

## 4.1.2. 住まい作りに関する規制

### a. 建築基準法

建築基準法は、1950年（昭和25年）に制定された法律で、建築物の敷地、構造、設備及び用途に関する最低の基準を定めたものです。建築基準法の対象は、一般的な建築物は全て適用範囲に含まれます。しかし、文化財保護法の指定建築物、重要美術品の認定を受けた建築物、鉄道の跨線橋や保安施設などは、除外規定により適用範囲に含まれません。

建築基準法を所管する国土交通省は、国土交通省を中心とした室内空気対策研究会が2000年に実施した全国調査結果を踏まえて、建築基準法に基づいて、化学物質の室内濃度を厚生労働省が定めた室内濃度指針値以下に抑制するために必要な建築材料や換気設備等に関する構造基準を定める新たな規制を導入すべきと判断しました。

規制対象物質としては、公的機関などの実態調査により、実際の建物で室内濃度指針値を超過し得ることが確認され、化学物質の発生源と室内濃度の関係が科学的に明確になっている化学物質として、合板等の木質建材等に使用されるホルムアルデヒド、木造住宅の床下等に防蟻剤として使用されるクロルピリホスになりました。

ホルムアルデヒドに対する規制は、ホルムアルデヒドを発生する建材の使用制限（巻末資料3参照）、換気設備の設置義務、天井裏などへの制限が規定されました。また、室温では揮発性がなく粒子状物質であるクロルピリホスに関しては、換気等の技術的な対策が困難であることから、居室を有する建築物には使用禁止となりました。

### b. 住宅品質確保促進法

この法律は、2000年4月に施行されました。従来、住宅を取得する消費者にとって、(1)住宅の性能に関する表示制度がないため業者間の比較が困難、(2)住宅の性能に関する評価や検査の信頼性が不安、(3)住宅の性能に関してトラブルが生じても専門的な処理体制がなく多大な労力がかかる、(4)契約書での瑕疵（かし）担保期間が1年から2年等と短く瑕疵（かし）が明らかになっても無償修繕等の請求ができない、といった問題がありました。また逆に、住宅の供給者側にとっては、(1)住宅の性能について公平に競争する意識が働かない、(2)消費者から正確かつ客観的な理解を得ることが困難、(3)トラブル処理に多大な労力がかかる、(4)10年を超える長期の保証ができない、といった問題がありました。この法律は、これらの住宅に係わる問題を解決し、消費者が安心して住宅を取得できる仕組みを作るために制定されました。この法律では、(1)新築住宅の請負または売買契約に関する瑕疵（かし）保証制度の充実、(2)住宅性能表示制度の創設と紛争処理体制の構築、の2つが大きな柱となっています。シックハウス対策は、後者の住宅性能表示制度に含まれていません。

住宅性能表示制度では、①耐震性、②火災安全性、③柱や土台の耐久性、④配管の維持管理、⑤省エネ対策、⑥シックハウス対策、⑦窓面積、⑧遮音性、⑨高齢者等への配慮の9つの分野で表示項目が定められています。つまり、シックハウス対策はその1つです。シックハウス対策に関しては、前述の改正建築基準法に基づいて、ホルムアルデヒド対策（内装仕上げや天井裏等の建材）、換気設備の有無、室内の化学物質濃度の表示（ホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン）の表示が可能となっています。

住宅性能表示制度の利用は、住宅供給者または取得者による任意の選択であり、都道府県に設置さ

れた指定住宅性能評価機関により性能評価が行われます。また、その機関から交付された住宅性能評価書を添付して住宅の契約を交わした場合などは、その記載内容が契約内容として保証される仕組みとなっています。さらに、性能評価を受けた住宅に係わるトラブルに関しては、第3者的な立場の弁護士や建築士で構成される指定住宅紛争処理機関に申請することにより、調停・斡旋・仲裁などが受けられます。

#### 4.1.3. その他の関連規制

##### a. 地域保健法

保健所のあり方を定めた保健所法が1947年（昭和22年）に制定されました。この法律は、地域保健対策の推進に関する基本指針や保健所の設置等の基本事項を定め、地域住民の健康の保持および増進に寄与することを目的とするために、1994年（平成6年）に地域保健法へと改正されました。

そして2003年5月、この基本指針が改正され、「住宅や建築物における室内空気汚染等による健康影響、いわゆるシックハウス症候群について、知識の普及、啓発を行うとともに、地域住民からの相談等に応じ、必要な措置等を行うこと。」とシックハウス症候群対策に関する都道府県・市町村・保健所の具体的な役割が規定されました。これらの行政機関は、シックハウス症候群対策に取り組み、化学物質の測定、パンフレットの作成、相談体制の整備等を行っていますので、シックハウス症候群の相談窓口として重要な位置づけにあります。

##### b. 健康増進法

タバコの喫煙で発生する化学物質は約3,000種類確認されており、無機ガス、有機酸、アルデヒド、ケトン、芳香族炭化水素、脂肪族炭化水素、ピリジン、フラン、インドール等の複素環化合物、多環芳香族炭化水素など多種類におよんでいます。

タバコの喫煙による健康影響は、喫煙者のもとより、喫煙者が排出するタバコの煙を吸い込む「受動喫煙」（室内またはこれに準ずる環境において、他人のタバコの煙を吸わされることをいう。）による非喫煙者への健康影響も深刻で、流涙、鼻閉、頭痛、呼吸抑制、心拍増加、血管収縮、肺がんや循環器疾患等の健康リスクの上昇が確認されています。従って、喫煙者は、受動喫煙を生じさせることにより、非喫煙者の有害な健康影響に対する加害者になることを十分認識しなければなりません。

厚生労働省は、このような受動喫煙による健康への有害な影響を排除するために、2002年8月に制定した健康増進法第25条において、受動喫煙の防止に関する条項を規定しました。この法律は2003年5月に施行されました。法第25条では、「学校、体育館、病院、劇場、観覧場、集会場、展示場、百貨店、事務所、官公庁施設、飲食店その他の多数の者が利用する施設を管理する者は、これらを利用する者について、受動喫煙を防止するために必要な措置を講ずるように努めなければならない。」と規定されています。

##### c. 労働安全衛生法の受動喫煙防止対策

厚生労働省は、職場の受動喫煙防止対策として、労働安全衛生法の改正を行いました。この改正に伴い、室内またはこれに準ずる環境下での労働者の受動喫煙を防止するために適切な措置を講じ

ることが、2015年（平成27年）6月1日より事業者の努力義務（第68条の2関係）となりました。この法律の対象となる事業者は、資本金や常時雇用する労働者の数にかかわらず、すべての事業者が対象となります。

具体的には、事業者において、当該事業者及び事業場の実情を把握・分析し、その結果等を踏まえ、実施することが可能な労働者の受動喫煙防止のための措置のうち、最も効果的な措置を実施するよう努めなければなりません。なお、妊娠している方、呼吸器・循環器疾患のある方および未成年者は、受動喫煙の影響を受けやすい懸念があるため、格別の配慮が必要とされています。また、措置を実施するにあたっては、国の援助を受けることが可能となりました。具体的には、喫煙室等の設置費用について費用の半分（最大200万円）を助成する受動喫煙防止対策助成金制度、相談支援（技術的な相談に対する相談窓口、説明会の開催、講師派遣等）、測定支援（測定機器の無償貸与や測定の実演等）が利用可能となっています。なお、受動喫煙防止のための最も効果的な措置は屋内全面禁煙であり、このことについては本マニュアルの第5章の4、「喫煙、受動喫煙、三次喫煙」をご参照下さい。

## 4.2. 世界の規制の動向

諸外国では、日本と同様に、室内空気質ガイドラインの策定に重点が置かれています。室内空気質ガイドラインは、日本の室内濃度指針値と同様に、室内空気質の望ましい基準を示したものであり、規制というよりも、むしろ誘導的な方策といえます。

室内環境は、大気や労働環境とは異なり管理責任者が単一ではないこと、室内濃度は温度や発生源からの減衰の影響を受けて大きく変動するため単一の測定結果では判断できないことなどから、室内空気汚染に対する規制は容易ではありません。そのため、行動を起こすべき、あるいは目標とすべき濃度として汚染物質濃度のガイドラインを定め、それを目標に建材や家具等の汚染源に対する放散基準を設定する取り組みが適切だとされています。

