Bull. Natl Inst. Health Sci., **136**, 40-51（2018） **Technical Data**

国立医薬品食品衛生研究所　殿町新庁舎における室内空気質について

酒井信夫，田原麻衣子，髙木規峰野，吉野由美子，遠山友紀，五十嵐良明

Indoor air quality of new office building of National Institute of Health Sciences in Kawasaki INnovation Gateway at SKYFRONT（KING SKYFRONT）

Shinobu Sakai[#], Maiko Tahara, Mihono Takagi, Yumiko Yoshino, Yuki Toyama and Yoshiaki Ikarashi

Herein, we investigated the indoor air quality of new office building of National Institute of Health Sciences in Kawasaki INnovation Gateway at SKYFRONT（KING SKYFRONT）. The concentration of total volatile organic compounds in the building during interior/exterior finishing was as high as 8518.5 μg/m^3（equivalent to that of toluene）. However, the building's air quality significantly improved after July 2017 when the air conditioning and ventilation system of the entire building was in operation. In April 2018, the air quality of the building was the same as that of the former Yoga office building. Furthermore, we identified the main volatile organic compounds at each sampling point, which included toluene, 2-ethyl-1-haxanol, and ethyl acetate in the former Yoga office building, while toluene, TXIB^{TM}, and 1,4-dichlorobenzene were found in the new office. It is known that the indoor environmental contamination via chemical substances would be one of the main factor causing the sick building syndrome. Since the health risk assessment for indoor volatile organic compounds in newly constructed buildings is important, it is necessary to conduct the continuous investigation.

Keyword: indoor air quality, volatile organic compounds, total volatile organic compounds

はじめに

建築物の高気密・高断熱化，越境汚染を含むPM2.5等の微小粒子状物質の流入，ライフスタイルの多様化は，化学物質による空気汚染を引き起こし，シックハウス症候群（Sick Building Syndrome）やいわゆる化学物質過敏症（Multiple Chemical Sensitivity / Idiopathic Environmental Intolerance）等の新たな健康被害を顕在化している．特に，室内空気汚染は，滞在時間の長い小児，妊婦，高齢者への潜在的悪影響が強く懸念されることから，シックハウス対策研究の重点化が謳われた[1)]．

室内空気汚染による健康被害の発生防止を目的に，ホルムアルデヒド等の13化学物質の室内濃度指針値と総揮発性有機化合物（Total Volatile Organic Compounds; TVOC）の暫定目標値が厚生労働省によって設定され（表１），改正建築基準法により当該化学物質が使用される建材，換気設備の規制がされた[2,3)]．これによって当該化学物質の対策は進んだが，現在は代替化学物質等による室内空気汚染が報告されるようになっている．室内濃度指針値の適用範囲については，「保健及び公衆衛生上の見地から，その空間がどこであろうと，汚染物質へのヒト曝露を低減する必要があり，生産的な生活に必須な特殊な発生源がない限り，住居（戸建，集合住宅），オフィスビル（事務所，販売店など），病院・医療機関，学校・教育機関，幼稚園・保育園，養護施設，高齢者ケア施設，宿泊・保養施設，体育施設，図書館，飲食店，劇場・映画館，公衆浴場，役所，地下街，車両などあらゆる室内空間に適用されるべきである」とされており，一般居住住宅のみを対象としたものではない[4)]．一般的に，シックハウス症候群は新築建築物における発症例が多い．これは，新築建築物の内外装施工等で使用される揮発性有機化合物（Volatile Organic Compounds; VOC，沸点が50～100℃から240～260℃の範囲にある化学物質）[5)]が高濃度に室内空気を汚染し，健康障害を引き起こすためと考えられている[6-8)]．

[#]To whom correspondence should be addressed; Shinobu Sakai; Division of Environmental Chemistry, National Institute of Health Sciences, 3-25-26 Tonomachi, Kawasaki-ku, Kawasaki, 210-9501 Japan; Tel/Fax: +81-44-270-6547; E-mail: s-sakai@nihs.go.jp

表１　室内濃度指針値（厚生労働省）

揮発性有機化合物	室内濃度指針値*	毒性指標	設定日
ホルムアルデヒド	100 μg/m^3 (0.08 ppm)	ヒト吸入曝露における鼻咽頭粘膜への刺激	1997．6．13
アセトアルデヒド	48 μg/m^3 (0.03 ppm)	ラットの経気道曝露における鼻腔嗅覚上皮への影響	2002．1．22
トルエン	260 μg/m^3 (0.07 ppm)	ヒト吸入曝露における神経行動機能及び生殖発生への影響	2000．6．26
キシレン	870 μg/m^3 (0.20 ppm)	妊娠ラット吸入曝露における出生児の中枢神経系発達への影響	2000．6．26
エチルベンゼン	3,800 μg/m^3 (0.88 ppm)	マウス及びラット吸入曝露における肝臓及び腎臓への影響	2000．12．15
スチレン	220 μg/m^3 (0.05 ppm)	ラット吸入曝露における脳や肝臓への影響	2000．12．15
パラジクロロベンゼン	240 μg/m^3 (0.04 ppm)	ビーグル犬経口曝露における肝臓及び腎臓等への影響	2000．6．26
テトラデカン	330 μg/m^3 (0.04 ppm)	C８-C16混合物のラット経口曝露における肝臓への影響	2001．7．5
クロルピリホス	1 μg/m^3 (0.07 ppb) 小児の場合 0.1 μg/m^3 (0.007 ppb)	母ラット経口曝露における新生児の神経発達への影響及び新生児脳への形態学的影響	2000．12．15
フェノブカルブ	33 μg/m^3 (3.8 ppb)	ラットの経口曝露におけるコリンエステラーゼ活性などへの影響	2002．1．22
ダイアジノン	0.29 μg/m^3 (0.02 ppb)	ラット吸入曝露における血漿及び赤血球コリンエステラーゼ活性への影響	2001．7．5
フタル酸ジ-n-ブチル	220 μg/m^3 (0.02 ppm)	母ラット経口曝露における新生児の生殖器の構造異常等の影響	2000．12．15
フタル酸ジ-２-エチルヘキシル	120 μg/m^3 (7.6 ppb)	ラット経口曝露における精巣への病理組織学的影響	2001．7．5
総揮発性有機化合物	400 μg/m^3 （暫定目標値）	国内家屋の室内揮発性有機化合物実態調査の結果から、合理的に達成可能な限り低い範囲で決定した値	2000．12．15

