

環境リスク評価講習会【基礎編】 ～化学物質の環境リスク評価の概要とその活用～

令和元年9月

みずほ情報総研株式会社
環境エネルギー第1部
曾我部 隆幸

資料目次(ご説明の内容)

1. 趣旨説明
2. 化学物質管理の必要性の背景
3. リスクとは？
4. 化学物質の「有害性」とは？
5. 「暴露」とは？
6. リスク判定について
7. リスク評価について
8. まとめ

1. 趣旨説明

基礎編の目的と概要

基礎編の目的

- ◆リスク評価の必要性や効果について理解
- ◆「手引き」を理解し、実際にリスク評価に取り組む

ここでは、川崎市の「手引き」のご説明に入る前の前段として

- ◆基本的な用語の概念・イメージ
- ◆化学物質のリスク評価の全体像

を理解していただく

2. 化学物質管理の必要性の背景

化学物質管理の必要性の背景

一昔前

「ヒト健康被害」や「生態系への悪影響」の未然防止

現在

法整備、知見・研究の発展、事業者による自主管理によって、甚大かつ深刻な事故は起きにくい

とはいえ、最近では胆管がん(1,2-ジクロロプロパンなど)や、水道水中のホルムアルデヒド(ヘキサメチレンテトラミン)が社会問題に…

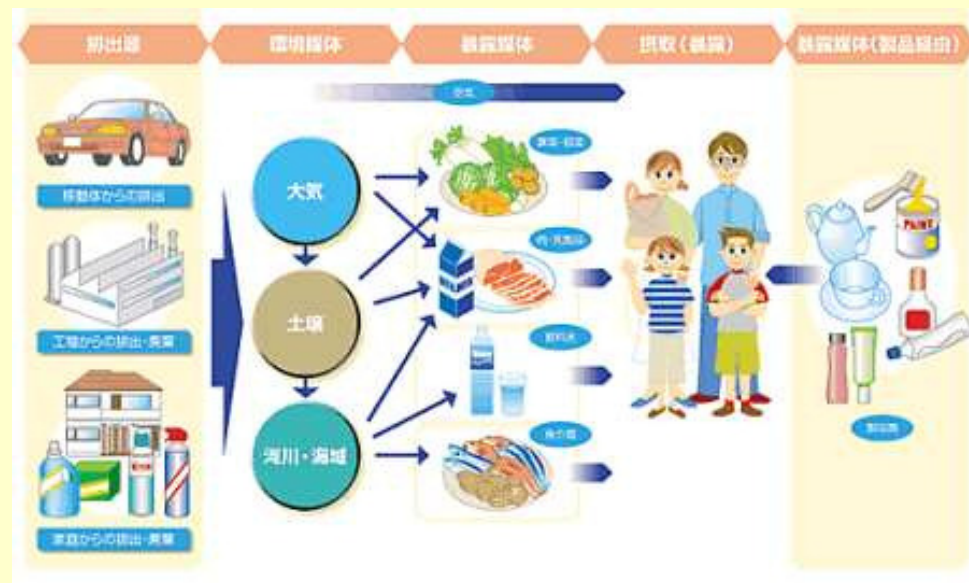
2. 化学物質管理の必要性の背景

世界は「化学物質」であふれている

- 国内で流通している化学物質種は数万物質
- さらに年間数百もの新しい化学物質が製造・流通



- 排出源は様々（工場、自動車、家庭、自然由来 など）
- 体内への取り込み状況も様々（呼吸、飲食、接触 など）



出典：化学物質のリスク評価について(NITE,2007)

