

臭素系難燃剤をめぐる環境リスクと火災リスク
—DecaBDE を用いた TV のケーススタディ—

**Estimating Environmental risk and Fire risk
associated with brominated flame retardants
— Case study of DecaBDE in TV —**

○井上 知也*, 益永 茂樹*, 大谷 英雄*

Tomoya INOUE, Shigeki MASUNAGA and Hideo OHTANI

Abstract. In this paper, we focused on DecaBDE, a known brominated flame retardant, used in TV manufacturing. It has risk tradeoff framework with respect to environmental risk and fire risk. We tried to quantify these risks. At first, we conducted a cost benefit analysis of DecaBDE using Monte Carlo simulation. The results suggested that net benefits of DecaBDE use were positive under all the five scenarios considered. Secondly, we compared net benefit by the use of DecaBDE with those by the use of alternative, halogen-free flame retardants. The final results revealed that use of DecaBDE alternatives will considerably increase the cost compare to the use of DecaBDE.

Key Words: DecaBDE, LCA, Cost Benefit Analysis, Risk Tradeoff

1. はじめに

1.1 臭素系難燃剤(BFRs)の動向

1970 年代以降、テレビ等 E&E 製品が小型化するに伴い、各種プラスチックに対するより高い難燃化が要求されてきた。そこで、優れた難燃性能と加工性能を誇る BFRs が普及していった。

一方、欧州を中心とした環境団体によって、予防原則に基づき化学物質に少しでも有害性が示唆される情報があれば禁止すべきとの主張が目立ってきた。その標的の一つが BFRs である。北欧の自然界の鳥卵から BFRs が検出され、環境・人体への有害性が環境 NGO により指摘されるとその勢いは一気に強まった。そして 90 年代初頭より、ユーザーの要請を受ける形で各サプライヤーが TV 筐体への BFRs 使用を止めることにより、難燃性が UL V-0 から UL HB へと低下した。このため、BFRs の環境リスクに代わって火災リスクが増大するというリスクのトレードオフが発生した。そして現在の欧州市場では、筐体難燃性 V-0, V-1 の TV が出回るようになってきている(Lassen *et al.* 2006)。

他方、BFRs の一つである DecaBDE に対する EU リスクアセスメント(EURA)は、“ヒトの健康や環境

への影響に問題があるとは思えない”との結論となった(ECB 2002)。この評価のため、10 年間にわたる 588 もの過去の研究の再検討、及び新たなテスト・検証が行われた。その結果、DecaBDE のベネフィットを捨ててまで使用禁止する程の高いリスクは現段階では認められず、E&E 製品やそれ以外(住宅機器や自動車など)への継続的な使用を認めるとの結論になった(RoHS からの除外決定)。ところが環境影響が引き続き懸念され、各国で忌避または禁止が広まりつつあるため、産業界では精力的な代替物質開発が行われている。しかし、BFRs を超える物質は未だ見つかっていない(横山 2007)。日本における詳細リスク評価も同様に低臭素化問題のさらなる知見の蓄積が必要としながらも、現段階では EURA と同様の結果を示唆している(中西ら 2008)。

1.2 ベネフィット視点の欠落

EURA 等各リスク評価で問題なしとの結論が出たにも関わらず、欧州をはじめとする先進国では予防原則に従って DecaBDE からの代替が進んできた。その一方、BFRs 代替物質開発や代替物質自体には多くの問題が存在すると言われている。また、火災安全の観点から防火規格のさらなる強化を望む消防関係

* 横浜国立大学(Yokohama National University)

者の声もある(Broemme 2002)。

このように、BFRs の環境リスクは小さいと言われながらも社会が予防的に行動してきたのは、我々が BFRs から得ているベネフィットを認知できていないからではないだろうか。そこで、BFRs 問題を考える上で、以下の点を明らかにする必要がある。

- 1) 難燃剤による防火安全上の便益は、環境リスクを上回るか?(リスクベネフィット)
- 2) BFRs からの代替によりリスクは低減するか?(リスクトレードオフ)

1), 2)を評価するためには火災リスクの定量化が必須である。BFRs の環境リスクの定量的議論は進んできているものの、ベネフィットの定量的議論との比較は皆無であった。化学物質や新技術の“リスク”の側面だけを評価し、コミュニケーションすることには大きな問題があると言ざるを得ない。

