

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

家庭用品中の有害物質の規制基準に関する研究

研究代表者 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）

本研究では、現行の家庭用品規制法における有害物質の改正試験法の開発、ヘリウムを使用しないガスクロマトグラフ質量分析計（GC-MS）の代替試験法の開発、及び規制基準値設定のためのハザード情報や曝露情報の収集を目的としている。具体的には、噴射剤（塩化ビニル:VC）、防炎加工剤3種類（トリス（2,3-ジブロムプロピル）ホスフェイト[TDBPP]、ビス（2, 3-ジブロムプロピル）ホスフェイト[BDBPP]化合物、トリス（1-アジリジニル）ホスフィンオキシド[APO]）、木材防腐・防虫剤及び有機水銀化合物を対象としている。本年度、VCは昨年度の結果を踏まえ3種類の噴射剤存在下で検量線を比較し、それらに差異が無いことを確認し試験法が開発できた。開発した試験法を用いてスプレー塗料等39製品の実態調査を実施し、低濃度のVCの検出とその濃度がヒト健康影響のないレベルであることを確認した。防炎加工剤はAPO分析時におけるサロゲート物質使用の有効性や、フロリジルカラム精製におけるAPOの挙動に関する知見を得た。木材防腐・防虫剤はヘキササン処理及び2種類の固相カラムによる精製効果を確認し、分析対象とした8種類の多環芳香族炭化水素類（PAHs）について、十分な感度及び精度のある試験法が開発できた。有機水銀化合物は、マイクロウェーブ（MW）分解条件及び誘導結合プラズマ質量分析計（ICP-MS）による測定時のメモリー低減対策としてのAu及び塩酸添加条件を検討し、MW分解に塩酸及び硝酸を使用し、ICP-MS測定時には塩酸添加することが好ましいことを明らかにした。ヘリウム不足に対応した試験法は、アゾ化合物の試験法を対象とし、特定芳香族アミン類24物質を分析対象について、ヘリウム代替キャリアガスに水素および窒素ガスを用いたGC-MS試験法を検討し、ガス毎にGC-MS条件を変更しなくても現行基準値が測定可能であることを明らかにした。基準設定に関する研究は、APO及びVCについて収集した有害性情報の詳細を毒性項目及び曝露経路毎にまとめた。VCは、得られた有害性情報を毒性項目及び曝露経路毎にまとめ、有害性評価値案を作成した。APOは情報不足から類似構造のTris(aziridin-1-yl)phosphane sulfide（Thio TEPA）について有害性情報を収集すると共に、その有害性情報から導出した有害性評価値を、APOに適用可能か検討した。本研究はおおむね当初計画通りに進んでおり、次年度は引き続き改正試験法の開発及び基準値の検討を行うとともに、TDBPP及びBDBPP化合物、VC並びに木材防腐・防虫剤の妥当性評価試験を実施する。

研究分担者: 大嶋智子 (大阪健康安全基盤研究所 主幹研究員)、西以和貴 (神奈川県衛生研究所 主任研究員)、久保田領志 (国立医薬品食品衛生研究所 主任研究官)、田原麻衣子 (国立医薬品食品衛生研究所 主任研究官)、井上薫 (国立医薬品食品衛生研究所 室長)

研究協力者: 菅谷なえ子 (横浜市衛生研究所 専門研究員)、吉富太一 (神奈川県衛生研究所 主任研究員)、小峯宏之 (東京都健康安全研究センター 主任研究員)

A. 研究目的

我が国では、家庭用品を衛生化学的観点から安全なものにすることを目的として、「有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律(家庭用品規制法)」(昭和48年法律第百十二号)が存在する。家庭用品規制法では指定家庭用品に含まれる有害物質の含有量や溶出量について基準を定めており、現在までに21種類の有害物質が指定されている。この21種類の有害物質のうち、17種類が法律制定時から昭和58年までに指定され、残り3種類が平成16年に、1種類が平成27年にそれぞれ指定された。これら17種類の有害物質のほとんどは、指定当初から試験法が改正されていない。そのため、家庭用品規制法に基づく検査時に、現在の分析技術水準から乖離した分析機器や有害な試薬を使用しなければならないことが問題となっている。そのため、現在の分析水準等に合わせた試験法の改正は喫緊の課題となっている。また、試験法の改正に伴い、「検出されないこと」等の現行基準値について、基準値の改正が必要になる。

