

厚生労働科学研究費補助金（化学物質リスク研究事業）
（H29-化学-一般-004）
分担研究報告書

室内環境中の化学物質リストに基づく優先取組物質の曝露・リスク評価

研究分担者：

雨谷 敬史（静岡県立大学食品栄養科学部・教授）

三宅 祐一（静岡県立大学食品栄養科学部・助教）

久米 一成（東京都市大学環境学部・客員教授）

研究要旨

本サブテーマ（a）では、曝露評価・リスク評価を担当し、防災カーテンやハウスダスト中の難燃剤の網羅的な定性・定量分析法の開発、カーテン中の難燃剤使用状況およびハウスダスト中の難燃剤汚染実態の調査、カーテンからダストへの難燃剤の移行メカニズムの解明、ハウスダストに含まれるリン系難燃剤の曝露・リスク評価をおこなった。

これまでに本研究で構築した完全溶解法と精密質量数を組み合わせた定性分析法により、新しいリン系難燃剤として 6-benzylbenzo[c][2,1]benzoxaphosphinine 6-oxide (BzIDPOPO), (5-ethyl-2-methyl-2-oxido-1,3,2-dioxaphosphorinan-5-yl)methyl methyl methylphosphonate (PMMMP), naphthalen-2-yl diphenyl phosphate (NDPhP) の 3 種を市販の防災カーテンから初めて検出した。これらの研究結果を踏まえ、本年度は、2015–2019 年に国内の 29 軒の一般住宅から採取したハウスダスト中のリン系難燃剤の濃度を実測し、経口と経皮の曝露経路を想定して曝露量を推算した上で、ハウスダストに含まれるリン系難燃剤の曝露・リスク評価をおこなった。MOE が最も低かった（最もリスクが懸念される可能性のある）物質は Tris(butoxyethyl)phosphate (TBOEP) であり、その値は 6500（成人）と 940（児童）であった。基準となる数値である 100,000（成人）および 10,000（児童）と比較し、低い値であるため、ハウスダストを介した TBOEP の経口・経皮曝露に伴うリスクは成人、児童ともに懸念されるレベルであることが明らかとなった。一方、TBOEP 以外のリン系難燃剤の経口・経皮曝露に伴うリスクは懸念されるレベルではなかった。

また、「室内に存在する化学物質リスト」で高懸念物質として挙げられたグリオキサールやグルタルアルデヒドについて、一般住宅の空気中濃度を測定し、汚染実態調査を行った。同時にホルムアルデヒドも測定した。4 戸の一般住宅におけるグルタルアルデヒドの室内空気中濃度は、グルタルアルデヒドが室内中で使用されている病院の室内空気中濃度（1.30–19.6 ppbv）（Katagiri et al., 2006）と比較し、低かった。しかし、検出率は 100% であった。なお、同時に測定したホルムアルデヒドの室内空気中濃度は、本年度測定したすべての住宅にて室内濃度指針値（80ppbv）を超過していた。

A．研究目的

室内環境ガイドラインが設定されて以降、現在でもシックハウス問題の懸念が存在している。本研究班では、平成26年～28年の本事業において、室内に存在する可能性がある化学物質1698種の名称、性状、用途、毒性情報、感作性情報を網羅的に収集した「室内環境中の化学物質リスト1698」を開発した。しかし、このリストには、曝露情報、毒性情報ともに空白があり、懸念が高い物質から空白を埋めていく必要がある。この中でも、難燃剤や殺虫剤はWHO guidelines for indoor air quality (WHO 室内空気質ガイドライン)にも挙げられている、優先度が高い物質である。このうち、難燃剤では、以前使用されていたヘキサブROMシクロドデカン(HBCD)が規制されたことにより、代替品が使用され始めている。これまでの研究では、HBCD代替品を含む有機リン系及び臭素系難燃剤について曝露評価、ハザード評価を連携して行い、臭素系難燃剤のリスクより、有機リン系の難燃剤のリスクがより高いと推定されることや、新規化合物が続々と使用されていることなどが判った。

本サブテーマでは、H29年度に化学構造が未知である難燃剤の簡易かつ迅速な定性分析法の開発を目的として、完全溶解法と精密質量数を組み合わせた定量分析スキームの開発を行った。次に本方法を用いて、化学構造が未知である難燃剤も含めた、防災カーテン中の臭素系および有機リン系難燃剤の網羅的な定量分析を行った。

カーテン中の難燃剤のヒトへの曝露経路を明らかにするため、H30年度に防災カーテン中の臭素系および有機リン系難燃剤の網羅的な定量分析結果を踏まえ、難燃剤の主要な曝露媒体であるハウスダストへの移行メカニズムの解明を行った。

そこで、本年度は、2015-2019年に国内の29軒の一般住宅から採集したハウスダストに対して、有機リン系難燃剤の濃度レベルを実測した上で、新規有機リン系難燃剤の汚染実態を把握し、さらにハウスダスト中の各有機リン系難燃剤濃度を用いて、ハウスダストの経口・経皮曝露に伴うリスク(MOE)を推算した。

また、本研究では、難燃剤の他、「室内に存在する化学物質リスト1698」から有害性と曝露可能性が高い物質としてグリオキサールやグルタルアルデヒドについて、2,4-ジニトロフェニルヒトラジン(DNPH)含浸シリカゲルを用いた分析法を開発し、一般住宅の室内空气中濃度の測定を行うことにより実際の曝露量を求めることを目的とした。

一方、サブテーマ(d)では、室内化学物質エミッション評価についての検討を行った。室内空気汚染対策として厚生労働省では、室内空気汚染に係る13物質の室内濃度指針値を設定し、建築基準法ではホルムアルデヒドを発散する建材の使用制限をするなど、それらの対策効果により室内環境は改善されてきた。しかし、家具や電化製品など室内に持ち込まれた部材から発生する未規制の化学物質の問題が残されている。

室内に持ち込まれる物としてカーテンは、一般家庭室内では窓等に設置されており、その使用頻度や面積・容積規模から、化学物質が放散された場合、室内環境への負荷率が大きい家庭用品である。防災カーテンの難燃剤は代替化が進んでいるが、その代替難燃剤の有害性が不明なものも多く、代替品による新たなリスクの発生が懸念される。これら難燃剤のようなSVOCは室内空気よりハウスダストから高濃度で検出され、ヒトへの曝露経路としてハウスダストの摂取が重要な経路であるとされている。そこでダストへ移行経路を明らかにするためにハウスダストに含まれる難燃剤濃度の実態調査及び化学物質の放散源実態調査を行うための試料採取を実施した。

B．研究方法

サブテーマ(a)

(a-1) ハウスダストに含まれる有機リン系難燃剤の曝露・リスク評価

本研究では、初年度に行った防災カーテン中の有機リン系難燃剤の網羅的な定量分析に関する研究成果として得られた3種類の新規有機リン系難燃剤である6-benzylbenzo[c][2,1]benzoxaphosphinine 6-oxide (BzIDPO) (5-ethyl-2-methyl-2-oxido-1,3,2-dioxaphosphorinan-5-yl)methyl methyl

methylphosphonate (PMMMP) Naphthalen-2-yl diphenyl phosphate(NDPhP)に加え PMMMP の二量体である bis [(5-ethyl-2-methyl-1,3,2-dioxaphosphorinan-5-yl)methyl]methyl phosphonate p,p'-dioxide(di-PMMMP)を含む、合計 19 種類の有機リン系難燃剤を測定対象とした(表 1)。

ハウスダストは 2015-2019 年に国内の 29 軒の一般住宅から採取した。そのうち、季節により PFRs の濃度変化の有無を調査するため、2017 年に、同じ住宅 (n=7) において夏季と冬季のダストをそれぞれ採集した。ダストの採取には紙パック式の掃除機を用いた。採集したダストサンプルはステンレス篩(メッシュサイズ 250 μm) にかけて後、適量を円筒形ろ紙に取り出した。ソックスレー抽出器を用いてジクロロメタンにより 18 時間抽出を行った。抽出液はロータリーエバポレーターと窒素パージにより濃縮を行った後、アセトニトリルへ溶媒交換し、液体クロマトグラフ-タンデム型質量分析計(LC-MS/MS)にて分析を行った。Tris(butoxyethyl)phosphate (TBOEP)- d_{12} 、Tris(2-chloroethyl)phosphate (TCEP)- d_{12} 、Tris(2-ethylhexyl)phosphate (TEHP)- d_{51} 、Tricresyl phosphate (TCsP)- d_{21} 、Triphenyl phosphate (TPhP)- d_{15} をクリーンアップスパイクとして、Tributyl phosphate (TBP)- d_{27} をシリンジスパイクとして用いた。

曝露量は、経口曝露量と経皮曝露量を別々に推算し、合計することで 1 日当たりの曝露量を推算した。体重は成人 60 kg、児童 18 kg を用いた。経口曝露量の推算には、成人の 1 日当たりのダスト摂取量として 30 mg (最大摂取量: 50 mg) を用い、児童の 1 日当たりのダスト摂取量は 60 mg (最大摂取量: 200 mg) を用いた。経皮曝露量の推算については、成人の曝露する皮膚表面積として 4154 cm^2 、皮膚のダスト付着量として 0.01 mg cm^{-2} を用い、児童の場合は 2308 cm^2 および 0.04 mg cm^{-2} をそれぞれ用いた。リスクの指標である曝露マージン(MOE)は、無毒性量(No Observed Adverse Effect Level: NOAEL) ($\text{mg kg-bw}^{-1} \text{day}^{-1}$) などの毒性値を、1 日の推定曝露量 ($\text{mg kg-bw}^{-1} \text{day}^{-1}$) (経口および経皮曝露量の和) で除して求めた。

(a-2) 室内空気中のグリオキサールおよびグルタルアルデヒドの測定

測定対象物質はグルタルアルデヒド、グリオキサール、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトンとした。DNPH 含浸シリカゲルを充填した多孔質テフロンチューブをパッシブサンプラー(図 1)として用い、一般住宅 4 戸にて 24 時間の捕集を行った(2017 年夏季、 $n=2$)。捕集後、20 vol% ジメチルスルホキシド(DMSO) / アセトニトリル混合液を抽出溶媒として用いてアルデヒド類を抽出した後、分析を行った。内標準物質としては DNPH 誘導化したホルムアルデヒド- d_2 とアセトン- d_6 を用いた。

アルデヒド類の分析には、液体クロマトグラフ-タンデム質量分析装置(LC-MS/MS) (Ultimate 3000 - Endura, Thermo Scientific) を用い、カラムは Knitex C18 (長さ 5.0 mm、内径 2.1 mm、粒径 1.3 μm 、島津製作所) を用いた。移動相にはメタノールと Milli-Q 水を使用した。イオン化法はエレクトロスプレーイオン化(ESI)(Negative)を使用し、イオン化電圧を 3300 V、イオントランスファークラップおよびペーパライザー温度をそれぞれ 250 $^{\circ}\text{C}$ とした。

サブテーマ (d)

(d-1) 室内ハウスダスト調査

戸建・アパート等 7 家庭の居室等室内で、市販のハンディー掃除機(リョウビBHC1400)を用いて、延べ数十分から数時間、室内のダストを採取した(図 2)。6 家庭については、夏期と冬期にそれぞれ室内の居間等で、また 1 家庭については、詳細な季節的变化を確認するため四季(春期、夏期、秋期、冬期)における調査を実施した(表 2)。

(d-2) QEESI 問診票によるシックハウスの自己診断調査

室内化学物質量とシックハウス等の症状との関係を探るため、室内ハウスダスト調査を実施した戸建・アパート等の住民に対し、QEESI 問診票の Q1(化学物質暴露による反応) ~ Q5(日常生活の支障程度)による自己診断調査を実施した(表 3)。

(d-3) 室内環境でのエミッションセルを用いた化学物質放散源の実態調査

室内において、化学物質の放散源の実態を知るため、ポリウレタンフォームを固定したエミッションセル(図3)を用いた調査を実施した。

室内ハウスダスト調査を実施した1家庭において夏期及び冬期に、カーテン、フローリングやカーペット等にエミッションセルを室内の7か所に約3日間設置し、そこからの放散する物質の捕集を行った(表4)。

C. 研究結果

サブテーマ(a)

(a-1) ハウスダストに含まれる有機リン系難燃剤の曝露・リスク評価

本研究で測定対象とした19種の有機リン系難燃剤のうち、18種がハウスダストから検出された。初年度の研究成果として、市販の防災カーテン(2014年購入)から、新規有機リン系難燃剤として検出したBzIDPO、PMMMPおよびNDPhPの詳細データを表5に示す。また、これまでに報告されているハウスダスト中の有機リン系難燃剤の情報を表6にまとめた。

Trimethyl Phosphate (TMP)(定量下限値 = 7.0 ng g^{-1})は、本研究で採取したすべてのハウスダストにおいて定量下限値以下であった。最も高濃度(中央値)であった有機リン系難燃剤は、TBOEPであり、 $33,000 \text{ ng g}^{-1}$ であった。続いて、塩素を含有する有機リン系難燃剤であるTris(2-chloroisopropyl) phosphate (TCPP)、TCEP、Tris(1,3-dichloro-2-propyl) phosphate (TDCPP)が高濃度で検出され、その濃度(中央値)はそれぞれ2,100、1,500、 $1,500 \text{ ng g}^{-1}$ であった。芳香族を含む有機リン系難燃剤であるTPhPも高濃度で検出され、 $1,100 \text{ ng g}^{-1}$ であった(表7、図4)。

新規有機リン系難燃剤として検出したBzIDPO、PMMMPおよびNDPhPのハウスダスト中の濃度を測定した結果、di-PMMMPおよびPMMMPが 65 ng g^{-1} (中央値)範囲: $13\text{--}590 \text{ ng g}^{-1}$ 、検出率: 66%)と 59 ng g^{-1} (範囲: $17\text{--}400 \text{ ng g}^{-1}$ 、検出率: 52%)であった。BzIDPO(範囲: $15\text{--}25 \text{ ng g}^{-1}$ 、検出率: 7%)およびNDPhP(範囲: 10 ng g^{-1} 、検出率: 3%)

