

有機顔料を含有する製品の使用を継続する場合の 暫定リスク評価結果及び製品回収措置の必要性について

2012年6月1日

1. 暫定暴露評価について

- (1) 有機顔料を含有する代表的な製品として印刷インキ、塗料、合成樹脂、繊維（捺染）を取り上げ、吸入・経皮・経口の暴露経路についてそれぞれ一般的なシナリオを設定し、別添のとおりモンテカルロ法（試行回数：10万回を用いて暴露評価を行った。
- (2) 製品中顔料割合については、事業者からのヒアリングを基に以下のように設定した。

印刷インキ	： 12%	塗料	： 5%
合成樹脂	： 2%	繊維（捺染）	： 4%
- (3) また、顔料中のPCB濃度については、これまで確認された最高濃度である280ppmを適用した。

2. 参照した国内外の許容値について

暫定リスク評価においては以下の許容値を参照した。

吸入： 作業環境許容濃度の一般環境下への補正濃度 $0.34 \mu\text{g}/\text{m}^3$

注) 日本産業衛生学会の作業環境許容濃度 ($0.01 \text{mg}/\text{m}^3$) を暴露時間及び呼吸量比（1日の呼吸量は 20m^3 で換算ⁱ⁾）で補正し、感受性の個人差の不確実係数10を適用

($=0.01 \text{mg}/\text{m}^3 \times 10 \text{m}^3 / 20 \text{m}^3 \times 250 \text{日}/\text{年} / 365 \text{日}/\text{年} / 10$)

経口・経皮： 暫定一日摂取許容量： $5 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ ⁱⁱ⁾

一日耐用摂取量： $0.02 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ ⁱⁱⁱ⁾

3. 暫定リスク評価結果

この結果、代表的な製品について、今回想定した暴露シナリオに基づき、確認された最高の顔料中PCB濃度を用いて算出した最大暴露量でも、国内外でこれまで用いられている許容値と比較すると、許容値を上回るケースは確認されなかった。

4. 製品回収の措置の必要性の有無について

以上を踏まえると、現時点においては、副生PCBを含有することの報告があった有機顔料を含有する製品について、特に製品回収の措置が必要と判断する積極的な理由は認められなかった。

なお、今後新たな知見が得られた場合には、製品回収の措置の必要性について改めて検討することとする。

<暫定リスク評価の結果概要>

○吸入暴露

製品	暴露経路	暴露シナリオ	最大暴露量 (暫定値) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	暴露量中央 値(暫定値) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	許容濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
印刷 インキ	吸入	新聞紙、チラシ、雑誌、書籍から揮発した PCB を 屋内で吸入	1.6×10^{-4}	1.7×10^{-6}	0.34
塗料	吸入	塗装された床面・壁面・天井面から揮発した PCB を屋内で吸入	5.1×10^{-4}	5.7×10^{-5}	
合成 樹脂	吸入	合成樹脂製の床面・壁面・天井面から揮発した PCB を屋内で吸入	8.1×10^{-3}	9.1×10^{-4}	
繊維 (捺染)	吸入	顔料が捺染された衣類(プリントTシャツ)か ら揮発した PCB を屋内で吸入	3.3×10^{-4}	4.0×10^{-6}	

○経皮・経口暴露

製品	暴露経路	暴露シナリオ	最大暴露量 (暫定値) ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$)	暴露量中央 値(暫定値) ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$)	許容摂 取量 ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$)
印刷 インキ	経皮	新聞紙と接触し、PCB を皮膚から取込む	8.8×10^{-5}	2.0×10^{-7}	5.0 /0.02
	経口	新聞紙、チラシ、雑誌、書籍から揮発した PCB を 屋内でハウスダスト経由で摂取	1.4×10^{-4}	2.8×10^{-7}	
		新聞で包んだ野菜を食することにより PCB を摂取	1.5×10^{-5}	5.3×10^{-6}	
塗料	経皮	塗装された床面と素足で接触し、PCB を皮膚から 取込む	4.4×10^{-3}	1.5×10^{-3}	
	経口	塗装された床面・壁面・天井面から揮発した PCB を屋内でハウスダスト経由で摂取	3.8×10^{-4}	9.1×10^{-6}	
合成 樹脂	経皮	合成樹脂製の床材と素足で接触し、PCB を皮膚か ら取込む	7.8×10^{-3}	2.6×10^{-3}	
	経口	合成樹脂製の床面・壁面・天井面から揮発した PCB を屋内でハウスダスト経由で摂取	6.4×10^{-3}	1.5×10^{-4}	
		合成樹脂を乳幼児が舐めたり口に入れたりするこ と(mouthing 行動)により、PCB を摂取	4.1×10^{-3}	8.1×10^{-4}	
繊維 (捺染)	経皮	顔料が捺染されたプリントTシャツを着用し、PCB を皮膚から取込む	2.8×10^{-3}	1.4×10^{-3}	
	経口	顔料が捺染された衣類(プリントTシャツ)か ら揮発した PCB を屋内でハウスダスト経由で摂 取する	3.4×10^{-4}	8.1×10^{-7}	
		繊維製品を乳幼児が舐めたり口に入れたりするこ と(mouthing 行動)により、PCB を摂取	1.6×10^{-6}	2.7×10^{-7}	

※上記は暫定リスク評価の結果であり、今後得られる情報に応じて見直すことがある。
安全側で許容値との比較を行うために最大曝露量を記載しているが、本モンテカルロ法で
算出した最大値の正確な解釈は困難であり、曝露量分布の結果記載と解釈については引き
続き検討する必要がある。