このような背景から、先行研究(H29-化学-指定-002)では溶剤、防炎加工剤及び防虫剤について改正試験法の開発や基準値の検討、並びに現行では対象外の家庭用品及び有害物質に対する規制基準設定に資する情報収集を実施した。溶剤及び防虫剤では試験法開発と妥当性評価を実施すると共に、その基準値は改正の必要が無いことを示した。防炎加工剤では、2種類について試験法の大枠が開発できた。

本研究では、先行研究から引き続き防炎加工剤について試験法開発及び妥当性評価並びに基準値設定に関する研究を継続して実施すると共に、先行研究で対象外であった有害物質の改正試験法開発及び基準値改正に資する情報収集を実施する。さらに、分析に用いるガスクロマトグラフ質量分析計(GC-MS)で使用するヘリウムは世界的に供給不足となっており、ヘリウムを使用しない代替試験法の実施も実施する。

改正試験法の実施では、はじめに対象化合物の測定条件や前処理方法を検討して試験法を開発し、その後、研究代表及び分担者並びに協力地方衛生研究所が連携して、妥当性評価を実施することとしている。規制基準値改正については、改正試験法の実施と並行して、規制基準値設定のためのハザード情報や曝露情報の収集を行っている。

B. 研究方法

B.1 有害物質の改正試験法の実施

先行研究から引き続き、有害試薬を使用せず分析操作を効率化及び高精度化した試験法の実施を目指す。対象は、先行研

究から継続する防炎加工剤 3 種類 [トリス (1-アジリジニル) ホスフィンオキシド (APO)、ビス (2,3-ジブロムプロピル) ホスフェイト (BDBPP) 化合物、トリス (2,3-ジブロムプロピル) ホスフェイト (TDBPP)] に加え、エアゾール製品の噴射剤 (塩化ビニルモノマー: VC)、木材防腐・防虫剤及び有機水銀化合物を対象とする。このうち、防炎加工剤及び噴射剤は現行試験法よりも高精度の分析が可能なキャピラリーカラムを用いた GC-MS による試験法を開発する。また、木材防腐・防虫剤の現行試験法はキャピラリーカラムを用いた GC-MS 法であるが、有害物質の使用と妨害物質の存在が指摘されており、その問題点を考慮した改正試験法を開発を行う。有機水銀化合物については有害試薬を使用しない試験法を開発すると共に、より高感度及び高精度な誘導結合プラズマ質量分析計 (ICP-MS) を用いた試験についても検討する。試験法を開発を効率よく行うために、用途別に各分担研究者が担当した。そのほか、ヘリウム供給不足問題への対策として、代替キャリアガス用いた GC-MS 法等を検討した。

噴射剤: 昨年度に開発した、ジメチルスルホキシドを捕集溶媒に、化学結合型 PLOT カラムを分離に用い、ヘッドスペース GC-MS 法にて VC を測定する試験法について、検量線精度の検討と実態調査を実施した。検量線精度については、エアゾール製品の噴射剤として窒素、ジメチルエーテル (DME) 及び液化石油ガス (LPG) の 3 種類を想定して検討した。実態調査はスプレー塗料を中心に 39 製品を対象に

実施した。実態調査にて VC が検出された試料について、製品評価技術基盤機構 (NITE) の「GHS 表示のための消費者製品のリスク評価手法のガイダンス」を参考に、吸入曝露量を推定した。

防炎加工剤: 今年度は APO の GC-MS 分析法について検討した。サロゲート物質として APO の重水素化体 (APO-d₁₂) を添加した後、繊維試料をメタノール還流し濃縮後、GC-MS にて測定した。繊維試料には綿 100%、ポリエステル 100%及びそれらの混紡製品 2 種の 4 種類を用いた。フロリジルカラムによる精製の必要性を検討するため、精製した試料と精製していない試料を測定し比較した。また、アセナフテン-d₁₀ を内部標準物質として使用し、サロゲート物質を用いた場合と比較した。

木材防腐・防虫剤: 我が国で有害物質に指定されている、ベンゾ[a]ピレン、ベンゾ[a]アントラセン(BaA)及びジベンゾ[a,h]アントラセン(DahA)の 3 種を含む、欧州で規制されている 8 種類の多環芳香族炭化水素類 (PAHs) を対象としている。本年度は、クレオソート油の抽出試料について遠心処理並びに Sep-Pak Silica、InertSep SAX 及び InertSep PSR の 3 種類の固相カラムを用いた精製方法を検討した。

