 : 200℃
 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 : 220℃
 イオン源温度 : 200℃

*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。

3. 3. 4. 試料採取及び試験容器の調製

(1) 試料採取

空気試料の採取は、室内では居間及び寝室の 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。同時に 2 重採取 (n=2) としての意味を持たせる。試料採取に際しては、トラベルブランクとして加湿高純度窒素ガスを減圧採取法では 80kPa (約 610mmHg)、加圧採取法では 200kPa (約 1500mmHg) 程度まで導入した容器を、試料採取操作を除いて試料採取容器と同様に持ち運ぶ。減圧採取法では持ち運び後できるだけ速やかに加湿ゼロガスで 200kPa (約 1500mmHg) 程度まで加圧する。

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) : 真空が確認された採取装置を用いて所定の流量で 30 分間採取する。(注 20)

(b) 居住住宅における試料の採取 (24 時間採取) : 真空が確認された採取装置を用いて所定の流量で 24 時間採取する。(注 21)

(2) 試料空気の採取方法

試料はあらかじめ減圧 (13Pa (約 0.1mmHg) 以下) にした採取容器を用いて採取する。試料採取には、機械式マスフローコントローラまたはサーマルマスフローコントローラを用いて一定流量で試料を容器に採取する。採取後に大気圧の 80% (80kPa) になるように採取を終了する減圧採取法と、加圧ポンプを用いて 200kPa (約 1500mmHg) 程度まで採取する加圧採取法がある。

1) 減圧採取

図5の試料採取装置を試料採取場所に設置する。ついで、居住住宅および新築住宅における試料の採取方法に従って流量を調節して所定の時間試料空気を採取する。採取後、バルブを閉じて試料採取を終了し、試料採取容器の先端部分を密栓する。試料採取開始時および終了時の時間と試料採取容器内圧力（p）を記録する。試料保存は加圧した状態で行う必要があるため、減圧採取した試料は、できるだけ速やかに高純度窒素ガスで200kPa（約1500mmHg）程度まで加圧する。試料加圧前圧力と試料加圧後圧力（P）を記録し、加圧による希釈倍率（ $n = P / p$ ）を算出する。

2) 加圧採取法

図6の試料採取装置を試料採取場所に設置してポンプを作動させる。ついで、居住住宅および新築住宅における試料の採取方法に従って流速を設定して所定の時間試料空気を採取する。所定の時間経過後にバルブを閉じ試料採取を終了し、試料採取容器の先端部分を密栓する。試料採取開始時および終了時の時間と試料採取容器内圧力を記録しておく。

(3) トラベルブランク試験

加湿高純度窒素ガスを減圧採取法では80kPa（約610mmHg）、加圧採取法では200kPa（約1500mmHg）程度まで導入した容器を、試料採取操作を除いて試料採取容器と同様に持ち運ぶ。減圧採取法では持ち運び後できるだけ速やかに加湿ゼロガスで200kPa（約1500mmHg）程度まで加圧する。

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、少なくとも3試料以上について実施する。（注22）

(4) 試験容器の調製

1) 試験容器の調製：捕集した試料容器に内標準ガスの一定量（100μg/ml）を加えたものを試験容器とする。

2) 操作ブランク試験容器の調製：ブランク試験容器について1)と同様の操作を一連の操作の中で一回以上行い、操作ブランク試験容器を調製する。（注23）

3) トラベルブランク試験容器の調製：トラベルブランク試験用容器について1)と同様の操作を行い、トラベルブランク試験容器を調製する。

3. 3. 5 試験操作

(1) 試料空気の測定

1) 試料空気の試験

(a) 濃縮：減圧採取法及び加圧採取法で採取した採取容器を試料導入装置に接続し、試料空気を一定流量で濃縮部に濃縮させる。試料の濃縮量は、測定対象物質の濃度、機器の感度及び指針値の1/10が十分測定できる程度を目安とする。

(b) クライオフォーカス：濃縮部を加熱してクライオフォーカス部に再濃縮する。さらに、クライオフォーカス部を加熱し、キャピラリーカラムに導入される。これら一連の操作は、ほとんどの機器で自動的に実施される。

(c) 測定対象物質の確認：3. 3. 3の(9)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 24)

(d) 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 25)

2) 操作ブランク試験

3. 3. 4の(4)の2)で調製した操作ブランク試験容器について、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 26)

3) トラベルブランク試験

3. 3. 4の(4)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 27)

3) 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 28)

4) 2重測定

3. 3. 4の(4)の1)で調製した試験容器について再度1)の操作を行って、各測定対象物質の重量を測定する。(注 29)

(2) 検量線の作成

1) 混合標準濃度系列容器の調製

図1または2に示す加湿混合標準ガスの調製にならって加湿高純度窒素ガスと標準原ガスとを混合し、これを真空にした採取容器に採取する。ついで、内標準原ガスを注入し、さらに加湿高純度窒素ガスで加圧して 200kPa とする。標準源ガスの希釈率を変えた同様の操作によって5段階程度の混合標準濃度系列を調製する。(注 30)

2) 1)で調製した混合標準濃度系列容器を試料導入装置に接続し、加湿混合標準ガスを一定流量で流し濃縮部に濃縮させる。濃縮部を加熱してクライオフォーカス部に再濃縮させ、今度は、クライオフォーカス部を加熱して試料をキャピラリーカラムに導入する。これら一連の操作は、ほとんどの機器で自動的に実施される。3. 3. 3の(9)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各測定対象物質のクロマトグラムを記録する。

3) 2)で測定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を用いて強度比を算出する。

4) 混合標準濃度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、3)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 31)

5) 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。

3. 3. 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、3. 3. 5 の(1)の操作を行って測定値(A : ng)を求め、(As-At) に A を代入して、3. 3. 7 の濃度の算出式より大気濃度を算出する。(但し、t=20℃、P=101.3kPa とし、Vについては GC に導入した試料と同量とする。) 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 32)

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。

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

目標定量下限値は指針値の 1/10 とする。

3. 3. 7 濃度の算出

3. 3. 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。

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

C : 20℃における大気中の各測定対象物質の濃度 (μg/m³)

A_s : GC/MS に導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 : GC/MS への注入ガス量 (L)

t : 試料分析時の平均の気温 (℃)。

P : 試料分析時の平均大気圧 (kPa)。

n : 希釈倍率(減圧採取法の場合。加圧採取法では n=1)

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)

- 注 1：測定対象物質の確認には、水を高純度窒素ガスで通気したガスを採取容器に採取し、これをGC/MSで確認する。市販のミネラルウォーターの中には揮発性物質が極めて少ないものがあるので、確認した上で使用することができる。ただし、塩類が含まれており配管や採取容器の内部に塩類が析出することがあるので注意する。
- 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：標準原液の調製で、標準物質の採取量とメスフラスコの全量は、秤取る比が同じであれば、ここに規定した通りでなくてもよい。市販の標準溶液を用いてもよいが、精度保証されているものが望ましい。
- 注 4：濃度が目標定量下限値より低い値である高純度窒素を使用する。使用に際して測定対象物質の濃度を確認する。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、測定対象物質以外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：加湿高純度窒素ガスは、真空瓶または採取容器に標準原ガスや検量線用標準ガス列を作成するとき用いる。通気あるいは水注入のいずれの操作においても汚染に注意する。
- 注 6：標準原ガスの調製濃度（1μg/ml）は大体の目安であり、物質の感度や大気濃度を考慮して物質毎に変えても良い。
- 注 7：市販のボンベ入り標準ガスは、精度保証されたものが望ましい。パラジクロロベンゼンについては標準ガスが入手不可能な場合がある。
- 注 8：ここで作製する標準原ガスは標準物質単独ばかりでなく、複数（トルエン、o-, p-, m-キシレン、エチルベンゼン、スチレン、パラジクロロベンゼン）のそれぞれの100mgを一つの真空瓶に入れて混合標準原ガスとしてもよい。
- 注 9：重量濃度で表示された市販の標準原ガスの場合における容積の換算は、測定対象物質100mgに相当する採取容積 $v \text{ (ml)} = 100 \times 22.4(273 + t) / 273M$ （Mは分子量、tは気温）をガスタイトシリンジを用いて分取する。重量濃度で表示された市販の標準原液の場合における液体容量の換算は、測定対象物質100mgに相当する採取容積 $v \text{ (μl)} = 100 / \rho$ （ ρ は比重又は密度）をマイクロシリンジを用いて分取する。また、市販の標準ガス濃度はppm（μl/l）表示であるので、重量／体積濃度（μg/l）への換算は、 $273M / \{22.4(273 + t)\}$ （Mは分子量、tは気温）を乗じる。
- 注10：圧希釈は、容量比混合の一つで、容器内の圧力を計測し、圧力の増加分から希釈倍率を計算する。容器で調製した加湿ゼロガスで希釈する時には、希釈より相対湿度が低くなるおそれがあるので注意する。
- 注11：内標準物質として、フルオロベンゼン（ $\rho=1.024$ ）、クロロベンゼン-d5（ $\rho=1.157$ ）等を用いてもよい。また、 ρ は比重（20℃：4℃の水に対して）である。
- 注12：真空瓶の代わりに採取容器を用いてもよい。
- 注13：回収率と保存性が確認されたもの。漏れがなく、容器は300kPa（約2200mmHg）程度の加圧および大気圧下で13Pa（約0.1mmHg）以下の減圧に耐えること。

- 注14：漏れがなく、接ガス部の材質はステンレスまたは酸化皮膜処理をしたアルミニウムで構成されていること、またはこれと同等以上の性能を有するもの。また、マスフローコントローラは設定流量に対して±10%以内で制御できる性能を有すること。
- 注15：ガラス製または溶融シリカ製の中空管または吸着剤を充填した捕集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16：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。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。
- 注17：濃縮部で、低温濃縮に用いる冷媒には液体窒素（bp：-196℃）、液体酸素（bp：-183℃）等があるが、液体窒素では試料中の酸素の凝縮が起き、流路を閉塞することがある。また、低温濃縮時に、水分や二酸化炭素等により、流路の閉塞が生じることがあるので、流路が閉塞していないことを確認する。
- 注18：捕集管では冷却時に、水分、二酸化炭素による流路の閉塞が生じることがあるので注意する。また、トラップ管の冷却、加熱条件などは導入装置ごと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19：試料採取容器から試料導入装置に注入された空気中には水分が含まれているので、クライオフォーカス部に凝結することがある。このため、種々の方式によって除湿装置やシステムが装着されている。しかし、除湿装置やシステムが装着されていても試料空気の状態によってはキャピラリーカラム導入前に凝縮することがあるので注意する。
- 注20：容積が6Lの採取容器を用いて減圧採取を行う場合の採取流量は100～150ml/minである。また、加圧採取を行う場合の採取流量は270～400ml/minである。
- 注21：容積が6Lの採取容器を用いて減圧採取を行う場合の採取流量は約3ml/minである。また、加圧採取を行う場合の採取流量は約8ml/minである。
- 注22：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23：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24：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25：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26：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27：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28：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29：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30：この操作は、測定対象物質の確認をするために行うもので、検量線の作成毎に行う。

注31：測定対象物質のいずれかの強度比が3)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32：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。

(別添3-2)

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			測定対象化学物質名	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ボタン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：バルカ技研㈱ 〒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	S-21 195(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㈱ 〒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)¥180,000-	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 ^① 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 ^② 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㈱ 〒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)¥180,000-	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 ^① 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 ^② 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㈱ 〒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アル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㈱ 〒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)¥180,000-	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。 O6H5CH3+12O5 +H2SO4→I2	トルエン検知管721	製造・販売 光明理化学工業㈱ 〒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)¥180,000-	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 [†] 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

		盛を超えた場合、新しい検知管を用いて1回吸引。																
	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% アンモニア、二酸化窒素は除去剤層で除去される。 トルエン、アルコールは影響されない
	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% アンモニア、二酸化窒素は除去剤層で除去される。 トルエン、アルコールは影響されない
	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% アルコール、脂肪族炭化水素の影響はない。
	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 100～7000μg/m3 800～20000μg/m3 340～8500μg/m3	50μg/m3	JISK0804に準拠 JISK0804に準拠 JISK0804に準拠 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% α-ピネンは前処理管で除去。 アルコール、脂肪族炭化水素の影響はない。
	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 2.5～300ppm 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%

	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る。 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 μg/m ³	20 μg/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 + (NH ₂ OH) 3 →H ₃ PO ₄ → H ₃ PO ₄ + 3HCN=NOH + 3H ₂ O 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変色	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)	C6H5CHO3 + 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 変色	0～40℃ 相対湿度0～90%	
パッシブ 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。 パッシブを回収し吸着 した物質を溶液に溶かし GC又は、HPLCにより 分析する。	パッシブ内の粒状物質 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。	測定パッシブ	製造：アドバンストケミカル センサー社(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	¥6,000-	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ユートニングされた2,4-ジニトロフェニヒドラジンと反応して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。	パッシブサンプラー 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 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	150 μg	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 測定対象者の呼気帯そばに、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	有機ガス用パッシブサンプラー	製造：SKC Inc. 販売：(株)アイデック 〒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 OHSА 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	OHSА 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	パッシブガスチューブ (HCHO、CO ₂ 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	パッシブガスチューブ (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)	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%	

