

令和2～3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）
分担総合研究報告書

6. 特定建築物における室内空气中化学物質の健康リスク評価

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	稲葉洋平	国立保健医療科学院 上席主任研究官
研究協力者	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
研究協力者	尾崎貴之	(公社) 全国ビルメンテナンス協会

研究要旨

本調査では、建築物衛生法の適用範囲の検討のために、企業の経営者が完全在宅勤務ではなく、モニター調査に協力いただける北海道、関東、中部、関西、九州に建つ特定建築物を対象に、2020年度は37件、2021年度夏期は111件、2021年度冬期は75件から室内温湿度ならびに化学物質のデータを採取した。得られた室内化学物質濃度の統計値と核物質のリスク評価値（RfC）を用い、暴露余裕度（MOE）を算出した。

健康リスク評価の結果、冬期夏期ともに、二酸化窒素、塩化水素、ベンゼンのリスクが総じて高かった。また、アクロレイン、1,2-ジクロロエタン、トリクロロエチレン、アセトアルデヒド、トルエン、クロトンアルデヒド、クロロホルムでは、特定の事務所でリスクが高かったが、平均的にはそれほどリスクは高くなかった。その他、炭素数9～18の脂肪族炭化水素は冬期夏期ともに平均的にリスクが高く、ホルムアルデヒドは夏期でリスクが高い傾向にあった。

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、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評価を行った。

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

B.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。

令和2年度の冬期調査では、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。それにあたっては、公益社団法人全国ビルメンテナンス協会等の協力を得た。なお、インターネット調

査では、特定建築物に入居する調査協力事務所の確保数が乏しかったことから、令和3年度は、被験者代行業を業務とするモニター調査会社に依頼して協力事務所の確保を行った。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。

B.2 調査対象と調査手順

令和2年度は、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⁾⁵⁾をもとに作成した。空気の採取と温湿度の記録は、事務所に出社される任意の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。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し回収した。

令和3年度の夏期は、令和2年度に直接調査依頼を行った事務所に対して再度調査依頼を行った。また、令和3年度夏期、冬期において、株式会社エイジェックに75件の調査事務所の確保を依頼した。調査では、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⁾⁵⁾をもとに作成した。空気の採取と温湿度の記録は、事務所に出社される任意の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。夏期の調査は2021年8月20日～2021年9月30日に実施した。冬期の調査は、2022年1月20日～2022年2月14日に実施した

B.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、68の化学物質の分析を行った。分析結果の詳細は、他の分担研究報告書を参照されたい。

B.4 健康リスク評価方法

調査で得られた室内濃度の統計値（算術平均値、中央値、最大値）に対して、各物質の非発がんリスク評価値（RfC）を導出した。発がん物質については、ユニットリスク（UR）から、日本の環境基準で用いられている10万分の1の過剰発がんリスク時のリスク評価値をRfCとして用いた。RfCに対して室内濃度を割り算して曝露余裕度（MOE）を算出し、健康リスクの程度を評価した。これらのリスク評価値は、国際機関及び各国の関係省庁等が公表している評価文書をもとに、最も信頼性のあると思われる亜急性毒性、慢性毒性または生殖発生毒性の無毒性量または最小毒性量を判断し、断続曝露から連続曝露への換算、デフォルトで用いられる曝露期間、最小毒性量、種差及び個体差に関する不確実係数から導出した。ユニットリスクは、

国際がん研究機関の発がん性分類でグループ 1 かつ発がんリスク評価が必要と判断される物質について、国際機関及び各国の関係省庁が公表しているユニットリスクを用いた。

MOE が 1 未満であればリスク A (ハイリスク)、MOE が 1 以上 10 未満であればリスク B (調査等要検討)、MOE が 10 以上であればリスク C (静観) と判定できる。これらのリスク評価方法は、著者らが既往研究⁶⁾⁸⁾で行ったものである。

(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気中科学物質濃度の拡散サンプラーによる全国調査:NIPH-IBRA#12310)を得て実施した。

C. 研究結果および考察

2020 年度において、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 37 件から協力を得た。

2021 年度夏期では、直接調査協力依頼を行った事務所から 36 件、エイジェックのモニターから 75 件の試料を得た。2021 年度冬期では、エイジェックのモニターから 75 件の試料を得た。健康リスク評価を行うにあたっては、冬期と夏期でそれぞれ統合し、2020 年度～2021 年度冬期で 130 件、2021 年度夏期で 111 件とした。

表 6-1 及び 6-2 に有害性評価結果と非発がんリスク評価値及びユニットリスクを示す。調査を行った 68 物質のうち、7 物質については、非発がんリスク評価値やユニットリスクが得られず有害性評価ができなかった。また、夏期の 3 物質については分析結果が得られなかった。

これらの評価値に対して、2020 年度から 2021

年度にかけて冬期及び夏期に実施した全国調査で得られた室内濃度の統計値(算術平均値、中央値、最大値)に対して、各物質のリスク評価値(RfC)を用い、曝露余裕度(MOE)を算出した。また、各事務所での測定値が RfC を超えている割合(RfC 超過率)を冬期及び夏期で算出した。冬期の結果を表 6-3、夏期の結果を表 6-4、健康リスク評価結果のまとめを表 6-5 に示す。

健康リスク評価の結果、冬期夏期ともに、二酸化窒素、塩化水素、ベンゼンのリスクが総じて高かった。二酸化窒素では、冬期夏期ともに RfC 超過率が 60% を超えていた。塩化水素では冬期の RfC 超過率が 70% を超えていた。ベンゼンでは夏期の RfC 超過率が 40% を超えていた。これら 3 つの物質のリスクは突出して高かった。

アクロレイン、1,2-ジクロロエタン、トリクロロエチレン、アセトアルデヒド、トルエン、クロトンアルデヒド、クロロホルムでは、最大値のリスクが高かった(A 判定)。しかしながら、平均的にはそれほど高いリスクではなく(C 判定)、特定の事務所において高濃度であったことが原因と考えられた。

炭素数 9~18 の脂肪族炭化水素は冬期夏期ともに平均的にリスクが高く、ホルムアルデヒドは特に夏期でリスクが高い傾向(B 判定)にあった。その他、平均的にリスクが高い傾向にあったのは、冬期夏期のオゾン、冬期のエタノール、夏期の酢酸であった。

D. 総括

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、2020 年度～2021 年度冬期で 130 件、2021 年度夏期で 111 件における 68 物質の室内濃度測定結果に対して健康リスク評価を行った。その結果、冬期夏期ともに、二酸化窒素、塩化水素、ベンゼンのリスクが総じて高かった。アクロレイン、1,2-ジクロロエタン、トリクロロエチレン、アセトアルデヒド、トルエン、クロトンアルデヒド、クロロホルムでは、特定の事務所ではリスクが高かったが、平均的にはそれほどリスクは高くなかった。炭素数 9~18 の脂肪族炭化水素は冬期夏期ともに平均的にリスクが高く、ホルムアルデヒドは夏期でリ