*両単位の換算は、25℃の場合による。

国立医薬品食品衛生研究所は，2017年度に東京都世田谷区の用賀旧庁舎から神奈川県川崎市の殿町新庁舎への移転を完遂した．本稿では，殿町新庁舎における試験研究業務の作業環境データを集積することを主たる目的として室内空気質をTVOC濃度として調査し，用賀旧庁舎における室内空気質と比較した．更に，各調査対象地点における主要なVOCを同定し，室内空気環境汚染の状況を明らかにしたので報告する．

1．調査方法

1.1　調査対象地点及び調査期間

国立医薬品食品衛生研究所　殿町新庁舎（神奈川県川崎市川崎区殿町３丁目）は，室内３か所［管理・研究棟３階　生活衛生化学部 微量揮発性有機化合物分析室（E-17室，陽圧制御特別仕様実験室），生活衛生化学部実験室１（F-18室，一般実験室），生活衛生化学部事務室（G-18室，居室）］，屋外１か所［下河原公園（神奈川県川崎市川崎区殿町３丁目）もしくは管理・研究棟東側芝生スペース］，用賀旧庁舎（東京都世田谷区上用賀１丁目）は室内１か所（３号館１階　生活衛生化学部第一室），屋外１か所（３号館北側駐車場）において空気のサンプリングを行った．調査期間は，国立医薬品食品衛生研究所の移転期間中とし，用賀旧庁舎におけるサンプリングを2017年１月～12月，殿町新庁舎におけるサンプリングを2017年２月～2018年４月とした．

1.2　調査対象化合物

室内濃度指針値が設定されているVOC 6化合物（Toluene, Xylene, Ethylbenzene, Styrene, 1,4-Dichlorobenzene及びn-Tetradecane）について定量した．また，TVOCについては，シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会が示す「総揮発性有機化合物の空気質指針策定の考え方について」[4]に基づき，n-HexaneからのHexadecaneまでの範囲で検出されたVOCのピーク面積の総和をToluene換算値として定量した．

1.3　空気のサンプリング方法

調査にあたっては「シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会　室内空気中化学物質の測定マニュアル」[9]に準じ，室内及び屋外の空気をアクティブサンプリング法により捕集した．空気の捕集には，Tenax TA単層充填の捕集管（Markes社製SafeLok^{TM}仕様ステンレス製捕集管）を使用した．なお，捕集管はTC-20コンディショナー（Markes社製）に装着し，ヘリウムを約50 mL/minで通気しながら100℃で１時間，300℃で２時間加熱してドライパージ（清浄化）したものを用いた．空気の捕集はGSP-400FT（ガステック社製）を用いて50 mL/minの流速で58分間（2.9 L），床上（地上）1.2～1.5 mの空気を１検体捕集した．殿町新庁舎におけるサンプリングの様子を図１に示す．空気サンプリング時間帯は

図１　殿町新庁舎における空気サンプリングの様子（2017年５月19日）

左：管理・研究棟３階　生活衛生化学部 微量揮発性有機化合物分析室（E-17　陽圧制御特別仕様）
右：下河原公園（神奈川県川崎市川崎区殿町３丁目24）

規定しなかった．なお，2017年９月の用賀旧庁舎屋外のサンプリングについては，測定中の気象条件が変化したため欠測扱いとした．

1.4　分析方法

捕集管にサンプリングしたVOCはTD-20及びGCMS-QP2010 Ultra（島津製作所）を使用した加熱脱離-GC/MSにより測定した．主要な測定条件を以下に記した．室内濃度指針値が設定されているVOC 6化合物（Toluene, Xylene, Ethylbenzene, Styrene, 1,4-Dichlorobenzene及びn-Tetradecane）に関してはScanおよびSIMモードを高速にスイッチするFASST（Fast Automated Scan/SIM Mode）モードで測定し，Toluene-d_8を用いた内部標準法によって定量した．Scanモードで測定したTVOC構成成分のピーク面積値上位10化合物については，GC/MS（GCMSsolution）内ライブラリーのシミラリティ検索［NIST11.libおよびFFNSC 1.2.lib］を用いて同定した．

［加熱脱離］
Desorption: 280℃ , 8 min, 50 mL He/min
Cold trap: －20℃
Trap desorption: 280℃ , 5 min
Line and valve temperature: 250℃

［GC］
Column: Rtx-1（0.32 mm i.d. x 60 m, 1 μm）
Carrier gas: He, 40 cm/sec
Split ratio: 1 : 20
Oven temperature: 40℃ －（5℃ /min）－250℃（3 min）

［MS］
Interface temperature: 250℃
Ion source temperature: 200℃
Scan range: 35-450 *m/z*
Scan rate: 10 Hz

1.5　解析方法

定量結果の解析はPrism 6（GraphPad Software, San Diego, CA）を用いた．定量下限値未満（< LOQ = 0.17 μg/m^3）の数値については０としてデータを集計した．

結果と考察

１．TVOC

TVOCは室内空気汚染化学物質の総量を表す数値として暫定目標値（≠ 基準値）が400 μg/m^{3}と示されている（厚生労働省）[4]．この数値は，国内家屋の室内VOC実態調査の結果から，ある仮定に基づいて，合理的に達成可能な限り低い範囲で決定した値であり，室内空気質の状態の目安として利用されることを期待したものであり，毒性学的知見から決定したものではないことから，個別のVOC指針値とは独立に扱われなければならない．