2. 化学物質管理の必要性の背景

世界は「化学物質」であふれている

- 多様な経路から化学物質を意図的・非意図的を問わず摂取
- 網羅的に不安要素を把握し、払拭することが必要



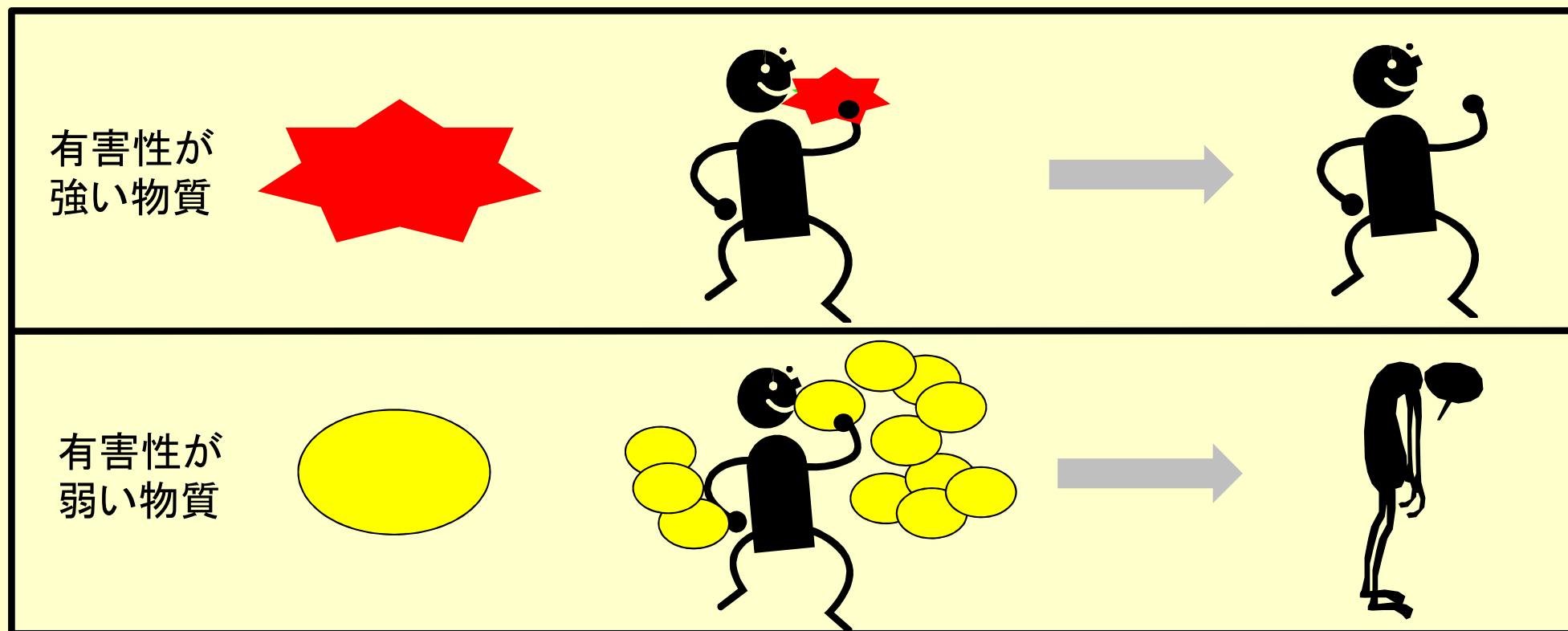
- 客観的かつ科学的にみること: リスク評価
 - ◆ どんな化学物質が
 - ◆ どんな有害性があるのか
 - ◆ どの程度の量なら影響がないのか
 - ◆ どんな経路でどれくらいの量が排出されているか
 - ◆ どれくらいの量が私たちの体内に取り込まれているのか