室内空気汚染の問題は、欧米諸国では1970年代より顕在化し、その対策が講じられてきました。その牽引は、ドイツと北欧諸国を中心とする欧州諸国であり、これらの国々が加盟している世界保健機関欧州事務局（WHO 欧州）が先導してきました。

### 4.2.1. 世界保健機関のガイドライン

空気汚染は、世界保健機関（WHO）が40年以上にわたり取り組んできた健康影響問題です。WHO 欧州は、1987年に空気質ガイドラインを公表して以来、室内空気汚染に関する多くの情報や助言を提供してきました。空気質ガイドラインの目的は、人の健康に対して有害である、あるいは有害である可能性がある空気汚染物質による一般住民の健康影響を保護するための基礎資料を提供することにあります。そして、特に環境基準値の設定など、関係諸国のリスク管理における政策決定に利用可能な情報や指針を提供することにあります。空気質ガイドラインは、そのままそれぞれの国の環境基準値とすべきではなく、環境基準値が設定される前に、曝露状況、環境、社会、経済、文化的な状況が考慮されるべきであるとされています。

室内空気を汚染する有害物質の汚染源は、燃焼生成物、建材、住設機器、生活用品など多数あります。また、多種類の細菌やカビなどの微生物による汚染もあります。室内空気質は、建築設計、材料、維持管理、換気、生活行為などのさまざまな要因の影響を受けるため、そのリスク管理は容易ではありません。WHOの従来のガイドラインは、主に大気の空気質管理に利用されており、多

くの諸国において、室内空気質の管理にはほとんど効果のないものでした。そこで WHO 欧州は、2006 年より、世界中において室内空気質の管理が容易に可能となるよう設計された室内空気質ガイドラインの作成に着手しました。

ガイドラインの対象を選定するにあたっては、既存の科学的知見を精査し、定量的に設定できるものと定性的なガイダンスを勧告するものが検討されました。その結果、2009 年に湿気とカビのガイドライン、2010 年に汚染物質に対する個別のガイドライン、2014 年に室内における家庭用燃料の燃焼に関するガイドラインが公表されました。家庭用燃料の燃焼による健康影響は、アフリカや東アジア等の発展途上国で深刻な問題となっており、欧州地域のみならずグローバルな問題です。そこで燃料の燃焼に関するガイドラインは、WHO 本部からガイドラインが公表されました。

#### a. 汚染物質に対する個別の室内空気質ガイドライン

ガイドライン対象物質の選定基準は、(1) 室内汚染源が存在すること、(2) 利用可能な毒性及び疫学データ（無毒性量や最小毒性量など）があること、(3) 室内濃度が無毒性量や最小毒性量を超えていることの3つでした。この基準に基づいて、ホルムアルデヒド、ベンゼン、ナフタレン、二酸化窒素、一酸化炭素、ラドン、粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>）、ハロゲン化合物（テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン）、多環芳香族炭化水素（特にベンゾ-*a*-ピレン）が選定されました（巻末資料 4、表 4 参照）。

WHO 欧州は、受動喫煙の原因となる環境タバコ煙（ETS: Environmental Tobacco Smoke）に関しては、安全な曝露レベルに関する証拠が存在しないため、ガイドラインの作成は必要でなく、ETS は室内空間から排除すべきであるとしています。

粒子状物質に関しては、2005 年に空気質ガイドラインが公表されており、室内空気にも適用可能です。PM<sub>10</sub> の年平均値が 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、24 時間平均値が 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、PM<sub>2.5</sub> の年平均値が 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、24 時間平均値が 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  です。

一酸化炭素について、WHO 欧州は、2000 年に公表したガイドラインでは、短期間のピーク値のガイドラインである 15 分値（例えば、換気されていないストーブ）、その他に 1 時間値（例えば、器具の欠陥）、8 時間値（職業性曝露など）を設定しています。2010 年のガイドラインにおいて、これらの数値は変更されていません。しかし、一酸化炭素への長期間曝露によって、感覚運動能力の変化、認識能力への影響、感情や精神への影響、循環器系への影響、低体重児出生などとの関連が報告されてきたことから、24 時間値のガイドラインを新たに作成しました。

ホルムアルデヒドに関しては、近年、鼻咽頭がんと急性骨髄性白血病に関してヒトの発がんに関する証拠が十分であると国際がん研究機関が判断しました。WHO 欧州は、ホルムアルデヒドのガイドラインを作成するにあたり、発がん性に関して検討した結果、非発がん影響から設定した室内空気質ガイドラインの 30 分平均値 0.1  $\text{mg}/\text{m}^3$  は、長期曝露による肺機能への影響、鼻咽頭がんや骨髄性白血病の発症も防止できると判断しました。また、ホルムアルデヒドの気中濃度は時間帯によって変動するが、いかなる時間帯でもこの値を超えないこと、という一文をガイドラインに加えしました。つまり、ホルムアルデヒドのガイドライン 30 分平均値 0.1  $\text{mg}/\text{m}^3$  には、天井値（最大許容濃度）としての意味合いが含まれていることをしっかり認識しなければなりません。

#### b. 湿気とカビの室内空気質ガイドライン

ウイルス、細菌、カビ、ダニ類、ペットアレルゲン、衛生害虫アレルゲン、花粉などの生物因子

への曝露は広範囲の健康影響を引き起こす可能性があります。また、湿気や換気もこれらの因子に大きく関与します。湿気とカビに関しては、既往の疫学研究を調査したうえで、健康影響との関連性に関する証拠の確からしさを評価しました。その結果、喘息の増悪、上気道の症状、喘鳴、喘息の進行、呼吸困難、1年以内に発症した喘息、呼吸器感染に関しては、湿気とカビとの関連性が十分であると判断されました。ただし、気管支炎やアレルギー性鼻炎に関しては証拠が限定的、肺機能の変化やアトピー性皮膚炎に関しては証拠が不十分と判断されました。これらの結果を踏まえ、WHO 欧州は湿気とカビのガイドラインを作成しました。

建物内や内装材表面において、過剰な湿気や微生物の増殖を最小限に抑えるべきですが、これまでのところ、科学的知見の不足から、湿気やカビと健康影響に関して定量的な評価を行い、ガイドライン値を勧告することはできないと判断されました。従って、湿気とカビのガイドラインでは、定量的な数値ではなく、建築設計、建築施工、維持管理を適切に行い、過剰な湿気や微生物の増殖を防止するといった室内環境の設計・管理方法に関する指針が提供されました。

### c. 室内における家庭用燃料の燃焼に関する室内空気質ガイドライン

粒子状物質や一酸化炭素は、室内空気を汚染する燃料の燃焼生成物として重要です。発展途上国では燃焼生成物による呼吸器系疾患が公衆衛生上の大きな問題となっています。WHO の推計によると、世界中で約 30 億人の人々が、調理、暖房、照明などで、クリーンな燃料や技術が利用できない状態にあり、住居内の空気汚染が原因で 2012 年に全世界で 430 万人が死亡し、そのほとんどが東アジアやアフリカの低中所得の国々と推定されています。また、これらの死因は、脳卒中 34%、虚血性心疾患 26%、慢性閉塞性肺疾患 (COPD) 22%、小児の肺炎 12%、肺がん 6% と推定されており、これらの疾患の主要な原因として、室内での固形燃料 (木、木炭、石炭、動物の糞、農作物の廃棄物、) の燃焼による PM<sub>2.5</sub> や一酸化炭素への曝露をあげています。

