

I. 総括研究報告

厚生労働行政推進調査事業費補助金（化学物質リスク研究事業）
総括研究報告書

室内空気環境汚染化学物質の標準試験法の策定およびリスク低減化に関する研究

研究代表者 酒井 信夫 国立医薬品食品衛生研究所 生活衛生化学部 室長

厚生労働省 医薬・生活衛生局 医薬品審査管理課 化学物質安全対策室を事務局とする「シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会（以下、シックハウス検討会）」では、室内濃度指針値の見直し作業が継続的に行われている。室内濃度指針値の新規策定もしくは改定候補物質には詳細な曝露評価が必要であり、それらを測定するための標準試験法を整備することが求められている。また、室内濃度指針値の新規策定および改定に際しては、ステークホルダーとの適切なリスクコミュニケーションや国民の不安を払拭するための効果的な低減策の提示が望まれる。そのためには、室内環境における化学物質の主要な発生源を特定し、その発生源によってもたらされる定量的なリスクに関する情報を提供する必要がある。

本研究では、「シックハウス検討会」における審議（曝露評価・ハザード評価）に必要な科学的エビデンスを集積することを目的として、研究組織内に【標準試験法グループ】と【リスク評価グループ】の2つのサブグループを設置して、11の分担研究課題を展開している。

【標準試験法グループ】においては、既存の室内濃度指針値策定物質の測定法について、策定から17年が経過していることから、最新の分析技術を基に汎用性の高い標準試験法を新たに開発し、それらについて国内・国際規格化を推進している（分担研究課題1～6）。今年度の特筆すべき成果としては、フタル酸ジ-n-ブチルおよびフタル酸ジ-2-エチルヘキシルについて改定指針値に対応可能な標準試験法を策定し、日本薬学会編 衛生試験法・注解 2015：追補 2019にて国内規格化した（分担研究課題4）。

【リスク評価グループ】においては、室内環境中の多種多様な消費者製品から放散される揮発性有機化合物について、放散源の特定および曝露評価ならびにハザード評価の両面から研究を実施している（分担研究課題7～12）。今年度の特筆すべき成果としては、室内濃度指針値の新規策定もしくは改定候補物質について諸外国の規制状況を調査し、リスク評価に資する曝露情報・ハザード情報を包括的に集積した（分担研究課題9）。

分科として一線を画す2つの研究グループは、個別に研究班会議を実施して分担・協力研究者の連携を強化し、効率的に研究を推進している。また、本研究課題に参画する6名の研究者は、「シックハウス検討会」の構成員を務めており、本研究課題における【標準試験法グループ】および【リスク評価グループ】の研究成果を「シックハウス検討会」に随時提供することにより検討会の円滑な運営に引き続き貢献していく。

研究分担者（分担研究課題番号）

【標準試験法グループ】

- (1) 酒井信夫 国立医薬品食品衛生研究所
生活衛生化学部室長
- (2) 神野透人 名城大学薬学部教授
- (3) 田原麻衣子 国立医薬品食品衛生研究所
生活衛生化学部主任研究官
- (4) 香川聡子 横浜薬科大学薬学部教授
- (5) 田辺新一 早稲田大学創造理工学部教授
- (6) 金炫兌 山口大学工学部助教

【リスク評価グループ】

- (7) 酒井信夫 国立医薬品食品衛生研究所
生活衛生化学部室長
- (7) 神野透人 名城大学薬学部教授
- (8) 河上強志 国立医薬品食品衛生研究所
生活衛生化学部室長
- (8) 神野透人 名城大学薬学部教授
- (9) 東賢一 近畿大学医学部准教授
- (10) 香川聡子 横浜薬科大学薬学部教授
- (11) 埴岡伸光 横浜薬科大学薬学部教授

研究協力者（分担研究課題番号）

【標準試験法グループ】

- (3) 千葉真弘 北海道立衛生研究所生活科学部
生活衛生グループ主査
- (3) 大泉詩織 北海道立衛生研究所生活科学部
生活衛生グループ研究職員
- (3/4) 斎藤育江 東京都健康安全研究センター
薬事環境科学部副参事研究員
- (3) 大貫文 東京都健康安全研究センター
薬事環境科学部主任研究員
- (3) 田中礼子 横浜市衛生研究所
理化学検査研究課医務吏員
- (3) 山之内孝 横浜市衛生研究所
理化学検査研究課
- (3) 大野浩之 名古屋市衛生研究所
生活環境部部長

- (3) 若山貴成 名古屋市衛生研究所
生活環境部研究員
- (3) 横山結子 千葉県衛生研究所
生活環境研究室研究員
- (4) 遠藤治 麻布大学生命・環境科学部
- (4) 杉田和俊 麻布大学獣医学部
- (4) 外山尚紀 東京労働安全衛生センター
- (4) 鳥羽陽 金沢大学医薬保健研究域薬学系
- (4) 中島大介 国立環境研究所
- (4) 星純也 東京都環境科学研究所
- (4) 大河原晋 横浜薬科大学薬学部

【リスク評価グループ】

- (7/8) 内藤光梨 名城大学薬学部
- (7/8) 森葉子 名城大学薬学部
- (7/8) 青木明 名城大学薬学部助教
- (7/8) 岡本誉士典 名城大学薬学部助教
- (10) 大河原晋 横浜薬科大学薬学部准教授
- (11) 磯部隆史 横浜薬科大学薬学部講師

A. 研究目的

室内空気環境汚染化学物質は、シックハウス症候群や喘息等の病因あるいは増悪因子となることから、厚生労働省では揮発性/準揮発性有機化合物 13 物質に室内濃度指針値を定めている。近年、室内濃度指針値策定 13 物質の代替化学物質による室内空気環境汚染が報告されるようになり、「シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会（以下、シックハウス検討会）」において、室内濃度指針値の採用を新たに検討すべき化学物質リストが提案され、それらの曝露評価・リスク評価が「室内濃度指針値見直しスキーム」に基づいて進行中である。

室内濃度指針値を新たに策定する際には、対象化学物質ごとに妥当性の評価・確認された標準試験法を提示する必要がある。先行研究（H27-化学-指定-002）において一部の研究開発が行われてきたが、現在までに標準試験法の提示（規格化）には