殿町新庁舎は，2017年３月時点，内外装工事中であったが，庁舎内の入館制限が一部解除されたことから，E-17室において同月より測定を試みた．E-17室のTVOC濃度は，2017年３月の測定においてToluene換算値で8,518.5 μg/m^{3}と非常に高く，2017年６月までは暫定目標値を超過する値で推移したが，2017年７月に殿町新庁舎の全館空調・換気システムが稼働して以降のTVOC濃度は著しく減衰した（表２）．2018年４月の時点では，用賀旧庁舎の室内空気質と同等のレベルで推移している．また，陽圧制御特別仕様のE-17室と比較して，一般実験室のF-18室及び居室のG-18室のTVOC濃度は高い傾向にある．これは，換気システム，内装材の違い以外に，一般実験室で使用する試薬類や器具類，居室においては床材やOA什器，人的要因等による影響と考えられる．室内空気汚染化学物質濃度はその発生量と排出量で決まり，恒常的な曝露を回避するためには，換気量の確保等の効率的な排出対策を講じる必要がある．

２．室内濃度指針値が設定されているVOC 6化合物

室内濃度指針値が設定されているVOC 6化合物の濃度を表２に示す．前述したTVOC濃度と同様に，2017年３月から６月までは室内濃度指針値を一部超過する値で推移したが，全館空調・換気システムの稼働後は著しく減衰した．Toluene, Xylene，及びEthylbenzeneは内装材等の施工用接着剤，塗料等が主たる発生源と考えられる．これら新築建築物の内装材由来VOCの放散は一過性のものと推察されるが，構造躯体の高温化等の環境変化によって一時的に放散量が増加する可能性も考えられるため，室内空気質管理の効果を高めるために継続的なモニタリング調査が必要である．

３．各調査対象地点において検出された主要なVOC

ScanモードでTVOC構成成分のピーク面積値上位10化合物について，保持指標およびフラグメントイオンの強度比を用いたGC/MS内ライブラリーのシミラリティ検索により化合物を同定した（類似度90以上）．殿町新庁舎の室内においては，室内濃度指針値の新規設定が検討されているTXIB^{TM}（2,2,4-trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate），Texanol^{TM}（2,2,4-trimethyl-1,3-pentanediol monoisobutyrate），２-Ethyl-１-hexanolが高頻度に検出された（表３）．上記の３化合物は，国

表２　用賀旧庁舎および殿町新庁舎における

TVOC: 室内濃度指針値（暫定目標値）= 400 μg/m^3　（単位：μg/m^3）

	用賀		殿町			
	屋外	屋外	室内 [E-17]	室内 [F-18]	室内 [G-18]	屋外
2017年１月	63.5					
2017年２月	63.3	27.6				76.3
2017年３月	45.8	10.4	8518.5			25.6
2017年４月	86.1	24.2	6695.3			82.1
2017年５月	65.7	19.8	6660.8			76.5
2017年６月	79.3	31.4	4095.4			67.0
2017年７月	38.2	14.5	103.2			24.8
2017年８月	57.0	10.5	139.3	172.3	271.9	29.3
2017年９月	30.7	欠測	26.0	47.1	68.2	8.6
2017年10月	26.5	14.6	70.2	60.5	116.4	27.5
2017年11月	65.4	61.6	78.9	123.6	278.9	39.0
2017年12月	163.4	60.8	131.3	174.7	328.8	116.0
2018年１月			86.1	89.6	182.6	52.2
2018年２月			50.0	92.9	176.8	36.7
2018年３月			72.7	127.9	167.2	71.0
2018年４月			100.4	104.3	164.7	63.5

室内濃度指針値（暫定目標値）を超過したものを赤字で示した

Toluene：室内濃度指針値 = 260 μg/m^3　（単位：μg/m^3）

	用賀		殿町			
	屋外	屋外	室内 [E-17]	室内 [F-18]	室内 [G-18]	屋外
2017年１月	7.0					
2017年２月	9.4	1.6				31.0
2017年３月	5.5	1.8	405.2			5.5
2017年４月	6.9	2.4	385.9			4.1
2017年５月	11.4	3.7	406.0			6.7
2017年６月	10.3	3.7	708.0			8.3
2017年７月	9.1	5.3	2.4			3.5
2017年８月	10.6	2.5	4.5	5.6	5.2	3.3
2017年９月	7.0	欠測	2.4	2.5	2.4	1.7
2017年10月	5.6	2.8	13.1	7.8	10.2	6.4
2017年11月	21.2	10.9	15.6	16.7	32.6	12.1
2017年12月	26.0	12.0	16.9	19.2	24.0	15.9
2018年１月			8.7	5.7	7.1	8.3
2018年２月			9.4	11.2	12.4	8.7
2018年３月			8.1	8.2	11.1	8.0
2018年４月			4.6	3.3	3.7	2.3

室内濃度指針値を超過したものを赤字で示した

Xylene：室内濃度指針値 = 870 μg/m^3*

	用賀	
	屋外	屋外
2017年１月	2.4	
2017年２月	2.5	1.0
2017年３月	1.5	0.0
2017年４月	2.5	0.9
2017年５月	1.9	0.5
2017年６月	5.6	0.4
2017年７月	0.7	0.5
2017年８月	1.6	0.2
2017年９月	0.8	欠測
2017年10月	0.9	0.0
2017年11月	1.5	2.8
2017年12月	2.7	1.4
2018年１月		
2018年２月		
2018年３月		
2018年４月		

