

本産業衛生学会及び ACGIH で評価が行われた物質のうち JP-GHS 分類されていない物質を検索した結果、大半の物質は JP-GHS 分類評価済みであり、またその分類においては、日本産業衛生学会や ACGIH が引用されていることから JP-GHS を基礎データとすることで十分な網羅性を担保出来ると判断された。ただし、ACGIH 評価済み物質のうち JP-GHS に含まれない 85 物質については、個別に気道障害性のスクリーニング調査を進める必要がある。また、他の代表的な化学物質の毒性データベースについても同様に比較調査を行う必要があると考えられる。さらに、GHS 分類は、分類基準については国際共通化されているものの、分類そのものは各国で独自に実施しているため、同一物質であっても分類結果に若干の違いがあることが指摘されている。そのため、優先順位リストの補完のため EU-GHS 等の分類結果について JP-GHS 分類結果との比較を行うことも有用であると考えられる。一方、優先順位付けの物性面における評価基準として、本年度は、常温で気体の物質を抽出したが、常温で液体であっても沸点の比較的低い物質や、固体であっても昇華性があり経気道ばく露の懸念がある物質については、気道障害性を惹起する可能性があることから飽和蒸気圧/沸点等の物理化学的な性状から、経気道曝露の蓋然性の評価基準として有用な補完情報について検討を行う必要があると考えられる。最終的にリスク評価のためには、暴露情報が必要であるが、実際の生活環境における測定結果が得られる物質は、限られていると考えられる。化学物質の用途や使用量に関する情報が得られれば、暴露の可能性のある程度推定可能であると考

えられることから、本研究で優先順位が高い物質としてリストアップされた物質については、用途情報の収集を行い暴露の可能性のある物質については、生活環境中での暴露実態の測定が望まれる。

E. 研究発表

1. 論文発表

- Hirata-Koizumi, M., Fujii, S., Hina, K., Matsumoto, M., Takahashi, M., Ono, A., and Hirose, A., Repeated dose and reproductive/developmental toxicity of long-chain perfluoroalkyl carboxylic acids in rats: perfluorohexadecanoic acid and perfluorotetradecanoic acid, *Fundam Toxicol Sci.*, 2(4), 177-190, 2015.
- Ono, A., Kobayashi, K., Serizawa, H., Kawamura, T., Kato, H., Matsumoto, M., Takahashi, M., Hirata-Koizumi, M., Matsushima, Y. and Hirose, A., A repeated dose 28-day oral toxicity study of β -bromostyrene in rats. *Fundam. Toxicol. Sci.* 2015.2, 191-200
- Kato, H., Fujii, S., Takahashi, M., Matsumoto, M., Hirata-Koizumi, M., Ono, A. and Hirose, A., Repeated dose and reproductive/developmental toxicity of perfluorododecanoic acid in rats. *Environ Toxicol* 2015.30, 1244-1263

2. 学会発表

- Nishimura, T., Hirata-Koizumi, M., Yamada, T., Kawamura, T., Ono, A., Hirose, A., and Ema, M., Derivation of the health advisory guidance values for sub-acute exposure of drinking water, Society of Toxicology 55th

Annual meeting, New Orleans, USA, March 2016.

Hirose, A., Hirata-Koizumi, M., Kawamura, T., Matsumoto, M., Takahashi, M., Nishimaki-Mogami, T., Nishimura, T., Ema, M., and Ono, A., Derivation of subacute reference doses for drinking water quality management, The 51st EUROTOX2015, Porto, Portugal, September 2015.

Ono, A., Matsumoto, M., Takahashi, M., Kawamura, T., Hirata-Koizumi, M., and Hirose, A., Is a 14-day dose setting study able to predict its 28-day repeated dose toxicity?, The 51st EUROTOX2015, Porto, Portugal, September 2015.

F. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得: 該当なし
2. 実用新案登録: 該当なし
3. その他: 該当なし

厚生労働科学研究費補助金（化学物質リスク研究事業）
分担研究報告書

気道障害性を指標とする室内環境化学物質のリスク評価手法の開発に関する研究

気道障害性にかかる情報収集及び優先順位判定

分担研究者 東 賢一 近畿大学医学部 准教授

研究要旨

2000 年前後に 13 の室内空気汚染物質に対して室内濃度指針値が策定されて以降、新たな室内空気汚染の問題が懸念されてきたことなどから、室内濃度指針値の見直し等の議論が進められている。本研究では、国立衛研による全国規模での実態調査で報告された化学物質とともに、潜在的に室内環境におけるリスクが高いと想定される経気道曝露の蓋然性が高いと判断された化学物質について、有害性情報を網羅的に収集し、有害性評価を実施している。また、諸外国における室内空気質規制の情報をあわせて収集し、日本における優先取組リストを作成する際の参考情報とする。諸外国における取り組みは、室内空気質ガイドラインの作成に重点が置かれている。目標となる気中濃度を設定し、それを目指した発生源対策等を行うアプローチである。とりわけドイツ連邦環境庁は、継続的に室内空気質ガイドラインを設定している。しかし、揮発性の低い半揮発性有機化合物は、室内空気中のみならず、むしろ室内ダストや家庭用品などに含まれていることから、多媒体曝露（経気道、経口、経皮）に対する対策が検討されており、欧州連合（EU）ではフタル酸エステル類に対する室内用途製品の使用禁止が提案されてきたが、フタル酸エステル類のリスクに関するエビデンスの不足等から実行には至っていない。ただし、RoHS 指令において、2015 年 6 月よりフタル酸エステル類の 4 物質（DEHP、BBP、DBP、DIBP）が規制対象として正式に追加されており、EU では予防的アプローチに基づく化学品規制が今後も進んでいくと思われる。日本の実態に基づいた健康リスクベースの優先取組リストを作成するために、これまでの全国調査で高頻度高濃度検出された揮発性有機化合物を中心に有害性情報を収集し、初期リスク評価を行った。平成 27 年度は、2-エチルヘキサノール、テキサノール、TXIB、環状シロキサン類（オクタメチルシクロテトラシロキサン(D4)、デカメチルシクロペンタシロキサン(D5))、グリコール類（プロピレングリコール、1,3-ブタンジオール）、酢酸エステル類（酢酸エチル、酢酸ブチル）を評価した。初期リスク評価の結果、MOE が小さく詳細な調査が必要（優先度 A）と判定された物質は、既築住宅では夏期の 2-エチルヘキサノール、D5、酢酸エチル、新築住宅では冬期の TXIB と酢酸エチルであった。

A. 研究目的

1997 年から 2002 年にかけて、13 の室内空気汚染物質に対して室内濃度指針値が策定された。その後、建材等に使用される化学物質の代替や準揮発性有機化合物と呼ばれる揮発性の低い物質による室内空気汚染が懸念されてきたことなどから、2012 年にシックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会（シックハウス検討会）が再開され、室内濃度指針

