

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）

R5 年度終了報告書

家庭用品中有害物質の試験法及び規制基準設定に関する研究

未規制物質の曝露評価に関する研究

研究分担者 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

研究協力者 田原麻衣子 国立医薬品食品衛生研究所 生活衛生化学部 主任研究官

本研究では、エアゾール製品及びそれに類推する製品による揮発性有機化合物の吸入曝露シナリオに関する情報や生活・行動パターンの収集を行うとともに、先行研究の実態調査を用いて、エアゾール製品中のトルエン及びシクロヘキサンの製品使用時の吸入曝露量推定を行った。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」や欧州化学品庁（ECHA）の「REACH 登録のための情報要件と化学物質安全性評価に関するガイダンス」等、幾つかの吸入曝露量推定のための曝露シナリオに関する情報を得た。また、消費者を対象とした吸入曝露評価の検討のため、国内外の情報源から関連する生活・行動パターン情報を収集した。そして、エアゾール製品中のトルエン及びシクロヘキサンについて、先行研究の実態調査結果を基に、産総研-室内製品曝露評価ツール（AIST-ICET）及び ConsExpo Web の二つの数理モデルを用いて、吸入曝露量を算出した。その結果、エアゾール製接着剤について、ICET と ConsExpo Web の曝露シナリオの違いにより、その算出曝露量に差が認められた。そのため、健康リスク評価を実施する際には、個々のケースに合わせた、より現実に即したシナリオの検討が必要と考えられた。

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。一方、生活様式の多様化に伴い、新たな形態の家庭用品や化学物質が使用されるようになっており、有害物質の指定外家庭用品への含有や、有害性が懸念される代替物質による健康被害の発生が懸念されている。

そのため、先行研究で未規制化学物質の調査を実施しており、これまでに家庭

用エアゾール製品に含有されている未規制揮発性有機化合物の種類や濃度を明らかにしている。これらの物質の健康リスク評価には曝露量の推定が必要であり、特に製品の使用形態に基づいた曝露経路に着目した曝露量評価を実施する必要がある。

そこで、本研究では、エアゾール製品及びそれに類推する製品による揮発性有機化合物の吸入曝露シナリオに関する情報や生活・行動パターンの収集を行うとともに、先行研究の実態調査を用いて、エアゾール製品中のトルエン及びシクロヘキサンの製品使用時の吸入曝露量推定を行った。

B. 研究方法

B.1 揮発性有機化合物の吸入曝露を想定した曝露シナリオに関する情報収集

消費者を対象とした曝露評価の検討のため、曝露評価を実施している以下の国内外の公表資料を収集し、曝露シナリオの概要、条件（規定値としてのパラメータ等）及び曝露評価に必要な入力パラメータを調査した。

- ・ 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¹⁾
- ・ REACH 登録のためのリスク評価ガイダンス（Guidance on information requirements and chemical safety assessment, Chapter R.15: Consumer exposure assessment）²⁾
- ・ ECETOC Technical Report No. 107³⁾
- ・ 産総研-室内製品曝露評価ツール（AIST-ICET）⁴⁾
- ・ ConsExpo Web Consumer Exposure Models,

Model Documentation Updated for ConsExpo Web 1.0.2⁵⁾

B.2 吸入曝露評価にかかわる生活・行動パターン情報の収集

消費者を対象とした吸入曝露評価の検討のため、以下の情報源から関連する生活・行動パターン情報を収集した。

- ・ 製品評価技術基盤機構（NITE）：「室内暴露にかかわる生活・行動パターン情報」⁶⁾
- ・ オランダ国立公衆衛生環境研究所（RIVM）：ConsExpo Web Fact sheet⁷⁾
- ・ 欧州エアゾール協会（FEA）：安全評価ガイダンス⁸⁾
- ・ 産業総合研究所：AIST-ICET⁴⁾

B.3 未規制物質の曝露評価に関する研究

先行研究⁹⁾における実態調査の結果に基づき、エアゾール製塗料及び接着剤中のトルエン、並びにエアゾール製接着剤及び剥離剤中のシクロヘキサンについて、それぞれ製品使用時の吸入曝露量推定を行った。具体的には、B.2 で得られた生活・行動パターン情報を参考に、ICET 及び ConsExpo Web の二つの数理モデルを用い、曝露評価を行った。