*；第21回シックハウス（室内空気汚染）室内濃度指針値の改定案（200 μg/m^3）
室内濃度指針値および室内濃度指針値改定

Styrene：室内濃度指針値 = 220 μg/m^3　（単位：μg/m^3）

	用賀		殿町			
	屋外	屋外	室内 [E-17]	室内 [F-18]	室内 [G-18]	屋外
2017年１月	0.8					
2017年２月	1.2	0.6				0.5
2017年３月	1.1	0.0	99.9			0.0
2017年４月	1.3	0.0	84.5			0.8
2017年５月	1.1	0.0	60.3			0.9
2017年６月	1.0	0.0	13.9			0.7
2017年７月	0.7	0.0	0.0			0.0
2017年８月	0.5	0.0	1.0	1.3	2.2	0.0
2017年９月	0.0	欠測	0.0	0.0	0.0	0.0
2017年10月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017年11月	0.7	0.0	0.0	0.6	0.8	0.0
2017年12月	0.8	0.0	0.5	0.6	0.9	0.0
2018年１月			0.0	0.6	0.9	0.0
2018年２月			0.0	0.0	0.8	0.0
2018年３月			0.0	1.6	1.4	0.0
2018年４月			0.7	0.6	1.1	0.0

1,4-Dichlorobenzene：室内濃度指針値

	用賀	
	屋外	屋外
2017年１月	1.6	
2017年２月	1.4	0.4
2017年３月	1.1	0.3
2017年４月	3.4	1.2
2017年５月	4.0	1.0
2017年６月	2.1	0.9
2017年７月	1.1	0.7
2017年８月	2.0	0.6
2017年９月	1.0	欠測
2017年10月	0.9	0.8
2017年11月	1.5	1.4
2017年12月	3.1	1.3
2018年１月		
2018年２月		
2018年３月		
2018年４月		

室内濃度指針値を超過したものを赤字で示

室内濃度指針値が設定されたVOCの濃度

（単位：μg/m^3）

殿町			
室内 [E-17]	室内 [F-18]	室内 [G-18]	屋外
			1.9
204.3			1.1
376.6			5.2
240.9			3.6
303.3			2.3
2.7			1.7
4.9	7.5	10.3	2.6
0.5	2.5	2.5	0.4
4.6	2.4	3.9	0.6
2.4	3.2	4.6	1.8
5.5	6.4	7.3	24.7
3.2	2.1	3.1	1.6
0.9	2.1	2.8	0.7
7.6	7.5	7.4	4.6
3.7	5.2	5.9	0.9

問題に関する検討会（平成29年４月19日）において、
が示されている
案を超過したものを赤字で示した

Ethylbenzene：室内濃度指針値 = 3,800 μg/m$^{3\#}$　（単位：μg/m^3）

	用賀		殿町			
	屋外	屋外	室内 [E-17]	室内 [F-18]	室内 [G-18]	屋外
2017年１月	1.7					
2017年２月	1.8	0.0				3.0
2017年３月	1.2	0.5	317.5			1.5
2017年４月	1.8	0.8	467.9			4.8
2017年５月	1.9	1.1	392.9			4.2
2017年６月	3.4	1.1	514.6			2.5
2017年７月	1.6	1.2	4.4			2.8
2017年８月	2.0	0.7	6.0	9.1	13.0	2.2
2017年９月	1.6	欠測	1.4	3.9	3.7	1.1
2017年10月	1.2	0.0	11.3	4.8	7.9	2.1
2017年11月	2.4	5.9	3.9	5.4	6.6	3.1
2017年12月	3.9	2.2	4.8	6.0	8.8	4.2
2018年１月			3.8	2.7	3.8	2.9
2018年２月			2.4	2.9	3.5	2.3
2018年３月			3.6	4.1	4.0	4.3
2018年４月			3.0	2.7	3.2	1.3

#；第21回シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会（平成29年４月19日）において、
室内濃度指針値の改定案（58 μg/m^3）が示されている
室内濃度指針値および室内濃度指針値改定案を超過したものを赤字で示した

= 240 μg/m^3　（単位：μg/m^3）

殿町			
室内 [E-17]	室内 [F-18]	室内 [G-18]	屋外
			1.0
253.0			0.7
177.1			0.7
255.4			0.8
108.5			1.1
4.3			2.8
7.1	18.4	43.7	1.0
2.0	7.0	14.3	1.1
1.7	4.0	14.7	0.8
3.4	16.1	64.2	1.5
4.1	11.0	53.9	2.1
3.0	7.0	29.4	0.9
2.1	6.3	17.0	0.8
2.4	8.8	11.2	0.6
2.9	7.3	17.2	1.0

した

n-Tetradecane：室内濃度指針値 = 330 μg/m^3　（単位：μg/m^3）

	用賀		殿町			
	屋外	屋外	室内 [E-17]	室内 [F-18]	室内 [G-18]	屋外
2017年１月	0.0					
2017年２月	0.8	0.0				0.0
2017年３月	0.5	0.0	19.2			0.0
2017年４月	0.7	0.0	22.9			0.0
2017年５月	0.6	0.0	28.9			0.7
2017年６月	0.6	0.0	12.0			0.6
2017年７月	0.0	0.0	0.9			0.0
2017年８月	0.0	0.0	1.8	2.3	3.8	0.0
2017年９月	0.0	欠測	0.9	1.5	1.7	0.0
2017年10月	0.0	0.0	0.0	0.5	0.6	0.0
2017年11月	0.0	0.0	0.0	0.7	1.0	0.0
2017年12月	0.9	0.0	0.8	1.0	1.9	0.0
2018年１月			0.4	0.7	1.2	0.0
2018年２月			0.0	0.7	1.0	0.0
2018年３月			0.0	0.7	0.8	0.0
2018年４月			1.0	1.4	2.0	0.6