3. リスクとは？

有害性の強弱だけでは決まらない！

化学物質管理の分野においては、

有害性の強弱 vs. 体内に取り込んだ量



※どんなに少量でも、有害な影響がある物質もあります。

～化学物質対策・川崎市×横浜市 連携～令和元年度環境リスク評価講習会【基礎編】

3. リスクとは？

有害性の強弱だけでは決まらない！

化学物質管理の分野においては、

有害性の強弱 vs. 体内に取り込んだ量



- どんな有害性があるのか
- どの程度の量なら、影響がないのか

有害性評価



- どんな経路で、どれくらいの量が体内に入ったか

暴露(ばくろ)評価

4. 化学物質の「有害性」とは？

有害性の強弱だけでは決まらない！

化学物質管理の分野においては、

有害性の強弱 vs. 体内に取り込んだ量



- どんな有害性があるのか
- どの程度の量なら、影響がないのか

有害性評価



- どんな経路で、どれくらいの量が体内に入ったか

暴露(ばくろ)評価

4. 化学物質の「有害性」とは？

どんな「危険・有害性」の種類があるのか

■ 物理化学的危険性

◆ 可燃性、爆発性など

■ 健康有害性

◆ 発がん性、眼刺激性など

■ 環境有害性

◆ 水生環境有害性、
オゾン層への有害性など

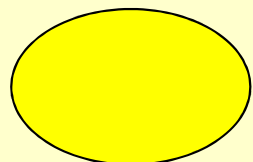


<http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/pictograms.html>

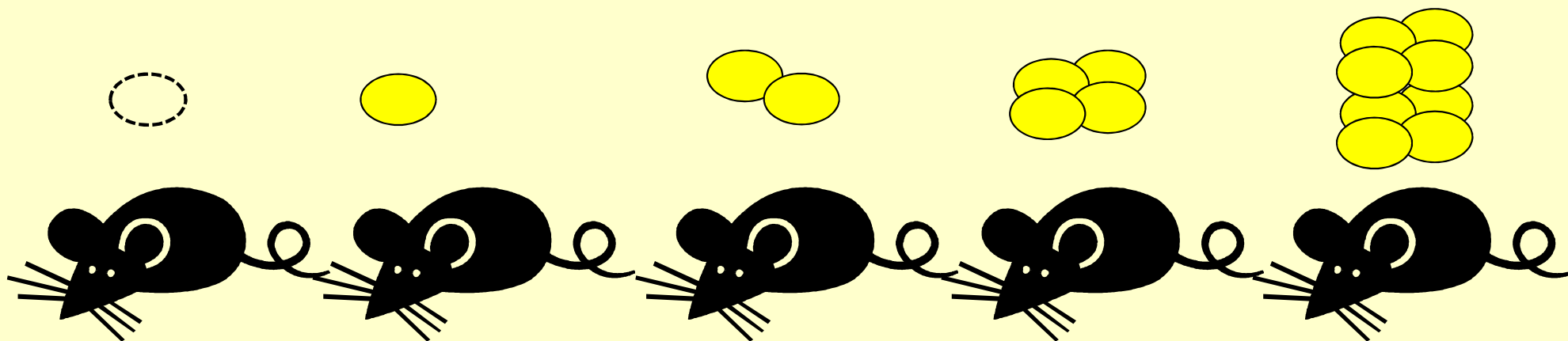
4. 化学物質の「有害性」とは？

どの程度の量なら、影響がないのか動物実験を行う

■動物実験によって、許容範囲を決める場合



ある化学物質を、量を変えて動物に投与

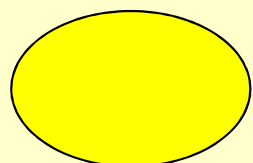


参考：化学物質と上手に付き合うには(NITE,2007)

