

解説はありますが [4, 5]、科学的な証明がなされたものではありません。原因となったとされる環境曝露が全くなくなっても症状が続くことなど、従来の中毒症やシックハウス症候群とは病像が異なります。化学物質過敏症の疾病概念自体が未確定ですので、現時点では客観的な臨床検査法や診断基準も確立されていないのです。

このような状況により、いわゆる「化学物質過敏症」に関して、アレルギーぜん息&免疫学会 [7,8]、米国内科学会 [9]、米国カリフォルニア医学協会 [10] は既存の論文をレビューし、化学物質過敏症を中毒性の身体疾患とする考え、また極微量でも一定の量が体に進入し続けると身体反応を示すようになるいわゆる「総身体負荷量説」や免疫不全によって生じるという説についても、それらを支持する科学的論文はみつからなかった、とする意見表明を学術誌に掲載しています。米国職業環境医学会 [11]。米国医学会 [12]、全米研究評議会 [13]、米国健康科学会 [14]、カナダオンタリオ州厚生省 [15]、英国王立医師協会 [16]、なども化学物質過敏症の定義、診断法や治療法には科学性な根拠がないとする意見表明や報告を学術誌に発表しています。なお、ドイツ連邦保健省やドイツ環境省などと共同で国際化学物質安全性計画 (International Programme on Chemical Safety; IPCS / UNEP-ILO-WHO) が組織したワークショップの報告書では、化学物質過敏症は化学物質曝露と症状との間に因果関係を示す根拠がないことから、化学物質という言葉は使わない方が良いということで、「本態性環境不耐症 (Idiopathic Environmental Intolerance; IEI)」と呼んでいます [17]。

日本では、化学物質過敏症の診断基準として、石川らが提示した診断基準が用いられることがありますが [18]、検査項目として挙げられている症状や検査所見は眼科検査が主体であるうえ、特定の化学物質への曝露によると特異的に認められるものではないことに注意をする必要があります。

3.4.2. 化学物質過敏症はどのような化学物質の曝露に起因するのか？を調べるために

いわゆる「化学物質過敏症」が、ごく微量の環境中の化学物質に反応して生じることを証明するためには、化学物質に曝露した時と曝露していない時にどのくらいの頻度で見られるかを疫学的に検討する必要があります。内外で研究が実施されています。

化学物質過敏症の症状と低濃度の化学物質曝露との因果関係を検証する目的で実施される研究で、その因果関係証明に一番説得力がある研究とされているのは「二重盲検 (ダブルブラインド) 法」で割りつけた疫学研究です。古くは米国で 20 人の患者さんにホルムアルデヒド、ガソリン、クリーナーなどの化学物質と新鮮な空気を、被験者もテストをする側も曝露の有無が知らされない「二重盲検法」でランダムに負荷する試験が行われました [19]。この結果、化学物質と新鮮な空気との差は見られませんでした。また、Bornschein によるドイツの研究も「二重盲検法」による負荷試験です [20]。化学物質過敏症を訴える患者さん (ケース) 20 名と化学物質過敏症のない健康な方 (コントロール) 17 人に混合溶媒を含む化学物質負荷と含まない空気の両方をランダムに曝露させました。血圧または心拍数が 10% 以上変化した場合、発疹、低酸素、あるいは症状の悪化が見られた場合に反応ありと定義して、化学物質に曝露した場合の反応と化学物質に曝露させていないのに生じた反応を検討したところ、ケースとコントロールの反応には全く差は見られませんでした。即ち、科学的には化学物質曝露と患者さんの反応には関連はなく、過敏状態が低濃度化学物質曝露によることは説明できませんでした。

日本では、患者さんのみが曝露の有無が知らされない「単盲検 (シングルブラインド)」の研究デザインでしたが、環境省の研究費で 3 つの研究がなされました [21]。その一つ、北里大学の宮田