も、検出率が低かったものの、ハウスダストから検出された)。

2017年に採集した夏季と冬季のハウスダスト中の有機リン系難燃剤の濃度を表8と図5に示す。全体的に、PFRsの冬/夏濃度比は0.1-6であり、ダスト中のPFRs濃度は季節による変動が小さいことが示唆された。しかし、1ヶ所の住宅(D14)において、夏季のサンプルから測定したTCEPとTDCPPの濃度はそれぞれ $1,500$ と $5,100 \text{ (ng g}^{-1})$ であり、冬季のサンプルから測定したこれらの濃度はそれぞれ $48,000$ と $620,000 \text{ (ng g}^{-1})$ であり、約30倍と120倍高くなった。D14の住宅において2017年の夏季と冬季のサンプリングの間、TCEPとTDCPPを含有する室内製品を新たに購入した可能性が考えられる。

ハウスダスト中の各有機リン系難燃剤濃度(TBOEP、TCPP、TCEP、TDCPP、TPhP、TCsP、EHDPhP、TEHP)を用いて、ハウスダストの経口・経皮曝露に伴うリスク(MOE)を推算し、結果を図6に示す。MOEが最も低かった(最もリスクが懸念される可能性のある)物質はTBOEPであり、その値は6500(成人)と940(児童)であった。基準となる数値である100,000(成人)および10,000(児童)と比較し、低い値であるため、ハウスダストを介したTBOEPの経口・経皮曝露に伴うリスクは成人、児童ともに懸念されるレベルであることが明らかとなった。一方、TBOEP以外の有機リン系難燃剤の経口・経皮曝露に伴うリスクは懸念されるレベルではなかった。

(a-2) 室内空気中のグリオキサールおよびグレルタルアルデヒドの測定

室内空気中のアルデヒド類濃度は次式に従って算出した。

$$C = \frac{Q_P - Q_B}{V_P t} \times 1000 \quad (5)$$

ここでCはアルデヒド類濃度(ppbv)、 Q_P はパッシブサンプラーによるアルデヒド類の捕集量(μg)、 Q_B はトラベルブランクに含まれていたアルデヒド類の量(μg)、 V_P はアルデヒド類の捕集速度($\mu\text{g ppm}_v^{-1} \text{ hr}^{-1}$)、 t は捕集時間(h)である。

本年度調査した4戸の一般住宅におけるグ

グルタルアルデヒドの室内空气中濃度は、0.0881ppbv(0.355 $\mu\text{g m}^{-3}$ 、住宅1) 0.0835ppbv(0.337 $\mu\text{g m}^{-3}$ 、住宅2) 0.0503ppbv(0.203 $\mu\text{g m}^{-3}$ 、住宅3) および 0.0325ppbv(0.132 $\mu\text{g m}^{-3}$ 、住宅4) であった。測定結果は図 7-1 ~ 7-4 および表 9 に示す。

一方、グリオキサールの室内空气中濃度は、いずれの住宅においても検出下限値 (<0.0015ppbv; <0.0035 $\mu\text{g m}^{-3}$) 以下であった。また、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドおよびアセトンの室内空气中濃度は、85.8–187ppbv(104–227 $\mu\text{g m}^{-3}$) 4.48–90.4ppbv(7.94–160 $\mu\text{g m}^{-3}$) および 3.54–97.2ppbv(8.30–228 $\mu\text{g m}^{-3}$) であった。

サブテーマ (d)

(d-1) 室内ハウスダスト調査

調査結果は、サブテーマ (a) 曝露評価・リスク評価の欄参照。

(d-2) QEESI 問診票によるシックハウスの自己診断調査

QEESI 問診票の回答があった家庭中、室内ハウスダストの有機リン系難燃剤測定が終了した 14 件について、QEESI のスコア値と化学物質濃度の関係について検討を行った。

QEESI 問診票では、Q1、Q3、Q5 のスコアで、Q1 : 38、Q3 : 22、Q5 : 10 のカットオフ値よりいずれか 2 つ以上に該当する人を化学物質過敏症患者の可能性の判断に利用されることから、今回 Q1、Q3、Q5 のスコア合計値を算出した結果、14 名のスコア合計値は 0 から 78 でカットオフ値を 2 つ以上に該当したのは 1 名 (スコア合計値 78 が該当) のみであった。

次に調査した有機リン系難燃剤 19 種類中、ハウスダストには 17 種類が検出された (詳細は、サブテーマ (a) 曝露評価・リスク評価の欄参照)。

フロアワックス剤用可塑剤として使用されている TBOEP やポリウレタンフォーム用難燃剤として使用されている TCPP、TCEP など高濃度に検出された 5 種類 (他に TDCPP、TPhP) の有機リン系難燃剤の濃度と QEESI スコア (合計値) の関係について図 8 に示す。

今回の調査では、QEESI スコア値と化学

物質濃度値との間に明確な関連性は見られなかった。このことは、検出された全 17 物質の合計値と QEESI のスコア値との関連性についても同様であった。

D . 考察

サブテーマ (a 及び d)

(a-1) ハウスダストに含まれる有機リン系難燃剤の曝露・リスク評価

本研究で得られたリスク評価の結果 (MOE) から、本研究で測定対象とした 19 種の有機リン系難燃剤のうち毒性値が入手できた 8 種の有機リン系難燃剤については、ハウスダストを介した経口・経皮曝露量は、TBOEP を除いて、リスクが懸念されるレベルではなかった。

(a-2) 室内空气中のグリオキサールおよびグルタルアルデヒドの測定

4 戸の一般住宅におけるグルタルアルデヒドの室内空气中濃度は、グルタルアルデヒドが室内中で使用されている病院の室内空气中濃度 (1.30–19.6 ppbv) (Katagiri et al., 2006) と比較し、低かった。しかし、検出率は 100% であった。なお、同時に測定したホルムアルデヒドの室内空气中濃度は、本年度測定したすべての住宅にて室内濃度指針値 (80ppbv) を超過していた。

E . 結論

防災カーテン中有機リン系難燃剤のハウスダストへの移行メカニズムを調査した結果、ハウスダストへの直接移行速度が非常に早く、主要な移動経路であることが明らかになった。また、ライブラリ構築グループで高懸念物質としてリストアップしたグリオキサールやグルタルアルデヒド室内濃度の実態調査を行ったが、同時に測定したホルムアルデヒドが最も懸念が高かった。

F . 研究発表

1. 論文発表

- 1) Masahiro Tokumura, Shiori Nitta, Tomomi Hayashi, Rina Yamaguchi, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Probabilistic Exposure Assessment of

- Aggregate Rates of Dermal Exposure of Japanese Women and Children to Parabens in Personal Care Products, *Chemosphere*, 239, 124704, 2020. (IF=5.108)
- 2) Misato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Simultaneous determination of polycyclic aromatic hydrocarbons and their chlorinated derivatives in grilled foods, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 178, 188-194, 2019. (IF=4.527)
 - 3) Masahiro Tokumura, Makiko Seo, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Dermal Exposure to Plasticizers in Nail Polishes: An Alternative Major Exposure Pathway of Phosphorus-Based Compounds, *Chemosphere*, 226, 316-320, 2019. (IF=5.108)
 - 4) Masahiro Tokumura, Sayaka Ogo, Kazunari Kume, Kosuke Muramatsu, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Comparison of Rates of Direct and Indirect Migration of Phosphorus Flame Retardants from Flame-Retardant-Treated Polyester Curtains to Indoor Dust, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 169, 464-469, 2019. (IF=4.527)
 - 5) Yuichi Miyake, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Takashi Amagai, Yasuhiro Takegawa, Yoko Yamagishi, Sayaka Ogo, Kazunari Kume, Takeshi Kobayashi, Shinji Takasu, Kumiko Ogawa, Kurunthachalam Kannan, Identification of Novel Phosphorus-Based Flame Retardants in Curtains Purchased in Japan Using Orbitrap Mass Spectrometry, *Environmental Science & Technology Letters*, 5, 448-455, 2018. (IF=5.869)
 - 6) Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Qi Wang, Hayato Nakayama, Takashi Amagai, Sayaka Ogo, Kazunari Kume, Takeshi Kobayashi, Shinji Takasu, Kumiko Ogawa, Methods for the analysis of organophosphate flame retardants- A comparison among GC-EI-MS, GC-NCI-MS, LC-ESI-MS/MS, and LC-APCI-MS/MS, *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 53, 475-481, 2018. (IF=1.425)
 - 7) Qi Wang, Yuichi Miyake, Masahiro Tokumura, Takashi Amagai, Yuichi Horii, Kiyoshi Nojiri, Nobutoshi Ohtsuka, Effects of characteristics of waste incinerator on emission rate of halogenated polycyclic aromatic hydrocarbon into environments, *Science of the Total Environment*, 625, 633-639, 2018. (IF=5.102)
 - 8) Misato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai: Unintentional Generation of Chlorinated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons during Cooking, *Organohalogen Compounds*, 80, 544-548, (2018).
 - 9) Mai Shindo, Kotone Terao, Kosuke Muramatsu, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino : Estimating Potential Dermal Exposure to Organophosphorus Flame Retardants via Direct Contact with Products, *Organohalogen Compounds*, 549-552, 80 (2018).
 - 10) Cho, Y.M., Mizuta, Y., Akagi, J-I., Toyoda, T., Sone, M., Ogawa, K. Size-dependent acute toxicity of silver nanoparticles in mice. *J Toxicol Pathol.* 31(1): 73-80. 2018.
 - 11) Akagi, JI., Yokoi, M., Cho, YM., Toyoda, T., Ohmori, H., Hanaoka, F., Ogawa, K. Hypersensitivity of mouse embryonic fibroblast cells defective for DNA polymerases η , ι and κ to various genotoxic compounds: Its potential for application in chemical genotoxic screening. *DNA Repair (Amst)*. 61:76-85, 2018.
 - 12) Toyoda, T., Totsuka, Y., Matsushita, K., Morikawa, T., Miyoshi, N., Wakabayashi, K., Ogawa, K. γ -H2AX formation in the urinary bladder of rats treated with two nonharman derivatives obtained from o-toluidine and aniline. *J Appl Toxicol.* 38(4):537-543, 2018.
 - 13) Nomura, Y., Lee, M., Fukui, C., Watanabe, K., Olsen, D., Turley, A., Morishita, Y., Kawakami, T., Yuba, T., Fujimaki, H., Inoue, K., Yoshida, M., Ogawa, K., Haishima, Y. Proof of concept testing of a positive

- reference material for in vivo and in vitro skin irritation testing. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 106(8):2807-2814, 2018.
- 14) Morishita, Y., Nomura, Y., Fukui, C., Fujisawa, A., Watanabe, K., Fujimaki, H., Kumada, H., Inoue, K., Morikawa, T., Takahashi, M., Kawakami, T., Sakoda, H., Mukai, T., Yuba, T., Inamura, K-I., Tanoue, A., Miyazaki, K-I., Chung, U-I., Ogawa, K., Yoshida, M., and Haishima, Y. Alternative plasticizer, 4-cyclohexene-1,2-dicarboxylic acid dinonyl ester, for blood containers with protective effects on red blood cells and improved cold resistance. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.*, 106(3):1052-1063, 2018.
 - 15) Yuichi Miyake, Masahiro Tokumura, Hayato Nakayama, Qi Wang, Takashi Amagai, Sayaka Ogo, Kazunari Kume, Takeshi Kobayashi, Shinji Takasu, Kumiko Ogawa, Kurunthachalam Kannan: Simultaneous Determination of Brominated and Phosphorus Flame Retardants in Flame-Retarded Polyester Curtains by a Novel Extraction Method. *Science of the total Environment*, 601-602, 1333-1339 (2017). IF=5.102
 - 16) Yuichi Miyake, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Zhiwei Wang, Takashi Amagai: Comparison of Volatile Organic Compound Recovery Rates of Commercial Active Samplers for Evaluation of Indoor Air Quality in Work Environments. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 10(6), 737-746 (2017). DOI: 10.1007/s11869-017-0465-0. IF=3.102
 - 17) Takasu, S., Ishii, Y., Yokoo, Y., Tsuchiya, T., Kijima, A., Kodama, Y., Ogawa, K., Umemura, T. In vivo reporter gene mutation and micronucleus assays in gpt delta mice treated with a flame retardant decabromodiphenyl ether. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen.* 816-817:7-11, 2017.
 - 18) Yuichi Miyake, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Takashi Amagai, Yuichi Horii, Kurunthachalam Kannan: Mechanism of Formation of Chlorinated Pyrene during Combustion of Polyvinyl Chloride. *Environmental Science & Technology*, 51, 14100-14106, (2017). IF=6.198
 - 19) Yuichi Miyake, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Takashi Amagai, Yuichi Horii, Rate of Hexabromocyclododecane Decomposition and Production of Brominated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons During Combustion in a Pilot-scale Incinerator, *Journal of Environmental Sciences*, 61, 91-96, (2017). IF=3.243
 - 20) Yuichi Miyake, Masahiro Tokumura, Yuta Iwazaki, Qi Wang, Takashi Amagai, Yuichi Horii; Hideyuki Otsuka, Noboru Tanikawa, Takeshi Kobayashi, Masahiro Oguchi: Determination of Hexavalent Chromium Concentration in Industrial Waste Incinerator Stack Gas by using a Modified Ion Chromatography with Post-column Derivatization Method. *Journal of Chromatography A*, 1502, 24-29 (2017). IF=4.150
 - 21) Makoto Sekine, Masahiro Tokumura, Mohammad Raknuzzaman, Md. Habibullah Al Mamun, Md. Kawser Ahmed, Muhammad Rafiqul Islam, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Shigeki Masunaga: Effect of Cooking on Arsenic Reduction in Two Rainfed Rice Varieties of Bangladesh and Their Health Risk Assessment. *Chemical Science International Journal*, 21(1), 1-7, (2017).
 - 22) Suzuki, I., Cho, Y-M., Hirata, T., Toyoda, T., Akagi, J., Nakamura, Y., Sasaki, A., Nakamura, T., Okamoto, S., Shirota, K., Suetome, N., Nishikawa, A., Ogawa, K. Toxic effects of 4-methylthio-3-butenyl isothiocyanate (Raphasatin) in the rat urinary bladder without genotoxicity. *J Appl Toxicol* 37(4): 485-494. 2017.
 - 23) Matsushita, K., Toyoda, T., Inoue, K., Morikawa, T., Sone, M., Ogawa, K. Spontaneous infarcted adenoma of the mammary gland in a Wistar Hannover GALAS rat. *J Toxicol Pathol.* 30(1): 57-62.

