

2. 国内外における室内空気汚染物質の空気質ガイドラインの動向

分担研究者 東 賢一 近畿大学医学部 准教授
研究協力者 金 勲 国立保健医療科学院 上席主任研究官
研究協力者 小林健一 国立保健医療科学院 上席主任研究官

研究要旨

建築物衛生法では、13物質に対して室内濃度指針値を策定してきたが、2012年以降、一般住宅の実態から室内濃度指針値の追加等に関する検討が成されている。そこで、建築物衛生法の適用範囲の検討のために世界保健機関（WHO）のほか、ドイツ、フランス、カナダにおける室内空気質ガイドラインに関する評価文書、関連学会の資料、関連論文を調査した。

WHOは2016年に基準新設に関して優先順位を4つの区分に分けている。喫緊に再評価若しくは改訂を要する物質（グループ1）から当面再評価が不要な物質（グループ4）を策定している。また、2021年には粒子状物質、オゾン、二酸化窒素、二酸化硫黄、一酸化炭素の空気質ガイドラインが改正された。諸外国においては、ドイツでは64、フランスでは15、カナダでは13の物質若しくは物質群に対して室内空気質ガイドラインが定められていた。

A. 研究目的

建築物衛生法が適用される特定建築物に対しては、建築物環境衛生管理基準として、温度、相対湿度、気流、二酸化炭素、一酸化炭素、浮遊粉じん、ホルムアルデヒドの測定が規定されている。厚生労働省では1997年から2002年までに13物質に対して室内濃度指針値を策定してきたが、2012年以降、一般住宅の実態調査を行い、新たに室内濃度指針値を追加で設定等実施すべきかについて検討がなされている。そこで本研究では、近年における諸外国等での室内空気質ガイドラインの動向についても調査を行い、建築物衛生法における環境衛生管理基準を今後検討するための基礎資料とする。

本研究で得られた成果は、建築物衛生法の適用範囲の検討に資するものであり、今後の建築物衛生行政における施策の立案に寄与するものである。

B. 研究方法

国際機関や諸外国における室内空気質ガイドラインに関する評価文書、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。世界保健機関本部（WHO本部）、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。なお、日本の室内濃度指針値の状況もあわせて報告する。

C. 研究結果および考察

日本における室内濃度指針値の状況を表1-1に示す。日本では、1996年に全国230戸の住宅で実施されたホルムアルデヒドの室内濃度の実態調査において、当時、WHO欧州が公表していた室内空気質ガイドライン 0.1 mg/m^3 （0.08 ppm）を超えていた住宅の比率が約25%強であった。この結果を踏まえて、1997年にホルムアルデヒドの室内濃度指針値が策定された。また、1997年から1998年にかけて44の揮発性有機化合物（VOC）の室内濃度に関する全国規模の実態調査が行われ、一部の家屋では室内空気汚染が高いレベルにあることが明らかとなった。そのため厚生労働省は、室内空気汚染の問題に対応するため、2000年から2002年にかけて「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、13種類の化学物質に対して室内濃度指針値を策定した。

その後2012年より、関係省庁や関係団体等のシックハウス問題への取り組みに関するヒアリングを行い、並行して諸外国等の室内空気質規制の調査や居住環境におけるVOC等の実態調査を実施した結果を踏まえて初期リスク評価を行った結果、2-エチル-1-ヘキサノール、2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールモノイソブチレート（TMPD-MIB）、2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールジイソブチレート（TMPD-DIB）に対して室内濃度指針値案が提示され、キシレン、エチルベンゼン、フタル酸ジ-n-ブチル、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルの室内濃度指針値改正案が提示された。その後パブリックコメントを経て、キシレン、DnBP、DEHPの室内濃度指針値が2019年1月17日に改正された。

世界保健機関（WHO）の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。各機関のガイドラインを詳細データ欄に表でとりまとめた（表2-1～表2-11）。参考文献については、令和2年度及び令和3年度の分担研究報告書を参照されたい。