スクが高い傾向にあった。その他、平均的にリスクが高い傾向にあったのは、冬期夏期のオゾン、冬期のエタノール、夏期の酢酸であった。

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.
- 6) 樺田尚樹ら. シックハウス症候群の発生予防・症状軽減のための室内環境の実態調査と改善対策に関する研究, 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.
- 7) Azuma, K., Uchiyama, I., Ikeda, K. The Risk Screening for Indoor Air Pollution Chemicals in Japan. *Risk Analysis* 27(6): 1623–1638, 2007.
- 8) Azuma K, Uchiyama I, Uchiyama S, Kunugita N. 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、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. 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

＜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評価結果＞

表6-1 有害性評価結果と非発がんリスク評価値およびユニットリスク、リスク評価値 (RfC)

化学物質	指標	吸入 毒性量 mg/m ³	経口 毒性量 mg/kg/day	動物種	曝露条件		エンドポイント	UF					ユニットリ スク 値 (μg/m ³) ⁻¹	リスク評価 値 μg/m ³	出典
					経路	時/日		日/週	UF1 Li-N	UF2 試験 種差	UF3 個体	UF4			
ホルムアルデヒド	NOAEL	0.6	-	ヒト	4.0	10週間	10条件	1	1	1	5	5	100	WHO Europe (2010)	
アセトアルデヒド	NOAEL	90	-	ヒト	6.0	5.0	13週間	5	1	2.5	10	125	120	Dorman et al (2008a), MOE (2020)	
プロピオンアルデヒド	LOAEL	357	-	マウス	6.0	7.0	52日	10	6	2.5	10	1500	60	Union Carbide (1993), USEPA(2008)	
バニルアルデヒド	LOAEL	363	-	マウス	6.0	5.0	13週	10	2	2.5	10	500	130	Union Carbide Corporation (1979, 1980), IRK (2009)	
ヘキサナール	LOAEL	363	-	マウス	6.0	5.0	13週	10	2	2.5	10	500	130	Union Carbide Corporation (1979, 1980), IRK (2009)	
ヘプタナール	LOAEL	363	-	マウス	6.0	5.0	13週	10	2	2.5	10	500	130	Union Carbide Corporation (1979, 1980), IRK (2009)	
オクタナール	LOAEL	363	-	マウス	6.0	5.0	13週	10	2	2.5	10	500	130	Union Carbide Corporation (1979, 1980), IRK (2009)	
ノナナール	LOAEL	363	-	マウス	6.0	5.0	13週	10	2	2.5	10	500	130	Union Carbide Corporation (1979, 1980), IRK (2009)	
デカナール	LOAEL	363	-	マウス	6.0	5.0	13週	10	2	2.5	10	500	130	Union Carbide Corporation (1979, 1980), IRK (2009)	
アクロレイン	NOAEL	0.46	-	マウス	6.0	5.0	13週	10	2	2.5	10	50	1.6	Dorman (2008b), Health Canada (2021)	
クロトンアルデヒド	LOAEL	8.6	-	マウス	6.0	5.0	104週	10	1	2.5	10	250	6.1	MOE (2015)	
2-ネオナール	LOAEL	363	-	マウス	6.0	5.0	13週	10	2	2.5	10	500	130	Union Carbide Corporation (1979, 1980), IRK (2009)	
ペンタアルデヒド	LOAEL	2170	-	マウス	6.0	7.0	14日	10	6	10	10	6000	90	MOE (2003)	
o-トルエン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
m-トルエン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2,5-ジメチルベンズアルデヒド	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
アセトン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
メチルエチルケトン	NOAEL	5300	-	マウス	6.0	7.0	6-17日	1	1	10	10	100	13250	NTP (1988), IRK(2021)	
メチルイソブチルケトン	NOAEL	2978	-	マウス	7.0	6-15日	2年間	10	1	10	10	100	8686	MOE (2008)	
シクロヘキサン	NOAEL	1845	-	マウス	6.0	5.0	2年間	10	1	10	10	1000	329	Stout (2008), NTP (2007)	
n-ヘキサン	NOAEL	1720	-	マウス	6.0	5.0	90日	1	2	10	10	200	1536	ECB (2004)	
n-ヘプタン	LOAEL	204	-	ヒト	8.0	5.0	6.2年	10	1	1	10	100	486	MOE (2002)	
n-オクタン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2,2,4-トリメチルペンタン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
n-オクタン	NOAEL	138	-	マウス	6.0	5.0	2年間	1	1	10	10	100	246	NTP (2004), USEPA (2009)	
n-ノン	NOAEL	138	-	マウス	6.0	5.0	2年間	1	1	10	10	100	246	NTP (2004), USEPA (2009)	
n-デカン	NOAEL	138	-	マウス	6.0	5.0	2年間	1	1	10	10	100	246	NTP (2004), USEPA (2009)	
n-ウンデカン	NOAEL	138	-	マウス	6.0	5.0	2年間	1	1	10	10	100	246	NTP (2004), USEPA (2009)	
n-ドデカン	NOAEL	138	-	マウス	6.0	5.0	2年間	1	1	10	10	100	246	NTP (2004), USEPA (2009)	
n-トリデカン	NOAEL	138	-	マウス	6.0	5.0	2年間	1	1	10	10	100	246	NTP (2004), USEPA (2009)	
n-テトラデカン	NOAEL	138	-	マウス	6.0	5.0	2年間	1	1	10	10	100	246	NTP (2004), USEPA (2009)	
n-ペンタデカン	NOAEL	138	-	マウス	6.0	5.0	2年間	1	1	10	10	100	246	NTP (2004), USEPA (2009)	
n-ヘキサデカン	NOAEL	138	-	マウス	6.0	5.0	2年間	1	1	10	10	100	246	NTP (2004), USEPA (2009)	

ECHA. Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Chapter. R8: Characterisation of dose[concentration]-response for human health, Version: 2.1, 201
 LOAELの場合は近年3歳を採用することが多いが、変性が生じたことから安全サイドに10を採用
 試験期間はECHAのクライテリアを採用。ヒトの長時間曝露は係数10を採用。
 種差はECHAのクライテリアを採用、高所影響として気道への影響は2.5を採用

表6-2 有害性評価結果と非発がんリスク評価値およびユニットリスク、リスク評価値 (RfC)

