

令和2年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
分担研究報告書

6. 特定建築物の室内環境管理と室内空気中化学物質の健康リスク評価—冬期夏期横断調査—

分担研究者	東 賢一	近畿大学医学部 准教授
分担研究者	金 勲	国立保健医療科学院生活環境研究部 上席主任研究官
分担研究者	稲葉洋平	国立保健医療科学院生活環境研究部 上席主任研究官
分担研究者	鍵 直樹	東京工業大学情報理工学研究科 教授
研究協力者	内山茂久	国立保健医療科学院生活環境研究部

研究要旨

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、特定建築物における室内空気汚染化学物質の実態調査と健康リスクの初期評価を行うことを目的として、今年度から次年度にかけて、実態調査を進めている。また、近年における諸外国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。室内空気質ガイドラインに関する国際動向の把握では、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。WHOでは2010年に汚染物質の室内空気質ガイドラインを公表後、2016年に空気質ガイドラインの改訂/新設に関する優先付けを公表しており、喫緊に再評価（改訂）が必要な物質としては、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ていた。ドイツ連邦環境庁は、2020年までに58の物質または物質群、フランスでは15物質、カナダでは11物質に室内空気指針値を定めており、継続的な室内空気質ガイドラインの検討が実施されていた。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に、25物質に対して室内空気評価値を公開しており、実態調査で測定された室内空気汚染物質の健康リスク評価を実施するためのデータベースの提供を重視しているようであった。特定建築物における室内空気汚染化学物質の実態調査については、今年度は、52件の事務所に対して管理者用アンケート調査と空気サンプルの採取を実施した。次年度も同規模の実態調査を実施し、今年度のデータとあわせて、健康リスク評価等の解析を実施して全体をとりまとめる。

研究協力者
尾崎貴之（公社）全国ビルメンテナンス協会

A. 研究目的

建築物衛生法が適用される特定建築物（店舗、事務所等の特定用途で延床面積3000㎡以上の建築物、同8000㎡以上の学校）には、建築物環境衛生管理基準の遵守、その管理実態の報告、

建築物環境衛生管理技術者の選任等が義務づけられている。建築物環境衛生管理基準では、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年にかけて、室内空気汚染化学物質による室内空気汚染対策として、13物質に室内濃度指針値が策定された。そのことを踏まえて、建築物環境衛生管理基準においても、2002年にホルムア

ルデヒドの管理基準が追加された。

その後厚生労働省では、2012年から室内空気汚染問題に対する検討会が再開され、室内濃度指針値を追加で設定等すべきかについて、検討がなされている。主として一般住宅における実態調査をもとに健康リスクの初期評価を行い、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（テキサノール）、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（TXIB）の3物質が指針値策定の候補にあがるなど、検討が継続されている。

そこで本研究では、特定建築物における室内空気汚染化学物質の実態調査と健康リスクの初期評価を行うことを目的とする。また、近年における諸外国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う。本研究で得られた成果は、建築物衛生法における環境衛生管理基準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

B1. 諸外国における室内空気質ガイドラインの動向

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。

B2. 特定建築物における室内空気汚染化学物質の実態調査（全国規模の横断）と健康リスクの初期評価

B2.1. 研究デザイン

近年、インターネットの普及に伴い、インターネットを利用した質問調査方法が普及し、喘息やアレルギー疾患の有病率の疫学調査でも利用されるようになってきていた。本分担研究者も、インターネットを利用した化学物質高感受性や循環器疾患に関する疫学調査で学術成果をあげてきた。インターネット調査においても、調査協力者に対して材料やサンプルを送付し、

室内環境の調査が可能である。

そこで本研究では、インターネットを利用した質問調査および室内空気の採取を行った。また、調査件数を確保するにあたり、自記式調査票と空気採取管等を調査協力候補者へ送付および回収する手法も併用した。本研究は、人体から採取された試料を用いない観察研究である。

