

厚生労働科学研究費補助金

化学物質リスク研究事業

家庭用品中化学物質のリスク評価  
に関する総合研究

平成 18 年度 総括研究報告書

主任研究者 安藤 正典

平成 19 (2007) 年 3 月

平成 18 年度 厚生労働科学研究費補助金 化学物質リスク研究事業

家庭用品中化学物質のリスク評価に関する総合研究

(順不同、敬称略)

主任研究者 安藤 正典 武蔵野大学 薬学部 薬学研究所 環境化学研究室 教授

分担研究者 嵐谷 奎一 産業医科大学 産業保健学部 教授

石光 進 国立医薬品食品衛生研究所 安全情報部 第四室長

神野 透人 国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部 第一室長

長野 嘉介 日本バイオアッセイ研究センター 病理検査部 部長

野崎 淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

協力研究者 大河原 晋 武蔵野大学 薬学部 薬学研究所 環境化学研究室 助手

香川 聡子 国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部 技術補助員

森田 健 国立医薬品食品衛生研究所 安全情報部 主任研究官

大西 誠 日本バイオアッセイ研究センター 分析室 室長

武 信 日本バイオアッセイ研究センター 分析室 室長補佐

櫻田 尚樹 産業医科大学 産業保健部 助教授

吉田 安宏 産業医科大学 医学部 講師

委託研究機関 グリーンブルー株式会社

担当者 皆川 直人  
長宗 寧  
佐々木 淳一

# 目 次

## 1. 総括報告書

家庭用品中化学物質のリスク評価に関する総合研究	1
武蔵野大学 薬学部 薬学研究所 環境化学研究室 安藤 正典	

## 2. 分担研究報告書

### 1. 各種家庭用品からの化学物質の放散の評価に関する研究

#### 1. 評価手法の検証のための実験装置・周辺機器

1. 1. 微量化学物質測定チャンバーの性能検証	69
東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 野崎 淳夫	

1. 2. ガス定常発生装置の検証	73
東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 野崎 淳夫	

#### 2. 家庭用品中放散性化学物質の検索に関する研究

2. 1. 家庭用品から放散される揮発性有機化合物の測定方法に関する研究	79
国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部 神野 透人	

#### 3. 家庭用品と建材の化学物質の発生量・発生特性

3. 1. 芳香剤、消臭剤、脱臭剤等	91
東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 野崎 淳夫	

3. 2. 家電製品	97
東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 野崎 淳夫	

3. 3. 内装材	107
東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 野崎 淳夫	

3. 4. 寝具	117
東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 野崎 淳夫	

3. 5. 汚染対策塗料	121
東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 野崎 淳夫	

3. 6. 畳材	127
東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 野崎 淳夫	

3. 7. 建具	133
東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 野崎 淳夫	
4. 空気汚染対策製品・技術の化学物質除去性能の評価及び予測	
4. 1. 初期性能と空気濃度予測	139
東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 野崎 淳夫	
4. 2. 家庭用空気清浄機の製造年と初期性能との関係	143
東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 野崎 淳夫	
<b>II. 家庭用品の未調査化学物質の検索と家庭用品中化学物質の</b>	
<b>データベースの構築に関する研究</b>	
1. 未調査化学物質の室内での存在に関する研究	151
武蔵野大学 薬学部 薬学研究所 環境化学研究室 安藤 正典	
2. 家庭用品に使用される化学物質のデータベースの構築に関する研究	155
国立医薬品食品衛生研究所 安全情報部 石光 進	
<b>III. 室内空气中化学物質の中長期低濃度及び短期高濃度の吸入毒性評価に関する研究</b>	
1. 吸入による低濃度長期及び高濃度短期の暴露における健康影響評価に関する研究	
1. 1. 家庭空气中化学物質の中長期低濃度及び	
短期高濃度の吸入毒性評価に関する研究	
235	
日本バイオアッセイ研究センター 病理検査部 長野 嘉介	
1. 2. 低濃度アセトアルデヒド経気道曝露による生態影響評価	253
産業医科大学 産業保健部 嵐谷 奎一	
2. 免疫、神経、生理学あるいは生化学に関連する	
新たな毒性評価指標による影響に関する研究	
267	
武蔵野大学 薬学部 薬学研究所 環境化学研究室 安藤 正典	
国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部 神野 透人	
<b>IV. 家庭用品由来化学物質の推計モデル開発と濃度予測に関する研究</b>	
1. 実測調査による室内化学物質濃度の実態把握と対策技術の検証	
1. 1. 一般住宅	275
東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 野崎 淳夫	
1. 2. 事務室	285
東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 野崎 淳夫	

2. 室内化学物質の濃度予測	
2. 1. 化学吸着剤	291
東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 野崎 淳夫	
2. 2. 脱臭剤	293
東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 野崎 淳夫	
2. 3. 家庭用空気清浄機	295
東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 野崎 淳夫	
2. 4. 換気システム	297
東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 野崎 淳夫	

## V. 家庭用品由来化学物質への曝露推計モデルの開発に関する研究

1. 家庭用品からの曝露様式に伴う類別化と曝露の機会に関する研究	301
武蔵野大学 薬学部 薬学研究所 環境化学研究室 安藤 正典	
2. 家庭用品中化学物質の放散パターンと曝露経路の概念に関する研究	311
武蔵野大学 薬学部 薬学研究所 環境化学研究室 安藤 正典	
3. 家庭用品の放散量の試験方法に関する研究	317
武蔵野大学 薬学部 薬学研究所 環境化学研究室 安藤 正典	
4. 総合曝露評価に関する研究	321
武蔵野大学 薬学部 薬学研究所 環境化学研究室 安藤 正典	
5. 総合曝露評価の具体的算出に関する研究	327
武蔵野大学 薬学部 薬学研究所 環境化学研究室 安藤 正典	

## VI. 家庭用品中放散性化学物質の総合別リスク評価に関する研究

1. リスクアセスメントの概念と安全性評価の作業手順の提案	333
武蔵野大学 薬学部 薬学研究所 環境化学研究室 安藤 正典	
2. 家庭用品のリスクアセスメントの手順と各論	337
武蔵野大学 薬学部 薬学研究所 環境化学研究室 安藤 正典	
3. 安全性評価 (安全性の検証: リスクアセスメント)	341
武蔵野大学 薬学部 薬学研究所 環境化学研究室 安藤 正典	
4. 家庭用品中放散性化学物質の具体的総合的リスク評価の例	345
武蔵野大学 薬学部 薬学研究所 環境化学研究室 安藤 正典	