有機水銀化合物: 本年度は、家庭用品中の有害元素の改正試験法の開発のため、食品や環境試料等の金属分析に用いられているマイクロ波分解 (MW 分解) - ICP-MS による水銀試験法を検討した。本試験法は、試料をマイクロ波による酸

分解により溶液化し、ICP-MS 分析により複数元素について各溶液中総濃度が得られる方法で、多くの国際規格や標準試験法に採用されている。具体的には、Hg を含む Cr、Zn、As、Cd、Sn、Sb 及び Pb を認証している認証標準物質（ERM-EC680m もしくは ERM-EC681m、ポリエチレン製）を用いた添加回収試験にて、MW 分解-ICP-MS における MW 酸分解条件、ICP-MS で水銀分析する際に必要となる ICP-MS の流路への水銀のメモリー低減対策について Au 及び塩酸添加を検討した。Au 添加は 200ppb に、塩酸添加では 2% 及び 0.2% となるよう調製し、検量線試料の最高濃度（1ppb）の測定後にブランク試料を複数回測定して評価した。また、現行の試験法について、家庭用品 10 製品（繊維製品・ワックス・靴クリーム等）に既知濃度の有機水銀化合物を添加して回収率を評価した。

ヘリウム不足に対応した試験法に関する

研究:今年度はアゾ化合物（化学的変化により容易に 24 種の特定芳香族アミンを生成するものに限る。）の試験法を対象とした。具体的には、特定芳香族アミン類 24 物質及びパラ-フェニルアゾアニリンから還元されて生成する可能性がある 2 物質の計 26 物質を分析対象として、ヘリウム代替キャリアガスとして水素および窒素ガスを用いた GC-MS 試験法について検討した。検量線最下点濃度の繰り返し測定における面積値の相対標準偏差を併行精度として、面積値の標準偏差より得られた検出下限値および定量下限値を感度として、各キャリアガスで比較し

た。また、既報においてアゾ染料が検出された繊維製品 3 製品および革製品 2 製品の計 5 製品について、現行の試験法に基づき珪藻土カラムを用いて抽出し、各キャリアガスで測定した。

B.2 家庭用品中の有害物質の基準値設定に関する研究

今年度は APO 及び VC について、収集した有害性情報の詳細を毒性項目及び曝露経路毎にまとめ、有害性評価値案の導出を試みた。VC は化審法の評価Ⅱにおいて詳細評価が行われ、経口及び吸入経路の有害性評価値が導出されている。そこで、評価Ⅱ以降に公表された有害性情報を新たに検索・収集し、有害性情報の信頼性評価を行った上で、有用と考えられた毒性試験等の情報を、評価Ⅱの評価書を附属資料として扱いながら整理することとした。APO は「政府向け GHS 分類ガイダンス（令和元年度改訂版（Ver. 2.0）」に記載されている「List 1 の情報源リスト」を情報源として収集した。情報が少ない場合には、上記 GHS 分類ガイダンスの「List 2 の情報源リスト」、ECHA の REACH 登録情報及びインターネット検索を調査し、情報収集を行った。これらの入手した毒性情報は、急性毒性、刺激性（皮膚、眼）、感作性（皮膚、呼吸器）、一般毒性（反復投与）、生殖発生毒性、遺伝毒性、発がん性の毒性項目別に整理し、ヒト及び動物にみられた毒性影響について曝露経路（経口、経皮、吸入）毎にまとめた。

C. 研究結果及び考察

C.1. 有害物質の改正試験法の開発

噴射剤：VC の重水素化体である VC-d₃ を内部標準物質に用いて窒素、DME、LPG 下での検量線を作成した結果、0.16～80 µg/mL の範囲で R²≥0.9989 と良好な直線性を示した。また、窒素下の検量線を用いて DME 及び LPG 下の VC 濃度を算出した結果、実際の濃度の±10%以内に入ることが確認された。対象とした 39 製品中 3 製品から 0.095、0.098 及び 0.28 µg/L の VC が検出された。検出された製品はいずれも成分に塩化ビニル樹脂を含んでいたことから、噴射ガス中の VC は塩化ビニル樹脂の残存モノマーによるものと推察された。そのうち、0.28 µg/L の VC が検出されたスプレー塗料について、製品の使用に伴う VC 吸入曝露量を推定した結果、0.0047 µg/kg/日と算出された。発がん性に対する有害性評価値 (10⁻⁵ リスク) を 4.0 µg/kg/日として、同製品を使用した時のリスク評価を行った結果、ハザード比は 0.0012 となり推定曝露量が有害性評価値を十分下回っていた。したがって、当該製品を曝露シナリオ通りに使用した場合は、製品中 VC の吸入曝露によるヒトへの健康影響はないと考えられた