B2.2. 調査対象と調査手順

本調査は、既存のインターネット調査会社である株式会社マクロミルに委託し、そのモニター会員を調査対象とした。ここでは、インターネット調査会社としては国内最大手であり、約120万人のモニターを有する。

調査にあたっては、1) 成人で男女を問わない、2) 北海道、関東、中部、関西、九州に居住、3) 会社の経営者（代表取締役等）または自営業者の3条件をもとに、マクロミルのモニターの中から525,646名を抽出した。そして、これらのモニターに対して、1) 会社の経営者（代表取締役等）または自営業者で会社に出社している方（完全在宅勤務ではない）、2) モニター調査（空気の採取と温湿度記録、管理者用アンケート調査）に協力いただける事務所の勤務者数が4名以上、3) 厚生労働省の建築物衛生法が適用される建物内に所在する事務所、4) 事務所が北海道、関東、中部、関西、九州に所在、5) 事務所の空気採取およびアンケートに協力可能の基本5項目を事前にスクリーニング調査した。なお、地域別に北海道10事務所、関東20事務所、中部10事務所、関西10事務所、九州10事務所（なお、予定の地域別内訳にならなかった場合、合計数が可能な限り目標数に近づくように割り付ける）の合計60事務所を今年度の調査目標数とした。事前スクリーニング調査は、2020年11月27日～12月2日かけて実施した。

続いて本調査として、事前スクリーニング調査で抽出した協力者に対して、管理者用アンケート調査と事務所の空気採取と温湿度記録の依頼を行った。管理者用アンケートの調査票は、平成23～令和元年度の建築物衛生に関する厚労科研で使用した調査票¹⁾をもとに作成した。空気の採取と温湿度の記録は、事務所に本社される任意の1日で、事務所での就業時間が8時

間以上となる日（例：9時～17時）に実施するよう依頼した。アンケート調査、空気採取、温湿度記録は2020年12月14日～2021年1月15日に実施した。

B2.3. 測定および分析項目

室内の温度と湿度の測定を行った。また、62の化学物質の分析を行った。詳細は、他の分担研究報告書を参照されたい。

（倫理面での配慮）

本調査は、国立保健医療科学院研究倫理審査委員会の承認（課題名：特定建築物における室内空气中科学物質濃度の拡散サンプラーによる全国調査）を得て実施した。

C. 研究結果および考察

C1. 諸外国における室内空気質ガイドラインの動向

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。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6-1-1～表6-1-10）。

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（付属資料1に収載）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、プタジエン、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。

ドイツ連邦環境庁は、2020年までに58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2020年までに15物質、カナダでは、11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。

C2. 特定建築物における室内空気汚染化学物質の実態調査（全国規模の横断）と健康リスクの初期評価

マクロミルのモニターに対する事前スクリーニング調査の結果、92件の調査協力可能者が得られたが、そのうち電話で特定建築物であるかどうかや、事務所室内での空気採取が可能かどうかなどを再度確認した結果、調査協力可能者数は18件（北海道2事務所、関東7事務所、中部2事務所、関西7事務所）となった。従って、調査協力者数を確保するために、平成29年度から令和元年度の建築物衛生に関する厚労科研の調査で協力を得た特定建築物等に対して、直接協力依頼を実施し、合計34件から協力を得た。以上より、合計52件の事務所から管理者用アンケートの回答と室内空気の採取を得た。

これらの事務所に関する集計結果を図6-2-1～7に示す。調査を実施した主要な地方は関東、近畿、中部であるが、北海道と九州の事務所も調査を実施できた。喫煙対応について

は、約 94%の事務所で禁煙または完全分煙を実施していたが、52 件中 3 件の事務所では喫煙可能となっていた。空調方式では、52 件中 24 件が個別空調方式となっており、2002 年の建築物衛生法の改正後、個別空調方式が普及しているようであった。