1.3 本解析の目的とバウンダリ

本解析では対象製品を CRT-TV, 対象地域を EU 諸国とした。そして DecaBDE 不使用の TV 筐体に難燃剤を用いて火災安全性を向上させることにより生じる、ベネフィットとリスク(=コスト)を定量評価した。つまり、EU で保有されている非難燃 TV と、米国で保有されている DecaBDE 難燃化 TV のリスクベネフィットの相違を評価した。

2. 火災リスクの定量化

2.1 難燃剤がもたらすベネフィットの定量評価事例

火災リスクの定量化事例がほとんど皆無だった中、Simonson *et al.*(2006)はスウェーデン、ドイツ、米国の TV 火災統計データを用いて、EU を対象としたコストベネフィット評価を行った(Fire-CBA モデル)。米国の難燃 TV (UL V-0)の火災統計データとスウェーデンの非難燃 TV (UL HB)のデータを比較し、DecaBDE を付加することにより得られるベネフィットを算出した。その結果は、設定した 8 つのシナリオ全てにおいて、正味のベネフィットは正の値をとるといったものであった。

2.2 ベネフィットの明確化

主体が異なれば、当然のことながら享受するベネフィットも異なる。「E&E 製品と難燃性付与」に係わるベネフィットは以下のように分類される。

- 1) 消費者のベネフィット(製品価格、安全性、ヒト健康*, リスク認知*)
- 2) 生産者のベネフィット(コスト*)
- 3) 廃棄物業者を含む関連業界のベネフィット*
- 4) 行政コストのベネフィット(消防、焼却等)
- 5) 生態系のベネフィット*

* : -(マイナス)ベネフィット=リスクの意味

あらゆる評価にはバウンダリの設定が必要となる。Simonson *et al.*(2006)の試算ではおそらく 1),2),3)が考慮されていた。

3. コストベネフィット解析(CBA)

3.1 解析目的

我々はまず、Simonson *et al.*(2006)の試算について吟味したが、様々な問題があり、難燃剤付加によるベネフィットを過大に見積もっているとの結論に至った。そこで、このモデルを正常に機能させ、かつワーストケースをも考慮できるように改良を加えた。本解析では上記ベネフィットの分類のうち 1)と 2)を評価対象とする。ただしリスク認知(心理的コスト)は考慮しない。また本解析対象地域は日本ではなく、EU における消費者・生産者の社会的獲得費用の算出を試みている。

3.2 解析シナリオ

我々の改良 CBA では製品のライフサイクルを考慮して、製造、使用、廃棄の各段階で評価を行った。TV 筐体の樹脂 HIPS に難燃剤 DecaBDE を付加した際の、ライフサイクルの各段階における追加コストを HIPS のみの場合と比較した。EU を対象地域として年間あたりの総コストを算出するため、使用段階では「DecaBDE 曝露によるヒト健康の損失コスト」と「火災回避によるベネフィット」を考慮した。ただし、DecaBDE を用いた難燃 TV 製造数、廃棄数の経時変化は考慮していない。

3.3 Fire-CBA モデルの修正

3.3.1 モンテカルロシミュレーションの導入

Simonson による Fire-CBA では 8 つのシナリオで評価しているが、これだけでは“分布を持つパラメータの不確実性”を結果に反映させることはできない。そこで Crystal Ball を用いて 10 万回の試行を行い不確実性をも考慮した分布の形で結果を出力した。

3.3.2 感度解析の実行

Fire-CBA では感度解析を行っていないため、各パラメータの影響度を考察できていない。そこで本解析では、分布を設定した各パラメータをピックアップして感度解析を行った。結果に明らかに大きな影響を及ぼしているパラメータは、考察を加えて再度試行した。仮定した分布の信頼性を担保するためにも感度解析は必要である。

3.3.3 ヒト健康影響の考慮

Fire-CBA では、EURA の結果から DecaBDE のヒト健康影響はあったとしても無視して良い程度だとしてヒト健康の損失を考慮していない。しかし、未

だに神経行動影響や低臭素化が大きな論点として残っているのも事実である。そこで本解析では、ワーストケースに近い状況を想定した場合でも正味のベネフィットが正の値をとるかを議論するために、ヒト健康損失のコストを考慮することにした。