防炎加工剤：GC-MS の SIM 分析で、APO の検量線は 0.01-2 µg/mL の範囲で良好であった。公定法の APO の検出限界 0.4 µg/g、定量限界 0.8 µg/g を十分下回る 0.04 µg/g の定量下限値が得られた。フロリジルによる精製を行うとサロゲート物質が回収できない場合が認められた。これは、前処理工程が長くなることによる分解や、フロリジルへの吸着等の影響と考えられた。精製しない場合の試験溶液をアセトン溶

媒で検討を行い、分析時間の短縮を図ることにした。その結果、サロゲート補正回収率は、素材によらず 102.1–136.4 % (RSD 0.5–7.3 %) と良好であった。内標補正回収率、サロゲート回収率、絶対検量線法による分析では、ポリエステル 65 % 綿 35 %カーテンで 22.6–30.8 % (RSD 14.9-20.5 %) の低い回収率となったが、それ以外のほとんどの試料で 84.0–136.4 % (RSD 5.8-37.9 %) の概ね良好な回収率が得られた。試験溶液をアセトン溶媒にすることが、APO 分析法で有用であった。回収率の低下は、染料等の加工剤による影響を受ける試料があることが明らかになった。現行の定量限界の 1/20 まで定量可能なことから、スクリーニング法としては、内標準補正及び絶対検量線法でも十分分析可能なことを確認した。なお、毛 100 %素材では、APO-d₁₂ の保持時間付近に夾雑物ピークがみられ、毛 100 %素材及び綿 100 %素材において、APO の分析には影響しないが、TDBPP 近傍に妨害ピークがみられた。これら妨害ピークは、精製によりいずれも除去することができ、精製は APO ピークの確認には有効であった。

木材防腐・防虫剤：現行公定法では、クレオソート油の精製をシリカゲルカートリッジにより行うが不十分であるとの指摘があった。そこで、クレオソート油にヘキサンを加えて遠心分離したところ、非常に多くの夾雑物を除くことが可能であることを見出した。そして、この遠心処理により得られた上清をさらに精製するため、Sep-Pak Silica、InertSep SAX 及び InertSep PSR の性質の異なる 3 種類の固相につい

て検討を行った。その結果、Sep-Pak Silica または InertSep SAX カラムを用いることで、GC-MS 分析時の妨害物質が大幅に削減できることが確認できた。開発した精製法を用いて、クレオソート油への添加回収試験を行った結果、分析対象とした 8 種 PAHs で回収率 83.5-108.3%、相対標準偏差 0.2-4.4% の良好な結果が得られた。また定量下限値を算出したところ、現行の基準値 10 µg/g を 1/10 以上下回る 0.14~0.29 µg/g となった。そのため、今回の検討で得られた分析法は改正試験法として必要な性能を有していると考えられた。

有機水銀化合物：MW 酸分解条件について、硝酸及び塩酸、または硝酸及びフッ化水素酸を用いた場合、両条件ともに全ての元素で真度（回収率）、併行精度及び室内精度は良好であった。水銀以外に家庭用品規制法で対象となっているスズ化合物の Sn や、Sb 等の他の元素の一斉分析も考慮して、硝酸及び塩酸、または硝酸及びフッ化水素酸以上の条件が必要と考えられた。ただし、その毒性及び ICP-MS の管理上、フッ化水素酸の使用はできるだけ避けることが望ましいため、硝酸及び塩酸の使用が適当であると考えられた。メモリー低減対策では、Au 添加で検量線の最高濃度試料測定後にブランク試料を 2 回程度測定すると、水銀の検出濃度が検量線試料の最低濃度（0.01ppb）の 1/10 程度に低下することが確認でき、良好な低減効果が確認された。塩酸添加では、0.2% で検量線試料の最低濃度（0.01ppb）の 1/10 程度に低下するのに 5 回程度測定する必要があったのに対し、塩酸濃度が 2% では、