								約8g										
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て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:HCHO+H2O→CO2+4H+4e 対極:O2+4H+4e→2H2O 全体としては、HCHO+O2→CO2+H2O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㈱ 〒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	10～40℃ 30～80%RH 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(HCHO+H2O→CO2+4H+4e)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、O2+4H+4e→2H2O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：㈱オービス 〒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、シメチルケトン、ジエチルケトン濃度0.1ppmにつき0.002ppmの加算表示	0～40℃ 左記以外の化学物質はフィルターにより除去可能
	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、陰極に向かう電流が発生。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：㈱ジエイエムエス 〒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	VOC除去スクラバにて除去但し、エタノールを除く
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。ゼロ調整つまみを回し指示値を0000にする。活性炭フィルタを外し、吸引アダプタ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㈱ 〒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	0～40℃ ゼロ調整ホリウムによる補正 なし
化学発光法	27	吸収液を付属のインピンジャに入れ、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、インピンジャ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	5～35℃ RH80%以下
	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	5～35℃ RH80%以下
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	MIRAN205B	製造：サーモエンバイロメンタルインスツルメント 販売：日本サーモエレクtron	¥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)	ホルムアルデヒド トルエン キシレン	10ppm 1000ppm 2000ppm	0.07ppm 1ppm 1.3ppm	10% 10% 10%	30分・24時間	30～90秒	1.温度 2.湿度		0～40℃ 90%RH以下

			する。 主に約4～14マイクロメーターの波長の吸収は、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。		〒611-0041 京都府宇治市横島町市ノ坪151 0774-21-2111				365(H) 10kg	ハラジクロロベンゼン エチルベンゼン 上記他50種類程度	120ppm 200ppm	0.25ppm 1.2ppm	15% 15%			3,共存ガス	干渉補正機能有り
--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------------	------------------------------------	------------------	-------------------	------------	--	--	--------	----------

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 標準ガス封入テドラバックを 本体内部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、又はテドラバックに捕集されたガスは、本体内部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: 株式会社堀場製作所 〒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 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	溶液捕集AHMT比色法 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)	シールセット	製造: 株式会社島津製作所 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	測定場所にて計器を設置し、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。 吸収発色液はガイドライン値の80ppbを連続で測定し続けても1週間使用が可能。	吸収発色液をインビュ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℃)で加熱発温発色させ比色計で吸光度を求め濃度を出力する。	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式会社 〒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し検知が開始する。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: 理研計器株式会社 〒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 アンモニア	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: 理研計器株式会社 〒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。瞬示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ヘリウム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: 株式会社ファームテック 販売: 小池イマテクス株式会社 〒612-8466 京都市伏見区下鳥羽城ノ越町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、メモリ内に保存される。	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連続モニター	製造: RAE SYSTEMS 販売: 松下インターテック株式会社 〒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%	
	37	10.6eV UVランプを外部的に交流電圧により放電させ、出射したUV光をサンプルガスに照射し、ガス中のVOC成分をイオン化する。 アナログ出力、記録計、デジタル イオン化されたVOC成分は検出電極により、イオン電流として検出される。	現場に設置設置し、測定ガスラインに配管するか又は雰囲気中に測定プローブを固定して連続測定する。 アナログ出力、記録計、デジタル 通信のいずれかを介してデータを連続的に出力する。	VM500	販売: 横河電機株式会社 〒180-8750 武蔵野市中町2-9-32 0422-52-5617 www.yokogawa.co.jp		ご相談	ご相談	AC100V	本体: 500(W) 500(D) 1500(H) 50Kg	VOCs(トルエン、キシレン、エチルベンゼン他含む)	0～1000ppm * * イソブチレンガスによる校正	0.5ppm *	±10%	連続1年以上	5分以内に応答	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	0～40℃ 相対湿度0～95%(結露無し) 10.6eV UV光でイオン化されるガスは全て計測される
	38	UVランプ(10.5,11.7,9.8eVから選択)を外部的に交流電圧により放電させ、出射したUV光をサンプルガスに照射することとでガス中のVOC成分をイオン化する。	手に持って所望場所のガスを選択)を外部的に交流電圧により放電させ、出射したUV光をサンプルガスに照射することとでガス中のVOC成分をイオン化する。またデータロギングモード	PGM-7200	製造: RAE SYSTEMS 販売: 横河電機株式会社 〒180-8750 武蔵野市中町2-9-32	改定中	改定中	Ni-Cdバッテリー 又は 乾電池	本体: 218(L) 762(W) 508(D) 553g	VOCs(トルエン、キシレン、他含む) エチルベンゼン	0～1000ppm * 100～10000ppm * * イソブチレンガスによる校正	0.1ppm * 1ppm	±2ppmか読み値の10% * * >2000ppmのとき±20%	バッテリーで連続10時間	3秒以内で表示	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	～10～40℃ (同一環境で校正のこと) 相対湿度0～95%(結露無し) 照射UV光でイオン化されるガス	

		化する。イオン化されたVOC成分は検出電極により、イオン化電流として検出される。	設定により、内蔵メモリにデータが保存されるので、収集後パソコンにダウンロードしてデータを処理できる。		0422-52-5617 www.yokogawa.co.jp												は全て計測される
	39	UVランプ(10.5,11.7,9.8eVから選択)を外部印加交流電圧により放電させ、出射したUV光をサンプルガスに照射することで行う。またテトラポッキングモードとでガス中のVOC成分をイオン化する。イオン化されたVOC成分は検出電極により、イオン化電流として検出される。	設定により、内蔵メモリにデータが保存されるので、収集後パソコンにダウンロードしてデータを処理できる。 アラーム機能あり。	VM30	製造:RAE SYSTEMS 販売:横河電機株式会社 〒180-8750 武蔵野市中町2-9-32 0422-52-5617 www.yokogawa.co.jp	改定中	改定中	Ni-Cdバッテリー	本体: 152(L) 44(W) 25(D) 150g	VOCs(トルエン、キシレン、他含む)	0〜2999ppm * * イソブチレンガスによる校正	0.1ppm *	±2ppmか 読み値の10% *	バッテリーで連続12時間	20秒以内で表示	1.温度 2.湿度 3.共存ガス	-10〜40℃ (同一環境で校正のこと) 相対湿度0〜95%(結露無し) 照射UV光でイオン化されるガスは全て計測される

GC法 検出器：FID	40	サンプリングバック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 バック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	41	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TVOC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：株式会社サイエンス 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 京都府宇治市植島町目川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分周期で連続バッチ測定	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）	42	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、検量線がクロマト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、固体素子検出器にて検出。	ポータブルVOCモニター	製造：PPM TECHNOLOGY 販売：株式会社エイエムエス 〒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 ブロモクロロメタン ブロモホルム 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 ジブチロキタン ジクロロベンゼン ジメチルメチルホスホネート ジブチロクロロメタン 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 メチルブチロイド 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 イソブチルアルコール 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	43		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 検出し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：株式会社キンエルマー・ジャパン 〒220-0004 横浜市西区北幸2-8-4 横浜西口KNE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) 15(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 ブロモホルム クロロホルム クロロベンゼン ジブチロクロロメタン 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 ジクロロメタン 1-ジクロロエチレン 二硫化炭素 酢酸ビニル			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		

									ト-1,2-シクロエチレン c-1,2-シクロエチレン 1,1,1-トリクロエタン 四塩化炭素 1,2-シクロエタン トリクロエタン 2-クロロエチルビニルエーテル 1,2-シクロプロパン ブロモシクロメタン c-1,3シクロプロパン ト-1,3-シクロプロパン 2-ヘキサノン トリクロエチレン 1,1,2,2-テトラクロエタン 塩化メチル							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

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	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	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		

(別添 3-3)

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：1μl 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（1000μg/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 1000μg を含む。（注 2）（注 3）
- (4) 標準溶液（100μg/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 100μg 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 ～ 10μl または 10 ～ 100μl が計りとれるもの。
- (3) 共栓付き試験管：10ml の目盛りがあり、かつ 0.5ml が正確に計りとれるもの。（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。

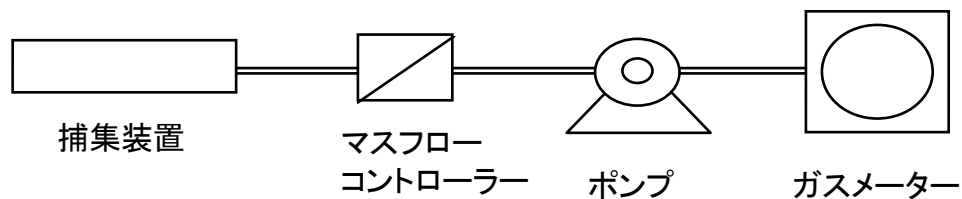


図 1 試料採取装置

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 ± 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。

(5) 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 0.2 ～ 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 0.2 ～ 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)。流量 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、室内では居間と寝室の 2 カ所、ならびに外気 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。

(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。

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 カ所及び外気 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 10ml 程度を用いて抽出する。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(5)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(At: 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。共栓

付き試験管に標準溶液（100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ）を0.2～10 μl 、内標準溶液1 μl を添加し、ついでアセトンを加えて0.5mlとして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 μl 程度をGC/MSに注入し、1. 1. 3 (5) 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mediate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。

(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。(ただし、V=1440L、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。

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

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

目標定量下限値は指針値の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：捕集管の形状や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：室内より外気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：必要に応じて超音波抽出装置等の装置を利用する。抽出液は必要に応じて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。
- 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。その強度比の変動が±20%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の変動が(b)で算出した $\pm 20\%$ 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、機器等进行检查して、目標定量下限値以下になるよう調整する。

(別添 3-4)

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部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。
- (2) 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。
- (3) 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）
- (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：測定対象物質のクロマトグラムに妨害を生じないもの。
- (6) 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）
- (7) 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）
- (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) 試料採取装置：試料採取装置は、捕集部、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 4）

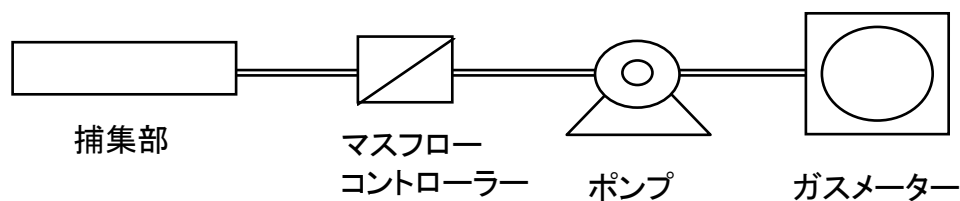


図 1 試料採取装置

1) 捕集部

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 5)

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部をつけた状態で 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。

(4) 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。

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 0.2 ～ 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 0.2 ～ 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 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)。流量 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, 205, 223
フタル酸ジ-n-ブチル d4	153, 209, 227

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、室内では居間と寝室の 2 カ所、ならびに外気 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 5 ~ 10L/min 程度の流量で概ね 30 分間採取する。捕集部はアルミ箔等で遮光し、試料採取後、捕集部は密封し、活性炭入り保存缶に入れて分析時まで保存する。(注 6) (注 7)

(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部に 1 ~ 10L/min 程度の流量で 24 時間採取する。捕集部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)

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部を用い、試料採取操作を除いて、室内空気の試料採取用の捕集部と同様に持ち運び、取り扱う。密封した捕集部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 重測定用捕集部 : 試料は、室内の 2 カ所及び外気 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 8)

得られた抽出液をとり高純度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 (100 μ g/ml) を 1 μ l 加えてアセトンで 1ml に定容したものを試験液とする。(注 9)

2) 操作ブランク試験液の調製：試料空気用の捕集部と同一の洗浄済み捕集部について 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重測定用の捕集部について 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 1 μ l 程度を GC/MS に注入する。

b) 対象化学物質の確認：1. 1. 3 の (4) 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 (A_s : 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 (A_t : 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

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 (4) 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。

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=150L(新築)又は 1440L(居住)、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。

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

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

目標定量下限値は指針値の 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：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 5：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 6：測定に十分な量が得られないと考えられる場合は、採取時間を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 7：吸引側及び空気取り入れ側を明確にしておく。
- 注 8：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 9：高濃度が予想される場合は抽出液を窒素ガスで濃縮しなくてもよい。
- 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は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。その強度比の変動が±20%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の変動が(b)で算出した $\pm 20\%$ 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、機器等进行检查して、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。
- (2) **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。
- (3) **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)
- (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。
- (6) **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)
- (7) **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)

1. 2. 3 器具および装置

- (1) **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。
- (2) **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 の流速で数分間通気させることができるもの。

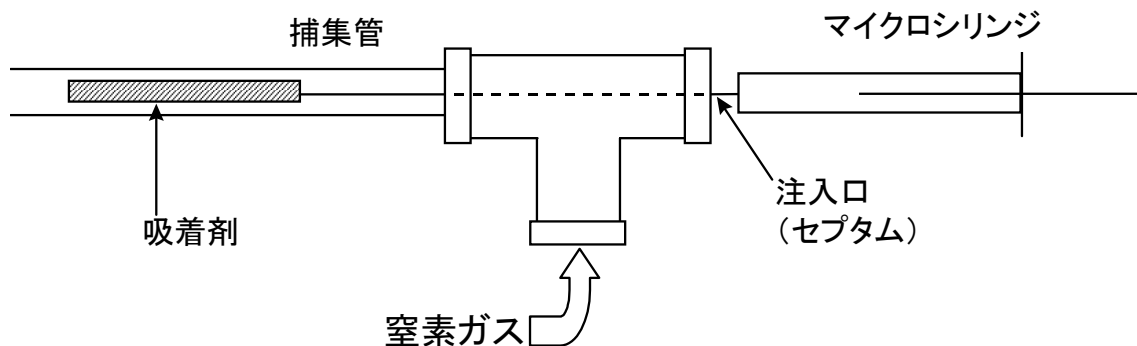


図 1 検量線作成用T字管

(3) **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4)