C. 研究結果及び考察

C.1 揮発性有機化合物の吸入曝露を想定した曝露シナリオに関する情報収集

- ・ 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」¹⁾
- NITE では、GHS 分類のための消費者製品のリスク評価手法のガイダンスを公表しており、付属書 1「消費者製品のリスク

評価に用いる推定ヒト曝露量の求め方¹⁰⁾には、吸入・経皮・経口曝露の基本曝露シナリオとアルゴリズムが記載されている。この付属書 1 には、具体例としてトイレ用エアゾールタイプ消臭剤の使用に伴う *n*-ブタンの吸入曝露評価事例が掲載されている。

使用した曝露シナリオ及びアルゴリズムは、製品の使用時間が全曝露時間に対し極端に短く、使用後に放散がない製品の場合に適用する「瞬間蒸発モード」とし、以下の算出式から吸入曝露量を算出している。

$$C_{at} = \frac{\frac{Ap \times Wr / V}{N} \times [1 - \exp(-N \times t)]}{t}$$

$$EHE(inha) = \frac{C_{at} \times Q \times t \times a(inha) \times n}{BW}$$

C_{at} : 曝露期間中の平均空気中濃度 (mg/m³)

A_p : 使用製品重量 (mg)

W_r : 対象化学物質含有率

V : 空間体積 (m³)

N : 換気回数 (回/h)

t : 1 回あたりの曝露時間 (h/回)

$EHE(inha)$: 吸入曝露量 (mg/kg/day)

Q : 呼吸量 (m³/h)

n : 1 日あたりの使用回数 (回/day)

$a(inha)$: 体内吸収率 (吸入)

BW : 体重 (kg)

・REACH 登録のためのリスク評価ガイダンス (Guidance on information requirements and chemical safety assessment, Chapter

R.15: Consumer exposure assessment²⁾

REACH 登録のための情報要件と化学物質安全性評価に関するガイダンスの、「R15: 消費者曝露推定 (Consumer exposure estimation)」には、以下の式による消費者製品の使用に伴う吸入曝露の評価方法が示されている。

$$C_{inh} = \frac{Q_{prod} \cdot F_{C_{prod}} \cdot 1000}{V_{room}}$$

$$D_{inh} = \frac{F_{resp} \cdot C_{inh} \cdot I_{H_{air}} \cdot T_{contact}}{BW} \cdot n$$

C_{inh} : 室内空気中の対象物質濃度 (mg/m³)

Q_{prod} : 製品使用量 (g)

$F_{C_{prod}}$: 製品中の対象物質画分 (g/g 製品)

V_{room} : 室内容量 (m³、デフォルト 20 m³)

D_{inh} : 一日あたり体重あたりの吸入曝露量 (mg/kg/day)

F_{resp} : 吸入物質の吸収画分 (デフォルト 1)

$I_{H_{air}}$: ヒトの呼吸率 (m³/day)

$T_{contact}$: 1 回あたりの曝露時間 (day)
(デフォルト 1 day)

BW 体重: (kg)

n : 1 日の平均曝露回数 (/day)

・ ECETOC Technical Report No. 107³⁾

ECETOC (European Center of Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals: 欧州化学物質生態毒性・毒性センター) が開発した ECETOC TRA は、REACH 登録のためのリスク評価を目的としてリスク判定まで可能な数理モデルであり、多くの化学物質及び曝露シナリオの中から優

先的にリスク評価を行うべき物質等を選択するためのシミュレーションモデルである。ECETOC TRA は 9 個の Excel ファイルが連動して動くタイプの数理モデルであり、作業者曝露、消費者曝露、環境曝露の推定及びリスク判定が可能なツールである。

スプレー塗料を使用する吸入曝露評価では、製品カテゴリーPC9a（コーティングおよび塗料、シンナー、塗料剥離剤）を選択し、以下の式で評価する。

$$EHE(inha) = \frac{PI \times A \times FQ \times F \times DF \times ET \times IR \times 1000}{V \times BW}$$

EHE(inha):吸入曝露量 (mg/kg/day)

PI:製品中の対象物質含有量 (g/g)

A:1 回の製品使用量 (g/event)

FQ:1 日の使用回数 (events/day)

F:空気中への放出割合 (g/g)

DF:希釈率 (unitless)

ET:曝露時間 (hr)

IR:吸入速度 (m³/hr)