表３　殿町新庁舎における

	Top10	2017年２月	2017年３月	2017年４月	2017年５月	2017年６月	2017年７月	2017年８月
室内［E―17］	1		1,4-Dichlorobenzene	TXIB	2-Butanone, oxime	Toluene	TXIB	TXIB
	2		1,2,4-Trimethylbenzene	Ethylbenzene	TXIB	Ethylbenzene	1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene
	3		Toluene	m,p-Xylene	1,4-Dichlorobenzene	m,p-Xylene	Texanol	Ethylbenzene
	4		TXIB	Toluene	Ethylbenzene	TXIB	Ethylbenzene	Texanol
	5		Ethylbenzene	1,4-Dichlorobenzene	Toluene	1,4-Dichlorobenzene	m,p-Xylene	m,p-Xylene
	6		Ethyl acetate	Texanol	m,p-Xylene	Texanol	Phenol	Toluene
	7		3-Ethyltoluene	Methylcyclohexane	2-Butanone, oxime	o-Xylene	Toluene	Phenol
	8		m,p-Xylene	Cyclohexane	Texanol	Ethyl methyl ketone oxime	Texanol	1,2,4-Trimethylbenzene
	9		n-Nonane	1,2,4-Trimethylbenzene	1,2,4-Trimethylbenzene	1,2,4-Trimethylbenzene	1,2,4-Trimethylbenzene	o-Xylene
	10		1,3,5-Trimethylbenzene	Ethyl acetate	Ethanol	Ethyl acetate	2-Ethyl-1-haxanol	Methyl methacrylate

	Top10	2017年２月	2017年３月	2017年４月	2017年５月	2017年６月	2017年７月	2017年８月
室内［F―18］	1							1,4-Dichlorobenzene
	2							TXIB
	3							Ethylbenzene
	4							m,p-Xylene
	5							Toluene
	6							1,2,4-Trimethylbenzene
	7							2,2,4,4-Tetramethyloctane
	8							o-Xylene
	9							n-Hexane
	10							3-Ethyltoluene

	Top10	2017年２月	2017年３月	2017年４月	2017年５月	2017年６月	2017年７月	2017年８月
室内［G―18］	1							1,4-Dichlorobenzene
	2							Ethylbenzene
	3							2,2,4,4-Tetramethyloctane
	4							TXIB
	5							m,p-Xylene
	6							2-Ethyl-1-haxanol
	7							o-Xylene
	8							1,2,4-Trimethylbenzene
	9							Toluene
	10							1-Butanol

	Top10	2017年２月	2017年３月	2017年４月	2017年５月	2017年６月	2017年７月	2017年８月
屋外	1	Toluene	Toluene	Cyclohexane	Cyclohexane	Toluene	1,4-Dichlorobenzene	Methyl methacrylate
	2	1-Methylethyl-benzene	Benzoic acid	n-Hexane	n-Hexane	Benzoic acid	Toluene	Toluene
	3	n-Hexane	Ethyl acetate	m,p-Xylene	Benzene	Cyclohexane	Ethylbenzene	Ethylbenzene
	4	Ethylbenzene	Benzaldehyde	Trichloroethylene	Toluene	Benzaldehyde	m,p-Xylene	n-Hexane
	5	Benzaldehyde	Ethylbenzene	Ethylbenzene	Ethylbenzene	n-Hexane	Ethyl acetate	o-Xylene
	6	Benzoic acid	1,4-Dichlorobenzene	Toluene	Benzaldehyde	Ethylbenzene	TXIB	1,4-Dichlorobenzene
	7	m,p-Xylene	m,p-Xylene	Benzoic acid	m,p-Xylene	Benzene	Benzaldehyde	Benzocyclohexane
	8	1,4-Dichlorobenzene	3-Ethyltoluene	Benzene	Benzoic acid	Acetophenone	Benzoic acid	Naphthalene
	9	Methylcyclohexane	1,2,4-Trimethylbenzene	Butylated Hydroxytoluene	Naphthalene	1,4-Dichlorobenzene	Heptane	m,p-Xylene
	10	n-Butyl acetate	Benzene	o-Xylene	o-Xylene	n-Heptane	n-Propyl acetate	Benzene

赤字は室内濃度指針値が設定されているVOC
青字は室内濃度指針値の設定が検討されているVOC
m-Xyleneとp-Xyleneがクロマトグラム上で分離できないため合算値で算出しm,p-Xyleneと表記した

主要な室内空気中VOC

2017年 9 月	2017年10月	2017年11月	2017年12月	2018年 1 月	2018年 2 月	2018年 3 月	2018年 4 月
TXIB	Toluene	Ethyl acetate	Toluene	n-Hexane	Toluene	Toluene	Cyclohexane
1,4-Dichlorobenzene	Ethylbenzene	Toluene	TXIB	TXIB	Ethyl acetate	TXIB	n-Hexane
Ethylbenzene	TXIB	TXIB	Ethyl acetate	Toluene	1,4-Dichlorobenzene	o-Xylene	1,4-Dichlorobenzene
Toluene	m,p-Xylene	1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene	TXIB	1,4-Dichlorobenzene	2-Methyl propanoic acid
m,p-Xylene	Ethyl acetate	Ethylbenzene	Trichloroethylene	m,p-Xylene	Benzaldehyde	2-Ethyl-1-haxanol	2-Ethyl-1-haxanol
Propanoic acid	1,4-Dichlorobenzene	m,p-Xylene	Ethylbenzene	Ethylbenzene	Ethylbenzene	n-Hexane	Toluene
2-Ethyl-1-haxanol	1-Methoxy-2-propanol	n-Propyl acetate	o-Xylene	Benzene	Benzene	Ethylbenzene	1-Hexene
Benzaldehyde	o-Xylene	Benzene	m,p-Xylene	Benzaldehyde	m,p-Xylene	Benzaldehyde	Ethylbenzene
Phenol	Benzaldehyde	Benzaldehyde	Benzaldehyde	2-Ethyl-1-haxanol	2-Ethyl-1-haxanol	Methyl methacrylate	Benzene
n-Tetradecane	Methyl Isobutyl Ketone	1,2,3-Trimethylbenzene	2-Ethyl-1-haxanol	Unknown	Benzoic acid	m,p-Xylene	m,p-Xylene