5 年以内に事務所内を改装等実施したかどうかの回答に対しては、約 4 割強で改装等を実施しており、その内容は、冷暖房設備 (14 件)、大型備品の導入 (12 件)、床材の取り替え (10 件)、壁材の取り替え (9 件) の順に多かった。過去 2 ヶ月内における従業員からの苦情に関しては、温度が最も多く (15 件)、湿度 (8 件)、気流 (7 件) の順に多かった。臭気に関しては、4 件であった。

過去 2 ヶ月内における新型コロナウイルス感染症対策については、52 件中 50 件でマスクの着用が実施されていたが、2 件でマスクの着用が実施されていなかった。手洗いの実施率は 52 件中 45 件であったが、身体距離は 26 件、手が触れるところの消毒 31 件と、これらの感染予防の基本的対策が半数程度の実施率であった。

事務所内で臭いが気になる場所では、トイレが最も多かったが、52 件中 7 件であった。その他、執務室 3 件、会議室 2 件、共用空間 (居間、食堂等) 1 件であり、臭いが気になる場所はそれほど高い割合では生じていなかった。

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。WHO では 2010 年に汚染物質の室内空気質ガイドラインを公表後、2016 年に空気質ガイドラインの改訂/新設に関する優先付けを公表しており、喫緊に再評価 (改訂) が必要な物質としては、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ていた。ドイツ連邦環境庁は、2020 年までに 58 の物質または物質群、フランスでは 15 物質、カナダでは 11 物質に室内空気指針値を定めており、継続的な室内空気質ガイドラインの検討が実施されていた。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に、25 物質に対して室内空気評価値を公開しており、実態調査で測定された室内空気汚染物質の健康リスク評価を実施するためのデータベースの提供を重視しているようであった。

特定建築物における室内空気汚染化学物質の実態調査については、今年度は、52 件の事務所に対して管理者用アンケート調査と空気サンプルの採取を実施した。次年度も同規模の実態調査を実施し、今年度のデータとあわせて、健康リスク評価等の解析を実施して全体をとりまとめる。

E. 参考文献

- 1) 大澤元毅ら. 建築物環境衛生管理及び管理基準の今後のあり方に関する研究, 平成 25 年度総合研究報告書, 厚生労働科学研究費補助金健康安全・危機管理対策総合事業, 2014 年 3 月.
- 2) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Prevalence and risk factors associated with nonspecific building-related symptoms in office employees in Japan: relationships between work environment, Indoor Air Quality, and occupational stress. *Indoor Air* 25:499–511, 2015.
- 3) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Evaluating prevalence and risk factors of building-related symptoms among office workers: Seasonal characteristics of symptoms and psychosocial and physical environmental factors. *Environmental Health and Preventive Medicine* 22(114), 38, 2017. doi:10.1186/s12199-017-0645-4.
- 4) 大澤元毅ら. 建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究, 平成 28 年度総合研究報告書, 厚生労働科学研究費補助金健康安全・危機管理対策総合事業, 2017 年 3 月.
- 5) 小林健一ら. 中規模建築物における衛生管理の実態と特定建築物の適用に関する研究, 令和元年度厚生労働科学研究費補助金健康安全・危機管理対策総合研究事業, 2020 年

3月.

Healthy Buildings Europe 2021, Oslo,
Norway, June 21-23, 2021. (in acceptance)

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 東 賢一. 職域におけるオフィス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. 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、樺田尚樹、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.

