

また、実試料の代表的なクロマトグラムを Fig.7 に示した。測定対象とした 18 化合物のうち、8 種類の化合物が検出された。検出頻度は DPG が最も多く、44 製品から検出され (1.1~1.8×10⁴ µg/mL)、次いで PG が 22 製品 (1.5~2.9×10⁴ µg/mL)、diethylene glycol monoethyl ether (DGMEE) が 15 製品 (tr~1.9×10³ µg/mL)、diethylene glycol (DEG) が 9 製品 (1.0×10¹ ~ 2.4×10³ µg/mL)、1,3-butanediol (13BG) 及び 2-ethyl-1-hexanol (2E1H) がそれぞれ 5 製品 (tr~7.4×10³ µg/mL 及び 3.2×10⁻¹~4.4 µg/mL)、DGMEE が 4 製品 (2.1 ~ 7.1 µg/mL)、3-methoxy-3-methylbutanol (MMB) が 2 製品 (2.4~4.7×10² µg/mL) から検出された。これら以外の化合物は検出されなかった。

検出された化合物は、対象とした製品に可塑剤として使用されたり、香料等の溶剤として使用されたりしたものと考えられた³⁴⁾。このうち、特に DPG、PG 及び DEG は、他の化合物に比べてその濃度が非常に高い値を示し、これらの化合物が家庭用スプレー製品に多く含有されていると考えられた。また、検出頻度はこれらに比べると低かったが、DGMEE、13BG 及び MMB も数百~数千 µg/mL で検出され、これらの化合物についても、家庭用スプレー製品から高濃度で検出される可能性があることが分かった。そして、DGMEE、PG 及び 13BG は、前述の室内空気汚染全国調査¹⁰⁾で検出が報告されている指針値未策定物質であり、今回測定した家庭用スプレー製品は、その発生源の一つになり得ることが明らかとなった。

測定対象化合物が検出された製品のうち、2013 年及び 2015 年購入試料の両方で検出された PG、13BG、DEG、DPG、DGMEE、2E1H 及び MMB について、それぞれ最高濃度で検出された製品について、製品使用時の放散量を求めた。次に、製品技術評価基盤機構 (NITE) の「消費者製品リスク評価に用いる推定ヒト暴露量の求め方」³⁵⁾に従いそれらの平均室内空气中濃度を推定した。

はじめに、使用時に 5 回スプレーすると仮定し、その際の試料噴射量を測定した。そして、噴射量と各化合物濃度から放散量を計算

したところ、PG、13BG、DEG、DPG、DGMEE、2E1H 及び MMB は 6.1×10¹ mg、1.1×10¹ mg、8.5 mg、6.8 mg、2.8 mg、6.4×10⁻³ mg 及び 1.4 mg であった (Table 10)。次に、製品使用後の各化合物の平均室内空气中濃度を推定した。その際、就寝前に製品を一度に 5 回スプレーし、各化合物は噴霧直後に全て揮散したと仮定し「瞬間蒸発モード・単調減少」のシナリオを選択して次の式にて算出した。

$$Ca_t = \frac{\left[\frac{Ap \times Wr}{V} \right] \times [1 - \exp(-N \times t)]}{N \times t}$$

ここで、

Ca: 暴露期間中平均室内空气中濃度 (mg/m³)

Ap: 使用製品重量 (mg)

Wr: 対象化学物質含有率 (無次元)

V: 空間体積 (m³)

N: 換気回数 (回/h)

t: 暴露時間 (h)

である。Ap×Wr が前述した一度に 5 回スプレーした際の放散量に相当する。また、V、N 及び t は 6 畳間 (20m³)、0.2 回/h 及び 6 h とそれぞれ仮定した。推定した各化合物の平均空气中濃度を Table 10 に示した。

推定された各化合物の平均室内空气中濃度は PG が最も高く、1.8 mg/m³ であった。次いで、13BG、DEG 及び DPG が 10⁻¹ mg/m³、DGMEE 及び MMB が 10⁻² mg/m³ の濃度レベルであった。2E1H は他に比べて放散量が少ないため、1.9×10⁻⁴ mg/m³ と低濃度であった。

室内空気汚染全国調査では、PG、13BG 及び DGMEE が 10⁻²~10⁻¹ mg/m³ (トルエン換算値) 検出されることが報告されている¹⁰⁾。今回の調査の結果、家庭用スプレー製品を使用すると、室内空気汚染全国調査と同等もしくはそれ以上の濃度でこれらの化合物が室内空气中に存在する可能性が考えられた。そのため、芳香剤等の家庭用スプレー製品もこれらの化合物の放散源の一つになり得る可能性が示唆された。ただし、今回の平均室内空气中濃度の推定では、スプレー後に各化合物は全て揮散すると仮定しているが、実際にはその噴霧粒子径サイズと各化合物の揮発性に

依存しており、揮散せず室内の壁及びカーペット等の家具類や、衣類等の繊維製品に付着し徐々に放散される影響も評価に加える必要があるものと思われる。

一方、推定された 2E1H の平均空気中濃度 ($1.9 \times 10^4 \text{ mg/m}^3$) は、室内空気汚染全国調査で検出されている濃度レベル ($10^2 \sim 10^1 \text{ mg/m}^3$) に比べるとはるかに低い値であった。そのため、2E1H については、樹脂製品の可塑剤や塗料等の別の放散源の影響が大きいと考えられた。

本研究で対象とした家庭用スプレー製品から高濃度で検出された化合物について、PG 及び DPG は毒性がほとんど無いとされているが³⁴⁾、DEG はそのミストが有毒であり、DGMEE は目や粘膜を刺激する³⁴⁾。ただし、ドイツ労働安全衛生情報源 (MAK Collection) によれば、DEG 及び DGMEE の最大現場濃度 (MAK Value) は、 $4.4 \times 10^1 \text{ mg/m}^3$ 及び $5.0 \times 10^1 \text{ mg/m}^3$ であり^{36,37)}、それらに比べれば家庭用スプレーの使用によるこれらの化合物の室内空気中濃度は低いことから、直接スプレーに暴露されない限り問題はないものと考えられる。一方、芳香剤等から室内空気中に放出された化合物が、有害な二次生成物へと変化することが報告¹⁵⁾されている。また、グリコール類及びグリコールエーテル類は、大気環境下で OH ラジカルにより分解されることが報告されている³⁸⁾。そのため、今後は室内空気中のグリコール類及びグリコールエーテル類からの二次生成物の有無及びそれらから生成した二次生成物の安全性評価等も必要であると考えられた。

D. まとめ

瞬時放散型家庭用品として家庭用スプレー製品を対象とし、以下の3点について研究した。

①細胞毒性試験による刺激性評価とその原因物質の探索

細胞毒性試験にて家庭用スプレー20製品の刺激性を評価した。その結果、 IC_{50} が 8.4×10^{-3} (%) の試料から 1%濃度で細胞毒性を示さない試料まで、その刺激性強度には幅が認められた。そして、強い細胞毒性を示し

た製品について、その原因物質を検討し、陽イオン界面活性剤の didecyl dimethyl ammonium 及び非イオン界面活性剤のポリオキシエチレンラウリルエーテル (エチレンオキシド鎖が 4~13 程度) が考えられた。また、非イオン界面活性剤と BIT とが共存することで細胞毒性が増強することが確認された。そのため、実試料では複数の刺激性物質による相加・相乗効果が生じている可能性が考えられた。

②環状ポリジメチルシロキサン類の分析法の検討と実態調査

家庭用スプレー製品中の環状ポリジメチルシロキサン分析法を開発した。そして、開発した分析法を用いて 22 製品を分析したところ、アイロン用仕上げ剤及び室内清浄用スプレーの 3 製品から $D_4 \sim D_6$ が検出され、その濃度は $tr \sim 4.0 \text{ } \mu\text{g/g}$ であった。環状ポリジメチルシロキサン類以外に直鎖型ポリジメチルシロキサンが検出され、それらの調査も必要と考えられた。

③グリコール類及びグリコールエーテル類の分析法の検討と実態調査

グリコール類及びグリコールエーテル類の分析法を検討したところ、グラファイトカーボンを用いた抽出に用いることで、良好な回収率と再現性が得られた。この方法を用いて、54 製品を測定したところ、8 種類の化合物が検出された。検出頻度は DPG が最も多く、44 製品から検出され ($1.1 \sim 1.8 \times 10^4 \text{ } \mu\text{g/mL}$)、次いで PG が 22 製品 ($1.5 \sim 2.9 \times 10^4 \text{ } \mu\text{g/mL}$)、DGMEE が 15 製品 ($tr \sim 1.9 \times 10^3 \text{ } \mu\text{g/mL}$)、DEG が 9 製品 ($1.0 \times 10^1 \sim 2.4 \times 10^3 \text{ } \mu\text{g/mL}$)、13BG 及び 2E1H がそれぞれ 5 製品 ($tr \sim 7.4 \times 10^3 \text{ } \mu\text{g/mL}$ 及び $3.2 \times 10^{-1} \sim 4.4 \text{ } \mu\text{g/mL}$)、DGMBE が 4 製品 ($2.1 \sim 7.1 \text{ } \mu\text{g/mL}$) 及び 3-methoxy-3-methylbutanol (MMB) が 2 製品 ($2.4 \sim 4.7 \times 10^2 \text{ } \mu\text{g/mL}$) から検出された。DGMBE を除く各化合物が最も高濃度で検出された試料を使用した際の、平均室内空気中濃度を推定したところ、2E1H を除く 6 種類の化合物はその濃度レベルが $10^2 \sim 1.0 \text{ mg/m}^3$ と算出された。そのため、これらの化合物については芳香剤等の家庭用水性スプレー製品もその放散源の一つになり得ることが明らかとなった。また、2E1H については、製

品使用時の平均室内空气中濃度は 10^{-4} mg/m³ レベルと推定され、ポリ塩化ビニルや塗料等の別の放散源の影響が大きいと考えられた。

E. 研究発表

E1. 論文発表

- 1) Kawakami T, Isama K, Ikarashi Y. (2014) Analysis of isothiazolinone preservatives in polyvinyl alcohol cooling towels used in Japan. *J. Environ. Sci. Health Part A*. **49**: 1209-1217.
- 2) 河上強志, 伊佐間和郎, 五十嵐良明 (2014) イソチアゾリノン系防腐剤による接触皮膚炎—家庭用品に起因する症例を中心として, *J. Environ. Dermatol. Cutan. Allergol.* **8**: 147-161.
- 3) Kawakami T, Isama K., Ikarashi Y. Particle size distribution of aerosols sprayed from household hand-pump sprays containing fluorine-based and silicone-based compounds, *Bull. Nalt. Inst. Health Sci.*, 133, 37-41, 2015.