WHOは、2010年までに公表を行った空気質ガイドライン、室内空気質ガイドライン以降の動きとして、近年のエビデンスに基づいて、空気質ガイドラインの改訂／新設に関する優先付けを実施し、2016年に公表している。喫緊に再評価（改訂）が必要な物質（グループ1）としては、粒子状物質、オゾン、二酸化窒素、二酸化硫黄、一酸化炭素があげられた。この次に再評価が必要な物質としては（グループ2）、カドミウム、クロム、鉛、ベンゼン、ダイオキシン類、多環芳香族炭化水素があげられた。さらにこの次に再評価が必要な物質としては（グループ3）、ヒ素、マンガン、白金、バナジウム、ブタジエン、トリクロロエチレン、アクリロニトリル、硫化水素、塩化ビニル、トルエン、ニッケルがあげられた。当面再評価が不要な物質としては（グループ4）、水銀、アスベスト、ホル

ムアルデヒド、スチレン、テトラクロロエチレン、二硫化炭素、フッ化物、ポリ塩化ビフェニル、1,2-ジクロロエタン、ジクロロメタンがあげられている。

WHOは2021年9月に空気質ガイドラインをアップデート（2005年のガイドラインに対して）した。粒子状物質（PM_{2.5}、PM₁₀）、オゾン、二酸化窒素、二酸化硫黄、一酸化炭素の空気質ガイドラインが最新の科学的知見に基づき改正された。

粒子状物質と二酸化窒素においては、長期間曝露（年平均値等）では全死亡（不慮の事故を除く）を指標とし、5パーセンタイル値を導出して空気質ガイドラインを設定していた。また、短期間曝露（日平均等）では、1日の全死亡（不慮の事故を除く）を指標とし、年平均値の空気質ガイドラインに合致する日平均濃度の99パーセンタイル値を推算し、その値をもとに空気質ガイドラインを設定していた。

オゾンでもピーク季節のガイドラインについては、全死亡（不慮の事故を除く）を指標とし、5パーセンタイル値を導出して空気質ガイドラインを設定していた。

二酸化硫黄と一酸化炭素では、24時間平均のガイドラインに対して、それぞれ1日の喘息による入院や救急搬送・全死亡（不慮の事故除く）・呼吸器疾患死亡、入院と心筋梗塞による死亡を指標として空気質ガイドラインを設定していた。

諸外国では、ドイツ連邦環境庁は、2021年までに64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、この間、ホルムアルデヒドとトルエンについては再評価も実施している。なお、トルエンの再評価の際に、C₇～C₈のアルキルベンゼンの混合曝露の評価基準として、トルエン、キシレン、エチルベンゼンの各室内濃度指針値に対する各曝露濃度の比を足し算して1未満とすることが示された。これは、この3つの物質が類似した神経毒性を有することから、毒性の相加則が成立すると仮定したことによる。

フランスでは2021年までに15物質、カナダでは、13物質の室内空気指針値を定めている。なお、カナダでは、室内空気指針値が設定されていない物質のリスクを公衆衛生専門家がスク

リーニング評価するための評価値として、室内空気評価値 (Indoor Air Reference Levels: IARLs) を 2018 年 2 月から提供している。この評価値は、これまで 25 物質に対して設定されている。

D. 総括

室内空気質ガイドラインに関する国際動向を把握するために、WHO、ドイツ、フランス、カナダにおける室内空気質ガイドラインの設定状況を調査した。近年の動きとしては、WHO が空気質ガイドラインをアップデートしたことが大きな動きであった。粒子状物質 (PM_{2.5}、PM₁₀)、オゾン、二酸化窒素、二酸化硫黄、一酸化炭素の空気質ガイドラインが最新の科学的知見に基づき改正された。

諸外国では、ドイツ連邦環境庁は、2021 年までに 64 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、この間、ホルムアルデヒドとトルエンについては再評価も実施された。なお、トルエンの再評価の際に、C₇~C₈ のアルキルベンゼンの混合曝露の評価基準として、トルエン、キシレン、エチルベンゼンの各室内濃度指針値に対する各曝露濃度の比を足し算して 1 未満とすることが示された。これは、この 3 つの物質が類似した神経毒性を有することから、毒性の相加則が成立すると仮定したことによる。