## 家庭用品中化学物質のリスク評価に関する総合研究（H16-化学-004）

主任研究者 安藤正典 武蔵野大学 薬学部 薬学研究所 環境化学研究室 教授

室内環境での健康の問題は、シックハウス症候群や化学物質過敏症といった社会的に一般化した用語としてマスコミ等で頻繁に取り上げられてきた。主任研究者は、この問題を科学的立場から、問題の整理とその解決策を探るため、平成 10～12 年度にかけていわゆる「化学物質過敏症」の臨床的研究、ホルムアルデヒドの免疫的研究等を実施し、我が国における状況を把握した。さらに、13～15 年度にかけて 150 種にのぼる化学物質についての全国の実態調査、室内空气中化学物質量等の総合評価手法の開発を行ってきた。これら研究によって、我が国における特に建築資機材由来の室内空气中化学物質の存在状況がはじめて明らかになるとともに、厚生労働省における 13 化学物質の指針値策定に貢献した。その結果を受けて、国土交通省や農林水産省においては、建築資機材についてホルムアルデヒドなどの発生量の抑制の施策や建築基準法の改正による 24 時間強制換気の設置等による室内空気質の改善が義務付けられるなど、建築資機材と建築物に対する規制が実施されてきた。しかしながら、室内空气中化学物質のもう一つの発生源である家庭用品の状況把握やそのリスクについてはなんら評価されておらず、国民の室内空气中化学物質の制御と健康影響防止の観点からは片手落ちの状況は否めない。そこで、家庭用品全般を俯瞰した上での化学物質の放散の実態を把握し、そこから得られる情報を整理して、安全性評価に係る研究を早急に行うことは、国民の健康維持の観点から緊急の課題である。

本研究では、家庭用品中化学物質の安全対策に資する観点から、これまでの研究により我が国あるいは国際機関等で空気質汚染対策の対象とされている化学物質について、各種の家庭用品からの放散量、放散特性等を把握し、この測定結果を基に暴露予測によって暴露評価を行うことと、毒性情報が少ない化学物質についての吸入毒性試験を実施することによって用量-反応評価の課題の整理と修正を行うことを目指している。最終的に暴露評価の情報を整理して安全性を総合的に解析して、リスク評価し、今後の厚生労働省における家庭用品中化学物質のリスク管理方法を提案することを目的とした。

研究計画は、以下に示す 6 課題を中心として研究を推進した。

- I. 各種家庭用品からの化学物質の放散の評価に関する研究
- II. 家庭用品の未調査化学物質の検索と家庭用品中化学物質のデータベースの構築に関する研究
- III. 室内空气中化学物質の中長期低濃度及び短期高濃度の吸入毒性評価に関する研究
- IV. 家庭用品由来化学物質の推計モデルの開発と濃度予測に関する研究
- V. 家庭用品中化学物質への曝露推計モデルの開発に関する研究
- VI. 家庭用品中放散性化学物質の総合的リスク評価に関する研究

本研究で提案した結果を基に、具体的嗜好の可能性と問題を整理し、実証的研究を推進する必要がある。

## 家庭用品中化学物質のリスク評価に関する総合研究（H16-化学-一般-004）

主任研究者 安藤正典 武蔵野大学 薬学部 薬学研究所 環境化学研究室 教授

**研究要旨** 本研究では、家庭用品中化学物質の安全対策に資する観点から、これまでの研究により我が国あるいは国際機関等で空気質汚染対策の対象とされている化学物質について、各種の家庭用品からの放散量、放散特性等を把握し、この測定結果を基に暴露予測によって暴露評価を行うことと、毒性情報が少ない化学物質についての吸入毒性試験を実施することによって用量-反応評価の課題の整理と修正を行うことを目指している。最終的に暴露評価の情報を整理して安全性を総合的に解析して、リスク評価し、今後の厚生労働省における家庭用品中化学物質のリスク管理方法を提案することを目的とした。

研究計画は、以下に示す6課題を中心として研究を推進した。

- I. 各種家庭用品からの化学物質の放散の評価に関する研究
  - II. 家庭用品の未調査化学物質の検索と家庭用品中化学物質のデータベースの構築に関する研究
  - III. 室内空气中化学物質の中長期低濃度及び短期高濃度の吸入毒性評価に関する研究
  - IV. 家庭用品由来化学物質の推計モデルの開発と濃度予測に関する研究
  - V. 家庭用品中化学物質への曝露推計モデルの開発に関する研究
  - VI. 家庭用品中化学物質の総合的リスク評価に関する研究
- 各課題の研究結果の概要は以下のとおりとした。

### I. 各種家庭用品からの化学物質の放散の評価に関する研究

18年度は家庭用品ばかりでなく、室内空気質に影響する発生源や抑制対策製品の実態を明らかにするため、1. 評価手法の検証のための実験装置・周辺機器、2. 家庭用品中放散性化学物質の検索に関する研究、3. 家庭用品と建材の化学物質の発存量・発生特性、4. 空気汚染対策製品・技術の化学物質除去性能の評価及び予測について研究を実施した。

#### I-1. 評価手法の検証のための実験装置・周辺機器

##### I-1. 1. 微量化学物質測定チェンバーの性能検証

本研究では、新型の微量化学物質測定用チェンバーの性能検証を行った。具体的には、1) 温湿度と換気量についての制御値と実測値の符合性を検証し、2) チェンバーブランク値の推移を測定し、3) チェンバーブランク値が高い場合の対処法を明らかにすることとした。

#### I-2. 家庭用品中放散性化学物質の検索に関する研究

##### I-2. 1. 家庭用品から放散される揮発性有機化合物の測定方法に関する研究

本研究ではマイクロチャンバー（ $\mu$ CTE）による放散試験のHigh Throughput化について検討を行った。

### I-3. 家庭用品と建材の化学物質の発生量・発生特性

家庭用品と建材の化学物質の発生量・発生特性においては、芳香剤、家電製品、内装材、寝具、家庭用品からの有害物質の検出頻度、自然塗料、畳材、建具について検討した。

#### I-3. 1. 芳香剤、消臭剤、脱臭剤等

本研究では、1)消臭剤、芳香剤、脱臭剤等の化学物質発生量と2)その化学物質除去性能を定量的に明らかにすることを目的とした。

#### I-3. 2. 家電製品

本研究では、以下に示した多種多様な家電製品の化学物質発生量、発生特性を実験的に求めた。

- (1)オイルヒーター
- (2)電気敷毛布・電気コタツ（ヒーター部）
- (3)空気清浄機
- (4)マルチリスニングプレーヤー
- (5)MDプレーヤー
- (6)電子辞書
- (7)ノートパソコン
- (8)コタツ内