- 2017.
- 24) Hirata, T., Cho, Y-M., Toyoda, T., Akagi, J., Suzuki, I., Nishikawa, A. and Ogawa, K. Lack of in vivo mutagenicity of 1,2-dichloropropane and dichloromethane in the livers of gpt delta rats administered singly or in combination. *J. Appl. Toxicol.* 37(6): 683-691. 2017.
 - 25) Toyoda, T., Cho, Y-M., Akagi, J., Mizuta, Y., Matsushita, K., Nishikawa, A., Imaida, K. and Ogawa, K. Altered susceptibility of an obese rat model to 13-week subchronic toxicity induced by 3-monochloropropane-1,2-diol. *J Toxicol. Sci.* 42: 1-11, 2017.
 - 26) Cho, Y-M., Hasumura, M., Imai, T., Takami S., Nishikawa A. and Ogawa, K. Horseradish extract promotes urinary bladder carcinogenesis when administered to F344 rats in drinking water. *J Appl Toxicol.* 37(7): 853-862. 2017.
 - 27) Nonaka, M., Amakasu, K., Saegusa, Y., Naota, M., Nishimura, T., Ogawa, K. and Nishikawa, A., Non-neoplastic lesions found only in the two-year bioassays but not in shorter toxicity studies of rats. *Regul Toxicol Pharmacol.*, 86 : 199–204, 2017.
 - 28) Hirata, T., Cho, YM., Suzuki, I., Toyoda, T., Akagi, JI., Nakamura, Y., Numazawa, S., Ogawa, K. 4-Methylthio-3-butenyl isothiocyanate mediates nuclear factor (erythroid-derived 2)-like 2 activation by regulating reactive oxygen species production in human esophageal epithelial cells. *Food Chem Toxicol.* 111: 295-301, 2017.
 - 29) Ishii, Y., Kuroda, K., Matsushita, K., Yokoo, Y., Takasu, S., Kijima, A., Nohmi, T., Ogawa, K., Umemura, T. Phosphorylation of protein phosphatase 2A facilitated an early stage of chemical carcinogenesis. *Toxicol Appl Pharmacol.* 336:75-83. 2017.
2. 学会発表
- 1) Kosuke Muramatsu, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Kazue Mizuta, Mitsuyasu Yabe, Masakazu Makino, Treatments of coloured effluent from methane fermentation plants by photo-Fenton process, THE 24th Shizuoka Forum on Health and Longevity, Shizuoka, Japan. (November, 2019)
 - 2) Jumpei Miyazaki, Masahiro Tokumura, Muhammad Rafiqul Islam, Qi Wang, Yuichi Miyake, Masahiro Sakata, Shigeki Masunaga, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Probabilistic risk assessment and reduction measures of rice consumption in Bangladesh, THE 24th Shizuoka Forum on Health and Longevity, Shizuoka, Japan. (November, 2019)
 - 3) Kento Sei, Misato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Tsuyoshi Takagi, Sinji Suzuki, Kazutoshi Okamoto, Takashi Amagai, A reduction method of PAH concentration in dried bonito, THE 24th Shizuoka Forum on Health and Longevity, Shizuoka, Japan. (November, 2019)
 - 4) Mai Shindo, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Estimation of potential dermal exposure rate of organophosphorus flame retardants via direct contact with product, THE 24th Shizuoka Forum on Health and Longevity, Shizuoka, Japan. (November, 2019)
 - 5) Masahiro Tokumura, Asato Sugawara, Shigeki Masunaga, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Comparison of Three Different Kinds of Advanced Oxidation Processes in Removal of Pharmaceuticals with Co-existing Substances, the IWA-ASPIRE Conference 2019, Hong Kong. (November, 2019)
 - 6) Kosuke Muramatsu, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Kazue Mizuta, Mitsuyasu Yabe, Masakazu Makino, Treatments of Colored Effluents from Methane Fermentation Plants by Photo-Fenton Process, the IWA-ASPIRE Conference 2019, Hong Kong. (November,

- 2019)
- 7) Masahiro Oguchi, Hideyuki Otsuka, Yuichi Horii, Yuichi Miyake, Noboru Tanikawa, Masahiro Tokumura, Shinya Urano, Yoichi Watanabe, Environmental emission of chemicals associated with industrial waste treatment in Japan, SETAC North America 40th Annual Meeting, Toronto, Canada. (November, 2019)
 - 8) Misato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Yuichi Horii, Accumulation Profiles of Chlorinated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Tokyo Bay in Japan, 39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (DIOXIN 2019), Kyoto, Japan. (August, 2019).
 - 9) Tomohiko Tada, Asuka Amano, Kento Sei, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Synthesis and hAhR α Activity Assay of Metabolites of Chlorinated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, 39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (DIOXIN 2019), Kyoto, Japan. (August, 2019).
 - 10) Yuichi Miyake, Masahiro Tokumura, Kotone Terao, Haruki Miwa, Qi Wang, Takashi Amagai, Simultaneous and Exposure Assessment of Alternative Retardants in Car Seats, 39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (DIOXIN 2019), Kyoto, Japan. (August, 2019).
 - 11) Masahiro Tokumura, Makiko Seo, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Dermal Exposure to Phosphorus Compounds in Nail Polishes, 39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (DIOXIN 2019), Kyoto, Japan. (August, 2019).
 - 12) Kento Sei, Qi Wang, Misato Masuda, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Development of a Comprehensive Analytical Method for Regulated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, 39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (DIOXIN 2019), Kyoto, Japan. (August, 2019).
 - 13) Mai Shindo, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Evaluation of Dermal Exposure Rate of Organophosphorus Flame Retardants via Direct Contact with Products, 39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (DIOXIN 2019), Kyoto, Japan. (August, 2019).
 - 14) Qi Wang, Minori Furukawa, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Novel Brominated and Organophosphate Flame Retardants Detected in House Dust, 39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (DIOXIN 2019), Kyoto, Japan. (August, 2019).
 - 15) Mana Oishi, Mai Shindo, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Improvement of Devise to Estimate Dermal Exposure Rate of Phosphorus Flame Retardants in Indoor Products, 39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (DIOXIN 2019), Kyoto, Japan. (August, 2019).
 - 16) Madoka Wanikawa, Kosuke Muramatsu, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Development of Analytical Method for Degradation of PPCPs by Photo-Fenton Reaction, 39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (DIOXIN 2019), Kyoto, Japan. (August, 2019).
 - 17) Masahiro Tokumura, Kotone Terao, Haruki Miwa, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Simultaneous Determination of Alternative Flame Retardants in Car Seats and Implications for Dermal Exposure, the International Society of Exposure Science (ISES) and the International Society of Indoor Air Quality and Climate (ISIAQ) 2019, Kaunas, Lithuania.

- ia. (August, 2019)
- 18) Yuichi Miyake, Minori Furukawa, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Takashi Amagai, Yukari Takahashi, Simultaneous determination and exposure assessment of novel alternative flame retardants in indoor dust, the International Society of Exposure Science (ISES) and the International Society of Indoor Air Quality and Climate (ISIAQ) 2019, Kaunas, Lithuania. (August, 2019)
 - 19) Junna Ohishi, Haruna Nishio, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Yasuhiro Fukushima, Yoshihiro Suzuki, Takanori Enomoto, Evaluation of Porous Tube-type Passive Samplers for Volatile Organic Compounds according to the ISO 16107, the International Society of Exposure Science (ISES) and the International Society of Indoor Air Quality and Climate (ISIAQ) 2019, Kaunas, Lithuania. (August, 2019)
 - 20) Miasato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and their Chlorinated Derivatives Unintentionally Produced During Cooking via Exhaust Gas, the International Society of Exposure Science (ISES) and the International Society of Indoor Air Quality and Climate (ISIAQ) 2019, Kaunas, Lithuania. (August, 2019)
 - 21) Mai Shindo, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Development of Simple Device to Estimate Potential Dermal Exposure to Organophosphorus Flame Retardants via Direct Contact with Products, the International Society of Exposure Science (ISES) and the International Society of Indoor Air Quality and Climate (ISIAQ) 2019, Kaunas, Lithuania. (August, 2019)
 - 22) Kosuke Muramatsu, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Ryutaro Ishibashi, Takanori Ambo, Masakazu Minagawa, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Effects of Light Irradiation on Inhibition of Fermentation Type Wastewater Treatment Processes by Co-Existing Substances, The Water and Environment Technology Conference 2019 (WET 2019), Osaka, Japan. (July, 2019).
 - 23) Miasato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Accumulation Profiles of Chlorinated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Tokyo Bay, Japan, The Water and Environment Technology Conference 2019 (WET 2019), Osaka, Japan. (July, 2019).
 - 24) Madoka Wanikawa, Kosuke Muramatsu, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Degradation of Pharmaceuticals and Personal Care Products by PhotoFenton Reaction, The Water and Environment Technology Conference 2019 (WET 2019), Osaka, Japan. (July, 2019).
 - 25) Misato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Generation of polycyclic aromatic hydrocarbons and their derivatives during cooking, The 4th International Conference on Pharma and Food (ICPF2018), Shizuoka, Japan. (November, 2018)
 - 26) Kosuke Muramatsu, Masahiro Tokumura, Sayaka Ogo, Kazunari Kume, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Novel effective method to evaluate risks of phosphorus flame retardant, The 4th International Conference on Pharma and Food (ICPF2018), Shizuoka, Japan. (November, 2018)
 - 27) Misato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons and their chlorinated derivatives produced by cooking, THE 23rd Shizuoka Forum on Health and Longevity, Shizuoka, Japan. (November, 2018)
 - 28) Kosuke Muramatsu, Masahiro Tokumura, Sayaka Ogo, Kazunari Kume, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Development of screening meth

- od to evaluate risks of flame retardants in indoor environments, THE 23rd Shizuoka Forum on Health and Longevity, Shizuoka, Japan. (November, 2018)
- 29) Kento Sei, Qi Wang, Misato Masuda, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, An Analytical Method for Chlorinated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Particles by Thermal Desorption-GC/MS, the 38th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (POPs) & 10th International PCB Workshop (Dioxin 2018), Kraków, Poland. (August 2018)
 - 30) Yuichi Miyake, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Takashi Amagai, Sayaka Ogo, Kazunari Kume, Takeshi Kobayashi, Shinji Takasu, Kumiko Ogawa, Kurunthachalam Kannan, Identification of Novel Phosphorus Flame Retardants in Curtains Using Orbitrap Mass Spectrometry, the 38th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (POPs) & 10th International PCB Workshop (Dioxin 2018), Kraków, Poland. (August 2018)
 - 31) Masahiro Tokumura, Kosuke Muramatsu, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Comparison of Rates of Direct and Indirect Migration of Phosphorus Flame Retardants from Flame-Retardant-Treated Polyester Curtains to Indoor Dust, the 38th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (POPs) & 10th International PCB Workshop (Dioxin 2018), Kraków, Poland. (August 2018)
 - 32) Misato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Unintentional Generation of Chlorinated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons during Cooking, the 38th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (POPs) & 10th International PCB Workshop (Dioxin 2018), Kraków, Poland. (August 2018)
 - 33) Mai Shindo, Kotone Terao, Kosuke Muramatsu, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Estimating Potential Dermal Exposure to Organophosphorus Flame Retardants via Direct Contact with Products, the 38th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (POPs) & 10th International PCB Workshop (Dioxin 2018), Kraków, Poland. (August 2018)
 - 34) Haruna Nishio, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Yasuhiro Fukushima, Yoshihiro Suzuki, Takahiro Enomoto, Effects of Environmental Factors on Sampling Rates of VOCs with Porous Tube-Type Passive Samplers, The Joint Annual Meeting of the International Society of Exposure Science and the International Society for Environmental Epidemiology (ISES-ISEE 2018), Ottawa, Canada. (August 2018)
 - 35) Kosuke Muramatsu, Hiroshi Aiuchi, Yuta Goro, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Takahiro Ambo, Masakazu Minagawa, Ryutarō Ishibashi, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Decolorization of Colored Effluent from Textile Manufacturing Industry in Bangladesh by Photo-Fenton Reaction Coupled with Catalyst, The 12th Asia Impact Assessment Conference (AIC 2018), Shizuoka, Japan. (August 2018)
 - 36) Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Environmental impact of halogenated polycyclic aromatic hydrocarbons emitted from E-waste recycling activities in Vietnam, The 12th Asia Impact Assessment Conference (AIC 2018), Shizuoka, Japan. (August 2018)
 - 37) Mai Shindo, Kotone Terao, Kosuke Muramatsu, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Device for Measuring Dermal Exposure Rate of Flame Retardants via Direct Contact with Products, The 12th Asia Impact Assessment Conference (AIC 2018), Shizuoka, Japan. (August 2018)
 - 38) Jumpei Miyazaki, Kosuke Muramatsu, Ma

- sahiro Tokumura, Muhammad Rafiqul Islam, Qi Wang, Yuichi Miyake, Masahiro Sakata, Shigeki Masunaga, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Arsenic and Heavy Metal Contaminations of Rice Grown in Bangladesh, The 12th Asia Impact Assessment Conference (AIC 2018), Shizuoka, Japan. (August 2018)
- 39) Masahiro Tokumura, Makoto Sekine, Mohammad Raknuzzaman, Md Habibullah Al Mamun, Md Kawser Ahmed, Muhammad Rafiqul Islam, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Shigeki Masunaga, Masakazu Makino, Feasibility of Quantitative Image Analysis Method to Improve Performances of Arsenic Field Test Kit for Screening of Tube Well Waters in Bangladesh, The 12th Asia Impact Assessment Conference (AIC 2018), Shizuoka, Japan. (August 2018)
- 40) Masahiro Tokumura, Sayaka Ogo, Kazunari Kume, Kosuke Muramatsu, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Migration Mechanism of Phosphorus Flame Retardants from Flame-Retardant-Treated Polyester Curtains to Indoor Dust, the 15th Conference of the International Society of Indoor Air Quality & Climate (ISIAQ) (Indoor Air 2018), Philadelphia, PA, USA. (July 2018)
- 41) Yuichi Miyake, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Takashi Amagai, Novel Phosphorus Flame Retardants Found from Flame-Retardant Curtains Purchased from Japanese Market, the 15th Conference of the International Society of Indoor Air Quality & Climate (ISIAQ) (Indoor Air 2018), Philadelphia, PA, USA. (July 2018)
- 42) Misato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Determination of Chlorinated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Sediments, The Water and Environment Technology Conference 2018 (WET 2018), Ehime, Japan. (July, 2018). **【The WET Excellent Presentation Award受賞】**
- 43) Kosuke Muramatsu, Hiroshi Aiuchi, Yuta Goro, Masahiro Tokumura, Takanori Ambō, Masakazu Minagawa, Ryutaro Ishibashi, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Mechanism of Photo-Fenton Reaction Coupled with Catalyst Investigated by Kinetic Model, The Water and Environment Technology Conference 2018 (WET 2018), Ehime, Japan. (July, 2018).
- 44) Miyake Y., Wang Q., Tokumura M., Amagai T.: An analytical method for unidentified flame retardant in curtain, Healthy Buildings Europe 2017 (Lublin, Poland, July 2017).
- 45) Tokumura M., Miyake Y., Wang Q., Kai Y., Amagai T., Ogo S., Kume K., Kobayashi T., Takasu S., Ogawa K.: Risk assessment of novel brominated and phosphorus flame retardants in indoor dust, Healthy Buildings Europe 2017 (Lublin, Poland, July 2017).
- 46) Miyake Y., Nakayama H., Amagai T., Ogo S., Kume K., Kobayashi T., Takasu S., Ogawa K., Kannan K.: Determination of Novel Brominated and Phosphorus Flame Retardants in Flame-Retarded Curtains, 37th International Symposium on Halogenated and Persistent Organic Pollutants (Dioxin2017) (Vancouver, Canada, August 2017).
- 47) Tokumura M., Wang Q., Miyake Y., Amagai T.: Development of Qualitative Analytical Method for Unidentified Flame Retardants in Flame-Retardant Curtains Purchased from Japanese Market, 37th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (Dioxin2017) (Vancouver, Canada, August 2017).
- 48) Terao K., Wang Q., Tokumura M., Miyake Y., Amagai T., Tatsu K.: An Analytical Method for Alternative Flame Retardants in Chairs and Car Seats to Evaluate Direct Dermal Exposure from Interior Consumer Products, 37th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (Dioxin2017) (Vancouver, Canada, August 2017).
- 49) Furukawa M., Wang Q., Tokumura M.,

- Miyake Y., Amagai T., Takahashi Y.: Alternative Flame Retardants in House Dust Collected from Residential Houses and Kindergartens in Japan, 37th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (Dioxin2017) (Vancouver, Canada, August 2017).
- 50) Masuda M., Wang Q., Tokumura M., Miyake Y., Amagai T.: An Analytical Method for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and their Derivatives in Fish Oil Derived from Grilled Fish, 37th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (Dioxin2017) (Vancouver, Canada, August 2017).
- 51) Muramatsu K., Tokumura M., Ogo S., Kume K., Goro Y., Wang Q., Miyake Y., Amagai T., Makino M.: Estimation of transfer amount of flame retardant from curtain to house dust, The 22nd Shizuoka Forum on Health and Longevity (Shizuoka, Japan, November 2017).
- 52) Aiuchi H., Tokumura M., Goro Y., Wang Q., Miyake Y., Amagai T., Makino M.: Synthesis of Analytical Standards of Chlorinated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Unintentionally Produced during Cooking, The 22nd Shizuoka Forum on Health and Longevity (Shizuoka, Japan, November 2017).
- 53) 王 斉, 久米 一成, 清 健人, 増田 美里, 三輪 春樹, 甲斐 葉子, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 一般住宅におけるハウスダスト中のリン系難燃剤の濃度と組成実態調査, 2019年室内環境学会学術大会, 沖縄. (2019年12月) 【優秀発表賞受賞】
- 54) 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 調理により生成する多環芳香族炭化水素類のリスク評価と削減策の検討, 2019年室内環境学会学術大会, 沖縄. (2019年12月)
- 55) 三輪 春樹, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, カーシート中に含まれる難燃剤の製造年代別網羅的調査, 2019年室内環境学会学術大会, 沖縄. (2019年12月)
- 56) 大石 純菜, 西尾 春菜, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 福島 靖弘, 鈴木 義浩, 榎本 孝紀, 拡散型サンプラーにおけるサンプリングレート算出のための物性値推算法の検討, 2019年室内環境学会学術大会, 沖縄. (2019年12月)
- 57) 大石 真菜, 新堂 真生, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 経皮曝露量測定デバイスを用いた難燃剤の曝露量推定に及ぼす影響要因調査, 2019年室内環境学会学術大会, 沖縄. (2019年12月) 【優秀発表賞受賞】
- 58) 深澤 英, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 一般住宅における室内空気中のイソシアネートの汚染実態調査, 2019年室内環境学会学術大会, 沖縄. (2019年12月)
- 59) 新堂 真生, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 人工皮膚を用いた製品中リン系難燃剤の経皮曝露量測定法の検討, 2019年室内環境学会学術大会, 沖縄. (2019年12月) 【優秀発表賞受賞】
- 60) 清 健人, 久米 一成, 王 斉, 甲斐 葉子, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, ハウスダスト中の多環芳香族炭化水素類及びそのハロゲン誘導体の網羅的実態調査, 2019年室内環境学会学術大会, 沖縄. (2019年12月) 【優秀発表賞受賞】
- 61) 村松 孝亮, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 水田 一枝, 矢部 光保, 牧野 正和, バイオガス発電施設の普及に向けた低コストな排水処理技術の開発, 富士山麓A&Sフェア2019, 沼津. (2019年11月)
- 62) 鰐川 雅花, 村松 孝亮, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 排水中医薬品成分の促進酸化法による効率的な処理技術の開発, 富士山麓A&Sフェア2019, 沼津. (2019年11月)
- 63) 三輪 春樹, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, カーシートに接触して曝露される可能性がある未規制有害物質の調査, 富士山麓A&Sフェア2019, 沼津. (2019年11月)
- 64) 大石 真菜, 新堂 真生, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 経皮曝露量測定デバイスの性状が測定精度に及ぼす影響評価, 富士山麓A&Sフェア

- 2019, 沼津. (2019年11月)
- 65) 大石 純菜, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 福島 靖弘, 鈴木 義浩, 榎本 孝紀, 事故・災害時における、有害物質における簡易測定法の検討, 富士山麓A&Sフェア2019, 沼津. (2019年11月)
- 66) 多田 智彦, 天野 あすか, 清 健人, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 生体内での代謝を考慮した有害物質の新規合成と生態毒性評価, 富士山麓A&Sフェア2019, 沼津. (2019年11月)
- 67) 深澤 英, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 一般家庭の室内空気におけるイソシアネートの汚染実態調査, 富士山麓A&Sフェア2019, 沼津. (2019年11月)
- 68) 宮崎 淳平, 徳村 雅弘, イスラム ラフクール ムハンマド, 王 斉, 三宅 祐一, 坂田 昌弘, 益永 茂樹, 雨谷 敬史, 牧野 正和, バングラデシュの重金属汚染におけるコメの栽培方法の最適化による健康リスク低減策の提案, 富士山麓A&Sフェア2019, 沼津. (2019年11月)
- 69) 新堂 真生, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 経皮曝露は製品中の化学物質のヒトへの主要な曝露経路となり得るか, 富士山麓A&Sフェア2019, 沼津. (2019年11月)
- 70) 清 健人, 王 斉, 増田 美里, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 高木 毅, 鈴木 進二, 岡本 一利, 雨谷 敬史, 健康に考慮したかつお節製造法の検討, 富士山麓A&Sフェア2019, 沼津. (2019年11月)
- 71) 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 肉の加熱調理による発がん性物質(多環芳香族炭化水素類)の生成, 富士山麓A&Sフェア2019, 沼津. (2019年11月)
- 72) 徳村 雅弘, 宮崎 淳平, イスラム ラフクール ムハンマド, 王 斉, 三宅 祐一, 坂田 昌弘, 益永 茂樹, 雨谷 敬史, 牧野 正和, バングラデシュにおけるコメ消費に伴うリスク評価に基づいた低減策の検討, 第25回ヒ素シンポジウム, 板倉. (2019年11月)
- 73) 鰐川 雅花, 村松 孝亮, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 排水中の生活由来化学物質の環境負荷低減対策技術の開発, 環境科学会2019年会, 名古屋. (2019年9月)
- 74) 三輪 春樹, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, カーシート中主要難燃剤の網羅的調査および直接接触による経皮曝露評価, 環境科学会2019年会, 名古屋. (2019年9月)
- 75) 大石 純菜, 西尾 春菜, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 福島 靖弘, 鈴木 義浩, 榎本 孝紀, 拡散型サンプラーにおける揮発性有機化合物のサンプリングレートの実測と理論的推算法の検討, 環境科学会2019年会, 名古屋. (2019年9月)
- 76) 大石 真菜, 新堂 真生, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 経皮曝露量測定デバイスを用いた室内製品との直接接触に伴う難燃剤曝露量の推定, 環境科学会2019年会, 名古屋. (2019年9月)
- 77) 村松 孝亮, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 水田 一枝, 矢部 光保, 牧野 正和, バイオガス発電施設からの着色排水の効率的な排水処理技術の開発, 環境科学会2019年会, 名古屋. (2019年9月)
- 78) 宮崎 淳平, 徳村 雅弘, イスラム ムハンマド, 王 斉, 三宅 祐一, 坂田 昌弘, 益永 茂樹, 雨谷 敬史, 牧野 正和, バングラデシュにおけるコメ消費に伴う確率論的リスク評価と低減対策の検討, 環境科学会2019年会, 名古屋. (2019年9月) 【優秀発表賞受賞】
- 79) 新堂 真生, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 室内製品との直接接触に伴うリン系難燃剤の経皮曝露量の精緻化と主要曝露経路の推定, 環境科学会2019年会, 名古屋. (2019年9月)
- 80) 多田 智彦, 天野 あすか, 清 健人, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 塩素化多環芳香族炭化水素類の代謝を考慮した有害性評価, 環境科学会2019年会, 名古屋. (2019年9月)
- 81) 清 健人, 王 斉, 増田 美里, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 高木 毅, 鈴木 進二, 岡本 一利, かつお節中の多環芳香族炭化水素 (PAH) 濃度低減に向けた製造法の提案, 環境科学会2019年会, 名古屋.

- (2019年9月)
- 82) 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 食品の加熱調理による多環芳香族炭化水素とその塩素化体の生成と曝露評価, 環境科学会2019年会, 名古屋. (2019年9月) **【優秀発表賞受賞】**
- 83) 深澤 英, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, イソシアネート測定のためのジブチルアミン含浸シリカゲルサンプラーの開発と汚染実態調査, 環境科学会2019年会, 名古屋. (2019年9月)
- 84) 徳村 雅弘, 新堂 真生, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, カーシートに含まれるリン系難燃剤の経皮曝露量の推定とリスク評価, 第28回 日本臨床環境医学会 学術集会, 東京. (2019年6月)
- 85) 鰐川 雅花, 村松 孝亮, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 促進酸化法を用いた排水中PPCPsの分解除去実験における分析法の検討, 第28回環境化学討論会, 埼玉. (2019年6月)
- 86) 三輪 春樹, 寺尾 琴音, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, カーシート中に含まれる主要代替難燃剤の実態調査 ~ 経皮曝露評価を行うべき物質の検索 ~, 第28回環境化学討論会, 埼玉. (2019年6月)
- 87) 大石 純菜, 西尾 春菜, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 福島 靖弘, 鈴木 義浩, 榎本 孝紀, 多孔性チューブ型パッシブサンプラーにおける揮発性有機化合物(VOCs)のサンプリングレートの検討, 第28回環境化学討論会, 埼玉. (2019年6月) **【優秀発表賞受賞】**
- 88) 大石 真菜, 新堂 真生, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 室内製品中に含まれるリン系難燃剤の経皮曝露量評価デバイスの改良, 第28回環境化学討論会, 埼玉. (2019年6月)
- 89) 村松 孝亮, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 水田 一枝, 矢部 光保, 牧野 正和, フォトフェントン反応によるメタン発酵廃液の処理, 第28回環境化学討論会, 埼玉. (2019年6月) **【優秀発表賞受賞】**
- 90) 宮崎 淳平, 徳村 雅弘, イスラム ムハンマド, 王 斉, 三宅 祐一, 坂田 昌弘, 益永 茂樹, 雨谷 敬史, 牧野 正和, バングラデシュにおけるコメ中ヒ素および重金属汚染低減策の提案とその影響予測, 第28回環境化学討論会, 埼玉. (2019年6月)
- 91) 新堂 真生, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 三次元組織ヒト表皮モデルを用いた製品との直接接触によるリン系難燃剤の経皮曝露量評価, 第28回環境化学討論会, 埼玉. (2019年6月)
- 92) 多田 智彦, 天野 あすか, 清 健人, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 塩素化多環芳香族炭化水素類の代謝生成物の新規合成とhAhR 活性評価, 第28回環境化学討論会, 埼玉. (2019年6月)
- 93) 王 斉, 増田 美里, 天野 あすか, 清 健人, 多田 智彦, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 魚試料中のPAHsおよびハロゲン化PAHsのヒドロキシ誘導体の分析方法に関する検討, 第28回環境化学討論会, 埼玉. (2019年6月)
- 94) 清 健人, 王 斉, 増田 美里, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 規制対象の多環芳香族炭化水素類 (PAHs) に対応した網羅的分析法の開発, 第28回環境化学討論会, 埼玉. (2019年6月)
- 95) 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, LC-APPI-MS/MSを用いた環境サンプル中臭素化多環芳香族炭化水素の分析法の検討, 第28回環境化学討論会, 埼玉. (2019年6月)
- 96) 深澤 英, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, ジブチルアミン含浸シリカゲルを用いたイソシアネートの測定法の開発, 第28回環境化学討論会, 埼玉. (2019年6月)
- 97) 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 福島 靖弘, 鈴木 義浩, 榎本 孝紀, 活性炭・シリカゲルチューブを用いた作業環境における揮発性有機化合物の回収率に関する検討, 平成30年室内環境学会学術大会, 東京. (2018年12月)
- 98) 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 加熱調理により生成した多環芳香族炭化水素とその塩素化体の曝露経路別リスク評価, 平成30年室内環境学会学術大会, 東京. (2018年12月)
- 99) 清 健人, 王 斉, 増田 美里, 徳村 雅弘,

- 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 加熱脱着法を用いた塩素化多環芳香族炭化水素類 (CIPAHs) の室内濃度の実態調査, 平成30年室内環境学会学術大会, 東京. (2018年12月)
- 100) 村松 孝亮, 徳村 雅弘, 小郷 沙矢香, 久米 一成, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, カーテン中に含まれるリン系難燃剤の反応速度論的解析, 平成30年室内環境学会学術大会, 東京. (2018年12月) **【優秀ポスター賞受賞】**
- 101) 新堂 真生, 村松 孝亮, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 室内製品との直接接触に伴うリン系難燃剤の経皮曝露量スクリーニング法の開発, 平成30年室内環境学会学術大会, 東京. (2018年12月) **【優秀ポスター賞受賞】**
- 102) 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 食品や調理排気中に存在する多環芳香族炭化水素誘導体のリスク評価, 富士山麓A&Sフェア2018, 富士. (2018年11月)
- 103) 清 健人, 王 斉, 増田 美里, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 高橋 ゆかり, 粒子状の発がん物質生成に対する室内暖房の寄与, 富士山麓A&Sフェア2018, 富士. (2018年11月)
- 104) 三輪 春樹, 古川 美乃里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 高橋 ゆかり, ハウスダスト中に含まれる家庭製品由来の難燃剤の実態調査, 富士山麓A&Sフェア2018, 富士. (2018年11月)
- 105) 西尾 春菜, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 福島 靖弘, 鈴木 義浩, 榎本 孝紀, 有害物質 (VOCs) の個人曝露におけるサンプラーの精確性の検討, 富士山麓A&Sフェア2018, 富士. (2018年11月)
- 106) 新堂 真生, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 身の回りの製品に含まれる化学物質の経皮曝露量測定法の開発, 富士山麓A&Sフェア2018, 富士. (2018年11月)
- 107) 宮崎 淳平, 村松 孝亮, 徳村 雅弘, イスラム ラフィクール ムハンマド, 王 斉, 三宅 祐一, 坂田 昌弘, 益永 茂樹, 雨谷 敬史, 牧野 正和, バングラデシュの重金属汚染におけるコメの栽培方法の最適化による健康リスク低減策の提案, 富士山麓A&Sフェア2018, 富士. (2018年11月)
- 108) 天野 あすか, 五老 祐大, 徳村 雅弘, 王 斉, 保田 倫子, 内藤 博敬, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 食品の加熱により生成する新規有害物質の代謝を考慮した毒性評価, 富士山麓A&Sフェア2018, 富士. (2018年11月)
- 109) 村松 孝亮, 五老 祐大, 徳村 雅弘, 王 斉, 安保 貴永, 皆川 正和, 石橋 龍太郎, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 開発途上国ための低コスト排水処理プロセスの開発, 富士山麓A&Sフェア2018, 富士. (2018年11月)
- 110) 柴崎 祐希, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 坂田 昌弘, 内藤 博敬, 戸敷 浩介, 雨谷 敬史, 牧野 正和, モンゴル国における自動車の普及に伴う土壌の重金属汚染の実態調査, 富士山麓A&Sフェア2018, 富士. (2018年11月)
- 111) 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 調理により生成する多環芳香族炭化水素とその塩素化体の経路別曝露量の比較, 環境科学会 2017年会, 東京. (2018年9月) **【優秀発表賞受賞】**
- 112) 三輪 春樹, 古川 美乃里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 高橋 ゆかり, ハウスダストを介した規制・未規制難燃剤の曝露・リスク評価, 環境科学会 2017年会, 東京. (2018年9月)
- 113) 清 健人, 王 斉, 増田 美里, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 塩素化多環芳香族炭化水素類 (CIPAHs) 個人曝露評価のための高感度分析法の開発, 環境科学会 2017年会, 東京. (2018年9月)
- 114) 新堂 真生, 寺尾 琴音, 村松 孝亮, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 製品中難燃剤の直接接触に伴う経皮曝露量推算のための測定デバイスの開発, 環境科学会 2017年会, 東京. (2018年9月)
- 115) 宮崎 淳平, 村松 孝亮, 五老 祐大, 徳村 雅弘, イスラム ムハンマド, 王 斉, 三宅 祐一, 坂田 昌弘, 益永 茂樹, 雨谷

- 敬史, 牧野 正和, バングラデシュにおける稲品種および水管理方法の違いによるコメ中ヒ素および重金属濃度への影響, 環境科学会 2017年会, 東京. (2018年9月) **【優秀発表賞受賞】**
- 116) 天野 あすか, 五老 祐大, 徳村 雅弘, 王 斉, 内藤 博敬, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 新規環境汚染物質である塩素化多環芳香族炭化水素類の包括的かつ統合的環境影響評価, 環境科学会 2017年会, 東京. (2018年9月)
- 117) 村松 孝亮, 五老 祐大, 王 斉, 徳村 雅弘, 安保 貴永, 皆川 正和, 石橋 龍太郎, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 反応速度論的解析に基づく排水処理プロセスの改善策の提案, 環境科学会 2017年会, 東京. (2018年9月)
- 118) 徳村 雅弘, 瀬尾 真紀子, 王 斉, 甲斐 葉子, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, マニキュア液中に含まれる可塑剤の経皮曝露を考慮した確立論的リスク評価, 第27回日本臨床環境医学会学術集会, 三重. (2018年7月)
- 119) 三輪 春樹, 古川 美乃里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 高橋 ゆかり, ハウスダスト中の代替難燃剤の一斉分析法の検討, 第27回環境化学討論会, 那覇. (2018年5月)
- 120) 西尾 春菜, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 福島 靖弘, 鈴木 義浩, 榎本 孝紀, 多孔性チューブ型パッシブサンプラーにおけるVOCsのサンプリングレートの影響要因に関する研究, 第27回環境化学討論会, 那覇. (2018年5月)
- 121) 清 健人, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 加熱脱着-GC/MSを用いた粒子状塩素化多環芳香族炭化水素類 (CIPAHs) 分析法の開発, 第27回環境化学討論会, 那覇. (2018年5月)
- 122) 新堂 真生, 寺尾 琴音, 村松 孝亮, 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 製品中難燃剤の直接接触に伴う経皮曝露量測定デバイスの基礎的検討, 第27回環境化学討論会, 那覇. (2018年5月) **【RSC賞受賞】**
- 123) 宮崎 淳平, 村松 孝亮, 五老 祐大, 徳村 雅弘, イスラム ムハンマド, 王 斉, 三宅 祐一, 坂田 昌弘, 益永 茂樹, 雨谷 敬史, 牧野 正和, バングラデシュにおけるコメのヒ素および重金属汚染の実態調査, 第27回環境化学討論会, 那覇. (2018年5月)
- 124) 村松 孝亮, 相内 博, 五老 祐大, 徳村 雅弘, 安保 貴永, 皆川 正和, 石橋 龍太郎, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 触媒併用型フォトフェントン反応による汚染物質除去機構の反応速度論的解析, 第27回環境化学討論会, 那覇. (2018年5月)
- 125) 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 底質および魚介類中の塩素化ピレンとそのヒドロキシ誘導体の分析法の開発, 第27回環境化学討論会, 那覇. (2018年5月)
- 126) 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, マニキュア液中に含まれるリン系化合物の経皮曝露を考慮した確率論的リスク評価スキームの構築, USフォーラム 2018, 静岡. (2018年4月)
- 127) 増田 美里, 相内 博, 徳村 雅弘, 五老 祐大, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 水生生物中のハロゲン化多環芳香族炭化水素及びその誘導体の分析法の開発, 第52回日本水環境学会年会, 札幌. (2018年3月)
- 128) 村松 孝亮, 相内 博, 五老 祐大, 徳村 雅弘, 安保 貴永, 皆川 正和, 石橋 龍太郎, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 触媒併用型フォトフェントン反応の汚染物質除去メカニズムの解明, 第52回日本水環境学会年会, 札幌. (2018年3月)
- 129) 相内 博, 徳村 雅弘, 五老 祐大, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 塩素化多環芳香族炭化水素類 (CIPAHs) とその誘導体の生体毒性評価, 第52回日本水環境学会年会, 札幌. (2018年3月)
- 130) 徳村 雅弘, 王 斉, 三宅 祐一, 甲斐 葉子, 雨谷 敬史: 防災カーテンに含まれる化学構造が未知である難燃剤の定性分析, 平成29年室内環境学会学術大会 (佐賀), A21, 2017年12月.
- 131) 古川 美乃里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三

- 宅 祐一, 雨谷 敬史, 高橋 ゆかり: ハウスダストを介した代替難燃剤の曝露・リスク評価 –成人と幼稚園児の比較–, 平成29年室内環境学会学術大会(佐賀), P14, 2017年12月.
- 132) 寺尾 琴音, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 達 晃一: 車室内における代替難燃剤の汚染調査とリスク評価, 平成29年室内環境学会学術大会(佐賀), P15, 2017年12月.
- 133) 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史: 調理中に発生する多環芳香族炭化水素およびその誘導体の検討, 平成29年室内環境学会学術大会(佐賀), P40, 2017年12月.
- 134) 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史: パッシブサンプラーを用いた室内空気中のグルタルアルデヒドおよびグリオキサール測定法の開発, 平成29年室内環境学会学術大会(佐賀), P42, 2017年12月.
- 135) 瀬尾 真紀子, 徳村 雅弘, 王 斉, 五老 祐大, 甲斐 葉子, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和: マニキュア液中に含まれるリン系化合物の経皮曝露を考慮した確率論的リスク評価, 平成29年室内環境学会学術大会(佐賀), P66, 2017年12月. **【優秀ポスター賞受賞】**
- 136) 寺尾 琴音, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 達 晃一: 車室内における代替難燃剤の汚染調査とリスク評価, 富士山麓アカデミック&サイエンスフェア2017, 2017年11月. **【優秀発表賞受賞】**
- 137) 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史: 調理中に発生する多環芳香族炭化水素およびその誘導体に関する研究, 富士山麓アカデミック&サイエンスフェア2017, 2017年11月. **【優秀発表賞受賞】**
- 138) 瀬尾 真紀子, 徳村 雅弘, 王 斉, 五老 祐大, 甲斐 葉子, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和: マニキュア液中の可塑剤のリスク評価, 富士山麓アカデミック&サイエンスフェア2017, 2017年11月.
- 139) 村松 孝亮, 徳村 雅弘, 小郷 沙矢香, 久米 一成, 王 斉, 五老 祐大, 甲斐 葉子, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和: 室内環境中の難燃剤の挙動調査, 富士山麓アカデミック&サイエンスフェア2017, 2017年11月.
- 140) 相内 博, 五老 祐大, 徳村 雅弘, 王 斉, 甲斐 葉子, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和: 環境中のハロゲン化多環芳香族炭化水素類の調査, 富士山麓アカデミック&サイエンスフェア2017, 2017年11月.
- 141) 徳村 雅弘, 達 晃一, 内藤 敏幸, 益永 茂樹, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和: 車室内空気中の揮発性有機化合物とアルデヒド類の実態調査とリスク評価, 自動車技術会2017年秋季大会学術講演会(大阪), 2017年10月.
- 142) 古川美乃里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 高橋 ゆかり: 一般住宅と幼稚園におけるハウスダスト中の代替難燃剤の実態調査およびリスク評価, 環境科学会2017年会(北九州), 2C-1345, P-27, 2017年9月. **【最優秀発表賞受賞】**
- 143) 寺尾琴音, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 達 晃一: カーシート中難燃剤の経皮曝露量の推定, 環境科学会2017年会(北九州), 2C-1415, P-31, 2017年9月.
- 144) 増田美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史: 食品中の多環芳香族炭化水素およびその誘導体の分析, 環境科学会2017年会(北九州), 1C-1000, P-29, 2017年9月.
- 145) 瀬尾真紀子, 徳村雅弘, 王 斉, 甲斐葉子, 三宅祐一, 雨谷敬史, 牧野正和: マニキュア液中に含まれる可塑剤のリスクトレードオフ解析, 環境科学会2017年会(北九州), P-33, 2017年9月. **【優秀発表賞受賞】**
- 146) 雨谷敬史, 三宅祐一: 室内環境中の代替難燃剤に対するリスク評価と今後の展開, 環境科学会2017年会(北九州)(2017年9月) **【シンポジウム講演】**
- 147) 雨谷敬史: 室内環境中の化学物質リストに基づく優先取組物質の検索とリスク評価, 環境科学会2017年会(北九州)(2017年9月) **【シンポジウム講演】**

- 148) 小林剛・富澤茉佑香：室内環境中で使用される高リスク懸念物質のスクリーニング，環境科学会2017年会（北九州）（2017年9月）【シンポジウム講演】
- 149) 久米一成，小郷沙矢香：家庭用品から室内環境中への化学物質のエミッション評価，環境科学会2017年会（北九州）（2017年9月）【シンポジウム講演】
- 150) 三宅祐一，徳村雅弘，雨谷敬史：ハウスダスト中のリン系・臭素系難燃剤の汚染実態調査と曝露・リスク評価，環境科学会2017年会（北九州）（2017年9月）【シンポジウム講演】
- 151) 小川久美子・高須伸二：新規臭素系難燃剤の毒性影響について，環境科学会2017年会（北九州）（2017年9月）【シンポジウム講演】
- 152) 小郷沙矢香，久米一成：難燃剤の発生源探索手法の開発：第26回環境化学討論会（静岡）（2017年6月）
- 153) 久米一成，小郷沙矢香：防災カーテン中の難燃剤の挙動に関する研究（その2）：平成29年室内環境学会学術大会（佐賀市）（2017年12月）
- 154) 徳村雅弘，王齊，三宅祐一，甲斐葉子，雨谷敬史，小郷沙矢香，久米一成，小林剛，高須伸二，小川久美子：化学構造が未知である難燃剤を含めた防災カーテン中の臭素系およびリン系難燃剤の実態調査，第26回環境化学討論会（静岡），1A-09，2017年6月．
- 155) 寺尾琴音，王齊，徳村雅弘，三宅祐一，雨谷敬史，達晃一：直接曝露評価のための室内製品における代替難燃剤の分析法開発と実態調査，第26回環境化学討論会（静岡），3A-03，2017年6月．
- 156) 古川美乃里，王齊，徳村雅弘，三宅祐一，雨谷敬史，高橋ゆかり：一般住宅と幼稚園におけるハウスダスト中の代替難燃剤の実態調査，第26回環境化学討論会（静岡），3A-04，2017年6月．【**Royal Society of Chemistry賞受賞**】
- 157) 瀬尾真紀子，徳村雅弘，王齊，甲斐葉子，三宅祐一，雨谷敬史，牧野正和：経皮曝露量の推算のためのマニキュア液中リン系化合物の実態調査，第26回環境化学討論会（静岡），3A-05，2017年6月．【**優秀発表賞受賞**】
- 158) 王齊，三宅祐一，徳村雅弘，雨谷敬史，堀井勇一：実験炉を用いたヘキサブプロモシクロドデカンの燃焼に伴う非意図的な臭素化多環芳香族炭化水素類の生成，第26回環境化学討論会（静岡），1A-13，2017年6月．【**優秀発表賞受賞**】
- 159) 王志偉，王齊，徳村雅弘，三宅祐一，雨谷敬史，福島靖弘，鈴木義浩，榎本孝紀：市販の捕集剤による作業環境及び一般環境における揮発性有機化合物（VOC）の回収率に関する検討，第26回環境化学討論会（静岡），1B-06，2017年6月．
- 160) 鈴木進二，倉石祐，三宅祐一，雨谷敬史：くん煙材の発煙温度と発煙量および多環芳香族炭化水素(PAHs)の生成量，第26回環境化学討論会（静岡），1B-11，2017年6月．
- 161) 増田美里，王齊，徳村雅弘，三宅祐一，雨谷敬史：魚油を含む食品中の多環芳香族炭化水素とその誘導体の分析法の検討，第26回環境化学討論会（静岡），1B-12，2017年6月．
- 162) 三宅祐一，徳村雅弘，岩崎悠太，王齊，雨谷敬史，小林剛，小口正弘：廃棄物焼却排ガス中六価クロムの測定法開発と排出濃度調査，第26回環境化学討論会（静岡），1D-16，2017年6月．
- 163) 甲斐葉子，三宅祐一，雨谷敬史：ETS曝露量評価用ニコチンパッシブサンブラーの捕集時間の検討，第26回環境化学討論会（静岡），P-056，2017年6月．
- 164) 新田しおり，山口里奈，徳村雅弘，三宅祐一，雨谷敬史，牧野正和：パーソナルケア製品中のパラベン類の複合曝露量の推算，第26回環境化学討論会（静岡），P-219，2017年6月．
- 165) 徳村雅弘，三宅祐一，岩崎悠太，王齊，雨谷敬史，堀井勇一，大塚英幸，谷川昇，小林剛，小口正弘：産業廃棄物焼却施設からの排ガス中の六価クロム濃度の測定 - IC-DPC法の改良による高感度化 - ，平成29年度 廃棄物資源循環学会 春の研究発表会（神奈川），P-019，2017

7年6月 .
166) 徳村 雅弘 ,新田 しおり ,山口 里奈 ,
三宅 祐一 ,雨谷 敬史 ,牧野 正和 : パー
ソナルケア製品に含まれる防腐剤の複合

曝露評価 - 成人女性と幼児の複合曝露量
の比較 - , 第26回日本臨床環境医学会学
術集会 (東京) , O-26 , 2017年6月 .

表1 測定対象の有機リン系難燃剤

Compound	Abbreviation	CAS number	The limit of quantification (ng mL ⁻¹)	MQL (ng g ⁻¹)
6-Benzylbenzo[c][2,1]benzoxaphosphinine 6-oxide	BzIDOPO	113504-81-7	0.00036	0.00083–0.017
Cresyl diphenyl phosphate	CsDPhP	26444-49-5	0.00036	0.00083–0.017
2-Ethylhexyl diphenyl phosphate	EHDPhP	1241-94-7	0.00083	0.0019–0.040
Naphthalen-2-yl diphenyl phosphate	NDPhP	18872-49-6	0.00036	0.00083–0.017
(5-Ethyl-2-methyl-2-oxido-1,3,2-dioxaphosphorinan-5-yl)methyl methyl methylphosphonate	PMMMP	41203-81-0	0.00036	0.00083–0.017
Bis[(5-ethyl-2-methyl-2-oxido-1,3,2-dioxaphosphinan-5-yl)methyl] methylphosphonate	di-PMMMP	42595-45-9	0.00036	0.00083–0.017
Tris(butoxyethyl) phosphate	TBOEP	78-51-3	0.00089	0.0021–0.043
Tributyl phosphate	TBP	126-73-8	0.000020	0.000046–0.0010
Tris(2-chloroethyl) phosphate	TCEP	115-96-8	0.00046	0.0011–0.022
Tris(2-chloroisopropyl) phosphate	TCCP	13674-84-5	0.00029	0.00067–0.014
Tricresyl phosphate	TCsP	1330-78-5	0.000061	0.00014–0.0030
Tris(1,3-dichloro-2-propyl) phosphate	TDCPP	13674-87-8	0.00047	0.0011–0.023
Triethyl phosphate	TEP	78-40-0	0.000055	0.00013–0.0027
Tris(2-ethylhexyl) phosphate	TEHP	78-42-2	0.00010	0.00023–0.0048
Tris(isobutyl) phosphate	TIBP	126-71-6	0.000048	0.00011–0.0023
Trimethyl phosphate	TMP	512-56-1	0.000071	0.00016–0.0034
Triphenyl phosphate	TPhP	115-86-6	0.000034	0.000078–0.0016
Triphenylphosphine oxide	TPhPO	791-28-6	0.000019	0.000044–0.00092
Tripropyl phosphate	TPP	513-08-6	0.000048	0.00011–0.0023

表 2 室内ハウスダスト調査概要

No	調査個所	春期 調査	夏期 調査	秋期 調査	冬期 調査
1	自室・K		2018 0613		2018 1212
2	自室、居間		2018 0621		2019 0121
3	自室寝室		2018 0625		2018 1218
4	居間		2018 0703		2018 1222
5	居間		2018 0708		2018 1218
6	居間・K		2019 0127		2019 0127
7	居間DK	2018 0520	2018 0725	2018 1010	2019 0201

注) K : キッチン DK : ダイニングキッチン

表 3 QEESI 問診票の概要

質 問 票	反応・症状の強さ
Q1 化学物質暴露による反応	まったく反応なし(0)～動けなくなる程の症状(10)
Q2 その他物質に対する反応	まったく反応なし(0)～動けなくなる程の症状(10)
Q3 症状	まったく症状なし(0)～動けなくなる程の症状(10)
Q4 マスキング	当てはまるものを選択
Q5 日常生活の支障の程度	まったく支障なし(0)～動けなくなる程の症状(10)

注) Q1、Q2、Q3、Q5は、反応なし等の0点から最も重い症状の10点までの項目をそれぞれの設問について選択する

表 4 化学物質放散源の実態調査概要

No	調査場所	夏期調査	冬期調査
1	カーテン	2018年07月06日	2019年01月28日
2	テレビ下	2018年07月06日	2019年01月28日
3	ソファタオルケット	2018年07月06日	2019年01月28日
4	フローリング	2018年07月06日	2019年01月28日
5	カーペット	2018年07月06日	2019年01月28日
6	テレビ下カーペット	2018年07月06日	2019年01月28日
7	上向き(セル)	2018年07月06日	2019年01月28日

表5 本研究で発見した難燃剤.

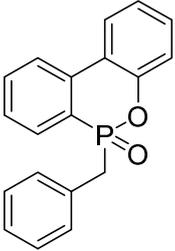
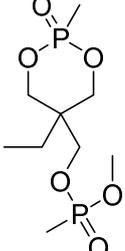
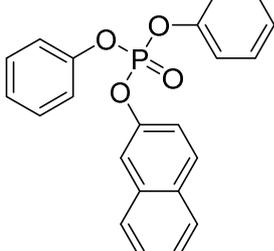
IUPAC名	6-benzylbenzo[c][2,1]benzoxaphosphinine 6-oxide	(5-ethyl-2-methyl-2-oxido-1,3,2-dioxaphosphorinan-5-yl)methyl methyl methyl phosphonate	naphthalen-2-yl diphenyl phosphate
CAS No.	113504-81-7	41203-81-0	18872-49-6
化学構造			

表 6 Previously reported concentrations of phosphorus flame retardants on indoor dust collected from indoor environments.

Indoor environment	Concentration ($\mu\text{g g}^{-1}$)		Reference
	TDCPP	TCsP	
Dwellings in United States	<0.09–56	–	Stapleton et al. (2009)
Dwellings in California	0.49–140	0.18–10	Dodson et al. (2014)
Dwellings in Japan	5.8–130	<4–100	Kanazawa et al. (2010)
Dwellings in Belgium	<0.08–6.6	<0.04–5.1	Van den Eede et al. (2011)
Dwellings in Kuwait	0.06–1.6	0.075–11	
Dwellings in Pakistan	<0.005–0.26	<0.002–0.36	Ali et al. (2013)
Car cabin in Kuwait	0.6–170	–	
Car cabin in Pakistan	<0.005–1.2	–	
Dwellings in Germany	<0.08–0.11	<0.04–0.24	Brommer et al. (2012)
Car cabin in Germany	<0.08–620	<0.04–150	
Car cabin (car seats) in Japan	1.4–190	–	Tokumura et al. (2017)
Car cabin (floor mats) in Japan	0.81–2.1	–	

* TDCPP: tris(1,3-dichloroisopropyl) phosphate; TCsP: tricresyl phosphate.

表 7 Concentrations (ng g⁻¹) and composition (%) of phosphate flame retardants in indoor dust collected from Japanese dwellings in 2015–2019.

	BzDOPO	CsDPhP	EHDPhP	NDPhP	PMMMP	di-PMMMP	TBOEP	TBP, TIBP	TCEP	TCPP	TCsP	TDCPP	TEP	TEHP	TMP	TPhP	TPhPO	TPP
D1	<1.8	66	440	<1.8	<1.8	<1.8	17000	270	480	1600	450	1300	31	580	<0.36	1400	370	3.5
	(-)	(0.28%)	(1.8%)	(-)	(-)	(-)	(71%)	(1.1%)	(2.0%)	(6.7%)	(1.9%)	(5.4%)	(0.13%)	(2.4%)	(-)	(5.8%)	(1.5%)	(0.015%)
D2	<1.8	620	810	<1.8	310	79	7400	42	4200	9100	420	11000	30	920	<0.36	510	42	<0.24
	(-)	(1.7%)	(2.3%)	(-)	(0.87%)	(0.22%)	(21%)	(0.12%)	(12%)	(26%)	(1.2%)	(31%)	(0.085%)	(2.6%)	(-)	(1.4%)	(0.12%)	(-)
D3	<1.8	970	820	<1.8	<1.8	<1.8	34000	58	6300	810	1700	63000	5.2	330	<0.36	7800	23	<0.24
	(-)	(0.84%)	(0.71%)	(-)	(-)	(-)	(29%)	(0.050%)	(5.4%)	(0.70%)	(1.5%)	(54%)	(0.0045%)	(0.28%)	(-)	(6.7%)	(0.020%)	(-)
D4	<1.8	82	240	<1.8	48	34	30000	34	73	5000	110	28000	1.6	320	<0.36	610	5.8	<0.24
	(-)	(0.13%)	(0.37%)	(-)	(0.074%)	(0.053%)	(46%)	(0.053%)	(0.11%)	(7.7%)	(0.17%)	(43%)	(0.0025%)	(0.50%)	(-)	(0.94%)	(0.0090%)	(-)
D5	<1.8	170	320	<1.8	<1.8	<1.8	3500	49	760	710	730	590	2.6	180	<0.36	780	16	<0.24
	(-)	(2.2%)	(4.1%)	(-)	(-)	(-)	(45%)	(0.63%)	(9.7%)	(9.1%)	(9.3%)	(7.6%)	(0.053%)	(2.3%)	(-)	(10%)	(0.20%)	(-)
D6	<1.8	32	78	<1.8	31	56	3300	42	170	1000	1600	660	11	420	<0.36	260	32	<0.24
	(-)	(0.42%)	(1.0%)	(-)	(0.40%)	(0.73%)	(43%)	(0.55%)	(2.2%)	(13%)	(21%)	(8.6%)	(0.14%)	(5.5%)	(-)	(3.4%)	(0.42%)	(-)
D7	25	130	130	<1.8	<1.8	94	8300	40	150	1600	87	4500	7.4	400	<0.36	860	29	<0.24
	(0.15%)	(0.79%)	(0.79%)	(-)	(-)	(0.57%)	(51%)	(0.24%)	(0.92%)	(9.8%)	(0.53%)	(28%)	(0.045%)	(2.4%)	(-)	(5.3%)	(0.18%)	(-)
D8	<1.8	61	280	<1.8	<1.8	<1.8	33000	420	2700	2100	160	440	<0.28	1100	<0.36	560	98	<0.24
	(-)	(0.15%)	(0.68%)	(-)	(-)	(-)	(81%)	(1.0%)	(6.6%)	(5.1%)	(0.39%)	(1.1%)	(-)	(2.7%)	(-)	(1.4%)	(0.24%)	(-)
D9	<1.8	160	280	<1.8	100	13	310000	34	17000	790	460	560	7.7	890	<0.36	630	27	<0.24
	(-)	(0.048%)	(0.085%)	(-)	(0.030%)	(0.0039%)	(94%)	(0.010%)	(5.1%)	(0.24%)	(0.14%)	(0.17%)	(0.0023%)	(0.27%)	(-)	(0.19%)	(0.0082%)	(-)
D10	<1.8	86	200	<1.8	<1.8	16	1800000	28	550	740	510	4300	29	210	<0.36	820	19	<0.24
	(-)	(0.0048%)	(0.011%)	(-)	(-)	(0.00089%)	(100%)	(0.0015%)	(0.030%)	(0.041%)	(0.028%)	(0.24%)	(0.0016%)	(0.012%)	(-)	(0.045%)	(0.0011%)	(-)

D11	<0.8	64	480	<2.1	17	28	32000	70	910	91000	680	730	83	280	<7.7	3300	<26	<0.8
	(-)	(0.049%)	(0.37%)	(-)	(0.013%)	(0.022%)	(25%)	(0.054%)	(0.70%)	(70%)	(0.52%)	(0.56%)	(0.064%)	(0.22%)	(-)	(2.5%)	(-)	(-)
D12	<2.3	330	530	<6.3	380	590	390000	32	20000	3600	1900	3300	42	150	<23	3900	79	<2.3
	(-)	(0.078%)	(0.12%)	(-)	(0.089%)	(0.14%)	(92%)	(0.0075%)	(4.7%)	(0.85%)	(0.45%)	(0.78%)	(0.010%)	(0.035%)	(-)	(0.92%)	(0.019%)	(-)
D13	<0.7	120	740	<1.9	47	68	55000	35	12000	1300	6700	220	11	460	<7	2700	37	<0.7
	(-)	(0.15%)	(0.93%)	(-)	(0.059%)	(0.086%)	(69%)	(0.044%)	(15%)	(1.6%)	(8.4%)	(0.28%)	(0.014%)	(0.58%)	(-)	(3.4%)	(0.047%)	(-)
D14	<12	510	280	<33	<98	<82	170000	73	1500	740	5100	5100	<41	330	<120	1000	<410	<12
	(-)	(0.28%)	(0.15%)	(-)	(-)	(-)	(92%)	(0.040%)	(0.81%)	(0.40%)	(2.8%)	(2.8%)	(-)	(0.18%)	(-)	(0.54%)	(-)	(-)
D15	<2.6	120	400	10	52	100	450000	89	370	6500	260	290	26	1000	<26	2600	530	<2.6
	(-)	(0.026%)	(0.087%)	(0.0022%)	(0.011%)	(0.022%)	(97%)	(0.019%)	(0.080%)	(1.4%)	(0.056%)	(0.063%)	(0.0056%)	(0.22%)	(-)	(0.56%)	(0.11%)	(-)
D16	<2.9	2200	580	<7.9	<23	29	12000	45	14000	1800	1900	190000	80	380	<29	33000	<97	<2.9
	(-)	(0.86%)	(0.23%)	(-)	(-)	(0.011%)	(4.7%)	(0.018%)	(5.5%)	(0.70%)	(0.74%)	(74%)	(0.031%)	(0.15%)	(-)	(13%)	(-)	(-)
D17	<5.2	200	1600	<14	160	37	91000	49	2200	3900	770	5400	30	350	<52	1500	<170	<5.2
	(-)	(0.19%)	(1.5%)	(-)	(0.15%)	(0.035%)	(85%)	(0.046%)	(2.1%)	(3.6%)	(0.72%)	(5.0%)	(0.028%)	(0.33%)	(-)	(1.4%)	(-)	(-)
D18	<3.9	1200	2000	<8.9	<31	56	240000	840	2900	4200	1800	1900	120	710	<39	2400	2900	<3.9
	(-)	(0.46%)	(0.77%)	(-)	(-)	(0.021%)	(92%)	(0.32%)	(1.1%)	(1.6%)	(0.69%)	(0.73%)	(0.046%)	(0.27%)	(-)	(0.92%)	(1.1%)	(-)
D19	<5	91	1100	<11	<40	100	6400	230	540	7700	290	5600	96	550	<50	1300	<170	<5
	(-)	(0.38%)	(4.6%)	(-)	(-)	(0.42%)	(27%)	(0.96%)	(2.3%)	(32%)	(1.2%)	(23%)	(0.40%)	(2.3%)	(-)	(5.4%)	(-)	(-)
D20	15	45	1300	<5.2	84	62	24000	160	340	580	640	640	50	3300	<23	960	830	<2.3
	(0.045%)	(0.14%)	(3.9%)	(-)	(0.25%)	(0.19%)	(73%)	(0.48%)	(1.0%)	(1.8%)	(1.9%)	(1.9%)	(0.15%)	(10%)	(-)	(2.9%)	(2.5%)	(-)
D21	<1.5	320	310	<3.3	100	92	12000	44	950	13000	710	<15	49	180	<15	2400	<49	<1.5
	(-)	(1.1%)	(1.0%)	(-)	(0.33%)	(0.31%)	(40%)	(0.15%)	(3.2%)	(43%)	(2.4%)	(-)	(0.16%)	(0.60%)	(-)	(8.0%)	(-)	(-)
D22	<3.7	1700	1100	<8.3	<29	<24	14000	71	13000	2700	2000	240000	40	430	<37	36000	<120	<3.7

	(-)	(0.55%)	(0.35%)	(-)	(-)	(-)	(4.5%)	(0.023%)	(4.2%)	(0.87%)	(0.64%)	(77%)	(0.013%)	(0.14%)	(-)	(12%)	(-)	(-)
D23	<2.2	55	900	<4.9	31	65	75000	74	5700	1000	22000	<22	45	420	<22	5000	<73	<2.2
	(-)	(0.050%)	(0.82%)	(-)	(0.028%)	(0.059%)	(68%)	(0.067%)	(5.2%)	(0.91%)	(20%)	(-)	(0.041%)	(0.38%)	(-)	(4.5%)	(-)	(-)
D24	<2.1	59	770	<7.1	59	68	13000	66	90000	160000	180	800	37	140	<21	1100	<21	<7.1
	(-)	(0.022%)	(0.29%)	(-)	(0.022%)	(0.026%)	(4.9%)	(0.025%)	(34%)	(60%)	(0.068%)	(0.30%)	(0.014%)	(0.053%)	(-)	(0.41%)	(-)	(-)
D25	<6.3	170	350	<21	56	66	46000	290	540	11000	390	1500	<21	240	<63	920	<63	<21
	(-)	(0.28%)	(0.57%)	(-)	(0.091%)	(0.11%)	(75%)	(0.47%)	(0.88%)	(18%)	(0.63%)	(2.4%)	(-)	(0.39%)	(-)	(1.5%)	(-)	(-)
D26	<4	81	980	<13	<32	<27	2600	200	310	1800	560	440	31	580	<40	790	1800	<13
	(-)	(0.80%)	(9.6%)	(-)	(-)	(-)	(26%)	(2.0%)	(3.0%)	(18%)	(5.5%)	(4.3%)	(0.30%)	(5.7%)	(-)	(7.8%)	(18%)	(-)
D27	<14	280	740	<48	400	<96	80000	1600	5700	3900	730	950	110	180	<140	930	850	<48
	(-)	(0.29%)	(0.77%)	(-)	(0.42%)	(-)	(83%)	(1.7%)	(5.9%)	(4.0%)	(0.76%)	(0.99%)	(0.11%)	(0.19%)	(-)	(0.97%)	(0.88%)	(-)
D28	<6.6	890	310	<22	<52	<44	480000	340	2000	1700	390	520	150	110	<66	730	190	<22
	(-)	(0.18%)	(0.064%)	(-)	(-)	(-)	(98%)	(0.070%)	(0.41%)	(0.35%)	(0.080%)	(0.11%)	(0.031%)	(0.023%)	(-)	(0.15%)	(0.039%)	(-)
D29	<2.6	310	210	<8.8	<21	<18	73000	130	1100	2300	1100	2000	17	270	<26	1600	170	<8.8
	(-)	(0.38%)	(0.26%)	(-)	(-)	(-)	(89%)	(0.16%)	(1.3%)	(2.8%)	(1.3%)	(2.4%)	(0.021%)	(0.33%)	(-)	(1.9%)	(0.21%)	(-)

表 8 Concentrations of phosphate flame retardants in indoor dust collected from Japanese dwellings in summer and winter seasons of 2017 (ng g⁻¹).

	D11		D12		D13		D14		D15		D16		D17	
	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter
BzIDOPO	<0.8	<1.1	<2.3	<1.6	<0.7	<0.8	<12	<5.6	<2.6	<14	<2.9	<0.8	<5.2	16
CsDPhP	64	180	330	310	120	190	510	840	120	<48	2200	3900	200	330
EHDPhP	480	400	530	510	740	660	280	790	400	170	580	1300	1600	1400
NDPhP	<2.1	<4.3	<6.3	<6.4	<1.9	<3.2	<33	<23	10	<59	<7.9	<3.2	<14	<20
PMMMP	17	85	380	420	47	39	<98	92	52	<120	<23	21	160	110
di-PMMMP	28	120	590	490	68	57	<82	180	100	<96	29	33	37	170
TBOEP	32,000	33,000	390,000	340,000	55,000	71,000	170,000	28,000	450,000	280,000	12,000	13,000	91,000	130,000
TBP, TIBP	70	98	32	86	35	38	73	99	89	<50	45	33	49	52
TCEP	910	1200	20,000	25,000	12,000	30,000	1500	48,000	370	<140	14,000	16,000	2200	4600
TCPP	91,000	53,000	3600	10,000	1300	1500	740	2500	6500	2800	1800	2900	3900	3100
TCsP	680	910	1900	900	6700	5400	5100	5900	260	1300	1900	2300	770	1100
TDCPP	730	2000	3300	3300	220	760	5100	620,000	290	1700	190,000	340,000	5400	8900
TEP	83	73	42	110	11	22	<41	100	26	<48	80	20	30	34
TEHP	280	270	150	380	460	410	330	1500	1000	1800	380	650	350	460
TMP	<7.7	<11	<23	<16	<7	<7.9	<120	<56	<26	<140	<29	<7.7	<52	<49
TPhP	3300	5100	3900	2800	2700	6500	1000	1900	2600	1700	33,000	50,000	1500	1900
TPhPO	<26	86	79	<53	37	36	<410	<190	530	<480	<97	47	<170	<160
TPP	<0.8	<1.1	<2.3	<1.6	<0.7	<0.8	<12	<5.6	<2.6	<14	<2.9	<0.8	<5.2	<4.9

表 9 4ヶ所の住宅における測定対象物質の濃度

		住宅 1	住宅 2	住宅 3	住宅 4
グルタルアルデヒド	ppb _v	0.0881	0.0835	0.0503	0.0325
	μg/m ³	0.355	0.337	0.203	0.132
グリオキサール	ppb _v	<0.00150	<0.00150	<0.00150	<0.00150
	μg/m ³	<0.00351	<0.00351	<0.00351	<0.00351
ホルムアルデヒド	ppb _v	177	85.8	187	138
	μg/m ³	214	104	227	168
アセトアルデヒド	ppb _v	90.4	10.1	4.48	9.92
	μg/m ³	160	17.9	7.94	17.6
アセトン	ppb _v	97.2	5.86	3.54	4.02
	μg/m ³	228	13.7	8.30	9.39

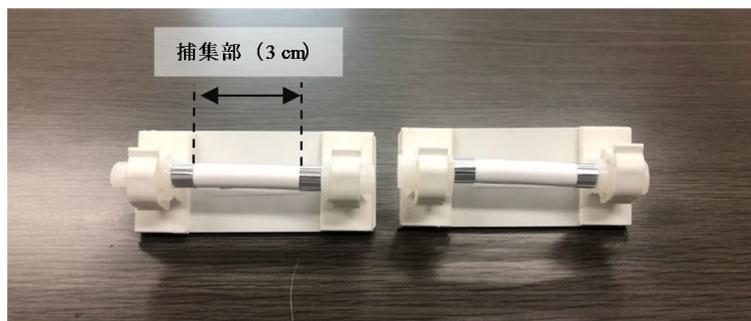


図 1 使用したパッシブサンプラー



図 2 ハンディー掃除機を用いた
ハウスダスト捕集

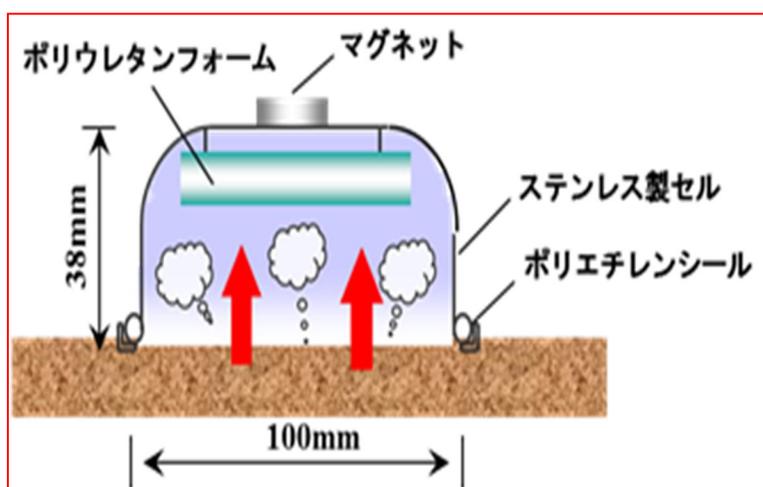


図3 エミッションセルの写真と概要図

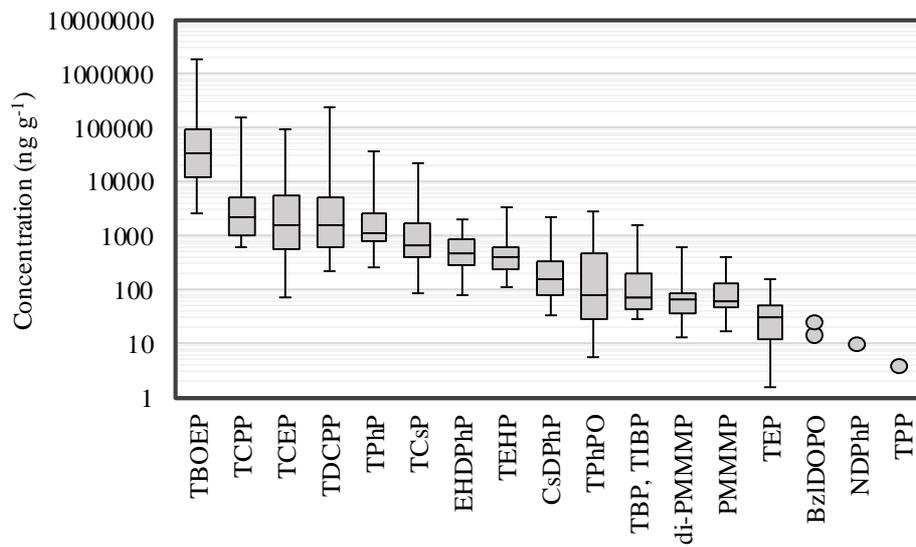


Figure 4 Concentrations of novel and conventional phosphate flame retardants in indoor dust collected from Japanese dwellings in 2015–2019.