米国ワシントン州は DecaBDE 禁止の影響を定量評価するため、規制影響解析を行った(Washington 2006)。この Washington モデルでは、既に TV 筐体難燃剤として主に使用されている DecaBDE を規制対象にする際のヒト健康影響低減による獲得費用を、PentaBDE, OctaBDE, PCB の毒性影響データを用いて推定している(表 1)。

本解析では TV 保有台数とヒト健康影響は比例すると仮定し、(1)式を用いて EU のヒト健康損失のコストを推定した。

$$Effect_{EU} = Effect_{WA} \times \frac{Deca_{E\&E}}{Deca_{All}} \times \frac{Deca_{TV}}{Deca_{E\&E}} \times \frac{TV_{EU}}{TV_{WA}} \quad \dots(1)$$

($Effect_{EU}$, $Effect_{WA}$: EU, ワシントン州のヒト健康影響 / $Deca_{All}$, $Deca_{E\&E}$, $Deca_{TV}$: ワシントン州における全 DecaBDE 使用量, E&E 製品中使用量, TV 中使用量 / TV_{EU} , TV_{WA} : EU, ワシントン州の TV 保有台数)

3.3.4 非定常状態を前提にした Cost Benefit 解析

TV は製品寿命が近づくと買い替えられる。そのため難燃 TV を導入するという仮定を置けば、毎年徐々に難燃 TV に買い替えられる“非定常状態”を想定しなければならない。ここでは詳しく記述しないが、

本来は(2)式を用いるべき計算を、Simonson は(3)式を用いて計算していたことになる。

$$\bar{B} = \frac{r}{(1+r) - (1+r)^{-9}} \sum_{n=1}^{10} \frac{n \times B_1}{(1+r)^{n-1}} \quad \dots(2)$$

$$\bar{B} = \sum_{n=1}^{10} \frac{B_1}{(1+r)^{n-1}} \quad \dots(3)$$

(\bar{B} : 推定される一年あたりのベネフィットの現在価値[\$/year] / B_1 : 1年目に得られるベネフィット[\$/year] / r : 割引率)

3.3.5 処理コストの排除

Fire-CBA では EU4 カ国の TV 処理コストを比較し、最も高いベルギーと最も低いスウェーデンの値を用いてシナリオを分岐させている。徐々に廃棄コストが変化する可能性も考えられるが、本解析では廃棄される TV が難燃でも非難燃でも処理コストは同一と考えて、処理コストは考慮していない。

3.4 パラメータと想定シナリオ

本解析で用いたシナリオとパラメータをそれぞれ表 2, 表 3 に示した。

3.5 解析結果

以上を踏まえて Crystal Ball を用い、10,000 回のシミュレーションを行った。

その結果、いかなるシナリオにおいても正味のベネフィットは負の値をとることはなかった(図 1)。つまり不確実性を考慮したとしても“難燃性を付与することにより得られるベネフィット”の方が“コス

表 1 EU における DecaBDE のヒト健康影響の推定

ワシントン州のヒト健康影響	ヒト健康影響	人数	定量指標	年価値換算	コスト換算値 (2005 年値)
	がんによる疾患	5	US\$ ₂₀₀₄ 26,976	0.913	US\$123,145
	がんによる死亡	4	US\$ ₁₉₉₀ 4,800,000 ¹⁾	1.086	US\$20,851,200
	甲状腺機能低下に伴う治療	2,400	US\$ ₂₀₀₄ 7,940	0.913	US\$17,398,128
	無症候性甲状腺機能低下症	30	US\$ ₂₀₀₄ 7,940	0.913	US\$217,477
	IQ への影響	210	US\$ ₂₀₀₀ 14,500 ²⁾	1.067	US\$3,249,015
	電子機器代替の遅延 [-]			0.87 (Washington 2006)	
	疾患の遅延 [-]			0.91 (Washington 2006)	
EU への適用過程	$Deca_{E\&E} / Deca_{All}$	範囲 0.8~0.9 の一様分布 (Lassen et al. 2006)			
	$Deca_{TV} / Deca_{E\&E}$	範囲 0.97~0.98 の一様分布 (Lassen et al. 2006)			
	TV_{WA}	中央値: 26.8 million TV ³⁾ 感度を見るために、10%の範囲をとる一様分布			
	TV_{EU}	中央値: 230 million TV (Simonson 2006) 感度を見るために、10%の範囲をとる一様分布			
	EU における一年あたりのヒト健康影響のコスト換算値				