至っていない。「シックハウス検討会」では、室内空気環境汚染化学物質調査等の結果に基づいて、室内濃度指針値の採用を新たに検討すべき化学物質が継続的に示されることになっており、これら化学物質の標準試験法についても可及的速やかに対応する必要がある。また、室内濃度指針値の新規策定に際しては、ステークホルダーとの適切なリスクコミュニケーションや国民の不安を払拭するための効果的な低減策の提示が望まれる。そのためには、室内における主要な発生源を特定し、その発生源によってもたらされる定量的なリスクに関する情報を提供する必要がある。しかしながら、多様な消費者製品について、そのような情報は極めて限られているのが現状である。

本研究では、「シックハウス検討会」における審議に必要な科学的エビデンスを集積することによって厚生労働行政施策の円滑な進行に貢献することを主たる目的として、研究組織内に【標準試験法グループ】と【リスク評価グループ】の2つのサブグループを設置した。

【標準試験法グループ】では、室内濃度指針値の採用を新たに検討すべき化学物質について標準試験法を策定していく。さらに、既存の室内濃度指針値策定13物質の測定法についても、策定から17年が経過していることから、最新の分析技術を基に汎用性の高い標準試験法に改訂し、それらについて国内・国際規格化を推進する（分担研究課題1～6）。【リスク評価グループ】では、室内環境中の多種多様な消費者製品から放散されるVOCsについて、放散源の特定および曝露評価ならびにハザード評価の両面から研究を実施する（分担研究課題7～11）。

B. 研究方法

【標準試験法グループ】

B1: 室内濃度指針値代替化学物質の調査研究

室内濃度指針値の採用を新たに検討すべき化学物質を選定するために、従前の「室内濃度指針値

見直しスキーム」に加えて、室内濃度指針値策定13物質の代替化学物質について生産量、販売量、市場流通量等を考慮した新規スクリーニング法の開発を試みた。初年度は、室内濃度指針値策定化学物質の用途として可塑剤について、生産量、販売量、市場流通量等について文献調査した。

B2: 室内空气中総揮発性有機化合物(TVOC)試験法の開発

室内空気質のシミュレーションに必要となる情報を収集することを目的として、室内空気質に対する消費者製品等から放散するVOCs、ならびに建築物自体から放散するVOCsの寄与を評価するために、一般の居住住戸におけるTVOCの放散量/放散速度の総体的な評価を実施した。

新築住戸におけるVOCsのサンプリング方法（30分以上の換気後、5時間以上密閉）にしたがって、無人の状態、居住住戸の室内空気を不活性処理ステンレス製TenaxTA捕集管で採取した。同時に、ドライアイスを用いて一過性に負荷した二酸化炭素濃度の減衰をデータロガーで記録した。前者から得られるTVOC濃度と後者から得られる単位時間当たりの換気回数、ならびにレーザー距離計で測定・算出した当該居室の容積から、TVOC放散量/放散速度を推定した。

B3: 室内空气中揮発性有機化合物(VOC)・準揮発性有機化合物(SVOC)試験法の開発

1) 試薬

標準物質は室内環境測定用VOCs混合標準原液（10種混合）およびトルエン-*d*₈標準原液、テトラデカンを用いた。

2) 試料調製

テトラデカンはメタノールを用い、1000 µg/mL標準原液を作製した。テトラデカンと10種VOCs混合標準原液（1,000 µg/mL）を1:1の割合で混合し、500 µg/mLの混合標準溶液を作製した。混合標準溶液をバリデーション参加機関に配布し、検量

線作成用試料とした。

3) 資材

捕集管はカーボンビーズアクティブスタンダード型およびTenaxTA Inert SafeLok stainless steel tubeを使用した。

4) 分析および解析方法

トルエン- d_8 を内部標準物質とした内部標準法で定量分析を行った。検量線および内部標準溶液の濃度設定、抽出方法、分析条件、解析方法等は各機関における標準的な方法で行った。

B4: 室内空気環境汚染化学物質の標準試験法の国内規格化

分担研究課題4を取りまとめる香川は、公益社団法人日本薬学会 環境・衛生部会 空気試験法専門委員会の委員長を務めている。2019年1月に室内濃度指針値の規制強化が決定しているフタル酸ジ- n -ブチル(DBP)およびフタル酸ジ-2-エチルヘキシル(DEHP)について、改定指針値に対応した標準試験法として、日本薬学会編 衛生試験法・注解2015：追補2019において公表すべく準備を進めた。

B5: 室内空気環境汚染化学物質の標準試験法の国際規格化

分担研究課題5を取りまとめる田辺は、ISO/TC146 (大気の質) /SC6 (室内空気) 国際会議の議長(コンビナー)を務めている。2018年9月24日～28日に開催されたISO/TC146/SC6国際会議に参加することが適わなかったため、Co-ChairであるDr. Michael Wensing (Friedrich-Alexander-University of Erlangen- Nürnberg)より、現在アクティブな11のワーキンググループにおける活動情報を共有した。

2019年1月10日に開催されたISO/TC146/SC6国内対応委員会において、分担研究課題4で国内規格化されるDBPおよびDEHP標準試験法をISO16000-33:2017 Determination of phthalates with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)に加筆す

る方向で、ワーキンググループ20 (Phthalates) に新規提案(NWI)できるかどうか協議した。

B6: 室内空気環境汚染化学物質のオンサイト試験法の開発

オンサイト測定装置は、2つのポンプを装備し、1つは30 ml/minの空気を供給し、もう1つは15 ml/minの空気を吸引するように調整した。供給側の前段にはベントラインを設け、蓋と試験材の隙間からの汚染を制御した。

分析対象物質は、シロキサン6量体(D6)、ブチル化ヒドロキシトルエン(BHT)、フタル酸ジエチル(DEP)、リン酸トリブチル(TBP)、リン酸トリス(TCEP)、アジピン酸ジブチル(DBA)、DBP、リン酸トリフェニル(TPP)、アジピン酸ジオクチル(DOA)、DEHP、フタル酸ブチルベンジル(BBP)、リン酸トリス(TBEP)、フタル酸ジ- n -オクチル(DNOP)、フタル酸ジイソノニル(DINP)、フタル酸ジイソデシル(DIDP)とした。