らの報告によりますと、化学物質過敏症を訴える患者さん 38 名を対象とし、専門のクリーンルームにおいて厚生労働省の室内濃度指針値 80ppb の 1/2 濃度 (40 ppb) と 1/10 濃度 (8 ppb) のホルムアルデヒド、およびプラシーボとしてホルムアルデヒドを含まないガス (0ppm) に曝露させる誘発試験を実施しました [22]。7 名がホルムアルデヒドのみに反応しましたが、他の 31 名は反応しないかまたはプラシーボにも反応したことから、ホルムアルデヒド曝露と被験者の症状誘発は偶然で、両者の間に関連はなかったこととなります。同様に、国立相模原病院の長谷川らはこれまで 51 名の患者にのべ 59 回、ホルムアルデヒドまたはトルエンによる負荷試験を行い、最近、論文が報告されています [23]。実際に負荷試験を実施した 40 名のうち、陽性例は 18 名でしたが、11 名は症状が誘発されず、また 11 名は実際の負荷が始まる前に症状が出たために陰性例とされました。加えて、11 名には盲検法で負荷試験を実施し、陽性が 4 名、陰性が 7 名でした。さらに、関西労災病院の吉田らは来院した患者 7 名にホルムアルデヒドを、10 名にトルエンを、被験者のみにどの濃度かを知らせない方法で曝露させました [24]。しかし、自覚症状、一般的生理指標、神経眼科的生理指標において、明らかな曝露による変化を認めることは出来ませんでした。このことは、内外のいずれの研究においても患者さんの症状等は低濃度の化学物質曝露によらないで、偶然の割合で出現していることを示しています。

3.4.3. 環境化学物質に対する遺伝的感受性 (遺伝子多型) との関係

化学物質に関する遺伝的な感受性に関する論文も報告されています。自記式調査票を用いて化学物質への反応が高いと答えたケースとコントロールとの間で、化学物質や薬物の代謝に関与する代表的な遺伝子 (CYP2D6、NAT1、NAT2、PON1、PON2、GSTT1、GSTP1、GSTM1 など) について、遺伝子多型 SNPs の分布頻度を比較した論文が 6 報報告されています [25-30]。このうち 3 報 [25,29,30] では、SOD2、CYP2D6、NAT2、GSTM1、SGTT1 の変異の分布に有意な差がある ($p < 0.05$) とされましたが、数多い複数の統計学的な比較検定を行っているにもかかわらず (多重比較を行う際に必須とされる) P 値の補正はされていないので、結果の意味付けは難しいと思われれます。

この中で、最近の Cui らの報告では化学物質過敏症の研究で QEESI (Quick Environmental Exposure and Sensitivity Inventory) と呼ばれる自覚症状質問票の得点を用いて化学物質過敏症のケースを定義したところ、SOD2 (スーパーオキシドディスムターゼ) の活性が高い型をもつと、QEESI 高得点群になるリスクが高いと報告しています [25]。SOD2 の活性が高いと酸素ストレスを生じやすく、これが化学物質への過敏性と関係している可能性を示唆していると著者らは述べています。しかし、この研究ではケースの数は 11 人と少なく、QEESI 得点との量-反応関係はありませんでした。なお、QEESI は主観的な質問票で、化学物質過敏症を訴えて受診する患者さんの中で、心理検査などで正常域から離れた得点を示す場合には、非常に高得点を示すことがあるといわれています。従って、QEESI の得点のみを用いてケースとして扱って、ほかの精神心理要因などの可能性について除外を行っていない場合は、「多型の違いが化学物質への過敏性を示唆する」という結果の解釈でよいのか、注意が必要です。よりサンプルサイズが大きい Fujimori や Berg の論文では、ケースとコントロールの遺伝子多型の頻度分布には差が見られず、著者らは化学物質過敏症における遺伝子の役割は小さいのではないかと結論づけています [26, 27]。