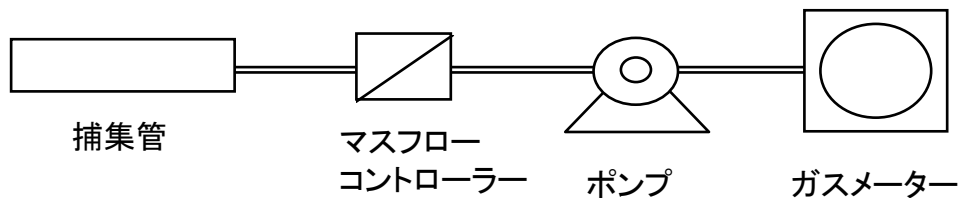


図2 試料採取装置

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5)

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。

2) **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。

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 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。

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。

(4) 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6)

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7)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8)

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。

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。

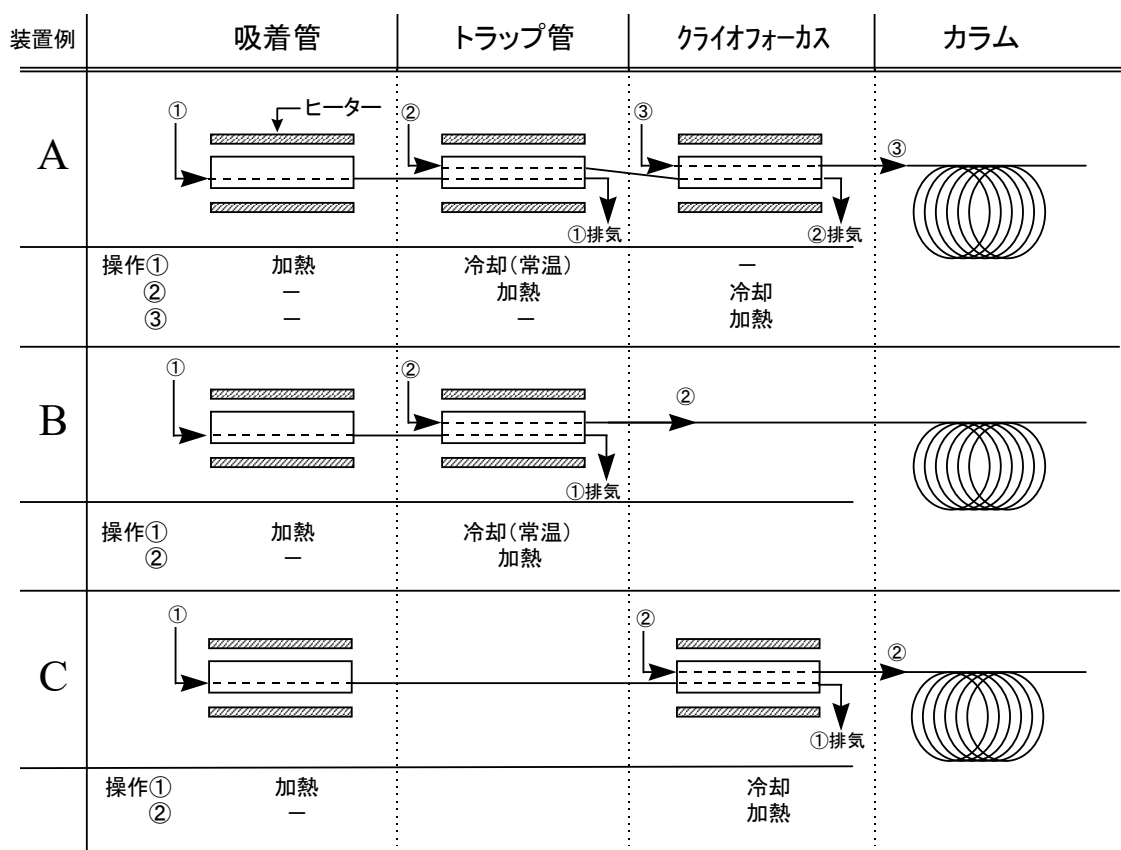


図3 試料導入装置の例

(5) 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 0.2 ～ 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 0.2 ～ 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)。流量 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, 205, 223
フタル酸ジ-n-ブチル d4	153, 209, 227

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

カラム温度 : 40 °C (2 分間保持) → 280 °C (10 °C/min)

注入口温度 : 280 °C

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

空気試料の採取は、室内では居間と寝室の 2 カ所、ならびに外気 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、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 9)

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 9)

2) **2重測定用の捕集管**：試料は室内の2カ所及び外気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10)

(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11)

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12)

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(5)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(A_s : ng)を求める。(注14)

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15)。

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：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18)

(2) 検量線の作成

1) 混合標準捕集管系列の調製：1. 2. 2の(4)及び(7)の標準溶液を用いて標準列を作製する。ついで、各標準列について図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前述1. 2. 2の(7)の内標準液及び(4)の各標準溶液の1μlを採り、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(5)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間程度のものであり、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19)

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=3L(新築)又は14L、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。

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

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

目標定量下限値は指針値の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：試料採取時にVOCで用いるマニホールドを使用すると、フタル酸エステル類が吸着されることがあるので使用しない方よい。
- 注 5：吸着剤としてはTenax TA や Tenax GR等が利用できる。
- 注 6：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 7：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 8：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 9：吸引側及び空気取り入れ側を明確にしておく。
- 注10：室外で塗装工事等が行われて室内より外気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11：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12：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は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±20%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：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 $\pm 20\%$ 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 4)

室内空气中化学物質についての相談マニュアル作成の手引き

目次

1. 目的	1
2. 範囲	1
3. 相談対応の基本的流れ	1
4. 室内空気中に存在する可能性のある揮発性有機化合物について	6
5. 建材等の規格について	23
6. 換気について	29
7. 関連機関等リスト	32

1. 目的

各行政機関や、(財)住宅部品P Lセンター（現在は(財)住宅リフォーム・紛争処理支援センターで当該業務受付）、国民生活センター、化学製品P L相談センター等の機関に寄せられる室内空気汚染に関する相談は、この問題に関する関心が高まっていることもあり、近年明らかに増加の傾向にある。

本資料は、これらの報告された事例や、学術論文等の科学的情報、また最新の調査研究報告等を基に、現時点における室内空気汚染問題に関する知見や情報、とりうる対策の指針を示したものである。居住環境の指針や対策書をまとめるための手引き書として、また参考資料集として利用されることを想定している。

2. 範囲

本資料は一般家庭の、主に揮発性有機化合物による室内空気汚染について記したものである。快適な居住環境を確保するためにはこれに加えて、ダニ、カビ、衛生害虫、ネズミ等の生物に対する対策や、給排水、採光・照明、騒音・振動、ゴミ処理、臭気等にも考慮し、対策や指針を示す必要がある。(これらについては先に「快適で健康的な住宅に関するガイドライン」*が作成されており、これに詳しい)

* 「快適で健康的な住宅に関するガイドライン」 ㈱ぎょうせい 平成11年2月1日発行。一般書店にて購入可能。

3. 相談対応の基本的流れ

一言に室内空気汚染に関する相談と言っても、相談者の要求は、疑問点を明確にして尋ねてくるもの、何かありそうだがそれが解らないので教えて欲しいというもの、どこに相談を持っていけばよいのかが解らなくて困っているというもの等様々である。しかし、大きくは体調不良や被害を訴えるもの、情報不足や断片的な情報から不安を抱き「〇〇は大丈夫なのか」「△△はどんなものか」、「どんな影響があるのか」、「これから家を建てたいのだが」等の情報を求めるものに区分けされるものと思われる。

情報を求める相談に対しては、本資料に記した情報を適宜利用していただきたい。新築を考えているという相談については健康住宅研究会の「ユーザーズ・マニュアル」*や「設計施工ガイドライン」**、必要があれば「住宅の品質確保の促進等に関する法律」の「住宅性能表示制度」等を紹介し、これらをもとに契約先や施工者と事前に十分話し合い、お互いに施工について了解をとっておくことを勧めるとよい。また、建築等に関連する情報が入手できる機関や、相談にも対応してくれる機関もあるので紹介してもよい。(7. 参照)

* 「室内空気汚染の低減のためのユーザーズ・マニュアル」平成10年3月 健康住宅研究会

** 「室内空気汚染の低減のための設計・施工ガイドライン」平成10年3月 健康住宅研究会
問い合わせはいずれも(財)建築環境・省エネルギー機構まで

体調不良や被害の訴えの場合には、その状況を聞き取り、対策のアドバイスを行う。要望があれば現場調査等が必要になることもあるであろう。これについては大まかな流れを次頁以降に記してあるので参考としていただきたい。

しばしば問題となりそうなのが、相談者が、自分の状況を伝えれば自分に成り代わって交渉等をしてくれることを期待もしくは要求していることがままあるということであるが、このような斡旋や調停は基本的に本マニュアルの対象外である。交渉等は相談者本人が行うものであり、助言者はその際に必要な情報等の収集を手助けする立場である事は理解していただかねばならない。ただし、その際に参考となるであろう事項についてはアドバイスすべきであろう。これについても後述する。

依頼者が室内空気の測定を求めている場合は、どんな物質をどういう目的で測定したいのかを聞き取ったうえで、

- ・実費等必要な条件を伝え対応可能な範囲で対応する
- ・ホルムアルデヒド測定器の貸し出し事業を紹介する*
- ・他の相談機関を介して測定機関の紹介をしてもらう(但しこの場合有料)

のいずれかで対応する。この際、標準的測定は非常に高価(少なくとも10万単位)であることは伝えておいた方がよい。

* (財)住宅保証機構が各地の建築住宅センター等と協力して簡易測定器の貸し出しを行っている。(URL:<http://www.ohw.or.jp/formu.html>参照)消耗品実費等、費用については同センター等に要相談。

○アドバイスの基本的スキーム

1) 症状緩和のための治療を勧める

まず、どこに症状があるのかを認識する・してもらう必要がある。“「シックハウス」なのですが”という主張を聞くことがままあるが、現状では、家に居住することが原因で起こると思われる体調不良をすべからく「シックハウス症候群」*と呼んでいるにすぎない。体調不良を改善するために必要なのはどの疾患でもほぼ同じで、原因の除去、症状緩和のための措置、自己治癒能力による快復である。

*シックハウス症候群

住宅の高気密化や化学物質を放散する建材・内装材の使用等により、新築・改築後の住宅やビルにおいて、化学物質による室内空気汚染等により、居住者の様々な体調不良が生じている状態が、数多く報告されている。症状が多様で、症状発生の仕組みをはじめ、未解明な部分が多く、また様々な複合要因が考えられることから、シックハウス症候群と呼ばれる。(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1回～3回のまとめによる)

まずはかかりつけの医師とじっくり相談してもらい、目に異常を感じる人は眼科、皮膚に異常を感じる人は皮膚科、消化器系に異常を感じる人は消化器科内科、婦人科系に異常を感じる人は産科・婦人科等、それぞれが異常を感じている部分の専門医の診療を受け、症状緩和の措置をとってもらう必要がある。さらに複雑な症状を訴えており、簡単に判断できない場合には、必要に応じて内科、アレルギー科、心療内科等で総合的な

診療、相談を受けてもらうことを勧めたほうがよいであろう。こうした一連の診療を受ける中で、症状が起こった経緯やきっかけを正しく医師に伝えるよう助言することが重要である。いずれにせよ、現状の症状に対し緩和策をとり、その間に原因を取り除いて再発を防ぐのが基本的対応である。

「シックハウス」と呼ばれるものは、結局は体のどこかが不調を起こしているわけであるから、それぞれの症状についてはその部分の専門家に見てもらう必要があることを、アドバイスし、認識してもらうことが必要である。そして、その間にこの場合の原因と考えられている住環境の改善を行うよう勧めることになる。

2) 換気を励行する

1) により症状の緩和を行っても、原因を低減・除去しなければ再発することとなる。

外気が汚染されているといった特殊な場合を除き、最も有効で基本的な汚染物質の低減策は換気である。ほとんど全ての家屋に対して、まずこのアドバイスを行うべきである。特に高気密・高断熱住宅は閉め切って換気システムを運転しなければ室内の空気がほとんど換気されないので、付属の換気システムの運転、ガラリや小窓の利用、さらには窓開けなどによる換気を積極的に行う必要がある。基本的なことであるがこれが徹底できていなかったことが、この問題を大きくしたといっても過言ではない。この際、効率的換気のやり方はアドバイスした方がよい(6. 参照)。この処置で問題が解消した例も多い。

室内空気中の化学物質濃度は、その発生量と漏気を含めた換気量の比で決まる。換気を十分に行い、空気の入れ替わりが十分確保されれば、基本的に外気と大差ない状態になるはずである。しかしながら、換気量を過大に増やさねばならないとなると、快適な室温等を維持するために冷暖房エネルギーが浪費されることになり、省エネルギーの観点からも問題である。また、機械換気では騒音等の問題も出てくる。通常の換気を行っても臭いが気になる、刺激があるなどという場合には、汚染濃度がかなり高いと推定されるので、さらに以下について検討してみる必要がある。

3) 発生源を推定する

1) , 2) の状況が処置で改善されれば問題はないが、それでもなお臭いが気になったり、目に刺激を感じたり、体調不良があったりした場合には、原因物質の発生量を減少させるか、発生した物質を取り除くかする必要がある。それには物質や発生源の把握が重要である。