1) バックグラウンド試験

マイクロチャンバーに試験片を設置せずに、オンサイト測定装置を24時間稼働させてバックグラウンド濃度を測定した。先行研究で実施したバックグラウンド試験ではDBPの高濃度の汚染が確認されたため、オンサイト測定装置に使用されるOリングを改良した。

2) トラベルブランク試験

清浄化したマイクロチャンバーを測定現場に運搬することを想定し、トラベルブランク値を測定した。チャンバーの移設状況を考慮して、保冷剤の(有り)と(無し)の2つの条件で行った。

3) 回収試験

オンサイト測定法を確立するためには、現場における放散実験終了後に、マイクロチャンバーを測定機器室に移設する必要がある。その際には、外気由来の汚染やチャンバー内に捕集された化学物質の欠失が懸念される。放散試験後、測定条件

①は保温バッグに保冷剤（有り）の状態です室内に4時間放置した後に加熱脱着を行った。測定条件②は、室内に4時間放置後、冷蔵庫に24時間保管した後に加熱脱着を行った。

【リスク評価グループ】

B7: 定常型放散源の探索・定量的リスク評価

VOCの放散源となり得る定常放散型家庭用品として、材質や機能の異なるレースカーテン25製品を選定した。測定対象物質は、室内濃度指針値が既設/新規検討されているVOCとした。

ISO 12219-3およびASTM D7706に準拠する超小形チャンバー装置を用いた放散試験を実施した。製品から放散されるVOCは、25°Cおよび40°Cの条件下、不活性ガスであるHeガスを50 mL/minで通気させ、ステンレス製Tenax TA捕集管に捕集した。捕集時間は原則60分とし、高濃度のVOCにより定量に支障がある場合は30分とした。VOCを捕集した後、加熱脱離-GC-MSに供してSIMモードで測定し、内部標準法で定量して放散速度および気中濃度増分子測値を算出した。

B8: 瞬時型放散源の探索・定量的リスク評価

1) 瞬時放散型家庭用品

繊維または室内消臭の目的で使用されるハンドポンプ式スプレー33製品を選定した。

2) 測定対象物質

測定対象物質は、室内濃度指針値の新規設定および改定の候補物質に挙げられているVOCを中心に、フタル酸エステル類9種、グリコール類21種、その他7種とした。

3) フタル酸エステル類の抽出

フタル酸エステル類9種とその他3種を対象として、スプレー製品からの溶媒抽出を行った。試料1 mLに飽和塩化ナトリウム水溶液9 mLを加えた後、内部標準物質が添加されたヘキサン10 mLを加え250回/minで10分振とうして3000 rpmで5分遠心機を用いて分離した。その上清を取り、再度ヘキサ

ン10 mLを加えて振とう、遠心を行い、2回目の上清を1回目と合わせて、測定試料とした。

4) フタル酸エステル類の分析

試料はGC-MS/MSに供し、SIMモードにより定量した。内部標準物質はDBP-*d*₄とDEHP-*d*₄を用いた。

5) グリコール類の抽出

グリコール類21種とその他7種を対象として、スプレー製品からの固相抽出を行った。試料0.5 mLに水4.5 mLを加えて希釈し、コンディショニングしたSupelclean™ ENVI-Carb Plus Reversible Tubeに通液した。その後、Supelclean にCarboxen™ 1000を連結して10分空気を吸引して乾燥させ、Supelclean にメタノール/ジクロロメタン (1:1) 5 mLを通液して対象物質を溶出した。無水硫酸ナトリウムで脱水して10 mLに定容し、そのうちの1 mLにISを添加して測定試料とした。

6) グリコール類の抽出および分析

試料はGC-MSに供し、SIMモードにより定量した。ISはジクロロベンゼン-*d*₄、プロピレングリコール-*d*₈、ナフタレン-*d*₈、ジエチレングリコール-*d*₈を用いた。

B9: ハザード情報収集・評価および国際的な規制動向の調査

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

国際機関や国内外の室内環境規制に関する報告書、関連学会の資料、関連論文をインターネットおよび文献データベースで調査している。近年、主だった活動が見受けられた世界保健機関欧州地

域事務局 (WHO欧州), ドイツ, フランス, カナダを主な調査対象国としている。

また, 国際シンポジウムや国際ワークショップに参加し, 国際的な動向や諸外国の動向に関する情報収集や情報交換を行っている。

B10: 気道刺激性および皮膚刺激性に関する情報収集・不足データの補完

室内環境汚染化学物質調査において検出された化学物質について初期曝露評価および初期リスク評価の終了した11物質中, 既にシックハウス検討会において指針値策定に関して議論された3物質 (2-Ethyl-1-hexanol, 2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol monoisobutyrate, 2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate) を除く8物質 (酢酸エチル, 酢酸ブチル, Propylene Glycol Monomethyl Ether (PGME), 3-Methoxy-3-methylbutanol (3M3MB), Diethylene Glycol Methyl Ether (DGME), Diethylene Glycol Ethyl Ether (DGEE), Propylene Glycol Monomethyl Ether Acetate (PGMEA), Methyl Isobutyl Ketone (MIBK)) について, 気道刺激性および皮膚刺激性に関する毒性情報を収集した。

B11: 吸収・分布・代謝・排泄に関する情報収集不足データの補完

室内空気環境汚染化学物質調査において検出された化学物質のうち, 2018年度は酢酸エチル, 酢酸ブチルおよびMIBKについて, 体内動態に関係する主立った論文を調査した。

(倫理面での配慮)

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

員会などに諮る必要のある案件ではないと判断している。

C. 研究結果および考察

【標準試験法グループ】

C1: 室内濃度指針値代替化学物質の調査研究

室内濃度指針値策定化学物質の用途として可塑剤について, US National Library of Medicine National Institutes of Health (PubMed) 検索を行い, 最新情報を収集した。Muchangosらの報告 [*Science of the Total Environment* **650** (2019) 1007–1018]によると, DEHPの出荷量は1996年に285,300t, ストック量は2001年に1,981,908tでピークとなり以降急激に減衰に転じている。Buiらの報告 [*Science of the Total Environment* **541** (2016) 451–467]によると, スウェーデンにおいて diisononyl cyclohexane-1,2 dicarboxylate (DINCH)の使用量の増加傾向が認められ, 2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate およびトリアセチンが室内空気に分布すると予測している。