化学物質	指標	吸入 毒性量 mg/m ³	経口 毒性量 mg/kg/day	曝露条件		経路	時/日	日/週	期間	エンドポイント	UF				ユニットリ スク 値 (μg/m ³) ⁻¹	リスク評価 値 (μg/m ³)	出典	
				動物種	動物種						UF1 L-N	UF2 試験 期間	UF3 種差	UF4 個体 差				
ベンゼン	NOEL	-	-	ヒト	吸入	-	-	-	-	骨髄造血血腫	-	-	-	6.0E-06	1.7	WHO (2010)		
トルエン	LOAEL	332	-	ヒト	吸入	8.0	5.0	平均5.7年	5	神経行動機能への影響	10	3	1	300	260	Foo et al (1990,1993), Na et al (1992), MHLW (2000), WHO Europe (2000)		
o-キシレン	LOAEL	61	-	ヒト	吸入	8.0	5.0	7年	10	中枢神経の自覚症状(慢性)の神経毒性影響に関する知見の不足	10	3	1	300	200	Uchida et al (1993), MHLW (2019), ATSDR (2007)		
m,p-キシレン	LOAEL	61	-	ヒト	吸入	8.0	5.0	7年	10	中枢神経の自覚症状(慢性)の神経毒性影響に関する知見の不足	10	3	1	300	200	Uchida et al (1993), MHLW (2019), ATSDR (2007)		
エチルベンゼン	NOEL	868	-	ラット	吸入	6.0	6.0	13週	10	聴覚毒性(コルチ器の外有毛細胞の減少)	10	2	2.5	500	372	Gagnaire et al (2007), IRK (2012)		
1,3-ジメチルベンゼン	NOEL	123	-	ラット	吸入	6.0	5.0	13週間	1	神経行動学的影響、気管支周囲の変性	1	2	10	200	110	Korsak et al (1996, 2000a,b), USEPA (2016a)		
1,2,4-トリメチルベンゼン	NOEL	123	-	ラット	吸入	6.0	5.0	14週間	1	神経行動学的影響、気管支周囲の変性	1	2	10	200	110	Korsak et al (1996, 2000a,b), USEPA (2016a)		
1,2,3-トリメチルベンゼン	NOEL	123	-	ラット	吸入	6.0	5.0	15週間	1	神経行動学的影響、気管支周囲の変性	1	2	10	200	110	Korsak et al (1996, 2000a,b), USEPA (2016a)		
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
スチレン	NOAEL	17	-	ヒト	吸入	8.0	5.0	6.2年	5	色素異常(IARCがグループ2A)に分類、重大発癌5)	5	1	1	10	50	81	Kishi et al (2001), Benignus et al (2005)	
クロロホルム	NOAEL	25	-	マウス	吸入	6.0	5.0	2年間	10	鼻腔の骨肥厚、嗅上皮の上皮化生	10	1	2.5	10	250	18	MOE (2006)	
四塩化炭素	NOEL	6.1	-	ラット	吸入	7.0	5.0	90日	1	肝細胞毒性	1	2	10	200	6.4	WHO (1999)		
クロロシクロヘキサネ	NOEL	384	-	30ラット	経口	-	5.0	13週	1	肝細胞の空洞化変性	1	2	10	200	357	MOE (2009), USEPA (1991a)		
1,1,1-トリクロロエタン	NOEL	384	-	ラット	吸入	24.0	7.0	3ヶ月	1	神経障害(GFA-蛋白の増加)	1	2	10	200	1920	ATSDR (2006a)		
1,2-ジクロロエタン	NOEL	69.3	-	ラット	吸入	6.0	5.0	13週	10	乳腺の腫がんと、膵腫、線維腫	10	2	2.5	10	500	1.6	MOE (2006)	
1,2-ジクロロプロパン	NOEL	200	-	ラット	吸入	6.0	5.0	13週	10	鼻腔の呼吸粘膜の過形成	10	2	2.5	10	500	25	MOE (2004), USEPA (1991b)	
トリクロロエチレン	NOEL	102	-	ラット	吸入	8.0	5.0	10年間	10	腎臓への影響	10	1	1	10	100	250	WHO (2010)	
テトラクロロエチレン	NOEL	120	-	ラット、マウス	吸入	6.0	5.0	2年間	1	雌ラットの嗅上皮の変性、雄マウスの精巣の縮小	1	1	10	100	214	Also et al (2005), JBRC (1995), ATSDR (2006b)		
1,4-ジクロロベンゼン	NOEL	950	-	ヒト	吸入	8.0	5.0	長期	1	着	1	1	1	10	10	22619	DFG (1999, 2018)	
エタノール	NOEL	150	-	ラット	吸入	6.0	5.0	3ヶ月	1	肝臓がん	1	2	10	200	134	Korsak et al (1994)		
1-ブタノール	NOEL	116.5	-	マウス	吸入	8.0	5.0	3か月	10	運動協調性障害	10	2	2.5	10	500	55	Miyake et al (2016)	
2-エチル-1-ヘキサノール	NOEL	-	-	100ラット	経口	-	7.0	15日, 51日	1	体重増加の抑制、肝細胞肥大を伴った肝臓重量増	1	6	10	600	556	O' Donoghue et al (1984), Eastman (1992)		
TMPPD-MIB	NOEL	225	-	30ラット	経口	-	7.0	44, 53日間	1	肝臓重量の増加	1	6	10	600	167	厚生省監修化学物質毒性試験報告書 (1995)		
α-ピネン	NOEL	450	-	ヒト	吸入	2.0	-	2時間	1	眼、鼻、喉の刺激	1	10	1	100	2250	Falk et al (1990)		
β-ピネン	NOEL	1280	-	ラット	吸入	6.0	5.0	13週	1	肺活動低下	1	10	1	100	4500	Falk-Flippson et al (1993)		
酢酸エチル	NOEL	700	-	ラット	吸入	-	-	4時間	10	体重増加の抑制、嗅上皮の変性	10	2	10	2000	114	Christoph et al (2003), Hansen (1996)		
酢酸n-ブチル	NOEL	60	-	ラット、マウス	吸入	6.0	5.0	2-13週	1	気道の刺激、呼吸困難	1	2	10	1000	700	Iregren et al (1993), ACGIH (2016)		
酢酸	NOEL	25	-	ラット	吸入	8.0	5.0	-	1	嗅上皮の変性	1	1	1	10	50	214	ECB (2000)	
塩化水素	NOEL	15	-	ラット	吸入	6.0	5.0	128週	10	上気道の刺激、慢性気管支炎への影響	10	1	2.5	10	250	595	ACGIH (2013)	
二酸化窒素	NOEL	13.6	-	ヒト	吸入	8.0	5.0	平均12.2年	1	鼻粘膜の上皮や扁平の過形成	1	1	1	1	1	10.7	USEPA (1995), OEHHHA (2000)	
アンモニア	NOEL	-	-	ヒト	吸入	8.0	5.0	平均12.2年	1	全死亡(不慮の事故を除く)	1	1	1	1	1	10	324	USEPA (2016b)
オゾン	NOEL	-	-	ヒト	吸入	8.0	5.0	平均12.2年	1	全死亡(不慮の事故を除く)	1	1	1	1	1	60	WHO (2021)	

ECHA Guidance on information requirements and chemical safety assessment, Chapter R8: Characterisation of dose[concentration]-response for human health, Version: 2.1, 201
 LOAELの場合は近年3年を採用することが多いが、変性が生じたことから安全サイトEに10を採用
 試験期間はECHAのクライテリアを採用。ヒトの短時間曝露は係数10を使用。
 種差はECHAのクライテリアを採用、局所影響として気道への影響は2.5を採用