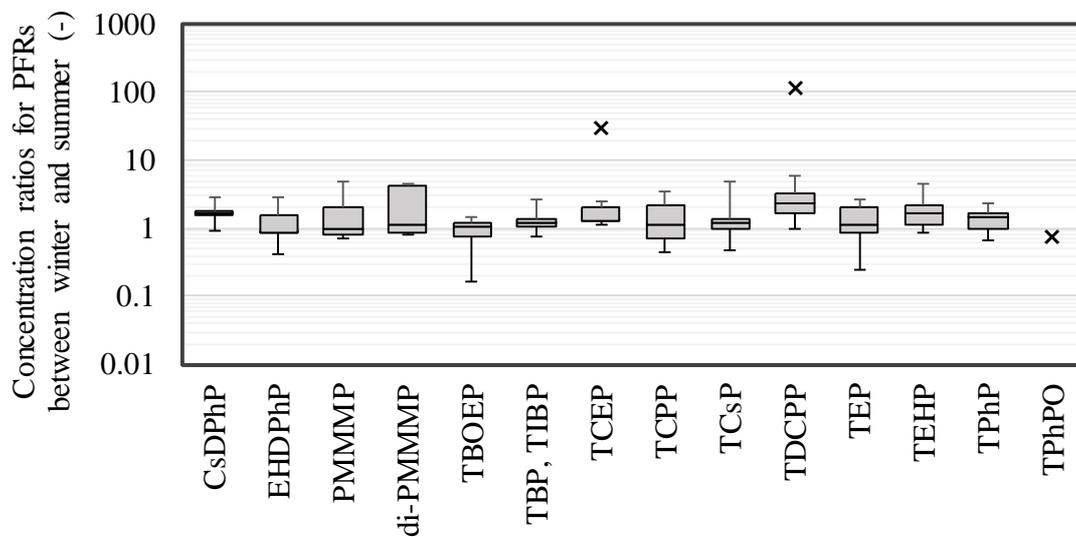
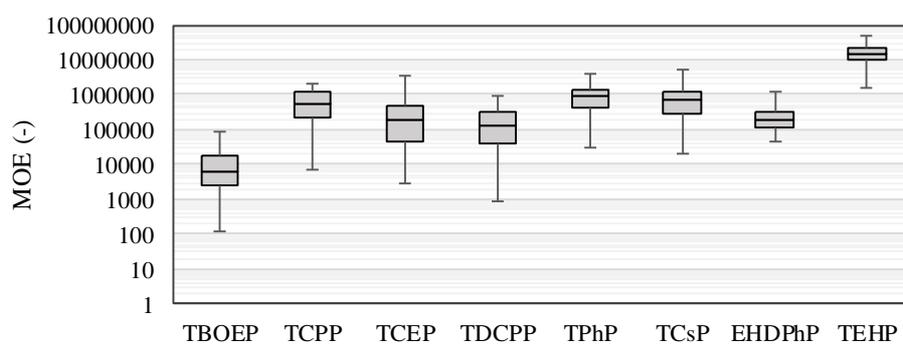


Figure 5 Concentrations of novel and conventional phosphate flame retardants in indoor dust collected from Japanese dwellings in 2015–2019.

a) Adult



b) Toddler

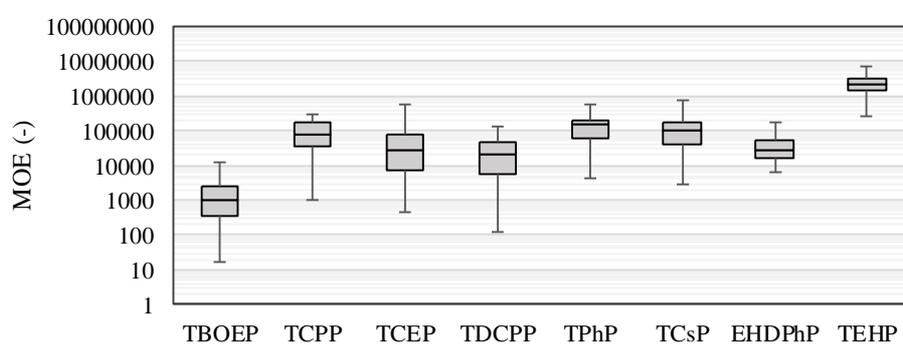


図6 ハウスダスト中の有機リン系難燃剤のリスク評価

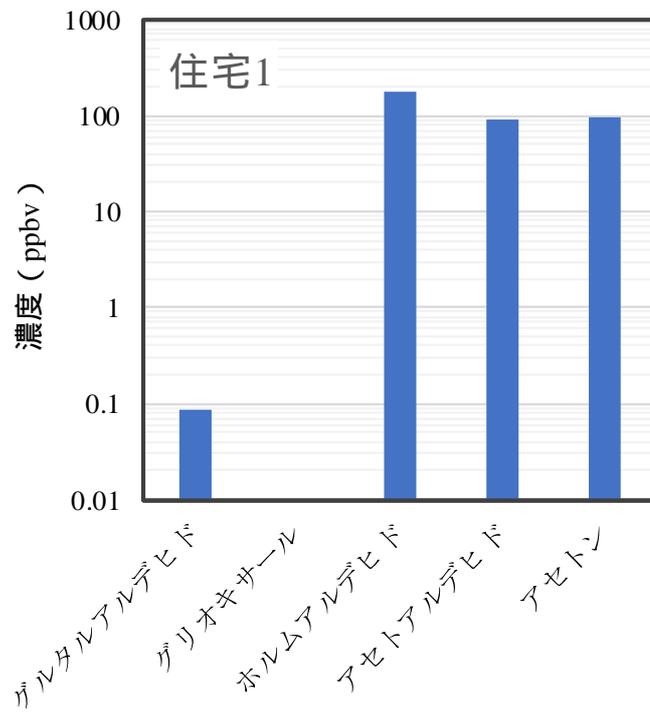


図 7-1 住宅 1 における測定対象物質の濃度

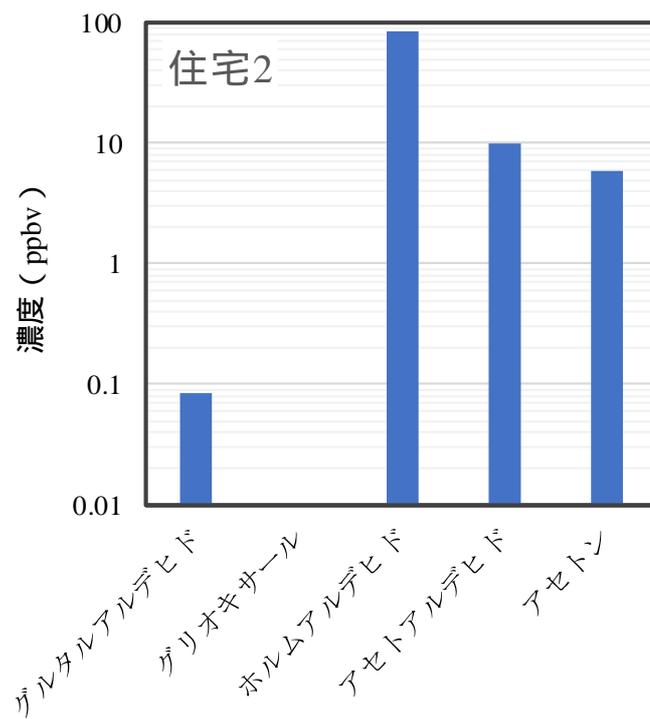


図 7-2 住宅 2 における測定対象物質の濃度

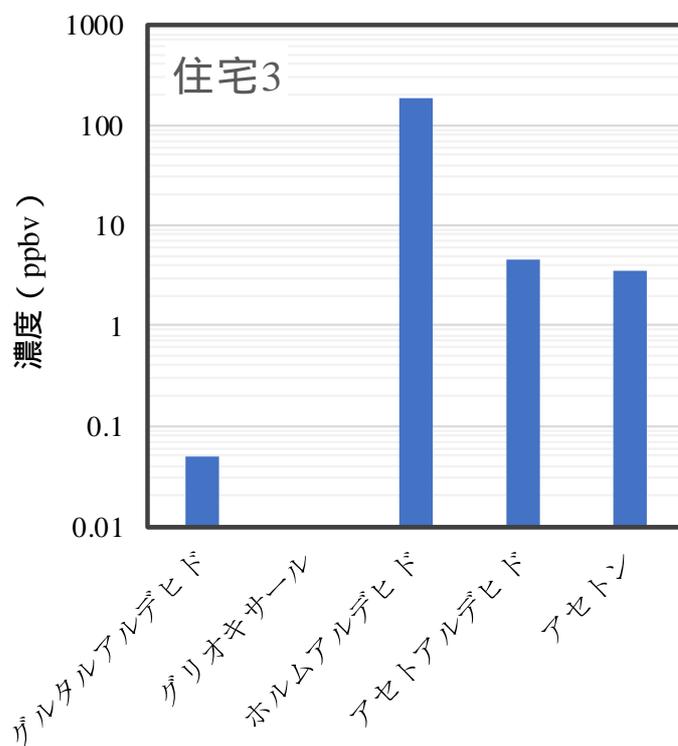


図 7-3 住宅3における測定対象物質の濃度

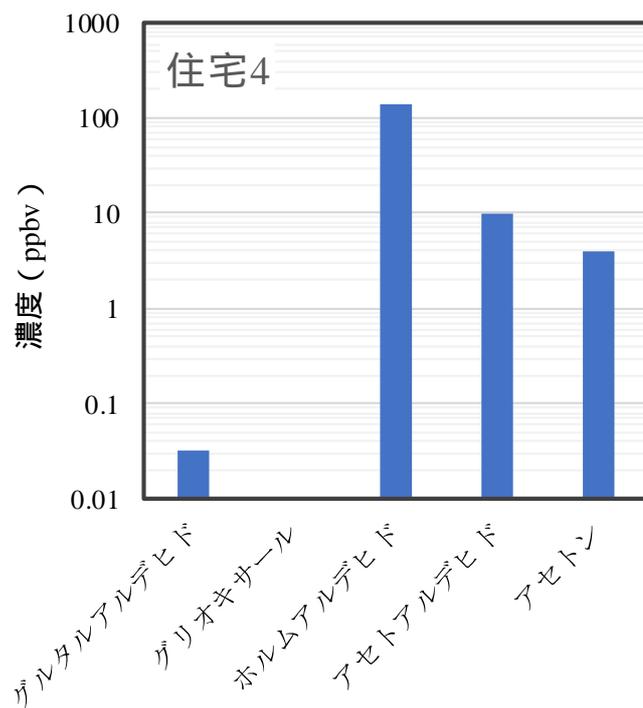


図7-4 住宅4における測定対象物質の濃度

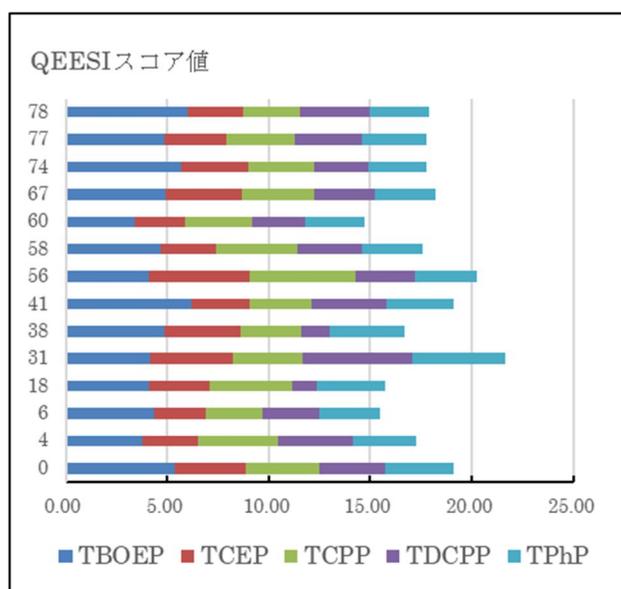


図8 化学物質濃度とQEESIスコア(合計値)