文献調査の結果から抽出された代替可塑剤については, 健康リスクを未然に防止するために室内空気中の存在量の実態調査, 製品からの放散試験, ハザード情報の収集等を計画的に実施することが重要であると考えられた。

C2: 室内空気中総揮発性有機化合物(TVOC)試験法の開発

愛知県内の20家屋において, 「室内空気中化学物質の測定マニュアル」の新築住宅における採取法にしたがって室内空気2.8 Lを採取し, 加熱脱離-GC/MSでTVOCを測定した。その結果, 20家屋のTVOC濃度は33~3,240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で, 平均値は374 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 中央値は156 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。これらの中で, TVOCの暫定目標値である400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えたものは6家屋であった。

一過性に負荷したCO₂の減衰を基に各家屋の居室の換気回数を算出した結果, 0.19~1.7 回/hの範

囲で、平均値は0.79 回/h、中央値は0.65 回/hであった。

各家屋の居室において実測したTVOC濃度と換気回数から、各居室に固有のTVOC放散速度を算出したところ、546～76,200 $\mu\text{g}/\text{h}$ の範囲で、平均値は6,790 $\mu\text{g}/\text{h}$ 、中央値は2,890 $\mu\text{g}/\text{h}$ であった。

C3: 室内空气中揮発性有機化合物(VOC)・準揮発性有機化合物(SVOC)試験法の開発

1) 溶媒抽出法の確立

先行研究(H27-化学-指定-002)において溶媒抽出法の捕集管や抽出溶媒が検討された。それらの結果から、捕集剤に粒状活性炭を用いた捕集管を用い、二硫化炭素を抽出溶媒とした標準試験法を確立した。また、5機関での妥当性評価を行う前に、捕集管への添加方法、添加の再現性、通気量、添加後の安定性を確認した。

2) 溶媒抽出法の妥当性評価

本評価における添加量は、改定候補物質のうちキシレン(改定値 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)を元に、居住住宅を測定する際を想定し、144 L通気した場合の絶対量の概ね10分の1である3 μg (異性体の合計量として)とした。そのため、すべての物質の添加量は1 μg とし、両端をカットしたカーボンビーズに混合標準溶液を2 μL 添加して各参加機関に5本ずつ送付した。確立した方法を用いて、5機関で妥当性評価を実施した。各機関から、添加試料の定量値、検量線の最低濃度におけるS/N比およびそれぞれの機関における定量下限値等についてご報告いただき、その結果から、真度、併行精度、室内精度を算出する。現在、集計中である。

3) 溶媒抽出法の確立

国際規格で採用されているTenaxTA単層捕集管を用いた標準試験法を確立した。また、5機関での妥当性評価を行う前に、添加の再現性、添加後の安定性を確認した。

4) 加熱脱離法の妥当性評価

本評価における添加量は、改定候補物質のうち

エチルベンゼン(改定値 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)を元に、居住住宅を測定する際を想定し、3 L通気した場合の絶対量の概ね10分の1である17 μg とした。TenaxTA捕集管に混合標準溶液10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ を1.7 μL 添加して各参加機関に5本ずつ送付した。確立した方法を用いて、5機関で妥当性評価を実施した。各機関から、添加試料の定量値、検量線の最低濃度におけるS/N比およびそれぞれの機関における定量下限値等についてご報告いただき、その結果から、真度、併行精度、室内精度を算出する。現在、集計中である。

5) 測定マニュアルの再構成

現行の「室内空气中化学物質の測定マニュアル」は、2001年に作成されたものである。また、その後策定された指針値物質の測定は各通知による追補での提示となっており、各標準試験法を読み解くには非常に分かりにくい構造となっているため、再構成案を作成した。

C4: 室内空気環境汚染化学物質の標準試験法の国内規格化

既存の室内濃度指針値策定物質であるDBPおよびDEHPについて改定指針値に対応可能な標準試験法を策定した。日本薬学会編 衛生試験法・注解 2015：追補 2019にて公表された。

C5: 室内空気環境汚染化学物質の標準試験法の国際規格化

分担研究課題4で国内規格化されるDBPおよびDEHP試験法をISO 16000-33: 2017 [Indoor air -- Part 33: Determination of phthalates with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)]に加筆するためには、2019年10月にドイツで行われるISO/TC146/SC6国際会議においてワーキンググループ20 (Phthalates) で新規提案 (NWI)する必要がある。

本法は、ISO 16000-33: 2017に規定されるフロリジルカラムを用いたサンプリング方法と比較し

てバックグラウンドの低減化が十分に図られていることから、2019年度のISO/TC146 /SC6国際会議において提案していくことが望ましいと判断した。そのためには、DBPおよびDEHP標準試験法およびバリデーションの論文が必要である。

C6: 室内空気環境汚染化学物質のオンサイト試験法の開発

1) バックグラウンド試験

分析対象の物質のうち、C16, DBPが高濃度で検出された。DBPは先行研究で1,167 ngが検出されていたが、今回DBPは387 ngであった。先行研究の結果に比べコンタミは低減化されたが、実用化に向けて更に改善すべきと考えられる。

2) トラベルブランク試験

トラベルブランク値の検出限界は、3 ng以下である。保冷剤（無し）の場合、C16, DBP, C20, DEHP, DINPが検出された。C16, C20, DBPの検出濃度は5 ng程度で、極めて低濃度であった。保冷剤（有り）の条件では、D6, C16, DBP, DEHP, DINPが検出された。D6, C16, DBPは検出濃度が極めて低かった。DEHPの結果から見ると、保冷剤（無し）と（有り）の条件で、それぞれ34, 14 ngが検出された。また、DINPも保冷剤（無し）の条件で13 ngが検出された。

3) 回収試験

本研究で使用した試験片より、DEP, DBP, C20, DOA, DEHPが検出された。マイクロチャンバー測定法(JIS A 1904)に従った場合、建材からの放散量はDEP 14 ng, DBP 150 ng, C20 30 ng, DOA 50 ng, DEHP 2,100 ngであった。保冷剤（有り）で室内に4時間放置した条件①と室内に4時間放置した後に冷蔵庫に24時間保管した条件②の結果より、試験片からは放散されていないD6, DIDP, TPP, DNOPの汚染が確認された。汚染の原因は、保冷靴や保冷剤袋がPVC材質であるためと考えられた。