E.2 学会発表

- 1) 河上強志, 伊佐間和郎, 五十嵐良明: 皮膚に触れる可能性のある家庭用品に使用されている防腐剤の実態—冷感タオル及び衛生製品等における事例. 第23回環境化学討論会 (2014.5)
- 2) 河上強志, 伊佐間和郎, 五十嵐良明: 家庭用スプレー製品の使用に伴う健康被害例の解析. フォーラム2014 衛生薬学・環境トキシコロジー (2014.9)
- 3) 河上強志, 伊佐間和郎, 五十嵐良明: フッ素系またはシリコン系化合物を含む家庭用スプレー製品の噴霧粒子径等の実態調査. 日本薬学会第135年会 (2015.3)
- 4) 河上強志, 伊佐間和郎, 香川聡子, 神野透人: 家庭用水性スプレー製品中のグリコール類及びグリコールエーテル類等の分析, 24回環境化学討論会 (2015.6)
- 5) 河上強志, 波多野弥生, 古田光子, 伊佐間和郎, 五十嵐良明, 鹿庭正昭: 防水スプレー製品等による中毒事故の傾向及びその安全対策の動向, 第37回日本中毒学会総会・学術大会 (2015.7)
- 6) 河上強志, 伊佐間和郎, 香川聡子, 神野透

人: 家庭用芳香剤等のスプレー製品に含まれるグリコールエーテル等の実態調査, 第52回全国衛生化学技術協議会年会 (2015.12)

F. 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

G. 引用文献

- 1) 厚生労働省医薬食品局審査管理課化学物質安全対策室: 室内濃度指針値一覧, <http://www.nihs.go.jp/mhlw/chemical/situnai/hyou.html>
- 2) 国土交通省: 改正建築基準法に基づくシックハウス対策の概要, <http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/sickhouse.files/gaiyou.pdf>
- 3) 東賢一: 国内外における室内空気質汚染の現状と対策, *生活衛生*, 54, 116-127, 2010.
- 4) 波多野弥生・今別府文昭・野村奈央・財津佳子・飯塚富士子・遠藤容子・黒木由美子・大橋教良・吉岡敏治: 防水スプレー吸引による健康被害, *中毒研究*, 23, 73-78, 2010.
- 5) 黄英文・佐山宏一・松崎圭一・宮崎雅樹・須藤晃彦・千代谷厚・田島敦志・向井万起男: スプレー式家庭用洗剤が誘因となった肺出血の1例, *日呼吸誌*, 1, 62-66, 2012.
- 6) Senthilkumaran S., Meenakshisundaram R., Michaels A.D., Balamurgan N. Thirumalaikolundusubramanian P.: Ventricular fibrillation after exposure to air freshener-death just a breath away, *J. Electrocardiol.*, 45, 164-166, 2012.
- 7) 厚生労働省医薬食品局審査管理課化学物質安全対策室: 家庭用品等に係る健康被害病院モニター報告, [http://www.nihs.go.jp/mhlw/chemical/katei/monitor\(new\).html](http://www.nihs.go.jp/mhlw/chemical/katei/monitor(new).html)
- 8) 波多野弥生・三瀬雅史・竹内明子・橋俊宏・黒川友里亜・高野博徳・荒木浩之・黒木由

- 美子・遠藤容子・吉岡俊治: 家庭用品等の吸入、眼への曝露による健康被害 -厚生労働省「家庭用品等に係る健康被害病院モニター報告」より-, 中毒研究, 26, 72-77, 2013.
- 9) Casas L., Zock J.P., Carsin A.E., Fernandez-Somoano A., Esplugues A., Santa-Marina L., Tardón A., Ballester F., Basterrechea M., Sunyer J.: The use of household cleaning products during pregnancy and lower respiratory tract infections and wheezing during early life, *Int. J. Public Health*, 58, 757-764, 2013.
 - 10) Zock J.P., Plana E., Jarvis D., Antó J.M., Kromhout H., Kennedy S.M., Künzli N., Villani S., Olivieri M., Torén K., Radon K., Sunyer J., Dahlman-Hoglund A., Norbäck D., Kogevinas M.: The use of household cleaning sprays and adult asthma: an international longitudinal study, *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 176, 735-741, 2007.
 - 11) Mehta A.J., Adam M., Schaffner E., Barthélémy J.C., Carballo D., Gaspoz J.M., Rochat T., Schindler C., Schwartz J., Zock J.P., Künzli N., Probst-Hensch N., SAPALDIA Team.: Heart rate variability in association with frequent use of household sprays and scented products in SAPALDIA, *Environ. Health Perspect.*, 120, 958-964, 2012.
 - 12) Singer B.C., Destailats H., Hodgson A.T., Nazaroff W.W.: Cleaning products and air fresheners: emissions and resulting concentrations of glycol ethers and terpenoids, *Indoor Air*, 16, 179-191, 2006.
 - 13) Jo W.K., Lee J.H., Kim M.K.: Head-space, small chamber and in-vehicle tests for volatile organic compounds (VOCs) emitted from air fresheners for Korean market, *Chemosphere*, 70, 1827-1834, 2008.
 - 14) 神野透人・香川(田中)聡子・小濱とも子・宮川真琴・吉川淳・小松一裕・徳永裕司: 室内空気中の総揮発性有機化合物(TVOC)に対する芳香剤・消臭剤の影響に関する研究, 国立衛研報, 125, 72-78, 2007.
 - 15) Nazaroff W.W., Weschler C.J.: Cleaning products and air fresheners: exposure to primary and secondary air pollutants, *Atmos. Environ.*, 38, 2841-2865, 2004.
 - 16) 厚生労働省: シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会, <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/other-iyaku.html?tid=128714>
 - 17) World Health Organization (WHO): Indoor air quality, organic pollutants. Report on a WHO meeting, EURO reports and Studies, vol.111, WHO regional office for Europe, Copenhagen, Denmark, 1989.
 - 18) 第十六改正日本薬局方: 7.02 プラスチック製医薬品容器試験法
 - 19) JISK0102:2013 オレンジII吸光光度法
 - 20) Stenerson K.K.: ENVI-Carb Plus for the Extraction of Propylene Glycol and Ethylene Glycol from Water, <http://www.sigmaaldrich.com/technical-documents/articles/reporter-us/envi-carb-plus-for.html#sthash.N96uUs9L.dpuf>
 - 21) The Dow Chemical Company, KORAKONE™ B-119, http://www.dow.com/assets/attachments/business/biocides/koralone/koralone_b-119/tds/koralone_b-119.pdf
 - 22) 動物医薬品協同組合: 動物医薬品副作用等情報集 成分名: 塩化デシルジメチルアンモニウム, <http://www.nval.go.jp/vet-cop/sub4/ammonium.htm>
 - 23) 剣持堅志・浦山豊弘・吉岡敏行・中桐基晴・藤原博一: 環境中微量有害化学物質の分析、検索技術の開発に関する研究 -LC/MS/MSを用いた陽イオン界面活性剤の分析法-, 岡山県環保研年報, 32, 35-46, 2008.
 - 24) 石関忠一: 非イオン及びアニオン系界面活性剤の抗菌性に関する研究, 衛研試報, 88, 75-78, 1970.
 - 25) 山内仁史・佐久間信至: 第3編 界面活性剤による機能創製と基本技術 第5章 医療・食品における殺菌・消毒及び静菌, 最新・界面活性剤の機能創製・素材開発・応