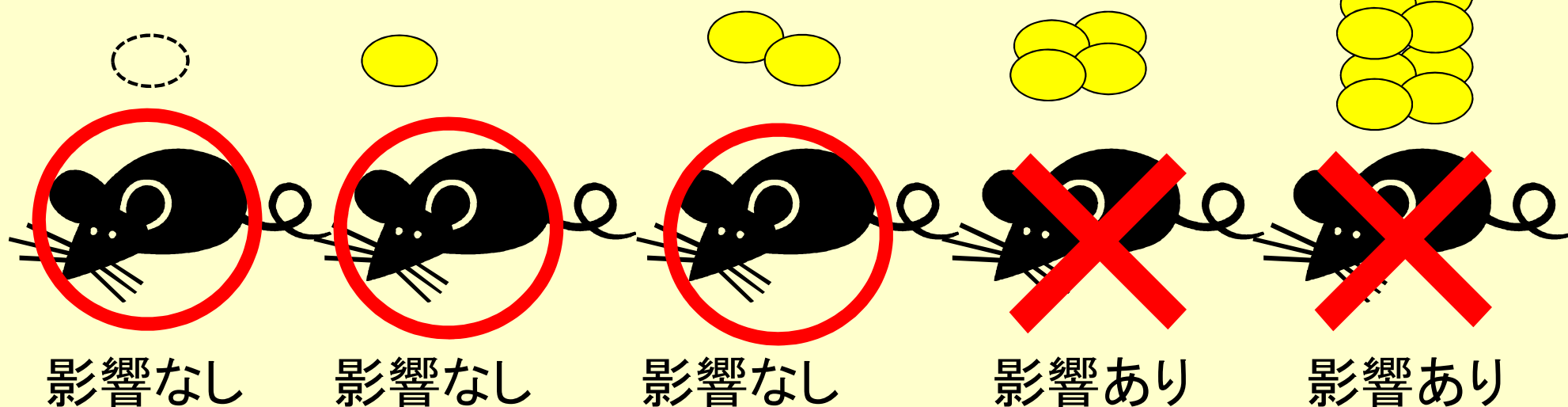
4. 化学物質の「有害性」とは？

どの程度の量なら、影響がないのか動物実験を行う

■ どれくらいの量（体重あたり投与量もしくは濃度）で、影響が現れたかを実験



ある化学物質を、量を変えて動物に投与



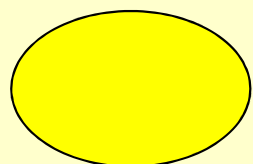
※どんなに少量でも、有害な影響がある物質もあります。

参考：化学物質と上手に付き合うには（NITE,2007）

4. 化学物質の「有害性」とは？

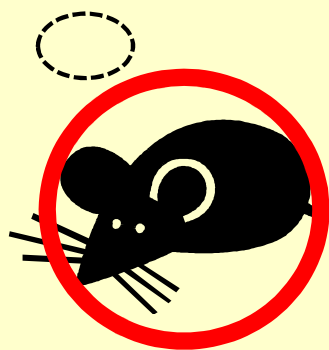
どの程度の量なら、影響がないのか動物実験を行う

■ どれくらいの量(体重あたり投与量もしくは濃度)で、影響が現れたかを実験

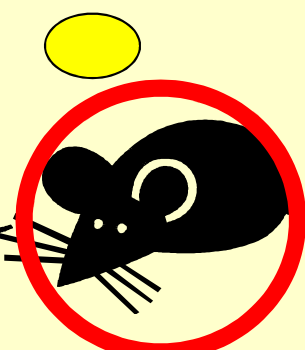


ある化学物質を、量を変えて動物に投与