一方、化学物質過敏症を訴える患者さんでは、精神神経疾患の合併率が (42 ~ 100%) と高いこ

とが報告されています [31, 32]。そのほとんどが不安障害、気分障害、身体表現性障害であるため、いわゆる化学物質過敏症の発症には、環境要因、特に心理社会的ストレスの関与が示唆されると心身医学の専門家は記述しています [33, 34]。たとえば、CYP2D6 は薬物代謝酵素の遺伝子であるとともに、神経伝達物質であるモノアミンやセロトニン代謝にも関与します。しかし、職場環境のような比較的高濃度の化学物質曝露のもとでもこのようなモノアミンやセロトニン代謝そのものに影響がでることはありませんので、もしもこれらの遺伝子多型が化学物質過敏症に関係していた場合は、化学物質よりもむしろ脳内神経伝達物質の分泌量の違い（異常）によっておこるという説明も示唆されています [30]。

Binkley らの研究では、化学物質過敏症を訴える患者さんでは CCK-B 受容体アレル 7 を持つ者がコントロールよりも有意に多いという結果が得られました [35]。CCK-B はパニック症候群との関連が報告されている遺伝子で、化学物質過敏症の方々の症状のうち、「不安」を引き起こす要因として、パニック障害などの疾病と（神経遺伝学的な）共通点があるのではないかと著者らは考察しています [35]。しかし、実際。この研究もケース、コントロールともに対象者は 11 人と少なく、著者らは化学物質過敏症への遺伝子の影響は少ないのではないかと結論付けています [35]。このように現在までの内外の研究では化学物質過敏症を遺伝的な感受性の違いで説明するのは難しい状況です。

3.4.4. 化学物質過敏状態が引き起こされるメカニズム

化学物質過敏状態の発症メカニズムとしては、不快と感じる化学物質に対する条件反動的な“予期（反応）”によるのではないかという説もあります [36]。プラシーボは薬剤の臨床試験ではしばしば用いられる薬で、乳糖や澱粉、生理食塩水が通常用いられます。薬理作用を持つ成分は含まれていなくても、例えば「痛みに効く」といわれると鎮痛効果がみられることがあります。これとは逆に、例えば、「この薬は副作用として吐き気を起こすことがある」と説明すると、たとえ服用させたものが偽薬でも吐き気を起こしうることをノシーボ効果といい、臨床試験では試験薬のノシーボ効果として不眠や悪心、食欲不振などが報告されています [37, 38]。Bolt と Kiesswetter は化学物質過敏症においては、不安などに感受性が高いグループが、臭い刺激によるノシーボ効果で身体症状を呈している可能性があるとして説明しています [36]。興味深いことに、Araki らが行った介入研究では、多くの化学物質過敏症の患者さんは香水や芳香剤の臭いを不快としているにもかかわらず、天然の植物から得られる精油の香りには寛容でした [39]。精油が受け入れられたのは、天然（自然）な香りであるという受け止めがその背景にあったからではないかと考えられます [40]。

化学物質過敏症は、シックハウス症候群と似ているように取り扱われることがありますが、これまで紹介したように、低濃度の化学物質が患者さんの多彩な症状を引き起こしているとする客観的な根拠がありません。一方で、化学物質過敏症は身体表現性障害の診断基準を満たすことから、これらの疾病が背景にあるとする意見もあります [32, 34, 35, 41-44]。前述したとおり最近、内外から二重盲検法で化学物質に起因することは否定される論文が 4 編出ていることを考慮して、また職場や家庭でも種々のストレスが重なる場合を考慮して、適切な診断とケアを進めることが患者さんのために最も必要と思われます。