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)

予定なし

<詳細データ>

C1. 諸外国における室内空気質ガイドラインの動向

表6-1-1 WHOの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($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	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

表6-1-2 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: $6.0 \times 10^{-6} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (10^{-4} の発がんリスク) 1.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (10^{-5} の発がんリスク) 0.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1時間平均値) 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (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: $15 \times 10^{-5} (\text{Bq}/\text{m}^3)^{-1}$ 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: $0.6 \times 10^{-5} (\text{Bq}/\text{m}^3)^{-1}$ 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: $4.3 \times 10^{-7} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ 230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (10^{-4} の発がんリスク) 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (10^{-5} 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)

	2.3 µg/m ³ (10 ⁻⁶ の発がんリスク)	
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6-1-3 WHOの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6-1-4 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の評価結果

<i>Recent evidence justifies re-evaluation (Group 1)</i>	<i>Recent evidence justifies re-evaluation (Group 2)</i>	<i>Recent evidence justifies re-evaluation (Group 3)</i>	<i>Recent evidence does not justify need for re-evaluation (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6-1-5 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
		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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (UR $6.4 \times 10^{-5} (\text{mg}/\text{m}^3)^{-1}$, 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	$x/\text{GVtol} + y/\text{GVxyl} + z/\text{GVeth} < 1$ ※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		2016

	エチルベンゼンの指針値 (GVeth) : 0.2 mg/m ³		
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 µg/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 µg/m ³		2020

※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 を除した値、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 6-1-6 ドイツの室内空気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 6-1-7 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	> 0.3~1	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	> 1~3	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

表 6-1-8 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 µg/m ³	2007 年
	長期 VGAI (1 年以上)	10 µg/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	
	15 分曝露	100 mg/m ³	
ベンゼン	短期 VGAI: 1~14 日間	30 µg/m ³	

	中期 VGAI: 14 日～1 年間	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2008 年
	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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	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: 一年間以上	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: 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 6-1-9 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (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、 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	2007 年
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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm) 短期 [1 時間] : 480 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.25 ppm)	1987 年
ラドン	200 Bq/m ³	2007 年
オゾン	長期 [8 時間] : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (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

表 6-1-10 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)
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/cnr/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/cnr/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/cnr/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/cnr/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/acevcecp.pdf>.