- 用技術 (堀内照夫・鈴木敏幸 編) , エヌ・ティイー・エス, pp.204-210., 2005.
- 26) Kwon D.Y., Kim H.M, Kim E., Lim Y.M., Kim P., Choi K., Kwon J.T.: Acute pulmonary toxicity and inflammation induced by combined exposure to didecyldimethylammonium chloride and ethylene glycol in rats, *J. Toxicol. Sci.*, 41, 17-24, 2016.
- 27) JIS K0123 ガスクロマトグラフ質量分析通則
- 28) 中村宗知: 機器分離・分析における精度管理、有機化学物質の機器分析法 -農薬と化学物質- (小林裕子・中村幸二編) , ソフトサイエンス社, pp.66-83, 2008.
- 29) Horii Y., Kannan K.: Survey of organosiloxane compounds, including cyclic and linear siloxanes, in personal-care and household products, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 55, 701-710, 2008.
- 30) Wang R., Moody R.P., Koniecki D., Zhu J.: Low molecular weight cyclic volatile methylsiloxanes in cosmetic products sold in Canada: Implication for dermal exposure, *Environ. Int.*, 35, 900-904, 2009.
- 31) Dudzina T., von Goetz N., Bogdal C., Biesterbos J.W., Hungerbühler K.: Concentrations of cyclic volatile methylsiloxanes in European cosmetics and personal care products: prerequisite for human and environmental exposure assessment, *Environ. Int.*, 62, 86-94, 2014.
- 32) 井上嘉則: 測定の信頼性と精度管理, 環境測定絵とき基本用語 (YAN 環境測定技術委員会編) , オーム社, 東京, p52-65, 2001
- 33) 高取聡・阿久津和彦・近藤文雄・和泉俊一郎・牧野恒久・中澤裕之: 高速液体クロマトグラフィー/タンデム型質量分析法によるヒト母乳中のフタル酸モノエステル類の分析, *分析化学*, 56, 1025-1031, 2007.
- 34) 化学工業日報社: 15710 の化学商品, 化学工業日報社, 東京, pp2168, 2010
- 35) 独立行政法人製品評価技術基盤機構 (NITE) , 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-付属書 1 消費者製品のリスク評価に用いる推定ヒト暴露量の求め方 , http://www.nite.go.jp/chem/risk/ghs_risk_consumer_exposure.pdf
- 36) 国立医薬品食品衛生研究所安全情報部: 国際化学物質安全性カード「ジエチレングリコール」 , <http://www.nihs.go.jp/ICSC/icssj-c/icss0619c.html>
- 37) 国立医薬品食品衛生研究所安全情報部: 国際化学物質安全性カード「ジエチレングリコールモノグリジルエーテル」 , <http://www.nihs.go.jp/ICSC/icssj-c/icss0039c.html>
- 38) Aschmann S.A., Martin P., Tuazon E.C., Arey J., Atkinson R.: Kinetic and product studies of selected glycol ethers with OH radicals, *Environ. Sci. Technol.*, 35, 4080-4088, 2001.

Table 1. 調査対象製品一覧

試料番号	製品分類	成分(製品の表示による)
H25_1	衣料用お手入れ剤	繊維潤滑剤、除菌剤、消臭剤、エタノール、香料
H25_2	消臭機能付きリネンウォーター	消臭液(液体イオン交換体)、精製水、香料、防腐剤
H25_3	消臭機能付きリネンウォーター	消臭液(液体イオン交換体)、精製水、香料、防腐剤
H25_4	リネンウォーター	水、ラベンダー水、防腐剤
H25_5	リネンウォーター	水、香料、防腐剤 ^a
H25_6	消臭・芳香剤	消臭液(液体イオン交換体)、精製水、香料、防腐剤
H25_7	衣類用消臭剤	消臭液、精製水、香料、界面活性剤、防腐剤
H25_8	リネンウォーター	消臭液(液体イオン交換体)、精製水、香料、防腐剤
H25_9	芳香剤	消臭液(液体イオン交換体)、精製水、香料、防腐剤
H25_10	リネンウォーター	香料、界面活性剤
H25_11	リネンウォーター	蒸留水、エッセンシャルオイル(天然香料)、防腐剤
H25_12	衣類・布製品・空間用芳香消臭剤	非イオン界面活性剤、植物抽出エキス、エタノール、安定化剤、香料、防腐剤
H25_13	布製品用消臭剤	植物抽出物消臭剤、除菌剤、香料
H25_14	アイロン用のリンスプレー	水溶性ポリマー、シリコン、香料
H25_15	ルームスプレー	— ^b
H25_16	空間用芳香剤	—
H25_17	空間用芳香剤	—
H25_18	アイロン用仕上げ剤	水溶性ポリマー、シリコン、香料
H25_19	ルームフレグランス	— ^c
H25_20	防臭下着スプレー	アルコール、除菌剤、消臭剤、香料、水
H25_21	室内清浄用	ポリシロキサン誘導体、界面活性剤、エタノール、凝集剤、二酸化チタン、香料
H25_22	衣類しわとり剤	繊維潤滑剤、消臭剤、エタノール、香料
H25_23	衣類・布製品・空間用消臭剤	両性界面活性剤、緑茶エキス、除菌剤、香料、エタノール
H25_24	衣類・布製品用消臭剤	トウモロコシ由来消臭成分、除菌成分(有機系)、香料

^a 貼付されていた日本語表示をはがすと英語で成分表示されていた[aqua (purified water), hexylene glycol, trideceth-9, peg-40 hydrogenated castor oil, perfume (fragrance), polysorbate 20, hexyl cinnamal, citronellol, limonene, butylphenyl methylpropional, linalool, benzyl salicylate, alpha-isomethyl ionone, citral, coumarin, geraniol, magnesium nitrate, magnesium chloride, methylchloroisothiazolinone, methylisothiazolinone]

^b 表示なし

^c 貼付されていた日本語表示をはがすと英語で成分表示されていた[fragrance contains essential oils vetiver (grass) + patchouli + black currant, zinc ricinolate, sodium iminodisuccinate, alcohol ethoxylate, deionized water, benzoisothiazolinone]

Table 1. 調査対象製品一覧(続き)

試料番号	製品分類	成分(製品の表示による)
H27_1	室内消臭剤・芳香剤	精製水、エチルアルコール、除菌剤、防腐剤、香料、その他
H27_2	室内消臭剤・除菌剤	重曹、エタノール、天然植物性抽出エキス、香料
H27_3	ハウスタスト除去剤	精製水、エタノール、硫酸ナトリウム、炭酸カリウム、植物抽出物消臭剤、植物抽出物除菌剤、イソチアゾリノン
H27_4	室内芳香剤	柿タンニンエキス、シクロデキストリン、水、エッセンシャルオイル(精油)、エタノール
H27_5	室内芳香剤	香料、エタノール、色素
H27_6	室内芳香剤	不明(日本語ラベルをはがすと、アルコール、水、香料、Alpha-Isomethyl Ionone, hydroxy isomethyl 3-cyclohexene carboxaldehyde, Linalool)
H27_7	リネンウォーター	水、ポリソルベート20、香料、グルタミン酸ジ酢酸4Na、ベンザルコニウムクロリド、クエン酸
H27_8	布製品用消臭剤	水、エタノール、香料(日本語ラベルをはがすと、精製水、アルコール、エッセンシャルオイル、香料)
H27_9	室内芳香剤	香料、エタノール、色素
H27_10	消臭剤	オーブス高密度安定純水、オーストラリアン天然ユーカリオイル
H27_11	消臭・除菌剤	大豆脂肪酸(ナノイソコロイド)、水
H27_12	消臭剤	植物性酵素液(パパイヤ、マンゴ、ノニ他40種類)
H27_13	消臭・除菌剤	バイオDM(クローバー・ユーカリ・ミント・イトスギ・サヴォーリー・松・ローズマリー・タチジャコウ草)、香料(天然植物精油配合)、精製水、食品用フレーバー
H27_14	消臭・除菌剤	銀イオン水溶液、シクロデキストリン、チャエキス、水、香料、エタノール
H27_15	室内洗浄剤	鉱物ミネラル、純水(H ₂ O)
H27_16	衣類・布製品用芳香剤	香料、消臭剤、除菌剤、繊維潤滑剤
H27_17	衣類・布製品用芳香剤	香料、消臭剤、除菌剤、シリコーン、エタノール
H27_18	室内・布製品用消臭剤	エタノール、両性界面活性剤系消臭剤、第四級アンモニウム塩
H27_19	衣類・布製品用消臭剤	植物抽出物、エタノール、抗菌剤、香料
H27_20	衣類・布製品用消臭剤	植物抽出物、エタノール、抗菌剤、香料
H27_21	衣類・布製品用消臭剤	植物抽出物、エタノール、抗菌剤、香料
H27_22	芳香剤	天然エッセンシャルオイル、ウレタン樹脂、界面活性剤、精製水
H27_23	芳香剤	ヒノキ精油、エタノール
H27_24	室内芳香剤	エタノール、香料、水
H27_25	消臭・除菌剤、室内芳香剤	ユーカリ精油、緑茶エキス、柿渋エキス、銀イオン水溶液、カチオン系抗菌成分、水、香料、エタノール
H27_26	消臭・除菌剤、室内芳香剤	柿渋エキス(消臭成分)、カチオン系除菌成分、水、香料、エッセンシャルオイル(精油)、エタノール
H27_27	芳香剤	精製水、アルコール、香料、トレハロース、活性剤、フェノキシエタノール
H27_28	消臭・芳香剤	エタノール(植物由来)、水、シベリヤモミ油、ギンバイカ油、レモン果皮油、ユーカリ葉油、スパイクラベンダー油、アオモジ果実油、リモネン、リナロール
H27_29	芳香剤	—
H27_30	芳香剤	伊予柑ウォーター、茶乾留液、伊予柑オイル、エタノール、グループフルーツ種子エキス、植物性界面活性剤
H27_31	芳香剤	アルコール・香料
H27_32	消臭・芳香剤	水・緑茶抽出物・非イオン系界面活性剤・香料・イソチアゾリン系防腐剤

