

BSEFJapan第7回有識者講演会  
2015年4月16日(木) TRUST CITY CONFERENCE

# 難燃剤の火災リスクと化学物質リスク

国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
安全科学研究部門 研究グループ長  
恒見清孝

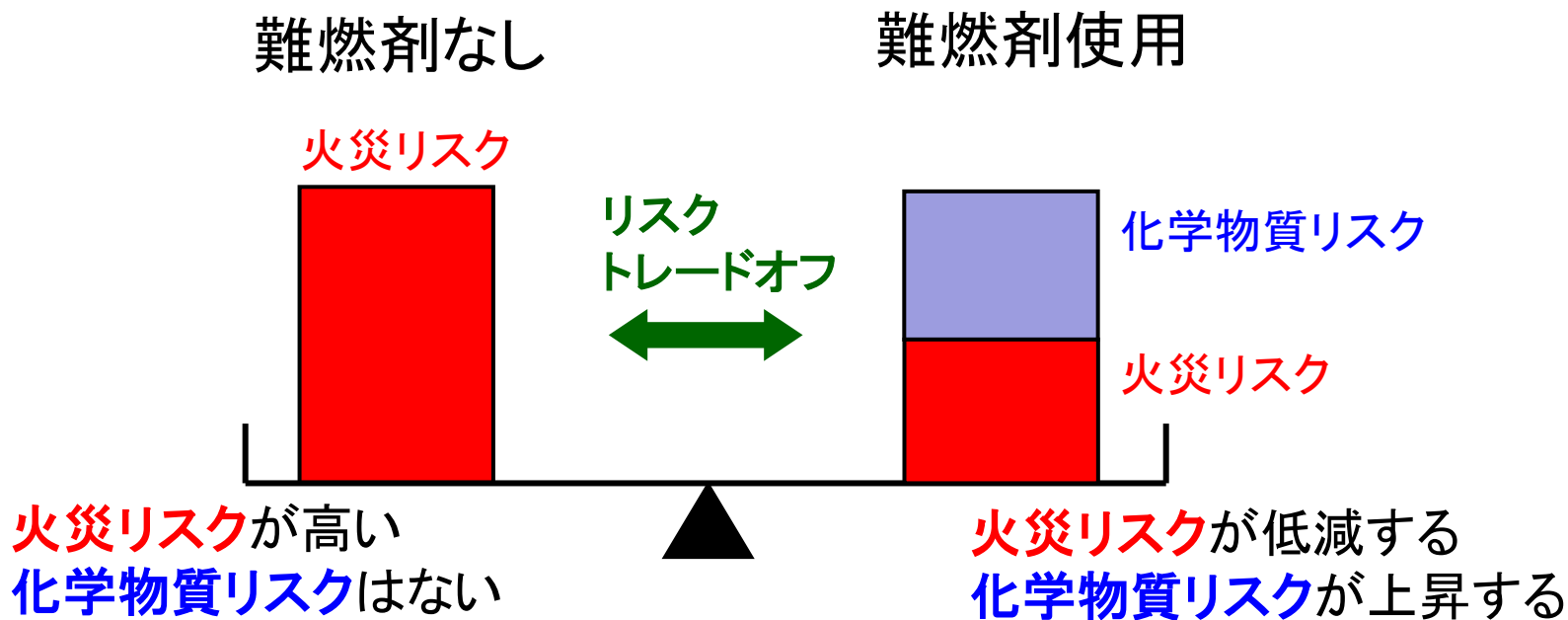
# 内容

1. リスクとリスクトレードオフの概念
2. 火災と化学物質のリスクトレードオフ解析事例
3. 新たな研究の提案

# 1. リスクとリスクトレードオフの概念

# 火災リスクと化学物質リスクのトレードオフの考え方

対象製品：家電製品、建材、家具、車両等



難燃基準に関する議論は、リスクトレードオフ解析結果にもとづいて行なわれる必要

- 難燃剤による防火安全上の便益(火災リスク低減)は、リスク(化学物質リスク上昇)を上回るか？

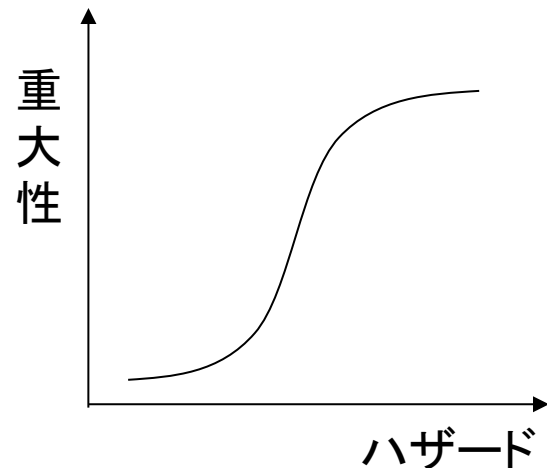
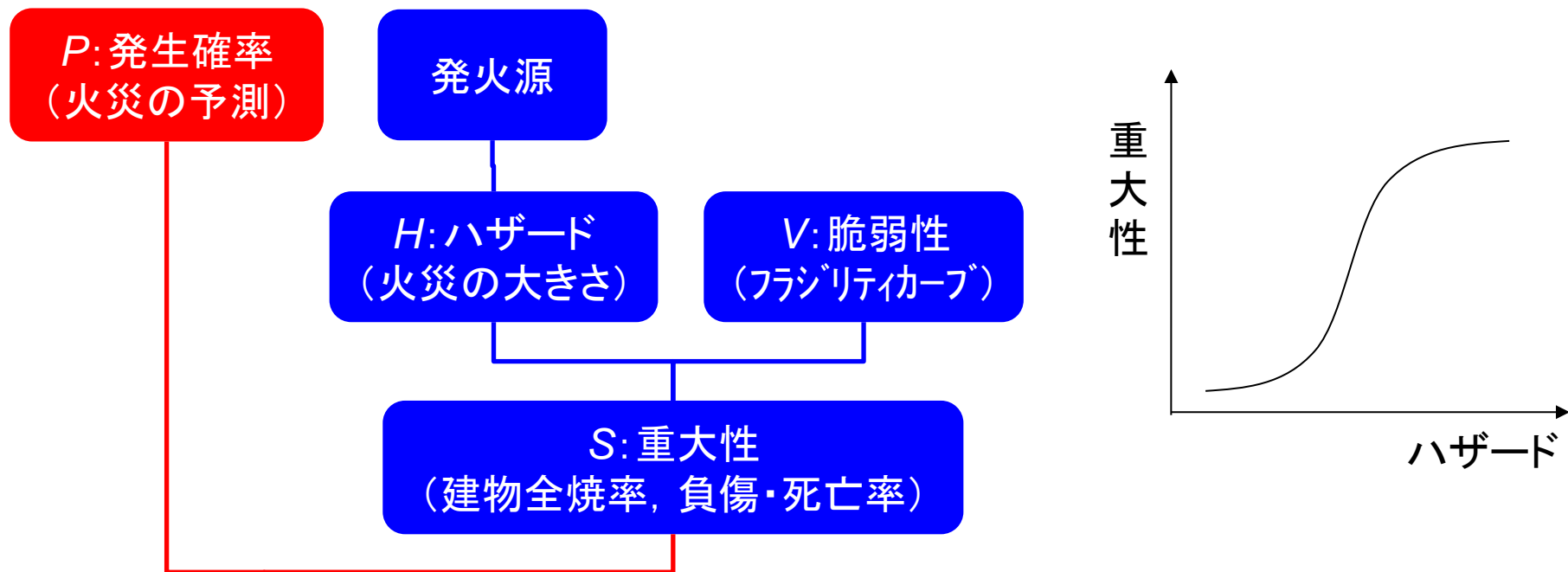
# リスクの考え方

risk = severity × probability

chemical risk

= hazard × exposure

# 火災リスク = 重大性の大きさ × 発生確率

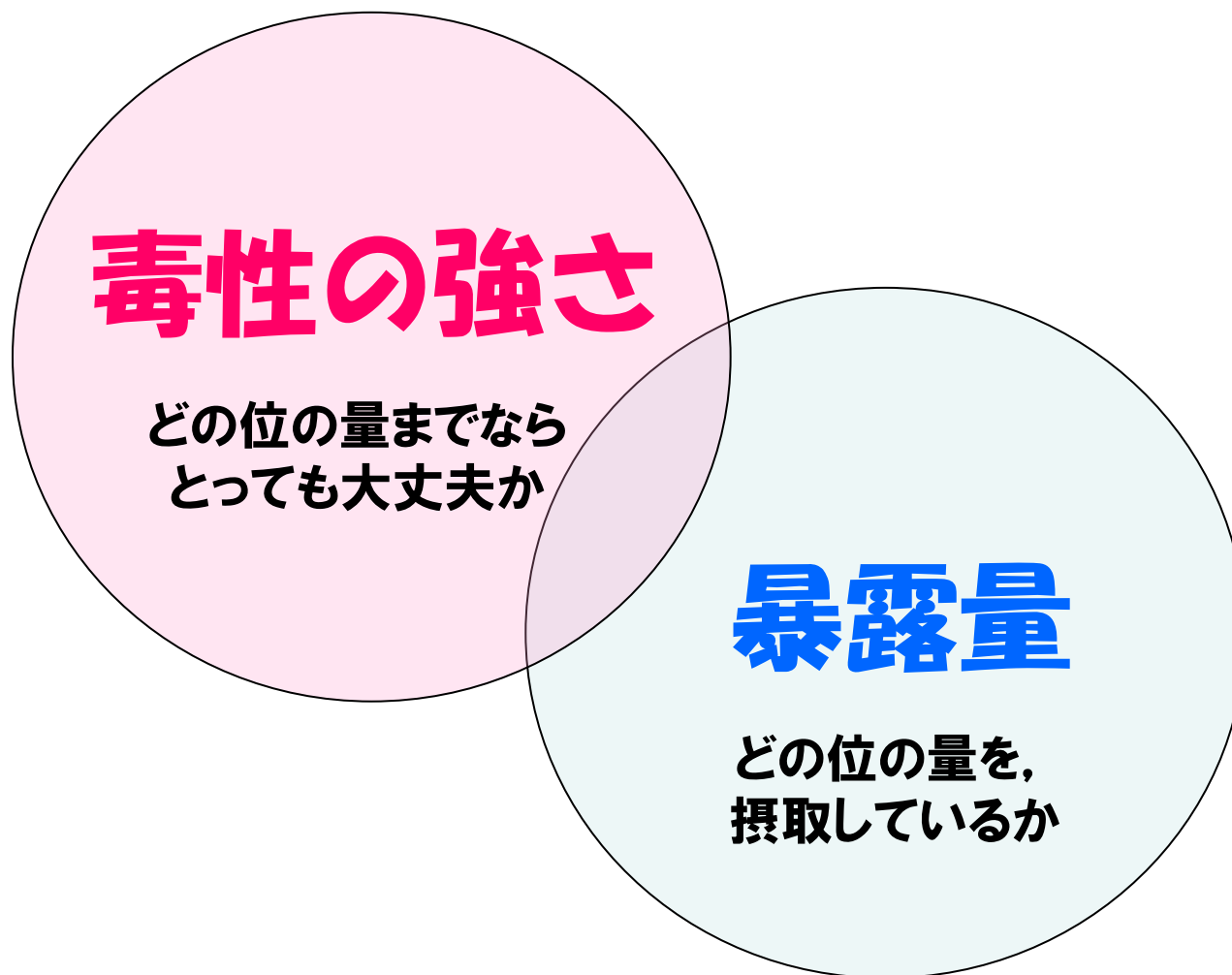


**R: リスク**  
(建物、個人)

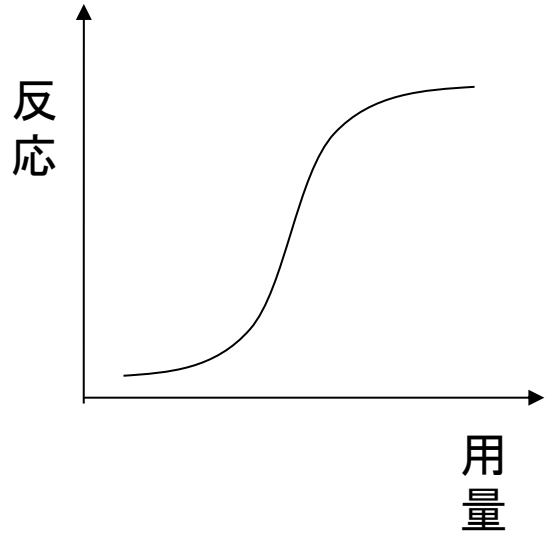
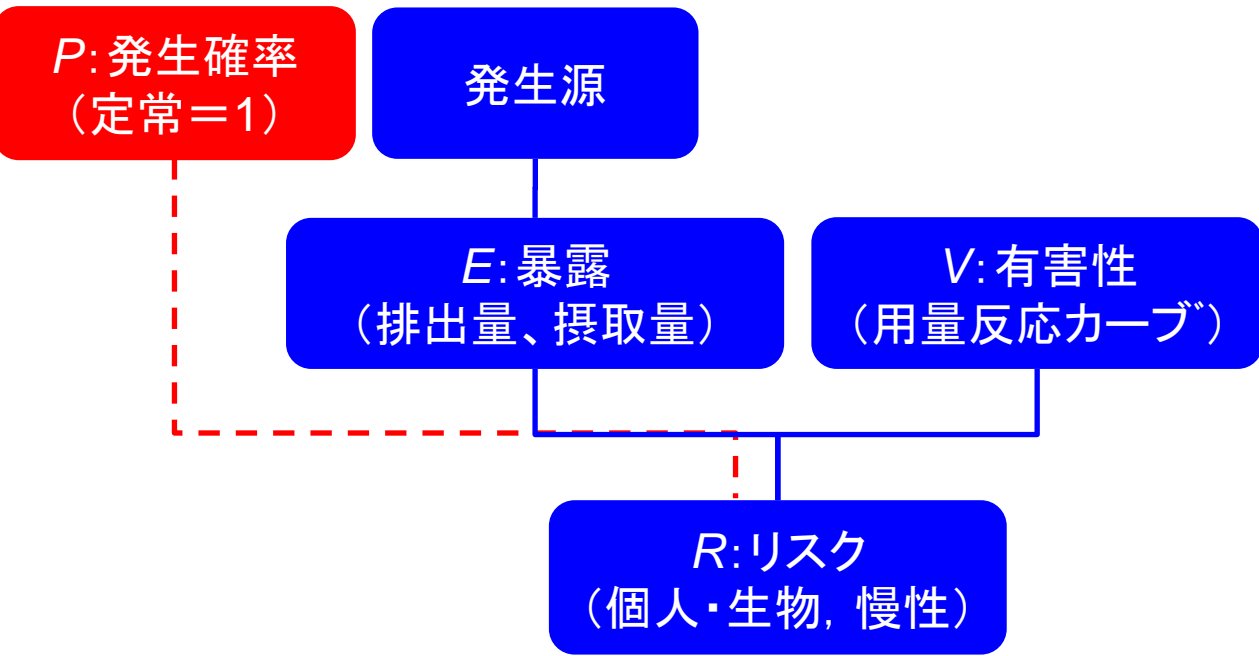
- **ハザード**: 製品の難燃性能でハザードの変化を見る必要
- **脆弱性**: 過去の被害事例から推定
- **発生確率**: 既存の火災事故事例等から推定、難燃剤のあり／なしで火災事故数の変化を見る必要

# 化学物質リスク

化学物質のリスクは、毒性の強さと暴露量とで決まる。



# 化学物質リスク = 有害性 × 暴露



- **暴露**: 製品の排出量推定、室内や食品経由の摂取量推定、環境経由の二次捕食動物の摂取量推定
- **有害性**: 動物への毒性試験から無影響量の推定
- **発生確率**: 家電製品などの発生源から少しずつ排出されると仮定するので、定常状態として発生確率を1と設定(すなわち、考慮しない)



# リスク比較方法

リスクを比較する際のいろいろな物差し

## 死亡件数

人々が共通して避けたいと思うもの。

## 損失余命

寿命の短縮。死ぬかどうかよりも、死が早まる度合いこそが重要と考える。

## 質調整生存年数 (QALY: Quality Adjusted Life Years)

長生きだけでなく、生活の質 (QOL: Quality of Life) の向上が重要と考える。

QOL=0.8の10年は、完全な健康 (QOL=1) の8年分

関連してDALY (Disability Adjusted Life Years: 障害調整生存年数)

## 支払意思額 (WTP: Willingness To Pay)

それを避けるのに幾ら払うか→重大さの表現と考える

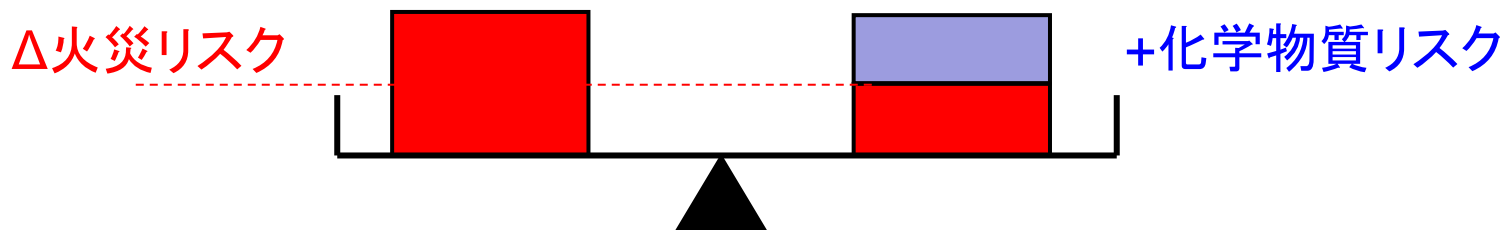
VSL (Value of Statistical Life: 統計的生命価値) に換算

## 2. 火災と化学物質のリスクトレードオフ解析事例

# 火災と化学物質のリスクトレードオフ解析事例(1)

Simonsonら(2006)火災安全のコスト便益解析

～方法論とTV(decaBDE)のケーススタディ



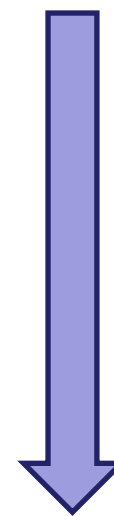
- ✓ 難燃剤有無によるTV火災の被害差 (欧州vs米国)
- ✓ 火災数、死者数、負傷者数を推定

- ✓ 影響不明のためヒト健康影響なし
- ✓ decaBDEの使用コストのみ算出

製品	件数/テレビ百万台/年
EU製TV火災 (HB基準)	165
米国製TV火災 (V-0基準)	5



年間1050～1490百万ドルのリスク低減

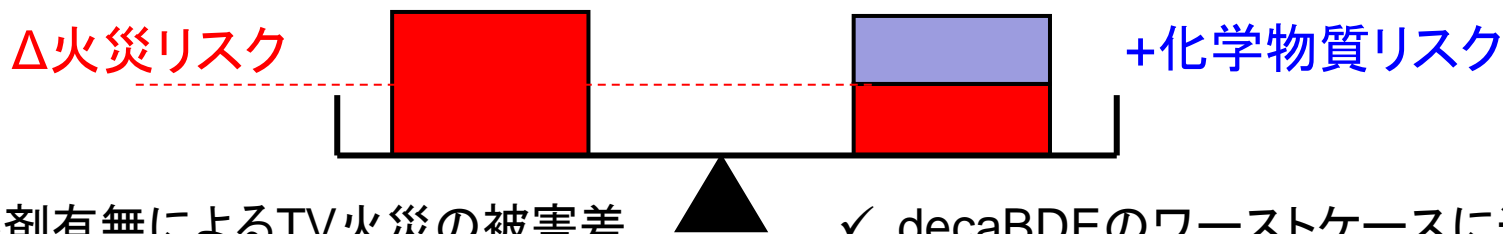


年間110～393百万ドルのリスク増加



# 火災と化学物質のリスクトレードオフ解析事例(2)

井上ら(2010) 化学物質ベネフィットの定量～臭素系難燃剤の火災リスクとヒト健康リスク～、ケミカルエンジニアリング2010年6月号



✓ 難燃剤有無によるTV火災の被害差 (欧州事例、Clarke, 1997など)

✓ decaBDEのワーストケースに近いヒト健康影響 (Washington State, 2006)  
 ✓ petaBDE、octaBDE、PCBの毒性データを援用

	件数/テレビ百万台/年
死亡	0.415
負傷	5.18
住宅全焼	11
住宅部分燃焼	107

	人数/米ワシントン州/年
がんによる疾患	5
がんによる死亡	4
甲状腺機能低下に伴う治療	2,400
無症候性甲状腺機能低下症	30
IQへの影響	210



VSL等で換算

年間540～630億円のリスク低減



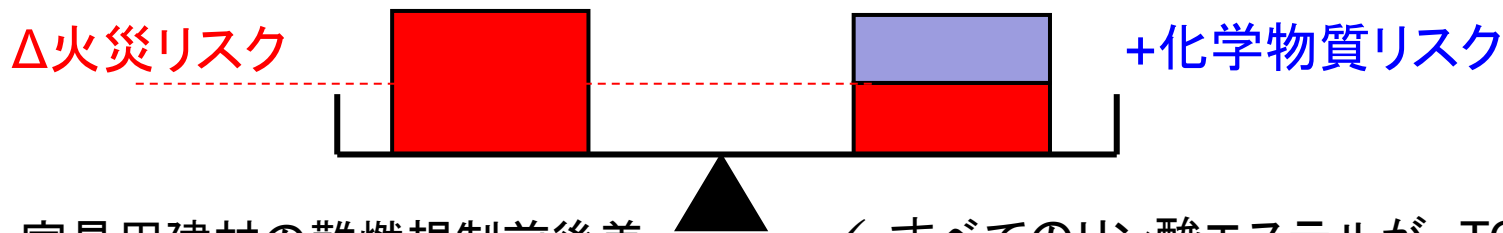
decaBDE使用コスト含む

年間30～120億円のリスク増加



# 火災と化学物質のリスクトレードオフ解析事例(3)

Ni(2006)リン酸エステル難燃剤最適添加量に関する研究、学内論文



- ✓ 英国:家具用建材の難燃規制前後差 (規制前死者数5,127人/火災10万件、規制後4,102人/火災10万件)
- ✓ 添加量10%の場合で試算

- ✓ すべてのリン酸エステルが、TCEPと同じ発がん性を持つと仮定
- ✓ 壁紙への添加量10%の場合で試算、室内での吸入経路暴露

	人数/日本国内/年
死者低減数	2,727
負傷者低減数	10,361

	人数/日本国内/年
がん患者数	1,100
うち死亡者数	484

↓ WTPで費用換算

年間14,000百万ドルのリスク低減

↓ WTPで費用換算

年間5300百万ドルのリスク増加



### 3. 新たな研究の提案

# 火災と化学物質のリスクトレードオフ解析の課題

## 発火源・発生確率・火災ハザード

- 製品(家電製品、車両)による**火災事故データの信頼性**
- **難燃基準、難燃剤使用の有／無**によるデータ分類の信頼性
- TV火災数の**推定方法**の議論
  - 家電製品火災中のTV火災の比率はどこでも同じ
  - TV火災発生率はTV所有数に比例

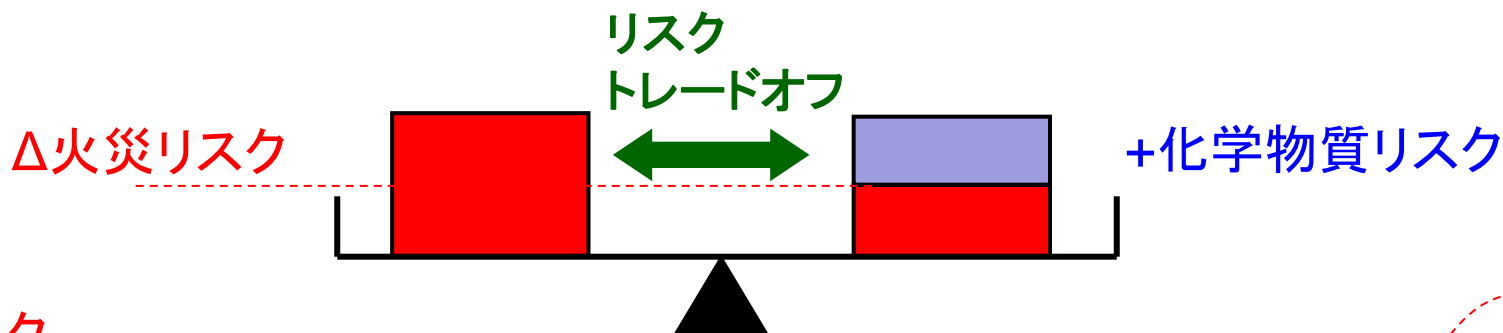
## 化学物質の暴露・有害性

- 環境中での**低臭素化物、臭素化ダイオキシン**生成の未検討
- **高次捕食動物への蓄積**、広域越境移動の汚染の未検討
- **神経発生毒性**の有無の議論

## リスク評価・比較

- 発生確率、ハザード、有害性などの**不確実性や分布**の扱い
- ヒトへのリスク(火災、健康)と高次捕食動物へのリスクの**比較方法**

# 火災と化学物質のリスクトレードオフ研究の提案



## 火災リスク

- **発生確率**: 信頼性ある火災事故データ収集と分類
- **ハザード・脆弱性**: TV火災数や被害の既存データ収集と分類
- **重大性・火災リスク評価**: 不確実性解析を含む評価

## 化学物質リスク

- **暴露**: 環境経由の高次捕食動物への蓄積量の推定
- **有害性・化学物質リスク評価**: 低臭素化物・臭素化ダイオキシン生成も考慮した累積リスク評価

## リスクトレードオフ

- **リスクトレードオフ解析**: リスク比較手法(特にヒトと生物)の開発
- **結果の解釈**: リスク比較結果にもとづくリスク管理・コミュニケーション

業界・企業

研究機関

業界・企業

**共同研究の提案**