

PC およびタブレット端末に関する
VOC 放散速度指針値
(第 2 版)

2019 年 3 月

JEITA

一般社団法人 電子情報技術産業協会

目次

1.放散速度指針値制定の背景と目的	1
2.適用範囲	2
3.引用規格	2
4.用語の定義	3
5.指針値	5
6.化学物質放散速度測定方法	7
7.解説	11
附属書	19

改版履歴

- 2005 年 9 月 「パソコンに関する VOC ガイドライン(第 1 版)」発行
- 2008 年 3 月 「パソコンに関する VOC ガイドライン(第 2 版)」発行
《主な改訂箇所》
○測定方法の変更
・採取時期を国際規格 ISO/IEC 28360 と整合
・電源オプション／省電力モードの図に Windows Vista 追加
- 2011 年 3 月 「PC に関する VOC 放散速度指針値(第 1 版)」発行
《主な改訂箇所》
○文書名の変更
○適用範囲の見直し
・ディスプレイサイズの規定を設定
・任意の対象物質としてテトラデカンを追加
- 2014 年 1 月 「PC およびタブレット端末に関する VOC 放散速度指針値(第 1 版)」発行
《主な改訂箇所》
○適用範囲の見直し
・タブレット端末を対象に追加
- 2019 年 3 月 「PC およびタブレット端末に関する VOC 放散速度指針値(第 2 版)」発行
《主な改訂箇所》
○指針値設定にあたっての考え方の見直し
・学校環境衛生管理マニュアル[平成 30 年度改訂版]と整合
○指針値の見直し
・キシレンの指針値を改訂



1 放散速度指針値制定の背景と目的

近年、建物の高断熱化、高気密化が進展した結果、居住環境から発生する化学物質等の汚染物質が室内に滞留することによって頭痛や目眩などの健康被害が発症するいわゆる「シックハウス症候群」が問題になっている。

「シックハウス症候群」対策として厚生労働省は、1997年にホルムアルデヒドの室内濃度指針値を策定し、以降「シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会」を開催し、室内濃度指針値の追加と検討に取り組んできた。

これを受けて、文部科学省も学校における教室等の健全な室内環境の維持・改善を図るため、2002年に「学校環境衛生の基準」の一部改訂を行い、教室等の空気環境の検査項目にホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物(トルエン、キシレン、パラジクロロベンゼン)の濃度を追加し、新たにコンピュータ等学校用備品の搬入時に厚生労働省が定めた室内濃度指針値を超えないことを確認するよう義務付けた。このため、学校商談等において納入機器に関するVOC及びアルデヒド類の放散量データ提示や室内濃度が判定基準を超えないことの確認が求められるようになった。学校環境衛生の基準は2004年に更に改訂され、エチルベンゼンとスチレンが追加され、現在6物質が規制の対象となり、2009年には学校保健安全法施行に伴い、新たに「学校環境衛生基準」として施行された。

一方、電子機器を対象とする化学物質放散量測定方法については、2007年9月に国際規格であるISO/IEC 28360「Determination of chemical emission rates from electronic equipment」が制定された。このISO規格は、複写機、情報機器及びデジタル家電を対象としており、パソコンおよびディスプレイも含まれる。さらに、国内では2008年にISO/IEC 28360と整合するJIS C 9913:2008「電子機器からの揮発性有機化合物(VOC)及びカルボニル化合物放散測定方法—チャンバー法」が制定された。

このような背景から、JEITAでは業界で統一した測定方法及び放散量の指針値を設定するとともに、パソコンにおけるVOC及びアルデヒド類に対する自主的な取り組みに関して、広く一般に実情の周知・啓発を図るために、2005年9月に「パソコンに関するVOCガイドライン(第1版)」を発行し、2008年には本ガイドラインで規定するVOC放散量測定方法をISO/IEC 28360と整合させ、第2版に改訂した。

また、2010年には「AV機器からのVOC放散速度の指針値」を発行したが、使用想定条件等の違いにより、一部対象物質の相異があったため、JEITAとして統一を図り、対象物質を見直し、名称を「パソコンに関するVOCガイドライン」から「PCに関するVOC放散速度指針値(第1版)」とした。さらに、2014年には、学校等への導入事例も増加していることから、近年急速に普及が進んでいるタブレット端末を対象に追加し「PCおよびタブレット端末に関するVOC放散速度指針値(第1版)」とした。

その後、2018年3月に学校環境衛生管理マニュアルが改訂され、2019年1月に室内濃度指針値が改定されたことから、第2版に改訂を行った。



適用範囲および適用開始

2.1 対象機器

本書は、デスクトップ型パソコン(キーボード、マウスを含む)、ディスプレイ一体型パソコン(キーボード、マウスを含む)、ノート型パソコン、タブレット端末、ディスプレイを対象とする。尚、それぞれのパソコンには、シンクライアントも含むものとするが、販売形態がサーバとして分類されるもの、および30型以上のディスプレイは本書では対象外とした。また、タブレット端末は電池駆動が前提の製品のため、測定に必要な時間連続稼働の設定が出来ない等、測定条件を満足できない製品があることも考慮し、適用については任意とする。

2.2 対象物質

本書は、学校環境衛生基準に定められた6物質にアセトアルデヒドを加えた表1に示す計7物質を対象とし、厚生労働省室内濃度指針値の対象であるテトラデカンについては任意とする。

表1 対象物質

物質名	指定	備考
トルエン	学校環境衛生基準	VOC
キシレン	同	VOC
パラジクロロベンゼン	同	VOC
エチルベンゼン	同	VOC
スチレン	同	VOC
ホルムアルデヒド	同	アルデヒド類(VVOC)
アセトアルデヒド	条例等で指定	アルデヒド類(VVOC)

2.3 適用開始

各社、対応可能な時期から適用する。



引用規格

JIS C 9913 「電子機器からの揮発性有機化合物(VOC)及びカルボニル化合物放散測定方法 -チャンバー法」

ISO/IEC 28360:2007, Determination of chemical emission rates from electronic equipment

ISO 16000-3:2001, Indoor air - Part 3: Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds - Active sampling method (MOD)

ISO 16017-1:2000, Indoor, ambient and workplace air - - Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography - - Part 1: Pumped sampling



4 用語の定義

本書で用いる主な用語の定義を以下に示す。

(1) VOC

Volatile Organic Compounds(揮発性有機化合物)の略語であり、揮発性を有する有機化合物の総称。本書では、測定室内の空気中からガスクロマトグラフによる分析において、非極性カラム上で n-ヘキサンから n-ヘキサデカンを含む間で検出される揮発性有機化合物を VOC と規定する。

(2) アルデヒド類(Aldehyde)

分子中にアルデヒド基(-HC=O 基)を有する化合物の総称。一般に、アルデヒドはアルコールを酸化することにより生成するが、さらに酸化されてカルボン酸になりやすい。アルデヒドはカルボニル基(C=O)付加反応性とカルボニル基 α 炭素の高い置換反応性から、種々の反応原料として有用な化合物である。

(3) 室内濃度指針値

厚生労働省「シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会」が策定した室内空気汚染に係るガイドラインとしての室内濃度に関する指針値。指針値とは法規制による基準値ではなく、室内空気の状態の目安として利用されるものである。指針値の詳細については、以下の URL を参照のこと。尚、参考までに附属書 2 に抜粋した。

(<https://www.mhlw.go.jp/content/000470188.pdf>)

(4) 学校環境衛生基準

学校保健法に基づく環境衛生検査、事後措置および日常における環境衛生管理などを適切に行い、学校環境衛生の維持・改善を図ることを目的として文部科学省が策定した管理基準。照明、騒音、施設・設備などの生活環境や空気、水質、給食、害虫・害獣などの衛生環境について、それぞれの検査項目、検査方法、判定基準、事後措置を定めている。教室等の空気環境の中で、ホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物に関する規定がある。

(5) チャンバー(放散化学物質測定室)

被測定機から空気中に放散する VOC などの化学物質の放散量を測定するときに用いる、被測定機を入れるための測定容器もしくは測定室のこと。本書では、IT機器からの極微量な化学物質を測定するのに用い、次のような性能を有する。

- 外気中の大気汚染物質を除去する。
- 居住環境から発生する VOC などを除去する。
- 空気の流量や温度など室内条件を制御できる。
- IT 機器からの VOC 放散量を測定する。

(6) シンククライアント

企業の情報システムにおいて、クライアントに最低限の機能しか持たせず、サーバ側でアプリケーションソフトやファイルなどの資源を管理するシステム構成のなかで、セキュリティを重視した端末である。

ハード的には HDD を内蔵していなく、CF カードを搭載して OS をクライアント側に持ちかつ書き込み不可としているもの、CF カードも搭載しないで OS をサーバ側に持つものがある。いずれも単体では機能しない。

(7) 部屋の換気回数

部屋の体積の空気が1時間に換気扇等で入れ替えられる回数(回/h)。

(8) 予測最高到達濃度

1 機器からの放散速度や教室の大きさ、部屋の換気回数一定とした場合、当該部屋内雰囲気中の平均濃度は時間とともに急激に増加した後、ある一定の濃度に限りなく近づく挙動を示す。この濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)を予測最高到達濃度と呼ぶ。

(9) 気積

実質延べ床面積(m^2)に平均天井高さ(m)をかけた建物の換気が必要な容積(m^3)のこと。実質延べ床面積とは延べ床面積(建物の各階の床面積を合計したもの)に吹き抜け部分や天井の高さなどを考慮したものであり、平均天井高さは、天井高さに吹き抜け部分や屋根の傾斜部分を考慮したもの。

(10) チャンバーの換気回数

放散化学物質測定室内に 1 時間に送り込まれる清浄空気体積と放散化学物質測定室容積との比。1 時間当たりの空気交換の回数(回/h)で表現する。

(11) 放散速度

被測定機から単位時間あたりに放散される各物質の質量[$\mu\text{g}/(\text{h}\cdot\text{unit})$]。

(12) 相対湿度

空気中の水蒸気量(湿度)を示す尺度の 1 つ。 $(e/e_s) \times 100$ (e :水蒸気分圧, e_s :飽和水蒸気圧)で表される飽和の程度を表す量で、水蒸気分圧を飽和水蒸気圧のパーセンテージで表したもの。一般に言う湿度とは相対湿度のことをいう。

(13) バックグラウンド濃度

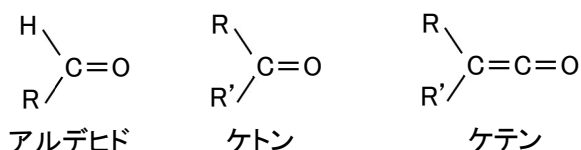
被測定機を入れないで測定したときのチャンバー内の濃度。大気汚染による外気濃度、内装建材からの放散による室内濃度、前回の測定時に被測定機から発生しチャンバー内に残留する濃度などのうち清浄しきれなかったものが捕集空気に混ざって、測定妨害になる場合がある。このため予めバックグラウンド濃度を把握しておき、被測定機を入れて測定した濃度との差を被測定機からの放散物質濃度として用いる。

(14) DNPH カートリッジ

DNPH は 2,4-dinitrophenylhydrazine (ジニトロフェニルヒドラジン)の略であり、DNPH カートリッジとは 2,4- DNPH を含浸させた吸着剤を充填したカートリッジのこと。このカートリッジに空気を通すことでアルデヒド類をヒドラゾン誘導体として捕集する。

(15) カルボニル化合物

カルボニル基($\text{C}=\text{O}$)を有する化合物のうち、アルデヒド、ケトン、ケテンをカルボニル化合物という。カルボニル基の C に C, H 以外の原子(O やハロゲンなど)が結合している化合物はカルボニル化合物と呼ばない。



(16) カルボニル化合物DNPH誘導体

DNPH 化合物に誘導体化されたアルデヒド類。DNPH 誘導体化された化合物を液体クロマトグラフ装置で分離分析を行う。

(17) 高速液体クロマトグラフ

アルデヒド類の分析に用いる方法。溶媒に溶けた有機物が主な測定対象であり、アミノ酸など生体物質の分離同定に多用されている。送液ポンプで送られている溶離液（移動相）に注入した試料中の各成分が、カラム（分離管）内の充填剤（固定相）を通過する間に相互に分離され、これをカラム出口に接続した検出器で検出し定量する。充填剤には多孔質のシリカゲル、アルミナ、ポリスチレンなどが用いられ、検出器として紫外可視分光光度計や蛍光検出器などがある。