粒子状物質に関しては、前述のように、2005 年に空気質ガイドラインが公表されており、室内空気にも適用可能です。一酸化炭素のガイドラインも前述のように公表しています。しかし、定量的な室内濃度の数値のガイドラインが示されても、特に発展途上国では、これらの物質の気中濃度を測定することが技術的及び経済的に困難です。そこで燃料の燃焼に関するガイドラインでは、燃料の種類や不純物、暖房器具の種類、換気、排気口などに関する技術的な指針の提供を行っています。WHO は、特に注意すべき家庭用燃料として、石炭と灯油を取り上げています。石炭には、ヒ素、鉛、水銀などの有害な重金属などが含まれており、燃焼効率の悪いストーブ等の暖房器具で石炭を不完全燃焼させると、重度の疾患を発症したり、死期を早める可能性があります。灯油については、小児が誤って飲み込んで中毒を起こしたり、燃焼生成物で室内空気質を悪化させる可能性があります。燃料に関する対策としては、特に低中所得の発展途上国において、液化石油ガス (LPG)、バイオ (生物) ガス、天然ガス、エタノール、電気式などのよりクリーンな燃料に改善するよう推奨しています。そして、これらのクリーンな技術や燃料を、発展途上国の低所得者層にも普及するような価格に設定するよう推奨しています。

PM<sub>2.5</sub> と一酸化炭素については、これらの物質の空気質ガイドラインを達成するための目標排出基準を設定しました。この目標排出基準を達成すれば、全世界の約 90% の家庭で WHO の空気質ガイドラインを達成できると考えられています (巻末資料 4、表 5 参照)。

## 4.2.2. 諸外国の室内空気汚染に対する取り組み

欧州、アジア、北米等の諸外国における居住環境の室内空気汚染に対する取り組みの基本概念は情報提供です。その方法には、室内空気質ガイドライン、関係業界等による自主的な建材等のラベリング、一般向けのパンフレットやファクトシートなどが含まれています。有害性が高く幅広く使用され、深刻な公衆衛生問題を引き起こしていると判断された場合のみ、放散源の規制基準勧告や使用禁止措置がなされています。例えば、アメリカ、ドイツ、スウェーデンなどのホルムアルデヒド発散建材の放散基準に基づく規制、カナダの尿素樹脂系発泡断熱材の使用規制、アメリカのクロルピリホスとダイアジノンに対する使用規制などがあります。

居住環境の室内空気汚染は、特定の化学物質に高濃度曝露する事業場内の労働環境とは異なり、多数の低濃度の化学物質に複合曝露します。そのため、特定の化学物質を対象とした法的拘束力のある規制よりも、情報提供を基本とした誘導的な方策が採用されています。これらの取り組みは、多種類の低濃度化学物質による複合汚染であり、その汚染濃度には、換気、建築様式、住まい方、維持管理、屋外気候などの要因が複雑に関係している室内空気汚染の最大の特徴であると言えます。

### a. 室内空気質ガイドライン

欧州、アジア、北米等の多くの諸外国で室内空気質ガイドラインが策定されています。これらのガイドラインは、気候風土、生活習慣、建物の室内空気汚染の実態等の各国独自の実態と戦略に基づいて策定されています。但しアメリカは、室内空気質のガイドラインの策定を行わず、1989年に連邦省庁間室内空気質委員会を発足して省庁間の連携をはかっています。また、室内環境を所管する米国環境保護庁は、①自ら実例を示して導く、②研究の実施、③教育の提供、④民間の責任の強化など、規制ではなく誘導的な方策を実行しています。米国環境保護庁は、そのホームページ上において、室内空気質に関連する情報を一般向けにパンフレットやファクトシートで多数提供しています。汚染物質や汚染源などの基本情報、汚染時の対策、汚染防止方法などが主な内容です。

### b. 商品のラベリング

室内空気を汚染する化学物質の放散源は、内装建材、建具、家具、家庭用品など多種類存在します。室内空気質ガイドラインを達成するためには、建築に使用する、あるいは室内に持ち込むこれらの商品の選定が重要となります。そこで、化学物質の放散速度（単位時間および単位面積あたりに放散される量）に応じて商品を分類したラベリングが諸外国で開発されています。ドイツ、北欧諸国、アメリカ、カナダなどでラベリングが提供されています。これらのラベリングは、主に製品を製造販売している業界が自主的に定めています。

日本では、ホルムアルデヒドに関するラベリングが主体ですが、諸外国では、総揮発性有機化合物（TVOC）や個別の商品毎に特有の化学物質に対して放散基準が定められ、その基準を達成していればラベル表示がなされます。また、アメリカやドイツなどでは、建築物を構成する建築材料のみならず、カーペットやクッション、オフィス機器、電化製品、清掃製品、繊維製品、家具など幅広い商品がラベリングの対象となっています。これらの国では、室内空気中への化学物質の放散源とその化学物質の種類において、より包括的なラベリングシステムが提供されています。

表 4.2. WHO 欧州による汚染物質に対する個別の室内空気質ガイドライン

汚染物質	ガイドライン	影響指標
ホルムアルデヒド	0.1 mg/m <sup>3</sup> (30 分平均値) もこの値を超えないこと ※長期曝露による肺機能への影響、鼻咽頭が んや骨髄性白血病の発症も防止できる	感覚刺激
ベンゼン	ユニットリスク : 6.0×10 <sup>-6</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>1</sup> 17 µg/m <sup>3</sup> (10 <sup>-4</sup> の発がんリスク) 1.7 µg/m <sup>3</sup> (10 <sup>-5</sup> の発がんリスク) 0.17 µg/m <sup>3</sup> (10 <sup>-6</sup> の発がんリスク)	急性骨髄性白血病 遺伝毒性 *
ナフタレン	10 µg/m <sup>3</sup> (年平均値)	動物実験での炎症や悪性を伴う気道損傷
二酸化窒素	200 µg/m <sup>3</sup> (1 時間平均値) 40 µg/m <sup>3</sup> (年平均値)	呼吸器症状、気管支収縮、気管支反応の増 加、気道炎症、気道感染の増加をもたらす 免疫防御の低下
一酸化炭素	100 mg/m <sup>3</sup> (15 分値) ※ 1 日のうちで頻繁にこのレベルを超えな いこと 35 mg/m <sup>3</sup> (1 時間値) ※ 1 日のうちで頻繁にこのレベルを超えな いこと 10 mg/m <sup>3</sup> (8 時間値) ※算術平均値 7 mg/m <sup>3</sup> (24 時間値) ※算術平均値	急性曝露時の運動負荷試験での運動能力の 低下、虚血性心疾患の症状の増加 (心電図 の ST 変化等)
ラドン	喫煙者のユニットリスク : 15×10 <sup>-5</sup> (Bq/m <sup>3</sup> ) <sup>1</sup> 67 Bq/m <sup>3</sup> (10 <sup>-2</sup> の発がんリスク) 6.7 Bq/m <sup>3</sup> (10 <sup>-3</sup> の発がんリスク) 非喫煙者のユニットリスク : 0.6×10 <sup>-5</sup> (Bq/m <sup>3</sup> ) <sup>1</sup> 1670 Bq/m <sup>3</sup> (10 <sup>-2</sup> の発がんリスク) ※安全な曝露レベルは存在しないが健康影 響 (肺がん) を最小限にする参照レベル として 100 Bq/m <sup>3</sup> を推奨	肺がん 白血病や胸郭外気道の癌に関する示唆的証拠
トリクロロエチレン	ユニットリスク : 4.3×10 <sup>-7</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>1</sup> 230 µg/m <sup>3</sup> (10 <sup>-4</sup> の発がんリスク) 23 µg/m <sup>3</sup> (10 <sup>-5</sup> の発がんリスク) 2.3 µg/m <sup>3</sup> (10 <sup>-6</sup> の発がんリスク)	発がん性 (肝臓、腎臓、胆管、非ホジキン リンパ腫)
テトラクロロエチレン	250 µg/m <sup>3</sup> (年平均値)	神経行動障害、腎機能への影響
ベンゾ -a- ピレン	ユニットリスク : 8.7×10 <sup>-5</sup> (ng/m <sup>3</sup> ) <sup>1</sup> 1.2 ng/m <sup>3</sup> (10 <sup>-4</sup> の発がんリスク) 0.12 ng/m <sup>3</sup> (10 <sup>-5</sup> の発がんリスク) 0.012 ng/m <sup>3</sup> (10 <sup>-6</sup> の発がんリスク)	肺がん

\* 生物の遺伝子に障害を与える性質

表 4.3. WHO 欧州の室内空気質ガイドラインにおける燃焼生成物の目標排出基準

物質	器具	目標排出基準
PM <sub>2.5</sub>	煙突や排気フードを有する器具	0.80 mg / 分以下
	排気口のないストーブ、ヒーター、燃料ランプ	0.23 mg / 分以下
一酸化炭素	煙突や排気フードを有する器具	0.59 mg / 分以下
	排気口のないストーブ、ヒーター、燃料ランプ	0.16 mg / 分以下