3 回程度で低下した。実際の家庭用品試買等の検査時の操作効率等から、Au 200ppb もしくは塩酸 2% 以上の条件が適当と判断した。家庭用品規制法に規定されている有機水銀化合物試験方法に基づき、現在流通している製品（10 製品）について添加回収試験を実施した。その結果、四塩化炭素による液々分配の段階で、着色やエマルジョンがあった製品で回収率が低い傾向が見られた。

ヘリウム不足に対応した試験法に関する

研究：注入方法はスプリットレス法とパルスドスプリットレス法を比較すると、低濃度または高濃度の測定のどちらでも、スプリットレス法と比較して最大で約 2.7 倍の感度（ヘリウムガスにおける 2,4-Diaminoanisole）が得られた。ヘリウムガスにおける検量線は、0.01~10 mg/mL で概ね良好な直線性が得られた。ただし、10 mg/L の濃度でピーク強度が飽和する物質があったため、その場合は検量線範囲から除外し、検量線範囲を 0.01~6 mg/L とした。水素ガスでは、カラムでの分離及び質量分析計の感度はヘリウムガスと同程度であったが、ピークが若干テーリングすることが認められた。窒素ガスでは、ヘリウムガスおよび水素ガスに比べ 1/300~1/100 程度の感度であったが、0.3~6 mg/L の範囲では検量線は概ね良好な直線性が得られた。そのため、キャリアガスを変更しても、カラム、ガス流量、オープン昇温条件等を変更することなく十分な分離が得られた。また、実試料分析時にも特に問題は認められなかった。以上から、水素ガス及び窒素ガスの場合でも、現行基

準値の 30 µg/g を下回る濃度まで定量可能であり、基準値の適合判定が可能であることが確認できた。

B.2 家庭用品中の有害物質の基準値設定に関する研究

塩化ビニルモノマーについては、化審法の評価II以降に公表された有害性情報を検索・収集し、入手できた情報を確認したが、結局、家庭用品のための本物質の慢性影響に関する有害性評価においては、評価IIの評価結果及び有害性評価値を活用するのが良いと考えた。本物質は、家庭用品としてはスプレー噴霧剤として使用されることが想定されているため、ヒトへの主要な曝露経路は吸入経路であると考えられる。したがって、本物質のリスク評価においては、吸入経路の有害性評価値 0.010 mg/m³（一日摂取量 4.0×10³ mg/kg/day に相当）を活用し、推定曝露量との比（ハザード比）を求めるのが良いと考えた。また、経皮曝露の情報が無かったため、家庭用品を介して本物質がヒトに曝露されることが想定される場合は、現時点では吸収率等が経口経路と同じだと仮定して経口の有害性評価値を援用するしかないと考えた。短期曝露による影響については、皮膚や眼への刺激性が示唆されたため、有害性評価においては考慮が必要になると考えた。

APO については、WHO 国際がん研究機関 (IARC)によるモノグラフ (1975)しか有害性情報が無く、有害性評価値を導出するには不十分な内容だったため、類似物質と考えられた Tris(aziridin-1-yl)phosphane sulfide (Thio-TEPA)の有害性

情報を収集し整理した。その結果、APO 及び Thio-TEPA は遺伝毒性発がん物質であることが示唆されていたことから、Thio-TEPA のラット及びマウスを用いた発がん性試験で認められた造血系腫瘍の発生頻度に基づく有害性評価値案を、化審法の評価IIでの方法に従って導出した。ただし、この有害性評価値を APO に援用することが妥当かについては、当該発がん性試験が有する課題や、曝露経路の違い、両物質の体内動態の同等性等に関する論点について、専門家から客観的な意見の聞き取りを行い、判断することが望ましい。

D.まとめ

VCでは昨年度の結果を踏まえ3種類の噴射剤存在下で検量線を比較し、それらに差異が無いことを確認し試験法が開発できた。開発した試験法を用いてスプレー塗料等 39 製品の実態調査を実施し、低濃度の VC の検出とその濃度がヒト健康影響のないレベルであることを確認した。防炎加工剤では APO 分析時におけるサロゲート物質使用の有効性や、フロリジルカラム精製における APO の挙動に関する知見を得た。木材防腐・防虫剤ではヘキサシアン処理及び 2 種類の固相カラムによる精製効果を確認し、分析対象とした 8 種類の多環芳香族炭化水素類 (PAHs) について、十分な感度及び精度のある試験法が開発できた。有機水銀化合物では、MW 分解条件及び ICP-MS 測定時のメモリー低減対策としての Au 及び塩酸添加条件を検討し、MW 分解には塩酸及び硝酸、ICP-MS 測定時には塩酸添加が好ましいことを明らかにした。また、現行試験法では、