ⁱ生活空気環境中の化学物質とその人体暴露、 J.Natl.Inst.Public Health、 47、 325-331、 安藤ら
(1998)

ⁱⁱ食品中に残留する PCB の規制について(昭和 47 年厚生省通知)

ⁱⁱⁱ国際化学物質簡潔評価文書 No.55 (WHO (2003))

有機顔料を含む消費者製品中の副生 PCB の暫定暴露評価

2012年5月15日

有機顔料を含有する消費者製品（印刷インキ、塗料、合成樹脂、繊維）からの副生 PCB の暴露量を資料2のシナリオに基づいて推定した。

1. PCB 含有インキで印刷された新聞紙等からの暴露

1) 吸入暴露とハウスダスト経由の経口暴露

暴露シナリオを「PCB 含有インキで印刷された新聞紙、チラシ、雑誌、書籍から揮発した PCB を吸入およびハウスダスト経由で摂取する」と設定し、室内濃度を推定する以下の2つのモデル式（図1）で暴露濃度（ C_{inh} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）をモンテカルロ法（試行回数：10万回）で推定した。室外濃度（ C_0 ）は $1.0 \times 10^{-12} \mu\text{g}/\text{m}^3$ とした。

$$C_{inh} = \frac{\sum(C_i \times t_i)}{24} \quad (1)$$

$$C_i = \frac{\sum EF + C_o \times n_v \times V}{n_v \times V + K_a \times S + K_1 \times V} \quad (2)$$

また、以下のモデル式でハウスダスト経由の暴露濃度（ C_{i-p} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）をモンテカルロ法（試行回数：10万回）で推定した。

$$C_{i-p} = \frac{f_{ap} \times C_i}{TSP} \quad (3)$$

暴露推定に用いた変数とその値等を以下の表に示す。

変数	値	根拠
新聞紙/チラシ/雑誌/書籍のインキ中顔料割合	12%	事業者から聴取
顔料中 PCB 濃度	280 ppm	これまで事業者から報告があった最大濃度
製品残存率	100%	仮定
排出係数	$1.14 \times 10^{-8} / \text{h}$	OECD ESD No. 3 Plastic Additives より、可塑剤 (8.2.5)、染料 (1.2.5.2)、難燃剤 (15.2.5.2) などの Indoor Service の揮発による排出係数 0.05% over life を採用し、Service Life は REACH-TGD- R.17 で Furniture, household appliances で 5~10 年とされていることから、0.05%/service life/5年/365日/24h
新聞紙のインキ使用割合	0.0173	インキ使用割合 = 新聞用インキ年間出荷量 / 新聞用紙年間出荷量

		新聞用インキ年間出荷量：経済産業省 化学工業統計 新聞用紙年間出荷量：日本製紙連合会 紙・板紙部 紙品種別生産・出荷・在庫高表
片面単位面積当りの新聞インキ使用量	0.372 g/m ²	片面新聞インキ使用量＝新聞紙のインキ使用割合×新聞用紙の重量÷2 新聞用紙の重量 (43 g/m ²), 85%が超軽量紙 (43 g/m ²) (日本新聞協会, 新聞用紙の国内生産実績 (軽量化の推移); http://www.pressnet.or.jp/data/paper/)
雑誌・チラシ・美術書などのインキ使用量	A5 サイズ 一色刷 0.0057 g/頁、四色刷 0.023 g/頁	環境省温室効果ガス「見える化」推進戦略会議 事業者の提供する商品・サービスに係る温室効果ガスの「見える化」に関する分科会 (第2回) の資料1-2「本 (書籍・雑誌・漫画等) の計算方法について (素案)」の本の CO2 排出量と原単位から算出。
雑誌・チラシ・美術書などのインキ使用量	雑誌 (多色) 0.817 g/m ² 、チラシ (多色) 1.45 g/m ² 、美術書等 3.66 g/m ²	各製品のインキ量は市販製品のサイズ (雑誌 A4、チラシ B4、美術書 A4 を設定)、カラー率 (雑誌、チラシ両面 4 色、美術書全頁 4 色を設定) を参考に設定。
製品からの PCB 放散速度 (EF)	新聞紙 1.42 × 10 ⁻⁷ μg/m ² /h, 雑誌 (多色) 3.13 × 10 ⁻⁷ μg/m ² /h, チラシ (多色) 5.55 × 10 ⁻⁷ μg/m ² /h 美術書 1.40 × 10 ⁻⁶ μg/m ² /h,	印刷インキ顔料中 PCB 量と排出係数より計算 (新聞紙=0.0173×43 g/m ² ×1/2×12%×280 ppm×100%×1.14×10 ⁻⁸ /h, 雑誌=0.817 g/m ² ×12%×280 ppm×100%×1.14×10 ⁻⁸ /h, チラシ=1.45 g/m ² ×12%×280 ppm×100%×1.14×10 ⁻⁸ /h, 美術書=3.66 g/m ² ×12%×280 ppm×100%×1.14×10 ⁻⁸ /h)
部屋の換気回数 (n _v)	対数正規分布 GM 0.467 /h GSD 1.598	三原ら (2004)
部屋の容積 (V)	平均値 22.69 m ³ の分布データ	iAIR による推定値 (平成 17 年度国勢調査 (総務省) および平成 15 年度住宅・土地統計より建て方別床面積, 居室割合, 部屋数を推定し, 天井高を 2.5m と仮定して部屋容積を計算)
蒸気圧	1.15×10 ⁻² Pa	米国 EPA の EPI Suite より, CAS No.1336-36-3
融点	122.32°C	米国 EPA の EPI Suite より, CAS No.1336-36-3
吸着係数 (K _a)	0 m/h	iAIR による推定値
吸着面積 (S)	平均値 34.80 m ² の分布データ	iAIR による推定値 (平成 17 年度国勢調査 (総務省) および平成 15 年度住宅・土地統計より建て方別床面積, 居室割合, 部屋数を推定し, 天井高を 2.5m と仮定して床, 天井, 壁の合計面積を計算)