2017年 9 月	2017年10月	2017年11月	2017年12月	2018年 1 月	2018年 2 月	2018年 3 月	2018年 4 月
1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene
TXIB	Toluene	Toluene	Toluene	TXIB	Ethyl acetate	2-Ethyl-1-haxanol	2-Ethyl-1-haxanol
Ethylbenzene	n-Hexane	Ethyl acetate	Ethyl acetate	n-Hexane	Toluene	Toluene	2-Methyl propanoic acid
1-Hexanol	TXIB	Ethylbenzene	TXIB	Toluene	2-Ethyl-1-haxanol	TXIB	o-Xylene
m,p-Xylene	Ethylbenzene	TXIB	Ethylbenzene	2-Ethyl-1-haxanol	TXIB	o-Xylene	n-Hexane
Toluene	m,p-Xylene	2,2,4,4-Tetramethyloctane	Trichloroethylene	*Ethylbenzene	Ethylbenzene	n-Hexane	Toluene
2,2,4,4-Tetramethyloctane	2-Propyl-1-pentanol	m,p-Xylene	m,p-Xylene	2,2,4,4-Tetramethyloctane	m,p-Xylene	Ethylbenzene	m,p-Xylene
Unknown	Benzaldehyde	2-Ethyl-1-haxanol	o-Xylene	m,p-Xylene	2,2,4,4-Tetramethyloctane	1,2,4-Trimethylbenzene	Ethylbenzene
Benzaldehyde	2,2,4,4-Tetramethyloctane	Benzene, 1,2,3-trimethyl-	2-Ethyl-1-haxanol	Benzene	Benzene	1-Butanol	2,2,4,4-Tetramethyloctane
1-Butanol	1-Butanol	Heptane	2,2,4,4-Tetramethyloctane	Benzaldehyde	1-Methoxy-2-propanol	2,2,4,4-Tetramethyloctane	Naphthalene

2017年 9 月	2017年10月	2017年11月	2017年12月	2018年 1 月	2018年 2 月	2018年 3 月	2018年 4 月
1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene
Hexanal	Toluene	Toluene	Toluene	2,2,4,4-Tetramethyloctane	Toluene	Toluene	2-Ethyl-1-haxanol
2,2,4,4-Tetramethyloctane	Ethylbenzene	2,2,4,4-Tetramethyloctane	2,2,4,4-Tetramethyloctane	Toluene	D-Limonene	2-Ethyl-1-haxanol	Nonanal
Ethylbenzene	n-Hexane	Ethyl acetate	Ethyl acetate	TXIB	Ethyl acetate	Nonanal	2-Methyl propanoic acid
Nonanal	2-Propyl-1-pentanol	Ethylbenzene	Ethylbenzene	Hexanal	2,2,4,4-Tetramethyloctane	TXIB	2,2,4,4-Tetramethyloctane
m,p-Xylene	2,2,4,4-Tetramethyloctane	1-Methoxy-2-propanol	TXIB	2-Ethyl-1-haxanol	2-Ethyl-1-haxanol	o-Xylene	o-Xylene
2-Ethyl-1-haxanol	m,p-Xylene	m,p-Xylene	m,p-Xylene	Ethylbenzene	Ethylbenzene	Hexanal	(+)-2-Bornanone
Toluene	1-Methoxy-2-propanol	Hexanal	2-Ethyl-1-haxanol	Ethyl acetate	TXIB	2,2,4,4-Tetramethyloctane	m,p-Xylene
TXIB	Hexanal	(1S)-(-)-alpha-Pinene	o-Xylene	m,p-Xylene	m,p-Xylene	n-Hexane	Hexanal
Unknown	TXIB	TXIB	2,5-Cyclohexadiene-1,4-dione	Butyl isocyanatoacetate	Nonanal	Ethylbenzene	Toluene

2017年 9 月	2017年10月	2017年11月	2017年12月	2018年 1 月	2018年 2 月	2018年 3 月	2018年 4 月
1,4-Dichlorobenzene	Toluene	Toluene	o-Xylene	Toluen	Toluene	n-Hexane	Cyclohexane
Toluene	Cyclohexane	Ethyl acetate	Toluene	Ethyl acetate	Ethyl acetate	Toluene	n-Heptane
Benzaldehyde	Ethyl acetate	Ethylbenzene	Ethyl acetate	Benzene	Benzaldehyde	Methyl methacrylate	n-Hexane
Ethylbenzene	Ethylbenzene	1,4-Dichlorobenzene	Trichloroethylene	Ethylbenzene	Benzene	1,2-Dimethoxyethane	Benzaldehyde
Ethyl acetate	Benzaldehyde	m,p-Xylene	1,4-Dichlorobenzene	Benzaldehyde	Ethylbenzene	methylcyclopentane	Toluene
m,p-Xylene	1,4-Dichlorobenzene	1-Methoxy-2-propanol	Ethylbenzene	1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene	Ethylbenzene	1,4-Dichlorobenzene
TXIB	m,p-Xylene	Benzene	Benzaldehyde	m,p-Xylene	Benzoic acid	Benzene	1-Hexene
Unknown	Benzoic acid	1,2,3-Trimethylbenzene	m,p-Xylene	Unknown	m,p-Xylene	Benzaldehyde	Benzene
Unknown	1-Ethyl-2-methyl-benzene	Benzaldehyde	Nonane	Methyl Isobutyl Ketone	n-Propyl acetate	o-Xylene	Methylcyclopentane
Unknown	1,2,3-Trimethylbenzene	Trichloroethylene	1,2,3-Trimethylbenzene	Benzoic aci d	Unknown	m,p-Xylene	Benzoic acid