まずは体調不良を感じるようになったきっかけを確認する。改修を行った、新たな家具等を購入した、壁紙を張り替えた、防蟻処理を行った等、特定の変化後に起こったということであればそこに注目することになる。また、家の中の特定部分でより強い臭いや刺激を感じる等の事があればその部分に注目することになる。臭いや刺激に何らかの特徴があれば*原因物質を推定し、さらにはその発生源を推定できる可能性もある。

※特徴的臭い

工場・事業所から発生する悪臭について、「悪臭防止法」が制定されている。現在22物質が制定されているが、この中には現在、室内空気汚染物質として取り上げられているものが含まれている。これによるとそれぞれの物質の臭いは以下のように表現できる。

アンモニア	: し尿のような臭い
メチルメルカプタン	: 腐ったタマネギのような臭い
硫化水素	: 腐った卵のような臭い
硫化メチル	: 腐ったキャベツのような臭い
二硫化メチル	: 腐ったキャベツのような臭い
トリメチルアミン	: 腐った魚のような臭い
アセトアルデヒド	: 刺激的な青臭い臭い
プロピオンアルデヒド	: 刺激的な甘酸っぱい焦げた臭い
ノルマルブチルアルデヒド	: 刺激的な甘酸っぱい焦げた臭い
イソブチルアルデヒド	: 刺激的な甘酸っぱい焦げた臭い
ノルマルバレールアルデヒド	: むせるような甘酸っぱい焦げた臭い
イソバレールアルデヒド	: むせるような甘酸っぱい焦げた臭い
イソブタノール	: 刺激的な発酵した臭い
酢酸エチル	: 刺激的なシンナーのような臭い
メチルイソブチルケトン	: 刺激的なシンナーのような臭い
トルエン	: ガソリンのような臭い
スチレン	: 都市ガスのような臭い
キシレン	: ガソリンのような臭い
プロピオン酸	: 刺激的な酸っぱい臭い
ノルマル酢酸	: 汗くさい臭い
ノルマル吉草酸	: むれた靴下のような臭い
イソ吉草酸	: むれた靴下のような臭い

※

濃度が薄いと必ずしもこのようには感じられないと思われるが、主要汚染化学物質の推定に役立つ可能性はある。

※H13.6 現在で指針値が策定されているもの。

家具等、原因が容易に移動できるものであればこれをその室内より除去してしまうのが有効である。もしくは化学物質の吸着剤等を使用してもよい。壁紙等が疑われるなら、張り替えが有効であろう。この際には化学物質の放散量基準（5．参照）が壁装材料協会、壁紙製品規格協議会等から提案されているので、必要ならそれら機関にも相談して要望にあったものを入手するよう勧めるとよい。なお、この場合適切な施工にも注意が必要である。

建材や防蟻剤等が原因と推定された場合は、上記のような発生源の移動等による除去は困難なので、各種吸着剤、分解剤、封じ込め剤や空気清浄機等の利用、さらにはベークアウト*やリフォーム等の処置が必要かも知れない。 **

※ベークアウト

一定時間室内温度を高め、揮発性の有機化合物の放散を促進させ、それらを換気により除去することで、建材等から排除することをベークアウトと呼んでいる。建材等にホルムアルデヒドの未反応物や、トルエン等の溶剤が残留している場合には、これを除去する効果があるとおもわれる。しかしながら、建材の加工状態等により最適な条件は異なるといわれ、加熱しすぎると建築物にダメージを与える可能性もあるといわれ、検討課題として残されている面は多い。

※※これらの改修技術については様々提案されているが、効果は一様でない。現在「室内空気対策研究会」等においても検討が進められているところである。(URL:<http://www.iaq-research.com/>)

吸着剤の利用や空気清浄機(脱臭機)の使用は比較的簡便であるが、その効果は製品によってばらつきがあると思われる。対象とする物質や原理等について、確認してから使用するよう勧めた方がよい。特に空気清浄機の場合は、粉塵等を除去するタイプなのか、気体の化学物質を吸着できるタイプなのか、対象を確認するよう勧める必要がある。

○業者との交渉を求めている場合のスキーム

相談の中には、これらの措置の負担等を施工契約先等に要求したいとすることもあるかも知れない。これらの相談に対しては、基本的に業者と本人の当事者間で交渉してもらうこととなることを伝える。この際、第三者介入の希望が強ければ必要に応じて他の相談機関を紹介してもよい（7. 参照）。さらに、弁護士の必要性を認める場合には、その旨を伝え、弁護士会の公害に関する無料電話相談を紹介してもよい。これらの際には、交渉の前に以後の交渉をスムーズに進めるため、以下の情報を入手しておいた方がよいことを助言する。

- ・住まいのしおり
- ・設計図面
- ・部材仕上げ表
- ・契約書

「住まいのしおり」には入居に際して注意すべき事柄が記されているはずである。適切な注意書きがあるか、十分説明が行われていたか、そしてその説明に基づく生活行動をとっていたかは、交渉の際重要となるだろう。設計図面は家屋の状況の把握に必要であり、部材仕上げ表からはどのような建材が使用されていたのかを知ることが出来る。設計や入居の際に特別な要望をして合意していたり、建材について条件を定めていたりした場合は、契約書等、それらの資料も重要である。

リフォームの場合にはその部位と箇所、工事内容についての相談・説明状況、工事の際の仕切状況、工事終了後に注意があったか、業者に何か申し出をしていたか等の資料があれば用意しておいた方がよい。

この他に、自らの状況として、体調不良を感じたのはいつからか、またはどんなときか、他の家族の状況はどうか、臭気はあったか等はまとめておいた方がよいだろう。室内空気質の測定結果を既に有しているのであれば、具体的な測定法、測定条件、そして測定結果をそろえておく。

建築物について交渉すると言うことであれば、

- ・工事を請け負った契約先、貸し主もしくは管理会社

を交渉相手とする必要があること、また、何が問題であると考えているのか、何を求め

て交渉するのかわをはっきりさせ、要求があるのならば具体的に示すように助言する。

- ・汚染物質を特定したい場合は使用した化学製品に対する情報の提供
- ・汚染物質を低減したい場合には、「換気扇の設置」、「ベークアウト処理」、「空気清浄機の購入」、「工事のやり直し」等の要求
- ・具体的に補償を求めるといっているのであれば、治療費、通院交通費、見舞金等の請求

等、である。要求の是非をアドバイスすることはできないが、とにかく交渉は具体的に事項を示して始めるよう、アドバイスすることは必要であろう。闇雲に被害を訴えるだけではまず交渉が暗礁に乗り上げることになるであろうから、交渉のポイントは明確にしておかなければならない。

従前の相談事例、その交渉経過、解決案等については「化学製品PL相談センター」の発行している「アクティビティニュース」*や「(社)住宅生産団体連合会」が発行している「住宅関連紛争事例集」**に詳しいので、必要に応じて入手し、参考にするとよいだろう。

* 「化学製品PL相談センターアクティビティノート」
「化学製品PL相談センター」のインターネットホームページ上に公開されている。ほぼ毎月発行。
URL: <http://www.nikkakyo.org/>

** 「住宅関連紛争事例集」
(社)住宅生産団体連合会より購入可能。基本的に年1回発行されている。

4. 室内空気中に存在する可能性のある揮発性有機化合物について

1) 優先して取組まれている物質について

関係各省や住宅関連団体が参加して設立された「健康住宅研究会」(1996～1997)において、対策優先取組物質として3物質3薬剤（ホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、木材保存剤(現場施工用)、可塑剤、防蟻剤）がとりあげられている。

また、さらに具体的には、平成12年4月より開催されている、厚生省(現厚生労働省)の「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、実態調査結果やこれら検討結果、その後の知見等をもとに、室内濃度指針値の策定が進められている。現在(平成13年7月)までに、

- (1)ホルムアルデヒド
- (2)トルエン
- (3)キシレン
- (4)パラジクロロベンゼン
- (5)エチルベンゼン
- (6)スチレン

- (7)フタル酸ジ-n-ブチル
- (8)クロロピリホス
- (9)テトラデカン
- (10)フタル酸ジ-2-エチルヘキシル
- (11)ダイアジノン

(1)は平成9年6月13日「快適で健康的な住宅に関する検討会議 健康住宅関連基準策定専門部会化学物質小委員会報告書」
 (2)～(4)は平成12年6月29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1回～3回のまとめ―」
 (5)～(8)は平成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～5回のまとめ―」による
 (9)～(11)は平成13年7月「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6～7回のまとめ―」による

の計11物質について室内濃度指針値が定められている。同検討会は現在も継続中であり、順次指針値が設定されていく予定である。設定された指針値については随時厚生労働省ホームページ(<http://www.mhlw.go.jp/>)の報道発表資料で公開していくこととしているので、参照されたい。

国際的には世界保健機構(WHO)から約50物質についてガイドラインが定められている。<http://www.who.int/peh/air/Airqualitygd.htm> より入手可能)

以下に平成13年6月現在で、国内で指針値*が策定されている物質について特性を記す。なお、ここに示した健康影響は中毒、事故的高濃度暴露や皮膚接触等、これまでに判明している事例を参考として記したものである。

*指針値は通常この濃度以下であればヒトが一生にわたって暴露したとしても、有害な健康影響が表れないであろう値である。但し、特殊な事情がある場合には、指針値以下であっても何らかの影響が見られる可能性はある。

(1)ホルムアルデヒド

<一般的性質>

ホルムアルデヒドは無色で刺激臭を有し、常温ではガス体である。水によく溶け、35～37%の水溶液はホルマリンとして知られている。分子量は30.03であり、常温での蒸気密度*は約1.07である。これは、空気と比較してほぼ同じ重さである。空気との混合気体も同様である。

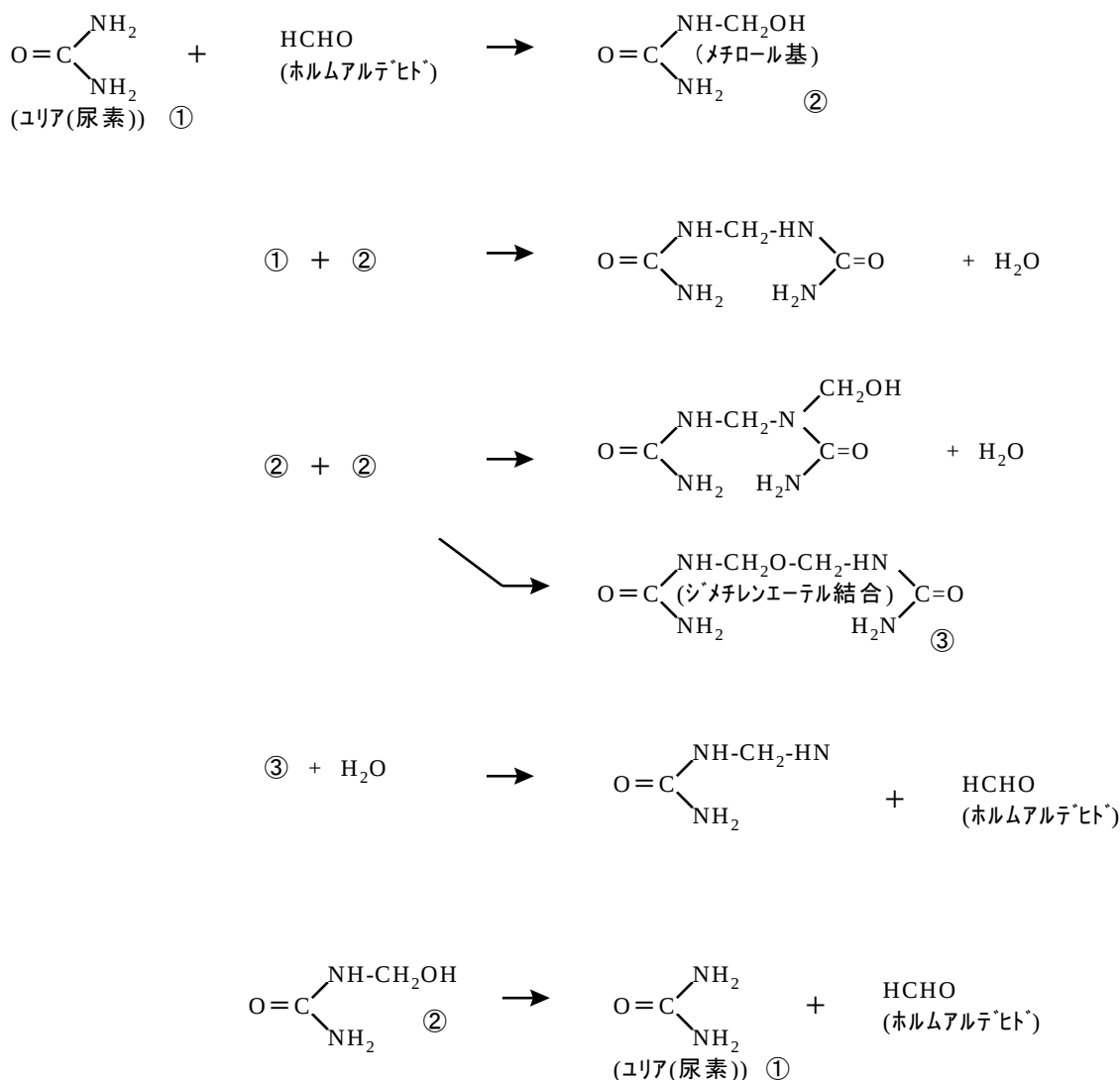
*空気(主に窒素、酸素等の混合物である)と比較したときに、同体積の気体がどれだけ重いかの指標になる。この値が大きいほど空気に比べて重くなる。