表6-3 2020年度冬期及び2021年度冬期連結の健康リスク評価結果

	N	室内濃度(μg/m ³)			MOE			RfC
		平均値	中央値	最大値	平均値	中央値	最大値	超過率
ホルムアルデヒド	130	8.4	6.4	155.7	11.9	15.6	0.64	0.8%
アセトアルデヒド	130	10.6	6.3	198.8	11.3	19.0	0.60	0.8%
プロピオンアルデヒド	130	2.7	0.0	22.9	22.4	60000.0	2.6	0.0%
n-ペンタナール	130	0.0	0.0	0.0	130000.0	130000.0	130000.0	0.0%
i-ペンタナール	130	0.1	0.0	4.1	2353.4	130000.0	32.0	0.0%
ヘキサナール	130	0.2	0.0	20.5	826.2	130000.0	6.4	0.0%
ヘプタナール	130	0.0	0.0	0.0	130000.0	130000.0	130000.0	0.0%
オクタナール	130	0.0	0.0	0.0	130000.0	130000.0	130000.0	0.0%
ノナール	130	0.4	0.0	23.0	324.8	130000.0	5.6	0.0%
デカナール	130	0.1	0.0	14.5	1165.8	130000.0	9.0	0.0%
アクロレイン	130	0.1	0.0	9.1	16.1	1600.0	0.18	1.5%
クロトンアルデヒド	130	0.3	0.0	6.0	21.6	6100.0	1.02	0.0%
2-ノネナール	130	0.0	0.0	0.0	130000.0	130000.0	130000.0	0.0%
ベンズアルデヒド	130	0.1	0.0	5.4	1200.0	90000.0	16.6	0.0%
o-トルアルデヒド	130	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-
p-トルアルデヒド	130	0.1	0.0	8.6	-	-	-	-
2,5-ジメチルベンズアルデヒド	130	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-
アセトン	130	13.6	10.3	143.5	971.2	1291.2	92.3	0.0%
メチルエチルケトン	130	1.0	0.0	33.7	8864.9	8686000.0	257.9	0.0%
メチルイソブチルケトン	130	0.1	0.0	3.2	5305.1	329000.0	103.4	0.0%
シクロヘキサン	75	2.6	0.7	61.2	598.9	2064.4	25.1	0.0%
n-ヘキサン	130	9.1	4.6	272.9	53.4	104.7	1.8	0.0%
n-ヘプタン	130	1.4	0.4	98.8	-	-	-	-
2,4-ジメチルペンタン	55	0.2	0.0	11.0	-	-	-	-
2,2,4-トリメチルペンタン	130	0.1	0.0	2.3	-	-	-	-
n-オクタン	130	0.7	0.5	7.2	353.0	479.2	34.0	0.0%
n-ノナン	130	1.4	0.5	35.3	177.3	460.9	7.0	0.0%
n-デカン	130	14.7	5.7	741.4	16.7	42.8	0.33	0.8%
n-ウンデカン	130	1.8	1.1	23.4	139.5	229.3	10.5	0.0%
n-ドデカン	130	8.3	8.2	57.4	29.8	30.2	4.3	0.0%
n-トリデカン	130	4.7	3.0	41.8	52.4	81.2	5.9	0.0%
n-テトラデカン	130	10.1	9.9	31.5	24.3	24.9	7.8	0.0%
n-ペンタデカン	130	1.5	0.4	20.7	161.6	586.6	11.9	0.0%
n-ヘキサデカン	130	2.3	1.3	14.5	109.2	195.2	17.0	0.0%
ベンゼン	130	1.2	0.8	24.0	1.4	2.1	0.07	10.8%
トルエン	130	10.1	4.6	397.1	25.8	56.1	0.65	0.8%
o-キシレン	130	1.0	0.5	9.6	207.2	390.4	20.9	0.0%
m,p-キシレン	130	2.7	1.3	35.2	75.2	158.5	5.7	0.0%
エチルベンゼン	130	2.8	1.1	70.2	134.7	339.4	5.3	0.0%
1,3,5-トリメチルベンゼン	130	0.3	0.2	3.0	352.1	656.4	36.1	0.0%
1,2,4-トリメチルベンゼン	130	1.2	0.7	9.9	88.6	147.7	11.1	0.0%
1,2,3-トリメチルベンゼン	130	0.3	0.2	3.1	399.3	590.2	35.7	0.0%
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	130	0.1	0.0	1.6	-	-	-	-
スチレン	130	0.0	0.0	2.0	1979.1	81000.0	39.9	0.0%
クロロホルム	130	0.5	0.4	12.7	36.6	46.5	1.4	0.0%
四塩化炭素	130	0.2	0.0	2.5	34.0	6400.0	2.6	0.0%
クロロジプロモetan	130	0.0	0.0	1.5	30870.3	357000.0	237.5	0.0%
1,1,1-トリクロロエタン	130	0.0	0.0	0.0	55324816.7	1920000.0	425575.5	0.0%
1,2-ジクロロエタン	130	0.1	0.2	2.3	31.5	1600.0	0.68	1.5%
1,2-ジクロロプロパン	55	0.1	0.0	3.7	371.2	25000.0	6.7	0.0%
トリクロロエチレン	130	0.6	0.0	43.9	37.6	23000.0	0.52	0.8%
テトラクロロエチレン	130	0.1	0.0	1.5	4173.1	250000.0	168.6	0.0%
1,4-ジクロロベンゼン	130	1.7	0.5	103.5	127.5	443.7	2.1	0.0%
エタノール	75	3042.9	2645.9	9238.4	7.4	8.5	2.4	0.0%
1-ブタノール	55	0.7	0.2	9.3	195.6	748.4	14.4	0.0%
2-エチル-1-ヘキサノール	130	1.7	0.8	14.8	33.3	67.2	3.7	0.0%
TMPD-MIB	130	2.3	1.8	22.1	241.9	306.0	25.2	0.0%
TMPD-DIB	75	3.8	2.4	15.4	43.9	68.4	10.9	0.0%
α-ピネン	130	0.3	0.2	6.2	7391.2	14670.8	361.6	0.0%
d-リモネン	130	6.7	2.2	393.4	675.1	2076.0	11.4	0.0%
酢酸エチル	130	4.4	2.8	31.5	25.7	40.4	3.6	0.0%
酢酸-n-ブチル	130	1.6	1.3	24.9	434.8	557.3	28.1	0.0%
ギ酸	75	13.3	11.8	27.4	16.1	18.1	7.8	0.0%
酢酸	75	39.0	32.2	93.1	15.3	18.5	6.4	0.0%
塩化水素	75	17.6	15.7	59.0	0.61	0.68	0.18	72.0%
二酸化窒素	75	15.3	12.2	114.8	0.65	0.82	0.09	61.3%
アンモニア	74	3.6	3.2	7.8	90.3	99.8	41.8	0.0%
オゾン	130	7.4	7.1	32.9	8.1	8.5	1.8	0.0%