1) 分布をもつパラメータ。表 2 “VSL” 参照。本表以後、灰色セルは全て分布を持つパラメータである。

2) Washington モデルに倣い Grosse et al.(2002)の定量化指標を中央値とする、範囲 US\$12,700~US\$17,000、形状 3 のワイブル分布を与えた。

3) 世帯当たり TV 保有率は各州同じと仮定し、U.S. Census Bureau (2008)から推定した。

ト”よりも大きいことが示唆された。

また図1より、①DecaBDEによるヒト健康影響は無視できる程度であること(シナリオ 3⇔4)、②住宅火災によるコストが大きな差となる(シナリオ 3,4⇔他)ことが分かる。

表2 本解析で想定した4つのシナリオ

シナリオ	割引率の考慮	ヒト健康影響の考慮	住宅火災コストの考慮
1	なし	あり	なし
2	あり	あり	なし
3	あり	なし	あり
4	あり	あり	あり
5	あり	あり	間接的(保険)

表3 本解析で用いたパラメータ

パラメータ	本解析使用データ	出典
DecaBDEのコスト ¹⁾	最小値 US\$0/TV, 最大値 US\$3.30/TV, 最尤値 US\$3.30/TV の三角分布 [US\$2.00/TV, US\$3.30/TV]	Simonson <i>et al.</i> (2006), 富士経済(2005), Stevens <i>et al.</i> (1999), Pure Strategies (2005)
確率的生命価値 (VSL)	平均値 US\$ ₂₀₀₅ 5.2 million, 標準偏差 US\$ ₂₀₀₅ 3.52 million, 形状3のワイブル分布	U.S. EPA (1999)を年値換算
DecaBDEによるヒト健康損失コスト	表1 参照	—
火災負傷者治療の平均的コスト	中央値: US\$180,000, 90%tile: US\$225,000 の正規分布	Simonson <i>et al.</i> (2006), RPA (2002)を基に推定
割引率 (Discount rate)	3%~10%が分布の95%範囲に含まれる対数正規分布	総務省(2007)
TVの寿命	10 [年]	様々な研究が9.6~13年で報告されているため、10年は妥当と判断
犠牲者の回避数	160 [人/年]	Simonson <i>et al.</i> (2006)
負傷者の回避数	2,000 [人/年]	Simonson <i>et al.</i> (2006)
回避された住宅火事	11 [件/million TV/年]	Simonson <i>et al.</i> (2000)
住宅一棟あたりの平均値段	中央値: US\$ 180,000 ; 感度を見るために、10%の範囲をもつ一様分布	Simonson <i>et al.</i> (2006)
回避されたTV火災	107 [件/million TV/年]	Simonson <i>et al.</i> (2000)
火事1件あたりの平均コスト	中央値: US\$ 7,500 ; 感度を見るために、10%の範囲をもつ一様分布	Simonson <i>et al.</i> (2006)

¹⁾ 平均的なTVは27.5インチCRT-TV、筐体をフロントパネル3.5kg、バックパネル1.95kg、計5.45kgと想定し、DecaBDEは12%の添加でUL V-0相当の難燃性が付与されると仮定した。

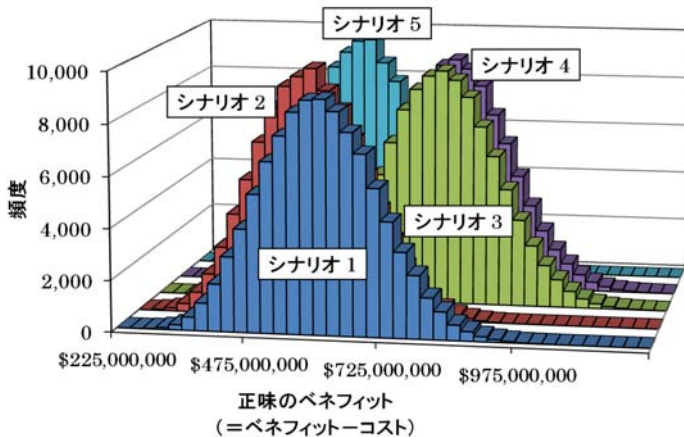


図1 一年あたりに得られる正味のベネフィット

3.6 VSLの検討

図1中シナリオ4の感度解析を行った(図2)。この図より、VSLが結果に大きな影響を与えていると判断できるため、分布形を再度検討し、結果にフィードバックさせる。表4に各国の公式VSLをまとめた。