3.4.5 化学物質過敏症とされた患者さんに対する適切な治療とケア

化学物質過敏症の病因は明らかにはなっていませんが、個々の患者には症状の緩和につながる支援が重要です。これまでに自覚症状改善に向けた対処療法として、グルタチオンなどのいわゆる解毒剤やビタミン剤の投与が有害化学物質の代謝や排泄を促進するために実施されてはいますが、科学的にその有効性が証明されていないことに注意が必要です [45]。(1) で述べたように、化学物質によることを前提とした解毒療法は既に米国内科学会や米国医学会では否定されています [9, 12]。すなわち、食事や化学物質の使用制限はする必要がなく、「転居による（現在の環境からの）退避」はむしろ社会とのかかわりを絶ち、患者を孤立させる恐れがあるので転居をすべきでないと注意をしています [7]。

一方、近年デンマークの Hauge らから、マインドフルネス認知療法と呼ばれる、「気づき」や「注意コントロール」に基礎をおいた心理療法による治療（介入研究）が報告されています [43,44]。この研究では 69 人の化学物質過敏症患者を 2 群に割付け、介入群には 2 時間半のマインドフルネス認知療法を 8 週間実施し、コントロール群はそれまでの生活を継続したのち 1 年後まで追跡を行いました。この結果、マインドフルネス認知療法による症状への効果や症状による社会的影響に対する有意の効果は得られませんでした。患者さんの「認知」や「感情」に対しては前向きな、よい変化が見られました。つまり、マインドフルネス認知療法によって恐怖に対する認知をかえて、病気への対応力を向上させることは可能であると北欧諸国では考えられています。また、日本でも最近、平田と吉田は、化学物質過敏症の発症過程における精神心理要因の関与について面接調査を行い、発症前の心理負荷の関わりを明らかにしています [31]。この結果、化学物質過敏症の発症には心理社会ストレスが関わる可能性を示唆し、化学物質過敏症の患者さんと接する上で精神的な治療を進展させることが回復のために重要であると説明しています。

一般病院や診療所において、患者さんが自らの症状と化学物質曝露との関連を訴えて受診された場合、まずは患者さんの訴える症状に耳を傾けながら、職場環境など、ストレスによる体調不良を起こしている可能性などをよく調べます。医学的には、うつ病やパニック障害などの基礎疾患として存在する可能性のある他の類似疾患を専門医の意見を聞き、心理社会的要因を含めて鑑別（除外）診断することは、患者さんへの適切な治療を行うためにも必要です。さらに生活環境に増えているおおいと患者さんの身体不調との関係などを逐次検討していきます。最終的にももしも環境化学物質との関係が強く疑われるが、患者さんの住宅や勤務先で曝露に関する実際の測定データや情報があまりない場合には、近隣の保健所や衛生研究所、環境測定機関、あるいは労働衛生機関などに紹介してください。

一方、症状との関係からみて曝露濃度が低いと推定されるとき、あるいはすでに環境が改善されているにもかかわらず症状が続くときには、本当に化学物質が症状に対して問題なのかどうかを再検討する必要があります。環境測定により、化学物質濃度が高い場合はその濃度を低減させる対応が必要です。しかし、過去の報告では、実際に自宅などを測定しても厚生労働省のガイドラインを下回るケースが多く、症状が化学物質によるものとは判断できないことがあるとされます。その場合には化学物質ではなくカビやダニアレルゲンなどの生物学的要因、あるいは湿度環境が原因のこともありますので、本書を参考にその点も患者さんにわかりやすくよく説明します。掃除や換気などの住まい方の改善により症状が良くなることもあることも伝えてください。その上で、環境ストレスに患者さんが対峙するために北欧で行われているマインドフルネス認知療法は（化学物質そのものに対する治療ではありませんが）、症状を和らげて患者さんの生活の質を向上させるためには役立つ可能性も示唆されています [43, 44]。