V:室内容積 (m³)

BW 体重: (kg)

- ・室内製品曝露評価ツール技術ガイダンス⁴⁾

産業総合技術研究所で開発された ICET の技術ガイダンスには、ICET における吸入曝露モジュールの推定曝露量算出方法として、以下の式及び曝露係数が示されている。

$$D_{inh} = \frac{(\sum_i (C_i \times t_i) + C_{out} \times t_{out}) \times BR \times f_{inh}}{24 \times BW \times 100}$$

D_{inh}: 吸入曝露量 (µg/体重 kg/day)

C_i: 室内空気中濃度 (µg/m³)

t_i: 室内滞在時間 (h/day)

C_{out}: 室外濃度 (µg/m³)

t_{out}: 室外滞在時間 (h/day)

BR: 呼吸量 (m³/day)

f_{inh}: 吸入吸収率 (%)

BW: 体重 (kg)

なお、基本的に室内空気中濃度のみを考慮する場合には、室外濃度を「0」と設定することができ、室内のみに滞在するという設定も可能である。室内空気中濃度 C_i については、スプレー製品とそれ以外の製品で計算方法が異なるが、ICET では、スプレー製品の使用時の空気中濃度を推定するためのスプレーモデルを搭載している。このモデルでは、対象空間 2 種（部屋全体・クラウド）及び被評価物質（揮発性・非揮発性）の組み合わせにより、4 種類の計算方法（サブモデル）がある。

- ・ConsExpo Web Consumer Exposure Models, Model Documentation Updated for ConsExpo Web 1.0.2⁵⁾

ConsExpo Web は、RIVM が開発した ConsExpo という消費者曝露評価モデルであり、スタンドアローンの消費者曝露推定モデルである ConsExpo ver. 4.0 の後継モデルとして 2016 年以降に web アプリケーションとして公開された。

ConsExpo Web には曝露評価を支援するために、曝露シナリオが定義されたデフォルト製品のデータベースが装備されており、モデルの入力パラメータとして使用するためのデフォルト値のセットが

特定の製品の Fact Sheet として提供されている。2023 年 12 月現在、以下の製品についての Fact Sheet が公開されている。

- Air Freshners Fact Sheet
- Cleaning Products Fact Sheet
- Cosmetics Fact Sheet
- Disinfectant Products Fact Sheet
- Do-It-Yourself products Fact Sheet
- Paint products Fact Sheet
- Pest control products Fact Sheet
- Children's toys Fact Sheet

スプレー塗料を用いた場合の室内濃度の算出式は下記の通り。

$$C_{air} = \frac{A_{air}}{V_{room}} = \sum_{\delta} \frac{f_{airborne < 20\mu m} \times M_{tot} \times P(\delta)}{V_{room}} \times d\delta$$

C_{air} : 対象物質の室内濃度

A_{air} : 空気中の質量

$f_{airborne < 20\mu m}$: 空気中に浮遊する直径 20 μm 未満のエアロゾルの割合

M_{tot} : スプレー容器から吐出された合計質量

V_{room} : 室内容積

$P(\delta)$: 直径 δ のエアロゾルの確率密度関数

δ : エアロゾルの直径

また、ConsExpo 上でスプレー塗料の曝露量推定に用いる曝露係数は以下の通り。

製品中の対象物質含有量 (%)

スプレー製品使用者の体重 (kg)

スプレー製品の使用頻度 (回/年など)

スプレー時間 (秒/分)

曝露時間 (秒または分)

室内容積 (m^3)

天井高 (m)

換気率 (回/h)

呼吸率 (m^3/day)

噴霧速度 (g/s)

気中画分 (無次元)

非揮発性成分密度 (g/cm^3)

吸入カットオフ径 (μm)

エアロゾル直径の分布 (選択項目)

エアロゾル直径の中央値 (μm)

算術変動係数 (無次元)

エアロゾル直径の最大値 (μm)

C.2 我が国の吸入曝露評価にかかわる生活・行動パターン情報の収集

- NITE: 「室内曝露にかかわる生活・行動パターン情報」⁶⁾

NITE から公開されている「室内曝露にかかわる生活・行動パターン情報」には、インターネットを利用したアンケート調査による生活・行動パターンに関する情報が、カテゴリー別にまとめられている。「2.消費者製品」の中に「2.6. 塗料」及び「2.7. 接着剤」のデータが公開されており、塗料及び接着剤の使用に関する情報を収集した。

使用頻度については、塗料、接着剤ともに「内装・家具」及び「趣味・その他」の4つの目的別に、1年以内の使用回数が整理されていた。使用頻度が最も多いのは「塗料」「接着剤」のいずれも「趣味」を目的とした場合であり、3~5回/年であった。その他、1作業あたりの使用日数、1日の使用時間等に関するデータを表1に示す。

・オランダ国立公衆衛生環境研究所 (RIVM) : ConsExpo Fact sheet⁷⁾

RIVM は ConsExpo に関連する Fact Sheet を公開しており、幾つかの行動・パターンに関わるデフォルト値が含まれている。Paint Products Fact Sheet (塗料) 及び Do-It-Yourself Products Fact Sheet (接着剤及び剥離剤) に記載された情報を表 2～4 に示した。

・欧州エアゾール協会 (FEA) : 安全評価ガイドランス⁸⁾

FEA は、エアゾールスプレー製品の吸入曝露による安全性評価のガイドランスを公開しており、表 5 に示したエアゾールスプレー製品の使用に関する情報が記載されている。

・産業総合研究所 (AIST) : 室内製品曝露評価ツール (ICET) 製品データベース⁴⁾

ICET 製品データベースには、スプレー製品として圧縮空気や高圧ガスにより圧力を加えて混合物を噴出する「缶スプレー」と、機械的な動作で噴霧する「ポンプ又はトリガースプレー」の 2 種類が定義されている。エアゾールスプレーが該当する「缶スプレー」のうち、塗料・剥離剤及び接着剤に該当するデフォルト値等を表 6 に示した。

C.3 未規制物質の曝露評価に関する研究

先行研究⁹⁾の実態調査で、エアゾール製の塗料、接着剤及び剥離剤中のトルエン及びシクロヘキサンを分析し、その濃度を定量した。そこで、その濃度情報を用い、製品使用時の曝露量を ICET 及び

ConsExpo Web の二つの数理モデルにて推定した。具体的には、トルエン濃度は塗料 (63 wt%) 及び接着剤 (28 wt%)、シクロヘキサン濃度は接着剤 (29 wt%) 及び剥離剤 (36 wt%) とした。そして、前述の ICET 製品データベース及び ConsExpo Fact Sheet の行動・パターン情報より、塗料、接着剤及び剥離剤のスプレー時間、曝露時間、1 秒あたりの噴霧量及び気中画分を、表 7 のように設定した。なお、剥離剤について、先行研究で対象としたのはシール剥がし用製品であったが、ConsExpo Web の Fact Sheet から、Paint remover spray 及び Glue remover Spray の 2 種を選択して条件設定を行った。また、どちらの数理モデルにおいても、製品の使用者の体重は 50 kg、呼吸率は 20 m³/day、製品使用時の部屋の容積は 43.5 m³ (床面積: 17.4 m²)、天井高は 2.5 m、換気回数は 0.5 回/h に設定した。

ICET 及び ConsExpo Web を用い曝露量を推定した結果を表 8 及び表 9 にそれぞれ示した。なお、各数理モデルで算出される 1 日推定曝露量は製品を使用した日を対象としているが、慢性毒性を評価する場合には年間を通じた曝露量としての評価が必要となる。そのため、年間の使用頻度及び日数を考慮した、1 日推定曝露量 (年平均) を別途算出した。その結果、1 日推定曝露量 (年平均) について、トルエンは ICET では 0.00269～0.222 mg/kg/day、ConsExpo Web では 0.0056～0.0174 mg/kg/day であった。また、シクロヘキサンは ICET では 0.0000964～0.230 mg/kg/day、ConsExpo Web では 0.0000552～0.0179 mg/kg/day となった。なお、接着

剤中のトルエン及びシクロヘキサンについて、ICET と ConsExpo Web では、1 日推定曝露量（年平均）の算出結果に 10 倍以上の差が認められた。これは、ICET における接着剤を含むエアゾールスプレー製品中の評価物質の曝露量算出に用いるモデルでは、製品使用時の被評価物質の気中画分は 100%と設定されるのに対し、ConsExpo Web では、接着剤の気中画分は「表面を処理するスプレー製品」のデフォルト値として 0.14 を設定していることが影響していると考えられた。さらに、試算に用いた接着剤の曝露時間は 240 分間（4 時間）と他製品と比較して長く、この曝露時間が他製品に比べてそれぞれ数理モデルでの曝露量の差を大きくしていると考えられた。このように、曝露シナリオが異なることにより、曝露量に差が出ることから、健康リスク評価を実施する際には、個々のケースに合わせた、より現実に即したシナリオの検討が必要と考えられた。

D.まとめ

本研究では、エアゾール製品及びそれに類推する製品による揮発性有機化合物の吸入曝露シナリオに関する情報や生活・行動パターンの収集を行うとともに、先行研究の実態調査を用いて、エアゾール製品中のトルエン及びシクロヘキサンの製品使用時の吸入曝露量推定を行った。

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」や ECHA の「REACH 登録のための情報要件と化学物質安全性評価に関するガイダンス」等、幾つかの吸入曝露量推定のための曝露シ

ナリオに関する情報を得た。また、消費者を対象とした吸入曝露評価の検討のため、国内外の情報源から関連する生活・行動パターン情報を収集した。そして、エアゾール製品中のトルエン及びシクロヘキサンについて、先行研究の実態調査結果を基に、ICET 及び ConsExpo Web の二つの数理モデルを用いて、吸入曝露量を算出した。その結果、エアゾール製接着剤について、ICET と ConsExpo Web の曝露シナリオの違いにより、その算出曝露量に差が認められた。そのため、健康リスク評価を実施する際には、個々のケースに合わせた、より現実に即したシナリオの検討が必要と考えられた。

E. 引用文献

- 1) 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、
https://www.nite.go.jp/chem/risk/ghs_consumer_product.html
- 2) European chemical agency (ECHA): Guidance on information requirements and chemical safety assessment, Chapter R.15: Consumer exposure assessment, https://echa.europa.eu/documents/10162/17224/information_requirements_r15_en.pdf/35e6f804-c84d-4962-acc5-6546dc5d9a55
- 3) Technical Report No. 107: Addendum to ECETOC Targeted Risk Assessment Report No. 93
- 4) 産業総合技術研究所（AIST）：産総研一室内製品暴露評価ツール AIST-ICET, <https://riss.aist.go.jp/icet/>

- 5) National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), ConsExpo Web Consumer exposure models Model documentation, Update for ConsExpo Web 1.0.2, <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2017-0197.pdf>
- 6) 製品評価技術基盤機構 (NITE) : 室内曝露にかかわる生活・行動パターン情報, https://www.nite.go.jp/chem/risk/expofactor_index.html
- 7) National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), ConsExpo Web Fact sheets, <https://www.rivm.nl/en/consexpo/factsheets>
- 8) European Aerosol Federation: Guide on inhalation safety assessment for spray products, <https://www.aerosol.org/publication/guide-on-inhalation-safety-assessment-for-spray-products/>
- 9) 河上 強志、菅谷 なえ子: 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)、家庭用品中の有害物質の規制基準に関する研究 (20KD2001) R2~4 年度終了報告書, 家庭用品中の揮発性有機化合物の実態に関する研究, 13-37, 2023.
- 10) 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, https://www.nite.go.jp/chem/risk/ghs_risk_

consumer_exposure.pdf

F. 健康危害情報

なし

G. 研究発表

G.1. 論文発表

- 1) 河上強志・大嶋智子・大山正幸・菅谷なえ子・西以和貴・吉富太一・高居久義・若山貴成・大野浩之・田原麻衣子・五十嵐良明: 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) におけるトリス (2,3-ジブロムプロピル) ホスフェイト (TDBPP) 及びビス (2,3-ジブロムプロピル) ホスフェイト (BDBPP) 化合物試験法改定に係る検討, 薬学雑誌, 144, 463-471, 2024.
- 2) 大嶋智子・河上強志: 繊維製品に含まれる防炎加工剤トリス (1-アジリジニル) ホスフィンオキシドの GC-MS 分析法, 薬学雑誌, 144, 119-127, 2024.

G.2. 学会発表

- 1) 菅谷なえ子・田原麻衣子・河上強志: 家庭用エアゾール製品中の未規制揮発性有機化合物の実態調査, 第 60 回全国衛生化学技術協議会年会, 福島, 2023 年 11 月 10 日

H. 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

表 1. 塗料及び接着剤の使用に関する情報⁶⁾

| | 設定項目 | 平均値 | 中央値 | 90%tile |
|-----|-----------------------|-------|------|---------|
| 塗料 | 1 作業あたりの使用日数 (日/作業) | 3.0 | 1.0 | 5.0 |
| | 1 日あたりの使用時間 (分/日) | 87.6 | 45.0 | 150.0 |
| | 1 作業あたりの総塗装面積 (平米/作業) | 55.25 | 3.33 | 28.29 |
| 接着剤 | 1 作業あたりの使用日数 (日/作業) | 2.2 | 1.0 | 4.0 |
| | 1 日あたりの使用時間 (分/日) | 27.4 | 8.0 | 90.0 |
| | 1 作業あたりの使用量 (g/作業) | 24.7 | 0.5 | 30.5 |

表 2. 塗料の使用に関するデフォルト値⁷⁾

| | 設定項目 | デフォルト値 | Q-Factor ^{*1} |
|----|-------------------|------------------------|------------------------|
| 塗料 | 使用頻度 | 2 年に 1 回 | 2 |
| | スプレー使用時間 | 15 分 | 2 |
| | 曝露時間 | 20 分 | 2 |
| | 部屋の容積 | 34 m ² | 3 |
| | 天井高 | 2.25 m | 3 |
| | 換気率 | 1.5/h | 3 |
| | 発生量 (使用量) | 0.45 g/s ^{*2} | 3 |
| | 気中画分 | 0.7 g/g ^{*2} | 2 |
| | 初期粒度分布：中央値 (c.v.) | 30 μm (0.8) | 2 |
| | 吸入カットオフ粒子径 | 15 μm | 3 |

*1 データの信頼性を示す 1~4 の係数。3~4 は信頼性が高く、1~2 は不十分な根拠に基づく値。

*2 New default values for the spray model による

表 3. 接着剤の使用に関するデフォルト値 ⁷⁾

| | 設定項目 | デフォルト値 | Q-Factor |
|-------------|-------------------|------------------------|----------|
| スプレー 接着剤 | 使用頻度 | 6 回/年 | 2 |
| | スプレー使用時間 | 315 秒間 | 2 |
| | 曝露時間 | 240 分間 | 1 |
| | 部屋の容積 | 20 m ³ | 4 |
| | 天井高 | 2.5 m | 4 |
| | 換気率 | 0.6/h | 3 |
| | 発生量 (使用量) | 1.2 g/s | 3 |
| | 気中画分 | 0.14 g/g ^{*1} | 2 |
| | 不揮発性密度 | 1.5 g/cm ³ | 3 |
| | エアロゾル径：中央値 (c.v.) | 15.1 μm (1.2) | 3 |
| | 吸入カットオフ粒子径 | 15 μm | 3 |

*1 接着剤、剥離剤等の表面処理に使用されるスプレー製品の空气中飛散率 0.2、
及びエアロゾル径 22.5 μm 未満 のスケール係数 0.7 より、 $0.2 \times 0.7 = 0.14$

表 4. 剥離剤の使用に関するデフォルト値 ⁷⁾

| | 設定項目 | デフォルト値 | Q-Factor |
|--------------------------|-------------------|-----------------------|----------|
| 塗料 剥離剤 ^{*1} | 使用頻度 | 3 回/年 | 2 |
| | スプレー使用時間 | 14 分間 | 2 |
| | 曝露時間 | 60 分間 | 1 |
| のり用 剥離剤 ^{*2} | 使用頻度 | 3 回/年 | 2 |
| | スプレー使用時間 | 5 秒間 | 2 |
| | 曝露時間 | 10 分間 | 1 |
| 共通 | 部屋の容積 | 20 m ³ | 4 |
| | 天井高 | 2.5 m | 4 |
| | 換気率 | 0.6/h | 3 |
| | 発生量 (使用量) | 1.2 g/s | 3 |
| | 気中画分 | 0.14 g/g | 2 |
| | 不揮発性密度 | 1.5 g/cm ³ | 3 |
| | エアロゾル径：中央値 (c.v.) | 30 μm (0.8) | |
| | 吸入カットオフ粒子径 | 15 μm | 3 |

*1 paint remover aerosol spray

*2 glue remover spray

表 5. エアゾールスプレー製品の使用に関する情報⁸⁾

| 設定項目 | 設定値 | 出典 |
|----------------|----------------|--------------|
| エアゾール塗料使用量 | 0.8 g/s | BAMA, 2008 |
| エアゾール塗料のスプレー時間 | 30~40 s | BAMA, 2008 |
| エアゾール塗料使用時間 | (平均) 39.54 分 | US EPA, 2011 |
| | (90%tile) 60 分 | US EPA, 2011 |
| エアゾール錆取り剤使用時間 | (平均) 18.57 分 | US EPA, 2011 |
| | (90%tile) 60 分 | US EPA, 2011 |

表 6. 缶スプレー製品の使用に関する情報⁴⁾

| 製品分類 | 設定項目 | デフォルト値 |
|--------|-------------------|----------|
| 家庭用塗料 | 使用 1 回あたりの噴霧時間 | 340 秒/回 |
| | 1 秒あたりの噴霧量 | 0.87 g/秒 |
| (特定せず) | 気中画分 (部屋全体) | 100% |
| 住居用洗剤 | 10 μm 以下の粒子比率 (%) | 0.1 |
| 殺虫剤 | | 6.9 |
| 芳香・消臭剤 | | 20.1 |

表 7. 各スプレー製品の曝露評価に使用した条件

| 設定項目 | 塗料 | 接着剤 | 剥離剤 | |
|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | Paint remover spray | Glue remover Spray |
| 使用頻度 | 0.5 回/年 (ConsExpo) | 6 回/年 (ConsExpo) | 3 回/年 (ConsExpo) | 3 回/年 (ConsExpo) |
| スプレー時間 | 340 秒間 (ICET) | 315 秒間 (ConsExpo) | 14 分間 (ConsExpo) | 5 秒間 (ConsExpo) |
| 曝露時間 | 20 分間 (ConsExpo) | 240 分間 (ConsExpo) | 60 分間 (ConsExpo) | 10 分間 (ConsExpo) |
| 噴霧速度 | 0.87 g/秒 (ICET) | 1.2 g/秒 (ConsExpo) | 1.2 g/秒 (ConsExpo) | 1.2 g/秒 (ConsExpo) |
| 気中画分 | 0.7 (ConsExpo) | 0.14 (ConsExpo) | 0.14 (ConsExpo) | 0.14 (ConsExpo) |

表 8. ICET による試算結果

| 設定項目 | | 塗料 | 接着剤 | | 剥離剤 | |
|----------------------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | | トルエン | シクロヘキサン | Paint remover spray | Glue remover Spray |
| 化学物質 | 物質名 | トルエン | トルエン | シクロヘキサン | シクロヘキサン | シクロヘキサン |
| | CAS 番号 | 108-88-3 | 108-88-3 | 110-82-7 | 110-82-7 | 110-82-7 |
| | 分子量 | 92.14 | 92.14 | 84.16 | 84.16 | 84.16 |
| | 蒸気圧 | 2900 Pa | 2900 Pa | 12919 Pa | 12919 Pa | 12919 Pa |
| | Log Kow | 2.73 | 2.73 | 3.44 | 3.44 | 3.44 |
| | 水溶解度 | 5.23E-04 g/cm ³ | 5.23E-04 g/cm ³ | 5.50E-05 g/cm ³ | 5.50E-05 g/cm ³ | 5.50E-05 g/cm ³ |
| | 滞在時間 | 0.33 時間 | 4 時間 | 4 時間 | 1 時間 | 0.17 時間 (10 分) |
| 部屋 | 放散モデル | 部屋全体-揮発性 | 部屋全体-揮発性 | 部屋全体-揮発性 | 部屋全体-揮発性 | 部屋全体-揮発性 |
| | 噴霧時間 | 340 秒間 | 315 秒間 | 315 秒間 | 840 秒間 (14 分間) | 5 秒間 |
| | 噴霧速度 | 0.87 g/秒 | 1.2 g/秒 | 1.2 g/秒 | 1.2 g/秒 | 1.2 g/秒 |
| | 化学物質比率*1 | 63% | 28% | 29% | 36% | 36% |
| 製品 | 1 日平均曝露濃度 | 357 mg/m ³ | 203 mg/m ³ | 210 mg/m ³ | 695 mg/m ³ | 4.14 mg/m ³ |
| | 1 日推定曝露量 | 1.96 mg/kg/day | 13.5 mg/kg/day | 14.0 mg/kg/day | 11.6 mg/kg/day | 0.0117 mg/kg/day |
| | 使用頻度*2 | 0.5 回/年 | 6 回/年 | 6 回/年 | 3 回/年 | 3 回/年 |
| 上記使用頻度を考慮した 1 日推定曝露量 (年平均) *3 | 0.00269 mg/kg/day | 0.222 mg/kg/day | 0.230 mg/kg/day | 0.0952 mg/kg/day | 0.0000964 mg/kg/day | |