本解析はEUにおけるCBAである。そこで表4からEU加盟国の公式VSLを抜き出すと、平均値US\$1.77 million, 標準偏差US\$0.38 millionが得られた。各国の公式VSLが正規分布の広がりを持っていると仮定し、再度シミュレーションを行った。その結果、VSLの感度は明らかに低下し(48%減)他のパラメータの感度が上昇した。また、分布はシャープになり中央値は低ベネフィット側へシフトしたが、

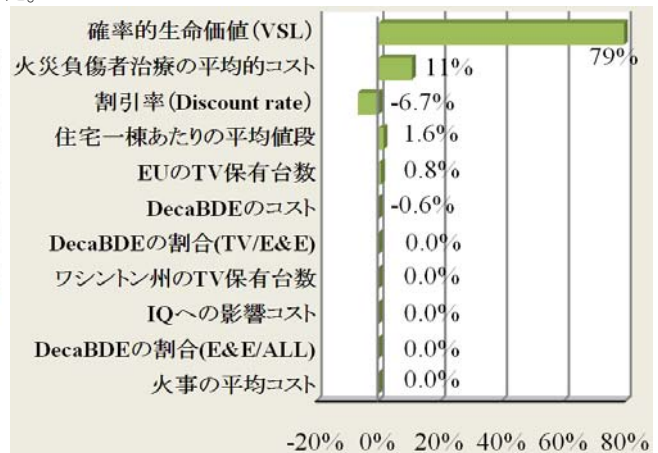


図2 シナリオ4の感度解析

正味のベネフィットは負の値をとることはなかった。

4. リスクトレードオフ解析

4.1 評価概要

1990年代初頭にEUで実際に行われた、HIPS + DecaBDEから、難燃性V-0が維持可能な組み合わせへの代替を評価する。同等の難燃性であれば、防火によるベネフィットは同じである。そのため①代替先難燃樹脂のコスト、②代替に伴う物理的コスト、③ヒト健康影響の考慮がポイントとなる。

4.2 代替先難燃樹脂のコスト

難燃剤のコストに関する情報は数少ない。その中で Pure Strategies (2005), Lassen *et al.*(2006)のデータを用いて各難燃樹脂の TV 筐体コストを推算した。表 5 に示す最大・最小値を持つ一様分布を仮定し、解析モデルに導入した。

4.3 代替に伴う物理的コスト

表 5 評価対象組み合わせとコスト範囲

難燃樹脂	最小値 (US\$/TV)	最大値 (US\$/TV)
HIPS + DecaBDE	10.46	11.77
ABS + TBBPA	12.59	16.19
PC/ABS + Non-BFR	16.19	19.78
PC + Non-BFR	19.95	23.65
HIPS/PPO + Non-BFR	22.45	23.76
HIPS only	6.81	8.83

リスクトレードオフを考える上で、難燃樹脂のコスト差だけでは代替に伴うコストを評価できない。PRA (2002)は ABS + OctaBDE からの代替コストを評価しており、それに倣って代替を評価した(表 6)。

ドイツのランキング調査雑誌 Stiftung Warentest によると、ハロゲン系難燃剤を筐体に用いている TV は 1993/1994 年で 60~70%だったが、1996/1997 年には 10%に減少したという。中小企業もこの変化を受けて同等の割合が代替を進めたと仮定すると、この時期に実に 85%の企業が代替を行ったと考えられる。

4.3 ヒト健康影響のコスト

ワーストケースを想定するため、HIPS + DecaBDE の組み合わせのみにヒト健康影響を考慮した。

4.4 解析結果

表 5 中、4つの代替物質と DecaBDE の分布は、VSL 分布再試行後のシナリオ 4 を基にして作成した。

代替評価対象とした難燃樹脂 4 組すべての中央値が HIPS + DecaBDE の中央値よりも左側へシフトしていることから、ヒト健康影響を考慮したとしても代替によって得られるベネフィットは小さくなることが示唆された(図 3)。感度解析を行ったが表 6 のパラメータはどれも感度 1%未満であった。