巻末資料 xx

表 4.4. 建築物衛生法における空気環境の維持管理基準

項目	基準
浮遊粉じんの量	0.15 mg/m <sup>3</sup> 以下
一酸化炭素の含有率	10 ppm (厚生労働省令で定める特別の事情がある建築物にあつては、厚生労働省令で定める数値) 以下
二酸化炭素の含有率	1000 ppm 以下
温度	一 17℃以上 28℃以下 二 居室における温度を外気の温度より低くする場合は、その差を著しくしないこと。
相対湿度	40% 以上 70% 以下
気流	0.5 m/ 秒以下
ホルムアルデヒドの量	0.1 mg/m <sup>3</sup> (0.08 ppm) 以下

表 4.4 学校保健安全法における学校環境衛生の基準

定期検査項目	基準値
温度	望ましい：冬季 10℃以上、夏期 30℃以下 最も望ましい：冬季 18～20℃、夏期 25～28℃
相対湿度	30～80% が望ましい
熱輻射	黒球/乾球の温度差 5℃未満が望ましい
二酸化炭素	1500 ppm 以下が望ましい
一酸化炭素	10 ppm 以下が望ましい
二酸化窒素	0.06 ppm 以下が望ましい
気流	0.5 m/秒以下が望ましい
浮遊粉じん	0.1 mg/m <sup>3</sup> 以下が望ましい
落下細菌	平均 10 コロニー/教室以下が望ましい
ダニまたはアレルゲン (夏期が望ましい)	ダニ数は 100 匹/m 以下、またはこれと同等のアレルゲン量以下
ホルムアルデヒド (夏期が望ましい)	100 µg/m <sup>3</sup> 以下であること
トルエン	260 µg/m <sup>3</sup> 以下であること
キシレン (必要時)	870 µg/m <sup>3</sup> 以下であること
パラジクロロベンゼン (必要時)	240 µg/m <sup>3</sup> 以下であること
エチルベンゼン (必要時)	3800 µg/m <sup>3</sup> 以下であること
スチレン (必要時)	220 µg/m <sup>3</sup> 以下であること
換気回数 幼稚園、小学校	2.2 回/hr 以上
※ 40 人在室 180m <sup>3</sup> の教室 中学校	3.2 回/hr 以上
高等学校	4.4 回/hr 以上

第Ⅲ部 室内環境にかかわる要因の把握と  
快適な環境の実現

第5章 室内の環境に関わる  
要因の把握

DRAFT

# 第5章 室内環境に関わる要因の把握

## 5.1. 化学的要因

世界保健機関 (WHO) は 2002 年世界保健報告「Children's environmental health」で子供、住宅と健康に関して室内環境における重要な因子として、気候と熱、騒音と光、多数の化学的、物理的および生物学的汚染物質と危険因子へのばく露が問題であるとしています。この第5章では室内汚染の化学的要因について述べます。

化学的要因には有機化合物と無機化合物があります。

有機化合物 (Organic Compounds) は炭素原子 (C) を含んだ化合物で、無機化合物は炭素を含まない化合物の総称とされています。しかし酸素、一酸化炭素、二酸化炭素は有機化合物として取り扱われています。有機化合物は建築材料、日用品、工業製品、医薬製品などに広く用いられ、およそ 1000 万の種類が有るとされています。

WHO は大気中の放出される有機化合物を沸点範囲で分類しています。高揮発性有機化合物 (Very Volatile Organic Compounds (VVOC)) は氷点下 (< 0) から 50 ~ 100°C。揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds (VOC)) は 50 ~ 100°C から 240-260°C。準揮発性有機化合物 (Semi Volatile Organic Compounds (SVOC)) は 240 ~ 260°C から 380-400°C)、粒子状有機化合物 (Particulate Organic Matter (POM)) は 380°C以上としています。表 5.1.1. に WHO の分類を示しました。ホルムアルデヒドは沸点では VVOC ですがこの表 5.1.1. では VOC に示されています。

WHO の分類ではありませんが細菌やカビなどの微生物が介在して生成する揮発性有機化合物を総称して微生物由来揮発性有機化合物 (Microbial Volatile Organic Compounds) と分類することが行われています。

表 5.1.1. WHO の有機化合物分類

有機化合物分類名	英語(略語)	沸点範囲(°C)	有機化合物例
高揮発性有機化合物 (超揮発性有機化合物)	Very Volatile Organic Compounds (VVOC)	氷点下(< 0) から 50-100	プロパン,ブタン,塩化メチル
揮発性有機化合物	Volatile Organic Compounds (VOC)	50-100 から 240-260	ホルムアルデヒド, 4-リモネン, トルエン, アセトン, エタノール, 2-プロパノール, ヘキサナール
準揮発性有機化合物 (半揮発性有機化合物)	Semi Volatile Organic Compounds (SVOC)	240-260 から 380-400	殺虫剤 (DDT, クロルデン), 可塑剤 (フタル酸化合物), 難燃剤 (PCB, PBB)
粒子状有機化合物 (粒子状有機物)	Organic compound associated with particulate matter or Particulate Organic Matter (POM)	380 以上	

すべてのVOCを総称する語として、総揮発性有機化合物 (TVOC; Total Volatile Organic Compounds)も用いられています。

## 5.1.1. 主な発生源

### a. 酸素、一酸化炭素、二酸化炭素

有機化合物分類地球の酸素濃度は約 21% で、私たちが生きるのに無くてはならないものです。人間は呼吸で酸素を取り入れ、体内で消費して二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) を放出しています。酸素は、燃料を燃やすときに、大量に使われています。この酸素は植物や海藻類などが作り出し、使われる量とのバランスがとれています。けれども、最近では、使われる酸素の量や、酸素が燃えてできる二酸化炭素の量が増え、空気中の成分の割合も変化することが心配されています。酸素による中毒は酸素が少なくなった時に起こります。法規（酸素欠乏症等防止規則）では酸素欠乏を「空気中の酸素の濃度が十八パーセント未満である状態」と定められています。この酸素欠乏が起こりうる場所は、風通しが悪く、酸素を消費する物質がある場所です。例えばマンホールの内部、井戸の内部では酸素が少なくなる可能性があります。住居では石油ヒーターやストーブ、ガスファンヒーターなど、燃料を直接燃やすことは酸素を使って燃やしているわけですから、密閉された室内で長時間の燃焼を続ければ酸欠になる可能性があります。もちろん一酸化炭素や二酸化炭素も増加します。一酸化炭素、二酸化炭素の関係は、物を燃やした時や人間の呼吸で、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) が発生し、物を燃やす時に不完全燃焼を起こすと一酸化炭素 (CO) が発生します。室内では火を使う所（台所、冬場ではストーブ等、換気の悪い部屋）で酸素の減少と一酸化炭素、二酸化炭素の増加が起こります。しかし、二酸化炭素は飲料水のサイダーやビールにも入っており飲料水として飲んでいきます。二酸化炭素の分子構造は安定しているため、壊れにくい気体です。一酸化炭素は不安定で酸素が一つしかない分子構造のために他の酸素と結合して早く安定した二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) になります。人への影響は一酸化炭素が肺に入ると血液中で酸素を運ぶ役割のヘモグロビンと結合し、全身に酸素が届かなくなります。短時間の軽い症状では顔色が赤くなる、急な疲労感や頭痛、吐き気、めまいを感じる、手足にしびれを感じます。長時間で重症の場合は、意識消失、心臓、呼吸の停止、更には脳細胞に酸素が行かなくなり脳死となります。図 5.1.1. には東京都の一酸化炭素中毒事件数を示しています。平成 21 年から 25 年までで住宅で 74 件が発生し、そのうち 12 件はガスコンロやガス湯沸器などのガスを使用する場所で起こっています。特にガスコンロやガス湯沸器を使用する場所では換気が必要です。

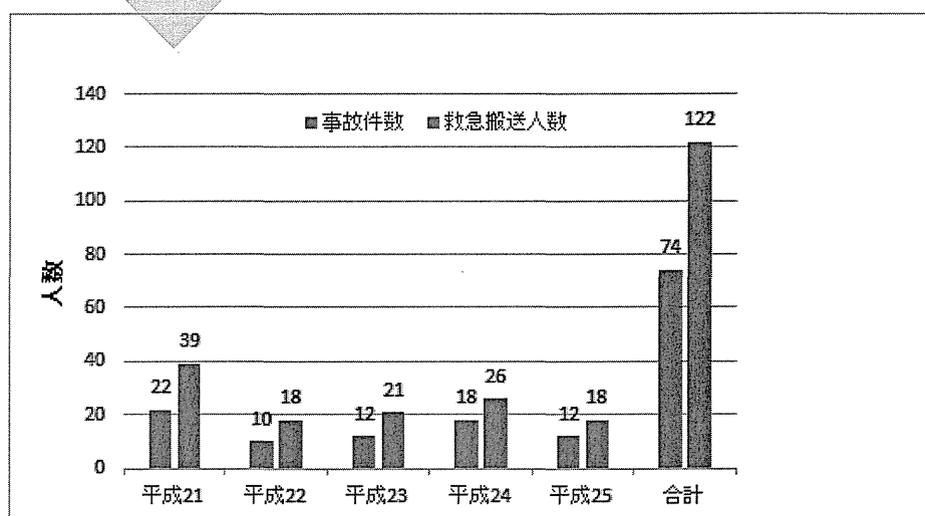


図 5.1.1. 東京都の一酸化炭素中毒

二酸化炭素はごくありふれた物質ですが、空気中の二酸化炭素濃度が 3～4 % を超えると頭痛・めまい・吐き気などを起こします。表 5.1.2. は酸素、一酸化炭素、二酸化炭素濃度の症状と基準値を示します。

表 5.1.2. 酸素、一酸化炭素、二酸化炭素の症状と基準値

酸素 (O <sub>2</sub> )		一酸化炭素 (CO)		二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> )	
濃度%	症状	濃度ppm	症状	濃度%	症状
21	空気中に存在	0.01～0.2	空気中に存在	0.03	空気中に存在
18	安全限界だが連続換気が必要	200	比較的に強度の筋肉労働時間呼吸促進、時に軽い頭痛	0.55	6時間暴露で、症状なし
16	頭痛、吐き気	400	1時間から2時間で前頭痛・吐き気、2時間30分から3時間30分で後頭痛	1～2	不快感が起こる
12	目まい、筋力低下	800	45分間で頭痛・めまい・吐き気・けいれん、2時間で失神	3～4	呼吸中枢が刺激されて呼吸の増加、腕拍・血圧の上昇、頭痛、めまい等の症状が現れる
8	失神昏倒、7～8分以内に死亡	1600	20分間で頭痛・めまい・吐き気、2時間で死亡	6	呼吸困難となる
6	瞬時に昏倒、呼吸停止、死亡			7～10	数分間で意識不明となり、チアノーゼが起こり死亡する
規則	酸素欠乏症等防止規則	基準値	建築物における衛生的環境の確保に関する法律	基準値	目まい、筋力低下
基準値	18%以上	基準値	10ppm以下	基準値	0.5%以下

注1000ppmは0.1%です。

## b. ホルムアルデヒドとアセトアルデヒド

ホルムアルデヒドはシックハウス症状を引き起こす主要原因物質の一つとされています。ホルムアルデヒドはフェノール樹脂、メラミン樹脂、尿素樹脂などの原料になります。安価で殺菌、防虫、防腐作用があることから接着剤、塗料、建材の殺菌、防虫、防腐剤として用いられています。その為合板やパーティクルボード、家具などから放散することがありました。天然素材からもわずかながら放出されています。

アルデヒド類の仲間の、アセトアルデヒドも室内空気汚染源の大きな危険因子とされています。アセトアルデヒド類は合成樹脂、合成ゴムなどの原料として用いられ、飲酒によって人体内でも生成されます。またタバコの煙にも沢山含まれています。アセトアルデヒドは法的な測定の義務はありませんが、一部地方の市町村では公営住宅での測定を義務付けています。アセトンはアルデヒドではありませんが同じ捕集、測定方法で分析されます。アセトンは付け爪用除光液に使われています。アクロレインは加熱された食用油から発生して「油酔い」を起こします。ベンズアルデヒドはTVOCの計算に含めるVOCsリストとして示されています。

ホルムアルデヒドは学校環境衛生基準（平成21年文部科学省告示第60号）では年一回の検査としてホルムアルデヒド（夏期に行うことが望ましい）とトルエンの測定を行い、必要に応じて、キシレン、パラジクロロベンゼン、エチルベンゼン、スチレンを測定することとしています。住宅性能表示制度（平成13年国土交通省告示第1346号）では室内空気中の化学物質の濃度等として新

築住宅について、ホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、エチルベンゼン及びスチレンの測定が義務付けられています。表 5.1.3. にはアルデヒド類とアセトン等の用途を示しました。

表 5.1.3. アルデヒド、アセトン等の用途

	名前	分子量	沸点	CAS番号	用途
1	ホルムアルデヒド	30.03	-19.3	50-00-0	37% 以上の水溶液はホルマリンと呼ばれる。フェノール樹脂、メラミン樹脂、尿素樹脂などの原料、家具や建築資材、壁紙の接着剤などに使用
2	アセトアルデヒド	44.05	20.2	75-07-0	合成樹脂、合成ゴムなど原料として用いられる。タバコの煙にも含まれ、飲酒によって人体内でも生成される。
3	アセトン	56.06	56.5	67-64-1	メタクリル酸メチル (MMA) の原料、付け爪用除光液、スプレーペイントや染み抜きなど、体内で自然に生成される
4	アクロレイン	58.08	52.6	107-02-8	医薬品、繊維処理剤、溶剤、抽出に用いる、殺菌剤、ガソリンエンジンの不完全燃焼、タバコから発生。「油酔い」は加熱分解された油脂から発生するアクロレインが原因
5	ベンズアルデヒド	106.12	179	100-52-7	アーモンド、杏仁(アズノ種)の香り成分。香料、や医薬品の合成原料、息香酸になる
6	クロトンアルデヒド	70.08	104	123-72-3	塗料用シンナーとして、揮発性の小さい溶剤としてカラー塗料等にも用いられる
7	ヘキサアルデヒド	100.16	131	66-25-1	食品用香料や、建材の防腐剤

### c. VOC (volatile organic compounds) 揮発性有機化合物

VOC は WHO の分類によると、沸点が 50 ~ 100℃から 240 ~ 260℃までの有機化合物です。揮発性を有し、大気中で気体状となる有機化合物です。塗料、印刷インキ、接着剤、洗浄剤、ガソリン、シンナーなどに含まれています。トルエン、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、テトラデカンシックハウス問題に関する検討会（以後検討会）で指針値として示されています。その他、ベンゼンなどよく知られている物質 100 種類以上が色々なところで使用されています。

VOC の種類については検討会で示されている物質と国の委託などを受けて室内濃度の実態調査した物質を含めて個々の有機化合物の用途を表 4. に示しています（表は沸点の低い有機物質から高い有機化合物となっています）。シックハウスに総揮発性有機化合物 (TVOC) という言葉があります。これは個々の有機化合物量を表す物ではなく VOC のトータル量を表したもので、室内の環境を維持管理に使用するための物です。室内 VOC の実態調査結果をもとに、達成が可能な限り低い範囲で指針値が設定されています。

表 5.1.4. VOC の用途と分類 (MVOC と TVOC を含む)