値の見直しあるいは対象物質の追加に関する議論が進められている。その中で、研究代表者の神野らによって、全国規模での室内環境汚染物質の実態調査が進められ、近年における室内環境汚染の実態の変化が明らかになってきた。具体的には、これまで室内濃度指針値が策定されていない 2-エチルヘキサノール、テキサノール、TXIB、環状シロキサン類、グリコールエーテル類、酢酸エステル類などが

高頻度または高濃度で検出された。そこで、これらの調査で得られた居住者の曝露情報をもとに、室内空気汚染物質の有害性評価と健康リスクの初期評価を実施し、優先的に対応すべき化学物質のリスト化を行う必要がある。

そこで本研究では、前述の全国規模での実態調査で報告された化学物質とともに、潜在的に室内環境におけるリスクが高いと想定される経気道曝露の蓋然性が高いと判断された化学物質について、有害性情報を網羅的に収集し、有害性評価を実施する。また、曝露情報が得られている化学物質に対しては、健康リスクの初期評価を実施し、リスクの大きさを判定する。なお、諸外国における室内空気質規制の情報をあわせて収集し、日本における優先取組リストを作成する際の参考情報とする。

B. 研究方法

B.1 諸外国の室内空気質規制

国際機関や国内外の室内環境規制に関する報告書、関連学会の資料、関連論文をインターネットおよび文献データベースで調査した。近年、主だった活動が見受けられた世界保健機関欧州地域事務局（WHO 欧州）、ドイツ、フランス、カナダを主な調査対象国とした。

B.2 室内環境化学物質の有害性及び初期リスク評価

室内環境化学物質に関して、刺激性や感作性、一般毒性、神経毒性、免疫毒性、生殖発生毒性、発がん性等に関する有害性情報およびこれらの有害性に関する量反応関係に関する科学的知見が記載された国際機関や諸外国の評価文書等を網羅的に収集するとともに、Pubmed や TOXLINE 等のデータベース検索を行い、各物質の有害性情報をとりまとめた。特に、各物質の評価値の導出に必要なエンドポイント及び NOEL や LOEL 等の情報収集を行った。

平成 27 年度は、国立衛研におけるこれまでの全国調査で高頻度高濃度検出された揮発性有機化合物を中心に、気道障害性等に係る有害性や量反応関係等に関する情報を収集した。

平成 27 年度の調査対象物質は、2-エチルヘキサノール、テキサノール、TXIB、環状シロキサン類（オクタメチルシクロテトラシロキサン(D4)、デカメチルシクロペンタシロキサン(D5))、グリコール類（プロピレングリコール、1,3-ブタンジオール）、酢酸エステル類（酢酸エチル、酢酸ブチル）とした。

得られた有害性情報から有害性評価を行い、健康リスク評価値（RfC: Reference Concentration）を導出した。RfC は、Critical effect level の影響濃度（NOEL や LOEL）に対して、反復曝露から連続曝露への補正や不確実係数の適用を行って導出した。不確実係数としては、初期リスク評価であるため、LOEL を用いた場合は 10、曝露期間については動物種と平均寿命から算出した値^{1,2)}、種差については 10、個体差 10 とした。これらの数値は、初期評価として、リスクの取りこぼしがないように安全側の不確実係数を用いている。

なお今後、詳細リスク評価を行う際には、LOEL に対する不確実係数、種差、個体差に対する不確実係数について、感受性、作用機序、体内動態等を詳細に評価し、必要に応じて改めて検討を行い、室内濃度指針値の策定に結びつけることができる。本研究で採用した RfC は、優先取組リストを作成するうえで、迅速に健康リスクの初期評価を実施するために用いられる。

RfC の導出後、2011 年度から国立衛研で実施している全国調査結果をもとに、曝露余裕度（MOE: Margin of Exposure）を算出して初期リスク評価を行った。RfC の導出と MOE の算出にあたっては、本研究者の既報の方法^{1,2)}を用いた。なお、北米諸国では曝露余裕度（MOE: Margin of Exposure）、欧州諸国では安全余裕度（MOS: Margin of Safety）と異なる呼称が使用されているが、Critical effect level を導出して曝露レベルと対比し、そのマージン（余裕度）を評価してリスクを判定する手法は共通であり、MOE を算出して初期リスク評価を行う方法は、近年さまざまな環境汚染物質の健康リスク評価で用いられている。

(倫理面での配慮)

本研究は、公表されている既存資料を中心とした情報収集を行った後、それらの整理を客観的におこなうものであり、特定の個人のプライバシーに係わるような情報を取り扱うものではない。資料の収集・整理にあたっては、公平な立場をとり、事実のみにもとづいて行う。本研究は、動物実験および個人情報を取り扱うものではなく、研究倫理委員会などに諮る必要のある案件ではないと判断している。

C. 研究結果及び考察

C.1 諸外国の室内空気質規制

世界保健機関 (WHO) の室内空気質ガイドライン、ドイツ連邦環境庁の室内空気質ガイドライン、フランス環境労働衛生安全庁 (ANSES) の室内空気指針値、カナダ保健省の室内空気指針値に関する情報を収集した。とりわけドイツ連邦環境庁は、2015 年までに 50 の物質または物質群に対して室内空気質ガイドラインを定めており、2014 年と 2015 年だけでも、1-ブタノール、1-メチル-2-ピロリドン (NMP)、酢酸エチル、トリクロロエチレン、2-ブタノンオキシム (メチルエチルケトキシム)、2-クロロプロパン、キシレンに室内濃度指針値を定めていた。

近年、室内ダスト中のフタル酸エステル類と子どもの喘息やアレルギーとの関連性が報告されている。フタル酸エステル類は、プラスチックを柔らかくする材料として、主に塩化ビニル樹脂に使用されており、室内では家庭用品や建材などに幅広く使用されている。室内ダスト中の化学物質に関しては、測定方法の標準化が容易ではなく、室内ダスト中の化学物質に対する基準値を設定している諸外国はみあたらない。また、室内で多くの製品に利用され、経気道、経口、経皮といった複数の曝露経路がある物質については、発生源対策が重要となる。そこでデンマークは、4 種のフタル酸エステル類に対して、室内で使用される製品中の含有量を 0.1wt%未満とし、その基準を超える室内用途製品の輸入と使用を禁止する政令を 2012 年に公布した。しかし、手続き上の問題などの指摘を欧州連合から受