表 4 欧米各国の公式 VSL の一覧

国	各国の VSL	VSL(2005 年値換算)	出典
米国	US\$ ₂₀₀₀ 5.50 million	US\$5.87 million	U.S. EPA (2008)
	US\$ ₂₀₀₁ 3.00 million	US\$5.91 million	U.S. DOT (2002)
英国	£ ₁₉₉₇ 1.00~1.60 million	US\$1.60~2.56 million	Carthy (1999)
	£ ₁₉₉₈ 1.05 million	US\$1.94 million	Chilton <i>et al.</i> (2002)
カナダ	CAN\$ ₁₉₉₁ 1.50million	US\$2.29 million	EEB (1994)
スウェーデン	SEK ₁₉₉₇ 14.3 million	US\$1.56 million	Vägverket (1997)
フィンランド	FIM ₁₉₉₉ 11.26 million	US\$1.98 million	Tervonen (1999)
ドイツ	¥ ₂₀₀₄ 177 million	US\$1.20 million	内閣府(2007)を参考
オランダ	¥ ₂₀₀₄ 296 million	US\$2.02 million	内閣府(2007)を参考

表 6 PRA (2002)が用いたパラメータの応用

代替評価に必要なパラメータ	数値	代替に必要なアクション	コスト (US\$/SME)
ABS のモジュール数 (工程)	15~20 ¹⁾	1 機あたり金型代替	80~160,000 (中央値 120,000) ³⁾
欧州の中小難燃樹脂製造業者数	156 ²⁾	操業停止による損失	73,000
操業停止時間	0.05 year	調査・検討費用	40,000

¹⁾ 本解析は HIPS + DecaBDE 専用の金型を所有している中小企業を評価対象とし、HIPS も ABS と同様の工程数を必要とすると仮定した。よって、このパラメータには 15~20 の一様分布を当てはめた。ちなみに、HIPS と流動性がよく似ている HIPS/PPO は金型の代替を考慮しない。

²⁾ 雇員人数 50 人以上の大企業は既に数種類の金型を持っており、代替による操業停止は必要ないものとした。また EU における評価対象中小製造業者数は 156 社とし、感度を見るために 10%の範囲をもつ一様分布を当てはめた。これは、“EU 各国で E&E 製品に用いられるプラスチックの消費量(APME 2001), もしくは TV 筐体に使用される BFRs 消費量(Stevens 1999)”と“難燃樹脂製造業者数”には比例関係があると仮定し、英国の業者数を基にして導いた値である。また、中小企業の年間収入は US\$0.59 million(PRA 2002)とした。

³⁾ 日本の E&E メーカーへのヒアリングにより、金型 1 機で数十万~百万円との情報を得た。そこで、最小値 US\$0, 最大値 US\$160,000, 最尤値 US\$10,000 の三角分布 [US\$80,US\$120,000]を当てはめた。

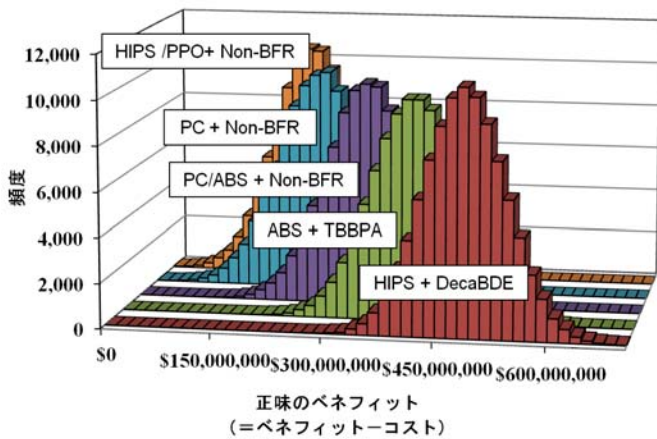


図3 リスクトレードオフ解析の結果

4. 結論

DecaBDE には環境リスクと火災リスクのトレードオフ関係があるとされてきた。しかし、今回の我々の解析では、DecaBDE を用いることにより得ていたベネフィットはリスクよりも明らかに大きかったことが示唆された。また 1990 年代初めに欧州で行われた DecaBDE の代替は、コストを増大させただけであったことが示唆された。

最後に、本解析を日本に適用するには日本の製品火災情報を詳細に検討する必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたって、岸本充生氏(産業総合研究所 安全科学研究部門)、徳勢正昭氏に多大なご協力をいただきました。この場をお借りして、深く感謝を申し上げます。

参考文献

総務省(2007), 規制の政策評価に関する研究会 最終報告, 行政評価局制作評価官室
 富士経済東京マーケティング本部(2005), 2005 年 樹脂添加剤・コンパウンドのアジア市場の現状と将来展望(上巻)(樹脂添加剤編), 富士経済
 内閣府(2007), 交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査研究
 中西準子ら(2008), 詳細リスク評価書シリーズ 23 デカブROMジフェニルエーテル, 丸善
 横山泰一(2007), 化学・生物総合管理の再教育講座「化学生物総合管理学事例研究 1 臭素系難燃剤」, お茶の水女子大学, 2007 年 7 月 7 日
 APME (2001), *Plastics - A Material of Innovation for the Electrical and Electronic Industry*, Association of Plastics Manufacturers in Europe, Brussels
 Broemme, A. (2002), *European fire fighters introducing higher -consumer fire safety in the homes-*, 難燃プラスチックセミナー2002, 日本難燃剤協会・BSEF-Japan

Carthy, T. (1999), *On the Contingent Valuation of Safety and the Safety of Contingent Valuation: Part 2 - The CV /SG Chained Approach*, Journal of Risk and Uncertainty, 17 (3), 187-213
 Chilton, S. et al. (2002), *Public Perceptions of Risk and Preference-Based Values of Safety*, Journal of Risk and Uncertainty, 25 (3), .211-232
 ECB (2002), *European Union Risk Assessment Report: Bis(pentabromophenyl ether)*. 1st Priority List, Volume 17. European Commission Joint Research Centre
 EEB (1994), *Guide to Benefit-Cost Analysis in Transport Canada*, Economic Evaluation Branch, Transport Canada
 Grosse, S.D. et al. (2002), *Economic gains resulting from the reduction in children's exposure to lead in the United States*, Environ Health Perspect, 110 (6), 563-569
 Lassen, C. et al. (2006), *Deca-BDE and Alternatives in Electrical and Electronic Equipment*, DanishEPA
 Pure Strategies, Inc. (2005), *Decabromodiphenylether: An Investigation of Non-Halogen Substitutes in Electronic Enclosure and Textile Applications*, University of Massachusetts Lowell
 RPA (2002), *Risk reduction strategy and analysis of advantages and drawbacks for Octabromodiphenyl ether*, Final report
 Simonson, M. et al. (2000), *Fire-LCA model: TV case study*, SP Report 2000:13
 Simonson, M. et al. (2006), *Cost Benefit Analysis Model for Fire Safety Methodology and TV (DecaBDE) Case Study*, SP Report 2006:28
 Stevens, G.C. et al. (1999), *Risks and benefits in the use of flame retardants in consumer products*, DTI Report
 Stiftung Warentest, 4 (1993) p. 23; 11 (1993) p.29; 5 (1994) p.35; 11 (1994) p.39; 5 (1995) p.24; 11 (1995) p.30; 5 (1996) p.28; 11 (1996) p. 30; 5 (1997) p.47; 11 (1997) p.28
 Tervonen, J. (1999), *Accident costing using value transfers -New unit costs for personal injuries in Finland-*, VTT Publications
 U.S. Census Bureau (2008), *Statistical Abstract of the United States*
 U.S. DOT (2002), *Revised Departmental Guidance: Treatment of Value of Life and Injuries in Preparing Economic Evaluations*
 U.S. EPA (1999), *The benefits and costs of the clean air act 1990 to 2010*, EPA Report Congress
 U.S. EPA (2008), *Regulatory Impact Analysis: Control of Emissions of Air Pollution from Locomotive Engines and Marine Compression Ignition Engines Less than 30 Liters Per Cylinder*, Final rule
 Vägverket (1997), *Vägverkets samhällsekonomiska kalkylmodell Ekonomisk teori och värderingar*, Publikation 1997:130, 40-41
 Washington State Departments of Ecology and Health (2006), *Polybrominated Diphenyl Ether (PBDE) Chemical Action Plan: Final Plan*