分解速度定数 (K_1)	0 /h	OH ラジカルとの反応はないと仮定
粒子吸着の割合 (f_{ap})	1.10×10^{-3}	Junge 式による推定値
粒子濃度 (TSP)	対数正規分布 GM : $26.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ GSD 1.234	室外粒子濃度 : $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (decaBDE 詳細リスク評価書より仮定) 環境省「微小粒子状物質等暴露影響調査」(2007)より室外と室内の粒子濃度の関係式を導出し、室内粒子濃度を推定
ハウスダスト摂取量	200 mg/day	高木と吉永 (2009) の最大設定値
体重 (BW)	平均 54.84 kg の分布データ	2005 年国民健康・栄養調査 (厚生労働省) 等の年齢別平均体重 (一部線形補間) を使用
滞在時間 (t_i)	自宅 (平均) 14.0~23.1 h/日	iAIR データベース (社会生活基本調査 (総務省)・国勢調査 (総務省) データに基づく個人属性性別データ)

室内濃度 (ガス態) の最大値は, $1.6 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$, 中央値は, $1.7 \times 10^{-6} \mu\text{g}/\text{m}^3$ と推定された。

ハウスダスト経由の経口摂取量 (粒子吸着態) の最大値は, $1.4 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$, 中央値は, $2.8 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ と推定された。

2) 経皮暴露

暴露シナリオを「PCB 含有インキで印刷された新聞紙と接触し, PCB を皮膚から取込む」と設定し, 次式で暴露量 (D_{der} , $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$) をモンテカルロ法 (試行回数 : 10 万回) で推定した。

$$D_{der} = \frac{W_{art} \times AREA_{der} \times Fc_{migr} \times T_{contact} \times n}{BW} \quad (4)$$

暴露推定に用いた変数とその値等を以下の表に示す。

変数	値	根拠
新聞紙のインキ使用割合	0.0173	インキ使用割合 = 新聞用インキ年間出荷量 / 新聞用紙年間出荷量 新聞用インキ年間出荷量 : 経済産業省 化学工業統計 新聞用紙年間出荷量 : 日本製紙連合会 紙・板紙部 紙品種別生産・出荷・在庫高表
片面単位面積当りの新聞インキ使用量	$0.372 \text{ g}/\text{m}^2$	片面新聞インキ使用量 = 新聞紙のインキ使用割合 × 新聞用紙の重量 / 2 新聞用紙の重量 ($43 \text{ g}/\text{m}^2$), 85% が超軽量紙 ($43 \text{ g}/\text{m}^2$) (日本新聞協会, 新聞用紙の国内生産実績 (軽量化の推移) ; http://www.pressnet.or.jp/data/paper/)
新聞紙片面単位面積当たりの顔料量	$0.0446 \text{ g}/\text{m}^2$	= $0.372 \text{ g}/\text{m}^2 \times 12\%$ 新聞インキ中顔料割合を 12% と仮定
新聞紙片面単位面積当たりの PCB 量	$12.5 \mu\text{g}/\text{m}^2$	= $0.0446 \text{ g}/\text{m}^2 \times 280 \times 10^{-6} \text{ g}/\text{g}$

積当たりの PCB 量 (W_{art})		顔料中 PCB 濃度を 280 ppm と仮定
製品/皮膚接触面積 ($AREA_{der}$)	0.042 m ²	手のひらの面積, EUSES 2.1 より (両手, 片面, 体重 70 kg と想定) 体重の 2/3 乗に比例すると仮定
皮膚への移行率 (FC_{migr})	4.8×10^{-3} /日	米国 EPA の AMEM (ADL Polymer Migration Estimation Model : 高分子材料中の添加剤の移行率の推定モデル) 推定値 (塗膜表面から皮膚上の汗に移行した PCB は速やかに皮膚吸収されると仮定, 以下同様) 樹脂は低密度ポリエチレンを想定 計算条件は次の通り 分子量 : 291.99, 時間 ; 24 時間, 樹脂の厚さ : 0.1mm, 拡散面 : 片面から, 樹脂表面積 : 420cm ² , 水量 : 4.2 cm ³ (水の厚み 0.2mm に相当), 分配係数 : 1.2×10^{-3} (水溶解度 : 5.8×10^{-8} g/cm ³ と樹脂中初期濃度 : 5×10^{-5} g/cm ³ から算出), PCB 融点 : 122°C等
事象当りの接触時間 ($T_{contact}$)	対数正規分布 平均 : 35 分 標準偏差 : 73 分	NHK 放送文化研究所編 国民生活時間調査 2005, 国民全体
事象発生数 (n)	1 回/日	
体重 (BW)	平均 54.84 kg の分布データ	1.1 節と同じ

