

家庭用製品の製品事故と化学物質リスクの トレードオフに関するアンケート調査

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
恒見清孝

研究の目的

- 製品事故と化学物質リスクのトレードオフ評価を検討するため、家庭内使用製品を対象とした調査を実施する。
- 製品の安全目標設定に資するように、多様な影響を定量・定性的に評価し、社会受容性も含めた枠組みを構築する。
- 家電製品のプラスチック部材に使用される難燃剤の代替事例をもとに、以下について検討を行う。

(1) 多様な影響の定性的評価

- ✓ **健康、環境、安全、経済**の4項目を代表的な項目として、難燃剤代替を例に、定性・定量的な簡易評価を行う。

(2) 社会受容性調査

- ✓ 多様な評価基準における**合理的な意思決定を支援する手法**を検討する。
- ✓ **主観的評価法(AHP; Analytic Hierarchy Process)**を活用して、社会的な価値観にもとづく多様なリスク項目間の重みづけを**アンケート調査**を通して行う。

1. 多様な影響の定性・定量的評価

多様な影響の定性・定量的評価(健康)

健康	臭素系難燃剤	有機リン系難燃剤	無機系難燃剤 (赤リン)	難燃剤なし
動物 試験 ¹⁾	ラット経口LD ₅₀ : decaBDE >2,000 mg/kg TBBAと化合物 >2,000-5,000 mg/kg 臭素化ポリスチレン >2,000mg/kg	ラット経口LD ₅₀ : 芳香族リン酸エステル類 TPP 1,320 mg/kg TCP 2,000 mg/kg TBP >2,000 mg/kg 芳香族縮合リン酸エステル類 BDP >2,000 mg/kg 含ハロゲンリン酸エステル類 550-4,200 mg/kg	ラット経口LD ₅₀ : 赤リン >20,000 mg/kg	—
規制	decaBDE含む PBDEsはRoHS指 令対象物質			

1) 日本難燃剤協会、難燃剤データ集から引用
<http://www.frcj.jp/2015/data/>

多様な影響の定性・定量的評価(環境)

環境	臭素系難燃剤	有機リン系難燃剤	無機系難燃剤 (赤リン)	難燃剤なし
定性情報	一部難分解、低濃縮	良分解、低濃縮	分解生成物による影響を考慮しても環境影響はない	—
蓄積性 ¹⁾	オクタール-水分配係数 (logK _{ow}) decaBDE 12.1 TBBA 7.2 TBP 4.1	オクタール-水分配係数 (logK _{ow}) TPP 4.6 TCP 5.1 RDP 7.4		
規制	decaBDEはPOPs指定候補物質(残留性、生物蓄積性、長距離移動性、毒性)			

¹⁾東海ら(2008)詳細リスク評価書 デカブロモジフェニルルーテル などから引用

多様な影響の定性・定量的評価(安全)

安全	臭素系難燃剤	有機リン系難燃剤	無機系難燃剤	難燃剤なし
安全	製品の事故事例 不明	製品の事故事例 不明	製品の事故事例 赤リンで数例特定¹⁾ されている	製品の事故事例 海外では多数あり
難燃効果	優れた難燃効果	難燃効果が臭素系よりやや劣る 加水分解の可能性があり、耐水性が心配	無機系は一般的に難燃効果は低い。 赤リンは難燃効果があるが、耐水性が心配。	
燃焼性	UL94規格 PS+臭素系 V-0	UL94規格 PC/ABS+有機リン系 V-0	UL94規格 PS+臭素系 V-0	

¹⁾NITE、プラスチックの難燃化手法と難燃剤によるトラブル事例について
<http://www.nite.go.jp/data/000055750.pdf>

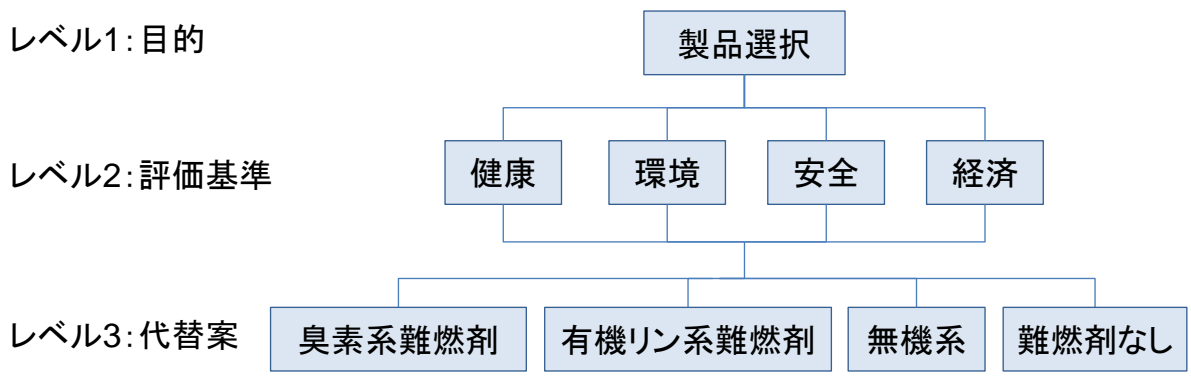
多様な影響の定性・定量的評価(経済)

経済	臭素系難燃剤	有機リン系難燃剤	無機系難燃剤	難燃剤なし
価格	比較的安い	臭素系より高め	臭素系よりも安い	—
保険				海外では難燃剤を使用しない分、火災保険が重要。