(18) Tenax 管

管径 4mm 程度の硬質ガラス製またはステンレス製の管に、Tenax-TA、Tenax-GC、カーボンモレキュラーシーブ等の粒状の吸着剤を充填した管。これに測定対象空気を通気させることにより、当該空気中の揮発性有機物を吸着・濃縮した後、管にヘリウム等の不活性ガスを通気させながら急加熱することにより、吸着物質を定量的に脱着し、GC/MS 等の分析装置に導入することに使用する。

(19) 加熱脱離装置

急速に加熱することで気化させ、吸着している物質を吸着剤の吸着界面から脱離（脱着）させる装置。

(20) ガスクロマトグラフ質量分析装置

低沸点有機化合物を対象に分離法としてガスクロマトグラフを、定性・定量法として質量分析計を組み合わせた分析装置。試料を加熱気化後、ガスクロマトグラフで各成分を分離し、高真空の質量分析計に導入する。質量分析計内で分子がイオン化されると同時に開裂を起こし、フラグメントイオンが生成する。このとき生じる分子イオン及びフラグメントイオンは分子特有であるため、成分を定性・定量できる。

(21) 学校環境衛生管理マニュアル

学校環境衛生基準を詳しく解説した文部科学省作成のマニュアル。検査項目ごとに「検査項目及び基準値の設定根拠等の解説」、「検査方法等の解説」、「事後措置」がまとめて記載されている。詳細については、以下の URL を参照のこと。

(http://www.mext.go.jp/a_menu/kenko/hoken/1292482.htm)

5 指針値

5.1 指針値設定にあたっての考え方

シックハウスに関する厚生労働省室内濃度指針値は部屋の濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)を規定している。一方、パソコンからの VOC 放散は 1 台あたりの放散速度を基準とせざるを得ない。したがって、以下のような「室内濃度と放散速度との関係」を用いて指針値を定めた。

部屋の内容積を $V(\text{m}^3)$ 、部屋の換気回数を $n(\text{回}/\text{h})$ 、1 機器からのある物質の 1 時間当りの放散速度を $\text{SER}[\mu\text{g}/(\text{h}\cdot\text{unit})]$ 、設置台数を $u(\text{unit})$ 、パソコンからの放散速度が経時変化しないと仮定したときに、予測される最大室内濃度つまり予測最高到達濃度 $C_{\text{mx}}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$ は以下のように表すことができる。

$$\text{予測最高到達濃度 } C_{\text{mx}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{1 \text{ 台あたり放散速度 } SER [\mu\text{g}/(\text{h}\cdot\text{unit})] \times \text{設置台数 } u (\text{unit})}{\text{部屋の内容積 } V (\text{m}^3) \times \text{部屋の換気回数 } n (\text{回}/\text{h})}$$

ここで、パソコン類を設置し使用する学校のパソコン教室、オフィス、住宅等の中で、部屋の容積、単位時間当たりの換気回数、パソコン類の稼働台数より、1台当たりの気積が最小で、放散する対象物質の雰囲気中濃度がこれらの中では最大となることが予想される学校の平均的なパソコン教室を設置条件とした。具体的には以下の通りである。

- ・部屋の容積: 180m³(学校環境衛生管理マニュアルより)
- ・部屋の換気回数: 2.4回/h(学校環境衛生管理マニュアル小学校(低学年)より)
- ・設置台数: 41台(学校環境衛生管理マニュアルより1人1台として)

【参考】

部屋の換気回数は「学校環境衛生管理マニュアル」で下記のように紹介されている。

- 幼稚園: 2.1回/h以上(教師1人及び園児35人在室時)
- 小学校(低学年): 2.4回/h以上(教師1人及び児童40人在室時)
- 小学校(高学年)・中学校: 3.4回/h以上(教師1人及び児童・生徒40人在室時)
- 高等学校等: 4.6回/h以上(教師1人及び生徒40人在室時)

上記の式を用いて予測最高到達濃度を計算した場合、厚生労働省室内濃度指針値の概ね10%に相当する値を指針値として定めた。

5.2 指針値

6項「化学物質放散速度測定方法」により測定した放散速度が、表2の指針値以下であること。

表2 指針値 (機器からの放散速度)*1

[単位: μg/(h・unit)]

物質名	タブレット端末	ノート型パソコン	ディスプレイ一体型パソコン	デスクトップ型パソコン*2	ディスプレイ*2
トルエン	260	260	260	130	130
キシレン	200	200	200	100	100
パラジクロベンゼン	240	240	240	120	120
エチルベンゼン	3800	3800	3800	1900	1900
スチレン	220	220	220	110	110
テトラデカン*3	330	330	330	165	165
ホルムアルデヒド	100	100	100	50	50
アセトアルデヒド	48	48	48	24	24

*1: 指針値は、本書に基づき測定された機器からの放散速度の値に対して規定するものであり、室内濃度の値ではない。

*2: デスクトップ型パソコンとディスプレイはセットで使用するが多いため、それぞれの指針値についてはディスプレイ一体型パソコンの1/2の値とした。

*3:任意の対象物質

6 化学物質放散速度測定方法

本測定方法は、ISO/IEC 28360 を基にして、パソコン用に規定したものである。

6.1 チャンバー

6.1.1 仕様

チャンバーは、次の条件を満足しなければならない。

- a) 制御された空気を導入するための給気口およびチャンバー内の空気を排出する排出口を持ち、かつ、調節可能な運転パラメータ(流量、温度および湿度)を持つ。
- b) チャンバーの壁、天井、床および架台はガラスまたはステンレススチールでできている。
- c) 下記 d)項に示す貫通孔の隙間を塞ぐためのパッキング材料の使用は最小限にする。
- d) チャンバーは、できる限り空気質の均一性を保ち、給排気口以外は空気の漏れを最小にすること。また、チャンバーは、被測定機を制御するケーブル、電源供給およびセンサーのケーブルの配線、VOC およびアルデヒド類を試料採取することを可能にするための貫通孔を設ける場合においても、貫通孔からの空気の漏れを最小限にする。
- e) チャンバーの大きさは、次の式を満たすことを推奨する。

$$0.01 < V_P / V_K < 0.25$$

V_P : 被測定機の体積 *1

V_K : チャンバーの容積

*1: 被測定機の体積は、6.2.2 b) に定める測定時の被測定機の設置状態における最大外形の直方体として算出する。

6.1.2 空調

チャンバーは、次の条件に設定及び制御する。

温度: $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

相対湿度: $50\% \pm 5\%$

チャンバーの換気回数: 0.5 回/h もしくは 1 回/h (換気回数を定期的にチェックする。測定中は、供給する空気の流量、風速などを監視する。)