第Ⅱ部 室内環境による健康影響

第4章 室内環境に関する規制

DRAFT

第4章 室内環境に関わる規制

4.1. 日本における室内環境規制

日本では、第二次世界大戦後、社会経済の発展、人口の都市への集中、建築技術の進歩等に伴って、都市部を中心に大規模な建築物が多数建設されました。生活や活動の場である建築物は、健康で衛生的な環境が確保されなければなりません。1950年代以降、不適切な建築物の維持管理に起因する健康影響の事例がいくつも報告されました。そのため1970年（昭和45年）に「建築物における衛生的環境の確保に関する法律（建築物衛生法）」が制定されました。

この法律では、空気環境管理基準などの維持管理基準が定められています。この法律の適用範囲は、法令で定められた特定建築物のみとなります。個人が自主的に管理できない建築物を対象にしたことが理由の1つです。住宅は、個人が管理可能との考えに基づき、この法律の対象外となりました。ところがその後、化学産業や建築技術の発達、また省エネや耐震などの要求に伴い、住宅には多種多様な建材や建築工法が使用されるようになりました。そのため、個人で住宅を管理することが困難となってきました。このような社会状況の変化により、いわゆるシックハウス症候群など、住居衛生に関わる問題が1990年代に再び大きくなりました。

表 4.1 建築物の室内空気汚染に関する実態調査と対策の経緯

年代	調査研究	行政の動向
1970	<ul style="list-style-type: none"> ・食器戸棚の合板由来のホルムアルデヒドによる悪臭に関する報告（東京都消費者センター 1970） ・日用品の化学物質と健康影響に関する研究（豊川ら 1971） 	<ul style="list-style-type: none"> ・建築物衛生法（厚生省 1970） ・食器戸棚のホルムアルデヒドに関する指導通知（林野庁 1970） ・住宅の内装材のホルムアルデヒドに関する指導通知（林野庁，農林省 1971） ・有害物質を含有する家庭用品の規制法（厚生省 1974）
1980	<ul style="list-style-type: none"> ・室内ホルムアルデヒドと VOCs の小規模実態調査（松村 1980，林 1982，三谷ら 1985） ・家具中のホルムアルデヒドの実態調査（佐藤ら 1981） 	<ul style="list-style-type: none"> ・住宅の省エネ基準（通産省，建設省 1980） ・合板等のホルムアルデヒド放散量の日本農林規格（JAS）（農林省 1980） ・パーティクルボード等のホルムアルデヒド放散量日本工業規格（JIS）（通産省 1983） ・クロルデン類の製造・輸入・使用禁止（1986）
1990	<ul style="list-style-type: none"> ・ビルの室内ホルムアルデヒドと VOCs の全国調査（国立公衆衛生院 1996） ・建材、機材等の VOCs の全国調査（国立公衆衛生院 1998） ・ホルムアルデヒドの全国調査（国立衛研 1997） ・居住環境中の VOCs 全国調査（国立衛研 1999） 	<ul style="list-style-type: none"> ・住宅の新省エネ基準告示（通産省，建設省 1992） ・ホルムアルデヒド室内濃度指針値（厚生省 1997） ・住宅の次世代省エネ基準告示（通産省，建設省 1999）
2000以降	<ul style="list-style-type: none"> ・学校の室内ホルムアルデヒドと VOCs 全国調査（文部科学省 2001，2004） ・居住環境中のホルムアルデヒドと VOCs 全国調査（国土交通省 2000–2005） 	<ul style="list-style-type: none"> ・12物質室内濃度指針値（厚生省 2000–2002） ・TVOC 暫定目標値（厚生省 2000） ・住宅品質確保促進法（国土交通省 2000） ・改正建築物衛生法（厚生労働省 2003） ・学校環境衛生の基準改訂（文部科学省 2002） ・改正建築基準法（国土交通省 2003） ・地域保健法の基本指針改訂（厚生労働省 2003） ・健康増進法の受動喫煙対策（厚生労働省 2003） ・学校保健安全法（文部科学省 2009）

VOCs：揮発性有機化合物、TVOC：総揮発性有機化合物

このような状況を踏まえて、1997年以降、住宅におけるホルムアルデヒドと揮発性有機化合物の室内濃度に関する全国規模の調査が実施されました。そして、一部の住宅では室内空気汚染が高いレベルにあることが明らかになりました。そこで厚生労働省は、ホルムアルデヒドを含む13の化学物質に対して室内濃度指針値を策定しました。

室内濃度指針値は、生産的な生活に必須な特殊な発生源がない限り、住居（戸建、集合住宅）、オフィスビル（事務所、販売店など）、病院・医療機関、学校・教育機関、幼稚園・保育園、養護施設、高齢者ケア施設、宿泊・保養施設、体育施設、図書館、飲食店、劇場・映画館、公衆浴場、役所、地下街、車両など、あらゆる室内空間に適用されます。そしてその後、室内濃度指針値の策定を踏まえて、建築物衛生法と学校環境衛生の基準が改正されました。これらは室内空気中の化学物質濃度の基準とその維持管理方法を規定しています。そして、住まい作りに関する法規として、建築基準法が改正され、住宅の品質確保の促進等に関する法律（住宅品質確保促進法）ではシックハウス対策が取り入れられました。つまり、室内空気質と住まい作りの双方の面からシックハウス対策に関する規制が導入されました。そしてさらに、地域保健法の基本指針にシックハウス対策が取り入れられ、行政のシックハウス対策に対する具体的な役割が規定されました。

4.1.1. 室内空気質に関する規制

a. 室内濃度指針値

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、スチレン、クロルピリホス、フタル酸ジ-n-ブチル、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、テトラデカン、ダイアジノン、アセトアルデヒド、フェノブカルブの13物質に対して室内濃度指針値が策定されました（巻末資料1参照）。

室内濃度指針値は、現時点で入手可能な化学物質の毒性に係わる科学的知見をもとに、人がその濃度の空気を一生涯にわたって摂取しても、有害な健康影響が生じないであろうと判断された値です。シックハウス症候群は、症状発生の仕組み等において未解明な部分が多く、シックハウス症候群による体調不良と室内濃度指針値との間に明確な因果関係が証明されたわけではありません。しかし、その因果関係が明確でなくても、現時点で入手可能な科学的知見をもとに指針値を策定し、それを下回る室内空気質を確保することで、より多くの人に対してシックハウス症候群様の体調不良をはじめ、有害な健康影響を生じさせないようにできるはず、という基本理念に基づいています。従って、室内濃度指針値は、シックハウス症候群を発生させない絶対的な値ではありません。化学物質による有害な健康影響を生じさせないうえで、それ以下がより望ましいと判断された値です。

厚生労働省は、13物質の室内濃度指針値とともに、総揮発性有機化合物（TVOC）の暫定目標値 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ を定めました。TVOCは、国内の家屋における室内空気中のVOCの実態調査結果から、合理的に達成可能な限り低い範囲で決定された値です。従って、この目標値は、健康影響や毒性学的知見から決定したのではなく、室内空気の汚染状態の目安として利用されます。

b. 建築物衛生法

この法律は、1970年（昭和45年）に制定されました。この法律の適用範囲は、建築物の用途及び延べ面積等により定められた「特定建築物」です。具体的には、(1)研修所など学校教育法第1条（小学校、中学校、高等学校、中等教育学校、大学、高等専門学校、盲学校、聾学校、養護学校および

幼稚園)に規定する学校以外の学校、興行場、百貨店、集会場、図書館、博物館、美術館、遊技場、店舗、事務所、旅館の用途に用いられる建築物のうち、延べ面積が 3,000m² 以上である建築物、(2) 学校教育法第 1 条に規定する学校で、延べ面積が 8,000m² 以上である建築物です。

1970 年に法律が制定された当時は、浮遊粉じん量、一酸化炭素濃度、二酸化炭素濃度、温度、湿度、気流に関する空気環境の維持管理基準が規定され、2 ヶ月以内に定期的にこれらの項目の測定が規定されました。そして 2003 年の改正において、厚生労働省の室内濃度指針値であるホルムアルデヒド濃度 0.1mg/m³ 以下が追加されました(巻末資料 xx 参照)。

ホルムアルデヒドの室内濃度は、高温高湿度になるほど上昇します。そのためホルムアルデヒド濃度の測定は、特定建築物の建築、大規模な修繕、大規模な模様替えが行われ、それから使用開始後の最初の夏期 6 月 1 日から 9 月 30 日までの間に実施するよう規定されています。

c. 学校保健安全法

日本における学校環境衛生の取り組みは、1958 年(昭和 33 年)の学校保健法から始まっています。1964 年(昭和 39 年)に学校環境衛生の基準が定められ、1992 年(平成 4 年)の改正を経て、二酸化炭素、一酸化炭素、温湿度、気流、浮遊粉じん、落下細菌、熱輻射(熱が空間を伝達する現象)、教室の換気に関する基準値が定められました。そして住宅におけるシックハウス症候群と同様に、学校においても化学物質等による室内空気汚染でシックハウス症候群様の症状を訴える児童生徒が報告されました。

そこで文部科学省は、2002 年にこの基準を改正し、厚生労働省の室内濃度指針値に準じて、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基準を追加しました。さらに、エチルベンゼン、スチレン、二酸化窒素、ダニまたはダニアレルゲンの基準を 2004 年に追加しました(巻末資料 xx 参照)。2009 年 4 月に施行された学校保健安全法では、学校環境衛生の基準がより明確に法律の中で規定されました。

この基準は、学校教育法第 1 条に規定する、小学校、中学校、高等学校、中等教育学校、大学、高等専門学校、盲学校、聾学校、養護学校および幼稚園に適用されます。しかし、厚生労働省が所管する保育園には適用されないことに留意する必要があります。

d. 事務所衛生基準規則

この規則は、1972 年に定められました(昭和 47 年 9 月 30 日労働省令第 43 号)。この規則は、労働安全衛生法(昭和 47 年 6 月 8 日法律第 57 号)に基づき定められた、事務所の衛生基準を定めた厚生労働省令です。本規則における事務所とは、建築物において、事務作業に従事する労働者が主として使用するものです。但し、工場現場の一部において、ついたて等を設けて事務作業を行っているものは本規則の事務所には該当しません。通常、事務所は、有害物や危険物を取り扱うことのない作業場といえます。そのため重篤度の高い労働災害や職業性疾病が発生する可能性は少ないのですが、本規則は、事務所の衛生確保を目的として、環境管理、清潔、休養、救急用具等を定めています。

室内空気汚染に関わる場所では、環境管理として、事務室における一酸化炭素と二酸化炭素の濃度をそれぞれ 50 ppm 以下、1000 ppm 以下と定めています。但し、空気調和設備等を設置している事務所では、浮遊粉じん量、一酸化炭素濃度、二酸化炭素濃度、温度、湿度、気流、ホルムアルデヒド濃度に関する空気環境の維持管理基準について、建築物衛生法と同じ基準値を定めています。

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_{2.5}、PM₁₀）、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。PM₁₀ 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_{2.5} 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 mg/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 mg/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 $PM_{2.5}$ 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。

$PM_{2.5}$ 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 ³ (30 分平均値) いかなる時間帯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 ⁶ (µg/m ³) ⁻¹ 17 µg/m ³ (10 ⁻⁴ の発がんリスク) 1.7 µg/m ³ (10 ⁻⁵ の発がんリスク) 0.17 µg/m ³ (10 ⁻⁶ の発がんリスク)	急性骨髄性白血病 遺伝毒性 *
ナフタレン 二酸化窒素	10 µg/m ³ (年平均値) 200 µg/m ³ (1 時間平均値) 40 µg/m ³ (年平均値)	動物実験での炎症や悪性を伴う気道損傷 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 ³ (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 ³ (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 ³ (8 時間値) ※算術平均値 7 mg/m ³ (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 ⁵ (Bq/m ³) ⁻¹ 67 Bq/m ³ (10 ⁻² の発がんリスク) 6.7 Bq/m ³ (10 ⁻³ の発がんリスク) 非喫煙者のユニットリスク : 0.6×10 ⁵ (Bq/m ³) ⁻¹ 1670 Bq/m ³ (10 ⁻² 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 ³ 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 ⁷ (µg/m ³) ⁻¹ 230 µg/m ³ (10 ⁻⁴ の発がんリスク) 23 µg/m ³ (10 ⁻⁵ の発がんリスク) 2.3 µg/m ³ (10 ⁻⁶ 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 ³ (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 ⁵ (ng/m ³) ⁻¹ 1.2 ng/m ³ (10 ⁻⁴ の発がんリスク) 0.12 ng/m ³ (10 ⁻⁵ の発がんリスク) 0.012 ng/m ³ (10 ⁻⁶ 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 _{2.5}	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 ³ 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 ³ (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 ³ 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 ² 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 ³ 以下であること
トルエン	260 µg/m ³ 以下であること
キシレン (必要時)	870 µg/m ³ 以下であること
パラジクロロベンゼン (必要時)	240 µg/m ³ 以下であること
エチルベンゼン (必要時)	3800 µg/m ³ 以下であること
スチレン (必要時)	220 µg/m ³ 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 ³ 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℃。揮発性有機化合物（Volatile Organic Compounds (VOC)）は 50～100℃ から 240-260℃。準揮発性有機化合物（Semi Volatile Organic Compounds (SVOC)）は 240～260℃ から 380-400℃)、粒子状有機化合物（Particulate Organic Matter (POM)）は 380℃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 揮発性有機化合物) (超)	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, d-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 揮発性有機化合物) (半)	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 子状有機物) (粒)	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 (CO₂) 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 (CO₂) 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 (CO₂) 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。

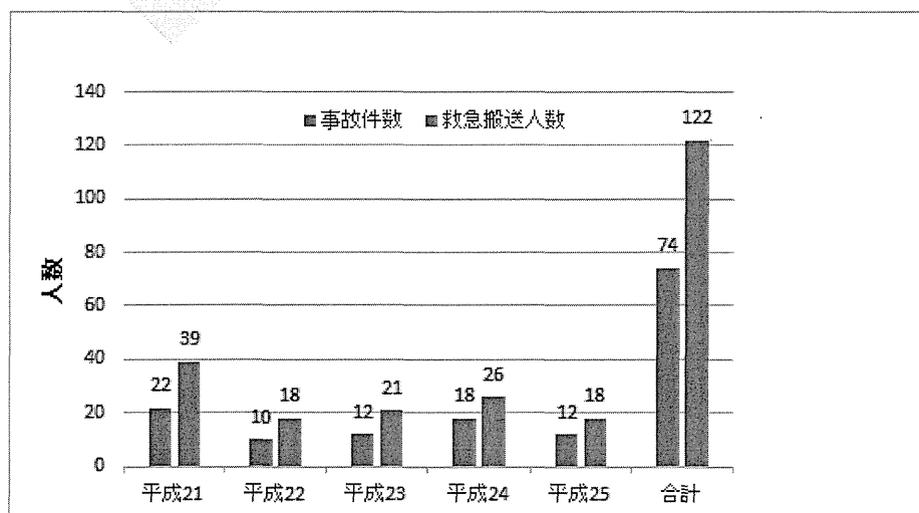


図 5.1.1. 東京都の一酸化炭素中毒

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 ₂)		一酸化炭素 (CO)		二酸化炭素 (CO ₂)	
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時間以前頭痛・吐き気、2時間30分から3時間30分以後頭痛	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