2. 社会受容性調査

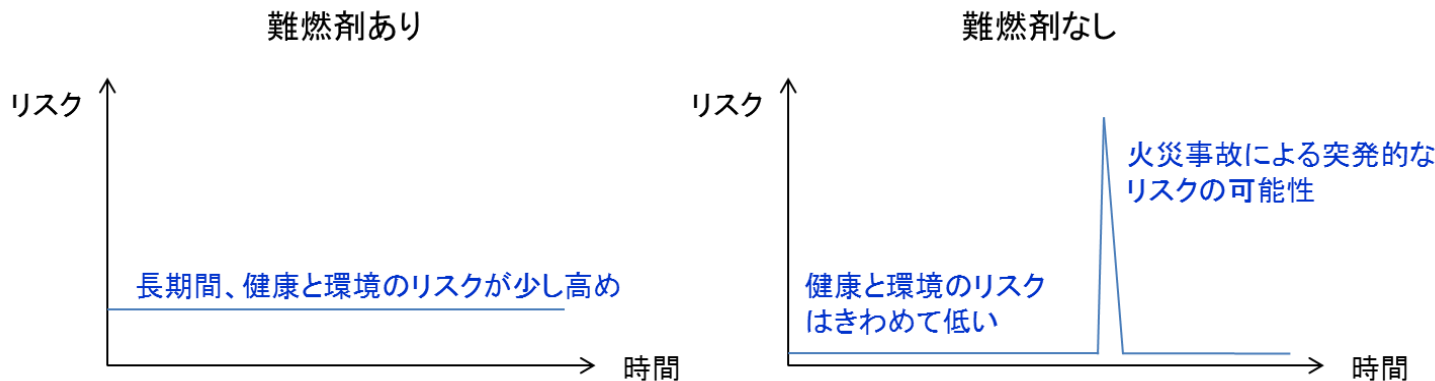
社会受容性調査の目的

- 1の定性的なデータにもとづいて、**主観的評価法 (AHP; Analytic Hierarchy Process)** による**アンケート調査**を行う。



- 特に、「健康」「環境」の**長期間のリスク**と、「安全」「経済」の**短期間のリスク**に着目して、**比較評価**を行う。

安井(2015)化学物質のためのリスクガバナンスの図を改変した



- ウェブアンケートによる調査(2017年1月)を行った。

難燃剤の解説(概要)

- 電気製品には下図のようにプラスチックが多く使用されている。
- プラスチックには燃えやすいため、「難燃剤」を加えることによって、プラスチックを燃えにくくしている。
- 一方で、難燃剤はその毒性による人間への健康影響や、動植物の体内に蓄積しやすいなどの問題がある。
- 難燃剤は「火災を防止する」メリットがある一方で、「人間や動植物への影響」というデメリットがある。

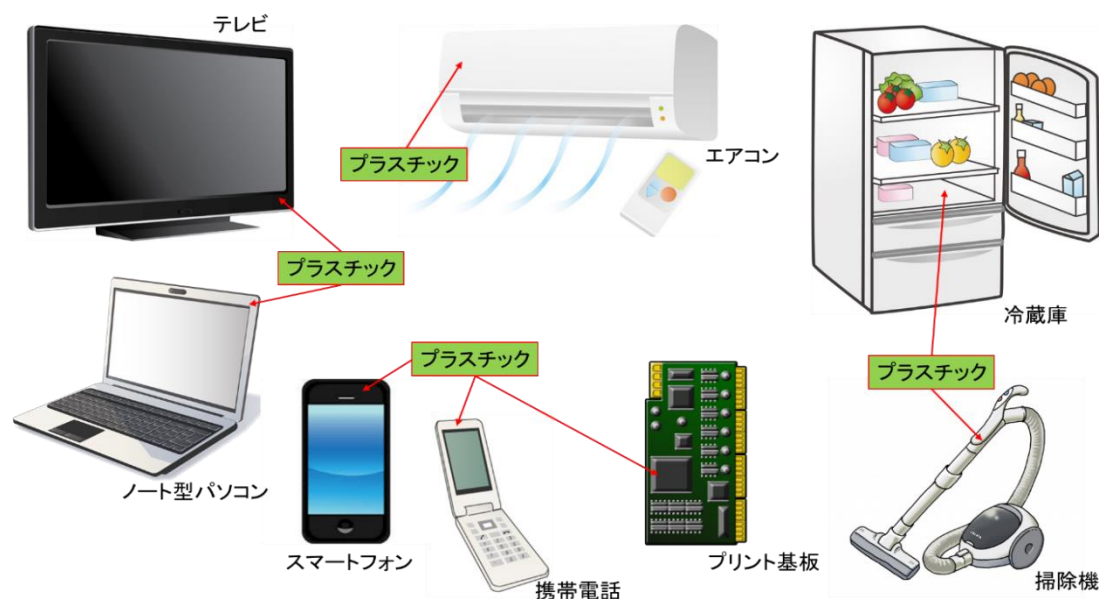


図 電気製品には多くのプラスチックが使用されている

社会受容性調査の内容

- Q1-3: 難燃剤の知識
 - Q4-9: 健康、環境、安全、経済の重みづけ(下図の例)
 - Q10-13: 製品選択
 - Q14-15: リスク嗜好
 - Q16-20: 個人属性
 - Q21: 電気製品の所有状況
- } ⇒ AHPによる解析

▼ 以下の枠内の説明をご覧ください。 ▼

健康: 難燃剤が人間の体内に入ると、健康リスクが高まる恐れがあります。
 難燃剤を使用しない場合は、健康リスクはありません。
安全: 難燃剤を使用しない場合は、電気製品の火災事故の可能性が高くなり、火傷や死亡につながるおそれがあります。

Q4 あなたはテレビやパソコンなどの電気製品を購入しようと考えています。
 ここでは、製品を選択する上で、**健康**、**安全**の2つの項目を比較して、
 どの製品を購入するかを決めようと思います。
 それぞれの項目を比較するとき、あなたはどちらをどの程度重要だと考えますか？
 当てはまると思うところにチェックを入れてお答えください。
【必須入力】

	左の項目が				右の項目が			
	1 とても重要	2 重要	3 少し重要	4 同じ	5 少し重要	6 重要	7 とても重要	
健康	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	安全