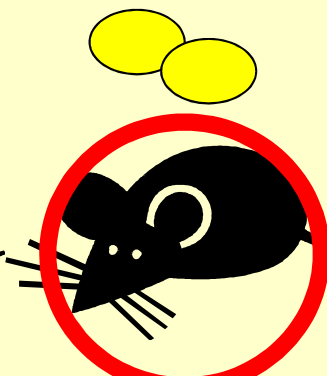
ここまでなら許容範囲 →



影響なし



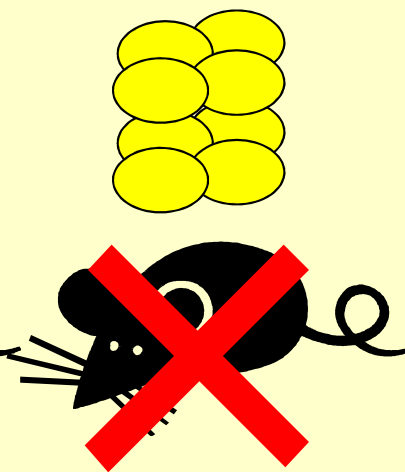
影響なし



影響なし



影響あり



影響あり

※どんなに少量でも、有害な影響がある物質もあります。

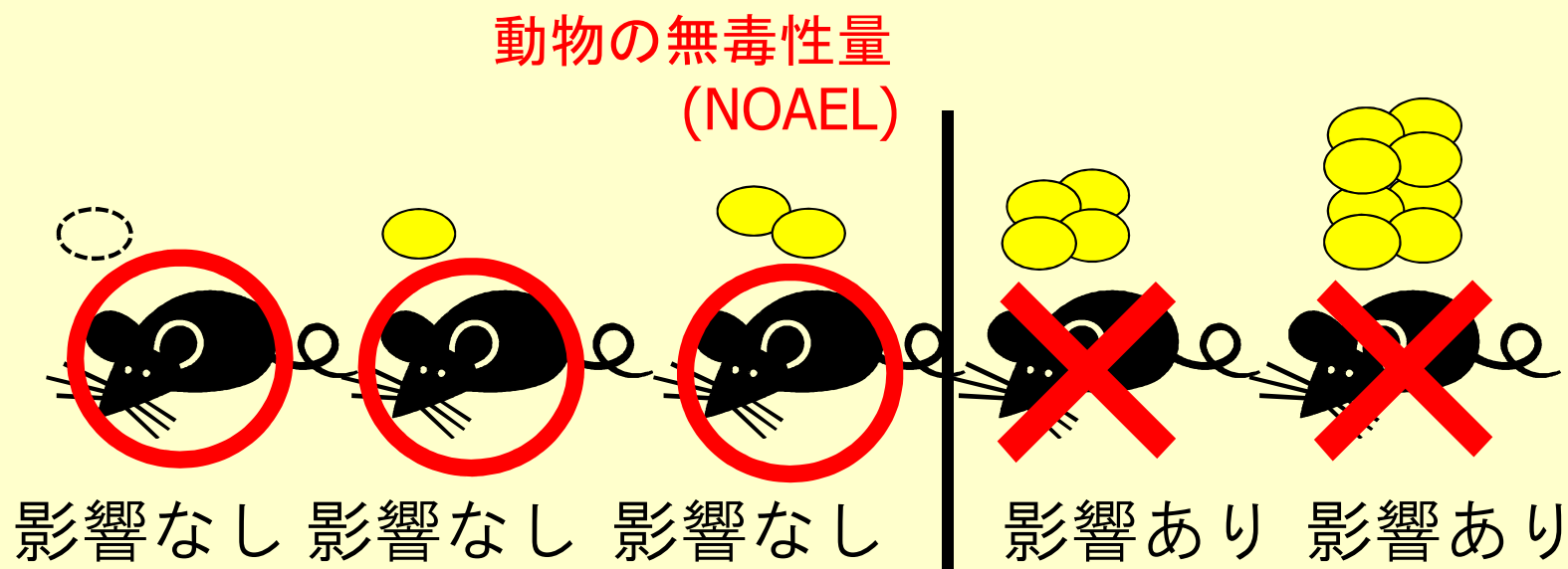
参考: 化学物質と上手に付き合うには(NITE,2007)

4. 化学物質の「有害性」とは？

どの程度の量なら、影響がないのか動物実験を行う

■ 無毒性量 (NOAEL : No Observed Adverse Effect Level)

◆疫学調査や動物実験を行って影響が認められなかった、化学物質の暴露量の上限值(=この量までならば毎日摂取しても大丈夫)



※どんなに少量でも、有害な影響がある物質もあります。

化学物質と上手に付き合うには (NITE,2007)