Table 2. 測定対象化合物の略語、CAS番号、物理化学特性値及び購入先一覧

Chemicals	Abbreviation	CAS No.	Molecular weight	logKow	Boiling point (°C)	Supplier ^a
Octamethylcyclotetrasiloxane	D ₄	556-67-2	296.6	5.1	175	B
Decamethylcyclopentasiloxane	D ₅	541-02-6	370.8	5.2	210	B
Dodecamethylcyclohexasiloxane	D ₆	540-97-6	444.9	5.86	245	B
Propylene glycol	PG	57-55-6	76.1	-0.92	188	A
1,2-Butanediol	12BG	584-03-2	90.1	-0.34	194	B
1,3-Butanediol	13BG	107-88-0	90.1	-0.29	207	B
1,4-Butanediol	14BG	110-63-4	90.1	-0.83	228	B
2,3-Butanediol	23BG	513-85-9	90.1	-0.92	182	B
Diethylene glycol	DEG	111-46-6	106.1	-1.98	245	B
Dipropylene glycol ^b	DPG	110-98-5 ^b	134.2	-0.7~-1.5	232	B
Hexylene glycol	HG	107-41-5	118.2	0.58	197	B
Diethylene glycol monoethyl ether	DGMEE	111-90-0	134.2	-0.15	196	B
Diethylene glycol monobutyl ether	DGMBE	112-34-5	162.2	0.56	230	B
Propylene glycol monomethyl ether	PGMME	107-98-2	90.1	-0.49	120	A
Propylene glycol monoethyl ether	PGMEE	1569-02-4	104.2	0.3	132	C
Propylene glycol monobutyl ether	PGMBE	5131-66-8	132.2	1.15	170	B
Propylene glycol monomethyl ether acetate	PGMMEA	108-65-6	132.2	0.3	146	B
Diethylene glycol monoethyl ether acetate	DGMEEA	112-15-2	176.2	0.32	217	B
Diethylene glycol monobutyl ether acetate	DGMBEA	124-17-4	204.3	1.3	245	B
2-Ethyl-1-hexanol	2E1H	104-76-7	130.2	2.28	187	B
3-Methoxy-3-methylbutanol	MMB	56539-66-3	118.2	0.18	174	B

^a A: Kanto Chemical Co., Inc., B: Tokyo Chemical Industry Co., Ltd., C: Junsei Chemical Co., Ltd.

^b Mixture of three isomers. CAS number were described on the product label.

Table 3. 測定対象とした環状ポリジメチルシロキサン類のGC/MS条件、検出下限値(LOD)および定量下限値(LOQ)並びに低濃度及び高濃度添加時の回収率結果

	Retention time (min)	Quantifying ion [m/z]	Qualifying ion [m/z]	LOD ^a (µg/g)	LOQ ^b (µg/g)	Recoveries ^c			
						Low	CV(%)	High	CV(%)
D ₄	7.15	281	265	0.0016	0.77	130	5.9	67	1.5
D ₅	8.49	355	267	0.017	0.23	98	2.4	91	2.8
D ₆	9.77	341	429	0.010	0.21	83	2.5	92	2.7
M4Q	8.73	281	369			99	3.8	91	2.6
BHT-d ₂₄	11.20	225							

^a JIS K0123に従い、低濃度添加試料(1 µg/g添加、n=4)の分析値の標準偏差 ρ 、検量線の傾き a 、内部標準物質との相対感度 r より、 $LOD=3.3 \times \rho / ar$ として算出した

^b 低濃度添加試料(Low: 1 µg/g添加、n=4)の分析値から得られた標準偏差 ρ に10を乗じた値とした

^c Low(1 µg/g添加)およびHigh(20 µg/g)標準品を試料に添加して求めた(n=4)

^d Tetrakis(trimethylsiloxy)-silane

^e Butylated hydroxytoluene-d₂₄

Table 4. 測定対象としたグリコール類及びグリコールエーテル類等のGC/MS条件

Chemicals	RT(min)	Monitoring ions [m/z] ^a	IS ^b
PGMME	5.53	<u>45</u> , 47, 75	DCB-d ₄
PGMEE	5.97	31, <u>45</u> , 59	DCB-d ₄
PGMMEA	6.72	<u>43</u> , <u>45</u> , 72	DCB-d ₄
PGMBE	8.26	45, <u>57</u> , 87	DCB-d ₄
MMB	9.52	41, <u>73</u> , 103	DCB-d ₄
2E1H	10.18	41, 43, <u>57</u>	DCB-d ₄
23BG	11.29	43, <u>45</u> , 57	PG-d ₈
PG	11.49	31, 43, <u>45</u>	PG-d ₈
DGMEE	11.82	45, 59, <u>72</u>	PG-d ₈
HG	11.90	43, <u>56</u> , 59	PG-d ₈
DGMEEA	12.54	43, 72, <u>87</u>	Nap-d ₈
12BG	12.56	<u>39</u> , 58, 59	Nap-d ₈
13BG	13.24	<u>43</u> , 45, 57	Nap-d ₈
DGMBE	13.84	45, <u>57</u> , 75	Nap-d ₈
DPG-1	14.24	<u>45</u> , 59, 89	DEG-d ₈
DGMBEA	14.41	43, 57, <u>87</u>	DEG-d ₈
DPG-2	14.77	45, <u>59</u> , 103	DEG-d ₈
DPG-3	14.84	45, <u>59</u> , 103	DEG-d ₈
14BG	15.21	<u>42</u> , 57, 71	DEG-d ₈
DEG	15.86	<u>45</u> , 75, 76	DEG-d ₈
DCB-d ₄	10.28	150	
PG-d ₈	11.41	49	
Nap-d ₈	13.38	136	
DEG-d ₈	15.78	49	

^a Underline means quantifying ion.

^b Internal standard used for quantification.

Table 5. 試料濃度1%での各試料のコロニー形成率ならびに各試料のIC₅₀値及び非イオン界面活性剤濃度

Sample No.	コロニー形成率(%)	IC ₅₀ (%)	非イオン界面活性剤濃度 ^a (µg/mL)
N25_1	0	4.2×10 ⁻²	2.1×10 ²
H25_2	88	>1.0	6.2×10 ⁻¹
H25_3	101	>1.0	3.4
H25_4	110	>1.0	— ^b
H25_5	95	>1.0	5.9
H25_6	103	>1.0	1.7
H25_7	71	>1.0	3.4
H25_8	79	>1.0	2.7
H25_9	99	>1.0	6.2×10 ⁻¹
H25_10	4.7	5.7×10 ⁻¹	5.2×10 ⁻¹
H25_11	92	>1.0	4.1×10 ¹
H25_12	0	1.1×10 ⁻¹	2.0
H25_13	0	2.3×10 ⁻¹	3.4×10 ¹
H25_14	0	1.3×10 ⁻¹	5.8×10 ¹
H25_15	0	2.1×10 ⁻¹	1.8
H25_16	0	>1.0	6.1
H25_17	2.1	9.6×10 ⁻²	6.0
H25_18	33	2.9×10 ⁻¹	6.3
H25_19	0	8.4×10 ⁻³	5.6×10 ³
H25_20	0	1.9×10 ⁻¹	1.7×10 ²

^a ポリオキシエチレンアルキルエーテルとして ^b 定量下限値 (1.0×10⁻² µg/mL) 以下

Table 6. 家庭用スプレー製品中のD₄、D₅およびD₆濃度ならびにM4Q回収率

Sample No.	D ₄ (µg/g)	D ₅ (µg/g)	D ₆ (µg/g)	M4Q (%) ^a
N25_1	— ^b	—	—	36
H25_2	—	—	—	51
H25_3	—	—	—	20
H25_4	—	—	—	52
H25_5	—	—	—	68
H25_6	—	—	—	32
H25_7	—	—	—	36
H25_8	—	—	—	33
H25_9	—	—	—	37
H25_10	—	—	—	72
H25_11	—	—	—	62
H25_12	—	—	—	52
H25_13	—	—	—	81
H25_14	3.8	4.0	1.1	53
H25_15	—	—	—	77
H25_16	—	—	—	31
H25_17	—	—	—	58
H25_18	tr. ^c	0.94	0.42	81
H25_19	—	—	—	40
H25_20	—	—	—	54
H25_21	—	0.99	2.7	62
H25_22	—	—	—	43

^a M4Qの添加量(2 µg/g)に対する回収率

^b 不検出

^c LOD以上LOD未満

Table 7. グリコール類及びグリコールエーテル類等の検出下限値 (Limit of detection: LOD)、定量下限値 (Limit of quantification: LOQ) および回収率 (n=3)