フランスでは 2021 年までに 15 物質、カナダでは、13 物質の室内空気指針値が定められた。なお、カナダでは、室内空気指針値が設定されていない物質のリスクを公衆衛生専門家がスクリーニング評価するための評価値として、室内空気評価値 (Indoor Air Reference Levels: IARLs) が 25 物質に対して提供されている。

E. 参考文献

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 東 賢一. 職域におけるオフィスビルの室内環境に関連する症状とそのリスク要因：いわゆるシックビルディング症候群. 産業医学レビュー 33(3), 263-278, 2021.

- 2) 東 賢一. 世界保健機関 (WHO) による「住宅と健康のガイドライン」. 公衆衛生 Vol 85, No.7, pp. 432-437, 2021.

2. 学会発表

- 1) 東 賢一、鍵 直樹、柳 宇、金 勲、開原典子、林 基哉、大澤元毅. オフィスビル労働者のビル関連症状と室内空気汚染物質との関係に関する縦断調査. 第 93 回日本産業衛生学会, 旭川, 2020 年 5 月 13 日-16 日.
- 2) 東 賢一. リスク評価の考え方. 令和 2 年度空気調和・衛生工学会大会ワークショップ, 福井, 2020 年 9 月 18 日.
- 3) 東 賢一、鍵 直樹、柳 宇、金 勲、中野淳太、長谷川兼一、島崎 大、開原典子、櫻田尚樹、林 基哉、小林健一. 建築物の環境衛生管理の実態に関する全国調査 その 7 ビル関連症状と室内空気質. 第 79 回日本公衆衛生学会総会, 京都, 2020 年 10 月 20-22 日.
- 4) 東 賢一. 世界保健機関 (WHO) による「住宅と健康のガイドライン」. 第 79 回日本公衆衛生学会総会シンポジウム, 京都, 2020 年 10 月 22 日.
- 5) Azuma K, Kagi N, Yanagi U, Kim H, Hasegawa K, Shimazaki D, Kaihara N, Kunugita N, Hayashi M, Kobayashi K, Osawa H. Effects of the total floor area of an air-conditioned office building on building-related symptoms: characteristics of winter and summer. 16th international conference on indoor air quality and climate, Seoul, Korea, November 1-5, 2020.
- 6) Azuma K, Kagi N, Yanagi U, Kim H, Kaihara N, Hayashi M, Osawa H. Effects of suspended particles, chemicals, and airborne microorganisms in indoor air on building-related symptoms: a longitudinal study in air-conditioned office buildings. Healthy Buildings Europe 2021, Oslo, Norway, June 21-23, 2021.
- 7) Azuma K, Kagi N, Yanagi U, Kim H, Hasegawa K, Shimazaki D, Kaihara N, Kunugita N, Hayashi M, Kobayashi K, Osawa H. Effects of the total floor area of an air-conditioned office building on building-related symptoms: associations with thermal conditions and carbon

dioxide. Healthy Buildings America 2021, Honolulu, Hawaii, January 18-20, 2022.

- 8) Azuma K. Indoor air quality and health effects in Japanese modern office buildings. the 33rd International Congress on Occupational Health 2022, Special Session: Indoor air quality in modern office buildings. Global digital congress, Melbourne-Rome, February 6-10, 2022.

3. 書籍

- 1) 東 賢一. 新版生活健康科学第2版：第7章生活環境と健康. 218 頁, 三共出版, 東京, 2022.

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

予定なし

1. 日本における室内濃度指針値の動向

表1-1 厚生労働省の室内濃度指針値

化学物質	室内濃度指針値 (µg/m ³)	主な排出源
ホルムアルデヒド	100 (0.08)	合板、接着剤
トルエン	260 (0.07)	接着剤、塗料
キシレン	200 (0.05)*	接着剤、塗料
パラジクロロベンゼン	240 (0.04)	防虫剤
エチルベンゼン	3800 (0.88)	断熱材、塗料、床材
スチレン	220 (0.05)	断熱材、塗料、床材
クロロピリホス	1 (0.00007)※小児 0.1	シロアリ駆除剤
フタル酸ジ-n-ブチル	17 (0.0015)*	軟質塩ビ樹脂、塗料
テトラデカン	330 (0.04)	接着剤、塗料
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	100 (0.0063)*	軟質塩ビ樹脂、塗料
ダイアジノン	0.29 (0.00002)	シロアリ駆除剤
アセトアルデヒド	48 (0.03)	合板、接着剤
フェノブカルブ	33 (0.0038)	シロアリ駆除剤
ノナナール	41 (0.007) 暫定値	合板、接着剤
総揮発性有機化合物 (TVOC)	400 暫定目標値	内装材、家具、家庭用品

* 2019年1月17日改正 () 内は 25°C換算時の体積濃度 ppm

2. 諸外国における室内空気質ガイドラインの動向

表2-1 WHOの2005年グローバルアップデート空気質ガイドライン (大気、室内)

汚染物質	ガイドライン値(µg/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

表 2-2 WHO 欧州事務局による 2010 年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	10 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
二酸化窒素	200 μg/m ³ (1 時間平均値) 40 μg/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 : 15×10 ⁻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) 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 : 4.3×10 ⁻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

表 2-3 WHO の 2014 年室内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

表 2-4 WHO が空気質ガイドラインを今後アップデートする際のエビデンス評価結果 (2016 年)

<i>Recent evidence justifies re-evaluation</i> <i>(Group 1)</i>	<i>Recent evidence justifies re-evaluation</i> <i>(Group 2)</i>	<i>Recent evidence justifies re-evaluation</i> <i>(Group 3)</i>	<i>Recent evidence does not justify need for re-evaluation</i> <i>(Group 4)</i>
Particulate Matter	Cadmium	Arsenic	Mercury
Ozone	Chromium	Manganese	Asbestos
Nitrogen dioxide	Lead	Platinum	Formaldehyde
Sulfur dioxide	Benzene	Vanadium	Styrene
Carbon monoxide	PCDDs & PCDFs	Butadiene	Tetrachloroethylene
	PAHs*	Trichloroethylene	Carbon disulfide
		Acrylonitrile**	Fluoride
		Hydrogen sulfide	PCBs
		Vinyl chloride	1,2-dichloroethane
		Toluene	Dichloromethane
		Nickel	

表 2-5 WHO の 2021 年空気質ガイドラインアップデート

物質	アセスメントの概要	空気質ガイドライン	キー研究
PM _{2.5}	全死亡（不慮の事故を除く）について、最も低濃度で影響が観察された 5 つの研究の 5 パーセントイル値が 3.0 µg/m ³ (Pinault et al., 2016), 3.2 µg/m ³ (Cakmak et al., 2018), 3.5 µg/m ³ (Pinault et al., 2017), 4.8 µg/m ³ (Villeneuve et al., 2015) and 6.7 µg/m ³ (Weichenthal et al., 2014)であり、これらの平均値が 4.2 µg/m ³ となった。PM _{2.5} の影響がみられなかった Villeneuve et al., 2015 と Weichenthal et al., 2014 を除くと平均値が 4.9 µg/m ³ となった。これらの結果から出発点を 4.2-4.9 µg/m ³ PM _{2.5} とし、年平均値を 5 µg/m ³ としている。	5 µg/m ³ (年平均値)	Pinault et al., 2016、Cakmak et al., 2018、Pinault et al., 2017、Villeneuve et al., 2015、Weichenthal et al., 2014
	1 日の全死亡（不慮の事故を除く）を指標とし、年平均値のガイドライン 5 µg/m ³ に合致する日平均濃度の 99 パーセントイル値を推算し、Liu et al., 2019 のデータから年平均値の 3 倍の値を導出した。	15 µg/m ³ (24 時間平均値)	Liu et al., 2019
PM ₁₀	全死亡（不慮の事故を除く）について、最も低濃度で影響が観察された 5 つの研究の 5 パーセントイル値が 13.7 µg/m ³ (Beelen et al., 2014), 15.0 µg/m ³ (Bentayeb et al., 2015), 15.1 µg/m ³ (Puett et al., 2008), 15.9 µg/m ³ (Carey et al., 2013) and 16.0	15 µg/m ³ (年平均値)	Beelen et al., 2014、Bentayeb et al., 2015、Puett et al., 2008、Carey et al., 2013、Hart et al., 2011

	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hart et al., 2011)であり、これらの平均値が $15.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ となった。そこで年平均値を $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ としている。		
	1日の全死亡（不慮の事故を除く）を指標とし、年平均値のガイドライン $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に合致する日平均濃度の99パーセンタイル値を推算し、Liu et al., 2019のデータから年平均値の3倍の値を導出した。	$45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24時間平均値)	Liu et al., 2019
オゾン	全死亡（不慮の事故を除く）について、最も低濃度で影響が観察された3つの研究のピーク季節の5パーセンタイル値が $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Weichenthal, Pinault & Burnett, 2017), $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Cakmak et al., 2018) and $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Di et al., 2017a)であり、これらの平均値が60、または $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ となった。そこでピーク季節の8時間平均値を $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ としている。	$60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (8時間平均値、ピーク季節[平均値が高濃度の6ヶ月間])	Weichenthal, Pinault & Burnett, 2017、Cakmak et al., 2018、Di et al., 2017
	全死亡（不慮の事故を除く）を指標とし、6ヶ月のピーク値ガイドライン $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ が年平均値 $48.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に相当すると計算し、日平均値の99パーセンタイルと8時間日最大値への換算を行い、8時間日最大値を $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ としている。	$100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (8時間の日最大値)	Vicedo-Cabrera et al. 2020、Turner et al., 2016、de Hoogh et al., 2018
二酸化窒素	全死亡（不慮の事故を除く）について、最も低濃度で影響が観察された5つの研究の5パーセンタイル値が $7.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tonne & Wilkinson, 2013), $8.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in two separate studies (Hart et al., 2011, 2013), $9.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Turner et al., 2016) and $10.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Carey et al., 2013) であり、これらの平均値が $8.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ となった。そこで年平均値を $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ としている。	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (年平均値)	Tonne & Wilkinson, 2013、Hart et al., 2011, 2013、Turner et al., 2016、Carey et al., 2013
	1日の全死亡（不慮の事故を除く）を指標とし、年平均値のガイドライン $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に合致する日平均濃度の99パーセンタイル値を推算し、Liu et al., 2019のデータから年平均値の2.5倍の値を導出した。	$25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24時間平均値)	Liu et al., 2019
		$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1時間平均値) *	改正なし
二酸化硫黄	1日の喘息による入院や救急搬送、全死亡（不慮の事故除く）、呼吸器疾患死亡	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24時間平均値)	Liu et al., 2019、Zheng et al. 2021、Orellano, Reynoso &

	を指標とし、30 µg/m ³ の日平均濃度の増加分を算出し、10 µg/m ³ の年平均濃度に加算して24時間平均値40 µg/m ³ 、または99パーセンタイル値と年平均値との差を4倍と推算して24時間平均値40 µg/m ³ としている。		Quaranta 2021
		500 µg/m ³ (10分平均値) *	改正なし
一酸化炭素	入院と心筋梗塞による死亡を指標とし、中央値1.15 mg/m ³ を観察された最も低濃度とし、相対リスク1.019を用いて心筋梗塞が5.4%増となる日平均濃度として4 mg/m ³ を導出している。	4 mg/m ³ (24時間平均値)	Lee et al. 2020
		10 mg/m ³ (8時間平均値) * 35 mg/m ³ (1時間平均値) * 100 mg/m ³ (15分平均値) *	改正なし

* 改正されず現状維持とされたガイドライン

表2-6 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
		0.1 (30分間値かつ1日の天井値)	2016 再評価
トルエン	3	0.3	1996 2016 再評価
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
C ₇ ~C ₈ のアルキルベンゼン	x/GVtol + y/GVxyl + z/GVeth < 1 ※x,y,z はそれぞれトルエン、キシレン、エチルベンゼンの測定濃度 トルエンの指針値 (GVtol) : 0.3 mg/m ³ キシレンの指針値 (GVxyl) : 0.1 mg/m ³ エチルベンゼンの指針値 (GVeth) : 0.2 mg/m ³		2016
プロピレングリコール	0.6	0.06	2016
テトラクロロエチレン	1.0	0.1	2017
2-フェノキシエタノール	0.1	0.03	2018
1,2-ジクロロエタン	100 万分の 1 の過剰発がんリスクに対応する濃度として 0.37 µg/m ³		2019
二酸化窒素	0.25	0.08	2019

ベンゾチアゾール		0.015 (暫定値)	2019
ベンゼン	100 万分の 1 の過剰発がんリスクに対応する濃度として約 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 10 万分の 1 の過剰発がんリスクに対応する濃度として約 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		2020
メタクリル酸メチル	2.1	1.1	2021
アセトン	160	53	2021
2-プロパノール	45	22	2021
ベンゾ-a-ピレン	100 万分の 1 の過剰発がんリスクに対応する濃度として約 0.033 ng/m^3 10 万分の 1 の過剰発がんリスクに対応する濃度では約 0.33 ng/m^3 指針値としては、ドイツの実態調査から、居間で 0.79 ng/m^3 が 95 パーセンタイル値であったことから、0.8 ng/m^3 を暫定的に勧告		2021
塩化ビニル	100 万分の 1 の過剰発がんリスクに対応する濃度として 2.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 10 万分の 1 の過剰発がんリスクに対応する濃度では 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		2021
一酸化炭素	WHO の空気質ガイドラインに準じる 4 mg/m^3 (24 時間平均値) 10 mg/m^3 (8 時間平均値) 35 mg/m^3 (1 時間平均値) 100 mg/m^3 (15 分平均値)		2021

※指針値 II (RW II) 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。RW II を越えていたならば、特に、長時間に在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。指針値 I (RW I) 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、RW I 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、RW I と RW II 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。RW I は、RW II に不確実係数 10 を除いた値、つまり RW II 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。RW I 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、RW I 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。

表 2-7 ドイツの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 2-8 ドイツの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	$> 0.3 \sim 1$	支障なし。ただし、個々の物質やグループ物質ための指針値は超過しないこと
3	$> 1 \sim 3$	衛生面の懸念あり
4	$> 3 \sim 10$	大きな支障あり
5	> 10	容認できない状況

表 2-9 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 mg/m^3	
	1 時間曝露	30 mg/m^3	
	30 分曝露	60 mg/m^3	
ベンゼン	15 分曝露	100 mg/m^3	2008 年
	短期 VGAI: 1~14 日間	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	中期 VGAI: 14 日~1 年間	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	長期 VGAI: 一年間以上	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	長期 VGAI: 生涯曝露 リスクレベル=10 ⁻⁶	0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
ナフタレン	長期 VGAI: 生涯曝露 リスクレベル=10 ⁻⁵	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2009 年
	長期 VGAI: 一年間以上	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
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: 一年間以上	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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
エチルベンゼン	短期 VGAI (24 時間)	22 mg/m^3	2016 年
	長期 VGAI (1 年以上)	1.5 mg/m^3	
ホルムアルデヒド	VGAI (1~4 時間)	0.1 mg/m^3	2018 年
トルエン	VGAI (24 時間および年間)	20 mg/m^3	2018 年

表 2-10 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (100 ppb)	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、	2007 年

	住宅用建物の中で繁殖しているカビ（見えないものも含む）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
アセトアルデヒド	短期間曝露指針値 : 1420 µg/m ³ (1 時間値) 長期間曝露指針値 : 280 µg/m ³ (24 時間値)	2017 年
アクロレイン	短期間曝露指針値 : 38 µg/m ³ (1 時間値) 長期間曝露指針値 : 0.44 µg/m ³ (24 時間値)	2021 年
二酸化炭素	長期間曝露指針値 : 1000 ppm (1800 mg/m ³) (24 時間値)	2021 年

表 2-1-1 カナダにおける室内空気評価値

化学物質	IARL (µg/m ³)	影響		Reference
		発がん	非発がん	
1,3-ブタジエン	1.7	白血病	-	EC/HC (2000)
1,4-ジクロロベンゼン	60	-	鼻腔の変性	ATSDR (2006)
2-ブトキシエタノール	11 000	-	血液学的影響	EC/HC (2002)
2-エトキシエタノール	70	-	生殖影響	CalEPA (2000)
3-クロロプロペン	1	-	神経毒性	US EPA (1991)
アセトン	70 000	-	発達影響	VCCEP (2003)
アクロレイン	0.35	-	気道上皮の変性	CalEPA (2008)
アニリン	1	-	脾臓への影響	US EPA (1990a)
四塩化炭素	1.7	副腎腫瘍	-	US EPA (2010)
クロロホルム	300	-	肝臓と腎臓への影響	CalEPA (2000)
シクロヘキサン	6000	-	発達影響	US EPA (2003a)
ジクロロメタン	600	-	肝臓への影響	US EPA (2011)
エピクロロヒドリン	1	-	鼻腔の変性	US EPA (1994)
エチルベンゼン	2000	-	腎臓、脳下垂体、肝臓への影響	CalEPA (2000)

化学物質	IARL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	影響		Reference
		発がん	非発がん	
酸化エチレン	0.002	リンパ系がん、 乳がん	-	US EPA (2016)
イソプロパノール	7000	-	腎臓の変性	CalEPA (2000)
イソプロピルベンゼン	400	-	腎臓と副腎の変性	US EPA (1997)
メチルエチルケトン	5000	-	発達影響	US EPA (2003b)
メチルイソブチルケトン	3000	-	心奇形	US EPA (2003c)
プロピオンアルデヒド	8	-	嗅上皮の萎縮	US EPA (2008)
酸化プロピレン	2.7	鼻腔がん	-	US EPA (1990b)
スチレン	850	-	神経毒性	ATSDR (2010)
テトラクロロエチレン	40	-	神経毒性	US EPA (2012), ATSDR (2014)
トルエンジイソシアネート	0.008	-	肺機能の低下	CalEPA (2016)
キシレン	100	-	神経毒性	US EPA (2003d)

※室内空気質ガイドラインは、カナダの住宅で頻繁に検出される物質に対して設定されてきたが、その他の物質のリスクを公衆衛生専門家がスクリーニングするための評価値として、室内空気評価値 (Indoor Air Reference Levels: IARLs) を 2018 年 2 月から提供し始めた。この評価値は、カナダの室内空気質ガイドラインの付属データとして位置づけられている。この評価値は、カナダ保健省で独自に導出したものではなく、米国環境保護庁の IRIS、米国カリフォルニア環境保護庁の有害性評価値、米国毒物疾病登録庁 (ATSDR) の最小リスクレベルなどをそのまま用いており、数ヶ月から年単位の長期間曝露に適用される。

References

- ATSDR (2014) Toxicological Profile for Tetrachloroethylene. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Department of Health and Human Services, Atlanta, GA. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp18.pdf>.
- ATSDR (2010) Toxicological Profile for Styrene. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Department of Health and Human Services, Atlanta, GA. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp53.pdf>.
- ATSDR (2006) Toxicological Profile for Dichlorobenzenes. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Department of Health and Human Services, Atlanta, GA. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp10.pdf>.
- CalEPA (2016) Technical Support Document for the Derivation of Noncancer Reference Exposure Levels. Appendix D1 – Toluene Diisocyanate Reference Exposure Levels. California Environmental Protection Agency, Sacramento, CA. <http://oehha.ca.gov/media/downloads/air/report-hot-spots/finaldirelmarch2016.pdf>.
- CalEPA (2015) Appendix L. Air Toxics Hot Spot Program - Guidance manual for Preparation of Health Risk Assessments - OEHHA/ARB Health Values for Use in Hot Spot Facility Risk Assessments. California Environmental Protection Agency, Sacramento, CA. <http://oehha.ca.gov/media/downloads/crn/2015gmappendiceslm.pdf>.
- CalEPA (2014) Appendix D1. Air Toxics Hot Spot Program - Summaries using this version of the hot spots risk assessment guidelines. California Environmental Protection Agency, Sacramento, CA. <http://oehha.ca.gov/media/downloads/crn/appendixd1final.pdf>.
- CalEPA (2011) Appendix B. Air Toxics Hot Spot Program - Chemical-specific summaries of the information used to derive unit risk and cancer potency values. California Environmental Protection Agency, Sacramento, CA. <http://oehha.ca.gov/media/downloads/crn/appendixb.pdf>.
- CalEPA (2008) Appendix D3. Air Toxics Hot Spot Program - Chronic RELs and toxicity summaries using the previous version of the hot spots risk assessment guidelines. California Environmental Protection Agency, Sacramento, CA.

- <http://oehha.ca.gov/media/downloads/crn/appendixd3final.pdf>.
- Environment Canada and Health Canada (EC/HC) (2002) Priority Substances List Assessment Report: 2-Butoxyethanol. En40-215/66E, Minister of Supply and Services Canada, Ottawa, ON.
 - EC/HC (2000) Priority Substances List Assessment Report: 1,3-Butadiene. En40-215/52E, Minister of Supply and Services Canada, Ottawa, ON.
 - US EPA (2016) Evaluation of the Inhalation Carcinogenicity of Ethylene Oxide (CASRN 75-21-8). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA/635/R-16/350Fa, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/1025tr.pdf.
 - US EPA (2012) Toxicological Review of Tetrachloroethylene (Perchloroethylene) (CAS No. 127-18-4). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA/635/R-08/011F, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0106tr.pdf.
 - US EPA (2011) Toxicological Review of Dichloromethane (Methylene Chloride). (CAS No. 75-09-2). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA/635/R-10/003F, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0070tr.pdf.
 - US EPA (2010) Toxicological Review of Carbon Tetrachloride (CAS No. 56-23-5). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA/635/R-08/005F, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0020tr.pdf
 - US EPA (2008) Toxicological Review of Propionaldehyde (CAS No. 123-38-6). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA/635/R-08/003F, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/1011tr.pdf.
 - US EPA (2003a) Toxicological Review of Cyclohexane (CAS No. 100-82-7). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA/635/R-03/008, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/1005tr.pdf.
 - US EPA (2003b) Toxicological Review of Methyl Ethyl Ketone (CAS No. 78-93-3). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA 635/R-03/009, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0071tr.pdf.
 - US EPA (2003c) Toxicological Review of Methyl Isobutyl Ketone (CAS No. 108-10-1). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA/635/R-03/002, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0173tr.pdf.
 - US EPA (2003d) Toxicological Review of Xylenes (CAS No. 1330-20-7). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA/635/R-03/001, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0270tr.pdf.
 - US EPA (1997) Toxicological Review of Cumene (Isopropyl Benzene) (CAS No. 98-82-8). In support of summary information on the integrated risk information system (IRIS). United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0306tr.pdf.
 - US EPA (1994) Toxicological Review of Epichlorohydrin (CASRN 106-89-8). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0050_summary.pdf.
 - US EPA (1991) Toxicological Review of Allyl chloride (CASRN 107-05-1). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0387_summary.pdf.
 - US EPA (1990a) Toxicological Review of Aniline (CASRN 62-53-3). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0350_summary.pdf.

- US EPA (1990b) Toxicological Review of Propylene Oxide (CASRN 75-56-9). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0403_summary.pdf.
- VCCEP (2003) Acetone (Cas No. 67-64-1). VCCEP Submission. Voluntary Children's Chemical Evaluation Program, Washington, DC. <http://www.tera.org/Peer/VCCEP/Acetone/acevccep.pdf>.