【リスク評価グループ】

C7: 定常型放散源の探索・定量的リスク評価

室内空気環境汚染化学物質の定常型放散源を探索する目的で、室内環境における容積負荷率が高く、一般的にどの家庭にも常置されるレースカーテンについて素材の異なる25製品を入手し、超小形チャンバー装置を用いた放散試験を実施した。

シックハウス検討会において初期暴露評価・初期リスク評価が終了した11化学物質について放散速度および気中濃度増分予測値を算出した。室内濃度指針値策定の候補となっている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、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がレースカーテンから高頻度で検出されたことから、レースカーテンは定常型放散源の一つであることが明らかになった。

C8: 瞬時型放散源の探索・定量的リスク評価

スプレー33製品のうち、フタル酸エステル類は6製品から4化合物 (0.47~9.8 mg/L) が、グリコール類は32製品から15化合物 (0.46~3,200 mg/L) が、VOCは8製品から2化合物 (0.51~10 mg/L) が検出された。検出した化合物について製品使用時の平均室内空気濃度を算出したところ、フタル酸エステル類およびVOC は室内濃度指針値案と比べて十分に低い値となり、室内空気汚染の放散源となり得る可能性は低いことが考えられた。一方、グリコール類ではジエチレングリコールモノメチルエーテルおよびジエチレングリコールモノエチルエーテルが比較的高い濃度を示し、製品使用時に室内空気質への寄与が高くなることが予想された。そのため、スプレー製品はグリコール類の放散源となり得る可能性が高い製品群であることが明らかとなった。

C9: ハザード情報収集・評価および国際的な規制動向の調査

2018年度は、厚生労働省シックハウス検討会で初期暴露評価・初期リスク評価を実施した VOC 11 物質のうち 5 物質について、有害性や量反応関係

等に関する情報を収集した。また、既存の室内濃度指針値策定物質に関する有害性や量反応関係等の情報について、各物質の室内濃度指針値策定以降の情報を収集した。この情報は、既存の室内濃度指針値策定物質の指針値見直しに利用可能となるものである。2018年度の調査対象物質は、新規5物質として、PGME, PGMEA, 3M3MB, DGME, DGEE, また既存指針値3物質として、エチルベンゼン、スチレン、パラジクロロベンゼンである。

国際的な規制動向の調査

1) 諸外国の室内空気質ガイドライン

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。WHOは、空気質ガイドラインを今後アップデートするにあたり、近年のエビデンスのレビューを2015年に実施し、10月にボンで開催された専門家会合での評価結果を公表している。そして、昨年度公表されたWHOのガイドラインに関する資料の中で、PM10, PM2.5, 二酸化窒素, 二酸化硫黄, 一酸化炭素に関する短時間曝露と長時間曝露のガイドラインのアップデートを今後実施すると報告している。2018年10月30日から11月1日にかけてスイスのジュネーブで開催された「大気汚染と健康に関する世界会合: FIRST GLOBAL CONFERENCE ON AIR POLLUTION AND HEALTH: Improving Air Quality, Combatting Climate Change - Saving Lives」においては、2016年以降空気質ガイドラインのアップデートを進めており、粒子状物質, 二酸化窒素, オゾン, 二酸化硫黄, 一酸化炭素, 自然起源のミネラルダストのガイドラインを現在検討中と報告していた。自然起源のミネラルダストは、粒子状物質に関連して、砂漠のダストを意図しているようであった。なお、分担研究者である東は、WHOの「住宅と健康ガイドライン: Housing and Health Guidelines」

の開発グループに属していたが、2018年11月27日にガイドラインが公表され、このガイドラインの担当者が同年11月からAir pollution and urban health部門のコーディネータとなり、今後もWHOの活動に協力していく。

2018年度以降に公表された諸外国の室内空気質ガイドラインを調査した結果、ドイツ連邦環境庁は、2-フェノキシエタノールの指針値Iとして0.03 mg/m³が新たに設定された。

フランス環境労働衛生安全庁(ANSES)は、ホルムアルデヒドの室内空気質ガイドラインを100 µg/m³に改正した。これは、2010年にWHOが設定した室内空気質ガイドラインにあわせたものである。また、トルエンの室内空気質ガイドラインを20 mg/m³に設定した。ヒトにおける神経学的影響(視覚や行動, 色覚異常)が根拠となっている。カナダ保健省では、2017年度に新たに公表された室内空気質ガイドラインはなかった。但し、カナダの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。但し、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。IARLsは、室内空気質ガイドラインとは別に、25物質に設定されている。

2) 国際シンポジウムやワークショップ

2018年9月16日から18日にかけてドイツのベルリンで開催されたドイツ連邦環境庁主催のInternational Conference on Risk Assessment of

Indoor Air Chemicals に参加し、日本の状況について講演を行った。このシンポジウムの内容は、国際雑誌に掲載する計画を進めている。2018年11月8日から9日にかけて台湾の台南で開催された台湾成功大学主催の International Indoor Air Quality Workshop に参加し、日本の状況について講演を行った。11月9日には、台湾環境庁を訪問し、室内空気汚染物質のリスク評価とリスク管理に関する議論を行った。フランス ANSES は、室内ダスト中化学物質のガイドラインの検討を行っている。但し、その方法論を検討するにあたり、各国の専門家からの意見を収集しており、2019年春頃に非公開の国際ワークショップを開催する計画を進めている。分担研究者である東にも健康リスク評価の専門家としての意見を求められ、11月末に意見書を提出している。2019年春頃のワークショップにも参加予定である。

諸外国における取り組みは、室内空気質ガイドラインの作成に重点が置かれている。目標となる気中濃度を設定し、それを目指した発生源対策等を行うアプローチである。とりわけドイツ連邦環境庁は、継続的に室内空気質ガイドラインを設定している。フランスとカナダも、ドイツほど頻度は高くないが、継続的に室内空気質ガイドラインを新設している。特にカナダは、2018年2月に25物質に対して室内空気評価値を設定し、室内空気質ガイドラインが設定されていない室内空気汚染物質の健康リスクを公衆衛生専門家が評価できるように行政的なサポート体制を整えている。また、室内濃度指針値の新規策定や既存策定物質の改定に資する有害性情報を収集しており、計画通り進捗している。これらの調査結果は、本研究で最終的にとりまとめる室内空気汚染物質の室内濃度指針値策定における科学的エビデンスに反映させる。