4. 化学物質の「有害性」とは？

どの程度の量なら、影響がないのか

■化学物質の有害性に関する情報は、インターネット等で検索・情報入手が可能



■信頼性の高い既存の知見を検索・収集することが重要

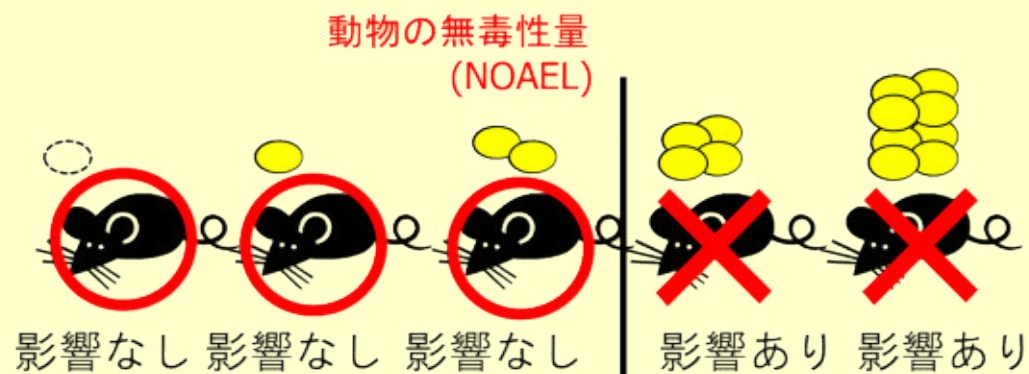
- ◆例えば、環境省「化学物質の環境リスク初期評価」やNITE「化学物質の初期リスク評価書」
- ◆PRTR対象物質に関しては、「手引き」P17に掲載

※必ずしも「実験をして下さい」ということではありません。

4. 化学物質の「有害性」とは？

有害性情報を手に入れたら

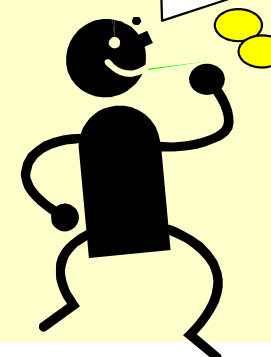
- 動物実験の結果が、そのまま人間にあてはまらない(種間差を考慮)
- 供試動物の無毒性量(NOAEL)の1/10の値を人の無毒性量(NOAEL)とする



ここまでなら、人間でも許容範囲(人の無毒性量として、手引きに記載)

人間ではどうなる...?
(種間差)