#### I-3. 3. 内装材

##### (1)床材、壁装材

本研究では、内装材として壁紙と床材から発生する化学物質を定量的に明らかにした。

##### (2)カーペット、下地材

本研究では、カーペットA、B、Cの3種とカーペットの滑り止めシートの化学物質放散速度を検討した。

##### (3)カーテン、ブラインド

本研究では、カーテン(2検体)とブラインド(1検体)の計3検体を測定対象とした。

#### I-3. 4. 寝具

寝具からのガス状化学物質の発生は、未だ解明されていないため、マットレスのVOC発生量を定量的に明らかにした。

#### I-3. 5. 汚染対策塗料

家庭用品に必ず使用されるものの一つとしての塗料について、自然塗料(6検体)を測定対象として、放散速度、放散化合物及び減衰について検討した。

#### I-3. 6. 畳材

##### (1)チャンバー試験による評価

本研究では、畳材の室内空気環境に与える影響を把握するため、1)畳構成材の残留農薬を定量的に明らかにし、2)畳試験片からの有機リン系化合物の発生量をチャンバー実験により明らかにすることを目的とした。

##### (2)家屋使用畳等における内分泌攪乱物質

本研究では、昨年引き続き、和室におけるSVOC汚染の実態と汚染メカニズムを明らかにする基礎的研究として、実際に家屋に使用した状況における化学物質放散を検討した。



### I-3. 7. 建具

本研究では、1)建具の化学物質発生量の実態解明を行い、室内化学物質汚染の防止を意図した、2)化学物質低放散仕様建具を作製し、その発生量を実験室実験で検証した。

### I-4. 空気汚染対策製品・技術の化学物質除去性能の評価及び予測

#### I-4. 1. 初期性能と空気濃度予測

本研究では、1)最新の家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド除去性能を求め、2)家庭用空気清浄機使用室の室内濃度の予測法を明らかにし、3)家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド除去性能の接続性の限界を確認した。

#### I-4. 2. 家庭用空気清浄機の製造年と初期性能との関係

これまでに解明してきた同機器のホルムアルデヒド除去性能について整理し、家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド除去性能を製造年別に整理し、比較検討を行った。

## II. 家庭用品の未調査化学物質の検索と家庭用品中化学物質のデータベースの構築に関する研究

本課題では、平成15年度までの過去8年間にわたる全国調査により、室内空気中での存在が明らかとなった化学物質について発生源である各種家庭用品それぞれの寄与率を評価するための基盤的研究を実施した。さらに、過去に調査がなされていないWHO等の国際機関等により、室内汚染が指摘されている化学物質については存在実態を明らかにした上で評価を行った。

本年度は、未調査化学物質の検討として、1. 室内における微小ナノ物質の挙動及び健康影響評価研究、2. 家庭用品に使用される化学物質のデータベースの構築に関する研究を行い、データベース構築に向けて、提出されたデータを下に暴露評価及びリスク評価手法を開発した。

### II-1. 未調査化学物質の室内での存在に関する研究

ナノ粒子は肺胞壁を通過し血中まで移行することが懸念されており、実態把握として、今年度は粒径別にナノ粒子を測定し、より詳細な濃度を把握した。

### II-2. 家庭用品に使用される化学物質のデータベースの構築に関する研究

室内には厚生労働省が示した指針値の数倍以上の化学物質が室内空気中より検出されているため、更に新しい化学物質の室内濃度指針値の策定の必要性があるものと思われることから、今年度は、国際的な評価基準であるGHS(Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals)分類に基づいて、トルエンとクロロホルムについて10項目の健康に対する有害性及び16項目の物理化学的危険性の情報を入手し評価を行った。

## III. 室内空気中化学物質の中長期低濃度及び短期高濃度の吸入毒性評価に関する研究

家庭用品中に含有する化学物質の吸入毒性の情報は極めて少ないので、家庭用品で用いられる化学物質のうち、昨年度までの研究の情報を基にプライオリティ上位の化学物質について、吸入毒性試験及び毒性評価研究を以下のテーマで実施した。

1. 吸入による低濃度長期および高濃度短期の暴露における健康影響評価に関する研究
2. 免疫、神経、生理学あるいは生化学に関連する新たな毒性評価指標による影響に関する研究

る研究

### Ⅲ-1. 吸入による低濃度長期および高濃度短期の暴露における健康影響評価に関する研究

#### Ⅲ-1. 1. 家庭空气中化学物質の中長期低濃度及び短期高濃度の吸入毒性評価に関する研究

平成16年度に研究を行ったトルエンと化学構造が類似したエチルベンゼをモデルとして、経口投与実験のデータから吸入暴露による生体影響を推定する換算式の有効性について体内暴露量を指標にして検証した。

#### Ⅲ-1. 2. 低濃度アセトアルデヒド経気道曝露による生体影響評価

MCSへの関与などの指摘より代替物質としてのアセトアルデヒドもホルムアルデヒドと同様に発生源、接着剤、防腐剤、フィルム現像液などの使用が増加傾向にある。このような状況下で本年度はアセトアルデヒドについて低濃度経気道曝露実験系を確立し、その生態影響を評価することを実施した。

### Ⅲ-2. 免疫、神経、生理学あるいは生化学に関連する新たな毒性評価指標による影響に関する研究

本年度は、化学物質過敏症などの嗅覚に関連する遺伝子の多型について評価するためTRPV3受容体の細胞発現系を用いたin vitroスクリーニング系の確立を行った。

## Ⅳ. 家庭用品由来化学物質の推計モデル開発と濃度予測に関する研究

暴露によるリスクについて評価するには新たな評価を行う必要があることから、低濃度（平均的）あるいは高濃度暴露におけるリスクの考え方を構築するため、家庭用品から放散される化学物質の室内における放散濃度、頻度、期間などの違いによる暴露評価を行うこととした。さらに、室内空気による化学物質の暴露は人の行動パターンによって大きく左右されて暴露量に反映されることから、我が国における各施設、居室、移動媒体、大気などでの存在状況を把握し、行動パターンを予測し、家庭用品からの化学物質暴露のシナリオ、推計モデルを開発することを目的として、以下の研究テーマで実施した。

1. 実測調査による室内化学物質の実態把握と対策技術の検証
2. 室内化学物質の濃度予測

### Ⅳ-1. 実測調査による室内化学物質濃度の実態把握と対策技術の検証

#### Ⅳ-1. 1 一般住宅

本研究では、種々の空気汚染対策製品・技術を適用した住宅において、実測調査を行いその濃度低減効果を明らかにした。

#### Ⅳ-1. 2. 事務室

本研究では、実在事務室の備品を除く 1)主要発生源の仕様、使用量、化学物質発生量を明らかにし、また 2)事務室内濃度の実測調査を行った。

### Ⅳ-2. 室内化学物質の濃度予測

#### Ⅳ-2. 1. 化学吸着材

近年、室内空気汚染対策として吸着系製品が数多く市販されている。そこで本研究では、化学吸着材の吸着性能をⅠ. の1.2で開発したガス定常発生装置を用いて明らかにした。