	LOD ^a (µg/mL)	LOQ ^a (µg/mL)	Recoveries (Milli-Q)						Recoveries (Sample)	
			0.8 µg/mL		4 µg/mL		40 µg/mL		40 µg/mL	
			Recovery (%)	CV (%)	Recovery (%)	CV (%)	Recovery (%)	CV (%)	Recovery (%)	CV (%)
PG	0.17	0.56	105	6.6	94	4.6	95	0.44	42	3.3
12BG	1.6	5.5	- ^b	-	96	5.7	100	2.3	97	1.8
13BG	0.68	2.3	-	-	87	2.6	93	1.9	93	1.7
14BG	0.096	0.32	97	4.1	99	0.48	98	1.1	94	0.62
23BG	0.13	0.43	86	6.2	95	2.0	96	1.5	97	2.9
DEG	0.26	0.88	111	9.8	97	1.1	99	1.1	96	1.7
DPG ^c	0.20	0.65	-	-	109	1.5	98	1.7	105	1.1
HG	0.043	0.14	74	2.5	90	1.6	89	3.3	99	3.6
DGMEE	0.087	0.29	95	3.8	89	0.46	92	1.6	101	0.95
DGMBE	n.c. ^d	2.0 ^e	-	-	122	1.7	98	1.3	103	1.1
PGMME	0.11	0.38	96	4.9	95	2.1	98	0.49	100	2.3
PGMEE	1.3	4.3	-	-	94	4.6	97	1.3	99	0.21
PGMBE	0.068	0.23	95	3.0	96	2.1	98	0.61	100	0.82
PGMMEA	0.069	0.23	87	3.7	99	1.7	99	0.87	99	0.64
DGMEEA	0.055	0.18	100	2.3	96	0.35	98	1.2	97	0.98
DGMBEA	n.c.	2.6 ^e	-	-	132	2.0	101	1.9	103	0.96
2E1H	0.047	0.16	96	2.1	95	1.5	97	1.5	99	2.2
MMB	0.053	0.18	89	2.5	94	1.3	98	2.3	100	1.4

^a LOD and LOQ were calculated based on three and ten times the standard deviation obtained from the recovery test (12BG, 13BG, DPG and PGMEE: 4 µg/mL, others: 0.8 µg/mL).

^b -: Not tested.

^c Calculated as mixture.

^d n.c.: Not calculated.

^e LOQs of DGMBE and DGMBEA were calculated as follow: $LOQ = (\text{average of control sample}) + 5 \times (\text{standard deviation obtained from control sample})$.

Table 8. 試料中のグリコール類及びグリコールエーテル類等の濃度 (µg/mL)

Samples ^a	Chemicals							
	PG	13BG	DEG	DPG	DGMEE	DGMBE	2E1H	MMB
H26_1	- ^b	-	-	6.7	-	-	-	-
H26_2	2.2	tr ^c	1.6×10 ¹	1.4×10 ³	-	-	-	-
H26_3	-	-	1.4×10 ¹	1.1×10 ³	9.2×10 ⁻¹	-	-	-
H26_4	-	7.4×10 ³	-	1.6	-	-	-	-
H26_5	-	-	-	6.0×10 ¹	1.9×10 ³	-	-	-
H26_6	-	-	1.6×10 ¹	4.1×10 ²	tr	-	-	-
H26_7	-	-	-	5.4×10 ²	-	-	-	-
H26_8	-	-	1.1×10 ¹	6.1×10 ²	-	-	-	-
H26_9	1.9	-	1.5×10 ¹	1.0×10 ³	8.8×10 ⁻¹	2.1	4.1×10 ⁻¹	-
H26_10	3.3×10 ²	-	-	4.7×10 ²	tr	-	-	-
H26_11	9.9×10 ²	-	-	2.8×10 ²	-	3.0	-	-
H26_12	2.9×10 ⁴	-	-	5.1×10 ²	-	-	-	-
H26_13	-	-	-	1.1	tr	-	-	-
H26_15	1.1×10 ³	-	-	1.4×10 ³	-	-	-	-
H26_16	1.5	-	2.0×10 ¹	1.9×10 ²	7.1	-	-	-
H26_17	4.4	-	1.0×10 ¹	3.5×10 ¹	-	-	-	-
H26_19	8.1	-	-	5.1×10 ³	-	2.7	-	-
H26_20	8.7×10 ²	-	-	2.4×10 ²	-	-	-	4.7×10 ²
H26_21	1.1×10 ²	-	-	1.1	4.5×10 ¹	7.1	-	-
H26_22	-	-	-	4.2	-	-	-	-
H26_23	-	-	-	2.1×10 ¹	-	-	3.2×10 ⁻¹	-
H26_24	4.4×10 ²	-	2.4×10 ³	2.8×10 ²	1.5×10 ¹	-	-	-
H27_1	3.5	-	-	2.2×10 ²	-	-	-	-
H27_2	-	-	-	1.3×10 ²	-	-	-	-
H27_3	3.3×10 ²	-	-	3.1×10 ¹	-	-	-	-
H27_4	-	1.3×10 ¹	-	-	-	-	-	-
H27_5	2.8	-	-	1.8×10 ⁴	2.2×10 ¹	-	-	-
H27_6	1.7	-	-	1.2×10 ⁴	1.3×10 ¹	-	-	-
H27_7	-	-	-	8.0×10 ²	-	-	-	-
H27_8	-	-	-	2.4	-	-	5.7×10 ⁻¹	-
H27_9	-	-	-	1.2×10 ³	1.1×10 ¹	-	-	-
H27_10	-	-	-	1.7	-	-	-	-
H27_11	-	4.9×10 ²	-	-	-	-	-	-
H27_12	-	-	-	-	-	-	-	-
H27_13	-	-	-	1.3×10 ²	3.1×10 ²	-	-	-
H27_14	1.5×10 ⁴	1.5×10 ¹	-	2.1×10 ²	-	-	-	-
H27_15	-	-	-	-	-	-	-	-
H27_16	-	-	6.3×10 ²	7.9×10 ²	-	-	-	-
H27_17	-	-	-	1.1×10 ¹	-	-	-	2.4
H27_18	-	-	-	-	-	-	-	-
H27_19	-	-	-	8.1×10 ²	-	-	-	-
H27_20	-	-	-	4.9×10 ²	-	-	-	-
H27_21	-	-	-	1.1×10 ²	-	-	-	-
H27_22	-	-	-	-	-	-	-	-
H27_23	-	-	-	-	-	-	-	-
H27_24	-	-	-	1.4×10 ⁴	1.3×10 ³	-	-	-
H27_25	4.8×10 ¹	-	-	4.3×10 ²	-	-	3.8	-
H27_26	4.5×10 ¹	-	-	2.3×10 ²	-	-	4.4	-
H27_27	-	-	-	2.6×10 ²	-	-	-	-
H27_28	-	-	-	-	-	-	-	-
H27_29	6.7	-	-	-	-	-	-	-
H27_30	-	-	-	-	-	-	-	-
H27_31	5.9	-	-	4.1×10 ³	2.9×10 ¹	-	-	-
H27_32	2.3×10 ³	-	-	2.2×10 ²	-	-	-	-

^a H25_14及びH25_18は未測定^b 不検出^c LOD以上LOQ未満

Table 9. 検出された化合物の濃度範囲、検出数および検出頻度

Range (µg/mL)	PG	13BG	DEG	DPG	DGMEE	DGMBE	2E1H	MMB
10<	10	1	0	7	6	4	5	1
10~100<	2	2	7	5	6	0	0	0
100~1000<	6	1	1	22	1	0	0	1
1000~10000<	2	1	1	7	2	0	0	0
10000≥	2	0	0	3	0	0	0	0
Detection number	22	5	9	44	15	4	5	2
Detection frequency (%)	41	9.3	17	81	28	7.4	9.3	3.7

Table 10. 各化合物の推定放散量および平均空気中濃度

Chemicals	Ap×Wr (mg)	Ca _t (mg/m ³)
PG	6.1 × 10 ¹	1.8
13BG	1.1 × 10 ¹	3.2 × 10 ⁻¹
DEG	8.5	2.5 × 10 ⁻¹
DPG	6.8	2.0 × 10 ⁻¹
DGMEE	2.8	8.2 × 10 ⁻²
2E1H	6.4 × 10 ⁻³	1.9 × 10 ⁻⁴
MMB	1.4	4.1 × 10 ⁻²

Ap: 使用製品重量(噴射量) (mg)

Wr: 対象化学物質含有率(無次元)