表4　用賀旧庁舎における

	Top10	2017年1月	2017年2月	2017年3月	2017年4月	2017年5月	2017年6月
室内	1	n-Hexane	Toluene	Toluene	n-Hexane	Toluene	Toluene
	2	Toluene	n-Hexane	Ethyl acetate	2-Ethyl-1-haxanol	1,4-Dichlorobenzene	Ethyl acetate
	3	Trichloroethylene	2-Ethyl-1-haxanol	2-Ethyl-1-haxanol	Toluene	2-Ethyl-1-haxanol	m,p-Xylene
	4	2-Ethyl-1-haxanol	1,4-Dichlorobenzene	Butyl isocyanatoacetate	1,4-Dichlorobenzene	Ethyl acetate	2-Ethyl-1-haxanol
	5	1,3-Butanediol	m,p-Xylene	1,4-Dichlorobenzene	Nonanal	Benzaldehyde	1,4-Dichlorobenzene
	6	1,4-Dichlorobenzene	Ethylbenzene	3-Ethyltoluene	Benzoic acid	Nonanal	Ethylbenzene
	7	Trichloromethane	3-Ethyltoluene	m,p-Xylene	Benzaldehyde	m,p-Xylene	Benzaldehyde
	8	m,p-Xylene	Octamethyl cyclotetrasiloxane	Octamethyl cyclotetrasiloxane	Dimethylsilanediol	Ethylbenzene	o-Xylene
	9	Nonanal	o-Xylene	Nonanal	m,p-Xylene	Benzoic acid	Nonanal
	10	1,2-Pentanediol	Benzaldehyde	Benzoic acid	Ethylbenzene	Unknown	Benzene

	Top10	2017年1月	2017年2月	2017年3月	2017年4月	2017年5月	2017年6月
屋外	1		Methylcyclohexane	Benzoic acid	Benzoic acid	Benzoic acid	Benzoic acid
	2		Benzoic acid	Toluene	Toluene	Toluene	Toluene
	3		Benzaldehyde	Benzaldehyde	1,4-Dichlorobenzene	Benzaldehyde	Benzaldehyde
	4		Toluene	Ethyl acetate	Ethyl acetate	1,4-Dichlorobenzene	Benzene
	5		Benzene	1,4-Dichlorobenzene	Benzaldehyde	Ethylbenzene	Acetophenone
	6		2,5-Diphenyl-2,5-cyclohexadiene-1,4-dione	3-Ethyltoluene	Acetophenone	Ethyl acetate	1,4-Dichlorobenzene
	7		1-Ethyl-4-methylcyclohexane	Benzene	Phenylglyoxal	m,p-Xylene	Ethyl acetate
	8		1-Ethyl-4-methylcyclohexane	Acetophenone	Ethylbenzene	Acetophenone	Benzoylformic acid
	9		Propylcyclohexane	N-(1H-Tetrazol-5-yl) benzamide	Benzene	3-Ethyltoluene	Ethylbenzene
	10		Unknown	o-Xylene	3-Ethyltoluene	Phthalic anhydride	Phenylmaleic anhydride

赤字は室内濃度指針値が設定されているVOC
青地は室内濃度指針値の設定が検討されているVOC
m-Xyleneとp-Xyleneがクロマトグラム上で分離できないため合算値で算出しm,p-Xyleneと表記した

主要な室内空気中VOC

2017年 7 月	2017年 8 月	2017年 9 月	2017年10月	2017年11月	2017年12月
Toluene	Toluene	Toluene	Toluene	Toluene	Toluene
Ethyl acetate	Ethyl acetate	2-Ethyl-1-haxanol	Ethyl acetate	2-Ethyl-1-haxanol	Ethyl acetate
2-Ethyl-1-haxanol	2-Ethyl-1-haxanol	Ethyl acetate	2-Ethyl-1-haxanol	Ethyl acetate	1,4-Dichlorobenzene
1,4-Dichlorobenzene	1,4-Dichlorobenzene	6-Methyl-1-octene	m,p-Xylene	1,4-Dichlorobenzene	2-Ethyl-1-haxanol
Ethylbenzene	Ethylbenzene	1-Nonanol	1,4-Dichlorobenzene	n-Hexane	Isooctane
m,p-Xylene	m,p-Xylene	1,4-Dichlorobenzene	(R)-(+)-Limonene	Ethylbenzene	Ethylbenzene
(R)-(+)-Limonene	1-Methoxy-2-propanol	Benzaldehyde	Ethylbenzene	m,p-Xylene	1-Methoxy-2-propanol
1-Butanol	Nonanal	Ethylbenzene	Nonanal	1,2,4-Trimethylbenzene	m,p-Xylene
Nonyl chloroformate	Nonyl chloroformate	m,p-Xylene	Benzaldehyde	Cyclohexane	Benzene
Benzaldehyde	n-Heptane	Nonanal	3-Ethyltoluene	3-Ethyltoluene	1,2,4-Trimethylbenzene

2017年 7 月	2017年 8 月	2017年 9 月	2017年10月	2017年11月	2017年12月
Toluene	Toluene	欠測	Ethyl acetate	Toluene	Toluene
Ethyl acetate	Benzaldehyde		Toluene	Ethylbenzene	Ethyl acetate
1,4-Dichlorobenzene	Ethyl acetate		Benzaldehyde	m,p-Xylene	Benzaldehyde
Ethylbenzene	Benzoic acid		1,4-Dichlorobenzene	1,2,4-Trimethylbenzene	1,4-Dichlorobenzene
m,p-Xylene	1,4-Dichlorobenzene		1,2,4-Trimethylbenzene	Methyl methacrylate	Ethylbenzene
Benzaldehyde	Phenol		3-Ethyltoluene	1,4-Dichlorobenzene	Benzene
3-Ethyltoluene	Ethylbenzene		Nonane	3-Ethyltoluene	m,p-Xylene
Trichloroethylene	Unknown		Benzoic acid	n-Hexane	Benzoic acid
1-Ethyl-3-methyl-benzene	m,p-Xylene		1-Ethyl-3-methyl-benzene	3-Methyl-5-propylnonane	3-Ethyltoluene
1,2,4-Trimethylbenzene	Unknown		Unknown	2,2,11,11-Tetramethyldodecane	1,2,4-Trimethylbenzene