け、現在は撤回している。最近では、スウェーデンが成形品中のフタル酸エステル類の含有量を REACH で規制するよう提案している。

欧州におけるその後の動きとしては、電子・電気機器における特定有害物質の使用制限に関する欧州連合 (EU) による指令である RoHS 指令において、2015 年 6 月よりフタル酸エステル類の 4 物質 (DEHP、BBP、DBP、DIBP) が規制対象として正式に追加された。各物質の最大許容濃度は 0.1wt%となっている。

C.2 室内環境化学物質の有害性及び初期リスク評価

網羅的に収集した有害性情報をもとに、2-エチルヘキサノール、テキサノール、TXIB、環状シロキサン類 (オクタメチルシクロテトラシロキサン (D4)、デカメチルシクロペンタシロキサン (D5))、グリコール類 (プロピレングリコール、1,3-ブタンジオール)、酢酸エステル類 (酢酸エチル、酢酸ブチル) の RfC を導出した (表 1 1-1)。TXIB、テキサノール、1,3-ブタンジオールについては、経気道曝露の有害性情報が極めて限られており、経口曝露の有害性情報から RfC を導出した。

導出した RfC をもとに、上述の化学物質の室内濃度に対して MOE を算出した (表 1 2-1)。曝露濃度は、初期リスク評価であることから、各実態調査の最大濃度を用いた。MOE が 1 未満 (優先度 A) であれば、詳細な調査が必要であると判断される。MOE が 1 以上 10 未満 (優先度 B) であれば、さらなる情報収集が必要と判断される。MOE が 10 以上 (優先度 C) であれば、情報収集の必要がないと判断される²⁾。

得られた MOE の値から、調査時期及び新築/既築別に今後の調査の優先度を表 1 2-2 にまとめた。

優先度 A の物質は、既築住宅では夏期の 2-エチルヘキサノール、デカメチルシクロペンタシロキサン (D5)、酢酸エチルであった。新築住宅では冬期の TXIB と酢酸エチルであった。

優先度 B の物質は、既築住宅では 2-エチルヘキサノール (冬期、秋期)、TXIB (夏期、冬

期、秋期)、デカメチルシクロペンタシロキサン(D5) (冬期、秋期)、プロピレングリコール (夏期、冬期、秋期)、酢酸エチル (秋期) であった。新築住宅では冬期のテキサノール、オクタメチルシクロテトラシロキサン(D4)、デカメチルシクロペンタシロキサン(D5)、酢酸ブチルであった。

優先度 C の物質は、既築住宅ではテキサノール (夏期、冬期)、1,3-ブタンジオール (夏期、冬期、秋期)、酢酸ブチル (夏期、冬期) であった。新築住宅では優先度 C の物質はなかった。

D. 総括

諸外国における取り組みは、室内空気質ガイドラインの作成に重点が置かれている。目標となる気中濃度を設定し、それを目指した発生源対策等を行うアプローチである。とりわけドイツ連邦環境庁は、継続的に室内空気質ガイドラインを設定している。しかしながら、揮発性の低い半揮発性有機化合物 (SVOC) は、室内空気中のみならず、むしろ室内ダストや家庭用品などに含まれていることから、経気道曝露のみならず、経口曝露や経皮曝露も考慮しなければならない。

このような多媒体曝露に対する包括的な対応は、日本では非意図的生成物であるダイオキシン類において実施されてきたが、工業化学物質では包括的な対応が実施された例はみあたらない。EU では、デンマーク等の北欧諸国が中心となり、フタル酸エステル類に対する室内用途製品の使用禁止を提案してきたが、フタル酸エステル類のリスクに関する科学的エビデンスの不足等から、実行には至っていない。ただし、RoHS 指令において、2015 年 6 月よりフタル酸エステル類の 4 物質 (DEHP、BBP、DBP、DIBP) が規制対象として正式に追加されており、EU では予防的アプローチに基づく化学品規制が今後も進んでいくと思われる。

日本の実態に基づいた健康リスクベースの優先取組リストを作成するために、これまでの全国調査で高頻度高濃度検出された揮発性有機化合物を中心に有害性情報を収集し、初

期リスク評価を行った。平成 27 年度は、2-エチルヘキサノール、テキサノール、TXIB、環状シロキサン類 (オクタメチルシクロテトラシロキサン(D4)、デカメチルシクロペンタシロキサン(D5))、グリコール類 (プロピレングリコール、1,3-ブタンジオール)、酢酸エステル類 (酢酸エチル、酢酸ブチル) を評価した。初期リスク評価の結果、MOE が小さく詳細な調査が必要 (優先度 A) と判定された物質は、既築住宅では夏期の 2-エチルヘキサノール、デカメチルシクロペンタシロキサン(D5)、酢酸エチル、新築住宅では冬期の TXIB と酢酸エチルであった。

E. 参考文献

- 1) Azuma K, Uchiyama I, Ikeda K. The risk screening for indoor air pollution chemicals in Japan. *Risk Anal*, 27(6), 1623–1638, 2007.
- 2) Azuma K, Uchiyama I, Uchiyama S, et al. Assessment of inhalation exposure to indoor air pollutants: Screening for health risks of multiple pollutants in Japanese dwellings. *Environ Res*, 145, 39–49, 2016.

F. 研究業績等 (著者氏名・発表論文・学協会誌名・発表年 (西暦)・巻号 (最初と最後のページ))

1. 論文発表

- 1) Azuma K, Tanaka-Kagawa T, Jinno H. Health risk assessment of inhalation exposure to 2-ethylhexanol, 2,2,4-trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate, and texanol in indoor environments. *Proceedings of the 14th international conference of Indoor Air Quality and Climate*, 7 pages, in press, 2016.

2. 学会発表

- 1) Azuma K, Tanaka-Kagawa T, Jinno H. Health risk assessment of inhalation exposure to 2-ethylhexanol, 2,2,4-trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate, and texanol in indoor environments. *14th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Ghent, Belgium*, 3–8 July, 2016. (in acceptance)

2) Azuma K, Tanaka-Kagawa T, Jinno H. Health risk assessment of inhalation exposure to cyclic dimethylsiloxanes, glycols, and acetic esters in indoor environments. 28th Conference of the International Society for Environmental Epidemiology, Rome, Italy, 1–4 September, 2016. (in acceptance)

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）
予定なし

調査結果（１） 諸外国の室内空気質規制

1. 世界保健機関のガイドライン

1. 1 欧州空気質ガイドラインのグローバル・アップデート

WHO 欧州は、欧州空気質ガイドライン第 2 版(WHO Europe, 2000)を公表後、2002 年から 2004 年にかけて欧州地域で調査した報告等に基づき、2005 年に粒子状物質、オゾン、二酸化窒素、二酸化硫黄の空気質ガイドラインの改訂作業を行った(WHO Europe, 2006a)。特に発展途上国では、固形燃料の燃焼から生じるこれらの汚染物質によって、毎年多くの死亡者が発生している。本アップデートは、これらの汚染物質による公衆衛生問題に対処するために作成された。このガイドラインは、欧州諸国のみならず、世界中の国々におけるリスク評価や政策立案において利用されるよう、WHO 本部からも公表された(WHO, 2006)。表 1 にグローバル・アップデートのガイドラインを示す。