C10: 気道刺激性および皮膚刺激性に関する情報収集・不足データの補完

初期曝露評価および初期リスク評価の終了した

11物質中、既にシックハウス検討会において指針値策定に関して議論された3物質を除く8物質について、気道刺激性および皮膚刺激性に関する毒性情報を収集した結果、我が国のGHS分類評価結果(2018年12月更新)で気道刺激性に分類されているものは8物質中4物質(酢酸エチル、酢酸ブチル、MIBK、PGMEA)であった。それら4物質についてアメリカ合衆国産業衛生専門官会議(American Conference of Governmental Industrial Hygienists: ACGIH)における評価結果および日本産業衛生学会における許容濃度等の勧告から判断した結果、調査対象とした物質の中ではMIBKの有害性が高いことが示唆された。なお、対象とした8物質についてGHS分類評価結果で皮膚腐食性/刺激性に分類されている物質はなかった。

C11: 吸収・分布・代謝・排泄に関する情報収集不足データの補完

1) 酢酸エチル

ヒトにおける酢酸エチルの吸収率は56%以上と高く、また動物実験から吸収量のおよそ半分が上気道で加水分解を受けていることが明らかにされている。酢酸エチルは体内のエステラーゼによって加水分解を受け、酢酸とエチルアルコールに代謝されることが知られており、ラットでは吸入した酢酸エチルの10~35%が上気道を通過する間に体内に取り込まれ、その40~65%がこの部位で加水分解されることが報告されている。ラットに酢酸エチルを吸入させた場合、血液中のエチルアルコール濃度は、酢酸エチルの曝露の濃度および時間の増加に伴い上昇し、肝臓や脳からも検出されている。ヒトにおける酢酸エチルの尿中排泄については、ばく露時間内にほぼ限られていたとの報告があった。これらの結果より、酢酸エチルを吸入した場合、その多くが上気道組織で加水分解されるため、この部位での代謝物濃度は増加する一方、酢酸エチルの循環系への移行量は減少

しているものと考えられている。

2) 酢酸ブチル

酢酸ブチル異性体のうち、酢酸 *n*-ブチル、酢酸イソブチルおよび酢酸 *sec*-ブチルは、皮膚、消化管から容易に吸収され、血液、肝臓、小腸および気道中で容易に加水分解を受けるが、酢酸 *tert*-ブチルは他の酢酸ブチル異性体に比べ加水分解性が低いことが動物実験により示されている。ラットに酢酸 *n*-ブチル 4,840 mg/m³ を 1 時間ばく露した際の血中の酢酸 *n*-ブチル濃度は 24.5 ± 3.8 μmol/L (2.9 ± 0.4 mg/L) であり、*n*-ブタノール濃度は 52.4 ± 10.3 μmol/L (3.9 ± 0.8 mg/L) であることが報告されている。また、ラットにおける酢酸 *tert*-ブチル 22,264 mg/m³ の 2 時間吸入試験では、酢酸 *tert*-ブチルの血中濃度は約 400 μmol/L (46.5 mg/L) まで上昇し、ばく露停止後、酢酸 *tert*-ブチルは二相性（半減期：5 分および 70 分）で排泄されている。酢酸ブチルについては、酢酸 *tert*-ブチルと他の異性体では体内動態が異なるため、それぞれの違いを認識した上で評価する必要性が示唆された。

3) MIBK

MIBK は肺、消化管および皮膚から吸収され、4-ヒドロキシ MIBK (4-OHMiBK) および 4-メチル-2-ペンタノール (4-MPOL) へ代謝されることが報告されている。MIBK を実験動物へ吸入ばく露又は経口投与した場合、血漿並びに肝臓および肺における MIBK 濃度は投与量および曝露濃度と有意な相関関係が認められている。4-OHMiBK についても用量依存性がみられたが、4-MPOL は吸入ばく露においてのみ検出され、経口投与では血漿、肝臓および肺のいずれからも検出されていない。ボランティアに MIBK 10, 100 あるいは 200 mg/m³ を軽運動させながら 2 時間吸入させたところ、肺からの吸収はばく露濃度や時間に依存せず、約 60% であることが報告されている。MIBK は、ばく露開始とともに速やかに血中に移行し、その平均クリアランス (1.56~1.62 L/hr/kg) はばく露

濃度による差はなく、血中からの消失は 2 相性である。MIBK の尿中への排泄は総吸収量の 0.022 ~ 0.048% であり、4-OHMiBK および 4-MPOL は検出限界値 (0.5 μg/L) 未満であることが明らかにされている。MIBK は、肺、消化管、皮膚から吸収され、特に肺からの吸収が速く、血中濃度も急速に上昇するため、毒性の種類によっては注意が必要と考えられた。

室内空気環境汚染化学物質調査において検出された化学物質のうち、酢酸エチル、酢酸ブチルおよび MIBK について、体内動態に関する論文を調査した。その結果、実験動物およびヒトにおける酢酸エステル類並びに MIBK の体内動態に関して、室内濃度指針値の見直しに必要と思われる情報が得られた。

D. まとめ

厚生労働省のシックハウス検討会は、2018 年 12 月 27 日に第 23 回検討会を開催し、キシレン、DBP、DEHP について指針値の改定（規制強化）を最終決定した（医薬・生活衛生局長通知：薬生発 0117 第 1 号 2019 年 1 月 17 日）。室内濃度指針値の改定は、実に 17 年ぶりのことである。他方、第 23 回検討会までに詳細曝露評価および詳細リスク評価を実施してきた 2-Ethyl-1-hexanol, 2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate, 2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol monoisobutyrate については、関係者が対策を講ずるに当たり、科学的知見のさらなる収集が必要であり、また技術的観点から実効性に疑義のある値が提案されている可能性があるとのパブリックコメント等の意見を踏まえ、ヒトへの安全性に係る情報、代替物の情報等を引き続き集積し、国際動向も踏まえながら、指針値について再検討することとなった。