VOC	分類	分子量	沸点	CAS番号	用途
2-ペンチルフラン	複素環式芳香族	138	57	3777-69-3	
クロロホルム	ハロゲン	119	62	67-66-3	有機化合物の溶剤, フロンの原料
2-メチルフラン	複素環式芳香族	82	65	534-22-5	香料原料
3-メチルフラン	複素環式芳香族	82	66	930-27-8	
n-ヘキサン	T, 脂肪族	86	68	110-54-3	食用油脂抽出溶剤, 接着剤の溶剤, 塗料, インキ溶剤
1, 1, 1-トリクロロエタン	T, ハロゲン	133	74	71-55-6	金属部品の脱脂・洗浄剤, ドライクリーニング洗浄剤
四塩化炭素	ハロゲン	153	76	56-23-5	油脂、ワックス樹脂の原料、農薬原料(駆虫剤)
酢酸エチル	T, エステル	88	77	141-78-6	溶剤、塗料・印刷インキ、接着剤
メチルエチルケトン	T, ケトン	71	79	78-93-3	溶剤、印刷インキ溶剤、洗浄剤化粧品原料(爪化粧品)
2, 4-ジメチルペンタン	脂肪族	102	80	108-08-7	溶媒
ベンゼン	T, 芳香族	78	80	71-43-2	合成原料、合成樹脂塗料、農薬、医薬品など溶剤
1, 2-ジクロロエタン	ハロゲン	99	83	107-06-2	溶媒、殺虫剤、熏蒸剤
トリクロロエチレン	T, ハロゲン	131	87	79-01-6	金属部品の脱油脂洗浄、羊毛の脱脂洗浄、抽出剤(香料)
1, 2-ジクロロプロパン	ハロゲン	113	96	78-87-5	金属洗浄剤、油脂・樹脂・ゴムの溶剤、ドライクリーニング溶剤
2, 2, 4-トリメチルペンタン	脂肪族	114	99	540-84-1	燃料、溶剤、洗浄剤
2-ペンタノン	T, 脂肪族, MVOC	86	101	107-87-9	溶剤
トルエン	T, 芳香族	92	111	108-88-3	医薬品、塗料・インキ溶剤、洗浄剤
n-トリデカン	T, 脂肪族	184	111	629-50-5	石油中に含まれる
1-ブタノール	T, アルコール	74	117	71-36-3	塗料溶剤安定剤、化粧品原料、入浴化粧品
メチルイソブチルケトン	T, ケトン	100	118	108-10-1	塗料・インキ・接着剤溶剤
2-ペンタノール	T, MVOC	88	119	6032-29-7	溶剤、洗浄剤、合成中間体、可塑剤、着香料
クロロジプロモメタン	ハロゲン	208	121	124-48-1	農薬原料、殺菌消毒剤原料、水処理剤原料
テトラクロロエチレン	T, ハロゲン	166	121	127-18-4	ドライクリーニング、金属の脱脂洗浄、一般溶剤、駆虫剤
n-オクタン	T, 脂肪族	114	125	111-56-9	抽出溶剤、燃料、洗浄剤
酢酸ブチル	T, エステル	116	126	123-86-4	溶剤、ラッカーの製造、天然ゴム、果実エッセンス
2-ヘキサノン	MVOC	100	127	591-78-6	溶剤、香料、有機ゴム薬品(老化防止剤)
2-メチル-1-ブタノール	アルコール	88	128	137-32-6	スズバチやカリバチ等の誘引剤。果物やワインに含まれる。食品の香料
オルト、メタ、パラキシレン	T, 芳香族	106	128	1330-20-7	溶剤、合成樹脂の原料、EPS建材に不純物として微量混入する
3-メチル-1-ブタノール	MVOC	88	130	123-51-3	反応溶媒として使用、エステル誘導体の原料
エチルベンゼン	T, 芳香族	106	136	100-41-4	洗浄剤、有機合成、溶剤、希釈剤である
1-ペンタノール	MVOC	88	138	71-41-0	食品添加物、香料
スチレン	T, 芳香族	104	145	100-42-5	ポリスチレン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、AS樹脂、合成樹脂塗料
α-ピネン	T, テルペン	136	155	7785-26-4	マツ、ヒノキ、スギなどの針葉樹に含まれ、香りを持ち香料や医薬品の原料
n-ノナン	T, 脂肪族	128	161	111-84-2	無臭溶剤として機械洗浄用、ドライクリーニング用、ペイント用シンナー
1,3,5-トリメチルベンゼン	T, 芳香族	120	164	108-67-8	燃料やガソリンに含まれる。溶剤、塗料うすめ液、家庭用塗料を含む。
3-オクタン	T, MVOC	128	167	106-68-3	ラベンダー香水の成分、キノコとチーズの香味料
1,2,4-トリメチルベンゼン	T, 芳香族	120	169	95-63-6	ガソリンに含まれている。染料、香料などの原料として使用
n-デカン	T, 脂肪族	142	174	124-18-5	石油系中沸点溶剤(印刷インキ溶剤・塗料溶剤の希釈剤など)
パラジクロロベンゼン	T, 芳香族	147	174	106-46-7	殺虫剤(燻蒸剤)、室内の防臭剤、プラスチックの製造における中間体
1-オクテン-3-オール	アルコール	128	175	3391-86-4	メントあるいは野菜類のフレーバー用としてまたラベンダー用香料
3-オクタノール	T, MVOC	130	175	589-98-0	
1,2,3-トリメチルベンゼン	芳香族	120	176	526-73-8	染料や顔料、医薬品などの中間体となる
リモネン(D,L体がある)	T, テルペン	136	176	136-66-3	柑橘類の果皮やハッカ油、テレピン油等に含まれ、香料や虫よけとして使用
2-エチル-1-ヘキサノール	T, アルコール	130	185	104-76-7	可塑剤、合成潤滑剤
硫酸ジメチル		126	188	77-78-1	香料ネロリンの合成、芳香族炭化水素の抽出溶剤、化学物質の安定剤
ノナナール	T, アルデヒド	142	191	124-19-6	食品、化粧品調合香料、花や果実の香りの成分として使用
n-ウンデカン	T, 脂肪族	156	196	1120-21-4	昆虫界、植物界に散見し、フェロモンとして利用。合成原料、溶剤、活性剤
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	芳香族	134	196	95-93-2	硬化剤、接着剤およびコーティング剤アルキド樹脂の架橋剤。
デカナール	アルコール	156	209	112-31-2	甘い柑橘果実的な香気を必要とするあらゆる合成精油、調合香料に使用
n-ドデカン	T, 脂肪族	170	216	112-40-3	溶剤、有機合成、ジェット燃料の研究
n-ヘプタン	T, 脂肪族	130	223	111-14-8	工業用の溶剤、洗浄剤
n-テトラデカン	T, 脂肪族	198	253	629-59-4	石油中に含まれる
n-ペンタデカン	T, 脂肪族	212	271	629-62-9	石油中に含まれる
n-ヘキサデカン	T, 脂肪族	226	287	544-76-3	溶剤

TはTVOC(総揮発性有機化合物)を求めるのに必須VOCのリストである。

MVOCは微生物由来揮発性有機化合物

表は沸点の低い物質から高い物質の順に並べています。

TVOC は表 5.1.4. の分類に示された T 記号と表 5.1.5. TVOC を求めるのに必須 VOC の合計の有機化合物が TVOC として推奨されています (1 参照)。

表 5.1.5. TVOC を求めるのに必須 VOC 類

TVOCの分類	物質名
○芳香族炭化水素	n-プロピルベンゼン、2-エチルトルエン、ナフタレン 4-フェニルシクロヘキセン
○脂肪族炭化水素 (n-C6~C16)	3-メチルペンタン、1-オクテン、1-デセン
○環状アルカン	メチルシクロペンタン、シクロヘキサン、 メチルシクロヘキサン
○テルペン	3-カレン、
○アルコール	2-プロパノール
○グリコール/グリコールエーテル	2-メトキシエタノール、2-エトキシエタノール 2-ブトキシエタノール、1-メトキシ-2-プロパノール
○アルデヒド	ブタナール、ペンタナール、ヘキサナール
○ケトン	シクロヘキサノン、アセトフェノン
○ハロゲン化炭化水素	1,4-ジクロロベンゼン
○酸	ヘキサン酸
○エステル	酢酸イソプロピル、酢酸2-エトキシエチル テキサノールイソブチレート
○その他	テトラヒドロフラン

これ以外に表 5.1.4.VOC の用途と分類 (MVOC と TVOC を含む) 分類項の T 物質が含まれる

d. 準揮発性有機化合物 (Semi Volatile Organic Compounds (SVOC)) と粒子状有機化合物 (Particulate Organic Matter (POM))