C2. 特定建築物における室内空気汚染化学物質の実態調査（全国規模の横断）と健康リスクの初期評価

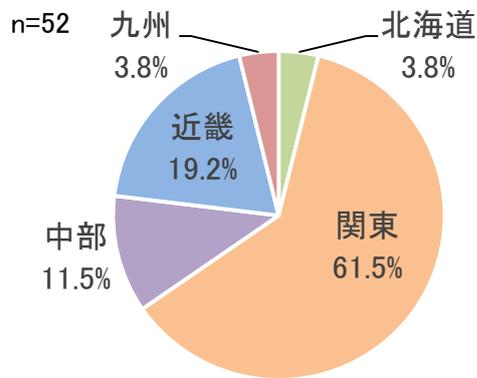


図6-2-1 所在地方

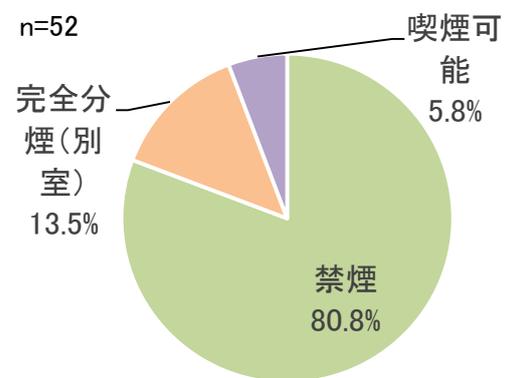


図6-2-2 喫煙対応

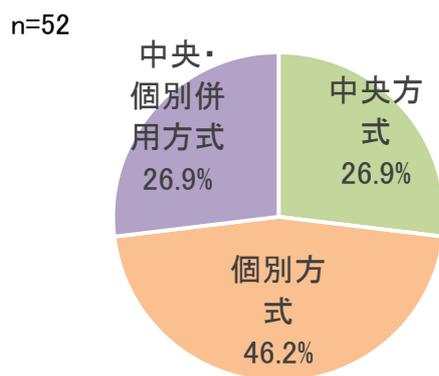


図6-2-3 空調方式

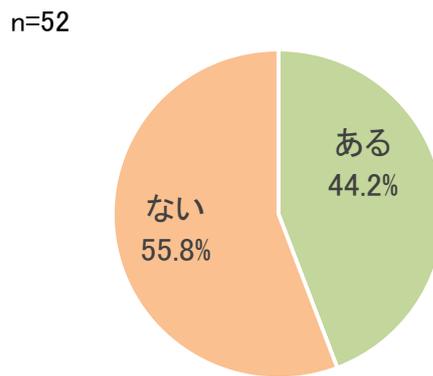


図6-2-4 5年以内に改装