本研究課題に参画する 6 名の研究者（酒井信夫、神野透人、香川聡子、田辺新一、東賢一、斎藤育江）は、「シックハウス検討会」の構成員を務めており、

本研究課題における【標準試験法グループ】および【リスク評価グループ】の研究成果を随時提供することにより検討会の円滑な運営に引き続き貢献していく。さらに、室内空気に係る厚生労働科学研究の代表者を交えて厚生労働省 医薬・生活衛生局 医薬品審査管理課 化学物質安全対策室の担当官と定期的に協議することにより、指定型研究の使命を果たすべく、行政ニーズの把握と支援体制の構築を強化していく。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 酒井信夫, 田原麻衣子, 高木規峰野, 吉野由美子, 遠山友紀, 五十嵐良明: 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. 国立医薬品食品衛生研究所報告, **136**, 40-51 (2018).
- 2) 田原麻衣子, 杉本直樹, 香川(田中)聡子, 酒井信夫, 五十嵐良明, 神野透人: ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドの定量分析における qNMR を用いたトレーサビリティの確保. 薬学雑誌, **138**, 551-557 (2018).
- 3) マキジェシカ百合香, 金炫兌, 田辺新一, 小金井真: 建材からの SVOC 放散速度に関する研究. 日本建築学会中国支部研究報告集, **42**, 443-446 (2019).
- 4) Matsunaga Y, Kim H, Tanabe S: Development of on-site measurement method to measure SVOC emission rate. 15th International conference of Asian Urban Environment. 545-548 (2018).
- 5) 松永悠里, 金炫兌, 田辺新一, 小金井真: マイクロチャンバーを用いた SVOC 物質の現場測定方法の開発. 日本建築学会中国支部研究報告集, **42**, 439-442 (2019).
- 6) Azuma K, *et al.*: Effects of low-level inhalation

exposure to carbon dioxide in indoor environments: A short review on human health and psychomotor performance. *Environment International* **121**: 51–56, 2018.

- 7) Azuma K, *et al.*: Occupational exposure limits for ethylidene norbornene, ethyleneimine, benomyl, and 2,3-epoxypropyl methacrylate, and classifications on carcinogenicity. *J Occup Health*, **60** (4): 333–335, 2018.
- 8) 東賢一: 住環境の健康リスク要因とそのマネジメントに関する国内外の動向. 日本衛生学雑誌; **73** (2), 143–146, 2018.
- 9) 東賢一: シックハウス(室内空気汚染)問題に関する国内での取り組みについて. ビルと環境; **161**, 51–55, 2018.
- 10) 東賢一: 室内環境中における二酸化炭素の吸入曝露によるヒトへの影響. 室内環境; **21** (2), 113–120, 2018.
- 11) Hanioka N, Ohkawara S, Isobe T, Ochi S, Tanaka-Kagawa T, Jinno H.: Regioselective glucuronidation of daidzein in liver and intestinal microsomes of humans, monkeys, rats, and mice. *Arch Toxicol* 2018; **92**: 2809-2817
- 12) Isobe T, Ohkawara S, Ochi S, Tanaka-Kagawa T, Jinno H, Hanioka N.: Naringenin glucuronidation in liver and intestine microsomes of humans, monkeys, rats, and mice. *Food Chem Toxicol* 2018; **111**: 417-422.

2. 学会発表

- 1) 酒井信夫, 田原麻衣子, 遠山友紀, 吉野由美子, 五十嵐良明, 奥田晴宏, 千葉真弘, 柴田めぐみ, 佐々木陽, 佐藤由紀, 竹熊美貴子, 横山結子, 大竹正芳, 角田徳子, 上村仁, 田中礼子, 高居久義, 反町守, 川尻千賀子, 小林浩, 鈴木光彰, 山本優子, 大野浩之, 岡田万喜子, 中嶋智子, 吉田俊明, 古市裕子, 八木正博, 伊達英代, 荒尾真砂, 松本弘子, 塩川敦司: 平成 29

- 年度 室内空気環境汚染に関する全国実態調査. 第 55 回全国衛生化学技術協議会年会 (2018.11)
- 2) 田原麻衣子, 酒井信夫, 五十嵐良明: 子供向けラグから放散される揮発性有機化合物に関する研究. 第 55 回全国衛生化学技術協議会年会 (2018.11)
 - 3) 千葉真弘, 大泉詩織, 武内伸治, 斎藤育江, 大貫文, 田原麻衣子, 酒井信夫: 溶媒抽出法を用いた室内空气中揮発性有機化合物の分析における副生成物について. 第 55 回全国衛生化学技術協議会年会 (2018.11)
 - 4) 菱木麻佑, 大貫文, 千葉真弘, 大泉詩織, 田原麻衣子, 酒井信夫, 斎藤育江, 小西浩之, 守安貴子: 固相吸着/溶媒抽出法による TVOC 試験法の検討. 第 55 回全国衛生化学技術協議会年会 (2018.11)
 - 5) 酒井信夫: 室内空気の規制に関する最新情報. 第 55 回全国衛生化学技術協議会年会 (2018.11)
 - 6) 大泉詩織, 千葉真弘, 斎藤育江, 大貫文, 香川 (田中) 聡子, 神野透人, 田原麻衣子, 酒井信夫: 溶媒抽出法による室内空气中のグリコールエーテル類及び環状シロキサン類分析の検討. 平成 30 年室内環境学会学術大会 (2018.12)
 - 7) 田原麻衣子, 河上強志, 酒井信夫, 五十嵐良明: スプレー製品中フタル酸エステル類の室内空気への負荷, 日本薬学会第 139 年会 (2019.3)
 - 8) 香川 (田中) 聡子, 大河原晋, 百井夢子, 磯部隆史, 青木明, 植田康次, 岡本誉士典, 越智定幸, 埴岡伸光, 神野透人: 室内環境化学物質による侵害刺激の相乗作用, 第 45 回日本毒理学学会学術年会 (2018.7)
 - 9) 香川 (田中) 聡子, 斎藤育江, 酒井信夫, 河上強志, 田原麻衣子, 上村仁, 千葉真弘, 大貫文, 大泉詩織, 武内伸治, 磯部隆史, 大河原晋, 越智定幸, 五十嵐良明, 埴岡伸光, 神野透人: 室内空气中 Dibutyl phthalate および Di (2ethylhexyl) phthalate 標準試験法の構築と妥当性評価, フォーラム 2018 衛生薬学・環境トキシコロジー (2018.9)
 - 10) 香川 (田中) 聡子, 長谷川達也, 武内伸治, 斎藤育江, 酒井信夫, 河上強志, 田原麻衣子, 上村仁, 大貫文, 磯部隆史, 越智定幸, 五十嵐良明, 大河原晋, 埴岡伸光, 神野透人: ハウスダストを介した金属類の曝露に関する研究, メタルバイオサイエンス研究会 2018 (2018.11)
 - 11) 香川 (田中) 聡子, 斎藤育江, 酒井信夫, 河上強志, 田原麻衣子, 上村仁, 千葉真弘, 武内伸治, 大貫文, 大泉詩織, 磯部隆史, 越智定幸, 大河原晋, 五十嵐良明, 埴岡伸光, 神野透人: 室内空气中フタル酸エステル類の固相吸着-溶媒抽出法を用いた GC/MS 標準試験法の確立: 平成 30 年室内環境学会学術大会 (2018.12)
 - 12) 斎藤育江, 大貫文, 酒井信夫, 遠藤治, 杉田和俊, 外山尚紀, 鳥羽陽, 中島大介, 星 純也, 河上強志, 田原麻衣子, 上村仁, 千葉真弘, 大泉詩織, 磯部隆史, 大河原晋, 五十嵐良明, 埴岡伸光, 神野透人, 香川 (田中) 聡子: 衛生試験法・注解 空気試験法 フタル酸ジ-n-ブチルおよびフタル酸ジ-2-エチルヘキシル, 日本薬学会第 139 年会 (2019.3)
 - 13) 外山尚紀, 遠藤治, 斎藤育江, 酒井信夫, 杉田和俊, 鳥羽陽, 中島大介, 星純也, 神野透人, 香川 (田中) 聡子: 衛生試験法・注解 空気試験法 アスベスト, 日本薬学会第 139 年会 (2019.3)
 - 14) 神野透人: 室内空気汚染物質の実態把握と気道障害性の予測, シンポジウム「室内環境における化学物質管理の現状と関連法規制の動向」, 環境科学会 2018 年会 (2018.9)
 - 15) 青木明, 河合龍也, 岡本誉士典, 植田康次, 磯部隆史, 大河原晋, 埴岡伸光, 香川 (田中) 聡