経皮暴露量の最大値は, 8.8×10^{-5} μ g/kg/日, 中央値は, 2.0×10^{-7} μ g/kg/日と推定された。

3) 経口暴露

暴露シナリオを「新聞で包んだ野菜を食することにより PCB を経口摂取する」と設定し, 以下の 2 式で摂取量 (I_{oral} , μ g/kg/日) をモンテカルロ法 (試行回数 : 10 万回) で推定した。

$$I_{oral} = \frac{C_{food} \times I_{food} \times n}{BW} \quad (5)$$

$$C_{food} = \frac{W_{art} \times AREA_{oral} \times FC_{migr} \times T_{contact}}{W_{food}} \quad (6)$$

暴露推定に用いた変数とその値等を以下の表に示す。

変数	値	根拠
新聞紙片面単位面積 当たりの PCB 量 (W_{art})	12.5 μ g/m ²	1.2 節と同じ
製品/野菜接触面積	0.1007 m ²	階級 5 玉 (一玉の重さ, 3.0kg 以上) の白菜を

$(AREA_{oral})$		想定 白菜の比重を1, 球を仮定して白菜の直径: 17.9 cmと推算
野菜の重量 (W_{food})	3 kg	階級5玉の白菜を想定
野菜への移行率 (F_{cmigr})	2.4×10^{-3} /日	1.2節と同じ
製品/野菜接触時間 ($T_{contact}$)	1日	最悪状況を仮定
野菜の1日当たりの 摂取量 (I_{food})	平均 276 g の分布 データ	年齢群別の野菜摂取量 (暴露係数ハンドブック, 産総研)
事象発生数 (n)	1回/日	
体重 (BW)	平均 54.84 kg の分 布データ	1.1節と同じ

経口摂取量の最大値は, $1.5 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$, 中央値は, $5.3 \times 10^{-6} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ と推定された。

2. PCB含有塗料からの暴露

1) 吸入暴露とハウスダスト経由の経口暴露

暴露シナリオを「PCBを含有した塗料で塗装された床面・壁面・天井面から揮発したPCBを吸入およびハウスダスト経由で摂取する」と設定し, 式(1)~(3)で暴露濃度 (C_{inh} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$)をモンテカルロ(試行回数:10万回)で推定した。室外濃度 (C_0)は $1.0 \times 10^{-12} \mu\text{g}/\text{m}^3$ とした。

暴露推定に用いた変数とその値等を以下の表に示す。

変数	値	根拠
塗膜厚さ	50 μm	建築資材, 産業構造審議会環境部会 産業と環境小委員会, 化学・バイオ部会リスク管理小委員会, 産業環境リスク対策合同ワーキンググループ(第4回) 平成18年5月11日 資料8
塗膜密度	1.4g/cm ³	樹脂密度 0.8 ~ 1.2 g/cm ³ , 顔料密度 1.42g/cm ³ (PR-112), 1.29g/cm ³ (PY-12)を参考に設定
塗膜中の顔料比率	5%	事業者から聴取。(屋内用途、乾燥時の有機顔料重量比率)
顔料中のPCB濃度	280 ppm	これまで事業者から報告があった最大濃度
塗膜中のPCB量	980 $\mu\text{g}/\text{m}^2$	計算値
排出係数	$1.14 \times 10^{-8}/\text{h}$	1.1節と同じ(0.05%/service life(5年を仮定))
製品からのPCB放散速度 (EF)	$1.12 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$	顔料中 PCB 量と排出係数より計算(=980 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \times 100\% \times 1.14 \times 10^{-8}/\text{h}$)
部屋の換気回数 (n_v)	対数正規分布 GM 0.467 /h GSD 1.598	1.1節と同じ

部屋の容積 (V)	平均値 22.69 m ³ の分布データ	1.1 節と同じ
蒸気圧	1.15 × 10 ⁻² Pa	1.1 節と同じ
融点	122.32°C	1.1 節と同じ
吸着係数 (K _a)	0 m/h	1.1 節と同じ
吸着面積 (S)	平均値 34.80 m ² の分布データ	1.1 節と同じ
分解速度定数 (K ₁)	0 /h	1.1 節と同じ
粒子吸着の割合 (f _{ap})	1.10 × 10 ⁻³	1.1 節と同じ
粒子濃度 (TSP)	対数正規分布 GM : 26.9 μg/m ³ GSD 1.234	1.1 節と同じ
ハウスダスト摂取量	200 mg/日	1.1 節と同じ
体重 (BW)	平均 54.84 kg の 分布データ	1.1 節と同じ
滞在時間 (t _i)	自宅 (平均) 14.0~23.1 h/日	1.1 節と同じ

室内濃度（ガス態）の最大値は、 $5.1 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、中央値は、 $5.7 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$ と推定された。

ハウスダスト経由の経口摂取量（粒子吸着態）の最大値は、 $3.8 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ 、中央値は、 $9.1 \times 10^{-6} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ と推定された。

2) 経皮暴露

暴露シナリオを「PCB含有した塗料で塗装された床面と素足で接触し、PCBを皮膚から取込む」と設定し、式(4)で暴露量 (D_{der} , $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$)をモンテカルロ法（試行回数：10万回）で推定した。