表6-4 2021年度夏期の健康リスク評価結果

	N	室内濃度(μg/m ³)			MOE			RfC 超過率
		平均値	中央値	最大値	平均値	中央値	最大値	
ホルムアルデヒド	111	12.9	11.5	60.0	7.7	8.7	1.7	0.0%
アセトアルデヒド	111	11.1	8.0	61.7	10.8	15.0	1.9	0.0%
プロピオンアルデヒド	111	2.1	0.0	23.1	28.7	60000.0	2.6	0.0%
n-ペンタナール	111	0.0	0.0	3.9	3679.7	130000.0	33.2	0.0%
i-ペンタナール	111	0.0	0.0	0.0	130000.0	130000.0	130000.0	0.0%
ヘキサナール	111	0.3	0.0	15.2	499.5	130000.0	8.6	0.0%
ヘプタナール	111	0.0	0.0	0.0	130000.0	130000.0	130000.0	0.0%
オクタナール	111	0.0	0.0	0.0	130000.0	130000.0	130000.0	0.0%
ノナナール	111	0.7	0.0	38.3	192.1	130000.0	3.4	0.0%
デカナール	111	0.2	0.0	19.2	749.8	130000.0	6.8	0.0%
アクロレイン	111	0.0	0.0	0.0	1600.0	1600.0	1600.0	0.0%
クロトンアルデヒド	111	0.2	0.0	6.2	36.9	6100.0	0.98	0.9%
2-ノネナール	111	0.0	0.0	0.0	130000.0	130000.0	130000.0	0.0%
ベンズアルデヒド	111	0.0	0.0	0.0	90000.0	90000.0	90000.0	0.0%
o-トルアルデヒド	111	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-
p-トルアルデヒド	111	0.0	0.0	4.1	-	-	-	-
2,5-ジメチルベンズアルデヒド	111	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-
アセトン	111	12.4	9.7	66.1	1067.5	1362.5	200.4	0.0%
メチルエチルケトン	111	0.0	0.0	2.6	228552.8	8686000.0	3326.8	0.0%
メチルイソブチルケトン	111	0.2	0.0	1.6	1762.6	329000.0	204.0	0.0%
シクロヘキサン	111	1.3	0.0	65.6	1182.7	1536000.0	23.4	0.0%
n-ヘキサン	111	5.2	2.7	198.8	93.6	180.8	2.4	0.0%
n-ヘプタン	111	0.5	0.0	11.9	-	-	-	-
2,4-ジメチルペンタン	-	-	-	-	-	-	-	-
2,2,4-トリメチルペンタン	111	0.0	0.0	3.1	-	-	-	-
n-オクタン	111	1.0	0.0	8.8	243.6	246000.0	27.8	0.0%
n-ノナン	111	0.6	0.0	38.5	428.1	246000.0	6.4	0.0%
n-デカン	111	195.9	13.7	20061.1	1.3	18.0	0.012	0.9%
n-ウンデカン	111	1.2	0.6	31.5	207.5	423.6	7.8	0.0%
n-ドデカン	111	5.4	3.5	77.7	45.5	69.4	3.2	0.0%
n-トリデカン	111	4.5	1.8	135.0	54.6	133.5	1.8	0.0%
n-テトラデカン	111	9.4	6.5	109.8	26.2	38.0	2.2	0.0%
n-ペンタデカン	111	0.1	0.0	3.6	1695.8	246000.0	68.0	0.0%
n-ヘキサデカン	111	0.4	0.0	4.5	578.8	246000.0	54.6	0.0%
ベンゼン	111	1.6	1.2	5.0	1.1	1.4	0.34	41.4%
トルエン	111	8.7	5.9	125.6	29.9	44.1	2.1	0.0%
o-キシレン	111	0.6	0.4	5.5	310.8	517.3	36.1	0.0%
m,p-キシレン	111	1.9	1.5	12.1	106.8	131.2	16.6	0.0%
エチルベンゼン	111	1.9	1.6	10.6	192.4	234.3	35.0	0.0%
1,3,5-トリメチルベンゼン	111	0.3	0.0	3.8	343.6	110000.0	28.9	0.0%
1,2,4-トリメチルベンゼン	111	1.2	0.6	15.4	92.7	198.4	7.1	0.0%
1,2,3-トリメチルベンゼン	111	0.2	0.0	8.9	603.8	110000.0	12.4	0.0%
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	111	0.1	0.0	14.6	-	-	-	-
スチレン	111	0.0	0.0	0.0	81000.0	81000.0	81000.0	0.0%
クロロホルム	111	0.7	0.0	41.2	25.1	18000.0	0.44	0.9%
四塩化炭素	111	0.0	0.0	2.2	320.9	6400.0	2.9	0.0%
クロロジプロモetan	111	0.0	0.0	0.0	357000.0	357000.0	357000.0	0.0%
1,1,1-トリクロロエタン	111	0.0	0.0	0.0	1920000.0	1920000.0	1920000.0	0.0%
1,2-ジクロロエタン	111	0.0	0.0	1.8	66.0	1600.0	0.89	0.9%
1,2-ジクロロプロパン	-	-	-	-	-	-	-	-
トリクロロエチレン	111	0.2	0.0	2.9	138.0	23000.0	7.9	0.0%
テトラクロロエチレン	111	0.0	0.0	3.3	8536.3	250000.0	76.9	0.0%
1,4-ジクロロベンゼン	111	0.9	0.6	13.5	246.5	383.3	15.8	0.0%
エタノール	111	1078.0	538.1	17711.1	21.0	42.0	1.3	0.0%
1-ブタノール	-	-	-	-	-	-	-	-
2-エチル-1-ヘキサノール	111	4.3	1.9	33.2	12.6	28.3	1.7	0.0%
TMPD-MIB	111	3.0	2.9	14.1	183.4	194.1	39.5	0.0%
TMPD-DIB	111	6.3	0.0	146.6	26.4	167000.0	1.1	0.0%
α-ピネン	111	0.0	0.0	1.5	54947.2	2250000.0	1486.1	0.0%
d-リモネン	111	1.7	0.0	94.2	2647.9	4500000.0	47.8	0.0%
酢酸エチル	111	5.1	3.5	46.1	22.1	33.0	2.5	0.0%
酢酸-n-ブチル	111	0.6	0.0	12.1	1145.6	700000.0	58.0	0.0%
ギ酸	111	20.3	19.7	49.3	10.5	10.9	4.3	0.0%
酢酸	111	88.6	89.1	251.8	6.7	6.7	2.4	0.0%
塩化水素	111	8.7	5.5	89.5	1.2	1.9	0.12	14.4%
二酸化窒素	111	14.9	13.5	63.6	0.67	0.74	0.16	64.9%
アンモニア	110	11.8	11.5	23.5	27.5	28.2	13.8	0.0%
オゾン	111	13.9	11.4	48.4	4.3	5.3	1.2	0.0%