表 1 グローバル・アップデートのガイドライン

汚染物質	ガイドライン値($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	曝露時間
PM _{2.5}	25	24 時間平均値
	10	年間平均値
PM ₁₀	50	24 時間平均値
	20	年間平均値
オゾン	100	8 時間平均値
二酸化窒素	200	1 時間平均値
	40	年間平均値
二酸化硫黄	500	10 分間平均値
	20	24 時間平均値

1. 2 室内空気質ガイドライン

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る。また、多種類の細菌やカビなどの微生物による汚染もある。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ない。WHO のこれまでのガイドラインは、主に大気の大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あった。

室内空気質の管理は、大気とは異なったアプローチが必要である。そこで WHO 欧州事務局は、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た(WHO Europe, 2006b)。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た。その結果、このガイドラインは以下の 3 つのカテゴリーに分類された。2009 年に湿気とカビのガイドライン(WHO Europe, 2009)、2010 年に汚染物質に対する個別のガイドライン(WHO Europe, 2010)、2014 年に室内における燃料の燃焼に関するガイドラインが公表されている(WHO, 2014)。なお、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ある。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ている。

A：汚染物質に対する個別のガイドライン pollutant-specific guidelines

B：湿気とカビのガイドライン guidelines for dampness and mould

C：室内における燃料の燃焼に関するガイドライン guidelines for indoor combustion of fuels.

(1) 汚染物質

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つであった。この基準に基づいて表2に示す物質が選定された。グループ1は、ガイドラインの作成が必要とされる物質である。グループ2は、現時点では科学的根拠に対して不確実性がある、または科学的根拠が十分ではない物質である。従って、今後の新しい科学的知見に応じて、将来ガイドラインの作成が必要となる可能性のある物質である。WHO 欧州事務局は、環境たばこ煙（ETS）のガイドラインに関する議論も行っている。WHO 欧州事務局は、ETSに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の結論を示している（WHO Europe, 2006b）。

グループ1の物質のうち、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（表1）、室内空気にも適用可能である（WHO Europe, 2006a）。表3にこれらの物質の室内空気質ガイドラインを示す（WHO Europe, 2010）。表3のガイドラインのうち、特に一酸化炭素とホルムアルデヒドについては、新しい知見をもとに追加または修正された。

表2 汚染物質の一覧

グループ1	グループ2
ホルムアルデヒド	トルエン
ベンゼン	スチレン
ナフタレン	キシレン
二酸化窒素	アセトアルデヒド
一酸化炭素	ヘキサン
ラドン	一酸化窒素
粒子状物質 (PM _{2.5} , PM ₁₀)	オゾン
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)	フタル酸エステル類
多環芳香族炭化水素(特にベンゾ-a-ピレン)	殺生物剤、殺虫剤
	難燃剤
	グリコールエステル類
	アスベスト
	二酸化炭素
	リモネン、ピネン
	総揮発性有機化合物 (TVOC)

一酸化炭素について、WHO 欧州事務局は、2000年に公表した一酸化炭素のガイドライン（WHO Europe, 2000）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）を作成している。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ない。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た。

ホルムアルデヒドに関しては、近年、発がん性に関する評価がWHOの国際がん研究機関（IARC）と米国保健福祉省の国家毒性計画（NTP）で実施され、その結果が公表された。IARCは、2009年12月に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示し、

グループ 1 に再評価した(IARC, 2009)。NTP も同様の報告書を 2010 年 1 月に公表した(NTP, 2010)。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っては、発がん性に関する IARC や NTP の評価結果も考慮したうえで、最近までの科学的知見を包括的にレビューしている。WHO 欧州は、室内空気質ガイドラインを作成するにあたり、非発がん影響と発がん影響に分けて評価を行った。そして、発がん影響を考慮したうえで、30 分平均値で 0.1 mg/m^3 のガイドラインを公表した。このガイドラインは、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している。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、いかなる時間帯もこの値を超えないこととしている。つまりホルムアルデヒドのガイドラインには、天井値としての意味合いが含まれている。

表3 WHO 欧州事務局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： $6.0 \times 10^{-6} (\mu\text{g/m}^3)^{-1}$ $17 \mu\text{g/m}^3$ (10^{-4} の発がんリスク) $1.7 \mu\text{g/m}^3$ (10^{-5} の発がんリスク) $0.17 \mu\text{g/m}^3$ (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	$10 \mu\text{g/m}^3$ (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	$200 \mu\text{g/m}^3$ (1 時間平均値) $40 \mu\text{g/m}^3$ (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^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： $15 \times 10^{-5} (\text{Bq/m}^3)^{-1}$ 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： $0.6 \times 10^{-5} (\text{Bq/m}^3)^{-1}$ 1670 Bq/m^3 (10^{-2} の発がんリスク) 167 Bq/m^3 (10^{-3} 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： $4.3 \times 10^{-7} (\mu\text{g/m}^3)^{-1}$ $230 \mu\text{g/m}^3$ (10^{-4} の発がんリスク) $23 \mu\text{g/m}^3$ (10^{-5} の発がんリスク) $2.3 \mu\text{g/m}^3$ (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	$250 \mu\text{g/m}^3$ (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： $8.7 \times 10^{-5} (\text{ng/m}^3)^{-1}$ 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

(2) 湿気やカビ

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る。また、湿気や換気もこれらの因子に大きく関与する。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ている。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ている。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ている。

これらの結果を踏まえ、湿気とカビのガイドラインが作成された。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は最小限に抑えるべきである。しかしこれまでのところ、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た。従って、湿気とカビのガイドラインでは、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た。

(3) 室内における燃料の燃焼

粒子状物質（PM_{2.5}、PM₁₀）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ある。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る。

粒子状物質に関しては、2005年に空気質ガイドライン（WHO, 2006）が公表されており、室内空気にも適用可能である。一酸化炭素のガイドラインは、グループ1で公表された。しかし、定量的な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ある。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る。燃料に関する対策としては、特に低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る。また、表4に示す燃焼生成物の目標排出基準を設定した（WHO, 2014）。

表4 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

1. 3 世界保健機関の住宅と健康ガイドライン

住宅が関連する健康リスクとしては、室内空気汚染による呼吸器系や循環器系疾患、極度な温熱による疾患や死亡、不衛生な環境による感染症、社会病理、精神疾患、家の中での傷害（転倒や落下）などがある。そこでWHOは、良質な設計、建築、維持管理、立地環境等を通じて、これらのリスクを低減する健康な住宅のためのガイドライン（Housing and health guidelines）の開発に取り組んでいる（WHO, 2013）。

2. ドイツ連邦環境庁の室内空気質ガイドライン

1984年に設立された連邦環境庁の室内空気衛生委員会（Indoor Air Hygiene Commission: IRK）が、室内空気の保健衛生を所管している。1993年12月には、室内空気質ガイドラインを作成するために、連邦保健省の室内空気ワーキンググループと合同で Ad-hoc ワーキンググループが発足された。このガイドラインの適用範囲は、1）居間・寝室・趣味室・運動部屋・地下室・台所・浴室を有する住居、2）有害物質に関する事務所衛生基準規則（Ordinance on Hazardous Substances: GefStoffV）の規制対象外である建物の作業区域（事務所や店舗など）、3）公共施設（病院、学校、幼稚園、スポーツ施設、図書館、レストラン、劇場、映画館、イベント開催施設など）、4）自動車や公共輸送機関の室内である。

室内空気質ガイドラインには、指針値 I（RWI）と指針値 II（RWII）の2つの値が定められている（IRK, 1996: IRK, 2012）。RWII は、既知の毒性および疫学的な科学的知見に基づき定められた値であり、不確実性が考慮されている。RWII を越えていたならば、特に、長時間在住する感受性の高い居住者の健康に有害となる濃度として、即座に濃度低減のための行動を起こすべきと定義されている。RWI は、長期間曝露したとしても健康影響を引き起こす十分な科学的根拠がない値である。従って、RWI を越えていると、健康上望ましくない平均的な曝露濃度よりも高くなるため、予防のために、RWI と RWII の間の濃度である場合には行動する必要があると定義されている。RWI は、RWII に不確実係数 10 を除した値、つまり RWII の 10 分の 1 の値が定められている。不確実係数 10 は慣例値を使用している。RWI は、改善の必要性を示す値としての役割を果たすことができる。可能であれば、RWI の達成を目指すのではなく、それ以下の濃度に維持することを目指すべきであるとされている（IRK, 1996: IRK, 2012）。

ドイツでは、室内空気汚染の変化に対応すべく、継続的な調査と対策を進めており、1977年に制定されたホルムアルデヒド以降、2015年までに50の物質または物質群に対して室内空気質ガイドラインを定めている。表5に2015年までに作成された室内空気質ガイドラインを示す（IRK, 2015）。今後も、酢酸エステル類、アセトン、テキサノール、エンドトキシンなどに対してガイドラインを定める予定となっている。また、空気中の濃度上昇に伴い愁訴や健康影響の可能性が増加しているが、毒性情報に基づく指針値設定を行うには現在の知見が不足している物質については、衛生学に基づいた評価値として個々の物質または物質群を対象としたガイダンス値が設定されている。これまでに二酸化炭素、総揮発性有機化合物（TVOC）、微小粒子状物質にガイダンス値が設定されている。表6に二酸化炭素、表7に総揮発性有機化合物のガイダンス値を示す。

PM_{2.5} は毒性情報に基づく指針値設定を行うには知見が不足しているとの判断より、衛生的な評価を行うためのガイダンス値として 25 µg/m³ を設定している。この値は、室内に特有のダスト発生源がない住宅の室内空間で24時間平均値として適用される。

総揮発性有機化合物については、室内空気には数多くの有機化合物が含まれているが、個々に指針値が設定されている揮発性有機化合物は比較的少ないことから、Ad hoc ワーキンググループは、揮発性有機化合物の合計を用いることによって室内空気中の揮発性有機化合物を評価するための評価基準を開発した。そして、指針値導出における不確実性を例示するために、単一の数値ではなく、濃度範囲で示す方法が採用された。総揮発性有機化合物濃度の評価のために5段階の濃度区分が定義され、各濃度区分に対して特定の対策が勧告されている（表7）。

表5 ドイツ連邦環境庁の室内空気質ガイドライン

物質	指針値 II (mg/m ³)	指針値 I (mg/m ³)	制定年
ホルムアルデヒド	0.12		1977 2006 再評価
トルエン	3	0.3	1996
ペンタクロロフェノール (PCP)	0.001	0.0001	1997
一酸化炭素	60 (30 分) 15 (8 時間)	6 (30 分) 1.5 (8 時間)	1997
ジクロロメタン	2 (24 時間)	0.2	1997
二酸化窒素	0.350 (30 分) 0.06 (1 週間)	—	1998
スチレン	0.3	0.03	1998
水銀 (金属蒸気として)	0.00035	0.000035	1999
ジイソシアネート	数値設定なし		2000
リン酸トリス(2-クロロエチル) (TCEP)	0.05	0.005	2002
二環式テルペン (主に α-ピネン)	2	0.2	2003
ナフタレン	0.03	0.01	2013 改訂
C ₉ ~C ₁₄ の低芳香族含量の炭化水素混合物 (アルカン/イソアルカン類)	2	0.2	2005
ダイオキシン様のポリ塩化ビフェニール	5 pg PCB-TEQ/m ³		2007
C ₄ ~C ₁₁ の飽和脂肪族非環式アルデヒド類	2	0.1	2009
単環モノテルペン (主に d-リモネン)	10	1	2010
ベンジルアルコール	4	0.4	2010
ベンズアルデヒド	0.2	0.02	2010
トリクロラミン	0.2		2011
環状シロキサン (三量体から六量体)	4 (合計値)	0.4 (合計値)	2011
2-フルアルデヒド	0.1	0.01	2011
フェノール	0.2	0.02	2011
メチルフェノール (クレゾール)	0.05	0.005	2012
C ₉ -C ₁₅ アルキルベンゼン	1	0.1	2012
エチルベンゼン	2	0.2	2012
メチルイソブチルケトン (MIBK)	1	0.1	2013
エチレングリコールメチルエーテル (EGME)	0.2 (0.05 ppm)	0.02	2013
ジエチレングリコールメチルエーテル (DEGME)	6 (1 ppm)	2	2013 暫定
ジエチレングリコールジメチルエーテル (DEGDME)	0.3 (0.06 ppm)	0.03	2013
エチレングリコールエチルエーテル (EGEE)	1 (0.4 ppm)	0.1	2013
エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート (EGEEA)	2 (0.4 ppm)	0.2	2013
ジエチレングリコールエチルエーテル (DEGEE)	2 (0.4 ppm)	0.7	2013 暫定
エチレングリコールブチルエーテル (EGBE)	1 (0.3 ppm)	0.1	2013
エチレングリコールブチルエーテルアセテート (EGBEA)	2 (0.3 ppm)	0.2	2013 暫定
ジエチレングリコールブチルエーテル (DEGBE)	1 (0.2 ppm)	0.4	2013 暫定
エチレングリコールヘキシルエーテル (EGHE)	1	0.1	2013
2-プロピレングリコール 1-メチルエーテル (2PG1ME)	10	1	2013
ジプロピレングリコールメチルエーテル (DPGME)	7	2	2013 暫定
2-プロピレングリコール 1-エチルエーテル (2PG1EE)	3	0.3	2013
プロピレングリコール 1-tert-ブチルエーテル (2PG1tBE)	3	0.3	2013
データが不十分なグリコールエステル類	0.05 ppm	0.005 ppm	2013 デフォルト値
2-エチルヘキサノール	1	0.1	2013 暫定

アセトアルデヒド	1	0.1	2013
1-ブタノール	2	0.7	2014
1-メチル-2-ピロリドン (NMP)	1	0.1	2014
酢酸エチル	6	0.6	2014
トリクロロエチレン		20 µg/m ³ (UR 6.4×10 ⁻⁵ (mg/m ³) ⁻¹ , 10 ⁻⁶ risk)	2015
2-ブタノンオキシム (メチルエチルケトキシム)	0.06	0.02	2015
2-クロロプロパン	8	0.8	2015
キシレン	0.8	0.1	2015

表6 室内空気中の二酸化炭素のガイダンス値

区分	濃度範囲 (ppm)	衛生的な評価
1	< 1,000	無害
2	1,000~2,000	衛生面の懸念が上昇
3	> 2,000	容認できない

表7 総揮発性有機化合物のガイダンス値

区分	濃度範囲 (mg/m ³)	衛生的な評価
1	≤0.3	支障なし
2	> 0.3~1	支障なし。ただし、個々の物質やグループ物質のための指針値は超過しないこと
3	> 1~3	衛生面の懸念あり
4	> 3~10	大きな支障あり
5	> 10	容認できない状況

3. フランス環境労働衛生安全庁 (ANSES)

フランスでは室内空気指針値 (VGAI) が定められている。浮遊粒子状物質 (PM₁₀、PM_{2.5}) 及びシアン化水素についても設定が検討されたが、数値の設定はされなかった。なお、PM₁₀ 及び PM_{2.5} については世界保健機関 (WHO) の空気質ガイドラインを政府が活用することが推奨されている (Afsset, 2010b)。VGAI (valeurs guides de qualité d' air intérieur, 室内空気指針値) とは、一般に対して基本的に健康に対する直接的な影響、間接的な影響もしくは不快感 (臭気を伴う場合) が発生しない化学物質の最大濃度であると定義されている (Afsset, 2007a)。

二酸化炭素の室内濃度の管理は、閉鎖空間における室内空気質の指標としては使用可能である。しかし、これまでの疫学データからは、閉鎖空間における健康影響、快適性、認知能力に対する影響から居住者を保護するための二酸化炭素濃度の閾値を設定することが不可能であるため、二酸化炭素の VGAI は推奨されなかった。最近の研究では、二酸化炭素固有の影響として、意思決定や問題解決能力の低下が 1000 ppm で生じる可能性が報告されている。しかし、その作用機序も不明であり、さらなる検証が必要である。また、その濃度を越えた学校の教室において、子供の喘息関連症状の増悪が報告されている。従って、現時点で ANSES としては、窓や扉の開放等の換気など、閉鎖空間におけるこれらの影響を効果的に改善する手段や知識を自治体や学校関係者に周知することの重要性を指摘している (ANSES, 2013c)。

ANSES の室内空気指針値は、健康影響に関する科学的知見に基づいて推奨された値であるが、モニタリング等の運用を行うための規制値ではない。そこでフランス保健省 (Ministry of Health) は、ANSES の室内空気指針値に基づいて、閉鎖空間における空気質を管理するための参照値を提案するようフランス高等公衆衛生審議会 (French High Council of Public Health : HCSP) に諮問している。フランス高等公衆衛生審議会は、実用性、規制への適性、適法性、社会や経済への影響等を考慮し、ホルムアルデヒド、ベンゼン、テトラクロロエチレン、ナフタレン、トリクロロエ

チレンに対する勧告を公表してきた。しかし最終的には、2008年8月に制定された環境賠償責任に関する法律に従い、エコロジー省 (Ministry of Ecology) が室内空気質の参照値を策定してきた。これは環境基準の一部であり、法的拘束力があるものである。これまで、ホルムアルデヒドとベンゼンに対して以下の値が策定されてきた (2011年12月の法令 2011-1727)。

- ・ホルムアルデヒド：長期曝露の指針値 $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2013年1月施行)、2023年1月に $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に変更予定
- ・ベンゼン：長期曝露の指針値 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2013年1月施行)、2016年1月に $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に変更予定

ANSES は健康影響の科学的知見に基づいて室内空気指針値 (IAQGs) を提案する。HCSP は、ANSES の評価、他の技術的・社会的・経済的問題に基づいて、室内空気質の管理を支援するための参照値を提案する。エコロジー省は、HCSP の評価結果に基づいて、室内空気指針値 (IAQGs) の規制に関する法令を制定する。室内空気質のモニタリングは、徐々に実行されている。具体的には、2011年12月に施行された法令 2011-1728 に基づき、子供が居住する住宅で実行されている。換気システムの評価、ホルムアルデヒド、ベンゼン、二酸化炭素の測定は、特定の建築物 (6歳児以下のデイケア施設、幼稚園、小学校、キャンプ施設、学校教育や職業教育用の中等学校) における室内空気質のモニタリングの一部として実施されている (2012年1月施行の法令 Decree 2012-14)。

表8 フランスにおける室内空気指針値のまとめ

物質	室内空気指針値 (VGAI*)		制定
ホルムアルデヒド	短期 VGAI (2時間)	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	2007年
	長期 VGAI (1年以上)	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
一酸化炭素	短期 VGAI		2007年
	8時間曝露	$10 \text{mg}/\text{m}^3$	
	1時間曝露	$30 \text{mg}/\text{m}^3$	
	30分曝露	$60 \text{mg}/\text{m}^3$	
	15分曝露	$100 \text{mg}/\text{m}^3$	
ベンゼン	短期 VGAI: 1~14日間	$30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	2008年
	中期 VGAI: 14日~1年間	$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
	長期 VGAI: 1年間以上	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
	長期 VGAI: 生涯曝露 リスクレベル= 10^{-6}	$0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
	長期 VGAI: 生涯曝露 リスクレベル= 10^{-5}	$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
ナフタレン	長期 VGAI: 1年間以上	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$	2009年
トリクロロエチレン	中期 VGAI: 14日~1年間	$800 \mu\text{g}/\text{m}^3$	2009年
	長期 VGAI: 生涯曝露 リスクレベル= 10^{-6}	$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
	長期 VGAI: 生涯曝露 リスクレベル= 10^{-5}	$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
テトラクロロエチレン	短期 VGAI: 1~14日間	$1380 \mu\text{g}/\text{m}^3$	2010年
	長期 VGAI: 1年間以上	$250 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
PM _{2.5} PM ₁₀	VGAI: 無し	—	2010年

シアン化水素	VGAI: 無し	—	2011年
二酸化窒素	短期 VGAI: 2時間	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2013年
	長期 VGAI: 一年間以上	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
アクロレイン	短期 VGAI: 1時間	6.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2013年
	長期 VGAI: 一年間以上	0.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
二酸化炭素	VGAI: 無し	—	2013年
アセトアルデヒド	短期 VGAI: 1時間	3000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2014年
	長期 VGAI: 一年間以上	160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

4. カナダ保健省

1987年にカナダ保健省 (Department of National Health and Welfare Canada: DNHWC)の環境と労働衛生に関する諮問委員会 (Federal/Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health :CEOH)が室内空気質ガイドライン(DNHWC, 1989)を公表した。このガイドラインの主な目的は、(1)特別なリスクを有する集団の感受性、汚染源、汚染物質の動態などの因子を考慮して住居用の室内空気中濃度のガイドライン値を開発すること、(2)家屋の空気質を改善あるいは維持する実行可能な手段の勧告や指針を開発することである。

ガイドラインを作成するにあたり、17の化学物質または物質群と1つの放射性物質が詳細な評価を行う汚染物質として選択された。これらの汚染物質が選択された理由は、人の健康影響を引き起こす可能性および室内に存在する可能性からである。そして、これらの汚染物質のうち、定量的評価が可能でない物質、あるいは人の曝露限界値に関するデータが不適切と思われる物質を除く9つの汚染物質（アルデヒド類、二酸化炭素、一酸化炭素、二酸化窒素、オゾン、粒子状物質、二酸化硫黄、湿気、ラドン）に対して室内濃度のガイドラインが定められた。

ホルムアルデヒドに関しては、発がん性の疑いがあるため、人の健康影響に基づいたデータだけでは室内濃度のガイドラインを設定することができないと判断された。そこで、費用と技術的実現可能性が考慮された。行動値は、現時点で実現可能な最小濃度である。目標値は、将来、改善策がとられ、室内濃度低減に向けてあらゆる努力がなされる値である。

曝露範囲の設定が適切に行えず、それが実行不可能な汚染物質（生物因子、塩素化炭化水素、繊維状物質、鉛、殺虫製品、多環芳香族炭化水素、エアゾール製品、たばこ煙）に関しては、曝露低減が可能な実行手段に関するガイドラインが作成された。

その後、カナダ保健省では、1987年に定めた室内空気質ガイドラインの追加や改正を行っている。本報では1987年のガイドライン以降に追加または改正された物質の室内空気質ガイドラインを表9にまとめた。ただしこれらのうち、カビ（細菌）、微小粒子状物質（PM_{2.5}）の2物質（群）についても検討されたが、数値の設定は行われなかった。また、1987年に定められた二酸化炭素、二酸化硫黄、受動喫煙、相対湿度の検討結果については現時点でカナダ保健省のホームページ等に公表されていない。

表9 カナダにおける室内空気指針値のまとめ

物質	最大ばく露限界	制定年
ホルムアルデヒド	長期 [8時間] : 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (40ppb) 短期 [1時間] : 123 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (100ppb)	2006年
カビ（細菌）	カナダ保健省は、以下を勧告する。 湿度を制御すること、カビの増殖を防ぐために水で傷ついた住宅の修復をこまめにすること、 住宅用建物の中で繁殖しているカビ（見えないものも含	2007年

	む) を十分に除去すること	
一酸化炭素	長期 [24 時間] : 11.5 mg/m ³ (10 ppm) 短期 [1 時間] : 28.6 mg/m ³ (25 ppm)	2010 年
二酸化窒素	長期 [24 時間] : 100 µg/m ³ (0.05 ppm) 短期 [1 時間] : 480 µg/m ³ (0.25 ppm)	1987 年
ラドン	200 Bq/m ³	2007 年
オゾン	長期 [8 時間] : 40 µg/m ³ (20 ppb)	2010 年
トルエン	長期 [24 時間] : 2.3 mg/m ³ (0.6 ppm) 短期 [8 時間] : 15 mg/m ³ (4.0 ppm)	2011 年
微小粒子状物質 (PM _{2.5})	カナダ保健省は、以下を勧告する。 室内の PM _{2.5} 濃度は可能な限り低く保たなければならない。 室内の主要な排出源に対応するため、料理の際には換気扇を使用し、室内での喫煙は許容しないこと。	2012 年
ナフタレン	長期 [24 時間] : 0.010 mg/m ³ (0.0019 ppm)	2013 年
ベンゼン	カナダ保健省は、以下を勧告する。 ベンゼンの室内濃度を可能な限り低く維持すること	2013 年

5. フタル酸エステル類に対する室内環境規制

近年、室内ダスト中のフタル酸エステル類と子どもの喘息やアレルギーとの関連性が報告されている。フタル酸エステル類は、プラスチックを柔らかくする材料として、主に塩化ビニル樹脂に使用されてきた。室内では、壁紙、床材、テーブルクロス、電線被覆材、子供用玩具などにフタル酸エステル類を使用した製品がある。近年、フタル酸エステル類の室内濃度と成人の尿中代謝物濃度との関連性が示唆されており、室内におけるフタル酸エステル類への曝露の重要性が指摘されている(東, 2014)。

室内ダスト中の化学物質に関しては、測定方法の標準化が容易ではなく、室内ダスト中の化学物質に対する基準値を設定している諸外国はみあたらない。しかしながら、室内で多くの製品に利用され、経気道、経口、経皮といった複数の曝露経路がある物質については、発生源対策が重要となる。デンマークでは、2013 年 12 月 1 日より、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、フタル酸ブチルベンジル、フタル酸ジ-n-ブチル、フタル酸ジ-イソブチルの 1 つ以上を 0.1% 以上含む室内で使用される製品及び皮膚や粘膜経由で曝露する製品の輸入と使用を禁止する決定(室内で使用される特定フタル酸エステルの含有制限を定めた政令)を行った(Retsinformation.dk, 2012)。一般的に、プラスチックに対するフタル酸エステル類の含有量は、数%から数十%必要であるため、0.1%の基準は実質的には使用禁止に相当する行政措置である。デンマークは、この規制を欧州連合(EU)全体に適用するよう求めたが、関係業界等からの反発があり、デンマークでのみ実施することとした。しかしながら、欧州委員会は、これら 4 種のフタル酸エステル類の制限手続きについて検討した結果、REACH 規則の制限手続きが行われた化学物質について、その製造や使用、上市の禁止は REACH 規則に基づいて EU 域内で共通化されるものであり、一度制限手続きが最終化されれば、加盟国が最終化された EU レベルでの決定と異なった国内法の継続や新設はできないと報告した(European Commission, 2014)。また、欧州連合司法裁判所は、フィンランドに対して、REACH 規則の制限手続きの結論に反する独自の国内法を制定することはできないとの判決を行った。これらのことから、デンマークは本政令の施行を断念して撤回した。但し EU は、今回対象となっ

た4種のフタル酸エステル類以外のフタル酸エステル類に対する懸念や、4種のフタル酸エステル類のリスクを示す新たな科学的証拠が示された場合には、新たに制限手続きを実施する可能性を示唆している(European Commission, 2014)。

最近では、スウェーデンが、国内でフタル酸エステル類に対する対策を強化するための提案を2014年12月に行っている。具体的には、EUレベルで特定の成形品（アクセサリ、グローブ、バッグ、衣類、自動車、家具、スポーツ用品、靴、内装建材など）中の特定のフタル酸エステル類の含有量をREACHで規制するよう提案している。

欧州におけるその後の動きとしては、電子・電気機器における特定有害物質の使用制限に関する欧州連合(EU)による指令であるRoHS指令において、2015年6月よりフタル酸エステル類の4物質(DEHP、BBP、DBP、DIBP)が規制対象として正式に追加された(European Union, 2015)。EU加盟国は、2016年12月31日までに上記指令に対応する国内法の整備が求められる。各物質の最大許容濃度は、DEHPが0.1wt%、BBPが0.1wt%、DBPが0.1wt%、DIBPが0.1wt%となっている。カテゴリー8および9以外の電気・電子機器は2019年7月22日以降上市分から、カテゴリー8および9の医療機器、監視制御機器は2021年7月22日以降の上市分から適用が開始される。

参考文献

- Afsset (2007a) Valeurs guides de qualité d'air intérieur: Le formaldéhyde. Avis de l'Afsset, Rapport du groupe d'experts.
- Afsset (2007b) Valeurs guides de qualité d'air intérieur: Le monoxyde de carbone. Avis de l'Afsset, Rapport du groupe d'experts.
- Afsset (2008) Valeurs guides de qualité d'air intérieur: Le benzène. Avis de l'Afsset, Rapport d'expertise collective.
- Afsset (2009a) Valeurs guides de qualité d'air intérieur: Le naphthalène. Avis de l'Afsset, Rapport d'expertise collective.
- Afsset (2009b) Relatif à la proposition de valeurs guides de qualité de l'air intérieur pour le trichloroéthylène (TCE), AVIS de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail.
- Afsset (2010a) Relatif à la proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur pour le tétrachloroéthylène (perchloroéthylène), AVIS de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail.
- Afsset (2010b) Relatif à la proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur pour les particules, AVIS de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail.
- ANSES (2013a) Proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur, Le dioxyde d'azote, Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective.
- ANSES (2013b) Proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur, L'acroléine, Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective.
- ANSES (2013c) Concentrations de CO₂ dans l'air intérieur et effets sur la santé, Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective.
- ANSES (2014) Proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur, L'acétaldéhyde, Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective.
- David Suzuki Foundation (2014) Revisiting Canada's radon guideline. David Suzuki Foundation, Vancouver, BC.

- DNHWC (1989) Exposure Guidelines for Residential Indoor Air Quality, A Report of the Federal-Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health, Cat. H46-2/90-156E.
- European Commission (2014) INFORMATION FROM EUROPEAN UNION INSTITUTIONS, BODIES, OFFICES AND AGENCIES: on the finalisation of the restriction process on the four phthalates (DEHP, DBP, BBP and DIBP) under Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council concerning Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH). Official Journal of the European Union, 2014/C 260/01.
- European Union (2015) COMMISSION DELEGATED DIRECTIVE (EU) 2015/863 of 31 March 2015. Official Journal of the European Union, L 137/10-12.
- Health Canada (2006) Residential Indoor Air Quality Guideline: Formaldehyde.
- Health Canada (2007) Residential Indoor Air Quality Guideline: Moulds.
- Health Canada (2010a) Residential Indoor Air Quality Guideline: CARBON MONOXIDE.
- Health Canada (2010b) Residential Indoor Air Quality Guideline: OZONE.
- Health Canada (2011) Residential Indoor Air Quality Guideline: TOLUENE.
- Health Canada (2012) GUIDANCE FOR FINE PARTICULATE MATTER (PM_{2.5}) IN RESIDENTIAL INDOOR AIR.
- Health Canada (2013a) Residential Indoor Air Quality Guideline: Naphthalene.
- Health Canada (2013b) Guidance for Benzene in Residential Indoor Air.
- IARC Monograph Working Group (2009) A review of human carcinogens—Part F: Chemical agents and related occupations. *The Lancet Oncology* 10(12):1143–1144.
- IRK (1996) Richtwerte für die Innenraumluft: Basisschema. *Bundesgesundheitsblatt* 39:422–426.
- IRK (2012) Richtwerte für die Innenraumluft: erste Fortschreibung des Basisschemas. *Bundesgesundheitsbl* 55:279–290.
- IRK (2016) Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte. available at <http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ad-hoc-arbeitsgruppe-innenraumrichtwerte>, accessed at 4 January 2016.
- National Toxicology Program (2010) Report on Carcinogens Background Document for Formaldehyde, Research Triangle Park, NC.
- Retsinformation.dk (2012) Bekendtgørelse om forbud mod import og salg af varer til indendørs brug, som indeholder ftalaterne DEHP, DBP, BBP og DIBP, og varer hvor dele med disse stoffer kan komme i kontakt med hud eller slimhinder. BEK nr 1113 , 26 November, 2012.
- WHO Europe (2000) Air Quality Guidelines for Europe 2nd edition., WHO Regional Publication, Europeans Series, No. 91, Copenhagen.
- WHO Europe (2006a) Air Quality Guidelines – global update 2005, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
- WHO Europe (2006b) Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Report on a Working Group Meeting. Bonn, Germany, 23-24 October 2006.
- WHO (2006) WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005, Summary of risk assessment, WHO/SDE/PHE/OEH/06.02, Geneva.
- WHO Europe (2009) WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. WHO

- Regional Office for Europe, Copenhagen.
- WHO Europe (2010) WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
- WHO (2013) WHO Housing and health guidelines. Public Health and Environment e-News, WHO Geneva, July 2013.
- WHO (2014) WHO guidelines for indoor air quality: household fuel combustion. World Health Organization, Geneva.
- 東 賢一 (2014) ダスト中の汚染物質による公衆衛生上の問題. 空気清浄 52(3):164-169.