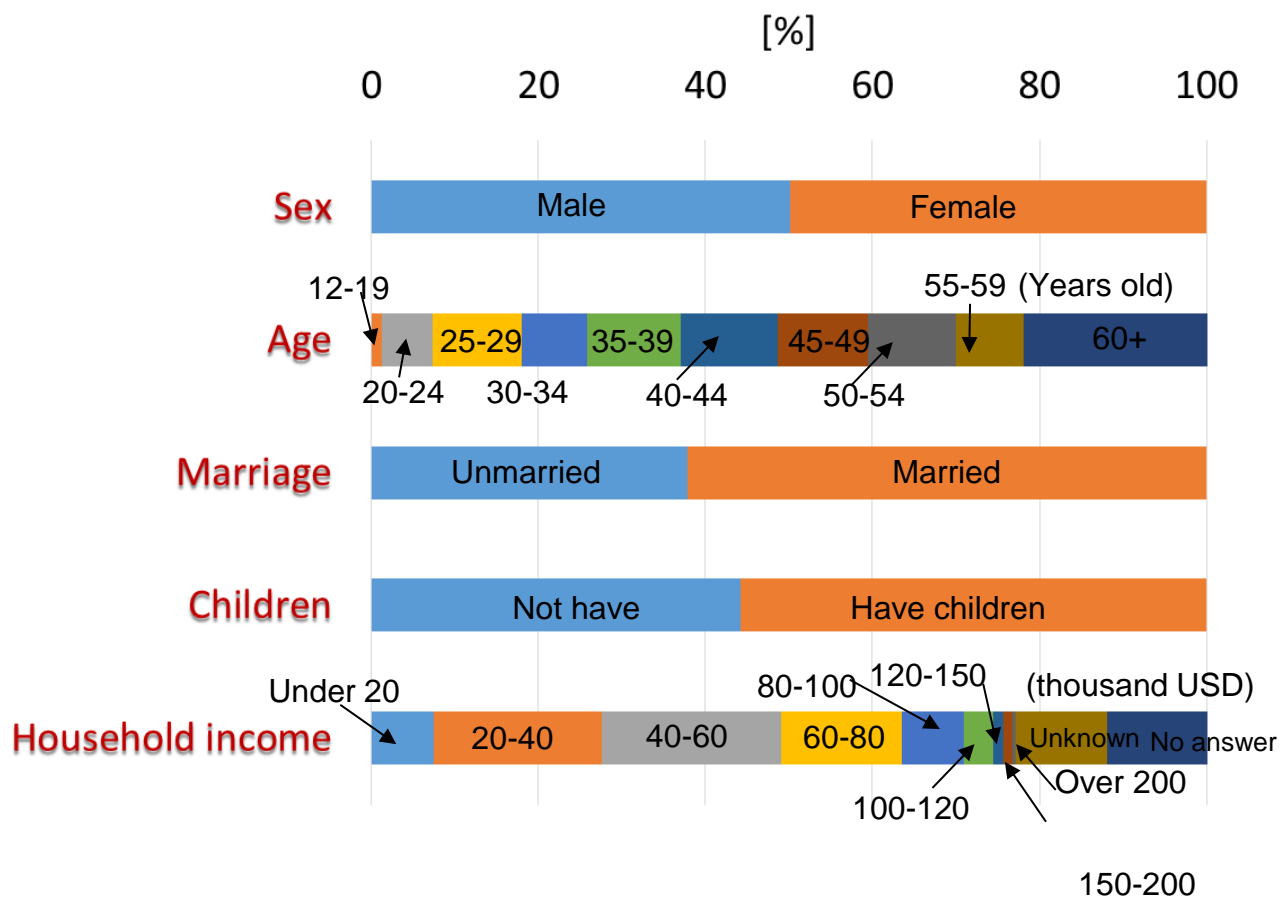
3. 社会受容性調査結果

基本統計量

回答数: N=1087

AHPの有効回答数: N=1011

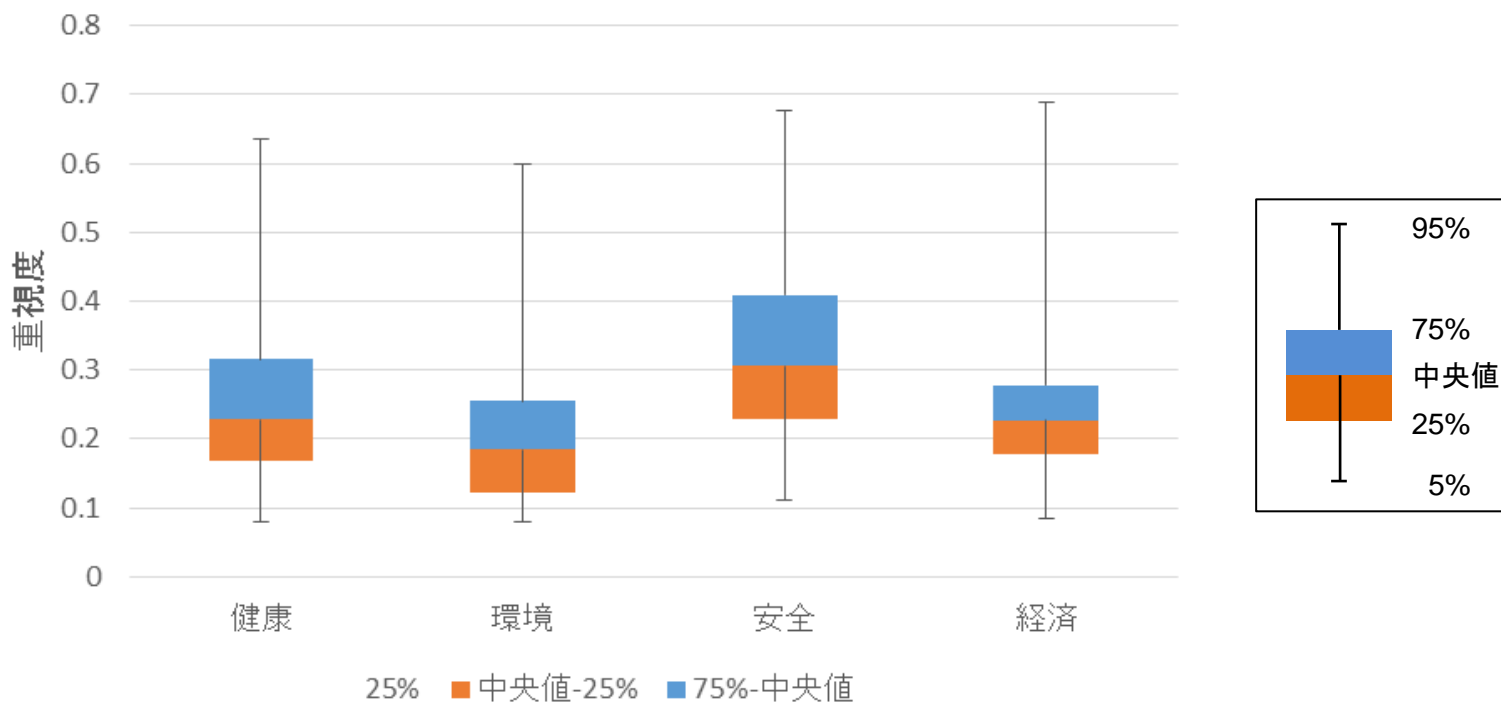
(重みづけ回答をすべて「中間」とした被験者回答を除いた)



健康、環境、安全、経済の重みづけ

➤ 重みづけ順: 安全 > 経済 = 健康 > 環境

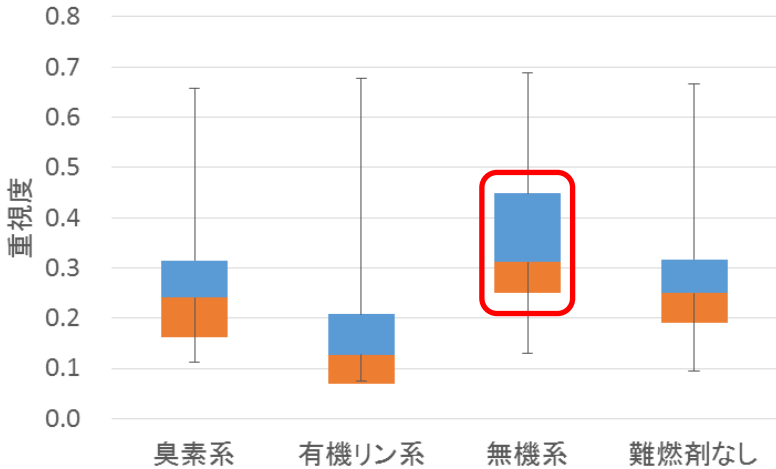
✓ 突発的なリスク(安全)を重要視している一方、定常的なリスク(特に環境)はあまり重要視されなかった。



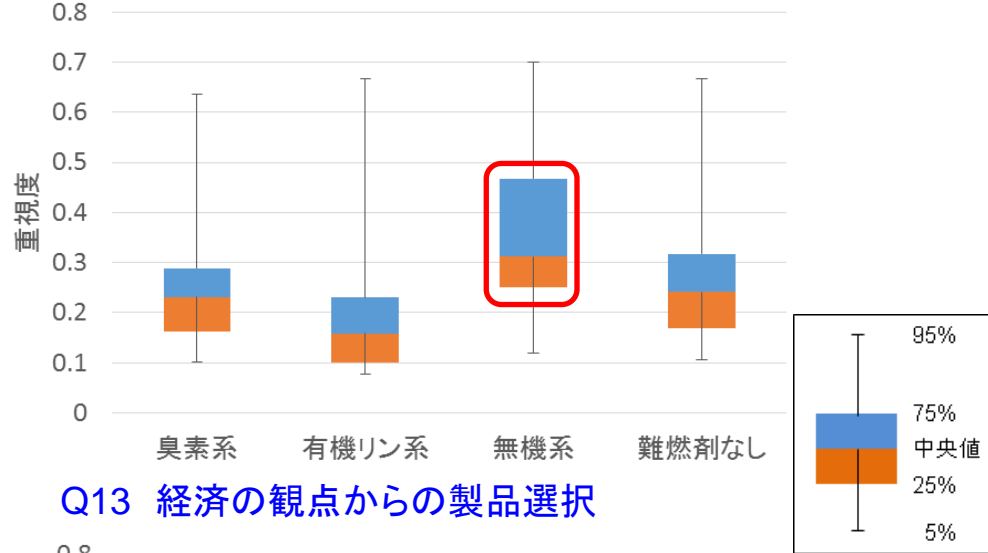
製品選択

- ✓ 健康、環境の観点から無機系の重視度が高くなり、安全の観点から無機系の重視度が下がり、有機リン系の重視度が上がっている。
- ✓ 「難燃剤なし」はほとんど変化なし。⇒各観点による重視度の変化を期待していた……

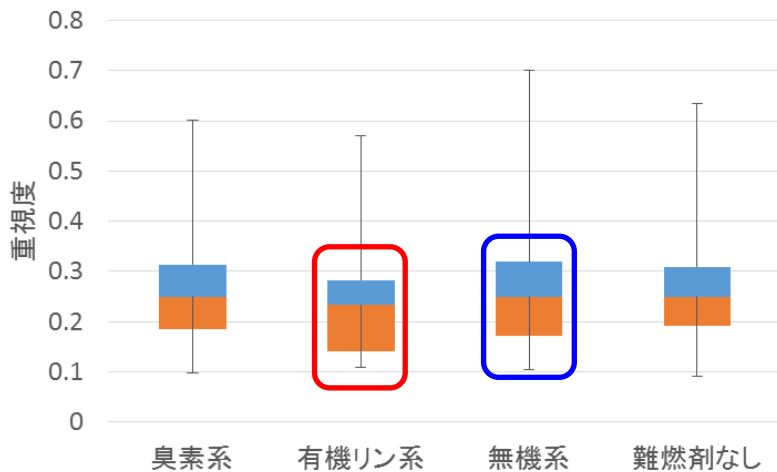
Q10 健康の観点からの製品選択



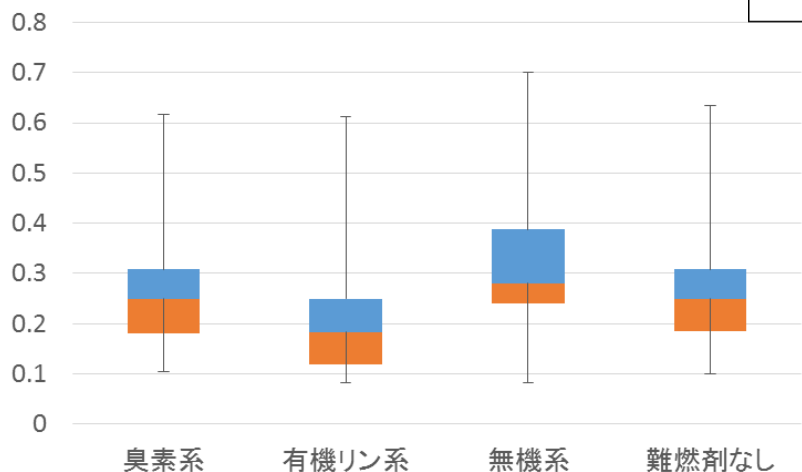
Q11 環境の観点からの製品選択



Q12 安全の観点からの製品選択



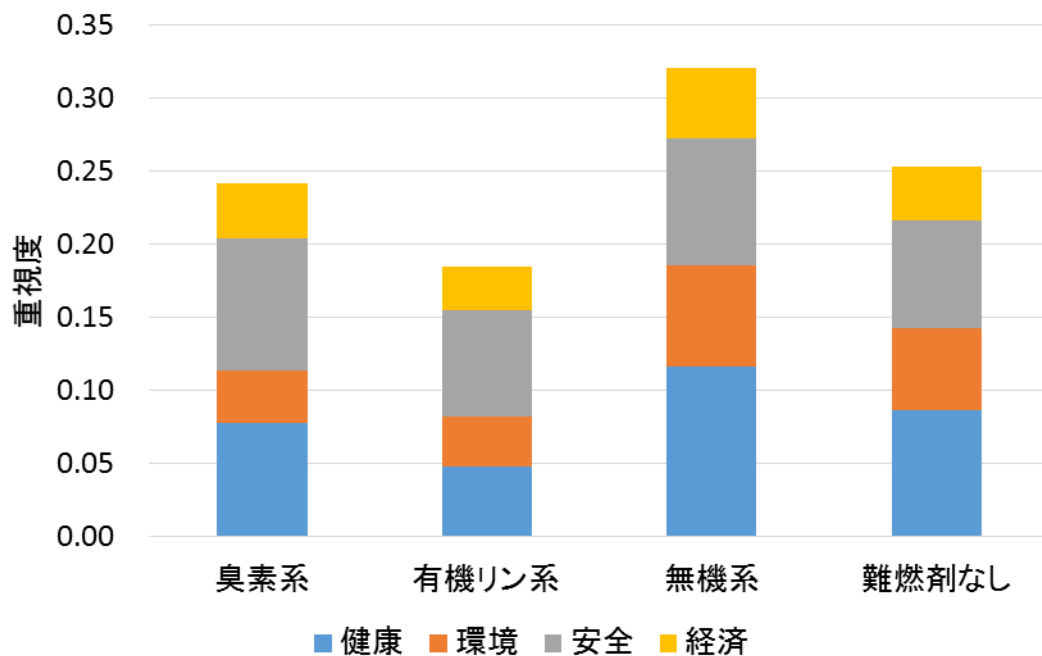
Q13 経済の観点からの製品選択



製品選択

➤ 重みづけ順：無機系 > 難燃剤なし > 臭素系 > 有機リン系

- ✓ 健康、環境の観点から無機系の重視度が高い。ただし、無機系が火災事故を起こしているのに、安全の観点でも臭素系に近い重視度を獲得しているのは矛盾。
- ✓ 神経毒性への影響が原因で、有機リン系の重視度が低い。
- ✓ 難燃剤なしの安全重視度もそれほど低くない。難燃剤を使用しないときの火災影響のイメージがあまり無かったかもしれない。



難燃剤への知識

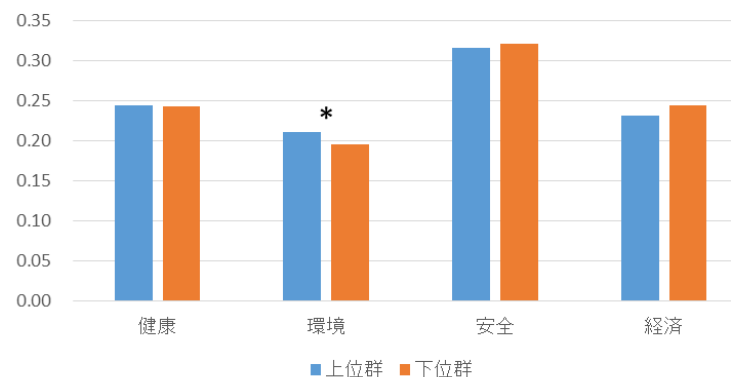
- 電気製品の発火可能性や発火事故・・・知っている
- 電気製品中のプラスチックの燃えやすい可能性・・・良く知っている
- 難燃剤の効果や有害性・・・あまり知らない
- エコマークやRoHS指令での難燃剤規制・・・ほとんど知らない

知識

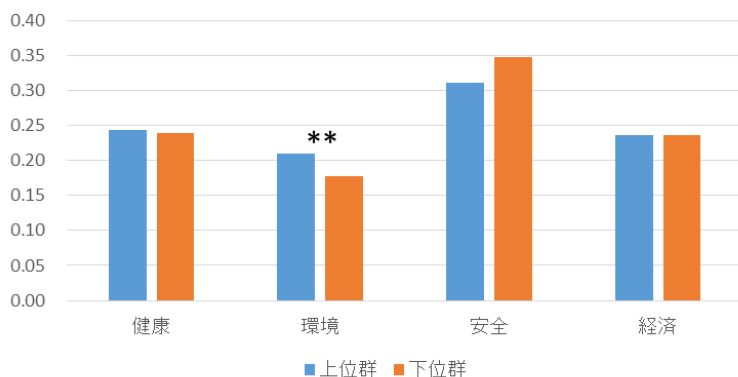
Q1-3の回答を得点化して、安全、環境、健康で上位群と下位群に分類し、母平均の差のt検定を実施した。

- 安全、環境、健康の知識上位群で、それぞれ環境を重視

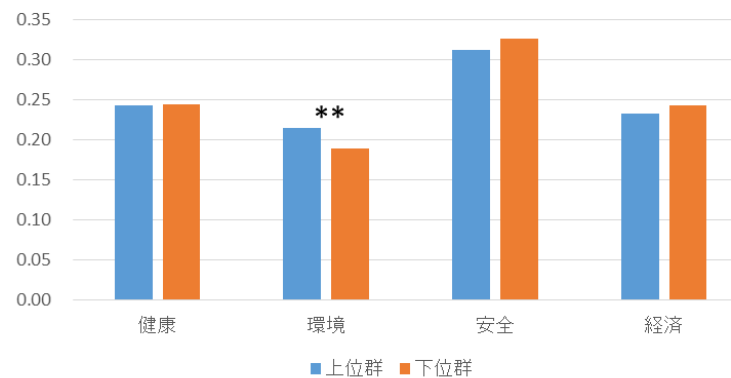
安全得点



健康得点



環境得点

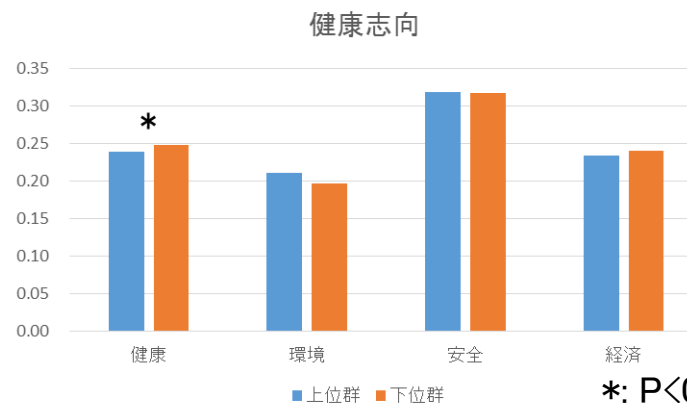
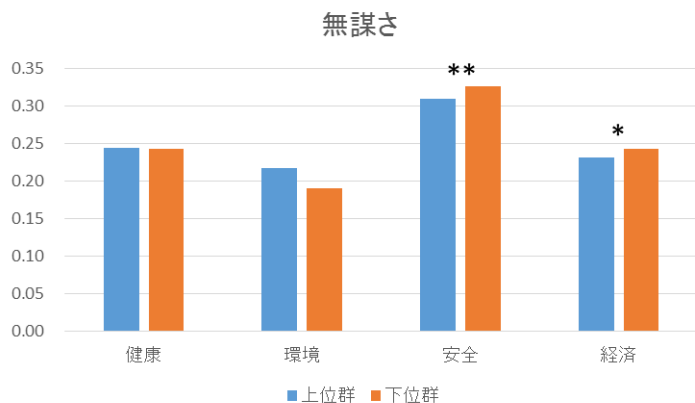
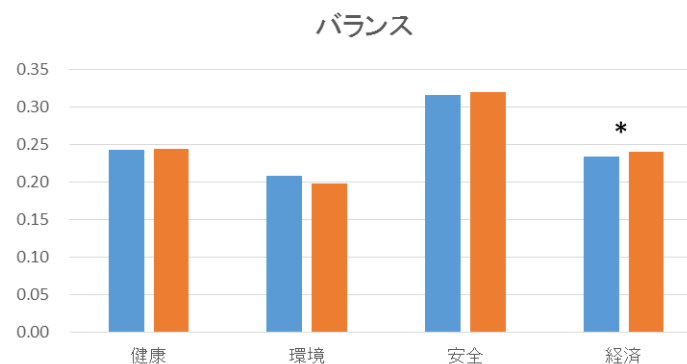
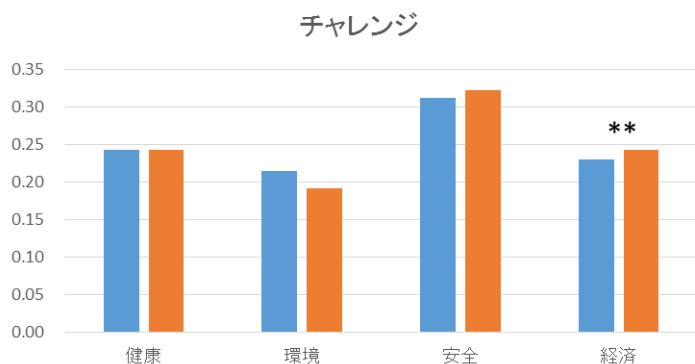


*: P<0.05, **: P<0.01

リスク嗜好

Q14-15の回答の回答を得点化して、安全、環境、健康で上位群と下位群に分類し、母平均の差のt検定を実施した。

- チャレンジング、バランス、無謀さが高い人で、経済を軽視
- 無謀さが高い人で、安全を軽視
- 健康志向の低い人で、健康重視(??)

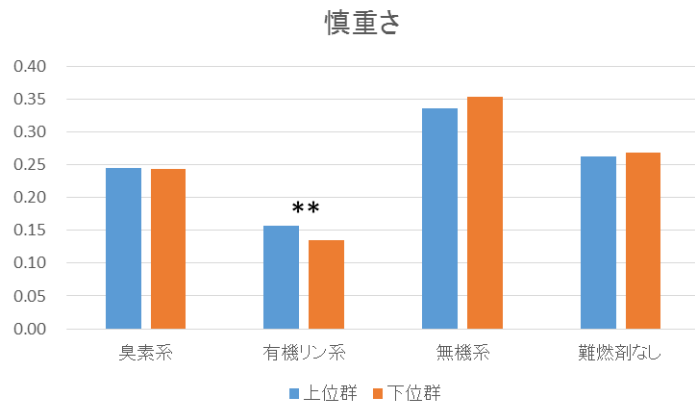


*: P<0.05, **: P<0.01

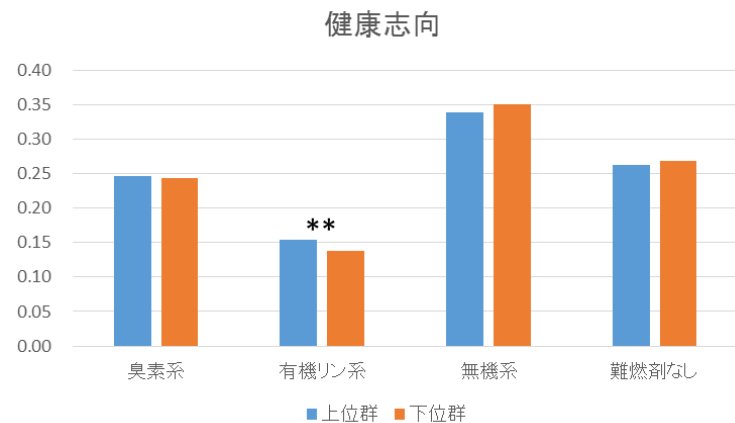
リスク嗜好(つづき)

- 慎重or健康志向の人で、健康の観点から有機リン系難燃剤を回避
- 無謀さが高い人で、環境・経済の観点から無機系難燃剤を回避

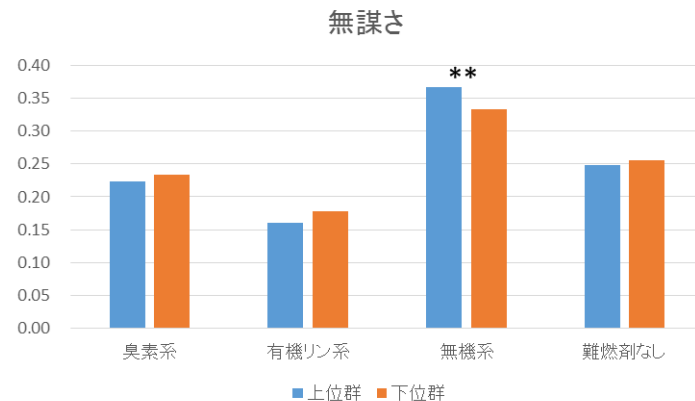
Q10 健康の観点から難燃剤選定



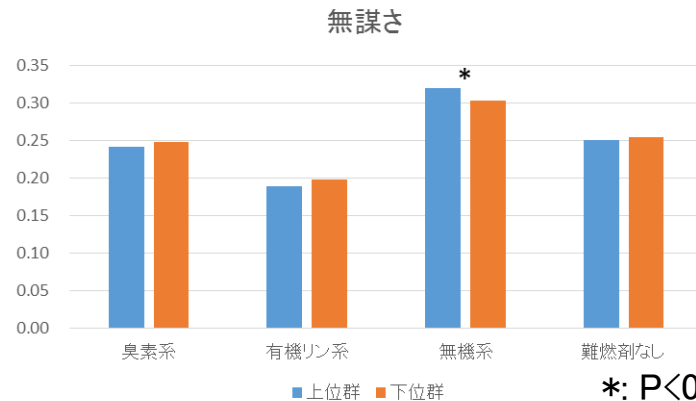
Q10 同左



Q11 環境の観点から難燃剤選定



Q13 経済の観点から難燃剤選定



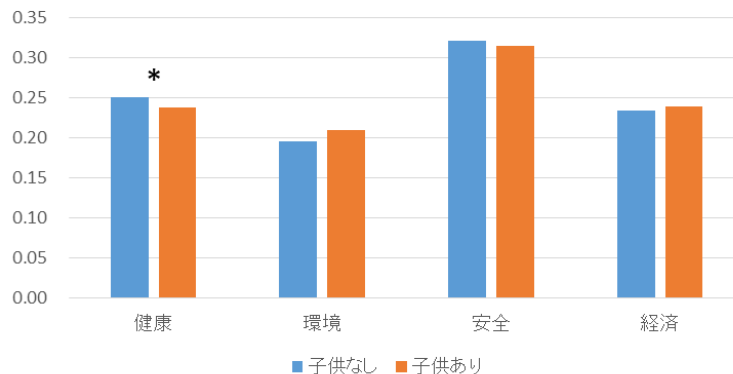
*: P<0.05, **: P<0.01

個人属性

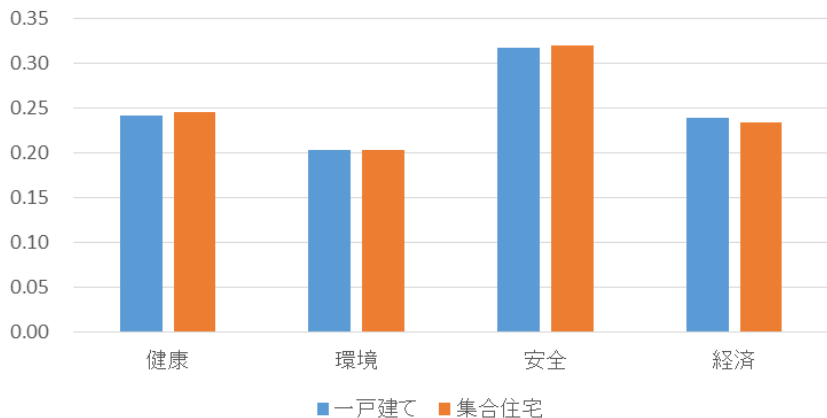
Q16-20の回答で、安全、環境、健康、経済に関する母平均の差のt検定を実施した。

- 子供ありで健康重視。
- 持ち家ありで安全重視。

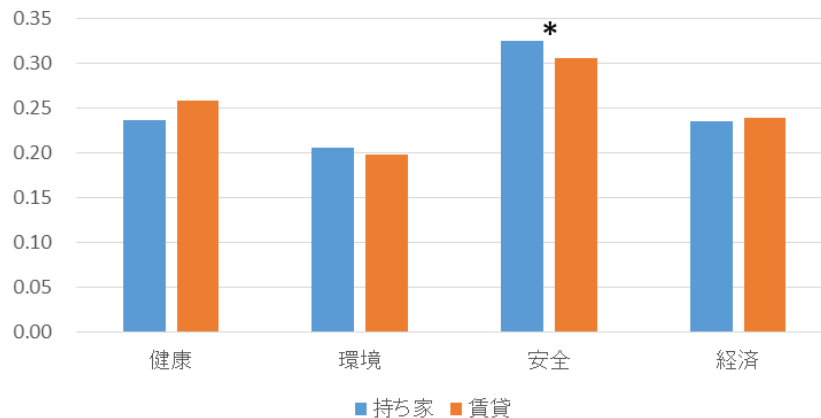
子供の有無



一戸建てvs集合



持ち家vs賃貸



*: P<0.05, **: P<0.01

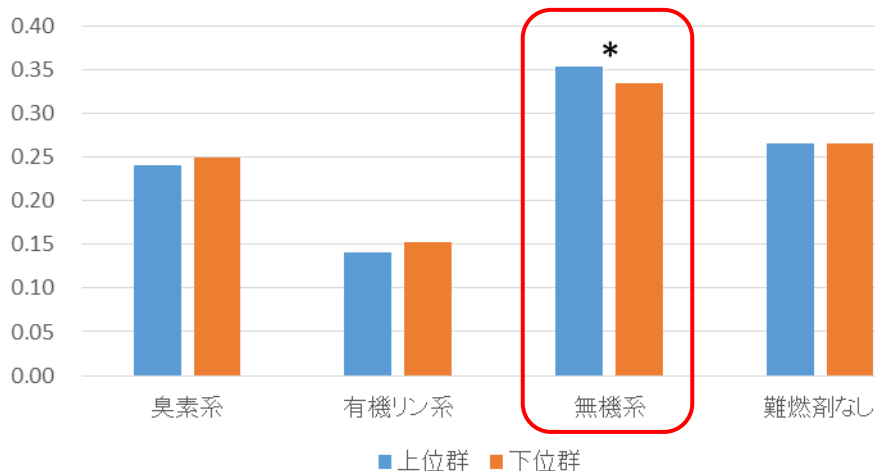
電気製品所有状況

Q21の回答を、個人購入の回答数、あるいは3区分(個人購入、家族購入、所有せず)で得点化して、安全、環境、健康で上位群と下位群に分類し、母平均の差のt検定を実施した。

- 健康、環境、安全、経済の4項目の重みづけにはあまり関連なし。
- 自分で製品選択する人は、健康面で無機系を選択
- 自分で製品選択する人は、安全面で有機リン系を選択

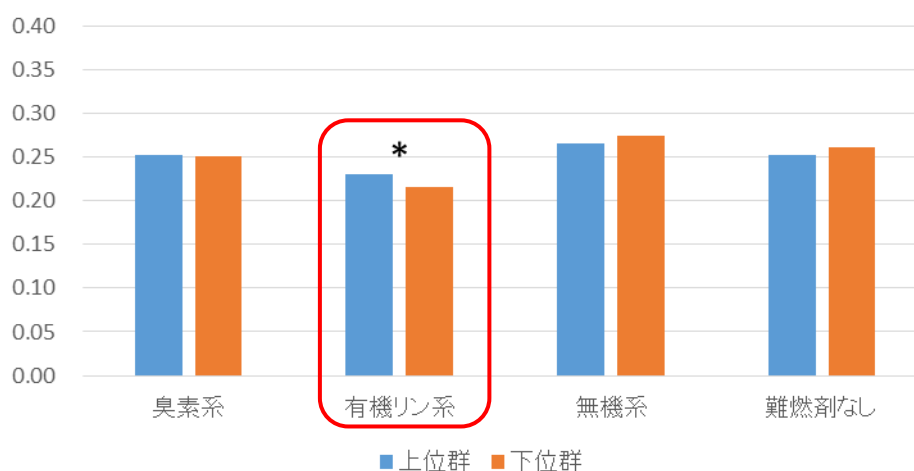
Q10 健康の観点から難燃剤選定

Q10 家電保持得点



Q11 安全の観点から難燃剤選定

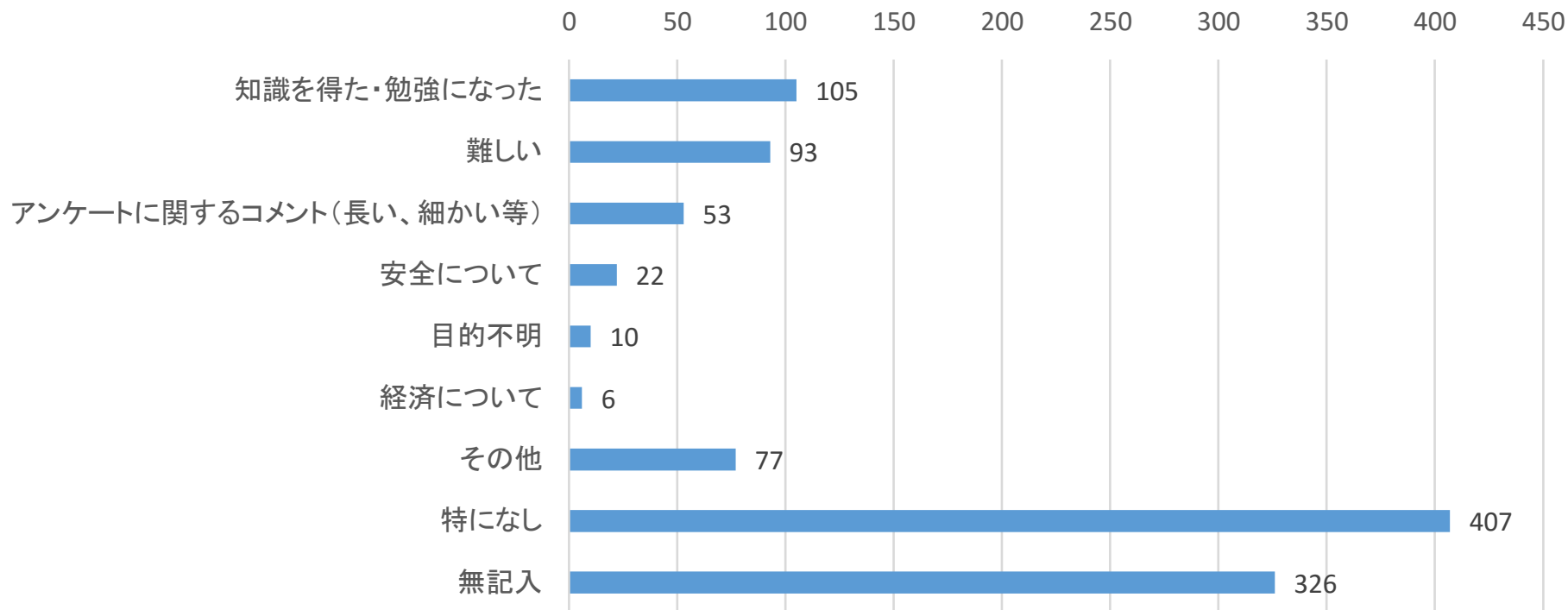
Q12 家電保持合計点



*: P<0.05, **: P<0.01

自由回答

- 難燃剤について知らない人が多く、勉強になったとの回答が多かった。
- 評価基準の対比較、代替案選択を行うのが難しいという回答が次に多かった。



まとめ

- 定常リスクよりも**突発的なリスクを重視**している結果となった。
- **安全の重視度が高く**、環境の重視度は低い。
- 安全重視は広い層、環境重視は**高知識**の傾向。
- 個人の**リスク嗜好性による受容性の変化**を一部把握できた。将来の**個人リスク選択社会**に向けた議論が期待できる。

問題点

- 一般になじみの無い難燃剤について、**文章だけでは理解困難**だった懸念。
- 「難燃剤なし」でとくに差異がでなかった。AHPは**一対比較**が基本であるが、被験者は**結果の全体像を想定**して回答していた懸念。
- 評価基準や代替案がそれぞれ4つなど、**AHPの構造が複雑**すぎて、被験者にとっては**選択が難しかった**懸念。