Cat: 暴露期間中の平均室内空気中濃度

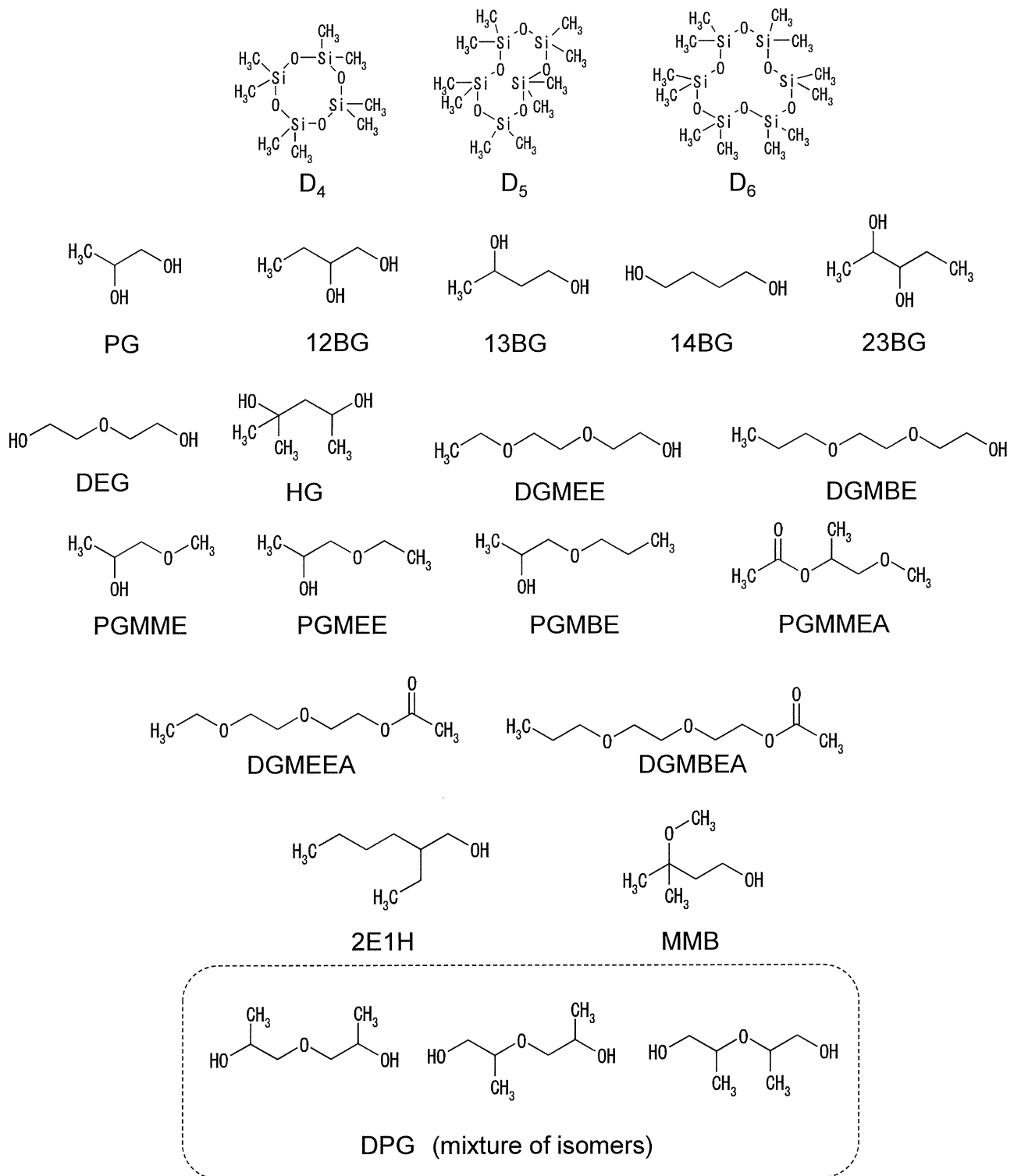


Fig. 1 測定対象化合物の構造式

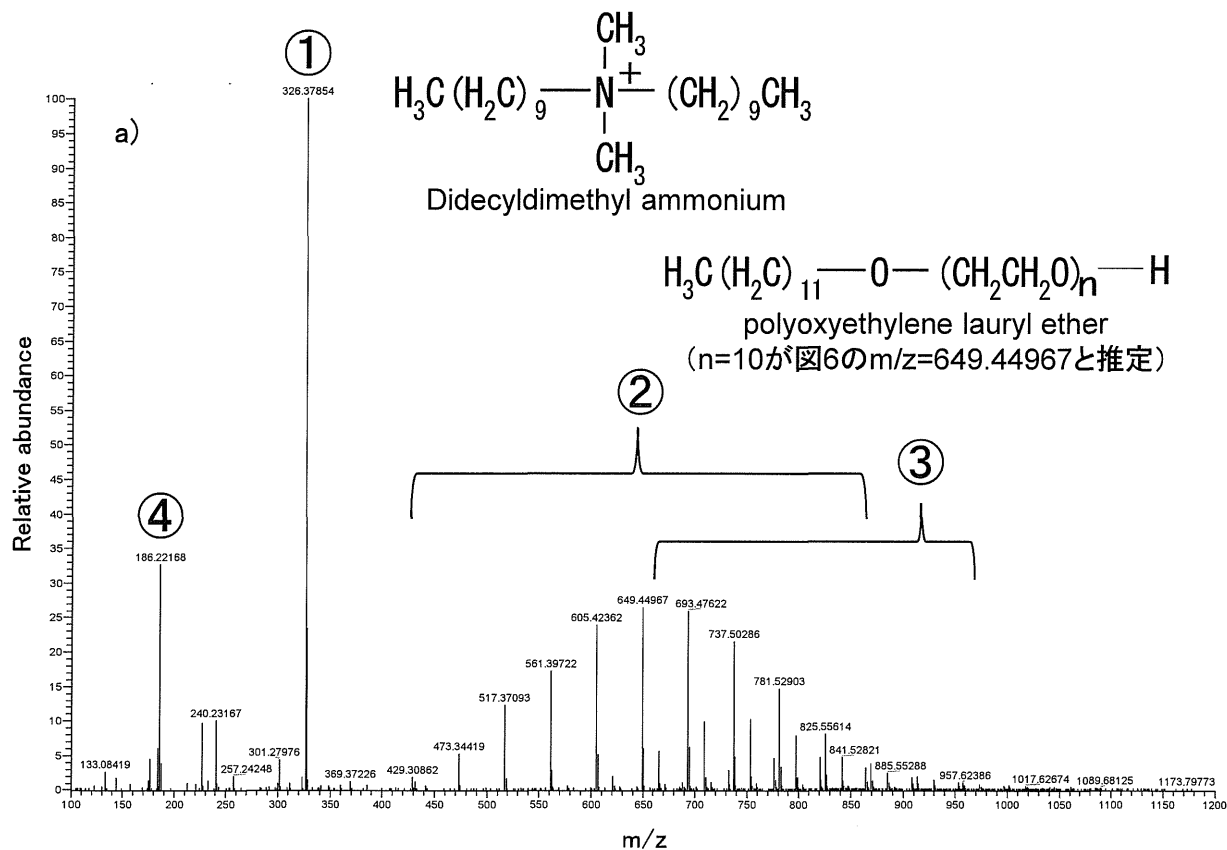


Fig. 2 試料 H25_1 の希釈溶液の HRMS 分析から得られたマススペクトル

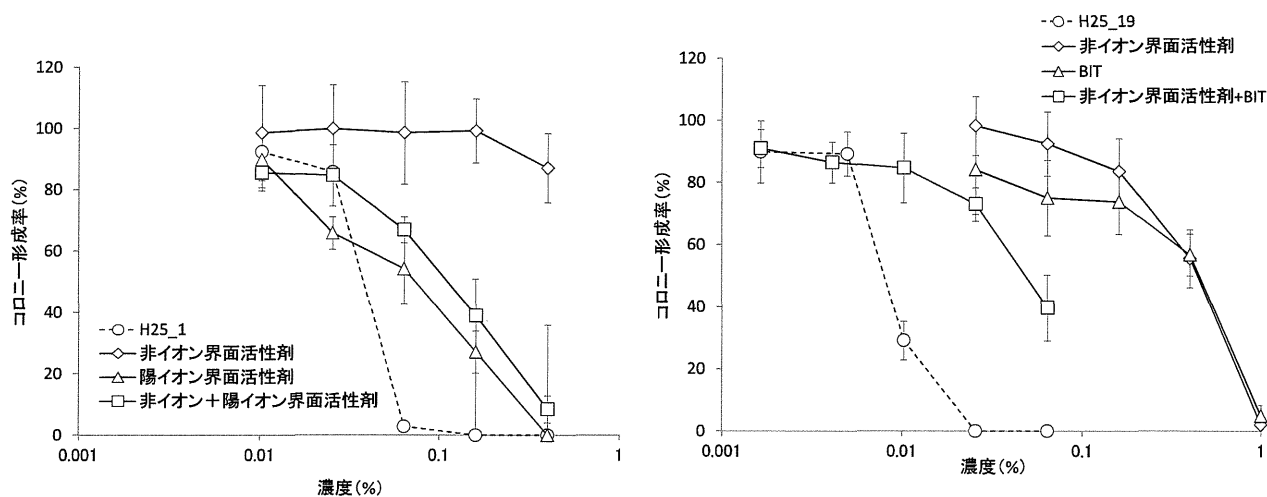


Fig. 3 家庭用スプレー製品及びそこに含まれる各物質を製品中濃度と同じ濃度で単独、または共存するよう調製した溶液のコロニー形成率 (n=4、エラーバーは標準偏差)

[左図: H25_1、非イオン界面活性剤 (2.1×10² μg/mL)、陽イオン界面活性剤 (5.0×10³ μg/mL)]
 [右図: H25_19、非イオン界面活性剤 (5.6×10³ μg/mL)、ベンゾイソチアゾリノン (56 μg/mL)]