6.1.3 バックグラウンド

チャンバーのバックグラウンド濃度は、放散速度測定に影響を及ぼさない程度の低さであるものとする。

6.2 測定方法

6.2.1 準備

被測定機: 被測定機は出荷時梱包形態の未開梱品とする。
温湿度記録: チャンバー内の温湿度は測定期間中、記録すること。
温湿度測定位置: 空気質の均一性が保たれていることを条件に、チャンバー内またはチャンバーの排気口近傍にて測定する。給気口付近は避ける。

6.2.2 放散化学物質の測定

試料採取は、次の試験各段階で実施し、物質の定量後、後述の計算式によって各化学物質の放散速度を算出する。

a) バックグラウンド測定

チャンバー内の無負荷初期状態(被測定機搬入前)で試料採取する。

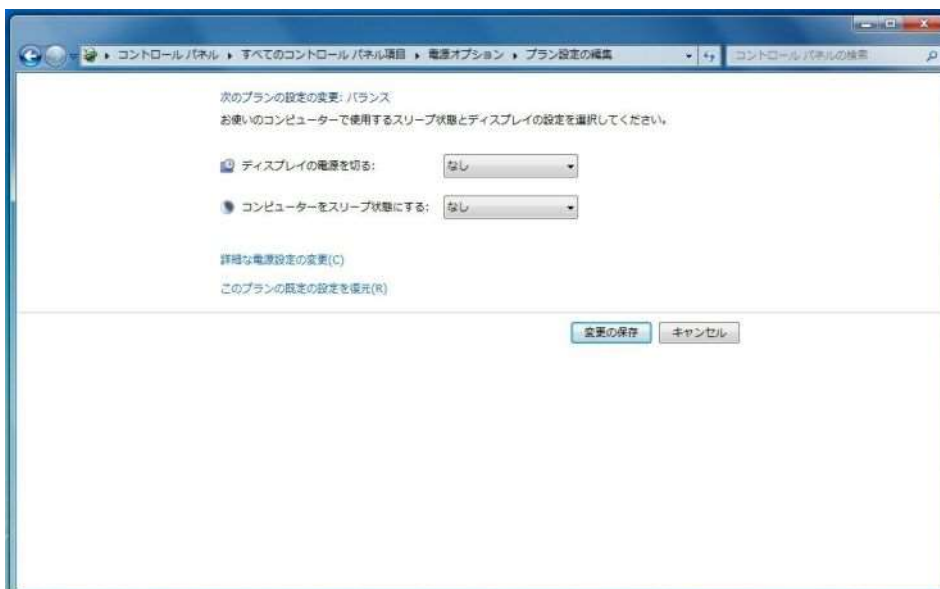
b) 被測定機の設置と稼働状態

- 被測定機を搬入し、チャンバーの中央に置く。付属品がある場合は以下の通りとする。
 - デスクトップ型パソコン *2 :キーボード有, マウス有, ディスプレイ無
 - ディスプレイ一体型パソコン *2 :キーボード有, マウス有
 - ノート型パソコン *2 :マウス無
 - ディスプレイ :パソコン無
 - タブレット端末 :クレードル無

*2:シンクライアントは、単独で機能しない場合ハードディスクを内蔵したオリジナルモデルで測定することができる。

- 測定中の被測定機の稼働モードはデスクトップ画面とする。デスクトップ画面とは、被測定機の電源を入れ、OS が読み込まれてアプリケーション稼働が可能になった状態(画面にアイコンが表示された状態)である。
- 電源オプションのプロパティによる省電力モードの設定は、図 1 のように全て「なし」とする。ノート型パソコンの場合、バッテリーでは測定しないため、「バッテリー使用」の設定変更は不要である。また、各社独自の省エネソフトを搭載している場合は、上記設定を維持可能な設定とする。

<Windows 7の場合>



<Windows 8の場合>



図 1 電源オプションのプロパティ設定(ノート型パソコンの例)
出所: マイクロソフト(株)

- ・ディスプレイ画面の輝度は、最大とする。
- ・ノート型パソコンおよび開閉式のタブレット端末の場合は、ディスプレイが 90° 以上開いている状態とする。

c) 採取時期

被測定機をチャンバー内に設置・稼働後、表 3 に示す時期にチャンバー内の対象物質を採取する。

表 3 採取時期

換気回数	採取時期
0.5 回/h	6 時間後
1 回/h	3 時間後

d) 物質の定量

・アルデヒド類の分析

DNPH カートリッジ内のカルボニル化合物 DNPH 誘導体は、アセトニトリルを用いて溶解して脱離させ、高速液体クロマトグラフで分析する。ホルムアルデヒド類の分析法は、ISO16000-3 による。

・VOC の分析

Tenax 管を加熱脱離装置にとりつけ、加熱によって VOC を脱離させ、ガスクロマトグラフ質量分析装置で分析する。VOC の分析は、ISO16017-1 による。

e) 放散速度の算出

$$SER_{UB} = \frac{(C_B - C_{B0}) \times n_B \times V_K}{U}$$

C_B :	各成分濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
C_{B0} :	各成分バックグラウンド濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
SER_{UB} :	各成分放散速度 [$\mu\text{g}/(\text{h} \cdot \text{unit})$]
n_B :	換気回数 (回/h)
V_K :	チャンバー容積 (m^3)
U :	設置台数 (unit)

7 解説

7.1 教室の濃度と放散速度の関係

7.1.1 予測最高到達濃度

パソコンでの放散速度を一定とし、教室の大きさや換気回数を設定したときに、考えられる最大濃度つまり予測最高到達濃度を計算してみる。

部屋の内容積を $V(\text{m}^3)$ 、換気回数を $n(\text{回}/\text{h})$ 、1 機器からのある物質の 1 時間当りの放散速度を $\text{SER}_{\text{UB}} [\mu\text{g}/(\text{h}\cdot\text{unit})]$ 、設置台数を $u(\text{unit})$ としたとき、 t 時間後のその物質の当該室内雰囲気中の平均濃度 $C_t (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ は式①で表すことができ、経時変化は図 2 のようにプロファイルされる。

$$C_t (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{\text{1 時間当りの放散速度 } \text{SER}_{\text{UB}} [\mu\text{g}/(\text{h}\cdot\text{unit})] \times \text{設置台数 } u(\text{unit}) \times t(\text{h})}{\text{部屋の内容積 } V (\text{m}^3) + \text{換気回数 } n(\text{回}/\text{h}) \times \text{部屋の内容積 } V(\text{m}^3) \times t(\text{h})}$$

$$= \frac{\text{SER}_{\text{UB}} \times u}{V} \times \frac{t}{1 + n \times t} \quad \text{----- ①}$$

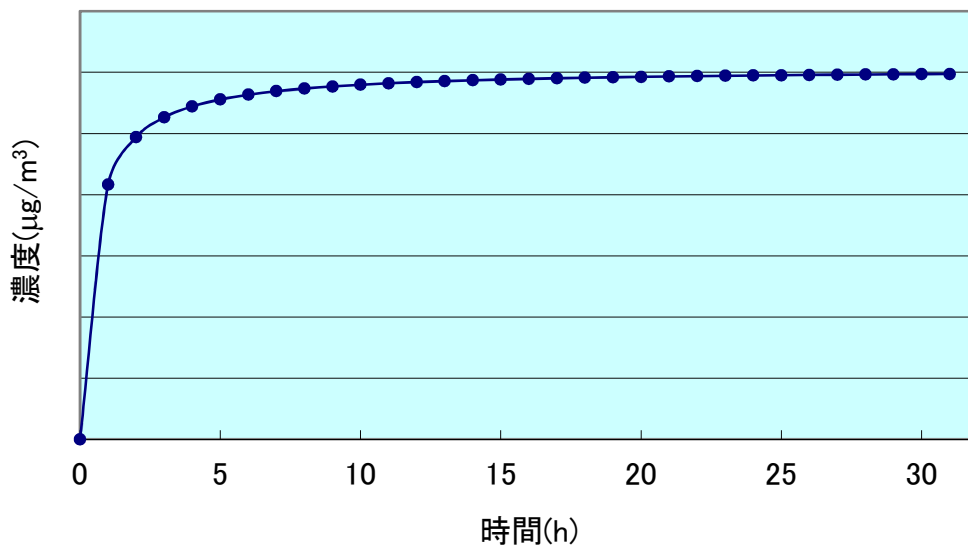


図 2 部屋内雰囲気中の平均濃度の経時変化

従って、放散速度が経時変化しないと仮定した場合の、対象 7 物質各成分の予測到達濃度 $C_{\text{mx}} (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ は、式②を用いて算出することができる。

$$\text{予測最高到達濃度 } C_{\text{mx}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{\text{1 台当たり放散速度 } \text{SER}_{\text{UB}} [\mu\text{g}/(\text{h}\cdot\text{unit})] \times \text{設置台数 } u(\text{unit})}{\text{部屋の内容積 } V(\text{m}^3) \times \text{換気回数 } n(\text{回}/\text{h})} \quad \text{②}$$

7.1.2 指針値算出にあたってのパソコン類の設置条件

パソコン類を設置し使用する学校のパソコン教室, オフィス, 住宅等の中で, 部屋の容積, 単位時間当たりの換気回数, パソコン類の稼働台数より, 1 台当たりの気積が最小で, 放散する対象 7 物質の雰囲気中濃度がこれらの中では最大となる学校の平均的なパソコン教室を設置条件とした。具体的には以下の通りであり, 学校関連からデータを要求された場合は, 指定がない限り以下の条件により式②を用いて, 予測最高到達濃度を算出する。

なお, 近年ディスプレイの大型化が進んでいるが, 本書はパソコン教室において 41 台の使用を前提としているため, ディスプレイサイズの規定(30 型以上は対象外)を設けている。

- ・部屋の容積: 180m³(学校環境衛生管理マニュアルより)
- ・部屋の換気回数: 2.4 回/h(学校環境衛生管理マニュアル小学校(低学年)より)
- ・設置台数: 41 台(学校環境衛生管理マニュアルより 1 人 1 台として)

上記の条件は学校環境衛生管理マニュアルの値を参考にした。たとえば部屋の換気回数は下記のように紹介されている。

- 幼稚園: 2.1 回/h 以上(教師1人及び園児 35 人在室時)
- 小学校(低学年): 2.4 回/h 以上(教師1人及び児童 40 人在室時)
- 小学校(高学年)・中学校: 3.4 回/h 以上(教師1人及び児童・生徒 40 人在室時)
- 高等学校等: 4.6 回/h 以上(教師1人及び生徒 40 人在室時)

学校環境衛生管理マニュアル「第 2 章 学校環境衛生基準 第 1」

(http://www.mext.go.jp/a_menu/kenko/hoken/1292482.htm)

7.1.3 計算例

式②を用い, 指針値における部屋の予測最高到達濃度を算出してみる。

a) 換気回数を変えた場合の予測最高到達濃度

ディスプレイ一体型パソコンを 180m³ の教室に 41 台設置し, 換気回数を変えたときの予測最高到達濃度は, 表 4 のようになる。

表 4 換気回数を変えた場合の予測最高到達濃度

[単位: μg/m³]

物質名	厚生労働省室内濃度指針値	換気回数		
		2.4 回/h	3.4 回/h	4.6 回/h
トルエン	260	24.7	17.4	12.9
キシレン	200	19.0	13.4	9.9
パラジクロロベンゼン	240	22.8	16.1	11.9
エチルベンゼン	3800	360.6	254.6	188.2
スチレン	220	20.9	14.7	10.9
テトラデカン*1	330	31.3	22.1	16.3
ホルムアルデヒド	100	9.5	6.7	5.0
アセトアルデヒド	48	4.6	3.2	2.4

*1:任意の対象物質

b) パソコン設置台数を変えた場合の予測最高到達濃度

ディスプレイ一体型パソコンを 180m³ の教室に設置し, 設置台数を変えたときの予測最高到達濃度は, 表 5 のようになる。(換気回数は 2.4 回/h)

表 5 パソコン設置台数を変えた場合の予測最高到達濃度

[単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$]

物質名	厚生労働省室内濃度指針値	パソコン設置台数		
		21 台	31 台	41 台
トルエン	260	12.6	18.7	24.7
キシレン	200	9.7	14.4	19.0
パラジクロロベンゼン	240	11.7	17.2	22.8
エチルベンゼン	3800	184.7	272.7	360.6
スチレン	220	10.7	15.8	20.9
テトラデカン ^{*1}	330	16.0	23.7	31.3
ホルムアルデヒド	100	4.9	7.2	9.5
アセトアルデヒド	48	2.3	3.4	4.6

*1:任意の対象物質

c) 教室の大きさを変えた場合の予測最高到達濃度

ディスプレイ一体型パソコンを教室に 41 台設置し、教室の大きさを変えたときの予測最高到達濃度は、表 6 のようになる。(換気回数は 2.4 回/h)

表 6 教室の大きさを変えた場合の予測最高到達濃度

[単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$]

物質名	厚生労働省室内濃度指針値	教室の大きさ		
		180 m^3	250 m^3	320 m^3
トルエン	260	24.7	17.8	13.9
キシレン	200	19.0	13.7	10.7
パラジクロロベンゼン	240	22.8	16.4	12.8
エチルベンゼン	3800	360.6	259.7	202.9
スチレン	220	20.9	15.0	11.7
テトラデカン ^{*1}	330	31.3	22.6	17.6
ホルムアルデヒド	100	9.5	6.8	5.3
アセトアルデヒド	48	4.6	3.3	2.6

*1:任意の対象物質

d) 住宅の 6 畳間における予測最高到達濃度

一般家庭におけるパソコンの使用例として、住宅の 6 畳間(26 m^3)にデスクトップ型パソコンとディスプレイを 1 台ずつ設置したときの部屋の予測最高到達濃度は、表 7 のようになる。(換気回数は改正建築基準法から 0.5 回/h とした)

表 7 住宅の 6 畳間における予測最高到達濃度

[単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$]

物質名	厚生労働省室内濃度指針値	予測最高到達濃度
トルエン	260	20.0
キシレン	200	15.4
パラジクロロベンゼン	240	18.5
エチルベンゼン	3800	292.3
スチレン	220	16.9
テトラデカン ^{*1}	330	25.4

ホルムアルデヒド	100	7.7
アセトアルデヒド	48	3.7

*1:任意の対象物質

これらの値はあくまでも建材や什器等からの発生量を 0 とした時の濃度で、当該機器からの放散が教室もしくは住宅内雰囲気中の対象 7 物質の濃度にどの程度寄与するかを表す指標である。

7.2 パソコンにおける VOC およびアルデヒド類の放散挙動

7.2.1 開梱後の代表的な放散速度の経時変化

梱包箱から取り出した新品のパソコンを稼働させてからの VOC およびアルデヒド類の放散速度の経時変化例を図 4 に示す。

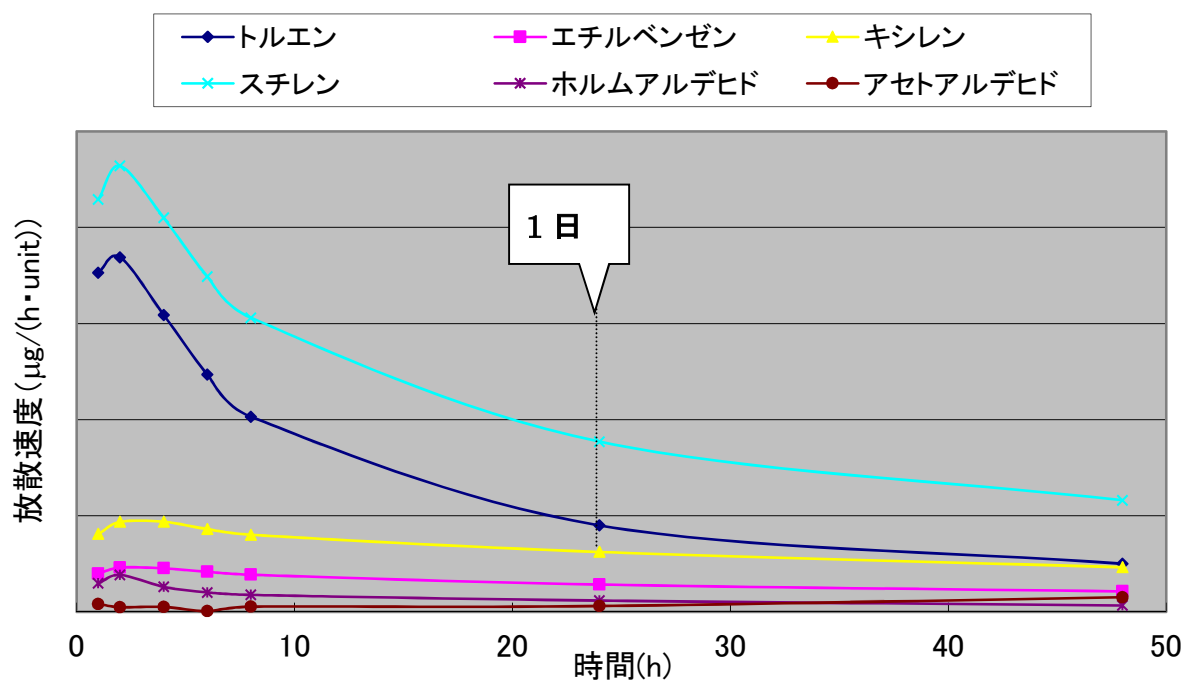


図 4 新品パソコンを稼働させたときの VOC およびアルデヒド類放散速度の経時変化例
(デスクトップ型パソコン+ディスプレイのセット)

新品のパソコンでは、VOC およびアルデヒド類の放散速度は、装置稼働後一時的に多くなり数時間で最大値をとるが、その後は減少する。(注 3)

注 3: 各社の測定データも概ね図 4 に示す減衰傾向を示すが、放散速度の値は各社の装置毎や物質毎に異なる。図 4 において縦軸の値を表示していないが、これは、減衰挙動の一例を示すために掲載したものであり、値がパソコンの代表値ではない事由による。

7.2.2 途中停止後の代表的な放散速度の経時変化

上記 7.2.1 項と同じパソコンで放散速度を 10 日間測定後、12 日間装置を止め、その後再び VOC およびアルデヒド類の放散速度を調査した結果を図 5 に示す。

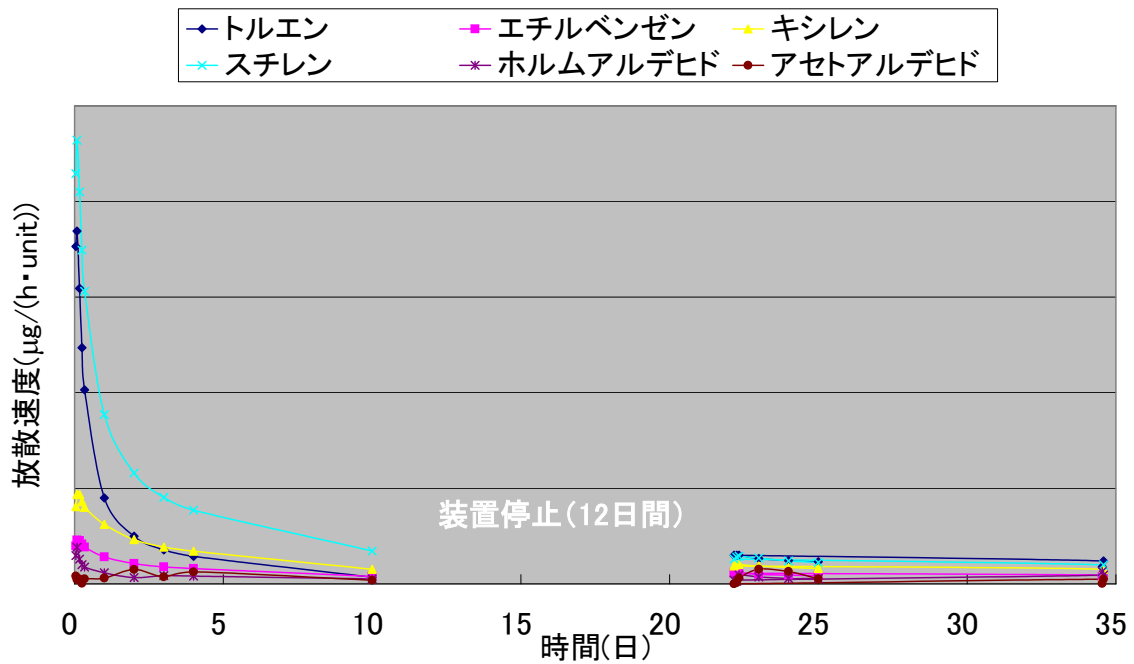


図5 パソコン停止前後のVOCおよびアルデヒド類放散速度の経時変化例
(デスクトップ型パソコン+ディスプレイのセット)

初期の放散が終了したパソコンは、一旦装置を停止した後、再度装置を稼働させても、VOCおよびアルデヒド類の放散速度は低いレベルのままで、新品のように高くなることはない。

7.3 VOCの主要な発生源と放散の多いユニット

7.3.1 VOCの主要な発生源

一般的に公表されている物質の主要な発生源は、表8のとおりである。

表8 主要な発生源

物質名	発生源	用途
ホルムアルデヒド	ポリアセタール樹脂(POM)	スイッチ部品, 電子部品, ギア, カム, キーボードのキースイッチ部分, モニタの回転台等機械部品
	フェノール樹脂	接着剤, プラスチック塗料 電源等のプリント基板
	尿素樹脂 メラミン樹脂	電気部品, 高級塗料
トルエン・キシレン	合成樹脂原料, 可塑剤原料(フタル酸類), 塗料溶媒	
エチルベンゼン	合成樹脂塗料原料, スチレン原料	
スチレン	スチレン樹脂, SBR ゴム, ポリエステル, AS樹脂, ABS樹脂原料	電機機器部品, 自動車部品, 事務機器等
	MS樹脂	電機・電子部品, 事務機器部品
アセトアルデヒド		接着剤
パラジクロロベンゼン		一般的に電子機器には使用されていない。

7.3.2 測定結果による放散の多いユニット

(1) デスクトップ型パソコン

装置レベルで放散量の多かった物質について、ユニット毎の放散量を測定した結果の一例を表 9 に示す。本測定は、放散量の相対的な多寡の把握を目的としたものであり、実際の使用温度より高温で実施した。

表 9 ユニット毎の放散量

ユニット名	装置①				装置②			
	温度 ℃	トル エン	キシ レン	スチ レン	温度 ℃	トル エン	キシ レン	スチ レン
筐体一式	40	○	○	○	50	○	△	○
キーボード+マウス	40	○	○	○	50	○	○	○
FDD+HDD+CD-ROM	50	○	○	○	50	○	○	○
ケーブル(内部外部)	40-50	○	○	○	50	-	-	-
マザーボード類	75	△	○	○	50	○	○	○
電源ユニット	80	×	×	○	50	○	○	○
ガスの採取方法	試料をテドラーバッグに入れ、試料との容積合計が 10L(筐体一式は 14L)となる DRY AIR を注入後、Dring Oven DX400 にて 2h 加温したテドラーバッグ内空気採取				試料を樹脂バッグに入れ、高純度窒素ガス気流中で、50℃で 30 分間加熱後、試料から発生した空気採取			

(○: 数 10 μ g 以下/unit △: 100 μ g 前後/unit ×: 500 μ g 前後/unit)

- (a) 装置レベルでは、トルエン、キシレンの放散がある。ユニット毎に分析した結果、装置①では電源やマザーボードからの放散量が多いことが確認できた。一方、装置②では装置①に比べて加熱温度が低かったためか、この傾向は確認できなかった。また、筐体からのキシレンの放散量が多く、塗装が原因と推測する。装置①の筐体にも塗装がされているが、極めて少ないレベルであった。
- (b) エチルベンゼン、スチレン、パラジクロロベンゼン、アセトアルデヒドの放散量は無視できるレベルである。パソコンの筐体材料として、PS、ABS などスチレン系の材料が使われることが多いが、筐体の温度が比較的低いためか、放散量は極めて低い結果である。しかし、特定デスクトップ型パソコン(装置①、②以外)からスチレンが多量に検出されたため、ユニット毎に分析した結果、発泡スチロール緩衝材、電源、ケーブルが発生源であることが確認できた。さらに分析した結果、発泡スチロールから放散されるスチレンが、電源やケーブルを汚染していることが確認できた。
- (c) 電源や FDD などにフェノール基板が使用されていること、光ディスクや FDD などに数g程度のポリアセタール樹脂(POM)が使用されていることから、ホルムアルデヒドの発生を懸念していたが、若干放散されている程度である。ユニットでの評価は行っていないが、材料面積が多くかつ発熱部位である、電源のプリント基板からの放散と推測する。