暴露推定に用いた変数とその値等を以下の表に示す。

変数	値	根拠
塗膜厚さ	50 μm	2.1 節と同じ
塗膜密度	1.4g/cm ³	2.1 節と同じ
塗膜中の顔料比率	5%	2.1 節と同じ
顔料中の PCB 濃度	280 ppm	2.1 節と同じ
塗膜中の PCB 量 (W _{art})	980 μg/m ²	2.1 節と同じ
製品/皮膚接触面積 (AREA _{der})	0.042 m ²	足の裏の面積（両足、体重 70 kg と想定） 体重の 2/3 乗に比例すると仮定
皮膚への移行率 (FC _{migr})	1.27 × 10 ⁻² /日	米国 EPA の AMEM 推定値。低密度ポリエチレンを想定 計算条件は次の通り 分子量：291.99, 時間：24 時間, 塗膜の厚さ：50 μm, 拡散面：片面から

		塗膜表面積：420 cm ² ，水量：4.2 cm ³ （水の厚み 0.2mm に相当），分配係数：0.003（水溶解度：5.8 × 10 ⁻⁸ g/cm ³ と塗膜中初期濃度（顔料中 PCB 濃度 × 塗膜中顔料含有率 × 塗膜密度）：19.6 μg/cm ³ から算出），PCB 融点：122°C 等
事象当りの接触時間 ($T_{contact}$)	平均：8.45 時間/ 日の分布データ	NHK 放送文化研究所編国民生活時間調査 2005，国民全体の平均起床在宅時間（1 週間の日平均）
事象発生数 (n)	1 回/日	
体重 (BW)	平均 54.84 kg の 分布データ	1.1 節と同じ

経皮暴露量の最大値は、 $4.4 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ ，中央値は、 $1.5 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ と推定された。

3. PCB 含有着色合成樹脂からの暴露

1) 吸入暴露とハウスダスト経由の経口暴露

暴露シナリオを「PCB を含有した合成樹脂製の床面・壁面・天井面から揮発した PCB を吸入およびハウスダスト経由で摂取する」と設定し，式(1)～(3)で暴露濃度 (C_{inh} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$) をモンテカルロ（試行回数：10 万回）で推定した。室外濃度 (C_0) は $1.0 \times 10^{-12} \mu\text{g}/\text{m}^3$ とした。

暴露推定に用いた変数とその値等を以下の表に示す。

変数	値	根拠
樹脂板の厚さ	2 mm	事業者から聴取
樹脂密度	1.4g/cm ³	仮定
樹脂板中の顔料含有率	2%	事業者から聴取
顔料中の PCB 濃度	280 ppm	これまで事業者から報告があった最大濃度
樹脂板中の PCB 量	15,680 μg/m ²	計算値
排出係数	$1.14 \times 10^{-8} / \text{h}$	1.1 節と同じ (0.05%/service life (5 年を仮定))
製品からの PCB 放散速度 (EF)	$1.79 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$	顔料中 PCB 量と排出係数より計算 (=15,680 μg/m ² × 100 % × 1.14×10^{-8})
部屋の換気回数 (n_v)	対数正規分布 GM 0.467 /h GSD 1.598	1.1 節と同じ
部屋の容積 (V)	平均値 22.69 m ³ の分布データ	1.1 節と同じ
蒸気圧	$1.15 \times 10^{-2} \text{ Pa}$	1.1 節と同じ
融点	122.32°C	1.1 節と同じ
吸着係数 (K_a)	0 m/h	1.1 節と同じ
吸着面積 (S)	平均値 34.80 m ²	1.1 節と同じ

	の分布データ	
分解速度定数 (K_1)	0 /h	1.1 節と同じ
分解速度定数 (K_1)	0 /h	1.1 節と同じ
粒子吸着の割合 (f_{ap})	1.10×10^{-3}	1.1 節と同じ
粒子濃度 (TSP)	対数正規分布 GM : $26.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ GSD 1.234	1.1 節と同じ
ハウスダスト摂取量	200 mg/日	1.1 節と同じ
体重 (BW)	平均 54.84 kg の 分布データ	1.1 節と同じ
滞在時間 (t_i)	自宅 (平均) 14.0~23.1 h/日	1.1 節と同じ

室内濃度 (ガス態) の最大値は, $8.1 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$, 中央値は, $9.1 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$ と推定された。

ハウスダスト経由の経口摂取量 (粒子吸着態) の最大値は, $6.4 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$, 中央値は, $1.5 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ と推定された。

2) 経皮暴露

暴露シナリオを「PCB 含有した床材 (着色合成樹脂) と素足で接触し, PCB を皮膚から取込む」と設定し, 式(4)で暴露量 (D_{der} , $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$) をモンテカルロ法 (試行回数: 10 万回) で推定した。

暴露推定に用いた変数とその値等を以下の表に示す。

変数	値	根拠
樹脂板の厚さ	2 mm	3.1 節と同じ
樹脂密度	$1.4\text{g}/\text{cm}^3$	3.1 節と同じ
樹脂板中の顔料含有率	2%	3.1 節と同じ
顔料中の PCB 濃度	280 ppm	3.1 節と同じ
樹脂板中の PCB 量 (W_{art})	$15,680 \mu\text{g}/\text{m}^2$	計算値
製品/皮膚接触面積 ($AREA_{der}$)	0.042m^2	2.2 節と同じ
皮膚への移行率 (FC_{migr})	$1.4 \times 10^{-3} /\text{日}$	米国 EPA の AMEM 推定値 (床材表面から皮膚上の汗に移行した PCB は速やかに皮膚吸収されると仮定) 硬質塩ビを想定。(事業者から聴取) 計算条件は次の通り 分子量: 291.99, 時間: 24 時間, 樹脂版の厚さ: 2mm, 拡散面: 片面から 樹脂表面積: 420cm^2 , 水量: 4.2cm^3 (水の厚み 0.2mm に相当), 分配係数: 7.4×10^{-3} (水溶解度: $5.8 \times 10^{-8} \text{g}/\text{cm}^3$ と樹脂中初期濃度 (顔

		料中 PCB 濃度×樹脂中顔料含有率×樹脂密度) : $7.8 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ から算出), PCB 融点 : 122°C 等
事象当りの接触時間 (T_{contact})	8.45 時間/日	2.2 節と同じ
事象発生数 (n)	1 回/日	
体重 (BW)	平均 54.84 kg の分布データ	1.1 節と同じ

経皮暴露量の最大値は、 $7.8 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ 、中央値は、 $2.6 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ と推定された。

3) 経口暴露

暴露シナリオを「合成樹脂を乳幼児が舐めたり口に入れたりすること (mouthing 行動) により、PCB を経口摂取する」と設定し、次式で摂取量 (I_{oral} , $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$) をモンテカルロ法 (試行回数 : 10 万回) で推定した。

$$I_{\text{oral}} = \frac{W_{\text{art}} \times \text{AREA}_{\text{oral}} \times F_{C_{\text{migr}}} \times T_{\text{contact}} \times n}{BW} \quad (7)$$

暴露推定に用いた変数とその値等を以下の表に示す。

変数	値	根拠
樹脂板中の PCB 量 (W_{art})	$15,680 \mu\text{g}/\text{m}^2$	3.2 節と同じ
製品の表面積 ($\text{AREA}_{\text{oral}}$)	10 cm^2	薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会毒性・器具容器包装合同部会報告(2002年3月15日開催)
唾液への移行率 ($F_{C_{\text{migr}}}$)	0.0475 /日	米国 EPA の AMEM 推定値 樹脂は低密度ポリエチレンを想定 (ゴムには使用されていない; 事業者より聴取) 計算条件は次の通り 分子量 : 291.99, 時間 : 24 時間, 樹脂版の厚さ : 2mm, 拡散面 : 両面から, 樹脂表面積 : 10 cm^2 , 水量 : 10 cm^3 (唾液量), 分配係数 : 7.4×10^{-3} (水溶解度 : $5.8 \times 10^{-8} \text{ g}/\text{cm}^3$ と樹脂中初期濃度 : $7.8 \times 10^{-6} \text{ g}/\text{cm}^3$ から算出) 等
事象当りの mouthing 時間 (T_{contact})	平均 14.4 分/日の分布データ	薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会毒性・器具容器包装合同部会報告(2002年3月15日開催) 合成樹脂, 観察値
体重 (BW)	8.37 kg	薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会毒性・器具容器包装合同部会報告(2002年3月15日開催)

経口摂取量の最大値は、 $4.1 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ 、中央値は、 $8.1 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ と推定され

た。

4. PCB 含有捺染繊維（衣類）からの暴露

1) 吸入暴露とハウスダスト経由の経口暴露

暴露シナリオを「顔料が捺染された衣類（プリントTシャツ）から揮発した PCB を吸入およびハウスダスト経由で摂取する」と設定し、式(1)～(3)で暴露濃度 (C_{inh} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$) をモンテカルロ（試行回数：10 万回）で推定した。室外濃度 (C_0) は $1.0 \times 10^{-12} \mu\text{g}/\text{m}^3$ とした。

暴露推定に用いた変数とその値等を以下の表に示す。

変数	値	根拠
Tシャツの所有数	対数正規分布 GM : 15.73 枚 GSD 1.854 枚	日本衣料管理協会「衣料の使用実態調査」による父 11.4 枚、母 19.2 枚、学生 21.7 枚との調査結果から、父親の所持枚数の半分を 5%ile、学生の所持枚数の 2 倍を 95%ile とした対数正規分布を仮定。
Tシャツ一枚あたりの捺染部分の面積	0.28 m^2	プリント T シャツ 製作販売 HP 情報 (http://www.robinfactory.co.jp/content/goods/print_tshirt.html , https://www.rub-lab.com/_tc/estimate/show_estimate_entry.php) から 40 cm × 35 cm のプリント（捺染）が前面と背面の 2 か所あると想定 (体重 70 kg の場合。その他は体重の 2/3 乗に比例すると仮定)
Tシャツ捺染部分の単位面積あたりの重さ	140 g/m^2	捺染部分の樹脂密度を 1.4 g/cm^3 、樹脂厚さを 0.1mm と仮定。 樹脂密度 × 樹脂厚み = $1.4 \times 10^6 (\text{g}/\text{m}^3) \times 0.1 \times 10^{-3} (\text{m}) = 140 (\text{g}/\text{m}^2)$
プリント部分の顔料含有率	4%	事業者より聴取
プリント部分の単位面積あたり PCB 量 (W_{art})	1568 $\mu\text{g}/\text{m}^2$	計算値 = $140 \text{ g}/\text{m}^2 \times 0.04 \times 280 \times 10^{-6}$
製品残存率	100%	1.1 節と同じ
排出係数	$1.14 \times 10^{-8} /\text{h}$	1.1 節と同じ
製品からの PCB 放散速度 (EF)	$5.01 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$	PCB 量と排出係数より計算 (= $0.28 \text{ m}^2 \times 140 \text{ g}/\text{m}^2 \times 4\% \times 280 \text{ ppm} \times 100\% \times 1.14 \times 10^{-8} /\text{h}$)
部屋の換気回数 (n_v)	対数正規分布 GM 0.467 /h GSD 1.598	1.1 節と同じ
部屋の容積	平均値 22.69 m^3	1.1 節と同じ

(V)	の分布データ	
蒸気圧	1.15×10^{-2} Pa	1.1 節と同じ
融点	122.32°C	1.1 節と同じ
吸着係数 (K_a)	0 m/h	1.1 節と同じ
吸着面積 (S)	平均値 34.80 m ² の分布データ	1.1 節と同じ
分解速度定数 (K_1)	0 /h	1.1 節と同じ
粒子吸着の割合 (f_{ap})	1.10×10^{-3}	1.1 節と同じ
粒子濃度 (TSP)	対数正規分布 GM : 26.9 μ g/m ³ GSD 1.234	1.1 節と同じ
ハウスダスト 摂取量	200 mg/day	1.1 節と同じ
体重 (BW)	平均 54.84 kg の 分布データ	1.1 節と同じ
滞在時間 (t_i)	自宅 (平均) 14.0~23.1 h/日	1.1 節と同じ

室内濃度（ガス態）の最大値は、 $3.3 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、中央値は、 $4.0 \times 10^{-6} \mu\text{g}/\text{m}^3$ と推定された。

ハウスダスト経由の経口摂取量（粒子吸着態）の最大値は、 $3.4 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ 、中央値は、 $8.1 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ と推定された。

2) 経皮暴露

暴露シナリオを「顔料が捺染された衣類（プリントTシャツ）を着用し、PCBを皮膚から取込む」と設定し、式(4)で暴露量 (D_{der} , $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$) をモンテカルロ法（試行回数：10万回）で推定した。

暴露推定に用いた変数とその値等を以下の表に示す。

変数	値	根拠
T シャツ捺染部分の単位面積あたりの重さ	140 g/m ²	4.1 節と同じ
プリント部分の顔料含有率	4%	4.1 節と同じ
顔料中の PCB 濃度	280 ppm	これまで事業者から報告があった最大濃度
プリント部分の単位面積あたり PCB 量 (W_{art})	1568 $\mu\text{g}/\text{m}^2$	4.1 節と同じ
製品/皮膚接触面	0.28 m ²	4.1 節 T シャツ一枚あたりの捺染部分の面積

積 ($AREA_{der}$)		と同じ
皮膚への移行率 (F_{cmigr})	2.1×10^{-4} /日	米国 EPA の AMEM 推定値 樹脂はポリスチレンを想定 計算条件は次の通り 分子量：291.99，時間；24 時間，樹脂の厚さ：0.1mm，拡散面：片面から，樹脂表面積：2800cm ² ，水量：56 cm ³ （水の厚み 0.2mm に相当），分配係数： 3.7×10^{-3} （水溶解度： 5.8×10^{-8} g/cm ³ と樹脂中初期濃度： 1.6×10^{-5} g/cm ³ から算出），PCB 融点：122°C等
事象当りの接触時間 ($T_{contact}$)	24 時間/日	
事象発生数 (n)	1 回/日	
体重 (BW)	平均 54.84 kg の分布データ	1.1 節と同じ

経皮暴露量の最大値は、 $2.8 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ 、中央値は、 $1.4 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ と推定された。

3) 経口暴露

暴露シナリオを「繊維製品を乳幼児が舐めたり口に入れたりする (mouthing 行動) ことにより、PCB を経口摂取する」と設定し、式 (7) で摂取量 (I_{oral} , $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$) をモンテカルロ法 (試行回数：10 万回) で推定した。

暴露推定に用いた変数とその値等を以下の表に示す。

変数	値	根拠
プリント部分の単位面積当りの PCB 量 (W_{art})	$1568 \mu\text{g}/\text{m}^2$	4.1 節と同じ
製品の表面積 ($AREA_{oral}$)	10 cm ²	薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会毒性・器具容器包装合同部会報告 (2002 年 3 月 15 日開催)
唾液への移行率 (F_{cmigr})	2.2×10^{-4} /日	米国 EPA の AMEM 推定値 樹脂はポリスチレンを想定 計算条件は次の通り 分子量：291.99，時間；24 時間，樹脂の厚さ：0.1mm，拡散面：両面から，表面積：10cm ² ，水量：10 cm ³ (唾液量)，分配係数： 3.7×10^{-3} (水溶解度： 5.8×10^{-8} g/cm ³ と樹脂中初期濃度： 1.6×10^{-5} g/cm ³ から算出) 等
事象当りの mouthing 時間 ($T_{contact}$)	平均 12.7 分/日の分布データ	薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会毒性・器具容器包装合同部会報告 (2002 年 3 月 15 日開催) その他、観察値

事象発生数 (<i>n</i>)	1 回/日	
体重 (<i>BW</i>)	8.37 kg	薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会毒性・器具容器包装合同部会報告（2002 年 3 月 15 日開催）

経口摂取量の最大値は、 $1.6 \times 10^{-6} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ 、中央値は、 $2.7 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ と推定された。

(参考) モデル式について

1 吸入暴露及びハウスダスト経由の経口暴露

(1) 吸入暴露

書籍等の室内にある製品から放散する化学物質の室内暴露をモンテカルロ法で推定する iAIR (産業技術総合研究所) を用いて暴露を推定する。

モンテカルロ法：体重 (BW) のような集団内の個々人により異なる変数を確率分布として表現し、その分布に従って、乱数を多数回発生させて計算を繰り返し、計算結果 (暴露量) の統計量を得る手法。モナコ公国にある地区名モンテカルロから命名された

吸入暴露濃度 (C_{inh} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$) は、人が滞在する室内 i の空气中 PCB 濃度 (C_i , $\mu\text{g}/\text{m}^3$) から、iAIR に搭載された室内濃度推定モデル (図 1) を用いて、次式で推定する。

$$C_{inh} = \frac{\sum(C_i \times t_i)}{24} \quad (1)$$

$$C_i = \frac{\sum EF + C_o n_v V}{n_v V + K_a S + K_1 V} \quad (2)$$

表 1 に室内濃度推定モデルの変数の一覧を示す。

表 1 iAIR の室内濃度推定モデルの変数の一覧

変数	説明	変数	説明
EF	製品から気中への PCB 放散速度, $\mu\text{g}/\text{h}$	n	部屋の換気回数, 1/h
K_a	PCB の室内への吸着係数, m/h	K_1	PCB の分解速度定数, 1/h
C_o	室外空气中的 PCB 濃度, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	V	部屋の容積, m^3
S	吸着面積, m^2	t_i	室内 i に滞在する時間, h/日

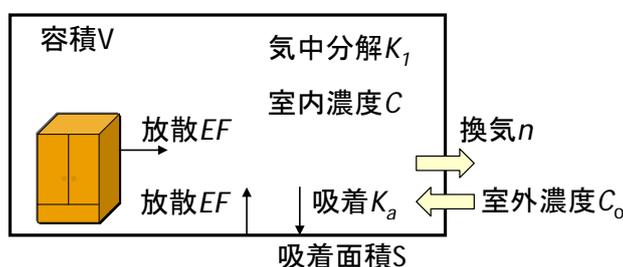


図 1 室内濃度推定モデル

(2) ハウスダスト経由の経口暴露量

以下の式で推定する。表 2 に推定式 (3) の変数の一覧を示す。

$$C_{i-p} = \frac{f_{ap} \times C_i}{TSP} \quad (3)$$

表2 ハウスダスト経由の経口暴露量推定式の変数の一覧

変数	説明	変数	説明
f_{ap}	粒子吸着の割合	C_i	室内 i の空气中 PCB 濃度, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
TSP	粒子濃度, $\mu\text{g}/\text{m}^3$		

2 経皮暴露

EUSES, ConsExpo, 消費者製品の推定ヒト暴露量推算ソフト (NITE) 等で採用されている推定式を参考にして推定する。

経皮暴露量 (D_{der} , $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$) は, 以下の式で推定する。

$$D_{der} = \frac{W_{der} \times AREA_{der} \times FC_{migr} \times T_{contact} \times n}{BW} \quad (4)$$

表3に推定式(4)の変数の一覧を示す。

表3 経皮暴露量推定式の変数の一覧

変数	説明	変数	説明
W_{der}	製品単位面積当りの PCB 量, $\mu\text{g}/\text{m}^2$	$AREA_{der}$	製品と皮膚の接触面積, m^2
FC_{migr}	皮膚への移行率, 1/日	$T_{contact}$	事象当りの接触時間, 日
n	事象発生数, 1/日	BW	体重, kg

3 経口暴露

EUSES, ConsExpo, 消費者製品の推定ヒト暴露量推算ソフト (NITE) 等で採用されている推定式を参考にして推定する。

非意図的な製品との接触より食品中移行した PCB の経口暴露量 (I_{oral} , $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$) は, 以下の式で推定する。表4に推定式(5)の変数の一覧を示す。

$$I_{oral} = \frac{C_{food} \times I_{food} \times n}{BW} \quad (5)$$

表4 経口暴露量推定式の変数の一覧

変数	説明	変数	説明
C_{food}	食品中 PCB 濃度, $\mu\text{g}/\text{kg}$	I_{food}	食品の摂取量, kg
n	事象発生数, 1/日	BW	体重, kg

食品中 PCB 濃度 (C_{food}) は、以下の式で計算する。表 5 に推定式 (6) の変数の一覧を示す。

$$C_{food} = \frac{W_{art} \times AREA_{art} \times Fc_{migr} \times T_{contact}}{W_{food}} \quad (6)$$

表 5 食品中 PCB 濃度推定式の変数の一覧

変数	説明	変数	説明
W_{art}	製品単位面積当りの PCB 量, $\mu\text{g}/\text{m}^2$	$AREA_{art}$	製品と食品の接触面積, m^2
C_{art}	製品中 PCB 濃度, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Fc_{migr}	食品への移行率, 1/日
$T_{contact}$	事象当りの接触時間, 日	W_{food}	食品の重量, kg

製品を舐めたり口に入れたりすること (mouthing 行動) により経口摂取する PCB の摂取量 (I_{oral} , $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$) は、以下の式で推定する。表 6 に推定式 (7) の変数の一覧を示す。

$$I_{oral} = \frac{W_{art} \times AREA_{art} \times Fc_{migr} \times T_{contact} \times n}{BW} \quad (7)$$

表 6 mouthing 行動による PCB 摂取量推定式の変数の一覧

変数	説明	変数	説明
W_{art}	製品単位面積当りの PCB 量, $\mu\text{g}/\text{m}^2$	$AREA_{art}$	製品と食品の接触面積, m^2
n	事象発生数, 1/日	Fc_{migr}	食品への移行率, 1/日
$T_{contact}$	事象当りの接触時間, 日	W_{food}	食品の重量, kg