<主な家庭内における用途と推定される発生源>

合板、パーティクルボード、壁紙用接着剤等に用いられる尿素(ユリア)系、メラミン系、フェノール系等の合成樹脂*や接着剤の原料となるほか、一部ののり等の防腐剤や繊維の縮み防止加工剤等、さまざまな用途の材料として用いられている。

*多くの合板ではこれら樹脂とホルムアルデヒドが熱圧着により反応・硬化することで接着されている。一般的には ユリア樹脂>メラミンユリア共重合樹脂>フェノール樹脂 の順に放散量が低下するといわれている。最近では、これとは別の系列の接着剤を用いた、ホルムアルデヒドを基本的に放散しない合板も開発されている。

室内空気汚染の主な原因として推定されるのは、合板や内装材等の接着剤として使用されているユリア系、メラミン系、フェノール系等の接着剤からの放散（未反応物もしくは分解物）である。建材だけでなく、これらを使用した家具類も同様である（木製家具、壁紙、カーペット等）。また、喫煙や石油やガスを用いた暖房器具の使用によっても発生する可能性がある。



ホルムアルデヒド系の接着剤の硬化・脱ホルムアルデヒドの反応機構例

ここでは代表的なユリア(尿素)とホルムアルデヒドの反応を示した。基本的に全てのNが反応可能であり、さらに複雑な架橋が形成され得る。硬化した樹脂中にも存在すると考えられる①や③の形態は、環境条件によっては上記のようにホルムアルデヒドを発生する可能性があるので、比較的長期に渡って少量ではあるが発生が続く可能性がある。

<健康影響>

短期暴露では0.08ppmあたりに臭いの検知閾値があるとされ、これが最も低い濃度での影響である。0.4ppmあたりに目の刺激閾値、0.5ppmあたりに喉の炎症閾値があるとさ

れ、3ppmでは目や鼻に刺激が起こり、4～5ppmでは流涙し呼吸器に不快感が生じる。31ppmあたりで重篤な症状が起こり、104ppmあたりでは死亡する。IARC*で「ヒトに対し恐らく発がん性がある(2A)」と分類されているが、その作用機序からある一定以上の暴露がなければ発がんは起こらない(閾値がある)ものとされている。

*IARC(International Agency for Research on Cancer)はWHOに所属する国際的ながんの研究機関で、物質の発がん性について1, 2 A, 2 B, 3, 4 のクラス分けを行っている。

- 1 : ヒトに対して発がん性を示す
- 2 A : ヒトに対して恐らく発がん性を示す
- 2 B : ヒトに対して発がん性を示す可能性がある
- 3 : ヒトに対する発がん性について分類できない
- 4 : ヒトに対して恐らく発がん性を示さない

<現在の指針値>

現在の指針値は $100 \mu \text{g}/\text{m}^3$ であり、臭いの検知閾値周辺の0.08ppmであるが、これはその他の健康影響が観察された濃度に安全率を加味したものよりも低い値である。

※海外におけるホルムアルデヒドの指針値

ホルムアルデヒドについては、それぞれの国や機関において基準値の設定や勧告がなされている。概要は以下の通りである。

- ・世界保健機構(WHO) 0.08ppm
- ・米国
 - カリフォルニア州 0.05ppm
 - ウィスコンシン州 0.2ppm
 - 空調冷凍衛生協会 0.1ppm
- ・カナダ
 - 0.05ppm(目標値)
 - 0.1ppm (行動値)
- ・オーストリア 0.08ppm
- ・オーストラリア 0.1ppm
- ・オランダ 0.1ppm
- ・スウェーデン 0.1ppm
- ・デンマーク 0.12ppm
- ・ドイツ 0.1ppm
- ・フィンランド 0.13ppm

(2)トルエン

<一般的性質>

トルエンは無色でベンゼン様の芳香をもつ、常温では可燃性の液体。分子量は92.13で、常温での蒸気圧*は約2.9kPa、蒸気密度は約3.1である。従って揮発性は高いが、空気より重く、高濃度の蒸気は低部に滞留する性質があると考えられる。しかしながら、通常は対流によって拡散し、空気との混合気体は相対的に空気と同じ密度になると思われる**。

* 一般的に化学物質の揮散のしやすさは、沸点と蒸気圧を指標に判断されるが、建材等からの物質の揮散は蒸発によるものであるので、この値を指標とする方が適していると考えられる。一般的には値が大きいほど揮散しやすいと見なされる。

※※ 空気の動きの少ない場所では、一般に蒸気密度の大きい重い気体の濃厚な蒸気はいったん低部に滞留する。時間がたつとこの蒸気は拡散により上昇し、空気と混合する。いったん数百ppm程度まで希釈された蒸気の比重は空気とほとんど変わらない。こうした状態の蒸気は二度と床に沈むことはない。

<主な家庭内における用途と推定される発生源>

接着剤や塗料の溶剤及び希釈剤等として、通常は他の溶剤と混合して用いられる。アンチノッキング剤として、ガソリン中に添加されることがある。

室内空気汚染の主な原因として推定されるのは、内装材等の施工用接着剤、塗料等からの放散である。建材だけでなく、これらを使用した家具類も同様である。

<健康影響>

労働環境における許容濃度*として100ppmが勧告されている。480ppbあたりに臭いの検知閾値があるとされる。高濃度の短期暴露で目や気道に刺激があり、精神錯乱、疲労、吐き気等、中枢神経系に影響を与えることがある。また意識低下や不整脈を起こすことがある。生物学的半減期は約6時間前後と推定されている。

また、比較的高濃度の長期暴露により、頭痛、疲労、脱力感等の神経症状へ影響を与えることがあり、心臓に影響を与え不整脈を起こすことがある。発がん性の指摘はない。

*一般的に、労働者が当該物質に暴露された場合に、空気中の濃度がこれ以下であれば健康影響が見られないとされる濃度で、通常1日8時間、週40時間程度の労働時間中に、肉体的に激しくない労働に従事する場合を想定して定められている。但し、感受性は個人によって異なるので、この値以下でも、不快、既存の健康影響の悪化、あるいは職業病の発生を防止できない場合があると勧告されている。

<現在の指針値>

現在の指針値は、 $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppm)で、安全性の観点から影響が認められた濃度のうち最も低くなる、ヒトの神経行動機能及び自然流産率に影響が認められた濃度を採用し、これに安全率を加味して設定している。

(3)キシレン

<一般的性質>

キシレンは無色でベンゼン様の芳香を持つ。市販品はo-, m-, p-の混合物である。常温では可燃性の液体。分子量は106.16で、常温での蒸気圧は約1.3kPa(0.8~2.2kPaの混合)、蒸気密度は約3.7である。従って揮発性は高いが、空気より重く、高濃度の蒸気は低部に滞留する性質があると考えられる。しかしながら、通常は対流により拡散し、空気との混合気体は相対的に空気と同じ密度になると思われる。

<主な家庭内における用途と推定される発生源>

接着剤や塗料の溶剤及び希釈剤等として、通常は他の溶剤と混合して用いられる。キシレンの市販品は通常エチルベンゼンも含んでいる。トルエンと同様、ガソリンのアンチノッキング剤として添加されることがある。

室内空気汚染の主な原因として推定されるのは、内装材等の施工用接着剤、塗料等からの放散である。建材だけでなく、これらを使用した家具類も同様である。

<健康影響>

トルエンと同様、労働環境における許容濃度として100ppmが勧告されている。また高濃度の短期暴露の影響はトルエンと類似している。蒸気はのどや目を刺激し、頭痛、疲労、精神錯乱を起こすことがあるという。200ppm程度の濃度で明らかに目、鼻、喉が刺激され、労働者の中に作業反応時間の延長するものが出るといわれている。生物学的半減期は4～7時間と推定されている。

また、比較的高濃度の長期暴露により頭痛、不眠症、興奮等の神経症状へ影響を与えることがあるといわれている。発がん性の指摘はない。

<現在の指針値>

現在の指針値は、 $870 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.20ppm)で、安全性の観点から影響が認められた濃度のうち最も低くなる、ラットの中樞神経系への影響が認められた濃度を採用し、これに安全率を加味して設定している。

(4)パラジクロロベンゼン

<一般的性質>

パラジクロロベンゼンは通常、無色又は白色の結晶で特有の刺激臭を有し、常温で昇華する。分子量は147.01で、常温での蒸気圧は約0.17kPa、蒸気密度は約5.1であり、空気より重く、蒸気は低部に滞留する性質があると考えられる。しかしながら、通常は対流により拡散し、空気との混合気体は相対的に空気と同じ密度になると思われる。

<主な家庭内における用途と推定される発生源>

家庭内では衣類の防虫剤やトイレの芳香剤等として使用されている。

<健康影響>

15～30ppmで臭気を感じ、80～160ppmでは大部分のヒトが目や鼻に痛みを感じる。このように高濃度の短期暴露で目、皮膚、気道が刺激される。また、肝臓及び腎臓に影響を与え、機能低下及び損傷を生じることがある。

また、比較的高濃度の長期暴露により、肝臓、腎臓、肺、メトヘモグロビン形成に影響を与えることがある。平成8年11月にマウスに対するがん原生があるという結果が報告されたが、「種特異的な高感受性の結果によるものであり、人へのリスク評価に反映させることは困難である」とされている。

<現在の指針値>

現在の指針値は、 $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)で、安全性の観点から影響が認められた濃度の

うち最も低くなる、ビーグル犬における肝臓や腎臓への影響が認められた濃度を採用し、これに安全率を加味して設定している。

(5)エチルベンゼン

<一般的性質>

エチルベンゼンは無色で特有の芳香を持つ、常温では可燃性の液体。分子量は106.16で、常温での蒸気圧は約0.9kPa、蒸気密度は約3.7である。従って揮発性は高いが、空気より重く、低部に滞留する性質があると考えられる。しかしながら、通常は対流により拡散し、空気との混合気体は相対的に空気と同じ密度になると思われる。

<主な家庭内における用途と推定される発生源>

接着剤や塗料の溶剤及び希釈剤等として、また燃料油に混和して、通常は他の溶剤と混合して用いられる。キシレンの市販品は通常エチルベンゼンも含んでいる。

室内空気汚染の主な原因として推定されるのは、合板や内装材等の接着剤、塗料等からの放散である。建材だけでなく、これらを使用した家具類も同様である。

<健康影響>

臭い自体は10ppm以下でも感知できるといわれている。短期暴露では、蒸気がのどや目に刺激がある。数千ppmといったかなりの高濃度になると、目眩や意識低下等の中枢神経系に影響がある。

また、長期間皮膚に接触すると皮膚炎を起こすことがある。発がん性の指摘はない。

<現在の指針値>

現在の指針値は、 $3,800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88ppm)で、安全性の観点から影響が認められる可能性がある濃度のうち最も低くなる、マウス及びラットの肝臓及び腎臓への無作用量を基に、安全率を加味して設定している。

(6)スチレン（モノマー）

<一般的性質>

スチレンは無色ないし黄色を帯びた特徴的な臭気のある、常温では油状の液体。分子量は104.14であり、常温での蒸気圧は約0.7kPa、蒸気密度は約3.6である。従って揮発性は高いが、空気より重く、高濃度の蒸気は低部に滞留する性質があると考えられる。しかしながら、通常は対流により拡散し、空気との混合気体は相対的に空気と同じ密度になると思われる。

＜主な家庭内における用途と推定される発生源＞

ポリスチレン樹脂、合成ゴム、不飽和ポリエステル樹脂、ABS樹脂、イオン交換樹脂、合成樹脂塗料等に含まれる高分子化合物の原料として用いられている。これらの樹脂を使用しているもの(断熱材、浴室ユニット、畳心材等の他様々な家具、包装材等)に未反応のモノマーが残留していた場合には、室内空気中に揮散する可能性がある。

＜健康影響＞

労働環境における許容濃度として20ppmが勧告されている。

60ppm程度で臭気を感じはじめ、200ppmを超えると強く不快な臭いに感じるという。600ppm程度で目や鼻に刺激、800ppm程度になると目や喉に強い刺激を感じ、眠気や脱力感を感じるようになる。

比較的高濃度の長期暴露により、肺や中枢神経系に影響を与え、眠気や目眩を生じることがある。ヒトにおける発がん性や遺伝子傷害性を示唆する証拠は得られていない。

＜現在の指針値＞

現在の指針値は、 $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05ppm)で、安全性の観点から影響が認められる可能性がある濃度のうち最も低くなる、ラットの吸入毒性試験において脳や肝臓に影響が認められる最小毒性量を採用し、安全率を加味して設定している。

(7)フタル酸ジ-n-ブチル

＜一般的性質＞

フタル酸ジ-n-ブチルは無色～微黄色の特徴的な臭気がある、常温では粘ちょう性の液体である。分子量は278.3であり、常温における蒸気密度は約9.6、蒸気圧は0.01kPa未満である。従って揮発性は高くないが、空気より重く、高濃度の蒸気は低部に滞留する性質があると考えられる。しかしながら、対流等により拡散した空気との混合気体は相対的に空気と同じ密度になる。