表6-5 健康リスク評価のまとめ

	2021年度夏期					2020年度冬期及び2021年度冬期連結				
	N	MOE		RfC 超過率	N	MOE		RfC 超過率		
		平均値	中央値			最大値	平均値		中央値	最大値
二酸化窒素	111	0.67	0.74	0.16	64.9%	75	0.65	0.82	0.09	61.3%
塩化水素	111	1.2	1.9	0.12	14.4%	75	0.61	0.68	0.18	72.0%
ベンゼン	111	1.1	1.4	0.34	41.4%	130	1.4	2.1	0.07	10.8%
アクロレイン	111	1600.0	1600.0	1600.0	0.0%	130	16.1	1600.0	0.18	1.5%
1,2-ジクロロエタン	111	66.0	1600.0	0.89	0.9%	130	31.5	1600.0	0.68	1.5%
n-デカン	111	1.3	18.0	0.012	0.9%	130	16.7	42.8	0.33	0.8%
トリクロロエチレン	111	138.0	23000.0	7.9	0.0%	130	37.6	23000.0	0.52	0.8%
アセトアルデヒド	111	10.8	15.0	1.9	0.0%	130	11.3	19.0	0.60	0.8%
ホルムアルデヒド	111	7.7	8.7	1.7	0.0%	130	11.9	15.6	0.64	0.8%
トルエン	111	29.9	44.1	2.1	0.0%	130	25.8	56.1	0.65	0.8%
クロトンアルデヒド	111	36.9	6100.0	0.98	0.9%	130	21.6	6100.0	1.02	0.0%
クロロホルム	111	25.1	18000.0	0.44	0.9%	130	36.6	46.5	1.4	0.0%
n-ヘキサン	111	93.6	180.8	2.4	0.0%	130	53.4	104.7	1.8	0.0%
オゾン	111	4.3	5.3	1.2	0.0%	130	8.1	8.5	1.8	0.0%
1,4-ジクロロベンゼン	111	246.5	383.3	15.8	0.0%	130	127.5	443.7	2.1	0.0%
エタノール	111	21.0	42.0	1.3	0.0%	75	7.4	8.5	2.4	0.0%
四塩化炭素	111	320.9	6400.0	2.9	0.0%	130	34.0	6400.0	2.6	0.0%
プロピオンアルデヒド	111	28.7	60000.0	2.6	0.0%	130	22.4	60000.0	2.6	0.0%
酢酸エチル	111	22.1	33.0	2.5	0.0%	130	25.7	40.4	3.6	0.0%
2-エチル-1-ヘキサノール	111	12.6	28.3	1.7	0.0%	130	33.3	67.2	3.7	0.0%
n-ドデカン	111	45.5	69.4	3.2	0.0%	130	29.8	30.2	4.3	0.0%
エチルベンゼン	111	192.4	234.3	35.0	0.0%	130	134.7	339.4	5.3	0.0%
ノナナール	111	192.1	130000.0	3.4	0.0%	130	324.8	130000.0	5.6	0.0%
m,p-キシレン	111	106.8	131.2	16.6	0.0%	130	75.2	158.5	5.7	0.0%
n-トリデカン	111	54.6	133.5	1.8	0.0%	130	52.4	81.2	5.9	0.0%
ヘキサナール	111	499.5	130000.0	8.6	0.0%	130	826.2	130000.0	6.4	0.0%
酢酸	111	6.7	6.7	2.4	0.0%	75	15.3	18.5	6.4	0.0%
1,2-ジクロロプロパン	-	-	-	-	-	55	371.2	25000.0	6.7	0.0%
n-ノナン	111	428.1	246000.0	6.4	0.0%	130	177.3	460.9	7.0	0.0%
n-テトラデカン	111	26.2	38.0	2.2	0.0%	130	24.3	24.9	7.8	0.0%
ギ酸	111	10.5	10.9	4.3	0.0%	75	16.1	18.1	7.8	0.0%
デカナール	111	749.8	130000.0	6.8	0.0%	130	1165.8	130000.0	9.0	0.0%
n-ウンデカン	111	207.5	423.6	7.8	0.0%	130	139.5	229.3	10.5	0.0%
TMPD-DIB	111	26.4	167000.0	1.1	0.0%	75	43.9	68.4	10.9	0.0%
1,2,4-トリメチルベンゼン	111	92.7	198.4	7.1	0.0%	130	88.6	147.7	11.1	0.0%
アンモニア	110	27.5	28.2	13.8	0.0%	74	90.3	99.8	41.8	0.0%
d-リモネン	111	2647.9	4500000.0	47.8	0.0%	130	675.1	2076.0	11.4	0.0%
n-ペンタデカン	111	1695.8	246000.0	68.0	0.0%	130	161.6	586.6	11.9	0.0%
1-ブタノール	-	-	-	-	-	55	195.6	748.4	14.4	0.0%
ベンズアルデヒド	111	90000.0	90000.0	90000.0	0.0%	130	1200.0	90000.0	16.6	0.0%
n-ヘキサデカン	111	578.8	246000.0	54.6	0.0%	130	109.2	195.2	17.0	0.0%
o-キシレン	111	310.8	517.3	36.1	0.0%	130	207.2	390.4	20.9	0.0%
シクロヘキサン	111	1182.7	1536000.0	23.4	0.0%	75	598.9	2064.4	25.1	0.0%
TMPD-MIB	111	183.4	194.1	39.5	0.0%	130	241.9	306.0	25.2	0.0%
酢酸-n-ブチル	111	1145.6	70000.0	58.0	0.0%	130	434.8	557.3	28.1	0.0%
i-ペンタナール	111	130000.0	130000.0	130000.0	0.0%	130	2353.4	130000.0	32.0	0.0%
n-オクタナール	111	243.6	246000.0	27.8	0.0%	130	353.0	479.2	34.0	0.0%
1,2,3-トリメチルベンゼン	111	603.8	110000.0	12.4	0.0%	130	399.3	590.2	35.7	0.0%
1,3,5-トリメチルベンゼン	111	343.6	110000.0	28.9	0.0%	130	352.1	656.4	36.1	0.0%
スチレン	111	81000.0	81000.0	81000.0	0.0%	130	1979.1	81000.0	39.9	0.0%
アセトン	111	1067.5	1362.5	200.4	0.0%	130	971.2	1291.2	92.3	0.0%
メチルイソブチルケトン	111	1762.6	329000.0	204.0	0.0%	130	5305.1	329000.0	103.4	0.0%
テトラクロロエチレン	111	8536.3	250000.0	76.9	0.0%	130	4173.1	250000.0	168.6	0.0%
クロジプロモメタン	111	357000.0	357000.0	357000.0	0.0%	130	30870.3	357000.0	237.5	0.0%
メチルエチルケトン	111	228552.8	8686000.0	3326.8	0.0%	130	8864.9	8686000.0	257.9	0.0%
α-ピネン	111	54947.2	2250000.0	1486.1	0.0%	130	7391.2	14670.8	361.6	0.0%
n-ペンタナール	111	3679.7	130000.0	33.2	0.0%	130	130000.0	130000.0	130000.0	0.0%
ヘプタナール	111	130000.0	130000.0	130000.0	0.0%	130	130000.0	130000.0	130000.0	0.0%
オクタナール	111	130000.0	130000.0	130000.0	0.0%	130	130000.0	130000.0	130000.0	0.0%
2-ノネナール	111	130000.0	130000.0	130000.0	0.0%	130	130000.0	130000.0	130000.0	0.0%
1,1,1-トリクロロエタン	111	1920000.0	1920000.0	1920000.0	0.0%	130	55324816.7	1920000.0	425575.5	0.0%
o-トルアルデヒド	111	-	-	-	0.0%	130	-	-	-	0.0%
p-トルアルデヒド	111	-	-	-	0.0%	130	-	-	-	0.0%
2,5-ジメチルベンズアルデヒド	111	-	-	-	0.0%	130	-	-	-	0.0%
n-ヘプタン	111	-	-	-	0.0%	130	-	-	-	0.0%
2,4-ジメチルペンタン	-	-	-	-	-	55	-	-	-	0.0%
2,2,4-トリメチルペンタン	111	-	-	-	0.0%	130	-	-	-	0.0%
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	111	-	-	-	0.0%	130	-	-	-	0.0%
C4~C11の飽和脂肪族非環式アルデヒド	111	113.5	130000.0	3.4	0.0%	130	179.5	130000.0	3.0	0.0%
C9~C18の脂肪族炭化水素	111	1.1	8.4	0.012	1.8%	130	5.4	6.9	0.3	0.8%
キシレン	111	79.5	108.4	11.7	0.0%	130	55.2	113.5	4.5	0.0%
トリメチルベンゼン	111	65.2	187.2	3.9	0.0%	130	60.1	101.6	6.9	0.0%