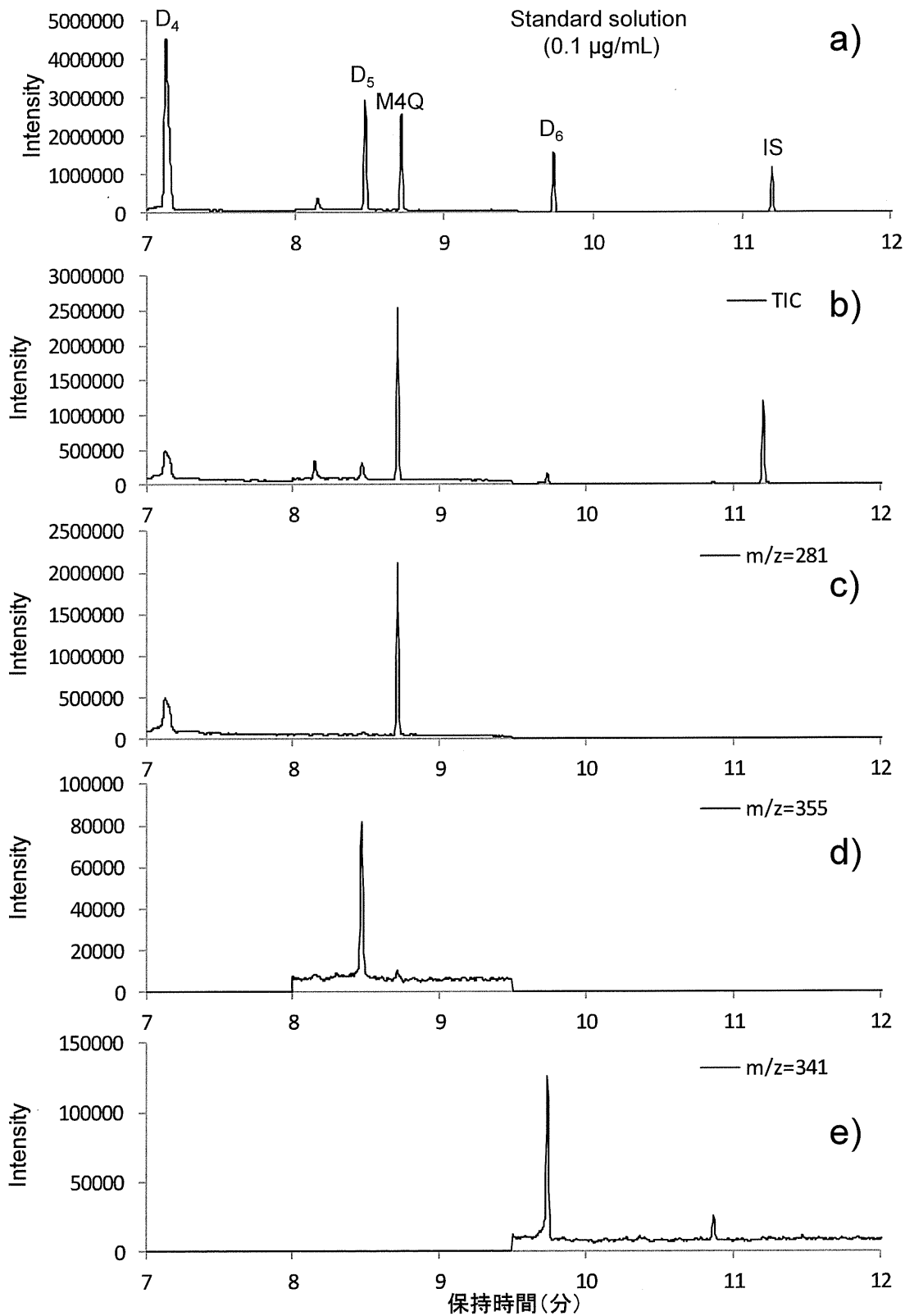


Fig. 4 環状ポリジメチルシロキサン標準溶液のトータルイオンクロマトグラム (a) 及び操作ブランク試料のトータルイオンクロマトグラム (b) 及び各イオンのマスクロマトグラム (c~d)

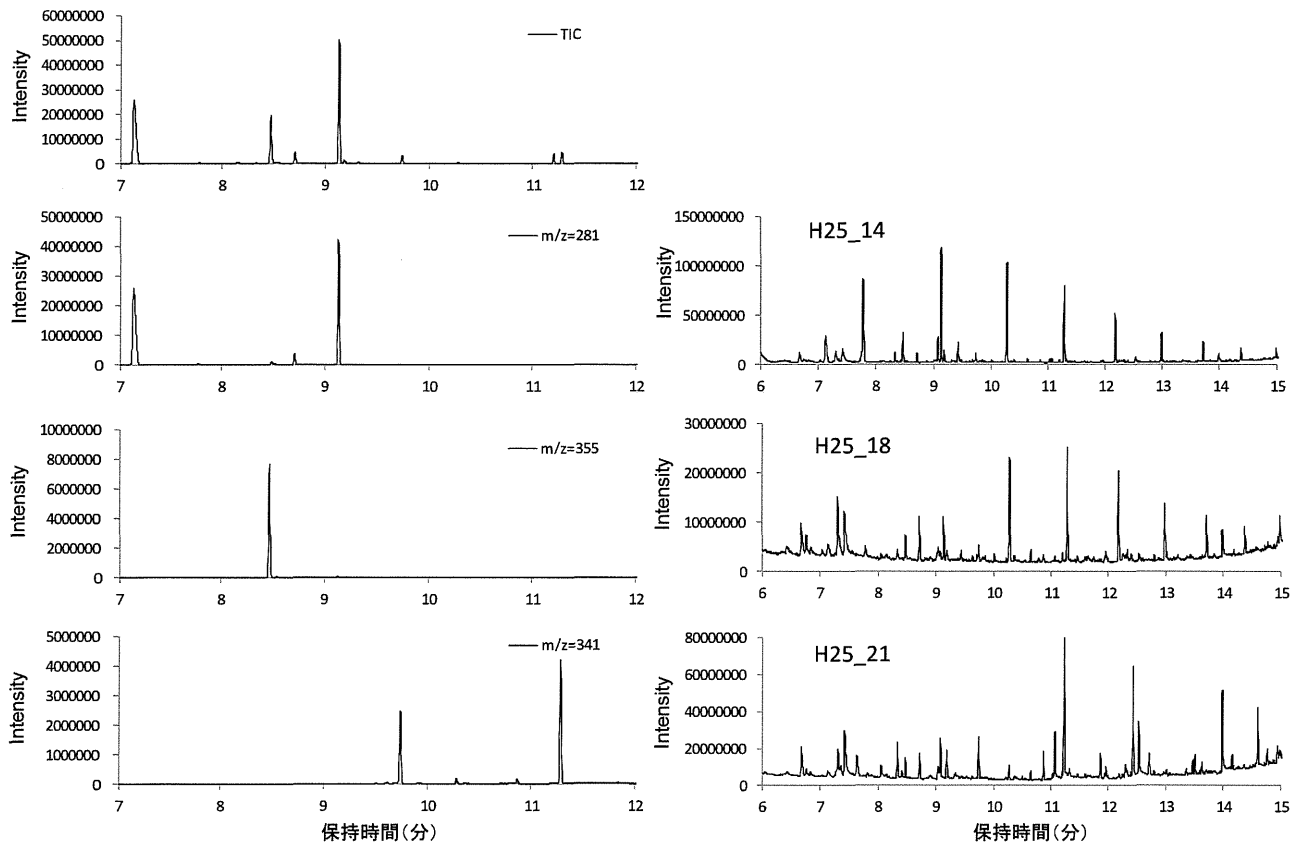


Fig. 5 試料 H25_14 のトータルイオンクロマトグラム及び各イオンのマスククロマトグラム (左図) 並びに試料 H25_14、H25_18 及び H25_21 の Scan 分析 ($m/z=50\sim 500$) によるトータルイオンクロマトグラム (右図)

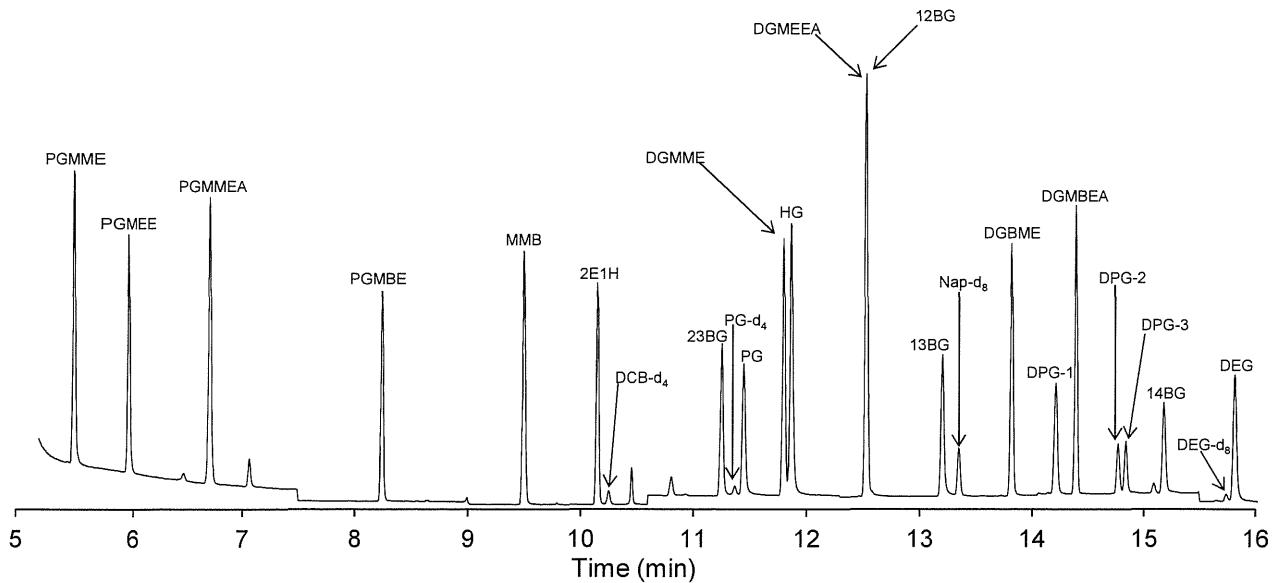


Fig. 6 グリコール類及びグリコールエーテル類等の標準溶液のトータルイオンクロマトグラム ($4\ \mu\text{g/mL}$)