1/10に換算

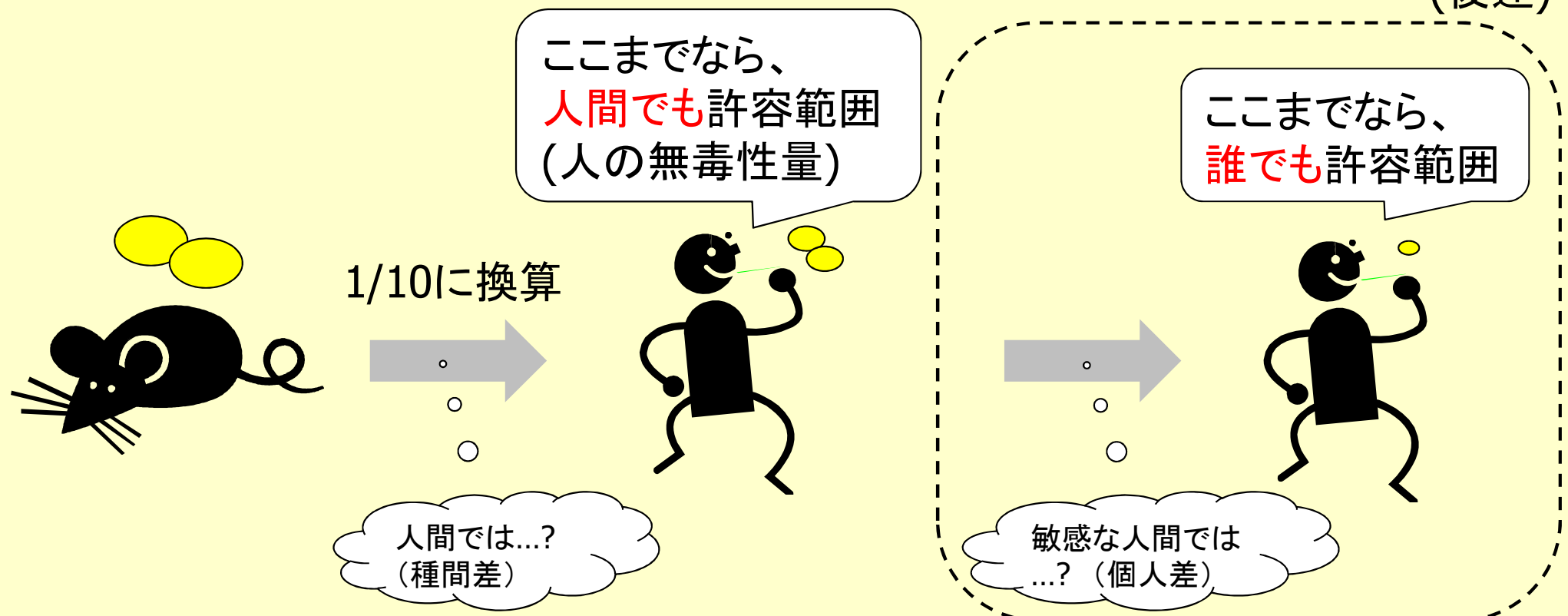


4. 化学物質の「有害性」とは？

有害性情報を手に入れたら

- 「人間でも許容範囲」と判断された量(人の無毒性量)から、個人差を考慮する必要がある。

(後述)



4. 化学物質の「有害性」とは？

有害性評価のまとめ

- どのような有害性があるかを知る
 - ◆ 有害性の強弱だけでリスクは決まらない
- 信頼性の高い有害性情報を収集する(既存知見が利用可)
 - ◆ 環境省「化学物質の環境リスク初期評価」
 - ◆ NITE「化学物質の初期リスク評価書」
 - ◆ PRTR対象物質の有害性情報については、「手引き」P17に掲載
- 人の無毒性量(NOAEL)を設定する
 - ◆ 動物の違い(種間差)等を考慮