参考文献

- ACGIH (2013). TLVs® and BEIs® based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices: Acetic acid. 7th Edition, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati.
- ACGIH (2016) Guide to Occupational Exposure Values, BUTYL ACETATES, ALL ISOMERS. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati.
- Aiso S, Takeuchi T, Arito H, et al. (2005). Carcinogenicity and chronic toxicity in mice and rats exposed by inhalation to para-dichlorobenzene for two years. *J Vet Med Sci* 67(10):1019-1029.
- ATSDR (2006a). Toxicological profile for 1,1,1-trichloroethane. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta.
- ATSDR (2006b) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR DICHLOROBENZENES. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta.
- ATSDR (2007). Toxicological profile for xylene. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta.
- Benignus VA, Geller AM, Boyes WK, et al. (2005). Human neurobehavioral effects of long-term exposure to styrene: A meta-analysis. *Environ Health Perspect* 113:532-538.
- Christoph GR, Hansen JF, Leung HW. (2003). Subchronic inhalation neurotoxicity studies of ethyl acetate in rats. *Neurotoxicology*. 24: 861-874.
- DFG (1999). MAK Value Documentation, Ethanol. Vol. 12, 129-165
- DFG (2018). The MAK Collection for Occupational Health and Safety 2018: Ethanol. Vol 3, No 4, 1869-1878
- Dorman DC, Struve MF, Wong BA, Gross EA, Parkinson C, Willson GA, Tan YM, Campbell JL, Teeguarden JG, Clewell HJ 3rd, Andersen ME. (2008a). Derivation of an inhalation reference concentration based upon olfactory neuronal loss in male rats following subchronic acetaldehyde inhalation. *Inhal Toxicol* 20:245-256.
- Dorman DC, Struve MF, Wong BA, Marshall MW, Gross EA, Willson GA (2008b). Respiratory tract responses in male rats following subchronic acrolein inhalation. *Inhalation Toxicology*, 20(3): 205–216.
- Eastman (1992). Propanoic Acid, 2-Methyl-, Monoester with 2,2,4-Trimethyl-1,3-Pentanediol, Synonym: Texanol Ester-Alcohol, Combined Repeated Dose and Reproductive/Developmental Toxicity Study in the rat, Unpublished Eastman Kodak Report TX-92-57.
- ECB (2000). Formic acid. IUCLID Dataset, European Commission, European Chemicals Bureau.
- ECB (2004). Cyclohexane. European Union Risk assessment Report, European Chemicals Bureau, Vol. 41.
- ECHA (2012). Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Chapter R8: Characterisation of dose[concentration]-response for human health, Version: 2.1, 2012. Available at: <https://echa.europa.eu/guidance-documents/guidance-on-information-requirements-and-chemical-safety-assessment>. Access at 10 February 2017.
- Falk A, Gullstrand E, Löf A, Wigaeus-Hjelm E. (1990). Liquid/air partition coefficients of four terpenes. *Br J Ind Med*. 47: 62-64.
- Falk-Filipsson A, Löf A, Hagberg M, Hjelm EW, Wang Z. (1993). d-limonene exposure to humans by inhalation: uptake, distribution, elimination, and effects on the pulmonary function. *J Toxicol Environ Health*. 38: 77-88.
- Foo SC, Jeyaratnam J, Koh D. (1990). Chronic neurobehavioural effects of toluene. *Br J Ind Med*. 147: 480-484.
- Foo SC, Ngim CH, Salleh I, Jeyaratnam J, Boey KW. (1993). Neurobehavioral effects in occupational chemical exposure. *Environ Res*. 60: 267-273.
- Gagnaire, F., C. Langlais, S. Grossmann et al. (2007). Ototoxicity in rats exposed to ethylbenzene and to two