(2) 液晶ディスプレイ

装置レベルでは、トルエンの放散量が多い製品やホルムアルデヒドの放散がある。ユニット毎の放散量は測定していないが、電源(プリント基板等)からの放散と推測する。

(3) ノート型パソコン

他の機器に比べ全ての物質において、放散量は少なく測定限界未満である。放散量は、材料の使用量や温度、機器内部からの放散量によって異なり、温度が高いほど放散量は多くなる。ファンによる排気能力が小さいこと、密閉度の高い AC アダプタや光ディスクを使用していることなどが、他の機器に比べ優位である。参考にユニットを分析した結果では、AC アダプタからトルエン、キシレン、エチルベンゼンの放散が、筐体の塗装からキシレンの放散が若干確認できた程度である。

7.4 安心・快適環境を実現するために

より安心、より快適環境を帰するためには、7.2 項で示す特徴を考慮に入れた使用方法を推奨する。例えば、

- パソコン類を設置する前に換気のよいところで開梱し、しばらく稼働させる。
- 開梱・稼働初期の段階において換気を十分行いながら、使用する。

附属書 1
VOC の分類

VOC には国際的に統一された分類はないが、現在 WHO (World Health Organization: 世界保健機構) が規定している分類方法が最も一般的に用いられており、表 10 のように沸点で分類されている。

表 10 WHO による VOC 類の分類

沸点	名称	VOC類の例と沸点
50℃未満	高揮発性有機化合物 (VVOC: Very Volatile Organic Compound)	メタン (-161℃) <u>ホルムアルデヒド (-21℃)</u> メチルメルカプタン (6℃) <u>アセトアルデヒド (20℃)</u> ジクロロメタン (40℃)
50℃以上 260℃未満	揮発性有機化合物 (VOC: Volatile Organic Compound)	酢酸エチル (77℃) エタノール (78℃) ベンゼン (80℃) メチルエチルケトン (80℃) <u>トルエン (110℃)</u> トリクロロエタン (113℃) <u>エチルベンゼン (136℃)</u> <u>キシレン (140℃)</u> <u>スチレン (145℃)</u> <u>パラジクロロベンゼン (174℃)</u> リモネン (178℃) Lニコチン (247℃) <u>テトラデカン (253.5℃)</u>
260℃以上 400℃未満	半揮発性有機化合物 (SVOC: Semi Volatile Organic Compound)	クロルピリホス (290℃) フタル酸ジ-n-ブチル (340℃) フタル酸ジ-2-エチルヘキシル (384℃) フタル酸ジオクチル (390℃)
400℃以上	粒子状有機物質 (POM: Particulate Organic Matter)	PCB ベンゾピレン

※下線が引かれた物質は本書における対象物質。なお、テトラデカンは任意対象物質。

附属書 2

厚生労働省 室内濃度指針値

厚生労働省HP報道発表資料(2019.1.17)「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 23 回までのまとめ」から抜粋引用

(<https://www.mhlw.go.jp/content/000470188.pdf>)

表 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	設定日及び改定日
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	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08 ppm)	設定日: 1997.6.13
アセトアルデヒド	ラットの経気道暴露における鼻咽頭嗅覚上皮への影響	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03 ppm)	設定日: 2002.1.22
トルエン	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	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07 ppm)	設定日: 2000.6.26
キシレン	<u>ヒトにおける長期間職業曝露による中枢神経系への影響</u>	<u>200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm)</u>	設定日: 2000.6.26 改定日: <u>2019.1.17</u>
エチルベンゼン	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	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88 ppm)	設定日: 2000.12.15
ステレン	ラット吸入暴露における脳や肝臓への影響	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm)	設定日: 2000.12.15
パラジクロロベンゼン	ビーグル犬経口暴露における肝臓及び腎臓等への影響	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)	設定日: 2000.6.26
テトラデカン	C8-C16 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)	設定日: 2001.7.5
クロルピリホス	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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07 ppb) 但し小児の場合は 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007 ppb)	設定日: 2000.12.15
フェノプカルブ	ラットの経口暴露におけるコリンエステラーゼ活性などへの影響	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.8 ppb)	設定日: 2002.1.22
ダイアジノン	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)	設定日: 2001.7.5
フタル酸ジ-n-ブチル	<u>ラットの生殖・発生毒性についての影響</u>	<u>17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1.5 ppb)</u>	設定日: 2000.12.15 改定日: <u>2019.1.17</u>
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	<u>ラットの雄生殖器官系への影響</u>	<u>100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (6.3 ppb)</u>	設定日: 2001.7.5 改定日: <u>2019.1.17</u>
TVOC(総揮発性有機化合物)	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 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	設定日: 2000.12.15

注1:フタル酸ジ-2-エチルヘキシルの蒸気圧については $1.3 \times 10^{-5} \text{Pa}$ (25°C) ~ $8.6 \times 10^{-4} \text{Pa}$ (20°C) 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。

注2:この数値は、国内家屋の室内 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した値である。TVOC 暫定目標値は、室内空気質の個別の揮発性有機化合物(VOC)を総合的に考慮した目安として利用されることが期待されるが、毒性学的知見から決定したものではなく、含まれる物質の全てに健康影響が懸念されるわけではない。

また、個別の VOC 指針値とは独立に扱われなければならない。

— 禁 無 断 転 載 —

PC およびタブレット端末に関する VOC 放散速度指針値（第 2 版）

発 行 日 2019 年 3 月
編 集 ・ 発 行 一般社団法人 電子情報技術産業協会
 PC・タブレット事業委員会
 PC・タブレット環境専門委員会

〒100-0004
東京都千代田区大手町 1-1-3 大手センタービル
TEL 03-5218-1057