＜主な家庭内における用途と推定される発生源＞

フタル酸ジ-n-ブチルは主に塗料、顔料や接着剤に、加工性や可塑化効率の向上のために使用されている。

＜健康影響＞

高濃度の短期暴露で、目、皮膚、気道に刺激を与えることがある。誤飲により吐き気、目眩、目の痛み、流涙、結膜炎が見られたという報告がある。長期暴露の影響ははっきりしていない。

＜現在の指針値＞

現在の指針値は、 $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppm)で、安全性の観点から影響が認められる可能性

がある濃度のうち最も低くなる、ラットにおける生殖発生への影響を採用し、安全率を加味して設定している。

(8)クロルピリホス

<一般的性質>

純品は無色の結晶。分子量は350.6で、常温における蒸気密度は約12、蒸気圧は約 2.5×10^{-6} kPaである。前出の化合物と比べると揮発性はかなり低く、空気より重い。残効性がある有機リン系の殺虫剤である。

<主な家庭内における用途と推定される発生源>

家庭内では防蟻剤として使用されている。

<健康影響>

有機リン系の殺虫剤であり、アセチルコリンエステラーゼを阻害する。軽症の中毒時の症状として、倦怠感、違和感、頭痛、めまい、胸部圧迫感、不安感および軽度の運動失調等の非特異的症状、吐き気、嘔吐、唾液分泌過多、多量の発汗、下痢、腹痛、軽い縮瞳があるとされる。重症の急性中毒の場合、縮瞳、意識混濁、けいれん等の神経障害を起こすとされている。

<現在の指針値>

2000年6月に公表されたUS-EPAの報告書では、妊娠ラットへの0.3mg/kg/日の2週間連続投与により顕著なコリンエステラーゼ活性の抑制が見られ、5mg/kg/日では仔ラットへの成長抑制や脳の形態学的変化が認められた。現在の指針値は、 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppb)で、安全性の観点から影響が認められる可能性がある濃度のうち最も低くなる、上記報告を採用し、安全率を加味して設定している。なお、特に仔ラットの脳に形態学的変化が認められたという報告を考慮し、小児を対象とした指針値 $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007ppb)を別途設定している。

(9)テトラデカン

<一般的性質>

テトラデkanは石油臭のある、常温では基本的に無色透明な液体である。凝固点が6℃弱であるため、冬季には固化する可能性がある。分子量は198.39であり、常温における蒸気密度は約6.8、蒸気圧は約0.18kPaである。従って揮発性は他の溶剤に比べると低い。蒸気は空気より重く、高密度の場合は低部に滞留する性質があると考えられる。しかしながら、対流等により拡散した空気との混合気体は相対的に空気と同じ密度になる。

<主な家庭内における用途と推定される発生源>

テトラデカン¹は工業的に灯油留分をさらに精製して生産されている。従って灯油は主要な発生源になり得る。また、塗料等の溶剤に使用されることがある。

<健康影響>

中毒の情報はあまりないが、高濃度では刺激性で麻酔作用があるとされる。皮膚に直接つけた場合、皮膚の乾燥、角化、亀裂を生じることがある。衣服についてそれが長時間皮膚に接触したような場合には接触性皮膚炎を起こすことがある。

<現在の指針値>

現在の指針値は、 $330 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)で、安全性の観点から影響が認められる可能性がある濃度のうち最も低くなる、ラットの経口暴露において肝臓に影響を及ぼさない無毒性量を採用し、安全率を加味して設定している。

(10)フタル酸ジ-2-エチルヘキシル

<一般的性質>

フタル酸ジ-2-エチルヘキシルは無色～淡色の特徴的な臭気がある、常温では粘ちょう性の液体である。分子量は390.5であり、常温における蒸気密度は約13.45、蒸気圧は約0.001kPaである。従って常温ではほとんど揮発しない。上記にあるように蒸気密度は空気よりかなり重い²が、通常は低濃度で拡散した空気との混合気体になっており、相対的に空気と同じ密度になる。

<主な家庭内における用途と推定される発生源>

フタル酸ジ-2-エチルヘキシルは代表的な可塑剤として、壁紙、床材、各種フィルム、電線被覆等様々な形で汎用されている。

<健康影響>

工場等における事故的な高濃度の短期暴露で、目、皮膚、気道に刺激を与えることがある。消化管に影響を与えることがある。反復または長期間の接触により皮膚炎を起こすことがある。

<現在の指針値>

現在の指針値は、 $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.6ppb)で、安全性の観点から影響が認められる可能性がある濃度のうち最も低くなる、雄ラットの経口反復投与において精巣に病理組織学的影響を及ぼさない無毒性量を採用し、安全率を加味して設定している。

(11)ダイアジノン

<一般的性質>

ダイアジノン純品では弱いエステル臭を持つ、無色の常温ではやや粘ちょう性の液体である。分子量は304.35であり、常温における蒸気密度は約10.5、蒸気圧は約 1.2×10^{-6} kPaである。従って揮発性は低い。蒸気は空気より重く、高濃度では低部に滞留する性質があると考えられる。しかしながら、対流等により拡散した空気との混合気体は相対的に空気と同じ密度になる。

<主な家庭内における用途と推定される発生源>

ダイアジノンは主に殺虫剤の有効成分として用いられる。

<健康影響>

有機リン系の殺虫剤であり、アセチルコリンエステラーゼを阻害する。具体的な中毒症状についてはクロルピリホスの項と同様である。

<現在の指針値>

現在の指針値は、 $0.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppb)で、安全性の観点から影響が認められる可能性がある濃度のうち最も低くなる、ラットの吸入暴露において血漿及び赤血球コリンエステラーゼ活性に影響を及ぼす最小毒性量を採用し、安全率を加味して設定している。

<参考>

ノナナールは毒性影響についての情報が乏しいことから継続審議となっているが、以下のような性質を有する。

<一般的性質>

ノナナールはバラ、ミツ、フローラル、グリーン様と評される強い香気を有する、常温では無色の液体である。分子量は142であり、常温における蒸気密度は約4.8、蒸気圧は93℃で約3kPaであり、拡散性がある。蒸気は空気より重く、高密度の場合は低部に滞留する性質があると考えられる。しかしながら、対流等により拡散した空気との混合気体は相対的に空気と同じ密度になる。空気中ではやや不安定といわれる。

<主な家庭内における用途と発生源>

ノナナールは特有の甘い香気を有することからバラ、ユリ、ゼラニウム等のフローラル系の調合香料に配合される。また、シトラス系のフレーバーにも少量用いられる。元来レモン、ライム、オレンジ等の柑橘系の精油に天然成分として含まれる。

<健康影響>

中毒の情報はほとんどない。1%ワセリン液を用いた皮膚感作試験では感作能なしとされている。適量では抗炎症・鎮痛・鎮静作用があるともいわれる。

2) その他の物質

室内に存在している、存在する可能性のある化学物質は上記の物質だけではむろん無い。化学物質というと、何か特殊なものであるというように膾炙される場合があるが、基本的に全ての物質は化学物質であり、我々の生活はこれら化学物質のおかげで成り立っていると言っても過言ではない。これらの極めて多種多様にわたる化学物質を網羅

するのは不可能ではあるが、室内に存在する可能性のある物質については以下の情報があるので参考にされたい。

厚生省(当時)では、代表的物質群別に揮発性の有機化合物約40種について平成9年及び10年に実態調査を行い「居住環境中における揮発性有機化合物の全国実態調査」*として、平成11年12月に結果を公表した。当該調査は、実態の把握を第一義として行っており、その対象は脂肪族炭化水素や芳香族炭化水素等の化学的特徴を有する物質群から、それぞれ代表的と思われる物質をなるべく網羅的にとりあげている。そのため、一般に建材そのものや施工等に人為的に使用されているとされる物質だけではなく、 α -ピネンやリモネンの様に木材や果物からの放散が主であろうと考えられる物質や、パラジクロロベンゼンのように生活行為により発生すると考えられる物質、さらには、通常建材や日用品等には使用されていないと考えられる(室内が発生源ではないと考えられる)物質も含まれている。これらは、ヒトに対する毒性を考慮して選定されたものではないので、存在していることが即問題であるというわけではなく、その点については注意が必要である。具体的な調査対象物質は次頁の表の通りである。

*厚生労働省ホームページ(URL前出) 報道発表資料より入手可能。

別表 測定対象物質

	化学物質名
脂 肪 族 炭 化 水 素	ヘキサン
	ヘプタン
	オクタン
	ノナン
	デカン
	ウンデカン
	ドデカン
	トリデカン
	テトラデカン
	ペンタデカン
	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
芳香 族 炭 化 水 素	ベンゼン
	トルエン
	エチルベンゼン
	m,p-キシレン
	o-キシレン
	スチレン
	1,3,5-トリメチルベンゼン
	1,2,4-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
テルペン類	α-ピネン
	リモネン
ハ ロ ゲ ン 類	ジクロロメタン *
	トリクロロエチレン
	テトラクロロエチレン
	クロロホルム
	1,1,1-トリクロロエタン
	1,2-ジクロロエタン
	1,2-ジクロロプロパン
	p-ジクロロベンゼン
	四塩化炭素
	クロロジブロモメタン
エステル 類	酢酸エチル
	酢酸ブチル
アルコール類	エタノール *
	n-ブタノール
アルデヒド ケトン類	アセトン *
	メチルエチルケトン
	メチルイソブチルケトン
	ノナナール
	デカナール

* 平成10年度は測定せず。

また、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”)では、TVOCの決定方法を検討する中で、室内空気中に現れる可能性のある各種VOCのうち、同定すべき物質として、各化学分類を代表する化合物のリストを提示している。

○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

芳香族化合物の内の幾つかは優先物質にも入っているが、塗料や接着剤の溶剤等に広く使用されている。また、トリメチルベンゼンの一部は、染料、油性ニス、印刷インキ原料等に使用されている可能性がある。ナフタレンは衣類の防虫剤として用いられることがある。

○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

溶剤等に用いられる。ベンジンや石油類を持ち込めば当然発生する。また、ドライクリーニングの溶剤として使われているものもある。

○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

脂肪族と同様、溶剤等に用いられる。

○テルペン

3-カレン、 α -ピネン、 β -ピネン、リモネン

代表的天然成分で木質建材には必ず含まれ、柑橘類などにも多量に含まれている。香料や天然系溶剤、接着剤等としても用いられている。

○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

塗料やラッカーの溶剤として用いられることが多い。この他に、メタノール(ラッカー溶剤等)、エタノール(溶剤、除菌スプレー、消臭剤、酒等多岐)等が存在している可能性が高い。特に一般家庭におけるエタノールの存在量は他と比較しても圧倒的に高い。

○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

一般にはグリコール系の物質は水性ペイントやエマルジョン系の接着剤に含まれている可能性がある。一部殺菌剤や防腐剤の溶剤に使われることもある。自動車の不凍液にも添加されている。(ジエチレングリコール等)

○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

一部香料や防腐剤に用いられているものがある。アルコールの酸化で生じるので二次的発生もあり得る。ホルムアルデヒドやアセトアルデヒド等、炭素鎖の短いものは一般にVOCに分類されない*のでリストにない。ホルムアルデヒドは前記の通りであり、アセトアルデヒドは防カビ剤や香料にも用いられる。エタノールは体内でアセトアルデヒドになるので、これらは人体等からもかなり発生する。臭いがきついものが多い。

*WHO では化学物質を沸点を基準にして4つに分類している

分類名称	略記	沸点範囲
高揮発性有機化合物 Very Volatile Organic Compounds	V V O C	< 0℃ ~ 50-100℃
揮発性有機化合物 Volatile Organic Compounds	V O C	50-100℃ ~ 240-260℃
準揮発性有機化合物 Semi Volatile Organic Compounds	S V O C	240-260℃ ~ 380-400℃
粒子状物質 Particulate Organic Matter	P O M	> 380℃

○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

油性ラッカーや印刷インキなどの溶剤等に使用されている可能性がある。上記にはないがアセトンはマニキュア除光液などの化粧品に含まれている可能性がある。

○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

脱脂能力が高く、溶剤として用いられるが、基本的に工業用である。一部クリーニング溶剤として用いられる可能性がある。(1,4-ジクロロベンゼンは指針値が既設のパラジクロロベンゼンのことである。これは前述のように常温で固体である。)

○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

樹脂、ラッカー、インキ等の溶剤として幅広く用いられる可能性があるほか、一部香料としても用いられる。酢酸エチルはメロン臭として有名であり、実際メロンに含まれている。

○その他

2-ペンチルフラン、テトラヒドロフラン

水性塗料などの溶剤に含まれている可能性がある。

上記VOCリストにはあげられていないが、「健康住宅研究会」において優先取組物質にあげられた可塑剤や、防蟻剤なども多種存在している可能性がある。

○可塑剤

可塑剤は材料に柔軟性を与えたり、加工を容易にしたりするために添加される物質のことである。主に塩化ビニルを中心としたプラスチックに柔軟性を与えるために用いられている。一般的に分子量が大きく揮発性は高くないものが多い。基本的に分子量が大きいものほど揮発性は低くなり、沸点が300℃を越えるようなものでは通常の条件下ではほとんど揮発はしない。

可塑剤には多くの種類があるが代表的なものはフタル酸エステル類とアジピン酸エステル類である。具体的には以下のようなものがある。

フタル酸エステル類(ジメチル、ジエチル、ジブチル、ジ-2-エチルヘキシル、ジノルマルオクチル、ジイソノニル、ジイソデシル、ブチルベンジル等)、アジピン酸エステル類(ジオクチル、ジイソノニル、ジノルマルアルキル、ジアルキル等)、アゼライン酸ジオクチル、セバシン酸ジブチル、セバシン酸ジオクチル、リン酸トリクレシル、アセチルクエン酸トリブチル、エポキシ化大豆油、トリメット酸トリオクチル、ポリエステル系、塩素化パラフィン等