*1 先行研究における実測値

*2 ICET の設定項目ではなく、本研究で独自に設定

*3 1 日推定曝露量 (mg/kg/day) × 1 年の曝露回数 (回) ÷ 365 (日)

表 9. ConsExpo Web による試算結果

| 設定項目 | 塗料 | | 接着剤 | | 剥離剤 | |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | 物質量 | 塗料 | 接着剤 | 剥離剤 | Paint remover spray | Glue remover Spray |
| 化学物質 | 物質名 | トルエン | トルエン | シクロヘキサン | シクロヘキサン | シクロヘキサン |
| | CAS 番号 | 108-88-3 | 108-88-3 | 110-82-7 | 110-82-7 | 110-82-7 |
| | 分子量 | 92.1 | 92.1 | 84.2 | 84.2 | 84.2 |
| | Log Kow | 2.73 | 2.73 | 3.44 | 3.44 | 3.44 |
| 製品 | 化学物質含有量*1 | 63% | 28% | 29% | 36% | 36% |
| | 使用頻度 | 0.5 回/年 | 6 回/年 | 6 回/年 | 3 回/年 | 3 回/年 |
| シナリオ | 曝露モデル | Spraying | Spraying | Spraying | Spraying | Spraying |
| | 噴霧時間 | 340 秒間 | 315 秒間 | 315 秒間 | 14 分間 | 5 秒間 |
| | 曝露時間 | 20 分間 | 240 分間 (4 時間) | 240 分間 (4 時間) | 60 分間 | 10 分間 |
| | 噴霧速度 | 0.87 g/秒 | 1.2 g/秒 | 1.2 g/秒 | 1.2 g/秒 | 1.2 g/秒 |
| | 気中画分 | 0.7 | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.14 |
| | 不揮発性成分密度 | 1.5 g/cm ³ | 1.5 g/cm ³ | 1.5 g/cm ³ | 1.5 g/cm ³ | 1.5 g/cm ³ |
| | 吸入カットオフ径 | 15 μm | 15 μm | 15 μm | 15 μm | 15 μm |
| | エアロゾル径分布 | Log Normal | Log Normal | Log Normal | Log Normal | Log Normal |
| | エアロゾル径中央値 | 15.1 μm | 15.1 μm | 15.1 μm | 15.1 μm | 15.1 μm |
| | 算術変動係数 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| イベン | エアロゾル径最大値 | 50 μm | 50 μm | 50 μm | 50 μm | 50 μm |
| | 年平均曝露濃度 | 742 mg/m ³ | 15.9 mg/m ³ | 16.4 mg/m ³ | 164 mg/m ³ | 2.42 mg/m ³ |
| | 1 日平均曝露濃度 | 10.3 mg/m ³ | 2.64 mg/m ³ | 2.74 mg/m ³ | 6.83 mg/m ³ | 0.0168 mg/m ³ |
| | 年平均曝露濃度 | 0.0141 mg/m ³ | 0.0434 mg/m ³ | 0.045 mg/m ³ | 0.0561 mg/m ³ | 0.000138 mg/m ³ |
| 頻度を考慮した 1 日推定曝露量 (年平均：算出値*2) | 1 日推定曝露量 | 4.12 mg/kg/day | 1.06 mg/kg/day | 1.09 mg/kg/day | 2.73 mg/kg/day | 0.00672 mg/kg/day |
| | 頻度を考慮した 1 日推定曝露量 (年平均：算出値*2) | 0.0056 mg/kg/day | 0.0174 mg/kg/day | 0.0179 mg/kg/day | 0.0224 mg/kg/day | 5.52E-05 mg/kg/day |

*1 先行研究における実測値

*2 1 日推定曝露量 (mg/kg/day) × 1 年の曝露回数 (回) ÷ 365 (日)