立医薬品食品衛生研究所生活衛生化学部が継続的に実施している室内空気汚染化学物質全国実態調査においても比較的高濃度，高頻度で検出されている[10]．TXIB™は合成樹脂可塑剤の用途でビニール床材，壁紙等だけでなく，溶剤や成型助剤にも用いられる．2-Ethyl-1-hexanolについては，可塑剤，溶剤，アクリル酸エステル（合成樹脂及び水性塗料・絵具，接着剤等の原料）の中間体としての用途のほかに，Di（2-ethylhexyl）phthalateの加水分解生成物として室内空気中に存在する．一方で，用賀旧庁舎の室内においては，2-Ethyl-1-hexanolが高頻度に検出されたが，TXIB™ 及びTexanol™については検出されなかった（表4）．これら3化合物は室内濃度指針値の新規設定が検討されており，継続的なモニタリング調査を実施して，詳細な曝露量の評価を行うことが重要である．

おわりに

室内濃度指針値は，「現時点で入手可能な毒性に係る科学的知見から，ヒトがその濃度の空気を一生涯にわたって摂取しても，健康への有害な影響は受けないであろうと判断される値を算出したもの」と定義される[11]．また，室内濃度指針値は，それ自体が法的な拘束力をもつものではないが，波及効果の大きい規格基準として「建築物における衛生的環境の確保に関する法律（建築物衛生法）」，「住宅の品質確保の促進等に関する法律（住宅品質確保法）」，「学校環境衛生基準」等，室内空気質を確保するための行政施策に幅広く参照されている．室内濃度指針値の適用範囲は，原則として全ての室内空間を対象とするものであることから，本調査結果は，国立医薬品食品衛生研究所殿町新庁舎に勤務する職員の健康影響評価に活用されることが望まれる．

参考文献

1）内閣府ホームページ　第5期科学技術基本計画（平成28年～32年度），平成28年1月22日閣議決定，URL: http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5honbun.pdf

2）室内空気中化学物質の室内濃度指針値及び標準的測定方法等について，厚生労働省医薬局長通知　医薬発第0207002号（平成14年2月7日）

3）シックハウス対策に係る法令等（平成15年7月1日施行）
- 建築基準法第28条の2（居室内における化学物質の発散に対する衛生上の措置）
- 建築基準法施行令第20条の5（居室内において衛生上の支障を生ずるおそれがある物質）
- 建築基準法施行令第20条の6（居室を有する建築物の建築材料についてのクロルピリホスに関する技術的基準）
- 建築基準法施行令第20条の7（居室を有する建築物の建築材料についてのホルムアルデヒドに関する技術的基準）
- 建築基準法施行令第20条の8（居室を有する建築物の換気設備についてのホルムアルデヒドに関する技術的基準）
- 建築基準法施行令第20条の9（居室を有する建築物のホルムアルデヒドに関する技術的基準の特例）
- 平成14年国土交通省告示第1112号「クロルピリホスを発散するおそれがない建築材料を定める件」
- 平成14年国土交通省告示第1113号「第一種ホルムアルデヒド発散建築材料を定める件」
- 平成14年国土交通省告示第1114号「第二種ホルムアルデヒド発散建築材料を定める件」
- 平成14年国土交通省告示第1115号「第三種ホルムアルデヒド発散建築材料を定める件」
- 平成15年国土交通省告示第273号「ホルムアルデヒドの発散による衛生上の支障がないようにするために必要な換気を確保することができる居室の構造方法を定める件」
- 平成15年国土交通省告示第274号「ホルムアルデヒドの発散による衛生上の支障がないようにするために必要な換気を確保することができる換気設備の構造方法を定める件」

4）室内空気中化学物質の室内濃度指針値及び総揮発性有機化合物の室内濃度暫定目標値等について，厚生省生活衛生局長通知　生衛発第1852号（平成12年12月22日）

5）World Health Organization. 1989. “Indoor air quality: organic pollutants.” Report on a WHO Meeting, Berlin, 23-27 August 1987.

6）A Onuki, I Saito, H Seto, S Uehara, T Suzuki: The annual changes of indoor concentrations of formaldehyde and volatile organic compounds sampled at new houses: Relationship to the guidelines, *Ann. Rep. Tokyo Metr. Res. Lab. P.H.,* 2002; 53: 206-210.

7）H Tateno, T Ebana, A Hatakeyama, M Yamamoto, Y Urashima, S Kozuka, N Mukaihara, K Fujita: Concentrations of chemical substances in room air at newly built house, *Sapporoshi Eiken Nenpou,* 2001; 28: 64-72.

8）Y Morita, T Sakai, Y Nakajima, Y Kawaguchi,

F Yokozawa, S Nishinakagawa, T Yoshida, N Nagata: VOC levels and their fluctuation in newly constructed hospital, *Japanese Journal of Occupational Medicine and Traumatology,* 2003; 51: 437-441.

9）室内空気中化学物質の室内濃度指針値及び標準的測定方法等について，厚生労働省医薬局長通知　医薬発第828号（平成13年７月25日）

10）第20回シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会（平成28年10月26日），資料２　平成27 年度室内空気環境汚染化学物質調査，http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-11121000-Iyakushokuhinkyoku-Soumuka/0000141175.pdf

11）室内空気中化学物質の室内濃度指針値及び標準的測定方法について，厚生省生活衛生局長通知　生衛発第1093号（平成12年６月30日）