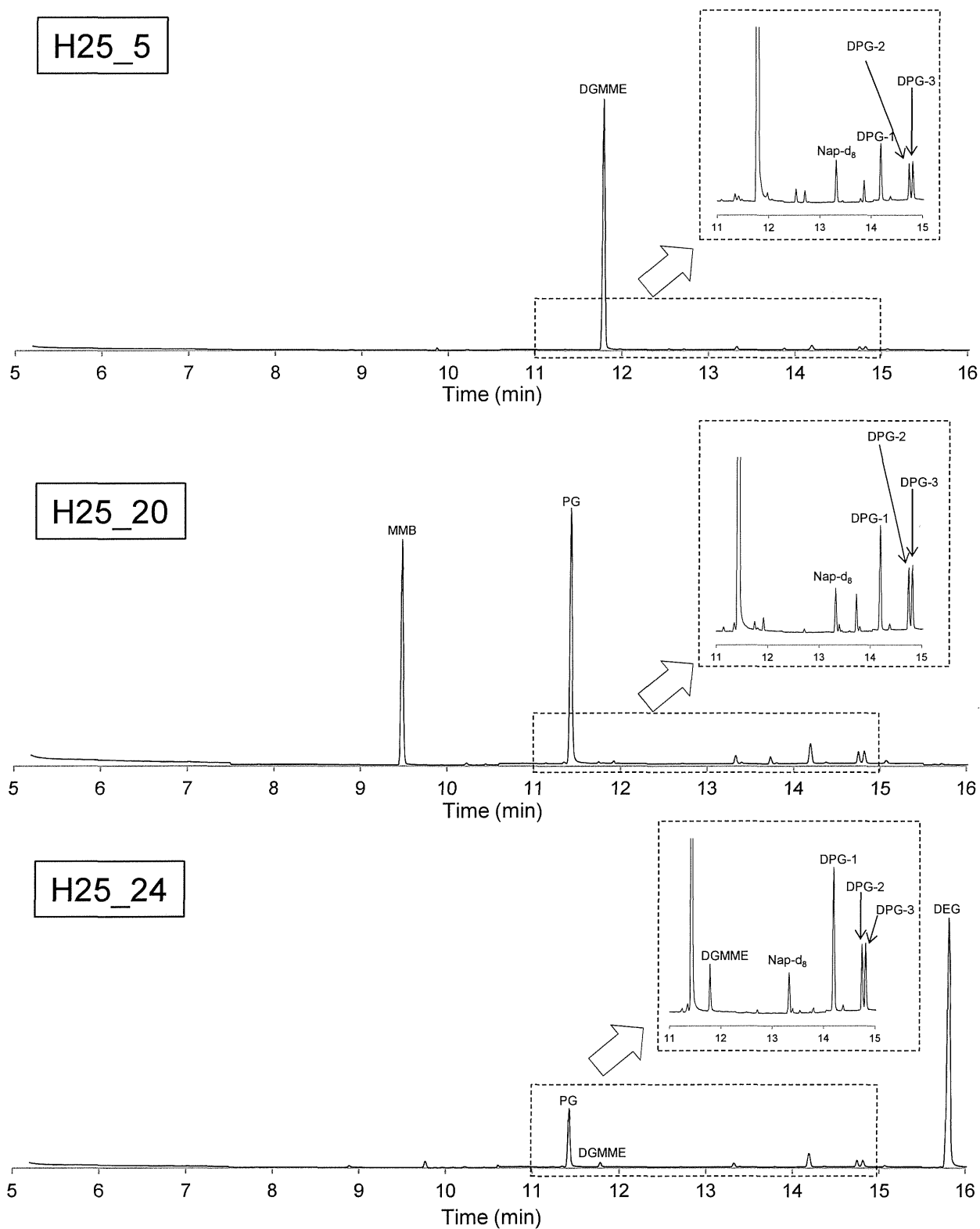


Fig. 7 グリコール類及びグリコールエーテル類分析時の試料溶液のトータルイオンクロマトグラム

厚生労働科学研究費補助金（化学物質リスク研究事業）

分担研究 総合研究報告書

家庭用品から放散される揮発性有機化合物/準揮発性有機化合物の
健康リスク評価モデルの確立に関する研究

室内空気汚染物質定常型放散源の定量的スクリーニング
ならびに呼吸域曝露評価手法の開発

研究分担者 田原 麻衣子 国立医薬品食品衛生研究所 生活衛生化学部 第一室
研究協力者 神野 透人 名城大学 薬学部 衛生化学研究室 教授
研究協力者 香川(田中)聡子 横浜薬科大学 薬学部 環境科学研究室 教授

研究要旨 本研究では、呼吸器の近傍で使用される家庭用品等から放散/放出される化学物質、特に刺激性が問題となる化学物質の曝露濃度予測手法を開発することを目的とし、家庭用品使用時に吸入曝露する可能性のある化学物質とその呼吸器近傍（呼吸域）濃度を実測した。呼吸器近傍で使用される家庭用品として、ジェルネイル、接着剤やスプレー、床材、壁紙、枕等約 70 製品について、構築した局所曝露モデルおよびマイクロチャンバーを用いた放散試験により、家庭用品から放散される化学物質の放散速度および呼吸器近傍での気中濃度増分予測値を算出した。その結果、家庭用品の使用により、呼吸器系や眼、皮膚、気道等に刺激を与える可能性が知られているアクリル酸エステルやイソシアネートが呼吸器近傍の空气中で高濃度になることが予測された。また、室内濃度変化のシミュレーションを行った結果、局所濃度は高濃度となるが、室内平均濃度として約 1/150 の濃度で評価されていることが明らかとなった。本研究により、呼吸器近傍で使用される家庭用品等からの放散化学物質の最高曝露濃度を網羅的に評価でき、生活および行動様式に基づいた一時的かつ局所的に放散される化学物質の曝露を考慮した健康リスク評価を行うことが重要であると示唆された。

A. 研究目的

居住空間の室内空気には建材からだけでなく、さまざまな家庭用品から化学物質が放散されている。建材等からの放散化学物質の測定にはチャンバー法を用いた放散速度試験が日本工業規格 (JIS) 等

に規格化されており、得られた放散速度から気中濃度、すなわち、室内空気質を評価する。この場合、チャンバー内および室内空気は均一な濃度として表される。また、実態調査等で室内空気汚染物質を調査する場合、居住住宅での空気の採取は

24 時間行われ、時間加重平均濃度が評価される。そのため、一過性の放散源に分類される化学物質については、実際の曝露濃度より過小評価されるおそれがある。このことから、JIS のチャンバー法や実態調査では、実際の使用に則した曝露量を評価することには限界があり、呼吸器近傍（呼吸域）で一時的かつ局所的に使用される家庭用品等からの放散化学物質の最高曝露濃度を推定するための手法や補完法としての適切なシミュレーション手法の構築が必要不可欠である。

このような背景から、本研究では呼吸器の近傍で使用される家庭用品等から放散される化学物質、特に刺激性が問題となる化学物質の曝露濃度予測手法を開発することとした。平成 25 年度は、曝露シナリオとして、一般家庭で簡易に手足の爪を飾る創作作業、いわゆるネイリングに着目した。使用時に吸入曝露する可能性のある化学物質、並びに呼吸器近傍の局所的な曝露濃度を実験的に探索、検証するためのチャンバーを考案し、実際にジェルネイル製品を使用した場合の呼吸器近傍濃度を実測して、局所曝露モデルの構築を行った。平成 26 年度は、マイクロチャンバーを用いた簡便な放散試験により、呼吸器近傍で使用されるアクリル系樹脂製の家庭用品を網羅的に調査し、放散されるアクリル酸エステル類について、放散速度および呼吸器近傍での気中濃度増分予測値を算出した。また、一過性の放散源の室内空気における濃度変化のシミュレーションを行い、局所曝露を定量的に検証した。平成 27 年度は、非意図的に曝露される可能性があるモノマーと

して、ポリウレタンやプラスチック製の家庭用品に広く用いられているイソシアネート類に着目した。平成 26 年度と同様にマイクロチャンバーを用いた放散試験により、呼吸器近傍で使用されるウレタン製家庭用品を網羅的に調査し、放散されるイソシアネート類について、放散速度および呼吸器近傍での気中濃度増分予測値を算出した。さらに、温度がイソシアネートの放散量に及ぼす影響について検討を行った。

B. 研究方法

B-1 市販家庭用品

呼吸器近傍で使用される市販家庭用品として、日本の市場（インターネットおよび量販店）で入手可能でメーカーや製品の機能の異なる製品をそれぞれ選定した。平成 25 年度はジェルネイル 15 製品（使用用途によりベース 3 製品、カラー 9 製品、トップ 3 製品）、平成 26 年度はアクリル系樹脂製接着剤やスプレー、床材、壁紙等の計 30 製品（Table 1）、平成 27 年度はウレタン製枕、アイロン台、ジェルネイル、接着剤、床用敷物、壁紙等の計 30 製品（Table 2）を選定した。

B-2 装置および器具

ジェルネイルから放散される化学物質の固層吸着には、シリカを母材とする吸着剤 MonoTrap ディスク（GL Sciences）を用いた。

家庭用品からの放散試験には、マイクロチャンバー（Micro-Chamber/Thermal Extractor μ -CTE250, MARKES）を使用し