#### Ⅳ-2. 2. 脱臭剤

本研究では、空気汚染対策製品設置室のホルムアルデヒド濃度予測を行い、同製品の有効性を検証した。

#### IV-2. 3. 家庭用空気清浄機

本研究では、同予測式を用いて家庭用空気清浄機設置室の化学物質濃度予測を行い、家庭用空気清浄機の有効性を検証した。

#### IV-2. 4. 換気システム

本研究では、換気システム設置住宅のホルムアルデヒド濃度予測を行った。

### **V. 家庭用品中化学物質への曝露推計モデルの開発に関する研究**

曝露評価は、ヒトが最終的に経口、経気道あるいは経皮的に曝露する化学物質の量を算出することにある。しかしながら、曝露源である種々の製品における利用の仕方は、千差万別であり、曝露源における化学物質の存在量や放散量などの把握のみで、ヒトの曝露量を算定することはできない。したがって我々の周辺にある製品から放散される化学物質によって曝露する機会を把握する技術と評価の過程の手順を詳細に検討した。

曝露推定には、第1に家庭用品の種類把握から始めなければならない。次いで、第2に類別化、放散パターンと曝露経路、第3に放散試験法、第4に総合曝露評価の概念、第5に具体的手法を以下の項目について示した。

1. 家庭用品からの曝露の様式に伴う類別化と曝露の機会に関する研究
2. 家庭用品中化学物質の放散パターンと曝露経路の概念に関する研究
3. 家庭用品の放散量の試験方法に関する研究
4. 総合曝露評価に関する研究
5. 総合曝露評価の具体的算出に関する研究

#### **V-1. 家庭用品からの曝露の様式に伴う類別化と曝露の機会に関する研究**

曝露のパターンを想定した家庭用品からの化学物質の放散様式を類型化と使用様式と頻度等による曝露実態の振れ幅を評価するため、以下の過程によって分類した。

##### V-1. 1. 家庭用品の種類

##### V-1. 2. 曝露の類型化を念頭においた家庭用品の分類

- (1)製品の機材、材質からの分類
  - 1)基材の材質、 2)表面加工材
- (2)使用時、熱発生に伴う化学物質放散量変動製品の分類
- (3)家庭用品中化学物質の存在形体からの分類
- (4)化学物質の放散速度からの分類

##### V-1. 3. 曝露の機会からの分類

- (1)利用・使用状況等、季節製品からの分類
- (2)使用・利用の頻度、回数、時間等、曝露の機会からの分類
- (3)化学物質の物理・化学特性による曝露経路からの分類
- (4)家庭用品の設置場所や行動パターン

##### V-1. 4. 家庭用品の曝露評価を想定した分類

#### **V-2. 家庭用品中化学物質の放散パターンと曝露経路の概念に関する研究**

上記の情報を基に曝露評価と家庭用品に由来するリスク評価を試みた。本年度は居室、家庭用品の種類、対象者、呼吸量等の条件を仮定した場合の家庭用品からの放散と曝露量を推定の考え方を以下の手順に従って整理した。

##### V-2. 1. 化学物質の曝露状況からの類別化

## V-2. 2. 家庭用品の用途と利用・使用の仕方に伴う室内空気、床面、壁面の化学物質の濃度変化

### (1)使用方法と室内での分布の概念

- 1) 建具のような常時室内に化学物質を放散している家庭用品
- 2) 人の活動時のみ使用の家庭用品
- 3) 家庭用品の使用と共に室内濃度が上昇する家庭用品
- 4) 使用によって局所に一時的に高濃度な状況が発生する家庭用品
- 5) 間欠使用の家庭用品
- 6) 弱者における暴露
- 7) 家庭用品の利用・使用による季節変動、年間変動

## V-3. 家庭用品の放散量の試験方法に関する研究

家庭用品を室内で使用した場合の化学物質の放散量を評価するため、一般居住環境を想定したチャンバーまたは居室試験によって、室内空気中濃度および床面、壁面への沈降または吸着残留量を求める放散量試験方法を確立した。

## V-4. 総合暴露評価に関する研究

上記に示した暴露量の推計を基に健常人と子供について、経口、経気道及び経皮の総合的な暴露評価を以下の手順で実施した。

### V-4. 1. 家庭用品中化学物質による暴露評価の手順

### V-4. 2. 暴露評価の基礎データ

- (1) 家庭用品放散量試験による室内空気、床面、壁面における化学物質量
- (2) 居住環境における空間、面積の設定

### V-4. 3. 暴露経路における基礎的変動要因における重み付け

#### (1) 経気道暴露

- 1) 健常人、2) 子供

#### (2) 経口暴露

- 1) 健常人、2) 子供

#### (3) 経皮暴露

- 1) 健常人、2) 子供

### V-4. 4. 家庭用品の使用状況とヒトの行動パターンによる暴露の不確実性要因

- (1) 室内濃度、床面及び壁面の変動要因
- (2) 暴露経路、頻度・期間

### V-4. 5. 経路別・対象者別の暴露予測

#### (1) 経気道暴露予測

- 1) 空気中濃度、2) 変動要因、3) 暴露時間

#### (2) 経口暴露予測

- 1) 床面残留量、2) 変動要因、3) 暴露時間、4) 経口暴露条件の計算例

#### (3) 経皮暴露予測

- 1) 床残留量、2) 皮膚付着率・接触面積・体重、3) 暴露時間、4) 皮膚からの体内吸収率

### V-4. 6. 総暴露量の推定

## V-5. 総合暴露評価の具体的算出に関する研究

## V-5. 1. 暴露経路別暴露量および個別家庭用品に起因する暴露量の算出

### **VI. 家庭用品中放散性化学物質の総合的リスク評価に関する研究**

家庭用品の総合的リスク評価では、リスク評価の概念と手順を示し、その具体的方法を以下の項目に分けて例を挙げて示した。

1. リスクアセスメントの概念と安全性評価の作業手順の提案
2. 家庭用品のリスクアセスメントの手順と各論
3. 安全性評価(安全性の検証：リスクアセスメント)
4. 家庭用品中放散性化学物質の具体的総合的リスク評価の例

#### **VI-1. リスクアセスメントの概念と安全性評価の作業手順の提案**

前述した家庭用品による化学物質の暴露評価の結果と用量-反応評価を合わせてリスクアセスメントの手順を以下の項目に従って評価することを提案し、その具体的例を挙げて示した。

##### **VI-1. 1. 家庭用品製造に関わる有用性とヒトへの安全性**

##### **VI-1. 2. リスクアセスメント**

- (1) リスクアセスメントの概要
- (2) リスクアセスメントの手法

##### **VI-1. 3. 用量-反応評価**

- (1) 毒性試験情報の収集
- (2) 閾値の設定
- (3) 不確実係数の設定
- (4) TDI値の設定

##### **VI-1. 4. 暴露評価**

- (1) 利用・使用の類別化
- (2) 暴露の要因
- (3) 暴露評価試験
- (4) 経路別暴露予測
- (5) 総合暴露量の推定

##### **VI-1. 5. 安全性の判定**

#### **VI-2. 家庭用品のリスクアセスメントの手順と各論**

##### **VI-2. 1. 毒性試験**

- (1) 試験の条件と内容
- (2) 毒性試験の種類

##### **VI-2. 2. 閾値の設定**

- (1) 閾値設定
- (2) 異なる投与経路試験からの閾値の変換
- (3) 考慮すべき試験データの内容と質

##### **VI-2. 3. 不確実係数(UF:Uncertainty Factor)の算出**

- (1) 動物実験における種差、個体差
- (2) 遺伝毒性等の評価
- (3) 他の毒性指数の評価

- (4)薬物動態学的検討
- (5)閾値設定に用いた情報の質
- (6)ヒトのデータ
- (7)不確実係数の算出

#### VI-2. 4. TDI値の設定

- (1)NOAEL等の情報がある場合
- (2)経口暴露試験データの人への経気道暴露による外挿
- (3)子供に対する外挿

#### VI-3. 安全性評価(安全性の検証：リスクアセスメント)

##### VI-3. 1. TDI等を用いた安全性評価方法

- (1)評価方法
- (2)安全性評価における基準
- (3)家庭用品から放散される化学物質の占有率
- (4)安全性評価(リスクアセスメント)の例

##### VI-3. 2. 閾値に対する暴露量の検証 (Margin of Exposure(MOE)を用いる方法)

- (1)MOEによる暴露マージンの評価方法

##### VI-3. 3. MOEによる暴露マージンからの安全性評価(リスクアセスメント)の結論の例

##### VI-3. 4. その他の考察事項

#### VI-4. 家庭用品中放散性化学物質の具体的総合的リスク評価の例

##### VI-4. 1. 安全性評価(安全性の検証：リスクアセスメント)

- (1)評価方法
- (2)安全性評価における基準
- (3)TDIに対する占有率・寄与率の算出例
  - 1)毒性試験データ、2)TDIの算出、3)TDIに対する各経路暴露量の占有率の算出例

##### VI-4. 2. 閾値に対する暴露量の検証 (Margin of Exposure(MOE)を用いる方法)

- (1)MOEによる暴露マージンの評価方法と安全性評価の基準
- (2)MOEによる暴露マージンの計算例
  - 1)経気道投与によるLOAELのみの情報しかないとした場合
  - 2)総暴露量のNOAELに対するMOEの算出例

以上の研究から、家庭用品中放散性化学物質については、個々の家庭用品の放散特性、利用・使用方法、放散実態、暴露の実態などの情報を踏まえて、経路別、個別家庭用品の暴露評価、総合暴露、さらには総合的リスク評価、暴露の検証を実施することが必要不可欠であることが明らかになり、また、家庭用品のリスクアセスメントの概念と安全性評価の作業手順が提案できた。

#### 研究者氏名

安藤 正典	武蔵野大学 薬学研究所 環境化学研究室 教授
嵐谷 奎一	産業医科大学 産業保健学部 教授
石光 進	国立医薬品食品衛生研究所 安全情報部 第四室長
神野 透人	国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部 第一室長
長野 嘉介	日本バイオアッセイ研究センター 病理検査部 部長
野崎 敦夫	東北文化学園大学 大学院 健康社会システム研究科 教授

## 1. 総括目的

室内環境での健康の問題は、シックハウス症候群や化学物質過敏症といった社会的に一般化した用語としてマスコミ等で頻繁に取り上げられてきた。主任研究者は、この問題を科学的立場から、問題の整理とその解決策を探るため、平成10～12年度にかけていわゆる「化学物質過敏症」の臨床的研究、ホルムアルデヒドの免疫的研究等を実施し、我が国における状況を把握した。さらに、13～15年度にかけて150種にのぼる化学物質についての全国の実態調査、室内空气中化学物質質量等の総合評価手法の開発を行ってきた。これら研究によって、我が国における特に建築資機材由来の室内空气中化学物質の存在状況がはじめて明らかになるとともに、厚生労働省における13化学物質の指針値策定に貢献した。その結果を受けて、国土交通省や農林水産省においては、建築資機材についてホルムアルデヒドなどの発生量の抑制の施策や建築基準法の改正による24時間強制換気の設置等による室内空気質の改善が義務付けられるなど、建築資機材と建築物に対する規制が実施されてきた。しかしながら、室内空气中化学物質のもう一つの発生源である家庭用品の状況把握やそのリスクについてはなんら評価されておらず、国民の室内空气中化学物質の制御と健康影響防止の観点からは片手落ちの状況は否めない。そ

こで、家庭用品全般を俯瞰した上での化学物質の放散の実態を把握し、そこから得られる情報を整理して、安全性評価に係る研究を早急に行うことは、国民の健康維持の観点から緊急の課題である。

本研究では、家庭用品中化学物質の安全対策に資する観点から、これまでの研究により我が国あるいは国際機関等で空気質汚染対策の対象とされている化学物質について、各種の家庭用品からの放散量、放散特性等を把握し、この測定結果を基に暴露予測によって暴露評価を行うことと、毒性情報が少ない化学物質についての吸入毒性試験を実施することによって用量-反応評価の課題の整理と修正を行うことを目指している。最終的に暴露評価の情報を整理して安全性を総合的に解析して、リスク評価し、今後の厚生労働省における家庭用品中化学物質のリスク管理方法を提案することを目的とした。

研究計画は、以下に示す6課題を中心として研究を推進した。

- I. 各種家庭用品からの化学物質の放散の評価に関する研究
- II. 家庭用品の未調査化学物質の検索と家庭用品中化学物質のデータベースの構築に関する研究
- III. 室内空气中化学物質の中長期低濃度及び短期高濃度の吸入毒性評価に関する研究
- IV. 家庭用品由来化学物質の推計モデルの開発と濃度予測に関する研究
- V. 家庭用品中化学物質への曝露推計モデルの開発に関する研究
- VI. 家庭用品中化学物質の総合的リスク評価に関する研究

各課題の研究結果の概要は以下のとおりである。

## 2. 分担研究

### I. 各種家庭用品からの化学物質の放散の評価に関する研究

18年度は家庭用品ばかりでなく、室内空気質に影響する発生源や抑制対策製品の実態を明ら

かにするため、1. 評価手法の検証のための実験装置・周辺機器、2. 家庭用品中放散性化学物質の検索に関する研究、3. 家庭用品と建材の化学物質の発生量・発生特性、4. 空気汚染対策製品・技術の化学物質除去性能の評価及び予測について研究を実施した。

### I-1. 評価手法の検証のための実験装置・周辺機器

#### I-1. 1. 微量化学物質測定チェンバーの性能検証

##### A. 研究目的及び研究方法

本研究では、新型の微量化学物質測定用チェンバーの性能検証を行った。具体的には、1) 温湿度と換気量についての制御値と実測値の符合性を検証し、2) チェンバーブランク値の推移を測定し、3) チェンバーブランク値が高い場合の対処法を明らかにすることとした。

##### B. 結果、考察及び結論

家庭用品等から発生する微量化学物質の測定用チェンバーの性能検証を行った結果、換気量は給排気装置のインバータ制御により、目的の換気回数 $0.5 \pm 0.05$  [1/h]を精度良く再現した。温湿度は、温度と湿度の制御装置により、目的の温度： $28 \pm 1$  [°C]、相対湿度 $50 \pm 1$  [%]を精度良く再現した。

新チェンバーのブランク値は高く、各所発生源の特定を行い、発生源に対し1)物理的除去、2)薬液洗浄、3)封止、4)加熱燻蒸処理(Bake-out)を行ったところ、約90日後に問題の無い数 $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ のレベルに到達した。これにより、本チェンバーで家庭用品から発生する化学物質の測定が行えるようになった。

#### I-1. 2. ガス定常発生装置の検証

##### A. 研究目的

シックハウス問題の顕在化に伴い、室内空気汚染対策製品が数多く市販されており、これらの技術製品について多面的な試験評価法の検討が行われている。ただし、いずれの試験法に於いても、チェンバーや試験室にある一定量のガ

ス状汚染物質を供給する装置（以下、ガス定常発生装置）が求められている。本研究では、本実験装置を用いたチェンバー内のホルムアルデヒド定常濃度構築実験を行い、本ガス定常発生装置の実用性の検討を行った。

##### B. 研究方法

チェンバー内定常濃度から算出するもので、次式(1)により求められる。

$$M_1 = Q (C_{SS} - C_0)$$

ここで、 $Q$  : チェンバー換気量 $[\text{m}^3/\text{h}]$ 、 $C_{SS}$  : 汚染物質定常濃度 $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 、 $C_0$  : チェンバー供給空气中汚染物質濃度 $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ とする。

発生量を発生装置運転中の薬液消費重量から求める。

$$M_2 = W \cdot D/t$$

ここで、 $W$  : 薬液消費重量 $[\mu\text{g}]$ 、 $D$  : 薬液希釈率[%]、 $t$  : 機器運転時間 $[\text{h}]$ とする。

##### C. 研究結果及び考察

換気回数 $0.5$  [1/h]の6畳大チェンバー ( $23.3$   $[\text{m}^3]$ )内において、実験Ⅰでは約 $500$  [ppb]、実験Ⅱでは約 $300$  [ppb]、実験Ⅲでは約 $200$  [ppb]のホルムアルデヒド定常濃度を構築することに成功した。測定結果を(1)式に代入し、定常濃度から求めた発生量( $M_1$ )は、 $M_2$ と比較して $4.6$  [%]小さい値を示した。この差はチェンバー表面への吸着、気中での化学変化又は、測定誤差によるものと考えられた。ガス定常発生装置を用いて、大型チェンバー内に任意のホルムアルデヒド定常濃度を構築することに成功した。

##### D. 結論

新型の微量化学物質測定用チェンバーの性能検証を行った。大型チェンバーを用いた任意のホルムアルデヒド定常濃度の設定が可能な装置を構築することに成功した。

#### I-2. 家庭用品中放散性化学物質の検索に関する研究



## I-2. 1. 家庭用品から放散される揮発性有機化合物の測定方法に関する研究

### A. 研究目的

本研究ではマイクロチャンバー ( $\mu$ CTE) による放散試験のHigh Throughput化について検討を行った。

### B. 研究方法

実験方法は、直径45 mmの円形に裁断した検体を $\mu$ CTEのチャンバーにセットし、加湿純空気20 mL/minの流速で通した。放散試験開始1日後、3日後及び7日後にTO-17/2吸着管 (Tenax TA/Carbograph 1TD/ Carboxen 1000)を用いて放散ガスをサンプリングした。86種類の揮発性有機化合物 (VOCs) についてThermal Desorption-GC/MSによる定量を行い行うとともに、AnalyzerProソフトウェアによるデコンボリューション解析を行った。

### C. 結果及び考察

30品目の家庭用品・建材について $\mu$ CTE法による放散試験を実施し、1日後、3日後及び7日後のVOCs放散量を測定した。塩化ビニル製品からフェノール及び $n$ -アルカン類の放散がみられたこと、印刷物で炭素数14以上の $n$ -アルカン類やアルキルシクロヘキサン類の放散がみられたこと、等が特徴的であった。クッションフロアの放散量が5300  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ と最も多く、その50%以上をトルエンが占めていた。ついで無垢フローリング1 (2700  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ )、塩ビ壁紙 (1200  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ )、新聞 (1100  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ )でも比較的多量のVOCsの放散が認められた。TVOCについても概ね個別VOCsの場合と同様の傾向がみられ、個別VOCsの総和としての放散量が多かったクッションフロア (1日後のTVOC放散量10000  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ )、塩ビ壁紙 (7300  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ )、新聞 (5700  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ )、無垢フローリング (4700  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ )で多量のTVOCの放散が認められた。しかし、個別VOCsの総量では放散量の低かった紙壁紙やポリプロピレンカーペットからもそれぞれ2200、1100  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ のTVOC放散がみられ、家庭用品等から放散される化学物質を

TVOCとして総量で評価することの重要性が再確認された。

### D. 結論

これらの研究より、30品目の家庭用品・建材についてマイクロチャンバーによる放散試験を実施し、家庭用品から放散される化学物質のデータベース化に向けたHigh Throughputな放散試験として $\mu$ CTE法が有用な方法となり得ることを明らかにした。

## I-3. 家庭用品と建材の化学物質の発生量・発生特性

家庭用品と建材の化学物質の発生量・発生特性においては、芳香剤、家電製品、内装材、寝具、家庭用品からの有害物質の検出頻度、自然塗料、畳材、建具について検討した。

### I-3. 1. 芳香剤、消臭剤、脱臭剤等

#### A. 研究目的

本研究では、1)消臭剤、芳香剤、脱臭剤等の化学物質発生量と2)その化学物質除去性能を定量的に明らかにすることを目的とした。

#### B. 研究方法

実験装置には、小型チェンバー (気積: 0.02  $[\text{m}^3]$ ) を用いて、環境条件を温度:  $28 \pm 1 [^\circ\text{C}]$ 、相対湿度:  $50 \pm 1 [\%]$ 、換気回数:  $0.50 \pm 0.05 [1/\text{h}]$ に制御した。芳香消臭脱臭剤協議会は、空気汚染対策製品に関わる業界では、「芳香剤」、「消臭剤」、「脱臭剤」、「防臭剤」と定義しているが、これらの中から本年度は消臭芳香剤G~Lまでの製品を検体として評価した。

#### C. 結果、考察及び結論

発生化学物質の検証実験では、各試験体のVOCの発生量、化合物の把握を行った。各試験体のVOC発生量は0~349  $[\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{unit}]$ の範囲にあり、製品ごとに大きな差があった。特に消臭芳香剤J、消臭芳香剤Kにおいては100  $[\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{unit}]$ を超えるVOC発生量が確認された。主に検出されたVOC成分は $\alpha$ -ピネン、 $\beta$ -ピネンであっ

た。その他検出頻度の高いVOCは、エタノール、2-プロパノール、酢酸エチルであった。同一種類の製品であっても、製品毎の発生量にばらつきが見られた。

ホルムアルデヒド除去性能の検証では、消臭芳香剤Gにおいて、検体設置24時間から72時間後の供給空气中ホルムアルデヒド濃度は289～290[ppb]で、排出空气中ホルムアルデヒド濃度は143～148[ppb]となり、製品による大きな濃度低減性が示された。

ホルムアルデヒド濃度低減率と相当換気量では、消臭芳香剤G、脱臭・除湿シートRの濃度低減率を求めた。濃度低減率の24時間値は30.5～40.0[%]、72時間値では28.3～28.5[%]を示し、製品による比較的大きな濃度低減効果が示された。

### I-3. 2. 家電製品

#### A. 研究目的

家電製品は、化学物質の発生量が明らかなのはごく一部のものであり、大方の家庭電化製品についての実態は不明である。また、統一かつ適切な試験評価法が確立されておらず、製品の発生化学物質に関する情報は不足している現状にある。本研究では、多種多様な家電製品の化学物質発生量、発生特性を実験的に求めた。

#### B. 研究方法

測定対象の家電製品として、製造元の異なるオイルヒーター(3検体)、空気清浄機(2検体)、電気毛布(1検体)、電気コタツ(ヒーターユニット部(1検体)、マルチリスニングプレーヤー(3検体)、MDプレーヤー(2検体)、電子辞書(3検体)、ノートパソコン(2検体)の計22検体を測定対象機器とした。各機器は測定前に開梱し、養生期間(24[h])を設け、ある一定の環境条件(温度：28±1[°C]、相対湿度：50±1[%])の下で放置した。発生量試験は、環境条件の制御が可能なステンレス製チェンバー(気積：4.98[m<sup>3</sup>]、65[L])を用いて実験を行った。チェンバー内の環境条件は、温度：28±1[°C]、相対湿度：50±1[%]、換気回数：0.5±0.05[1/h]、気流速度：0.2～0.3[m/s]に

制御した。

### C. 結果及び考察

#### (1) オイルヒーター

オイルヒーターについては、A、B、Cの3機種について評価した。オイルヒーター(A)におけるホルムアルデヒドの非使用時と使用時の発生量(8[h])は、それぞれ1.90[μg/h・unit]と8.17[μg/h・unit]になった。アセトアルデヒドでは、非使用時と使用時の発生量(8[h])は、それぞれ2.13[μg/h・unit]と8.76[μg/h・unit]になった。機器使用に伴いアルデヒド類発生量の増大化現象を確認した。非使用時と使用時のTVOCの発生量(8[h])は、それぞれ26.3[μg/h・unit]と69.8[μg/h・unit]になった。また、機器使用に伴いブタノール、ベンゼン、トルエンの発生量が增大した。

オイルヒーター(B)におけるホルムアルデヒドの非使用時と使用時の発生量(8[h])は、2.41[μg/h・unit]と11.3[μg/h・unit]になった。アセトアルデヒドでは、それぞれ2.86[μg/h・unit]と10.2[μg/h・unit]になった。機器使用に伴うアルデヒド類発生量は増加した。非使用時と使用時のTVOCの発生量(8[h])は、24.0[μg/h・unit]と104[μg/h・unit]になり、機器使用に伴いブタノール、ベンゼン、トルエンの発生量が增大した。

オイルヒーター(C)におけるホルムアルデヒドの非使用時と使用時の発生量(8[h])は、7.96[μg/h・unit]と488[μg/h・unit]になった。アセトアルデヒドでは、10.7[μg/h・unit]と38.7[μg/h・unit]になった。機器使用に伴うアルデヒド類発生量は増加した。TVOCの発生量は、それぞれ0[μg/h・unit]と507[μg/h・unit]で、ブタノールの発生量が增大した。

#### (2) 電気敷毛布・電気コタツ(ヒーター一部)

電気毛布におけるTVOCの非使用時と使用時の発生量(41[h])は、それぞれ2.59[μg/h・unit]と8.35[μg/h・unit]で、機器使用に伴いVOC発生量の増加し、時間の経過に伴い減少もみられた。電気コタツにおけるTVOCの使用時の発

生量(41[h])は、28.9[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]で、機器使用に伴い、ブタノール、トルエンの発生が見られたが、時間の経過に伴い減少した。

### (3) 空気清浄機

A、Bの2機種 of 空気清浄機について検討した。空気清浄機(A)における非使用時と使用時のTVOCの発生量(8[h])は、55.7[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]と164[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]で、機器使用に伴いスチレンの発生量が増加した。空気清浄機(B)におけるTVOCの発生量は、それぞれ32.8[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]と174[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]で、機器使用に伴いAと同様にスチレンの発生量が増加した。なお、本実験において、フィルタによる化学物質の除去・吸着・再放散を防ぐため、フィルタは取り外して実験を行った。

### (4) マルチリスニングプレーヤー

マルチリスニングプレーヤーでは、A、B、Cの3機種について検討した。マルチリスニングプレーヤー(A)における非使用時と使用時のTVOC発生量(8[h])は、0.21[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]と0.23[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]になった。機器使用に伴うVOC発生量の増加は見られなかった。主な発生成分はトルエン、エチルベンゼンを確認した。

マルチリスニングプレーヤー(B)における非使用時と使用時のTVOC発生量(8[h])は、0.26[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]と0.36[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]になった。機器使用に伴うVOC発生量の増加は見られなかった。主な発生成分はAと同様にトルエン、エチルベンゼンを確認した。

マルチリスニングプレーヤー(C)における非使用時と使用時のTVOC発生量(8[h])は、0.59[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]と0.69[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]になった。機器使用に伴いVOC発生量の増加は見られなかった。主な発生成分はブタノール、ヘプタン、トルエン、エチルベンゼンを確認した。

### (5) MDプレーヤー

A、Bの2機種 of MDプレーヤーについて検討した。MDプレーヤー(A)における非使用時

と使用時のTVOC発生量(8[h])は、1.51[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]と1.64[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]になった。機器使用に伴うVOC発生量の増加は見られなかった。

MDプレーヤー(B)における非使用時と使用時のTVOC発生量(8[h])は、1.59[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]と1.51[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]になった。機器使用に伴うVOC発生量の増加は見られなかった。

### (6) 電子辞書

電子辞書は3機種について検討した。電子辞書(A)における非使用時と使用時のTVOC発生量(8[h])は、2.26[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]と2.41[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]になった。機器使用に伴う変化は見られなかった。主な発生成分は、ジクロロメタン、トルエンを確認した。

電子辞書(B)では、それぞれ2.66[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]と2.37[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]になった。また、機器使用に伴う変化は見られなかった。主な発生成分は、ジクロロメタン、ブタノール、トルエンを確認した。

電子辞書(C)では、それぞれ6.41[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]と5.08[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]になった。また、機器使用に伴う変化は見られなかった。主な発生成分は、ジクロロメタン、ブタノール、トルエンを確認した。

### (7) ノートパソコン

ノートパソコンA、Bの2機種について検討した。(A)の非使用時と使用時のTVOC発生量(8[h])は、それぞれ5.59[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]と22.6[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]になった。機器使用に伴い、ブタノール、トルエンの発生を確認した。

ノートパソコン(B)では、それぞれ0.41[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]と35.7[ $\mu\text{g}/\text{h} \cdot \text{unit}$ ]で、機器使用に伴い、ブタノール、トルエン、スチレンの発生を確認した。

### (8) コタツ内

コタツについては、コタツ内に発生する化合物について評価した。本調査では、コタツ内部の換気量を安定させるために、市販され

ているコタツ掛けにて覆い、温度設定を強として、機器を8[h]使用した。機器使用中におけるコタツ内空気のサンプリングは、1日に2回、3日間かけて行った。

ホルムアルデヒド濃度は、1日目の測定では84.5[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]であった。その後、測定毎に濃度は減衰していき、3日目の測定では1日目と比べ61.6[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]減衰し、22.9[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]となった。使用時間の増大により、ホルムアルデヒド濃度は減少する傾向が確認された。

VOCは、購入直後の発生量も加えて測定した。購入直後の使用時に1038[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]、2日目は919[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]であり、約100[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]減衰した。しかし、その後の顕著なVOC濃度の減衰は見られなかった。

検出されたVOCはウンデカン、テトラデカン、ペンタデカン、トルエン、1,3,5-トリメチルベンゼン、1,2,4-トリメチルベンゼン、1,2,3-トリメチルベンゼン、パラジクロロベンゼン、酢酸ブチル等であった。1日目と2日目ではパラジクロロベンゼンが検出されているのに対して、3日目と4日目の調査では検出されなかった。逆に1日目では測定されなかったペンタデカンが2日目に検出され、その後上昇していった。

#### D. 結論

本研究では、多種多様な家電製品の化学物質発生量、発生特性を把握するため、オイルヒーター、空気清浄機、電気毛布、電気コタツ、マルチスニングプレーヤー、MDプレーヤー、電子辞書、ノートパソコンの計22検体を測定対象機器とした。

オイルヒーターでは、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドの他、TVOC、ブタノールの発生量が増大した。

電気毛布では、機器使用に伴い、ブタノール、トルエンの発生が見られた。

空気清浄機では、機器使用に伴いスチレンの発生量が増加した。

マルチスニングプレーヤーでは、機器使用に伴いVOC発生量の増加は見られなかった。

MDプレーヤーは、非使用時と使用時のTVOC発生量(8[h])で、機器使用に伴うVOC発生量の増加は見られなかった。

電子辞書では、機器使用に伴う変化は見られなかった。主な発生成分はジクロロメタン、ブタノール、トルエンを確認した。

ノートパソコンでは、機器使用に伴い、ブタノール、トルエン、スチレンの発生を確認した。

コタツでのホルムアルデヒドは、使用時間の増大により、ホルムアルデヒド濃度は減少する傾向が確認された。

検出されたVOCはウンデカン、テトラデカン、ペンタデカン、トルエン、1,3,5-トリメチルベンゼン、1,2,4-トリメチルベンゼン、1,2,3-トリメチルベンゼン、パラジクロロベンゼン、酢酸ブチル等であった。

### I-3. 3. 内装材

#### A. 研究目的

本研究では、壁紙と床材、カーペット、下地材、カーテンブラインドなどの内装材から発生する化学物質を定量的に明らかにした。

#### B. 研究方法

##### (1) 床材、壁装材

床材(長尺塩ビシート)では、A、Bの2検体と壁装材(ビニルクロス壁紙)では、A、Bの2検体を測定対象とした。環境制御小型チェンバー内は、温度:28 $\pm$ 1[ $^{\circ}\text{C}$ ]、相対湿度:50 $\pm$ 1[%]、換気回数:0.50 $\pm$ 0.01[1/h]に制御し、チェンバー内には常時清浄空気を導入させた。

##### (2) カーペット、下地材

カーペットは使用面積が大きく、比較的大きな発生量となることもある。本研究では、カーペットA、B、Cの3種とカーペットの滑り止めシートの化学物質放散速度を検討した。実験は、小型チェンバー(ステンレス製、気積:0.065[ $\text{m}^3$ ])を用い、チェンバー内を温度28 $\pm$ 1[ $^{\circ}\text{C}$ ]、相対湿度50 $\pm$ 1[%]、換気回数0.5 $\pm$ 0.01[1/h]、気流速度0.2~0.3[m/s]とした。