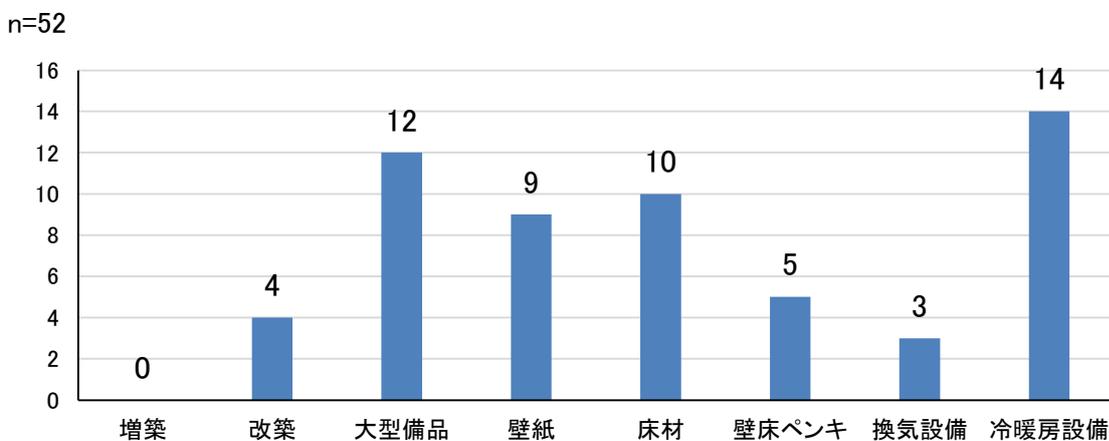


図6-2-5 改装内容

n=52

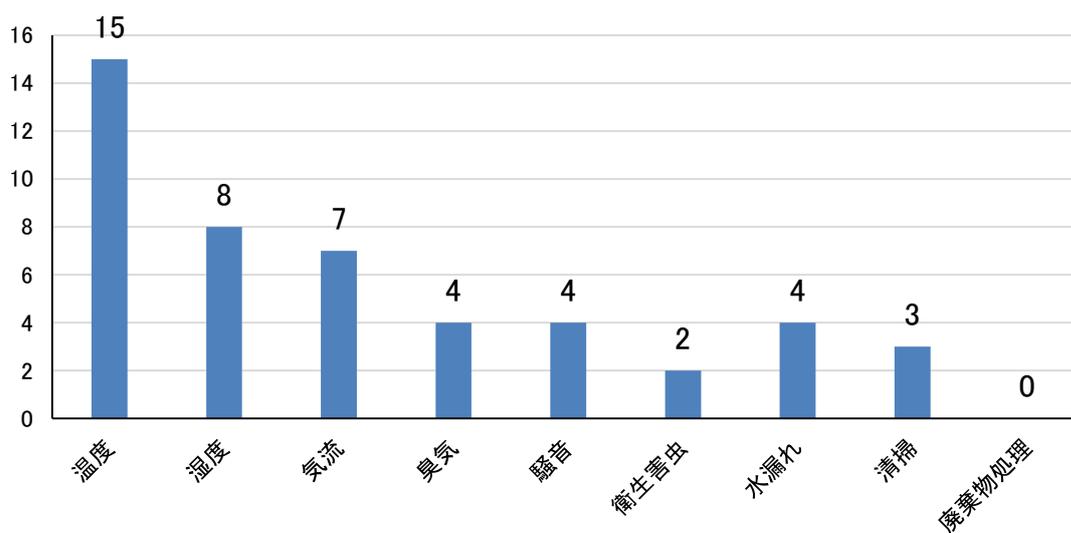


図6-2-6 過去2ヶ月における従業員からの苦情

n=52

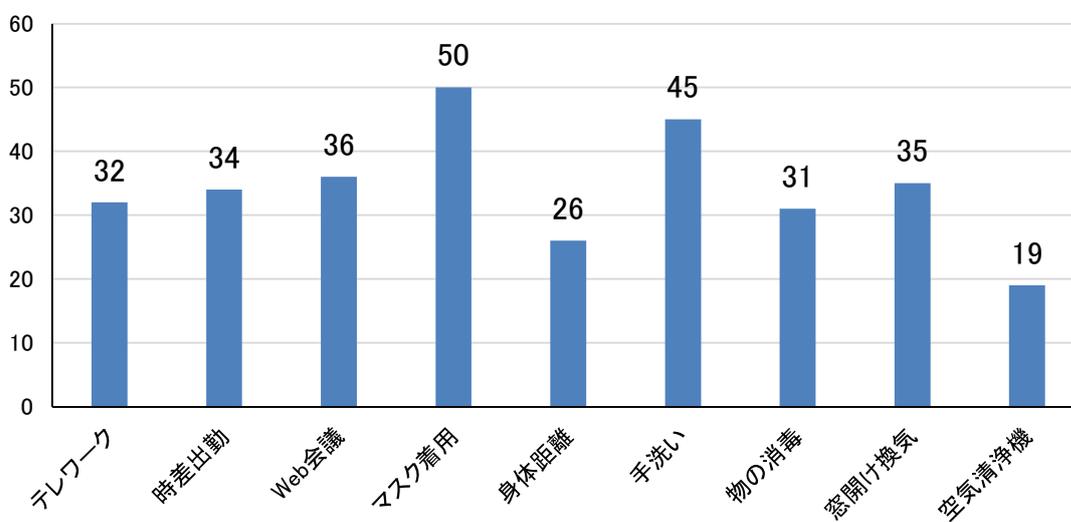


図6-2-7 過去2ヶ月における新型コロナウイルス感染症対策

n=52

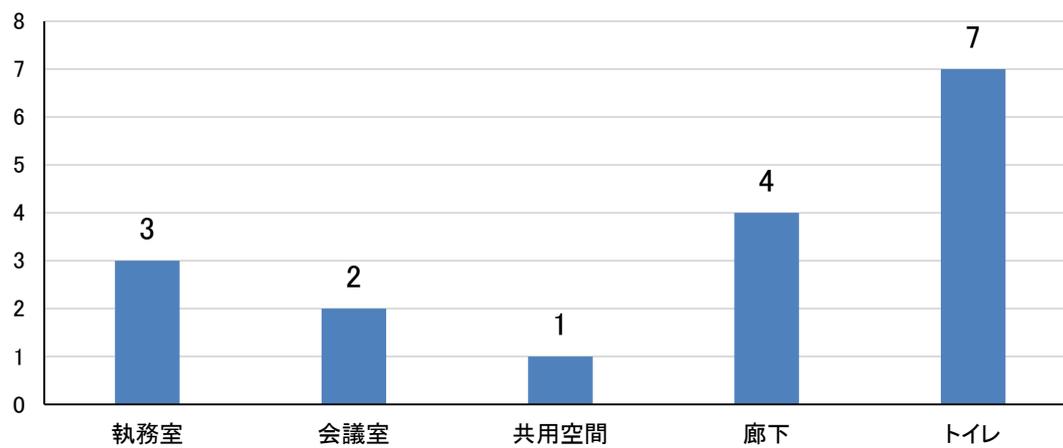


図6-2-7 臭いが気になる場所