WHO の分類では SVOC (準揮発性有機化合物) は沸点 240 ~ 260°C から 380 ~ 400°C の物質、粒子状有機化合物 (Particulate Organic Matter (POM)) は 380°C 以上となっています。SVOC は難燃剤 (可燃性の素材に化学を燃えにくくするために加える化学物質)、可塑剤 (物質を柔らかくしたり、加工しやすくしたりするために加える化学物質) として使用されています。有機化学物質の種類はフタル酸化合物やリン酸化合物があります。検討会で指針値として示されている物質はフェノブカルブ、ダイアジノン、フタル酸ジ-n-ブチル、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルなどです。なお、WHO が殺虫剤として示している DDT、クロルデンは現在日本では製造、使用されていません。クロルピリホスは白色の結晶で、水には溶けにくく常温での揮発性は低く物質 POM と考えられますが 2003 年からこれを含んだ建築材料は使用されていません (使用禁止)。表 5.1.6. は SVOC として知られているフタル酸化合物とリン酸化合物の用途等を示しています。

表 5.1.6. SVOC (フタル酸化合物、リン酸化合物)

物質名		分子量	沸点	CAS	用途
可塑剤					
フタル酸ジメチル	DMP	194.2	284	131-11-3	可塑剤、顔料、塗料、香料、殺虫剤、防虫剤、
フタル酸ジエチル	DEP	222.2	298	84-66-2	可塑剤、香料の保留剤
フタル酸ジイソブチル	DiBP	278.3	320	84-69-2	可塑剤、セルロイド、ネイルポリッシュ、爆発物、塗料製造に利用
フタル酸ジ-n-ブチル	DnBP	278	340	84-72-2	可塑剤、接着剤や印刷インクの添加剤としても利用
フタル酸ブチルベンジル	BBP	312.4	370	85-88-7	可塑剤プラスチック可塑剤、床壁用タイル、塗料用、人造皮革・室内装飾用
フタル酸ジエチルヘキシル	DEHP	390.6	290	117-81-7	可塑剤塗料、顔料、接着剤、潤滑油の添加剤
フタル酸ジイソノニル	DINP	418.6	403	28553-12-0	可塑剤
アジピン酸ジエチルヘキシル	DEHA	370.5	214	103-23-1	可塑剤 塩化ビニル、合成ゴム用の軟化剤、合成潤滑剤。
難燃剤					
リン酸トリメチル	TMP	140	197	512-56-1	難燃剤、合成繊維の染色防止剤、弱酸性溶媒、農薬や医薬品の中間原料
リン酸トリエチル	TEP	182	215	78-40-0	難燃剤、ゴムやプラスチックの強化剤、農薬の合成の中間体としても
リン酸トリプロピル	TPP	224.2	120	513-08-6	
リン酸トリブチル	TBP	266.3	289	126-73-8	難燃剤、触媒、安定剤(樹脂・繊維)、可塑剤
リン酸トリス(2-クロロイソプロピル)	TClP	327.5		6145-73-9	
リン酸トリス(2-クロロエチル)	TCEP	285.5	300	115-96-8	難燃剤、ウレタン樹脂用難燃剤、潤滑油添加剤
リン酸トリス(2-エチルヘキシル)	TEHP	434.6	215	78-42-2	難燃剤、電線被覆、冷蔵庫用器具、レインコート生地用、合成ゴム用可塑剤
リン酸トリス(ブトキシエチル)	TBEP	398.5	220	78-51-3	
リン酸トリス(1,3-ジクロロ-2-プロピル)	TDCPP	430	315	13674-87-8	難燃剤(プラスチック発泡材、樹脂および乳濁液)
リン酸トリフェニル	TPhP	326.3	370	115-86-6	難燃剤、可塑剤、として
リン酸トリクレシル	TCP	368.4	420	1330-78-5	難燃剤、樹脂の可塑剤、ゴムの軟化剤、ガソリン添加剤、潤滑油添加剤
その他					
4-ノニルフェノール	4-NP	220.3	295	25154-52-3	界面活性剤、樹脂の安定剤、石油製品の酸化防止剤及び腐食防止剤等
ジブチルヒドロキシルエン	BHT	220.3	285	128-37-0	化粧品・ボディソープ・医薬品・ジェット燃料・ゴム・石油製品にも使われる
S-421	S-421				

Bis(2,3,3,3-tetrachloropropyl) ether

### e. 微生物由来揮発性有機化合物 (Microbial Volatile Organic Compounds; MVOC)

室内に生育する微生物(細菌やカビ)などによって室内の有機物質は代謝や分解され、アルコール類やケトン類、カビ臭のもととなるジェオスミン(有機化合物の一種)等の化合物を生成します。これらの化合物は微生物由来揮発性有機化合物(MVOC)と言われ、症状との検討がなされ、150種類以上存在すると言われていています。代表的な1-オクテン-3-オールの室内空气中濃度がアレルギー性鼻炎の発症率に関与するとする報告があります。MVOCの発生を確認する為に *Alternaria alternata*、*Eurotium herbariorum*、*Aspergillus penicillioides* の3種類の真菌(カビ)を用いて行った実験例(培地を含む)では、エタノール、2-ペンタノン、1-オクテン-3-オール、3-オクタノールの発生が見られています。表5.1.4VOCの用途と分類(MVOCとTVOCを含む)に代表的なMVOCを示しました。測定された化学物質がMVOCであるかどうかを確実にするには室内のカビの測定も必要だと思えます。

## 5.1.2. 化学物質の測定

作業環境測定では測定をデザイン、サンプリング及び分析（解析）と定義しています。「デザイン」は実態を明らかにするために測定計画を立てることです。「サンプリング」は捕集等に適したサンプリング機器をその用法に従って試料を採取し、分析を行うための前処理を行うことです。「分析（解析）」は測定しようとする物を分離し、定量し、又は解析（評価）することをいいます

シックハウスの測定に必要なことは測定の目的をはっきりして行うことです。すなわち、実態を明らかにするための測定計画「デザイン」が重要です。シックハウスの「デザイン」には次の5種が考えられます。

- (1) 予防として入居前の新規住宅（増築やリフォーム）の環境濃度を把握するデザイン
- (2) 入居後に室内の環境濃度を知る場合や環境濃度が気になる（自覚症状がある場合）デザイン
- (3) 個人個人の生活環境の行動範囲での曝露濃度を知りたいデザイン。
- (4) 生活環境で体内に有害物質が吸収された量を知りたい（生物学的モニタリング）デザイン
- (5) ある程度の長時間の曝露（数か月から数日）を知る方法として住居のダストを用いるデザイン

「サンプリング」は化学物質の性状（粉じん、液体、気体）によって捕集方法が異なります。例えば一般的に粉じんならろ過材に捕集、気体なら個体に（活性炭やシリカゲル）吸着捕集、液体なら液体に捕集します。捕集時間もポンプを用いる場合（ポンプ法）、ポンプを使用しない場合（拡散法：(2)で説明）により異なります。捕集条件は、部屋の開放、密閉、測定位置などにより異なります。

「分析（解析）」は化学物質の成分や構造によって方法が異なり、精度や感度も異なり、検討委員会では液体クロマトグラフ（HPLC）、ガスクロマトグラフ質量分析（GC/MS）が用いられています。解析をするための評価は一部の物質について指針値が公表されています。

実際デザイン、サンプリングをするには上記に述べた様に色々な条件を考慮する必要があり、一般的には専門家の力をかりて測定をする場合が少なくありません。依頼者は測定するデザインを良く話し合っ行うことが必要です。

### a. デザイン、サンプリング方法

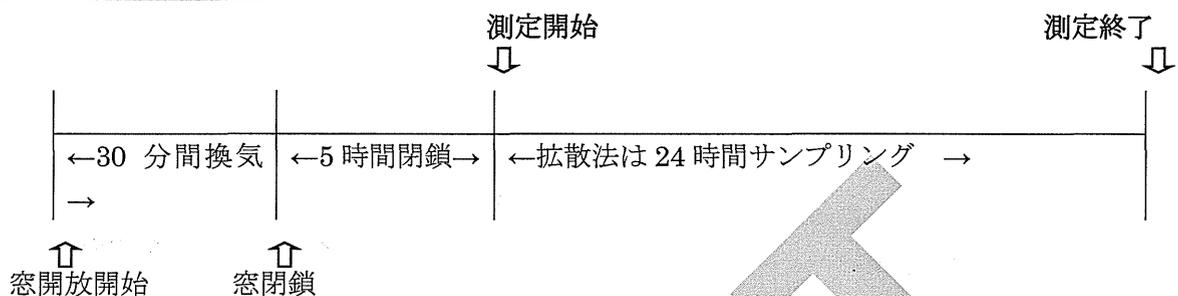
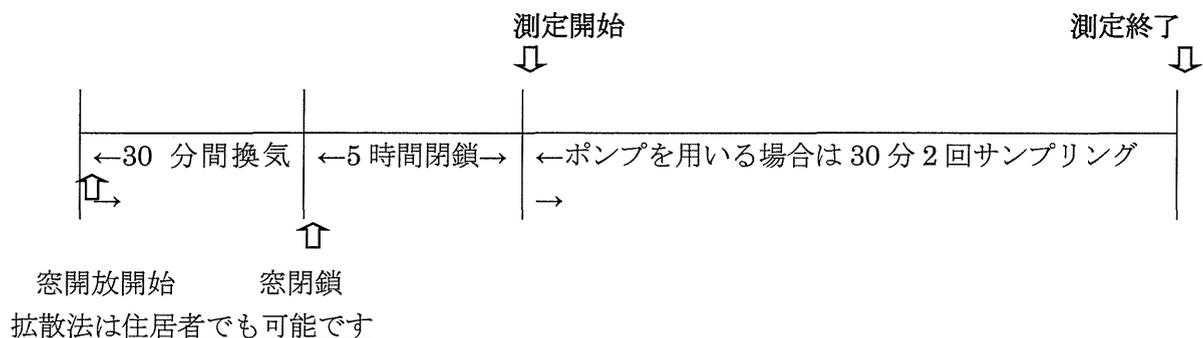
- (1) 予防として入居前の新規住宅（増築やリフォーム）の環境濃度を把握するデザイン：  
室内に放散されるVOCの最大濃度を推測します。このデザインは入居前（生活前）ですから家具や生活用品（備え付け家具クローゼットなどは省く）などの持ち込みが無い、生活実績のない住宅を想定しています。一般的な手順を次に示します。ポンプを用いる場合と拡散法を示します。

#### 手順

##### 測定開始前

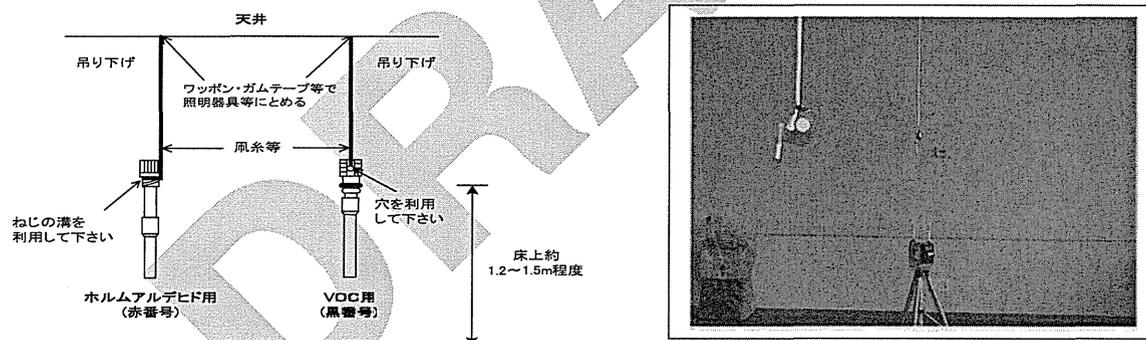
- 1 測定開始前に、まずすべての窓と扉（物入れなどの扉を含む）を開放して下さい（30分間換気します）。
- 2 その後、外気に面した窓、扉等を閉鎖し、部屋の扉も閉めます。この時、押入れ・クローゼットなどの扉は開放のままにしておきます。窓、扉を閉めて5時間以上閉鎖します。

## ポンプを用いる場合



### 測定開始（拡散サンプラーを用いて住居者が行う例）

- 1 測定器材保存容器を取り出します。
- 2 次に保存容器からサンプラーを取り出して下さい。サンプリング部分には触れないでください
- 3 サンプラーは風糸等を利用して部屋の中央で、頭の位置（床から 1.2 m～1.5m）に吊り下げて下さい（ワッポン、ガムテープ等で）。棚の上などに置かないで下さい。



- 4 試料採取時刻は、任意の時点で開始し、原則 24 時間採取とします。（24 時間以上でもかまいません。）採取開始時刻と終了時刻を記録して下さい。あわせて測定開始時と終了時の部屋の温度と湿度の記録をお願いします。

### 測定終了後

- 1 保存容器に入れ、アルミホイルで包んでください。
- 2 測定終了後、サンプラーと記録用紙忘れずに、測定機関まで直ちにクール宅急便でお送りください。

### (2) 入居後に室内の環境濃度を知る場合や環境濃度が気になる(自覚症状がある場合)のデザイン:

居住状態（日常生活状態）での化学物質濃度を把握する為の試料採取方法を示します。この場合は住居者自身が行うことが多いです。

方法は拡散型サンプラー（有害物質の拡散の原理を応用）を用いてサンプリングします。ポンプを用いないために小型で、軽量、騒音がありません。通常の生活の状態を想定して24時間測定して下さい。



しかし、この方法はすべての物質の測定が可能ではありませんので、測定項目などは専門家に相談してください。

入居後に室内の環境が気になる（自覚症状がある）場合は、部屋の測定時の状態としては家具が存在しますので開閉を必要に応じて行ってください。注意事項としては、サンプリングの間の記録を付けることが必用です。測定記録シートを参考にしてください。

### (3) 個人個人の生活環境の行動範囲での曝露濃度を知りたいデザイン：

曝露濃度は、被験者が1日をとおして、どのような化学物質にさらされているかを測定するものです。ご自宅の化学物質濃度と個人の化学物質濃度の両方を測定することで、ご住居以外の場所、通勤、仕事場、習い事やクラブなどの課外活動を含めた化学物質との接触を明らかにすることを可能にします。

曝露濃度は労働環境で用いられています。シックハウスの曝露測定はこれを参考に下記の様にまとめました。

- 1) 幅広い人が測定（会社勤務者、主婦、子供等）するので目立たないサンプラーが必要、小型、軽量であること
- 2) 本来曝露濃度は人の呼吸域に装着するが、行動範囲が広いので一日で最も長い間身に着ける物に取り付ける（子供ならランドセル、女性ならハンドバック等）
- 3) 原則、自宅では服の襟元に着け、睡眠時は寝室に装着する事とした。
- 4) 装着時間は原則24時間（一日の行動が終わるまで）

取扱い方法は平成22年度厚生労働科学研究『シックハウス症候群の原因解明のための全国規模の疫学研究－化学物質及び真菌・ダニ等による健康影響の評価と対策－』のなかで、小学生を対象に実施した例を示します。

測定方法（小学生の測定事例を示します）

測定は、平日学校に行く日に実施してください。（お渡ししたサンプラーは、開封するまで、青い袋は室温で、赤い袋は冷凍庫で保存して下さい。）

朝学校に行く前に取り付け、翌朝学校に行く前に回収してください（24時間測定）。



## 取り付け方法

①袋の中からサンプラーを取り出し、ひもをサンプラーに通してください。

②ランドセルなど、お子さまが使うカバンに取り付けてください。

③家にいるときには、なるべく近くに置いてください。あるいはお子様に取り付けてください。

④お子さまの就寝の際には枕元にサンプラーを吊るしてください。

⑤取り外したサンプラーはカップに入れてしっかりと蓋をし、「赤いシールのものは赤い袋」「青いシールのものは青い袋」に入れて、赤い袋のものは冷凍庫に、青い袋は冷蔵庫で保管して下さい。（赤はホルムアルデヒドの測定用、青はVOC測定用です）



### 注意事項：

- ・ 白いフィルター部分に触らないようにご注意ください。
- ・ 可能な限り持ち歩き、なるべくお子さまの身近な場所にあるようにしてください。