それぞれ特性を有しており、その特性に適した用途に用いられている。家庭内では、塗料、接着剤、壁紙、合成皮革、ホース、電線、ラップ等様々な用途に使用されている。

○防蟻剤

防蟻剤は木材を食い荒らす害虫であるシロアリを駆除・防除するために主に床下に施工されている。(関西以西では屋根裏にも施工される場合がある。)

(社)日本しろあり対策協会が駆除剤、予防剤、予防駆除剤、土壌処理剤等について優良薬剤の認定を行っている。これらは原体そのものを認定しているものではないが、平成12年4月現在認定商品に含まれている可能性がある薬剤には以下のようなものがある。

クロルピリホス、ジクロロフェレチオン、ダイアジノン、テトラクロルビンホス、ピリダフェンチオン、フェニトロチオン、プロペンタホス、プロポキスル、ホキシム、アクリナトリン、アルファシペルメトリン、エトフェンプロックス、シフェノトリン、シフルトリン、トラロメトリン、ビフェントリン、フルメシクロックス、ペルメトリン、フェノブカルブ、ケルセン、アザコナゾール、シプロコナゾール、テブコナゾール、アセタミプリド、イミダクロプリド、シラフルオフェン等

以上には有機リン系殺虫剤、ピレスロイド系殺虫剤、カーバメート系殺虫剤、その他の殺虫剤、殺菌剤等を取り上げた。認定商品については随時追加登録や抹消が行われている。製剤にはこれらの他に溶剤、強力剤、展着剤、界面活性剤、乳化剤、安定化剤等が必要に応じて添加されていることが多い。クロルピリホスについては平成12年11月に同協会より使用自粛要請が出されている。

防蟻剤はそもそも薬効を期待するものであるもので、その使用法には注意が必要である。そのあたりについては「防除処理標準仕様書」*等が同協会より示されているので参考となるものと思われる。

*防蟻剤の施工等については(社)日本しろあり対策協会で「防除処理標準仕様書」、「安全管理基準」の設定、「防除薬剤等」の認定、「しろあり防除施工士」資格制度、「建築物防蟻防腐処理業登録」制度の設定等を行っている。しろあり防除に際してはこれらの基準が遵守されることが重要であろう。同協会の登録業者についてはホームページで確認できる。(URL:<http://www.hakutaikyo.or.jp/>)

また、シロアリ駆除が目的ではないが、上記のうち一部薬剤は畳の防虫加工紙として使用されることもある。

以上は、代表例をなるべく網羅的に取り上げてきたものであり、これらの物質は健康影響を指標にして選択されたものではない。中には薬効が知られるものもあり、そういったものは適量であれば人体にも意図した効果を示すものもあるであろう。また適切に使用することにより、生活の質を向上させているものも多々あり、全てを排除しようとするのは不可能である。また、空気中に存在する物質は当然これだけではない。建材、家具、日用品から放散される他、様々な生活行為によっても空気質は大きく変化することは念頭に置いておく必要があるだろう。

さらに詳細な発生源等については、前出のユーザーズマニュアルや健康住宅研究会の報告書に詳しいので参照していただきたい。

5. 建材の規格等について

1) 木質建材

木質建材は家屋中で最も使用量が多いことから、化学物質の放散量についての関心が高いと思われる部分である。現在、一部建材のホルムアルデヒドの放散量について、日本農林規格(JAS)、日本工業規格(JIS)の規格が存在する。

(1)日本農林規格(JAS)

JASでは建材のうち、普通合板、構造用合板、コンクリート型枠用合板、難燃合板、防災合板、構造用パネル、フローリング、集成材、構造用集成材、単板積層材及び構造用単板積層材についてホルムアルデヒド放散量に応じた等級を定めており、これらにはJASマーク*が添付されている。

*URL:<http://www.jasnet.or.jp/rule/mark2.html>

現在の表示区分及び規格概要は以下の通りである。

表示の区分	ホルムアルデヒド放散量 ^{※1}	
	平均値	最大値
F _{C0}	0.5mg/リットル以下	0.7mg/リットル以下
F _{C1}	1.5mg/リットル以下	2.1mg/リットル以下
F _{C2} (F _{C2-S} ^{※2})	5.0mg/リットル以下 (3.0mg/リットル以下 ^{※2})	7.0mg/リットル以下 (4.2mg/リットル以下 ^{※2})

※1 一定量の蒸留水を入れた20℃のデシケーター内に、一定量の試料を蒸留水に接触しない形で24時間放置し、蒸留水に吸収されたホルムアルデヒド濃度を測ったもの。

※2 集成材及び構造用集成材については（ ）内に掲げる表示の区分及び数値

(2)日本工業規格(JIS)

JISでは木質系建材のうち、MDF(Medium Density Fiberboard, 中密度繊維板)、パーティクルボードについて、ホルムアルデヒド放出量に応じた等級を定めており、これらにはJISマークが添付されている。

現在の表示区分及び規格概要は以下の通りである。

表示の区分	ホルムアルデヒド放散量※
E ₀	0.5mg/リットル以下
E ₁	1.5mg/リットル以下
E ₂	5.0mg/リットル以下

※ 一定量の蒸留水を入れた20±1℃のデシケーター内に、一定量の試料を蒸留水に接触しない形で24時間放置し、蒸留水に吸収されたホルムアルデヒド濃度を測ったもの。

平成12年4月1日に施行された「住宅の品質確保の促進等に関する法律」の住宅性能表示制度においては、合板等ホルムアルデヒドの放散量に係る規格のある建材についての

使用の有無とその等級(4～1)を表示することとなっている。また、(社)住宅生産団体連合会においては、「住宅内の化学物質による室内空気質に関する指針」を平成11年3月2日に発表し、建材について使用を推奨する等級について言及している。当指針はその後平成13年3月2日に改訂され、J I S、J A Sの改正に合わせて記述が見直されたほか、平成11年の指針公表以降に厚生省(当時)から新たに示された物質についての指針や、換気等についての記述が追加された。

輸入建材については、J A Sでは認定を受けている工場で生産されたものの他、持ち込み検査によってもJ A Sマークの表示が可能となっている。J I S関係では、J I Sマークを取得していないJ I S規格外品について、これと同等のものとして(社)日本建材産業協会が「建材表示制度・空気環境性能表示」を創設し、繊維板とパーティクルボードを対象として、申請品についてホルムアルデヒドの放出量を「F E Cマーク」により表示している。

現在、ホルムアルデヒド放散量についての関心が高まっていることもあり、F_{C1}以下のレベルの合板、E₂以下のレベルのMDF、パーティクルボードの入手が困難なほどになっているということである。

<参考>

J A S、J I S規格においては、様々な名前の付いた建材が登場してきているが、これらは張り合わせる木材の形状によって大きく分類できる。

1. 集成材

基本的に挽板(ラミナ)を繊維方向をほぼ平行にして長さ、幅及び厚さの方向に集成・接着したもの。造作用と構造用に大きく分けられる。さらに大きさの違い、化粧ばりのあるなし等でさらに細かい分類がある。

一般住宅内では主に柱、階段、長押、手すり、敷居、鴨居等に使用されている。

2. 合板

基本的に単板を3枚以上、繊維方向を直角にして張り合わせたもの。このうち表面にオーバーレイ、プリント、塗装等の加工が行われていないものが普通合板である。このうち建築物の構造耐力上主要な部分への使用を目的とするものについては構造用合板としての規格がある。コンクリート型枠用合板は、建築や土木等で用いられているコンクリート型枠への使用を目的とするものである。防災合板、難燃合板はいずれも難燃性の材料を積層したりして、耐火性を付与したものである。

3. 単板積層材(Laminated Veneer Lumber, L V L)

合板が単板を繊維方向を直角にして張り合わせるのに対し、平行にして張り合わせたもの。合板が面材料であるのに対し、積層材は柱や梁等の軸材料に使用される。合板と同じく、構造的な用途に用いることを目的とするものに対しては、構造用積層材としての規格がある。

一般住宅内では主に、ドア枠、窓枠等の内装部材や土台、たるき、棟木等の構造部材に用いられる他、タンスなど箱型の家具にも使われている。

4. パーティクルボード、OSB

木材の小片(パーティクル)を接着剤を用いて成型熱圧して板状にしたもの。解体材や未利用廃材も使用でき、均質で、厚く、大面積の板が得られるのが特徴である。これに化粧板を施して使用されることもある。一般住宅内では家具に利用される他、下地や内壁にも用いられる。

また、主に北米で生産されるボードに、主にはアスペンと呼ばれる小径の広葉樹を小片に加工し、接着剤を加えて成型したもので、ウェハーボード(Wafer Board)や配向性ストランドボード(Oriented Strand Board)と呼ばれるものがある。

*構造用パネル

パーティクルボードはその強度面から構造用の建材にはあまり用いられていなかったが、一定の強度を持つもの等は構造パネル(壁下地や床下材)に使用できるようになっている。OSBについては「構造用パネル」としてJASが設けられている。

5. ファイバーボード

木材繊維(ファイバー)を主な原料として成型した板状製品の総称。ファイバーは木片(チップ)を高温高压下で蒸煮し、さらに機械的に解繊して作られる。密度により3種に区分されている。

- | | |
|--|---------------------|
| ・ 0.35g/cm ³ 未満 | インシュレーションボード(軟質繊維板) |
| ・ 0.35g/cm ³ 以上0.80g/cm ³ 未満 | MD F (中密度繊維板) |
| ・ 0.80g/cm ³ 以上 | ハードボード(硬質繊維板) |

MD F 以外は元々ホルムアルデヒドを放散する可能性のある接着剤が用いられていないので、JISに放散量基準はない。

MD F は家具、床、屋根、内外壁の下地等に広く用いられている。

*フローリング

フローリングは「主として板その他の木質系材料からなる床板であって、表面加工その他所要の加工を施したもの」であり、様々なものがある。大きく分けると主にムクの木で作られた単層フローリングと、合板に表面材を張った複合フローリングである。

その内容は多岐にわたるが、複合フローリングの多くは先出した合板、LVL、パーティクルボード、ファイバーボード等の台板に化粧板が施されたものである。

2) 壁紙等の規格

壁紙には J I S 規格があり、退色性、耐摩擦、隠ぺい性、施工性、湿潤強度、ホルムアルデヒド放出量、について品質の規格が定められている。このうちホルムアルデヒド放散量についてはデシケーター法による試験において 1mg/L 以下とされている。

また、壁紙施工用でん粉系接着剤にも J I S 規格が定められており、接着強さ、かび抵抗性、ホルムアルデヒドの放出量、不揮発分、p H、凍結融解安定性、について品質の規格が定められている。このうちホルムアルデヒド放散量については、デシケーター法による試験において 1mg/L 以下とされている。

いずれについても、試験切片のサイズ、作成法等について規定があるので、詳細については、JIS A 6921 もしくは JIS A 6922 を参照いただきたい。

3) 業界規格・指針等

(1) I S M規格

壁装材料協会*ではインテリア材料(壁紙)について「ISMガイドライン」を定め、これを満たす商品についてISMマークの表示を行っている。

概要は以下の通りであるが、詳しくはパンフレットを入手して確認していただきたい。

* URL: <http://wacoa.topica.ne.jp/ism/>

安全規定

物 質 名	商品の判定基準
ホルムアルデヒド	0.01ppm 以下
残留VOC	300 μ g/m ³ 以下
塩化ビニルモノマー*	0.1ppm 以下
重金属**	
(1)バリウム	300mg/kg 以下
(2)鉛	5mg/kg 以下
(3)クロム	5mg/kg 以下
(4)アンチモン	1mg/kg 以下
(5)ひ素	0.5mg/kg 以下
(6)カドミウム	1mg/kg 以下
(7)水銀	0.1mg/kg 以下
(8)セレン	5mg/kg 以下

* 検出されないこと

** 試験機関の検出限界値以下であること。特に(2)～(8)は原材料の不純物レベルまで管理して検出限界以下を保つこと。

原材料・製造工程における規則

1)沸点400℃/760mmHg以上の可塑剤を使用する。

2)印刷インキは有機溶剤5%以下の水性インキを使用すること。

- 3)ハロゲン系及び芳香族系の溶剤を使用しない。
- 4)発泡剤にクロロフルオロカーボン類を使用しない。
- 5)有機リン系及びハロゲン系の難燃薬剤を使用しない。

ISMと類似の海外での規格として、ドイツのRAL、欧州のIGIによるEマーク、フランスのNFマークなどがある。この中ではRALが最も厳しいとされる。ISMではこれらと同等かそれ以上に厳しい規格が設定されている。

(2)S V規格

壁紙製品規格協議会では、壁紙製品に対して「壁紙製品標準規格(S V規格:Standard Value)」を定め、これに適合する製品についてSVマークの表示を認めている。概要は以下の通りであるが、詳しくはホームページ*等を利用して入手し、確認していただきたい。

* <http://www.svkikaku.gr.jp/first.html>

規格値概要(化学物質関係のみ)