四塩化炭素による液々分配の段階で、着色やエマルジョンがあった製品で回収率が低い傾向が見られた。ヘリウム不足に対応した試験法では、アゾ化合物の試験法を対象とし、特定芳香族アミン類 26 物質を分析対象として、ヘリウム代替キャリアガスに水素および窒素ガスを用いた GC-MS 試験法について検討した。そして、ガス毎に GC-MS 条件を変更しなくても現行基準値が測定可能であることを確認した。基準設定に関する研究では、APO 及び VC について、収集した有害性情報の詳細を毒性項目及び曝露経路毎にまとめ、湯具合性評価値を提案した。APO は情報不足から類似構造の Thio TEPA の有害性情報を収集すると共に、その有害性情報から導出した有害性評価値を、APO に適用可能か検討した。

本研究はおおむね当初計画通りに進んでおり、次年度は引き続き改正試験法の開発及び基準値の検討を行うとともに、TDBPP 及び BDBPP 化合物、VC 並びに木材防腐・防虫剤について、妥当性評価試験を実施する。その他、令和 3 年度の家用品安全対策調査会において、先行研究で開発した溶剤 3 種及び防虫剤 2 種の試験法が改正試験法として承認され、令和 4 年 3 月 28 日に公布された（薬生薬審発 0328 第 5 号）。

E. 健康危害情報

なし

F. 研究発表

F.1. 論文発表

1) 西以和貴・上村仁・大嶋智子・萱谷な

え子・印南佳織・田畑佳世・河上強志: 有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律（有害物質含有家庭用品規制法）における繊維製品中防虫加工剤試験法改定に係る検討, 薬学雑誌, 141, 1031-1040, 2021.

2) 田原麻衣子・河上強志・五十嵐良明: 家庭用洗浄剤中の酸及びアルカリにおける確認試験法の確立, 国立衛研報, 139, 51-58, 2021.

3) 河上強志: 家庭用品中の有害物質規制並びに繊維製品による健康被害事例, 繊維学会誌, 78, 62-66, 2022.

4) 大嶋智子・角谷直哉・山口之彦・河上強志: 繊維製品に含まれる防炎加工剤のビス(2,3-ジブロモプロピル) ホスフェイト及びトリス(2,3-ジブロモプロピル) ホスフェイトの GC-MS 分析法, 薬学雑誌, 142, 279-287, 2022.

F.2. 学会発表

1) 河上強志・田原麻衣子・五十嵐良明 家庭用品等に含まれる感作性物質の実態調査 - 水性塗料及び玩具中の防腐剤 -, 第 51 回日本皮膚免疫アレルギー学会総会学術大会, (2021.11)

2) 萱谷なえ子・田原麻衣子・河上強志 家庭用品規制法における噴射剤（塩化ビニルモノマー）試験法の検討について, 第 58 回全国衛生化学技術協議会年会, (2021.11)

3) 大嶋智子・角谷直哉・山口之彦・河上強志 家庭用品規制法における防炎加工剤の試験法の検討 (IV), 第 58 回全国衛生化学技術協議会年会, (2021.11)

4) 大嶋智子 抗菌加工繊維製品等の抗菌

剤に関する調査, 第 58 回全国衛生化学技術協議会年会, (2021.11)

5) 西以和貴・吉富太一・上村仁・河上強志 クレオソート油及びその処理木材中多環芳香族炭化水素類試験法の検討ーGC分析条件及び抽出法ー, 第 58 回全国衛生化学技術協議会年会, (2021.11)

6) 田原麻衣子・河上強志・五十嵐良明 家庭用品規制法におけるヘリウム不足に対応したエアゾール製品中の溶剤の試験法に関する検討, 第 58 回全国衛生化学技術協議会年会, (2021.11)

7) 田原麻衣子・河上強志・五十嵐良明 イオンクロマトグラフィーを用いた家庭用洗剤中の酸およびアルカリのイオン種確認方法, 第 58 回全国衛生化学技術協議会年会, (2021.11)

8) 河上強志・小濱とも子・酒井信夫・高木規峰野・高橋夏子・大嶋直浩・田原麻衣子・五十嵐良明 家庭用マスクに含まれるホルムアルデヒドの実態調査, 第 58 回全国衛生化学技術協議会年会, (2021.11)

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし