

日本リスク研究学会
第29回年次大会（大分）シンポジウム
11月27日

環境化学物質のリスク管理から見たものさし

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

蒲生昌志

化学物質リスク評価での一般的な「ものさし」

【一般的な化学物質（閾値あり）】

ハザード比：暴露量と許容量の比

- ・ 1 を越えるかどうかで、リスクの懸念の有無を判断
- ・ 許容量：動物試験や疫学調査による無影響量＋安全率を考慮

【発がん性の化学物質（閾値なし）】

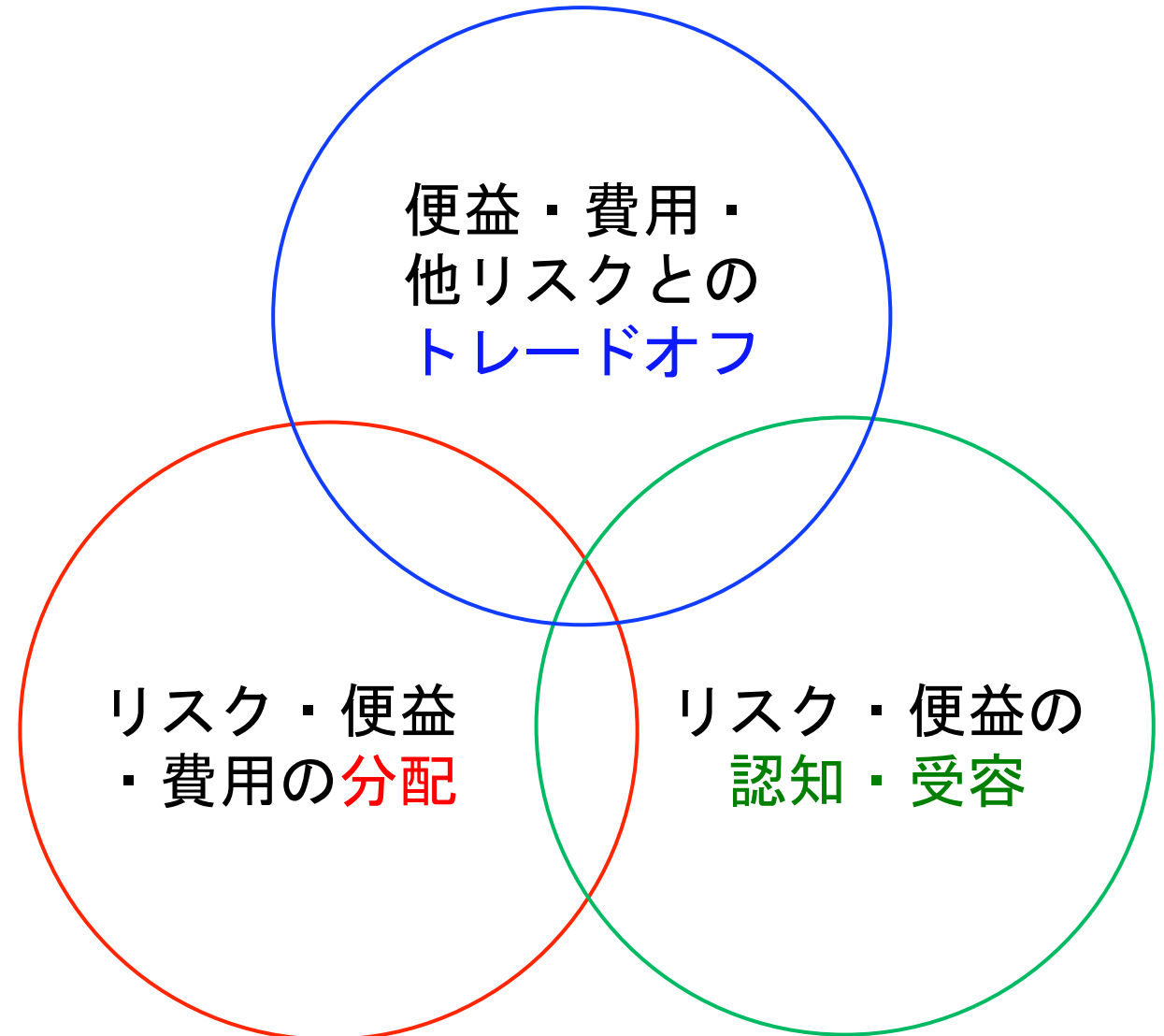
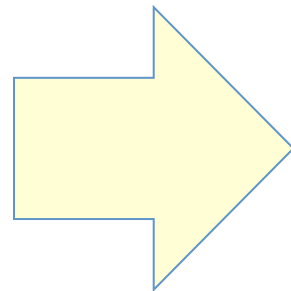
生涯発がん確率：暴露量にスロープファクタを乗じる

- ・ 10^{-5} （10万人に一人）等を目安として許容可能かどうかを判断
- ・ スロープファクタ：動物試験や疫学調査に基づいて推定

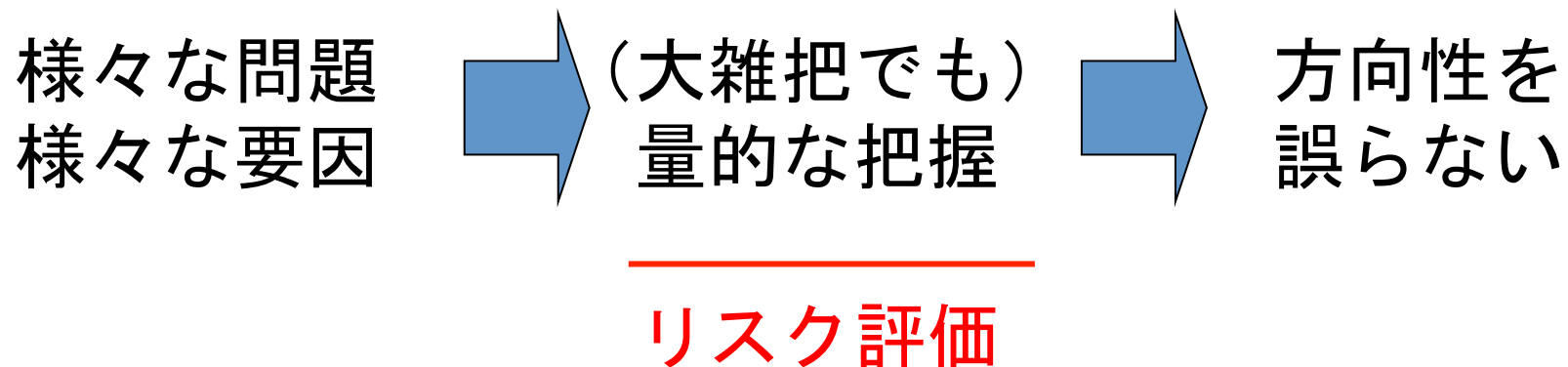
「許容できないかどうか」だけで大丈夫？

対象の物質の
リスクは
許容できない
レベルか？

(一応達成)



リスクは定量的に評価したい

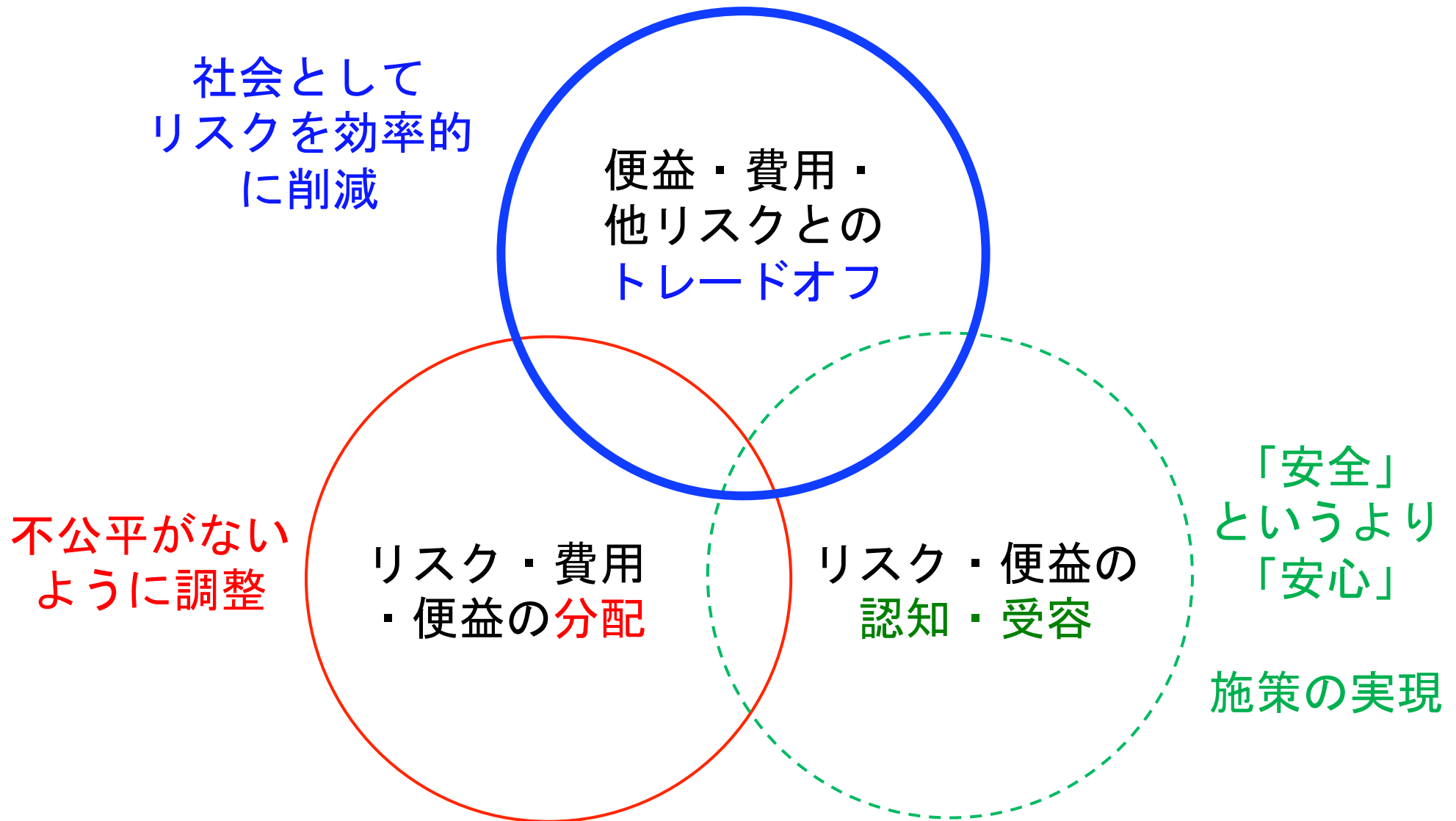


「量的な議論」

質的な意見の相違から、

仮定やデータについての検討へ（共通の土台）

リスクを定量的に表して、透明性の高い議論



トレードオフの問題

シロアリ防除剤クロルデンからクロルピリフォスへの切り替え
(1980年代末) を支持するか？

	クロルデン	クロルピリフォス
	発がんリスク (生涯発がん確率)	ハザード比 (神経毒)
処理家屋の住人	1.7×10^{-4} ×	0.17 ○
非処理家屋の住人	1.8×10^{-5} △	0 ◎
防除作業員	4.8×10^{-4} ×	2.4 ×

「支持する」 「支持しない」 「一概に言えない」 ??

ハザード比は、リスクの大きさではない

問題点：発がんと神経毒性とでは方法が違う。
暴露と許容量の比はリスクの大きさを表していない。

ハザード比が 1 を下回る = 「リスクの懸念がない」

ハザード比が 1 を上回る = 「リスクの懸念が否定できない」
= 何らかの対応が必要

?

ハザード比 = 0.1 vs 0.5 vs 2
「リスクの懸念がない」程度を表している？

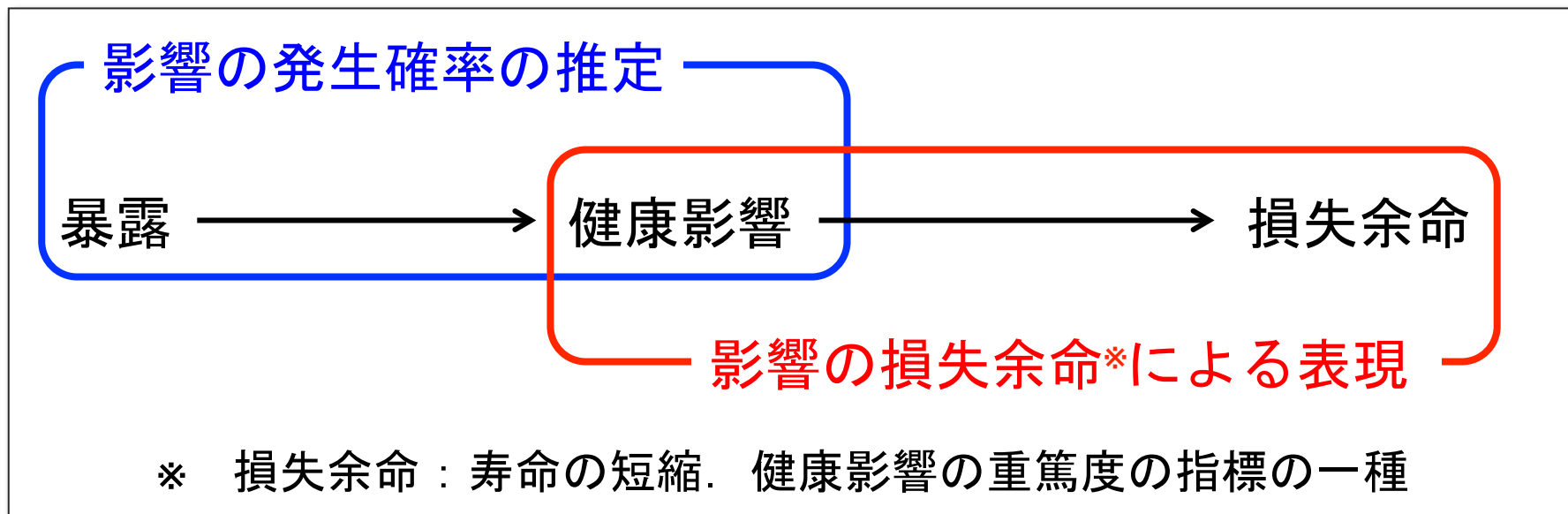
?

ハザード比 = 2
どのくらいの健康影響なの？

化学物質リスクの定量的な評価

リスクとは. . . . 影響の出る**確率**とその影響の**重篤度**の積

➡ 「どんな影響が、どんな確率で生じるか？」



$$\text{リスク (損失余命)} = \text{影響の発生確率} \times \text{その影響の重篤度 (損失余命)}$$

いろいろなリスク・健康影響のものさし

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。死亡それ自体というより、死が早まる度合いが重要と考える

質調整生存年数 (QALY)

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

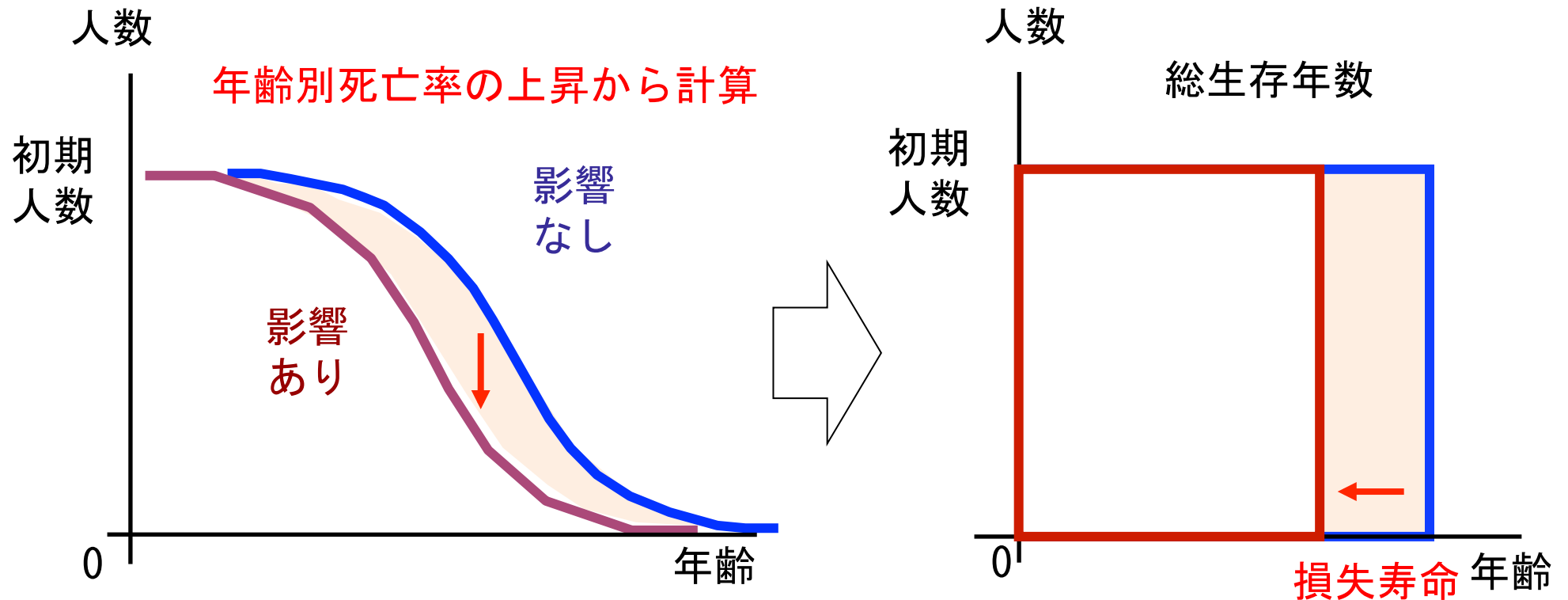
QOL=0.8の10年は、完全な健康 (QOL=1) の8年分

支払意思額

それを避けるのに幾ら払うか→重大さの表現と考える

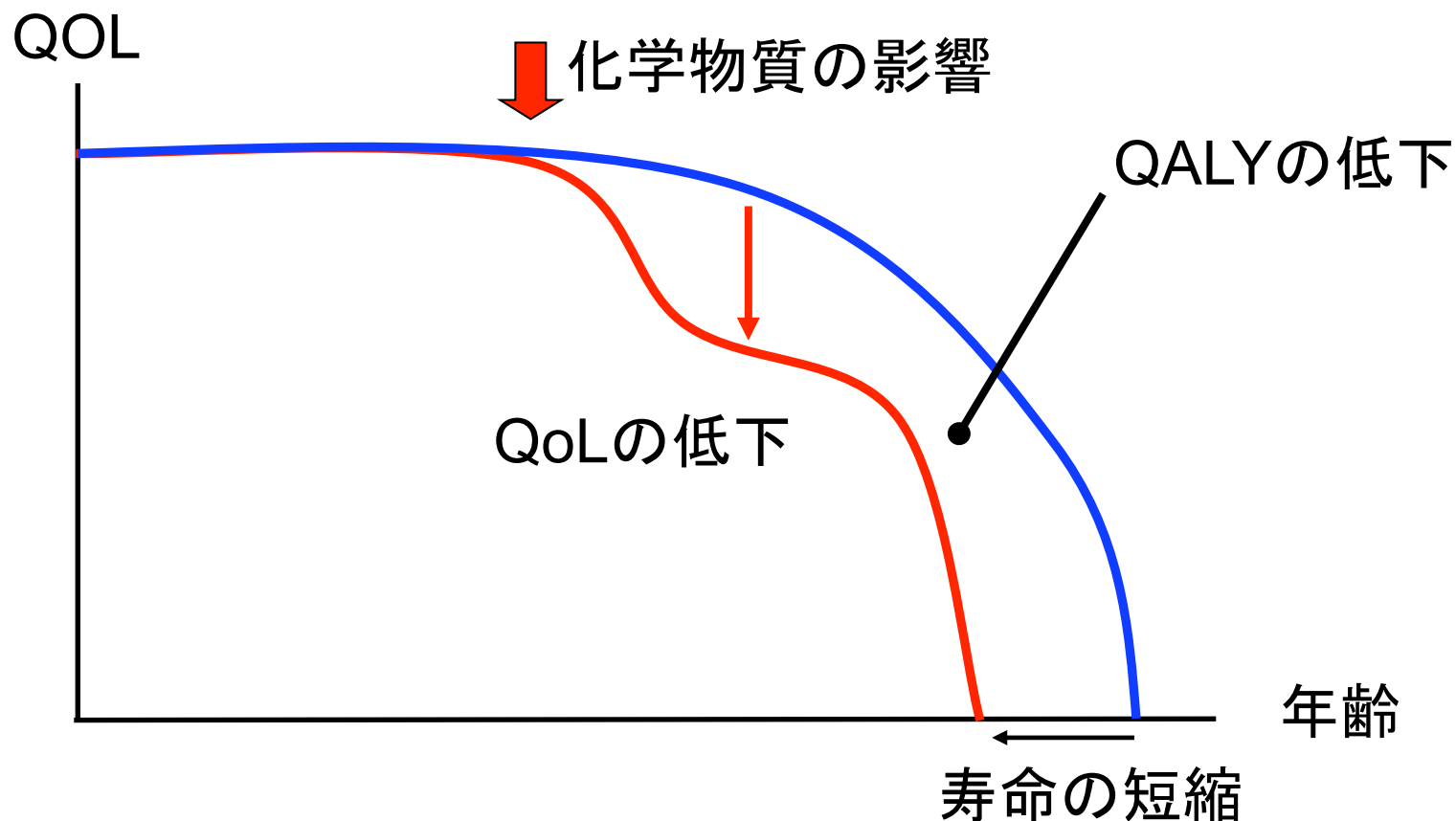
損失余命

損失余命 = 影響の有無での平均寿命の差
= 集団での全損失時間 / 初期人数






質調整生存年数 (QALY)

寿命の短縮に加え, 生活の質 (QOL: Quality of Life) を考慮
QOL=0.8の10年は, 完全な健康 (QOL=1) の8年分



リスク（損失余命）の比較

	クロルデン		クロルピリフォス	
処理家屋の住人	1.7		2.8	×
非処理家屋の住人	0.11		0	◎
防除作業者	2.1		31	×

値は、損失余命（日）

ちなみに、シロアリ防除剤としてのクロルピリフォスの使用は、業界の自主規制を経て、2003年の建築基準法改正において禁止された。

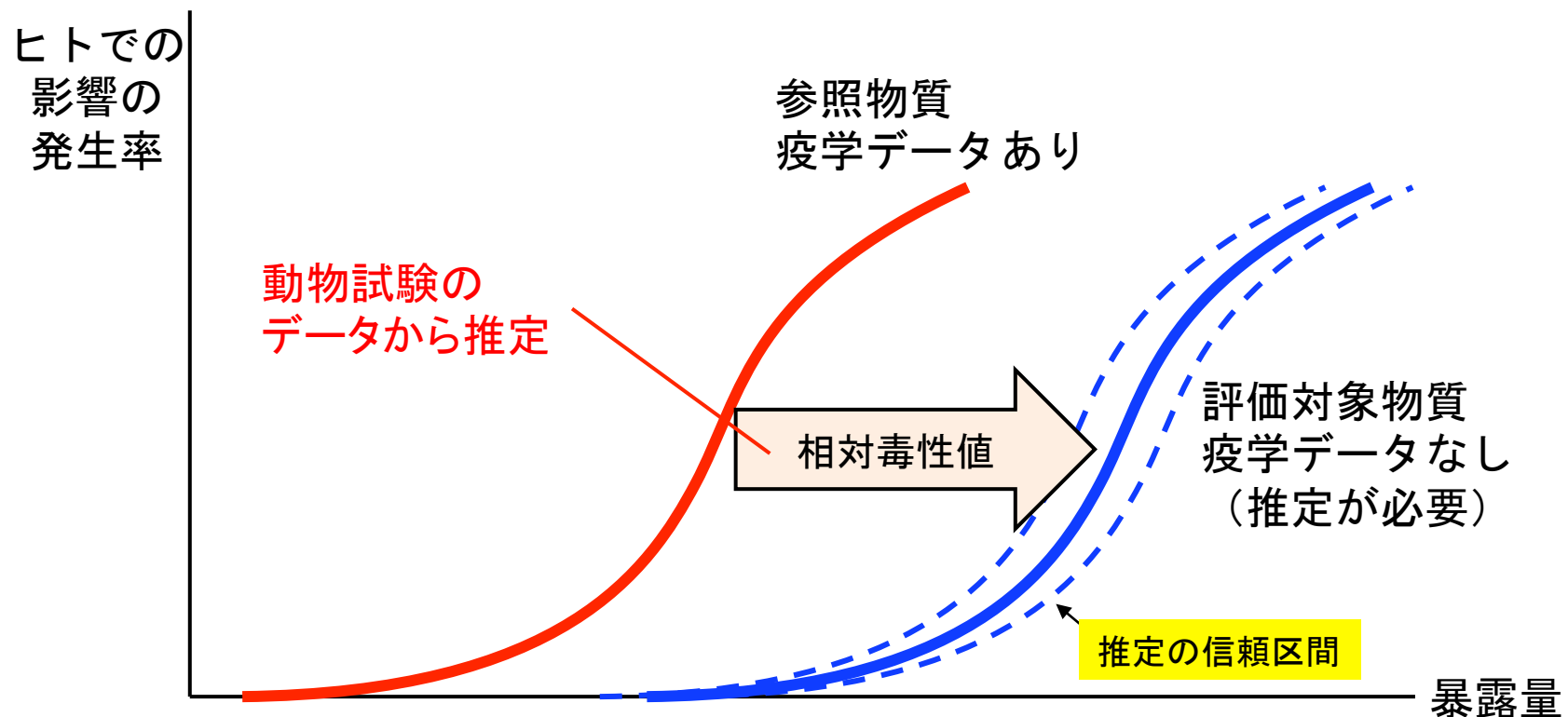
効率の悪い対策には、相応の「説明」が必要

事例	余命 1 人 1 年延長あたりの 費用 (万円)
シロアリ防除剤クロルデンの禁止	4,500
苛性ソーダ製造での水銀法の禁止	57,000
乾電池の無水銀化	2,200
ガソリン中のベンゼン含有率の規制	23,000
自動車NOx法	8,600
ごみ焼却施設でのダイオキシンの規制 (緊急対策)	790
ごみ焼却施設でのダイオキシンの規制 (恒久対策)	15,000

岡, 2003

そもそも評価のための方法が必要

- × 動物試験データでの生体影響を、ヒトの影響に読み替える
- 動物試験データから導く相対毒性値を用いて、ヒトでの用量反応関係を推定する（下記）



難燃剤のリスクトレードオフ

- decaBDEが、一部BDP（不純物としてTPPを含む）に代替されたシナリオと、decaDBEの代替がないという架空のシナリオ
- 各物質の需要量、市中ストック量、廃棄量の評価からなるマテリアルフロー解析を行い、その上で、各物質の室内空気、環境、食品を經由した暴露量を推定
- 肝臓影響と腎臓影響について、質調整生存年数QALYを算出
- 推定の不確実性の範囲から、リスクが低減したかどうかは判断できず
- リスクは極めて小さく、代替の適切性はリスク削減効果からは議論できず

代替シナリオごとのリスク（QALY：日：生涯暴露での一人あたり）

	代替あり（現状の状況） 3物質の合計	代替なし（架空の状況） decaDBEのみ
肝臓影響	<< 0.001 (2.8×10^{-57})	<< 0.001 (9.5×10^{-57})
腎臓影響	<< 0.001 (1.4×10^{-140})	<< 0.001 (8.8×10^{-137})
合計	<< 0.001 (2.8×10^{-57})	<< 0.001 (9.4×10^{-57})

リスクトレードオフ評価書 プラスチック添加剤-難燃剤-, 産総研安全科学研究部門web, (2012)

リスクトレードオフの問題は多岐にわたる

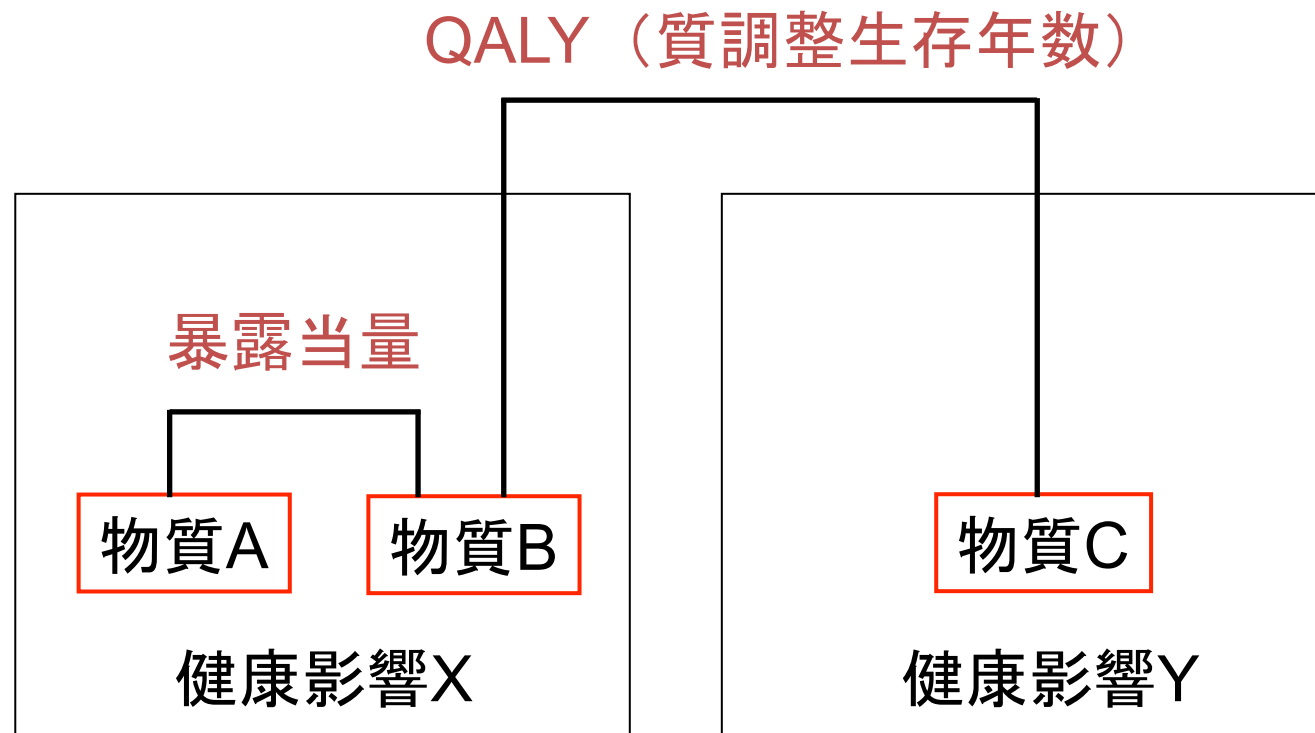
例えば、

シロアリ防除剤	発がん性と地球環境⇔神経毒性
工業用化学物質	PRTR対象物質非⇔PRTR対象物質への代替
水道水の消毒	水系感染症⇔トリハロメタン、臭素酸塩
DDT	地球環境汚染⇔途上国等でのマラリア
冷媒	CO ₂ （温暖化）⇔オゾン層破壊⇔燃焼危険性⇔有害性
魚消費	魚消費の健康メリット⇔水銀暴露による健康影響
ダイエット成分	ダイエットの健康メリット⇔成分の健康リスク

比較のための道具立ては、目的によって

同じ種類の健康影響
異なる種類の健康影響

→ 相対毒性値による暴露当量
→ QALY（質調整生存年数）



おわりに：リスクのものさしとしては・・

- ・ リスクを「量」として扱えること

費用対効果や分配の議論で、演算したい

- ・ 健康影響それ自体の量を表していること

便益や受容性などとは切り離して議論したい

- ・ 評価可能であること

広く適用できるものさしは、評価のデータ要求が大きい