- technical xylene vapours for 13 weeks. *Arch. Toxicol.* 81(2):127–143.
- Hansen JF. (1996). 90-day inhalation toxicity study with ethyl acetate in rats. Haskell Laboratory for toxicology and industrial medicine, E.I. du Pont de Nemours and Company. NTIS/OTS0558575.
- Health Canada (2021) Residential Indoor Air Quality Guidelines: Acrolein. Pub. 200446, Health Canada, Ottawa.
- Iregren A, Löf A, Toomingas A, Wang Z. (1993). Irritation effects from experimental exposure to n-butyl acetate. *Am J Ind Med.* 24: 727-742.
- IRK (Innenraumlufthygiene-Kommission) (2012). Richtwerte für Ethylbenzol in der Innenraumluft. *Bundesgesundheitsbl* 55: 1192–1200.
- IRK (Innenraumlufthygiene-Kommission) (2021). Richtwerte für Aceton in der Innenraumluft, Mitteilung des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (AIR). *Bundesgesundheitsbl* 64:1184–1192.
- IRK (Innenraumlufthygiene-Kommission) (2009). Richtwerte für gesättigte azyklische aliphatische C4- bis C11-Aldehyde in der Innenraumluft. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz.* 52, 650-659.
- JBCR (1995). p-ジクロロベンゼンのラット及びマウスを用いた吸入によるがん原性試験報告書. 試験番号 ラット/0158; マウス/0159, 日本バイオアッセイ研究センター
- Kishi R, Eguchi T, Yuasa J, Katakura Y, Arata Y, Harabuchi I, Kawai T, Masuchi A. (2001). Effects of low-level occupational exposure to styrene on color vision: dose relation with a urinary metabolite. *Environ Res.* 85: 25-30.
- Korsak Z, Rydzyński K. (1996). Neurotoxic effects of acute and subchronic inhalation exposure to trimethylbenzene isomers (pseudocumene, mesitylene, hemimellitene) in rats. *Int J Occup Med Environ Health.* 9: 341-349.
- Korsak Z, Stetkiewicz J, Majcherek W, Stetkiewicz I, Jajte J, Rydzyński K. (2000a). Sub-chronic inhalation toxicity of 1,2,4-trimethylbenzene (pseudocumene) in rats. *Int J Occup Med Environ Health.* 13: 155-164.
- Korsak Z, Stetkiewicz J, Majcherek W, Stetkiewicz I, Jajte J, Rydzyński K. (2000b). Subchronic inhalation toxicity of 1,2,3-trimethylbenzene (hemimellitene) in rats. *Int J Occup Med Environ Health.* 13: 223-232.
- Korsak Z., Wisniewska-Knypl J., Swiercz R. (1994). Toxic effects of subchronic combined exposure to n-butyl alcohol and m-xylene in rats. *Int J Occup Med Environ Health,* 7 155-166, 1994
- MHLW (2000). Committee on sick house syndrome: indoor air pollution, summary on the discussions at the 1st and 3rd meetings, progress report No. 1, 26 June, Ministry of Health, Labour and Welfare, Tokyo
- MHLW (2019). Committee on sick house syndrome: indoor air pollution, summary on the discussions until the 23rd meetings, progress report, 17 January, Ministry of Health, Labour and Welfare, Tokyo
- Miyake M, Ito Y, Sawada M, Sakai K, Suzuki H, Sakamoto T, Sawamoto K, Kamijima M. (2016). Subchronic inhalation exposure to 2-ethyl-1-hexanol impairs the mouse olfactory bulb via injury and subsequent repair of the nasal olfactory epithelium. *Arch Toxicol.* 90: 1949-1958.
- MOE (2002). Environmental risk assessment of chemicals. Vol. 1, Ministry of the Environment, Tokyo. (in Japanese)
- MOE (2003). Environmental risk assessment of chemicals. Vol. 2, Ministry of the Environment, Tokyo. (in Japanese)
- MOE (2004). Environmental risk assessment of chemicals. Vol. 3, Ministry of the Environment, Tokyo. (in Japanese)
- MOE (2005). Environmental risk assessment of chemicals. Vol. 4, Ministry of the Environment, Tokyo. (in Japanese)
- MOE (2006). Future policy for countermeasures against hazardous ambient air pollutants, eighth report: air quality guideline for chloroform, 1,2-dichloroethane and 1,3-butadiene. Ministry of the Environment, Tokyo.

- (in Japanese)
- MOE (2008). Environmental risk assessment of chemicals. Vol. 6, Ministry of the Environment, Tokyo. (in Japanese)
- MOE (2009). Environmental risk assessment of chemicals. Vol. 7, Ministry of the Environment, Tokyo. (in Japanese)
- MOE (2015). Environmental risk assessment of chemicals. Vol. 13, Ministry of the Environment, Tokyo. (in Japanese)
- MOE (2020). Health risk assessment of acetaldehyde. Ministry of the Environment, Tokyo. (in Japanese)
- Ng TP, Foo SC, Yoong T. (1992). Risk of spontaneous abortion in workers exposed to toluene. *Br J Ind Med.* 49: 804-808.
- NTP (1988). Inhalation Developmental Toxicity Studies: Acetone (CAS No. 67-64-1) in Mice and Rats. <https://ntp.niehs.nih.gov/publications/abstracts/dev/ter87036/ter87036.html>
- NTP (2004). Toxicology and carcinogenesis studies of Stoddard Solvent IIC (CAS No. 64742-88-7) in F344/N rats and B6C3F1 mice (inhalation studies). NTP TR 519.
- NTP (2007). Technical Report on the Toxicology and Carcinogenesis Studies of Methyl Isobutyl Ketone (CAS No. 108-10-1) in F344/N Rats and B6C3F1 Mice (inhalations studies). NTP TR 538
- O'Donoghue, J.L. Eastman Kodak Company Reports, TX-84-35 (1984). (unpublished study) cited in OECD SIDS: TEXANOL CASN: 25265-77-4.
- OEHHA (2000). Air toxics hot spots program, risk assessment guidelines part III, Technical support document for the determination of noncancer chronic reference exposure levels. Office of Environmental Health Hazard Assessment, California Environmental Protection Agency, Oakland, CA.
- Stout MD, Herbert RA, Kissling GE, Suarez F, Roycroft JH, Chhabra RS, Bucher JR. (2008). Toxicity and carcinogenicity of methyl isobutyl ketone in F344N rats and B6C3F1 mice following 2-year inhalation exposure. *Toxicology.* 244: 209-219.
- Uchida Y, Nakatsuka H, Ukai H, Watanabe T, Liu YT, Huang MY, Wang YL, Zhu FZ, Yin H, Ikeda M. (1993). Symptoms and signs in workers exposed predominantly to xylenes. *Int Arch Occup Environ Health.* 64: 597-605.
- Union Carbide (1993). Propionaldehyde: combined repeated-exposure and reproductive/developmental toxicity study in rats with cover letter dated 041493. Submitted under TSCA Section 8D; EPA Document No. 86-930000198; NTIS No. OTS0538178.
- Union Carbide Corporation (1979). Unpublished study. Carnegie-Mellon Institute of Research Report 42-50., dated June 11, 1979.
- Union Carbide Corporation (1980). Unpublished study. Butyraldehyde. Twelve-Week Vapor Inhalation Study in Rats Bushy Run Research Center Report 43-61, dated September 17, 1980.
- USEPA (1991a). Dibromochloromethane. Chemical Assessment Summary, Integrated Risk Information System. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- USEPA (1991b). 1,2-Dichloropropane. Chemical Assessment Summary, Integrated Risk Information System. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- USEPA (1995). Hydrogen chloride. Summary information on the integrated risk information system. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- USEPA (2009). Provisional Peer-Reviewed Toxicity Values for Complex Mixtures of Aliphatic and Aromatic Hydrocarbons. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- USEPA (2016a). Toxicological Review of Trimethylbenzenes, EPA/635/R-16/161Fa, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.

- USEPA (2016b). Toxicological review of ammonia noncancer inhalation executive summary, the integrated risk information system (IRIS). EPA/635/R-16/163Fc, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- USEPA (2008). Toxicological review of propionaldehyde: in support of summary information on the integrated risk information system (IRIS). EPA/635/R-08/003F, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- WHO (1999). Carbon tetrachloride. Environmental Health Criteria 208, World Health Organization, Geneva.
- WHO (2021). WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization, Geneva.
- WHO Europe (2000). Air Quality Guidelines for Europe, second Edition. WHO Regional Publications, European Series, No. 91, World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen.
- WHO Europe (2010). WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen.
- 厚生省 (1995). 化学物質毒性試験報告 Vol. 2、厚生省生活衛生局企画課生活化学安全対策室監修、化学物質点検推進委員会発行、pp. 229-252.