- 子, 神野透人: ゲノム編集技術を用いた IL-8 GFP assay の開発, 第 45 回日本毒性学会学術年会 (2018.7)
- 16) 山浦雄, 近藤瑞季, 森葉子, 青木明, 岡本誉士典, 植田康次, 磯部隆史, 大河原晋, 埴岡伸光, 香川 (田中) 聡子, 神野透人: 水銀の部位特異的腎毒性発現機構の解明に向けた *in vitro* 評価系の開発に関する研究, メタルバイオサイエンス研究会 2018 (2018.11)
- 17) 小林秀平, 磯部隆史, 大河原晋, 加藤輝隆, 香川 (田中) 聡子, 神野透人, 埴岡伸光: ヒト肝ミクロゾームにおける降圧薬エナラプリルの加水分解反応に対する 2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールジイソブチラートの影響, 日本薬学会第 139 年会 (2019.3)
- 18) 森葉子, 土屋萌英里, 青木明, 岡本誉士典, 植田康次, 磯部隆史, 大河原晋, 香川 (田中) 聡子, 埴岡伸光, 神野透人: 消化管内分泌細胞に発現する苦味受容体および G α タンパク質の解析, 日本薬学会第 139 年会 (2019.3)
- 19) 大河原晋, 浦田葉月, 今田翔子, 磯部隆史, 埴岡伸光, 神野透人, 金谷貴行, 羽田紀康, 大塚功, 香川 (田中) 聡子: 線虫捕食糸状菌 *Hirsutella rhossiliensis* 由来糖脂質によるサイトカイン産生, 日本薬学会第 139 年会 (2019.3)
- 20) Yuri Matsunaga, Hyuntae Kim, Shin-ichi Tanabe, Development of on-site measurement method to measure SVOC emission rate, 15th International Conference of Asian Urban Environment, pp.545-548. 2018.10
- 21) 河上強志, 伊佐間和郎, 五十嵐良明, 神野透人: Direct peptide reactivity assay (DPRA) を用いた揮発性及び準揮発性有機化合物類の感作性評価. 第 62 回日本薬学会関東支部大会 (2018.9)
- 22) 河上強志, 田原麻衣子, 五十嵐良明: 放散型家庭用品等を使用されるイソチアゾリノン系防腐剤について. 第 48 回日本皮膚免疫アレルギー学会総会学術大会 (2018.11)
- 23) Azuma K, Tanaka-Kagawa T, Jinno H. Health risk assessment of inhalation exposure to long-chain aliphatic hydrocarbons and aldehydes, TMB, MCH, and MIBK in indoor environments. The Joint Annual Meeting of the International Society of Exposure Science and the International Society for Environmental Epidemiology, Ottawa, Canada (2018.8)
- 24) 東賢一. WHO や諸外国の取り組みと室内汚染物質の健康リスク, 環境科学会 2018 年会シンポジウム (2018.9).
- 25) Azuma K. Japanese indoor air quality guidelines for selected pollutants: past approach, current status, and future issues. International Conference on Risk Assessment of Indoor Air Chemicals (Indoor Air Toxicology), hosted by the German Federal Environment Agency, Umweltforum, Berlin, Germany (2018.9).
- 26) Azuma K. Indoor air quality guidelines and health risk assessment for indoor air pollutants – past approach and future issues in Japan –, Indoor Air Quality International Workshop, National Cheng-Kung University, Tainan, Taiwan (2018.11).
- 27) 東賢一: 健康リスクの立場からみた環境過敏症の予防について. 平成 30 年度室内環境学会学術大会 (2018.12).

3. 著書

- 1) 香川 (田中) 聡子, 遠藤治, 斎藤育江, 酒井信夫, 神野透人, 杉田和俊, 鳥羽陽, 中島大介, 星純也, 衛生試験法・注解 空気試験法 フタル酸ジ-*n*-ブチルおよびフタル酸ジ-2-エチルヘキシル, 日本薬学会編 衛生試験法・注解 2015 : 追補2019
- 2) 酒井信夫, 解説 室内濃度指針値の改定, 日本薬学会編 衛生試験法・注解2015: 追補2019

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし