

4. 3. 化学物質の物理・化学特性による暴露経路からの分類

家庭用品中化学物質の物理化学特性から暴露の経路を想定した分類を行った。

(1) 経気道暴露の可能性ある製品

固体製品、液体製品及び気体製品に含まれる化学物質が室内空气中に直接放散する製品が分類され、①～⑭までの全ての家庭用品が対象となる。ただし、その放散量及び放散パターン等は全く異なる。一方、家庭用品中の化学物質が高沸点の物理特性を有するフタル酸エステル類を想定した場合は経気道暴露想定した評価を行うのではなく、家庭用品や床、壁、机等の家具等との接触を想定し、経気道暴露ではなく、経皮暴露あるいは経口暴露として暴露量を算出すべきである。

：住設家具、家具・インテリアなどの各製品や家庭電化製品、化粧品等の液体製品、気体製品が分類される。

(2) 経口暴露の可能性ある製品

液体製品を誤飲、誤食等によって経口的に暴露する製品が分類されるが、アクシデントによることが多い。その他、固体製品に含まれる化学物質にヒト、特に乳幼児がなめるなどによって直接経口的に化学物質を摂取する製品が分類されるが、その割合は少ないと考えられる。

：住設家具、家具・インテリアなどの各製品

や家庭電化製品が分類される。

(3) 経皮暴露の可能性ある製品

固体製品及び液体製品が皮膚を介して直接吸収する製品が分類される。

：ほとんど多くの液体製品並びに固体製品中モノマーの遊離による経皮的な暴露の可能性のある製品の全てが対象となる。

4. 4. 家庭用品の設置場所や行動パターン

家庭用品中化学物質の物理・化学的特性並びにばかりでなく、家庭用品の設置場所や人の行動パターンを把握する必要があり、その例として以下のことが考えられる。

- 1) 高湿度場所
- 2) 低湿度場所
- 3) 高換気場所
- 4) 低換気場所

V-2に家庭用品の用途と利用・使用に伴う室内空気、床面、壁面への化学物質の分布の概念を示した。

5. 家庭用品の暴露評価を想定した分類

分類された家庭用品は、表3に示すように暴露経路毎に分け、さらに使用時間等の変動要因を加味した分類を作製する。具体的作業としては、○のらんに使用時間または暴露時間を記載し、これをV-4の暴露評価に用いる。

表1 主な化学物質と室内発生源

発 生 源	材 料	主な発生VOC
建材: 合板、パーティクルボード化粧板 壁紙、でん粉糊 プラスチック配管 畳 床 プラスチックタイル 木材 塗装面	(可塑剤、接着剤、原料VOC) (接着剤、溶剤、可塑剤、防カビ剤) 塩化ビニルモノマ (殺虫剤) (接着織、ワックス) 可塑剤、原料ガス、接着剤 (天然の成分) (有機溶剤)	n-デカン、n-ドデカン、トルエン、アセトン スチレン、エチルベンゼン、塩化ビニルモノマ 塩化ビニルモノマ、ウレタン、酢酸エチル 塩化ビニルモノマ α-ピネン トルエン、n-ヘキサン、ヘプタン、アルコール類、メチルエチルケトン、酢酸エチル、ブチルエーテル
家具・調度品: カーペット タンス カーテン 空調機・空調システム 暖房、厨房機器 事務/日用品 家庭電化製品 自動車関連製品 真菌	(裏地、防ダニ剤、防菌剤、防虫剤、可塑剤) (防虫剤、接着剤) (難燃剤) 外気、ダクト内壁真菌やSVOCからの発生 不完全燃焼排ガス(開放型) コピー機、修正液、マーカ、接着剤、化粧品 清掃剤 掃除機、エアコン、(防菌剤、防ダニ剤)	塩化ビニルモノマ、スチレン プロパン、ブタン、イソブタン、アルデヒド類
人/動植物 喫煙 外気	変異原性、臭気成分 (自動車排ガス、工場排ガス、汚染地下水、外壁)	ガソリンなど、ベンゼン 1-オクテン-3-オール、1-オクテン-1-オール、 9-ジメチル-1-デカノール、エステル、アルデヒド 炭化水素類 メタン、3-メチル-1-ブタノール、アセトン、 2-ヘキサノン、トルエン、アセトアルデヒド アルデヒド類、ニコチン等のSVOC

表2

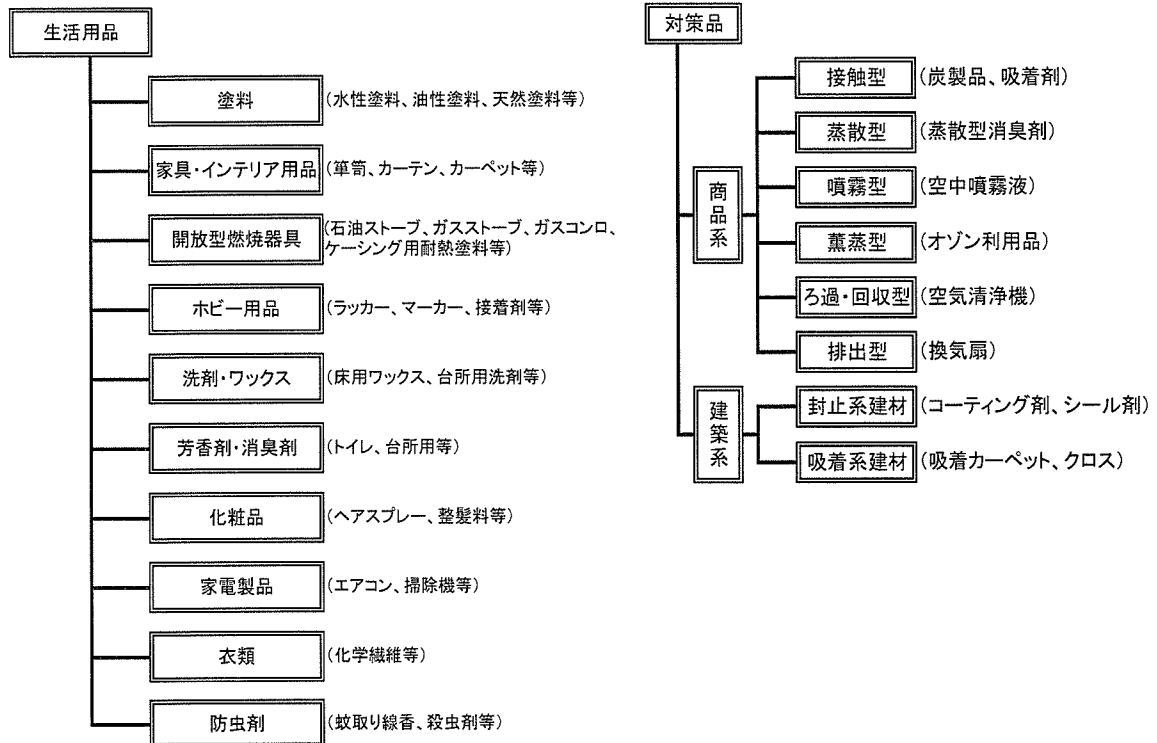


表3 経気道、経口、経皮のそれぞれについて暴露される可能性の家庭用品
と使用または暴露時間（ ）内に時間を記載

変動		日内変動無し	日内変動有り	短時間使用	長時間使用
住設家具	カーテン	○（ ）			○
	光触媒カーテン	○（ ）			○
	ベッド	○（ ）			○
	ベッドマット	○（ ）			○
	テーブル	○（ ）			○
	洗面台	○（ ）			○
	手洗い器		○（ ）	△	△
	浴槽			○ △	△
	畳材	○（ ）			○
	珪藻土壁	○			○
	吸着系内装材	○			○
	放散面遮断技術	○			○
	移動家具	カーペット	○		
吸着カーペット		○			○
たんす		○			○
食器棚		○			○
コート掛け		○			○
オーディオラック		○			○
靴棚		○			○
季節製品	石油ストーブ		○	○	
	石油ファンヒータ		○	○	
	ガスストーブ		○	○	
	ガスファンヒータ		○	○	
家庭電化製品	空気清浄機		○	○	
	掃除機		○	○	
	電子レンジ		○	○	
	オープンレンジ		○	○	
	テレビ		○	○	
	ビデオ (VHD、DVD)		○	○	
	パソコン		○	○	
	プリンタ		○	○	
	電気ポット		○	○	
	炊飯器		○	○	
	CD,MD プレイヤー		○	○	
	オーディオコンポ		○	○	
	冷蔵庫				
ドライヤー	○	○	○	○	

季節電化製品	電気ストーブ		○	○	
	電気カーペット		○	○	
	ハロゲンヒーター		○	○	
	こたつ		○	○	
	扇風機		○	○	
	エアコン		○	○	
	加湿器		○	○	
	使用器具	カビとり剤		○	○
住宅用洗剤			○	○	
ガラス用洗剤			○	○	
床ツヤだし剤			○	○	
殺虫剤			○	○	
防虫剤			○	○	
消臭・芳香剤					
消臭スプレー		○	○	○	○
プラスチック製容器			○	○	
台所製品	ガスコンロ		○	○	
	I Hクッキングヒーター		○	○	
	なべ		○	○	
	やかん		○	○	○
	消臭剤・芳香剤	○			
	食器用洗剤		○	○	
	排水溝ヌメリとり		○	○	
	クレンジャー		○	○	
	キッチンハイター		○	○	
香粧品類	ヘアスプレー		○	○	
	ヘアムース		○	○	
	化粧水・乳液		○	○	
	ファンデーション		○	○	
	アイライナ		○	○	
	アイシャドウ		○	○	
	保湿クリーム		○	○	
	マニキュア		○	○	
	除光液		○	○	
	メイク落とし		○	○	
	洗濯溶剤	洗濯石鹼		○	○
柔軟材			○	○	
漂白剤			○	○	
品	石けん		○	○	
	ボディーソープ		○	○	

	シャンプー		○	○	
	リンス		○	○	
	コンディショナー		○	○	
	浴室用洗剤		○	○	
	浴槽洗剤		○	○	
トイレ	トイレ用洗剤		○	○	
	消臭・芳香剤		○	○	
その他	塗料		○	○	
	ワックス		○	○	
	接着剤		○	○	
	杉製カバー		○	○	
	ビニールテープ		○	○	

* 洗剤はスプレー用、ワイパー（布製）

* 洗剤は中性、弱アルカリ性、アルカリ性、酸性、塩素系などの種類がある。

V-2. 家庭用品中化学物質の放散パターンと暴露経路の概念に関する研究

分担研究者 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

1. はじめに

昨年度、種々の家庭用品からの放散の状況を把握してきた。そこで本年度は、これらの情報を基に暴露評価と家庭用品に由来するリスク評価を試みた。本年度は以下に示す居室、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暴露量を推定の考え方を整理した。

2. 化学物質の暴露状況からの類別化

室内に持ち込まれる家庭用品は、用途、形状、使用方法などの違いによって、人が暴露する条件は大きく異なる。したがって、家庭用品の使用・利用の仕方を詳細に把握した上で、人への家庭用品中化学物質の放散による暴露の可能性についてその経路、頻度、時間、期間等状況は把握しなければならない。そのため、IV-1 家庭用品の類別化の項で示した分類を基に、それぞれの家庭用品からの化学物質の暴露頻度や時間を算定する考え方を整理することとした。

家庭用品に由来する化学物質は物理・化学特性に従って、室内空気、床面および壁面を介した経気道暴露あるいは接触や付着等による経口あるいは経皮的なヒトへの暴露も異なることが予想される。そのため暴露量推定の目安となる家庭用品の使用に伴う空気、床面および壁面への分布の概念を示した。

3. 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

家庭用品の使用による化学物質の放散のパターンは、家庭用品の用途と利用・使用の仕方によっては、常時放散、一定時間放散、間欠放散、瞬時放散などに分かれる。また、家庭用品中化学物質は室内空気中への放散ばかりではなく、化学物質

は沸点が 250°C を超えるものであっても、空気中に放散したり、空気中に放散された化学物質が床や壁あるいは家具等に凝結したり、付着・沈着する。家庭用品を利用・使用した場合、化学物質は空気中、床面、壁面へと分布することになる。さらに、ヒトが触れることによって、経皮的に暴露したり、手などをなめることによって経口暴露する。一方、家庭用品の使用による化学物質の日内の変動が起こり、暴露評価に直接的に影響する。その概略は使用と空気、床面、壁面への分布は以下のようなものである。

3. 1. 使用方法と室内での分布の概念

家庭用品の利用・使用した場合の室内に放散された化学物質は、室内での空気、床面、壁面へ分布によって影響される。また、その室内に居住した場合のヒトへの暴露は、室内での空気、床面、壁面への分布とヒトの行動パターンが大きく影響する。各家庭用品の使用における経時的な日内の空気中濃度変化は図-1～5のように推移すると想像される。

(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

①室内濃度：想定される室内あるいはその周辺の空気中の濃度と時間の関係は図-2.

①に示すように、ほぼ一定の濃度が持続するものと考えられる。

②床面、壁面：常時放置あるいは使用における家庭用品からは常温における放散であることから低沸点の化学物質と考えられる。したがって、放散する化学物質は揮発性物質が対象と考えられることから、床面・壁面への化学物質の沈着や吸着は少ないと予想される。

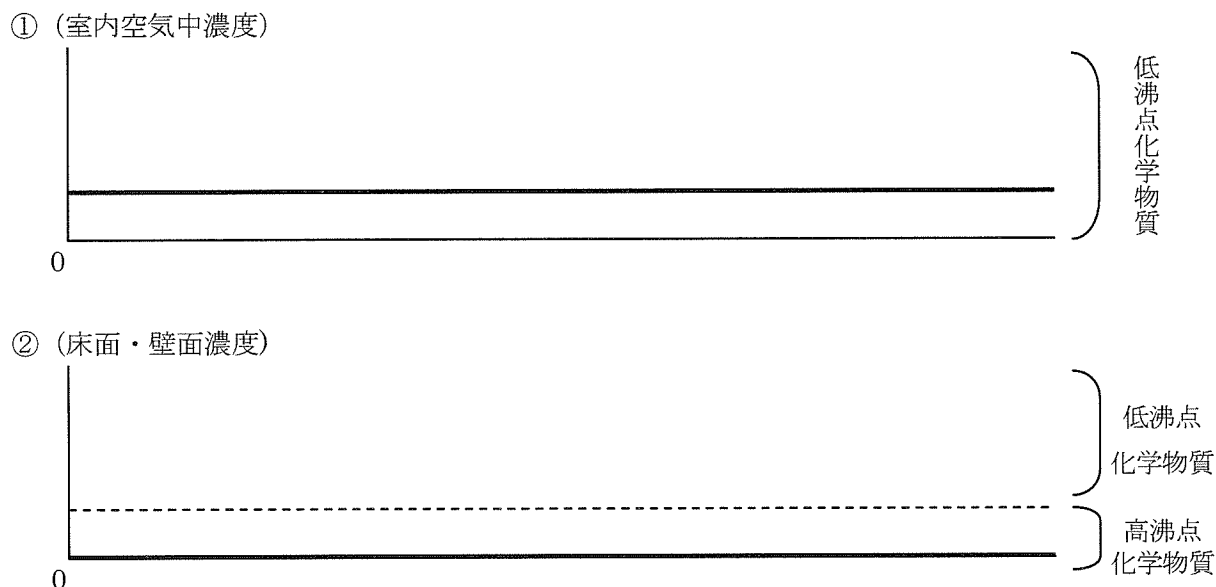


図-1 常時利用家庭用品の室内、床面、壁面の化学物質濃度変化

(2) 人の活動時のみ使用の家庭用品

① 室内濃度：人が活動する時間帯に合わせて化学物質が放散し、就寝時には化学物質の放散がみられないもので、図-2のようなパターンで示される。また、人の活動数も常時ばかりでなく、短時間の利用も考えられる。人の生活活動には、使用によって熱が発生するもの、活動面積が・体積が増えるもの等、種々が考えられる。

② 床面・壁面：人の生活活動と共に化学物質の放散するものの中で、常温で空気中濃度が増加する家庭用品は揮発性物質と考えられることから床面・壁面への沈着・吸着は少ない。しかし、熱を利用する使用においては高沸点化学物質の放散も考えられることから、空气中化学物質と異なる化学物質の床面・壁面への沈着・吸着が考えられる。

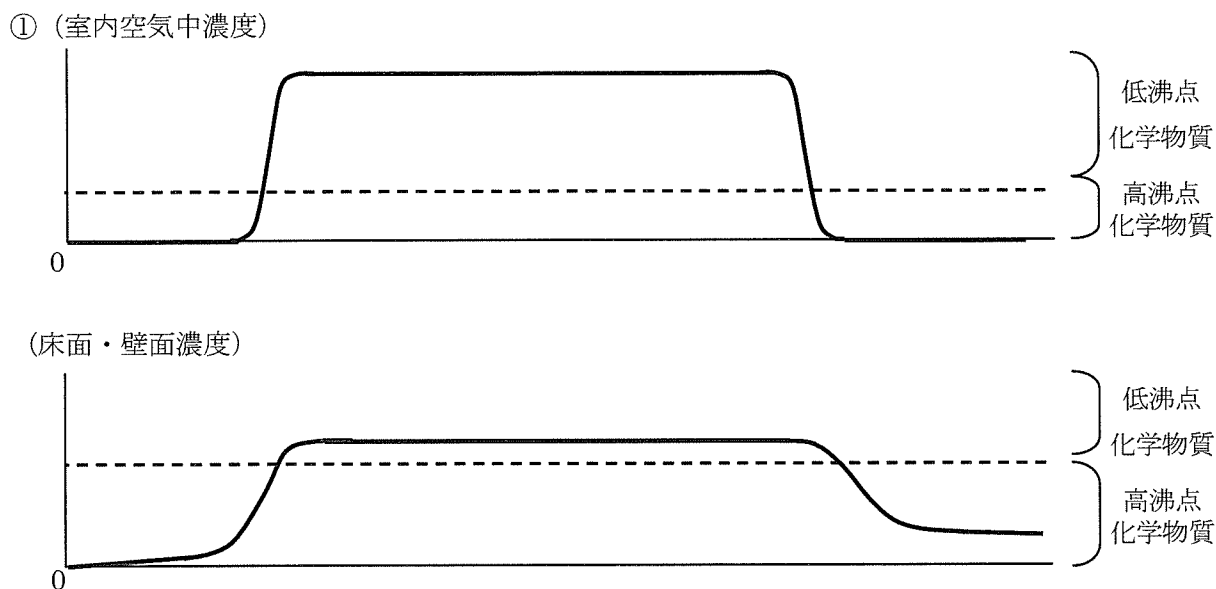


図-2 人の活動時間のみ使用の家庭用品の室内、床面、壁面の化学物質濃度変化

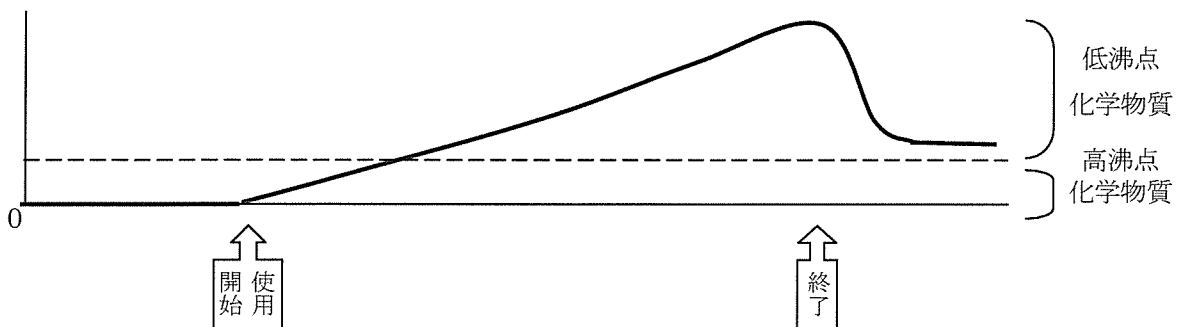
(3) 家庭用品の使用と共に室内濃度が上昇する
家庭用品

① 室内濃度：使用によって熱を発生する家庭用品においては、図-3で示されるもので、熱の発生に伴い中沸点あるいは高沸点の化学物質の放散が起こる。しかしながら、空気中に放散された化学物質は床面・壁面等への吸着によって空気中濃度は使用の停止によって急速に低下する。フタル酸エステルなどはその典型で

ある。使用時間は比較的短時間から長時間の家庭用品まで種々の条件が考えられる。また、購入初期においては低沸点化学物質の放散も考えられる。

② 床面・壁面：家庭用品の使用と共に熱によって強制的に化学物質の放散するもので、熱によって空気中に放散された高沸点化学物質は時間と共に床面・壁面への沈着・吸着が考えられると共に使用中においても長時間残留する。

① (室内空气中濃度)



② (床面・壁面濃度)

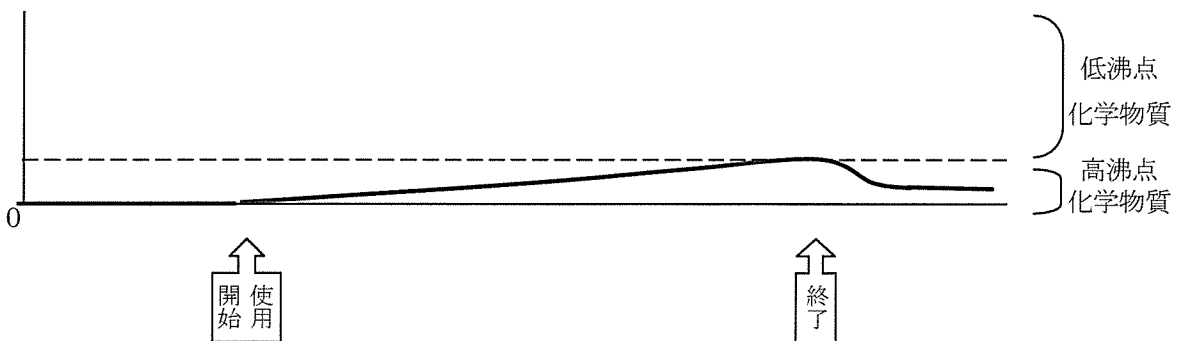


図-3 熱発生のある家庭用品の室内、床面、壁面の化学物質濃度変化

(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

① 空気中濃度：使用によって、局所に一時的に高濃度となるもので、図-4に示すように高濃度の状態を保つ時間は、短時間に限られ、短時間で室内全体に拡散し、室内全体としての濃度は低いことが想定される。また、一部の化学物質は空気中に低濃度長期間存在する。この種の家庭用品は、化粧品など加圧製品で噴霧して使用したり、アルコール等と共に使用

する揮発性の製品が多く、種々の性質を持った化学物質の混合である。しかしながら、混合製品であることから、低い高沸点化学物質も同時に噴霧されるなどによって床面・壁面への分布も想定できる。また、その使用量や噴霧回数が過度であったり、低い換気率の室内が確保されている場合にはその濃度の増加と時間の延長が予想される。

② 床面・壁面：使用によって混合物のうち、高沸点化学物質は床面・壁面への沈着・

吸着が考えられる。また、空气中化学物質と異なる化学物質の床面・壁面への沈

着・吸着が考えられる。

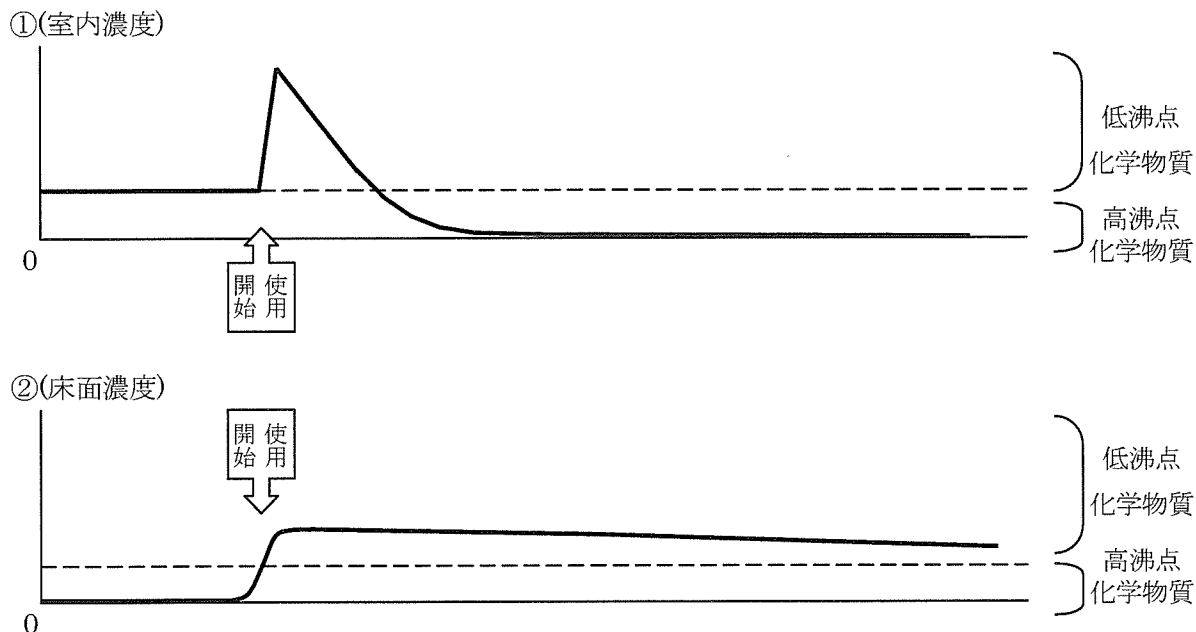


図-4 局所に一時的に高濃度発生 of 家庭用品の室内、床面、壁面の化学物質濃度変化

(5) 間欠使用の家庭用品

となる。

① 空气中濃度：1日のうちに間欠使用する場合の室内濃度は図5のようである。間接使用によって、空間の濃度は上昇傾向

② 床面・壁面：使用の旅に高沸点化学物質の濃度は上昇し、長期間残留する。

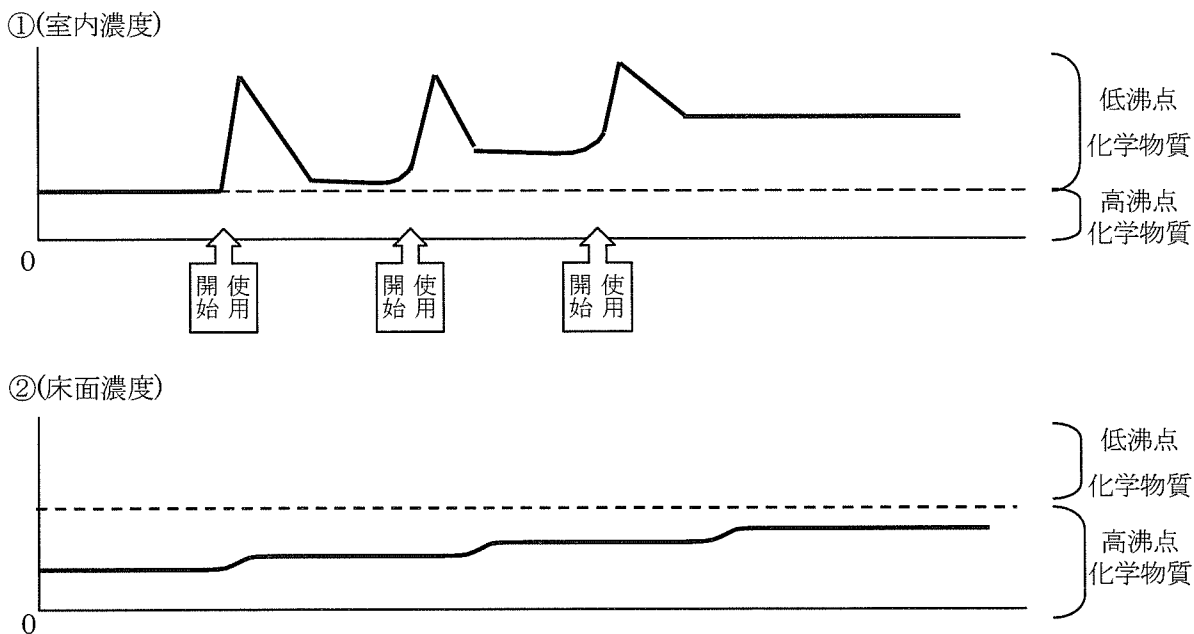


図5 室内濃度の概念図

(6) 弱者における暴露

室内の家具などの隅に設置・塗布するため、

接触する機会が極めて少ないものの、弱者、特に子供における家庭用品からの化学物質に

よる暴露は健常人と異なる行動パターンをとることが予想される。特に、触れるあるいは舐める等による直接接触あるいは経口的に摂取する可能性は否定できない。このような場合においては、個々の家庭用品の用途や使用・利用の状況と行動パターンを考慮して不確実性を評価する。

(7) 家庭用品の利用・使用による季節変動、年間変動

ここで取り上げた大部分の家庭用品は、日内変動を想定したものであるが、その他に季節間変動あるいは年間変動の家庭用品についても不確実性を考慮する。

V-3. 家庭用品の放散量の試験方法に関する研究

分担研究者 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

1. 研究目的

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ものである。なお、ここで言う放散量とは、家庭用品から放散されて室内空気中に揮散している化学物質、放散後、終結して床面、壁面に沈降、吸着した化学物質及び拭き取りなどによってその面に付着したものを言う。

2. 暴露評価手順

2. 1. 暴露評価試験方法

あらかじめ作製した「家庭用品の室内濃度評価試験方法」に従って室内空気中濃度、床面、壁面残留量および拭き取りによって付着した量を求める。本項では、その例として以下に示すこととした。

2. 2. 室内空気、床面、壁面の存在量の算出

それぞれの用法による暴露試験結果から室内空気中濃度、床面、壁面残留量を求める。

現在、種々の家庭用品の暴露評価試験方法は定まっていないため、それぞれの家庭用品について使用・利用方法毎に暴露量試験方法を作製する必要がある。

3. 研究方法

3. 1. 対象家庭用品

IV-1 の家庭用品の類別化の項に示した全ての家庭用品が対象となる。

3. 2. 家庭用品中の対象とする化学物質

各々の家庭用品に使用されている化学物質を

対象とする。

3. 3. 家庭用品の室内使用における放散量試験装置

3. 3. 1. 室内試験条件

(1) 試験室条件

一般的にステンレス製テストチャンバーの試験室装置の概略は、一片は 3.6~3.8m で、他の一辺は 2.5~3.6m、高さはほぼ 2.4m の同寸代で、その体積の範囲は一般的に 20.7~32.4m³ である。各機関における床及び壁面の面積、室の体積および換気システムには多少の違ってよい。天井、壁及び床ともにステンレス製で、壁には室内への出入りのためのドアと覗きガラス窓が嵌め込まれた密栓空間が確保されたものが多い。

ドアや窓のない側壁の一部と天井には空気の出入りのための換気口が設置する。試験室装置の内側は水などで洗浄が可能であり、一試験の終了毎に洗浄、乾燥を行う。

(2) 換気条件

テストチャンバーはほとんど密閉できること並びに換気口および排気口が設置されているもので、通常換気として 0.5 回/時間および強制換気時には 4~10 回/時間の強制換気が設定できるものとする。また、換気の入り口、出口の配置は入室した空気が均等に分布し、換気される位置に設置する。換気率は、換気量から自動的に計測された。

(3) 温湿度条件

温度設定は 25±5℃ が設定できること、湿度はできる限り 50% 程度±10% が確保されることを目指す。また、温・湿度はできる限り自記記録計により測定した。

3. 3. 2. 室内実験器具および材料

(1) 空気サンプリング

①捕集カラム：吸着捕集されるまた、カルボキシル化合物類は pH 捕集剤が有効である。いずれの捕集剤も使用に当たっては、Sep-Pak PS-2 (内径 15mm、長さ 100mm のガラス管にシリカゲル 2.5 g を充填したもの) など室内空气中化学物質のサンプリングは対象とする化学物質によって異なる。脂肪族炭化水素類、芳香族炭化水素類およびハロゲン化有機化合物類は主に対象化学物質が吸着捕集され、通過しないことを確認する。

②空気吸引ポンプ：室内空気を 6L/min 以上で吸引できるもの。

③流量積算計：乾式ガスメータで換算できるもの。

④塩ビチューブ (内径 8mm)：捕集カラムと小型真空ポンプ及び流量換算計を連結する。

(2) 壁面・天井の残留サンプリング

①捕集濾紙：壁面及び天井に取り付け、有効成分を付着捕集できるものを用いる。

(3) 床面残留サンプリング

①床面の覆える模造紙または障子紙を用いる。

②塩化ビニル製パネル 90×180cm：開放部位や部屋の間じきり等に用いる。

③捕集用ガラス容器：ガラス製平シャーレ：直 (内) 径 9cm：床面に落下沈降する有効成分を捕集するために用いる。

3. 3. 3. 空気サンプリング方法

①捕集剤：室内空气中の有効成分の捕集は、あらかじめ、室内にセットしておいた捕集カラムとこれに連結したチューブを室外に誘導し、室外で空気吸引ポンプに接続し、室内空気を 6 L/min. の吸引量で所定時間吸引する。

3. 3. 4. 床面及び壁面への付着残留量サンプリング

家庭用品から放散された化学物質の床面及び壁面への沈降または付着量を図 4 に記した以下の場所にガラス製平シャーレ又は濾紙を設置して、所定時間後に落下または付着した有効成分を捕集す

る。

床面へ沈降する化学物質はガラス製平シャーレによってサンプリングする。壁面への付着には濾紙を壁面に設置して捕集する。

3. 3. 5. 空気サンプリングにおける捕集カラムの破過試験

捕集カラム 2 つを直列で連結し、供試薬剤を室内で空間噴霧し、空間噴霧中または強制換気後の空気中有効成分を捕集し、個々のカラムに捕集された化学物質を GC/MS または HPLC 条件で定量して、破過の程度を検討する。

3. 3. 6. 換気率の測定方法

(1) テストチャンバー試験による換気率

テストチャンバー試験における換気率はコンピュータで制御して、空間噴霧時の 2~3 時間は換気率 0、その後、強制換気を 1 時間行い、再び密閉状態として換気後の換気回数は 0.5 回/時間に制御し、ガイドラインに示す条件を満足させる。居室試験における換気率の測定は 3. 3. 7. の方法に従う。

3. 3. 7. 炭酸ガスを用いる居室の換気率測定

(1) 換気率測定用器材

①液化炭酸ガス

②炭酸ガス検知管：市販のものを使用する。

③ガス検知器 (吸引シリンダー)：市販のものを使用する。

(2) 測定方法

炭酸ガスを 1000ppm 程度になるように液化炭酸ガスを塩化ビニルチューブを用いて室内に導入、放出する。ついで、炭酸ガス検知管を用いて経過時間ごと (30 分毎) に炭酸ガス濃度を測定する。ここで得た炭酸ガス濃度を次式によって換気率 β (回/hr) を算出する。

換気率 β (回/hr) =

$$(1/t) \ln \{ (C_1 - C_0) / (C - C_0) \}$$

但し、t：経過時間 (時間 hr)

C_1 ：初期 CO₂ 濃度 ppm、 C ：t 時間後の CO₂ 濃度 ppm、

C_0 : 外気の CO_2 濃度 ppm

3. 3. 8. 家庭用品放散試験とサンプリング

室内試験における換気率と試料採取時間は家庭用品の特性、対象化学物質の物理化学的特質を考慮して設定する。

(1) テストチャンバー試験

1) サンプリング位置

テストチャンバー試験におけるサンプリング位置の平面図は図-1の通りである。

空気サンプリングは室内中央および対角線上の部屋隅から 90cm の A または B 位置で、高さ 120cm の位置に捕集カラムを固定して装置し、これとチューブを接続する。もう一方のチューブの先はテストチャンバー室外に誘導し、空気吸引ポンプに接続する。

床面への沈降サンプリングは対角線上の中央付近および部屋隅から 90cm 付近 A または B の床面の 2 ケ所に床面沈降捕集用としてのガラス製平シャーレ (内径 8.8cm) を設置する。

壁面付着サンプリングは長辺の壁面の中央の高さ 50cm の位置に壁面吸着捕集用の濾紙 (径 9cm) を取り付ける。さらに、場合によっては天井中央部分にろ紙を取り付ける。

2) 残留試験方法

テストチャンバーは、実験開始前に付着した化学物質類を洗浄し、乾燥する。ついで換気して換気率が 0 の安定状態とした後、それぞれの供試薬剤を中央床面に設置し、この状態を 1 時間維持させ、その後、換気率: 10 以上で 2 時間強制換気して排気を行う。ついで換気率を 0.5 の状態に戻して 24~48 時間維持させ残留試験を実施する。

3) 空気サンプリング方法

①強制換気後の通常換気状態における採取: 空間噴霧後、室内空気を強制換気によって空気の入れ換えを行った後、通常の換気率 (0.5 回/時間) で強制換気終了直後、1 時間、24 時間、48 時間あるいは途中の時間に、それぞれの位置から入室せずに空気を吸引ポンプで捕集カラム

を通して測定可能な吸着量まで吸引する。

②床面への沈降および壁面への付着のサンプリング: 床に沈降した有効成分および壁面への付着した有効成分量を把握するため、空間暴露終了直後、通常密閉時間 5 時間後と 24 時間後に床面に置いたガラス平シャーレあるいは壁面の濾紙を回収し、それぞれの残留分析用の試料とする。

なお、本研究の結果及び評価については、強制換気直前、さらに 1 時間の強制換気を行った後の、終了時点を強制換気直後、強制換気後 24 時間後を換気 24 時間と標記することとする。

空気サンプリング時間は、室内濃度と測定感度に合わせて増減させる。

3. 3. 9. 空気中および床・壁面への吸着・付着化学物質の分析方法

対象化学物質に対応する方法で分析する。

(1) 試料の抽出法

①空気サンプリング用試料: 捕集カラムに残留農薬用アセトン 3mL を流し入れ吸着した有効成分を抽出し、抽出液を共栓付き試験管に採取する。

②床面沈降残留分析用試料: 捕集用ガラス製平シャーレに付着した有効成分をアセトン 4mL で 5 回洗い流して抽出する。

③壁面付着残留分析用試料: 捕集用濾紙をガラスロートにのせアセトン総量 100mL を用いて抽出し、ナス型フラスコに採る。

(2) 試料液の調整

①空気サンプリング用試料: 捕集カラムの抽出溶液 (アセトン) は窒素吹きつけにより 0.5mL まで濃縮し、内部標準物質として p-ターフェニル-d₁₄ (10 μg/mL) を最終濃度が 0.1 μg/mL となるように添加する。この抽出液にヘキサンを 5mL 加え、再度窒素吹きつけにより 0.5mL まで濃縮し、ヘキサン転溶する。この濃縮液にヘキサンを加え、空間噴霧中の試料は約 5mL、強制換気後の試料については約 1mL とし、GC/MS または GC の試料液とする。

②残留分析用試料：捕集用ガラス製平シャーレや捕集用濾紙からの抽出液は、エバポレーターで 1mL 程度に濃縮し、ヘキサン 50mL を添加し、再度 1mL に濃縮して、遠沈管に取る。用いたナス型フラスコをヘキサン 2mL で 2 回洗浄し、洗液を遠沈管の濃縮液に合わせ、内部標準物質として p-ターフェニル-d₁₄(10 μg/mL)を同様に最終濃度が 0.1 μg/mL となるように添加する。このヘキサン転溶した試料をヘキサンで約 10mL とし、GC/MS または GC の試料液とする。

(3) 検量線の作成

各標準液(各 1.0 μg/mL)をヘキサンで希釈して 0.01~1 μg/mL の濃度に調製したものに、内部標準液を、0.1 μg/mL の濃度になるよう添加し、検量線用の試料液とする。この 1 μL を、試料液と同様に GC/MS または GC に注入し、

有効成分及び内部標準物質の定量用質量数または保持時間におけるピーク面積比を求め、そのピーク面積比と被検物質の重量 (ng) とにより検量線を作成する。

(4) 定量及び計算

得られた各有効成分と内部標準とのピーク面積比から検量線により検出量を求める。検出量、捕集量から次式により試料中の被検物質の濃度または残留量を計算する。

$$\text{空气中濃度}(\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{\text{検出量}(\mu\text{g})}{\text{試料採取量}(\text{m}^3)}$$

$$\text{残留量濃度}(\mu\text{g}/\text{m}^2) = \frac{\text{検出量}(\mu\text{g})}{\text{試料表面積}(\text{m}^2)}$$

(5) 検出下限値及び定量下限値

検量線の最低濃度の標準液 (0.01 ng/μL) を 7 回繰り返し測定し、その標準偏差から検出下限値及び定量下限値、試料有効成分換算検出下限値及び試料換算定量下限値を算出する。

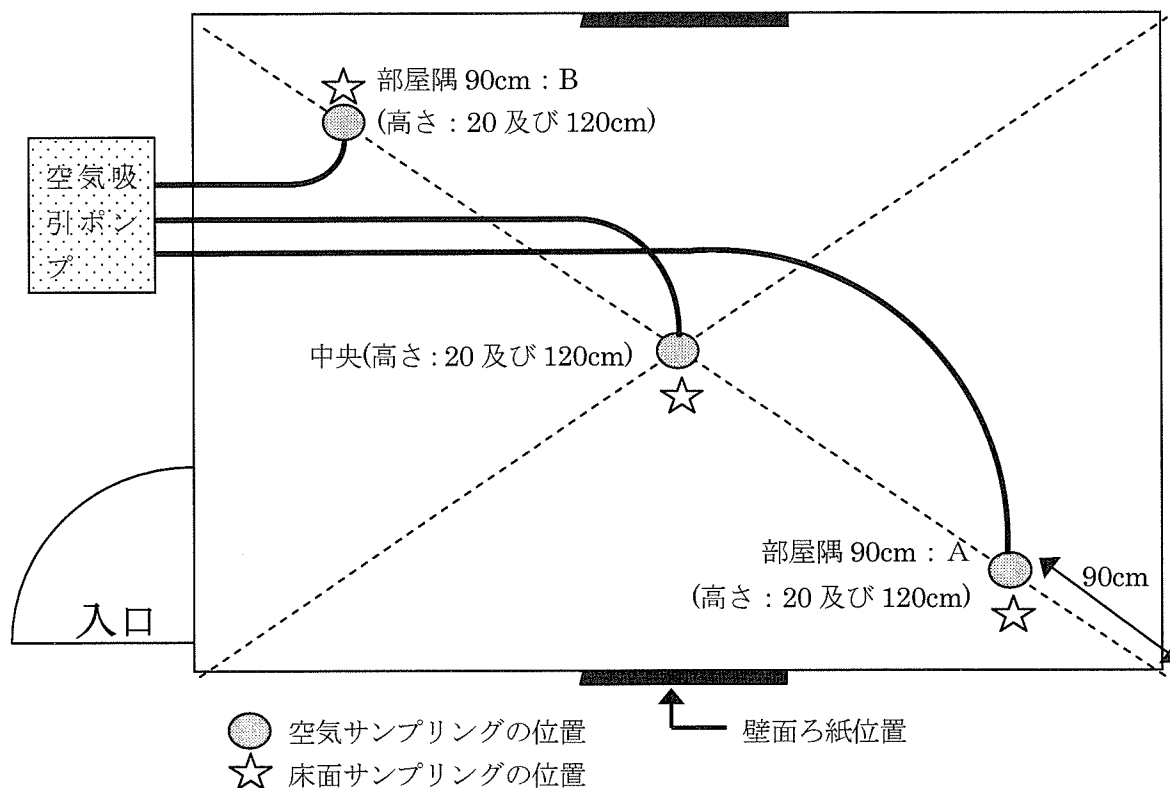


図-1 サンプリング位置の平面図

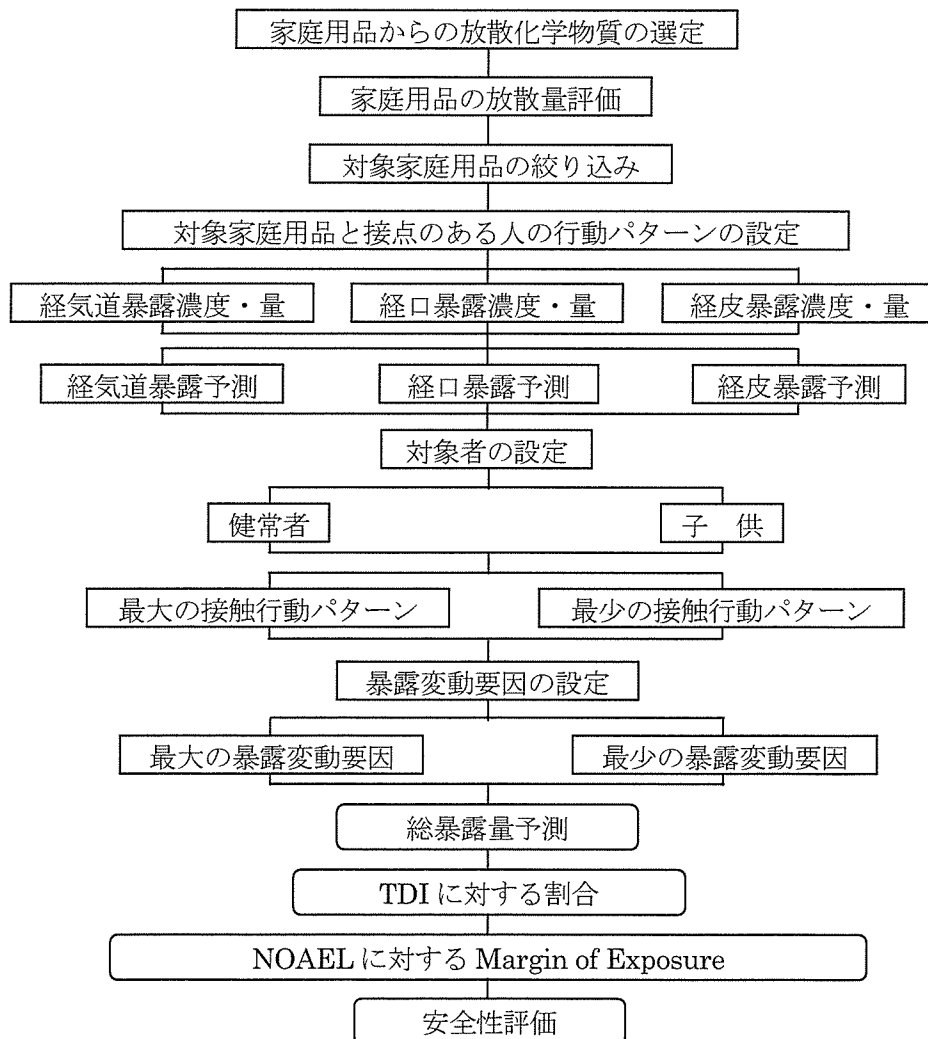
V-4 総合暴露評価に関する研究

分担研究者 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

1. 家庭用品中化学物質による暴露評価の手順

家庭用品から放散される化学物質による暴露評価とそれに続くリスクアセスメントは、図1のようなものである。そのうち、暴露評価については、家庭用品の類別化とそれを基にした対象化学物質の選定、放散量評価試験による放散実態の把握

のデータを基に、本項における暴露シナリオと暴露量の推定と不確実性の範囲を求める（太線で示した部分）ことである。本項においては、それぞれの家庭用品の使用・利用状況に基づいた暴露量の推定の手順を示した。

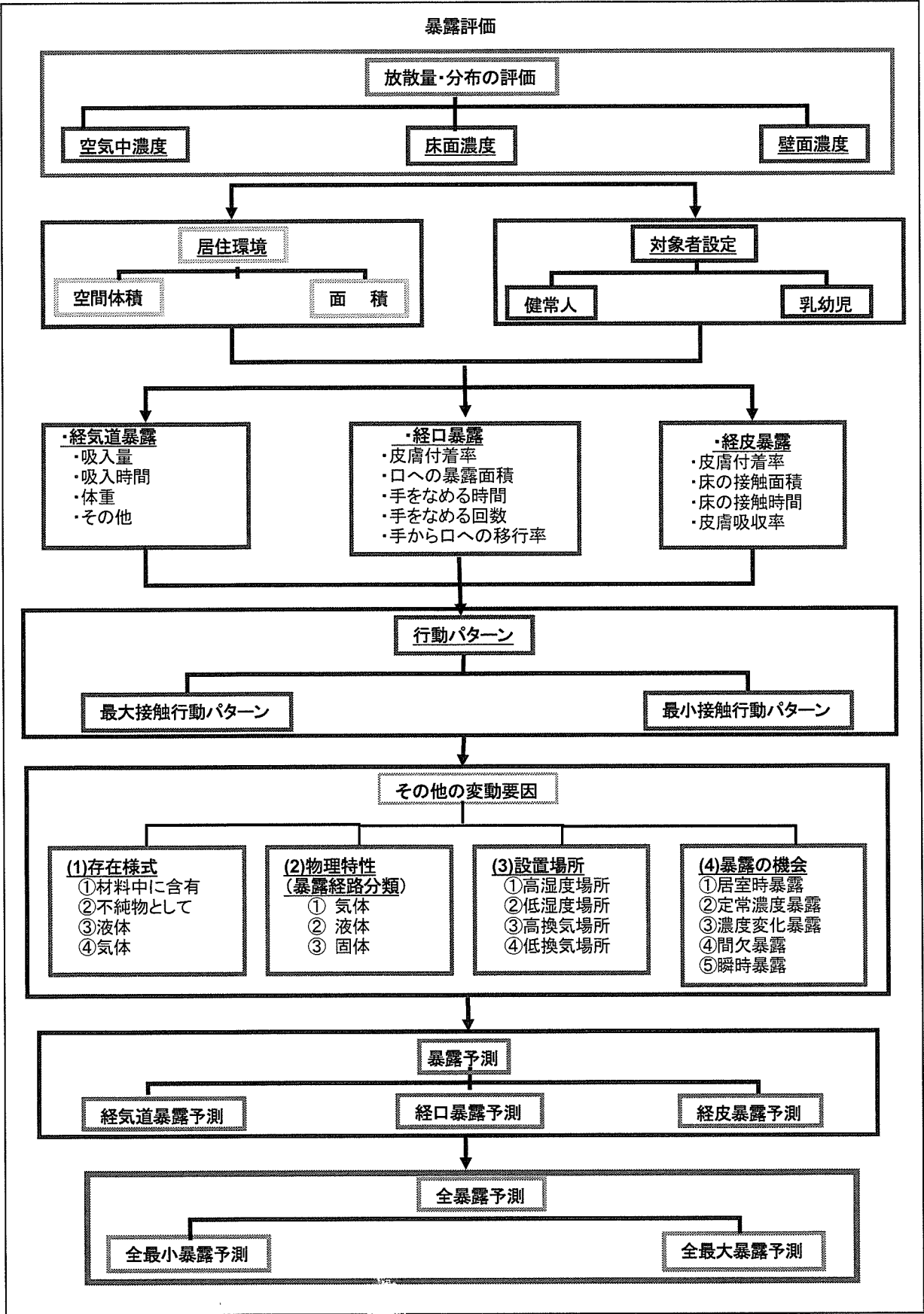


2. 暴露評価の基礎データ

2. 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質量

家庭用品中化学物質の室内使用を想定し、前IV-3の項に示した「家庭用品の放散量評価試験

方法」によるチャンバー試験によって、室内空气中濃度および床面、壁面への沈降または吸着量および接触付着量を求める。その概要は図2のようなものである。



2. 2. 居住環境における空間、面積の設定

家庭用品が設置される居住環境を設定する。その例として、表-1に示すように、6畳一間と一戸建て家屋(60m²)を想定する。この空間は特定あるいは平均的空間などそれぞれの目的に

応じて、面積、天井高さおよび換気回数を変動することも可能である。また、弱者を想定した行動パターンの面積はそれぞれの状況に合わせて設定することができることとする。

表-1 居室の条件および健常人の呼吸量

	居 室	一戸建て
居室面積	6 畳間 (10.6 m ²)	3 LDK (60 m ²)
居室体積	23.3m ³	132m ³
天井高さ	2.2m	2.2m
換気回数	0.5	0.5

3. 暴露経路における基礎的変動要因における重み付け

家庭用品の放散量評価試験で求めた室内空気、床面、壁面の分布量と経気道、経口および経皮は、それぞれの暴露の変動パラメータおよび使用・利用方法から想定した暴露時間から各暴露経路における化学物質暴露量を健常人、子供の行動パターンを経気道、経口及び経皮の暴露経路の変動パラメータに従ってデフォルト値を変更して重み付けする。ただし、特異的な使用・利用条件の場合は、重み付けを変更する。

3. 1. 経気道暴露

健常人及び子供の吸入暴露における変動パラメータは、適切な情報がない場合には表-2に従って平均的な重み付けする。

表-2：吸入暴露の変動パラメータのデフォルト値 文献番号)

パラメータ	健 常	子 供
空気吸入量 (l/min/kg)	0.220 ^{1),2)}	0.403 ³⁾
吸入暴露時間(hr/d)	16.4 ⁴⁾	18 ⁵⁾
体重(kg)	50	15

3. 2. 経口暴露

健常人及び子供の経口暴露における変動パラメータが適切な情報がない場合には表-3に従って平均的な変動パラメータで重み付けする。

(1) 健常人

床面を介した経口的な摂取は無いものと評価する。

(2) 子供

年齢によって異なるが子供は床面への直接

(1) 健常人

①空気吸入量は 0.22 l/min/kg と仮定する。

呼吸量は活動状況や年齢、性等により異なるので、適切なシナリオの下に算出する。ここでは1日の健常の活動状況を休息 16 hr/day(休息時の呼吸量 8 l/min(文献1))、軽作業を 8 hr/day(軽作業時の呼吸量 16 l/min(文献2))として健常人の平均空気吸入量を 0.22l/min/kg と仮定する。

②体重は 50kg と仮定する。

③室内滞在時間は 16 時間と仮定する。

(2) 子供

①空気吸入量は 0.403 l/min/kg と仮定する。

②体重は(3歳児、15kg(文献3))と仮定する。

③室内滞在時間は 18 時間/日と仮定する。

あるいは間接的な接触を介して経口摂取するので、以下の変動パラメータを用いて暴露量を算出する。

①皮膚付着率(%)⁶⁾: カーペットでは床面の存在量の 5%と仮定する。

: 硬質床材では床面の存在量の 10%と仮定する。

②口への移行に係わる暴露面積(cm²)⁶⁾は 10 cm² と仮定する。

- ③手を舐める頻度(回/hr)⁶⁾は20回/時間と仮定する。
 ④手を舐める時間(hr/d)⁷⁾は3時間/日と仮

- 定する。
 ⑤手-口移行率(%⁶⁾)は50%と仮定する。
 ⑥体重は(3歳児、15kg(文献3))とする。

表-3：経口暴露の変動パラメータのデフォルト値 文献番号)

パラメータ	健常人	子供
皮膚付着率(% ⁶⁾ ：カーペット	—	5
：硬質床材	—	10
口への移行に係わる暴露面積(cm ²) ⁶⁾	—	10
手を舐める頻度(回/hr) ⁶⁾	—	20
手を舐める時間(hr/d) ⁷⁾	—	3
手-口移行率(% ⁶⁾)	—	50
体重(kg) ³⁾	—	15(3歳児)

3. 3. 経皮暴露

健常人及び子供の経皮暴露における変動パラメータが適切な情報がない場合には表-4に従って平均的な変動パラメータで重み付けする。

(1) 健常人

- ①皮膚付着率(%⁶⁾：カーペットでは床面の存在量の5%と仮定する。
 ：硬質床材では床面の存在量の10%と仮定する。
 ②床との接触面積は1.67(m²/hr)⁶⁾とする。
 ③床との接触時間(hr/d)⁶⁾：カーペットでは8時間/日と仮定する。
 ：硬質床材では4時間/日と仮定する。
 ④体重³⁾は50kgと仮定する。
 ⑤皮膚吸収率は0.1%と仮定する。

(2) 子供：年齢によって異なるが、子供は床面への直接あるいは間接的な接触を介して経皮吸入する場合があるので、以下の変動パラメータを用いて暴露量を算出する。

- ①皮膚付着率(%⁶⁾：カーペットでは床面の存在量の5%と仮定する。
 ：硬質床材では床面の存在量の10%と仮定する。
 ②床との接触面積は0.6(m²/hr)⁶⁾と仮定する。
 ③床との接触時間(hr/d)⁶⁾：カーペットでは8時間/日と仮定する。
 ：硬質床材では4時間/日と仮定する。
 ④体重³⁾は15kgと仮定する。
 ⑤皮膚吸収率は1%と仮定する。

表-4：経皮暴露の変動パラメータのデフォルト値 文献番号)

パラメータ	健常人	子供
皮膚付着率(% ⁶⁾ ：カーペット	5	5
：硬質床材	10	10
床との接触面積(m ² /hr) ⁶⁾	1.67	0.6
床との接触時間(hr/d) ⁶⁾ ：カーペット	8	8
：硬質床材	4	4
体重(kg) ³⁾	50(欧米70)	15(3歳児)
皮膚吸収率(%)	0.1	1

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

暴露頻度・期間、ヒトの行動パターン以外の変動要因として、家庭用品の使用・利用方法を整理し、これにヒトの行動パターン及び対象者

を考慮した暴露要因の変動パラメータを整理し、重み付けを設定し、最終的な暴露量の算出に反映させる。

なお、新しい変動パラメータの情報が得られた場合は、検討の上、算出に反映させる。

4. 1. 室内濃度、床面及び壁面の変動要因

室内濃度、床面及び壁面への分布は、用法、清掃、室内の位置、室内空間の体積、換気率、間取り、室内建築資機材の種類と面積、家具等の種類と数、換気率、窓、扉の開放時間、外気風速、等の要因によって変動する。適切な情報がない場合、原則として、上記3. の重み付けによる。

変動要因の条件付けは、室内空気測定ガイドラインの標準的条件の結果と実際の居住環境の違いを勘案して判断する。特異な剤形・用法の場合、暴露評価試験において特異な物理化学的性質や分布を示す有効成分は表7～9までの変動パラメータの重み付けを変更して反映させる。

4. 2. 暴露経路、頻度・期間

適切な情報がない場合には上記3. の重み付けによる。

別添「室内空気測定ガイドライン」の標準的条件の結果と実際の居住環境の違いが明らかな場合は、結果と居室での実際を比較して、有効成分の挙動と暴露経路や頻度、期間から暴露評価に寄与の割合を、上記3. の変動パラメータを基本に重み付けを変更する。

5. 経路別・対象者別の暴露予測

室内空気測定法ガイドライン試験方法に従って得られた常時放散、生活活動に伴う放散、短期放散、使用に伴う放散増加などの放散状況に合わせて種類別に示した家庭用品を分類し、種類別の各暴露情報を基に、暴露の要因を考慮して経気道、経口及び経皮暴露からの暴露量を予測する。

5. 1. 経気道暴露予測

経気道暴露予測は、以下の式に代入して算出する。

$$= \text{空気中濃度}(\#1) \times \text{吸入量}(\#2) \\ \times \text{暴露時間}(\#3)$$

(1) 空気中濃度

空気中濃度は暴露評価試験のガイドラインに沿って取得されたデータを用いる。

使用頻度、室内環境、窓の開閉、清掃等、空気中濃度が変動する要因を考慮して、ヒトへの暴露が開始された後の時間加重平均濃度

を用いる。例えば、使用頻度が毎日の場合、1日の平均濃度を、1週間に1回の場合は1週間の平均値とする。

(2) 変動要因

旧飲料を評価する。適切なデータがない場合、3. による。

(3) 暴露時間

用法の使用頻度や期間を考慮する。適切な情報がない場合には3. の重み付けによる。

5. 2. 経口暴露予測

経口暴露予測は健常人と子供とでは大きく異なる。健常人においては、経口暴露の可能性は基本的に無視できる。子供においては、床面等に沈降した薬剤を手のひらの皮膚等を介してあるいは衣服を介して間接的に経口的に暴露する可能性が高い。

経口暴露予測は、以下の式に代入して算出する。

$$= \text{床残留量}(\#4) \times \text{皮膚付着率}(\#5) \times \text{暴露面積}(\#9) \\ \times \text{暴露頻度}(\#10) \times \text{手・口移行率}(\#11) \\ \times \text{暴露時間}(\#12) / \text{体重}(\#8)$$

(1) 床面残留量

暴露評価試験のガイドラインに沿って取得したデータを用いる。

清掃、使用頻度、室内環境、窓の開閉等、床面残留量が増加する要因を考慮して、ヒトへの暴露が開始された後の時間加重平均濃度を用いる。

(2) 変動要因

手のひら等への皮膚付着率・接触面積・体重、口への移行率などによって経口暴露の要因は変動する。適切なデータがない場合、3. による。

(3) 暴露時間

用法の使用頻度や期間を考慮する。

(4) 経口暴露条件の計算例

高濃度短期空間噴霧あるいは直接空間噴霧のいずれも床面に沈降した殺虫剤を手に接触することによる経口投与であるので、暴露予測は同様の考え方による。

5. 3. 経皮暴露予測

経皮暴露予測は健常人と子供とでは大きく異なる。健常人は体表面積が大きい、皮膚吸収は少ない。

床面等に沈降した薬剤を手のひらなどの皮膚を介して経皮的に暴露するの量が少ないが皮膚吸収は大きい。以下の式に代入して算出する。

$$= \text{床残留量}(\#4) \times \text{皮膚付着率}(\#5) \\ \times \text{接触面積}(\#6) \times \text{暴露時間}(\#7) / \text{体重}(\#8)$$

(1) 床残留量

暴露評価試験のガイドラインにこだわって取得したデータを用いる。

(2) 皮膚付着率・接触面積・体重

3. による。

(3) 暴露時間

用法の使用頻度や期間を考慮する。

(4) 皮膚からの体内吸収率

皮膚からの体内への吸収率は、化学物質の構造によって異なるが、極めて低い。

6. 総暴露量の推定

暴露量の予測を行う。

総合暴露量の推定は、媒体の濃度×媒体量または暴露時間で示されるが、健常者、子供について経気道、経口、経皮からの経路別暴露量を加算して総合暴露量を求める。

なお、暴露頻度・期間、ヒトの行動パターン、室内濃度等の暴露要因が極端に異なる場合には以下に示す暴露の変動要因による重み付けを変更する。