試験項目	紙系壁紙	ビニル壁紙	メフイン系等壁紙
ホルムアルデヒド(ppm)	0.05以下*	同左	同左
重金属(mg/kg)			
(1)ヒ素	5以下	同左	同左
(2)鉛	30以下		
(3)カドミウム	5以下		
(4)クロム(VI)	20以下		
(5)水銀	2以下		
(6)セレン	10以下		
塩化ビニルモノマー(mg/kg)	0.1以下	同左	同左
T V O C (μ g/g)	100以下	同左	同左
T E X 芳香族(μ g/g)	10以下	同左	同左
安定剤	原材料には鉛、カドミウム、有機スズを含有する安定剤は使用しない。		
可塑剤	原材料には沸点300℃以上の難揮発性可塑剤を使用する。フタル酸ジ-n-ブチルは使用しない。		
発泡剤	原材料にはフルオロカーボン類は使用しない。		

* 壁紙100g中のホルムアルデヒド12mgが0.05ppmに相当。

この他に退色性、耐摩擦、隠蔽性、施工性、湿潤強度等の性能についても規格を定めている。

(3)「住宅内の化学物質による室内空気質に関する指針」

(社)住宅生産団体連合会が平成11年3月にとりまとめ、平成13年3月に改訂された。ホルムアルデヒド放散量低減のための対策、優先取組物質に関する注意事項、換気対策、顧客への説明指針等をまとめたもの。当連合会ホームページより入手可。

例) 内装仕上げ材に用いる合板類はホルムアルデヒドの放散量が日本農林規格(JAS)で定めるFc0等級レベルのものとし、MDF及びパーティクルボードはホルムアルデヒドの放出量が日本工業規格(JIS)で定めるE0等級レベルのものとする。ただし、通気性がある畳・カーペットなどの下地板も同様とする。

(4)「住宅用接着剤に含まれる揮発性有機化合物の指針」

日本接着剤工業会が主な住宅用接着剤について、それぞれ含有量制限や方針を示したものの。当工業会が作成予定の「住宅用接着剤と室内環境」に収録予定。

例) ユリア樹脂系接着剤	ホルムアルデヒド含有量	1%以下
フェノール樹脂系接着剤	〃	0.5%以下 等

(5)「室内における健康安全環境を考えた塗装設計施工マニュアル」

(社)日本塗料工業会が塗装業者や工務店塗装設計担当者に対する簡単なマニュアル。

*当マニュアルは工業会より購入可能。

6. 換気について

1) 換気と室内空気中化学物質濃度

一部前述したように、室内空気中の汚染物質濃度はその発生量と排出量で決まる。単純に一定時間における増加量を式にすれば

$$\text{室内空気中の汚染物質増加量(C)} = \text{汚染物質の発生量(M)} - \text{汚染物質の排出量(Q)}$$

である。汚染濃度が高くなると排出される量も多くなるので、いずれこの式は0になり、室内空気中濃度は一定になる。式の上からは、Qが大きいほど平衡濃度は低い事が想定できる。

実際の住宅においてはMもQも絶えず変動するので簡単ではないが、Qの重要度は明らかである。発生量Mは建材、家具、日用品、食品等からの放散や生活行為等による発生できまり、汚染物質の排出量Qは基本的に換気できまるといってよいだろう(分解や吸着等特段の手段もこの頁を増加させるが、流入空気が汚染されていた場合は逆になる)。

「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」(ビル管理衛生法、ビル管法と略されることが多い)では、特定の建築物における室内環境基準値としてCO₂1000ppm以下等を定めている。これに基づきオフィスビル等では機械換気システムの整備が進んでいる。米国では「シックビル症候群」という言葉が著名であるのに対し、日本では「シックハウス症候群」という言葉が市民権を得たのもこのことと関連があるものと思われる。

Mが極端に大きい場合は、通常の生活で獲得しているQでは不十分であろうから、このような住宅については外科手術的な工事が必要となるかも知れない。こうした住宅を現存のものは改善し、新規には作らないようにしていくことが問題解決の上で重要なポイントとなるだろう。

2) 換気の実際

換気には大きく分けると自然力を利用する自然換気と機械力を利用する機械換気とがある。また、給気と排気のコントロール状況によっても第1種～4種に分けられる。

(1)自然換気

特段の機械換気システムが備え付けられていない建物では、換気をしようといった場合、このやり方に頼ることになる。自然換気は自然力に依存しているので、この自然力を上手に利用することで換気効率を上げられる。自然力は主には風力や温度差によって作られる気圧の勾配である。

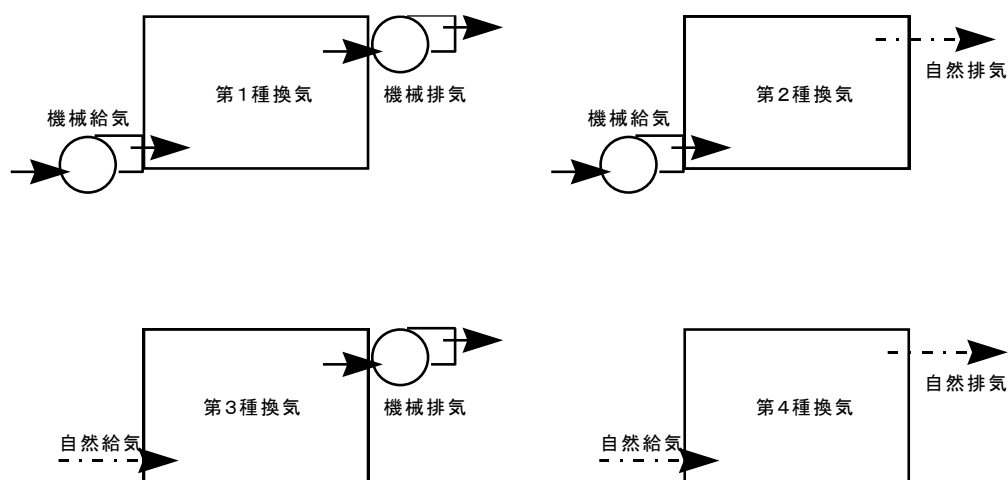
例えば、建物に向かって風が吹き付けられると、風上側では気圧が上昇し、風下側では気圧が低下する。よって、建物に隙間があれば風上側から風下側に向かって気流が発生し、自然換気が行われる。この隙間を広げれば換気量は増え、狭めれば減ることになる。また、

暖房や日光の入射などによって室内の空気が暖められると、暖められた空気が上昇することによって天井側の気圧が上昇し、部屋の内部に気圧の勾配が生じる。建物に隙間があれば、暖められた空気は部屋の上部の隙間から逃げ、逆に床面近くの隙間からは外気が進入する。夏季に冷房をすると、今度は冷気が部屋の下部の隙間から逃げる。これによっても自然換気が行われる。このような自然換気は日常生活において特にそれとは意識しないうちに経験していることを利用しているものである。

(2)機械換気

機械換気は機械力を使って強制的に圧力差を作り出し、気流を発生させるものである。機械力を使用するため、計画的に換気量を設定することも可能である。機械換気には給気・排気とも機械力を使用するものと、そのどちらかのみに機械力を使用するものがあり、給排気とも機械力を使用されるものが第1種、給気のみ機械力が使用されるものが第2種、排気のみに機械力が使用されるものが第3種換気と呼ばれている。給気・排気とも自然力を利用する自然換気はこの分類では第4種換気である。

昨今の高気密住宅では、必要換気量をまかなえるように機械換気システムを備え付けているものがあるが、このような場合にはシステムを止めるのは望ましくない。これらについては「住まいのしおり」等の記載事項を守ることが必要であろう。



換気方式の分類

(3)換気量のコントロール

機械換気の場合、換気量は機械的にコントロール可能であることが期待される。一方、自然換気の場合は周辺環境の影響を大きく受けるので、望みとする換気量を得るのは困難かも知れないが、その条件下で最大の効率を得るための工夫は可能である。基本的に昨今の住宅では、何もしなければ換気量が不足がちになると思われるので、換気量を増やす方の工夫が必要であろう。

計画換気システムが備えられていない家屋において、換気量を増やすための基本的考え

方は以下のようなものであろう。

- ・窓開けに際しては開口部(主に窓)を2ヶ所以上つくる。

空気の通り道を作るのが重要である。風上と風下の両方を開放するのがもっとも有効で、難しい場合は風上と側面を開放する。風下のみの開放ではあまり効果は期待できない。また、風上のみの開放では部屋全体の換気効果は低い。

空気の流入が明らかに感じられるときなど、風が強いときには5分程度の窓開けでもほとんど空気は入れ替わると思われる。外出するなどして部屋が長時間締め切られていた時などには、窓を全開してまず空気を十分入れ換えるべきであろう。

- ・換気用小窓、ガラリ、換気口を利用する

昨今の住宅ではサッシやドアに換気用小窓やガラリが、壁には換気口が備え付けられていることが多い。これらはなるべく自然換気を利用しようとするものであるから、小窓やガラリはなるべく開放しておくようにし、換気口を気付かないうちに家具等で塞いでしまっていないか気を付ける必要がある。これらの換気口は上下に設けられていることが多く、風力のみならず温度差による自然換気にも有効であると考えられる。

- ・補助的に局所換気を利用する

大規模な計画換気システムが備わっていなくても、キッチンのレンジフード、浴室やトイレの換気扇等の局所換気はほとんど全ての家屋に備わっていると思われる。無風で自然換気があまり期待できそうにない時や、集合住宅で窓が一面にしか存在しない時など、これらを補助的に活用するのは有効であろう。この際に注意することは、これらの局所排気口と、給気口となるであろう隙間が離れているようにすることである。居間の小窓が開いており、キッチンの換気扇が作動しているときには、居間～キッチンに気流が生じ、屋内が換気されることが期待できるが、換気扇の近傍に給気口が存在すると空気はその範囲のみ循環し、室内の換気には有効とならない。(局所排気はこれが本来の役割であるので、逆に給気口を閉鎖しておく必要が生じるかも知れない)

これらは特段の準備無しに活用できると思われるものであるが、適切な換気量が得にくいのであれば、換気扇や換気システムの導入が必要かも知れない。

7. 関連機関等

室内空気環境の改善については、現在様々な方面から取組が行われている。相談者もそれぞれ必要としている情報が異なると思われる。ここではこれまでに紹介してきた関連情報等について、さらに詳しい情報等が入手できる機関や、特定の案件について相談出来る機関を参考として記載したので必要に応じて活用していただきたい。

機関名	連絡先	概要
(財)住宅リフォーム・紛争処理支援センター	03-3556-5147 平日10:00～17:00 http://www.chord.or.jp/	住宅に関する相談全般
日本健康住宅協会	06-6390-8277 月/水/金10:00～17:00 http://www.kjknpo.com/	健康住宅についての相談全般
健康住宅普及協会	06-6441-0181 平日9:00～17:00 (12:00～13:00除く) http://www.kenkoujyuutaku.or.jp/	健康住宅についての相談全般
消費生活センター, 国民生活センター(全国)	http://www.kokusen.go.jp/soudan/map/index.html	
(財)住宅保証機構	http://www.ohw.or.jp/	ホルムアルデヒド簡易測定器の貸し出しサービス等について
住宅金融公庫	http://www.jyukou.go.jp/	住宅金融公庫の割増融資等について
(社)住宅生産団体連合会	03-3592-6441 http://www.judanren.or.jp/	「住宅内の化学物質による室内空気質に関する指針」、住宅関連紛争処理事例集の購入等
化学製品PL相談センター ((社)日本化学工業協会)	03-3580-1951 平日9:30～16:00 http://www.nikkakyo.org/	化学品全般についての相談、情報提供等
インテリアPLセンター (壁装材料協会)	03-3403-7897 http://wacoa.topica.ne.jp/plcenter	壁装材料及び関連製品についてのPL相談
塗料PL相談室 ((社)日本塗料工業会)	03-3443-2074 http://www.toryo.or.jp	塗料についてのPL相談等
日本接着剤工業会	03-3434-3303 http://www.jaia.gr.jp/	接着剤の施工基準やVOCについての指針等
日本しろあり対策協会	03-3354-9891 http://www.hakutaikyo.or.jp/	防蟻剤や防蟻処理についての情報等
集成材相談室 (日本集成材工業協同組合)	03-3434-6527 http://www.syuseizai.com/	集成材についての情報等
日本合板工業組合連合会	03-3591-9246 http://www.nichigouren.or.jp/	合板についての情報等

日本フローリング工業会, 日本複合床板工業会	03-3643-2948	フローリングについての情報等
(財)日本合板検査会	03-3591-7438 http://www.jplic-ew.or.jp	合板の規格や検査等
(財)日本住宅・木材技術センター	03-3589-1788 http://www.howtec.or.jp	木材と木造住宅に関する情報の 収集・提供等
壁装材料協会	03-3403-8760 http://wacoa.topica.ne.jp/	I S M規格等について
壁紙製品規格協議会 (SV協議会)	03-5413-0602 http://www.svkikaku.gr.jp/	SV規格等について
(社)日本インテリアファブリックス協会	03-3433-4521 http://www.nif.or.jp/	カーテン、カーペット等、内装材 料についての情報等
東京弁護士会住宅紛争審査会	03-3581-9040 平日10:00～12:00 13:00～16:00	「住宅性能表示制度」対象住宅に ついての紛争処理*
公害環境110番	03-3581-5379 第2,第4水曜日 10:00～12:00	公害等に関する相談
(財)建築環境・省エネルギー機構	03-3222-6681 http://www.ijnet.or.jp/ibec/	「設計・施工ガイドライン」, 「ユーザーズマニュアル」につい て等

* 住宅性能表示制度の対象住宅の紛争処理は、上記の他、全国50の弁護士会で対応。