5. 「暴露」とは？

リスク: 人間や環境に対する望ましくない結果と、それが起こる確率

化学物質管理の分野においては、

有害性の強弱 vs. 体内に取り込んだ量



- どんな有害性があるのか
- どの程度の量なら、影響がないのか

有害性評価



- どんな経路で、どれくらいの量が体内に入ったか

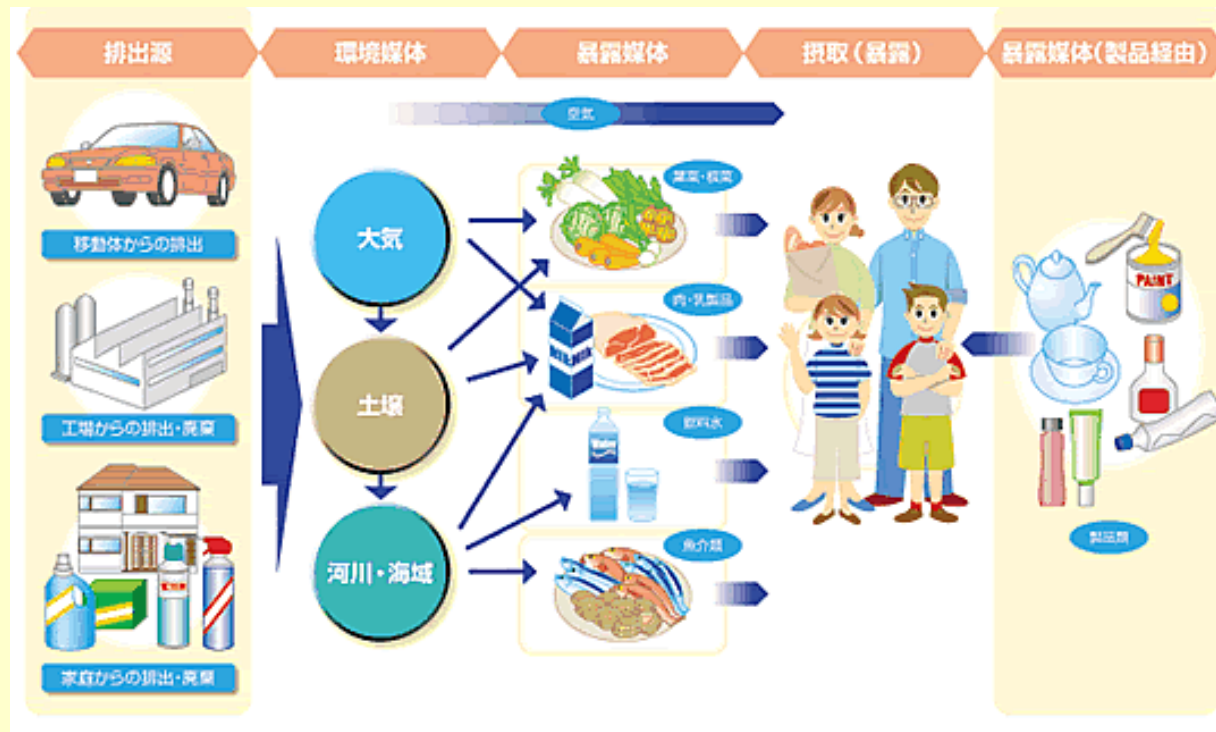
暴露(ばくろ)評価

5. 「暴露」とは？

「暴露(ばくろ)」とは

■ 体の中に化学物質を取り込むこと

◆ 「暴露量」とは、体の中に取り込まれた化学物質の量



経路ごとに計算・足し合わせる

- 空気を吸う
- 飲食する
- 製品に触れる など

出典: 化学物質のリスク評価について(NITE,2007)

5. 「暴露」とは？

「暴露(ばくろ)」とは

■ 体の中に化学物質を取り込むこと

◆ 「暴露量」とは、体の中に取り込まれた化学物質の量



実際に体内に取り込んだ量を測ったり、メモしておくことはできないので・・・

■ 環境中(大気、水域など)における化学物質の濃度から見積もる

- ① 測定した値(モニタリングデータ)
- ② 計算した値(モデルによる推定値)

5. 「暴露」とは？

①測定した値（モニタリングデータ）

■ 大気汚染防止法や水質汚濁防止法などに基づく対象物質が、大気や公共水域について、経年的に測定

大気汚染防止法第22条に基づき、地方公共団体では有害大気汚染物質の大気環境モニタリングを実施しています。今般、平成22年度の調査結果について、環境省が行った大気モニタリングの調査結果と併せて取りまとめました。調査は21物質を対象としています。

環境基準が設定されている物質(4物質)

物質名	測定地点数	環境基準超過地点数	全地点平均値(年平均値)	環境基準(年平均値)
ベンゼン	425 [436]	0 [0]	1.1 [1.3] $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下
1,2-ジクロロエチレン	392 [404]	0 [0]	0.44 [0.53] $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下
1,1-ジクロロエチレン	379 [388]	0 [0]	0.17 [0.22] $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下
クロロメタン	396 [406]	0 [0]	1.6 [1.7] $\mu\text{g}/\text{m}^3$	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下

[]内は平成21年度実績

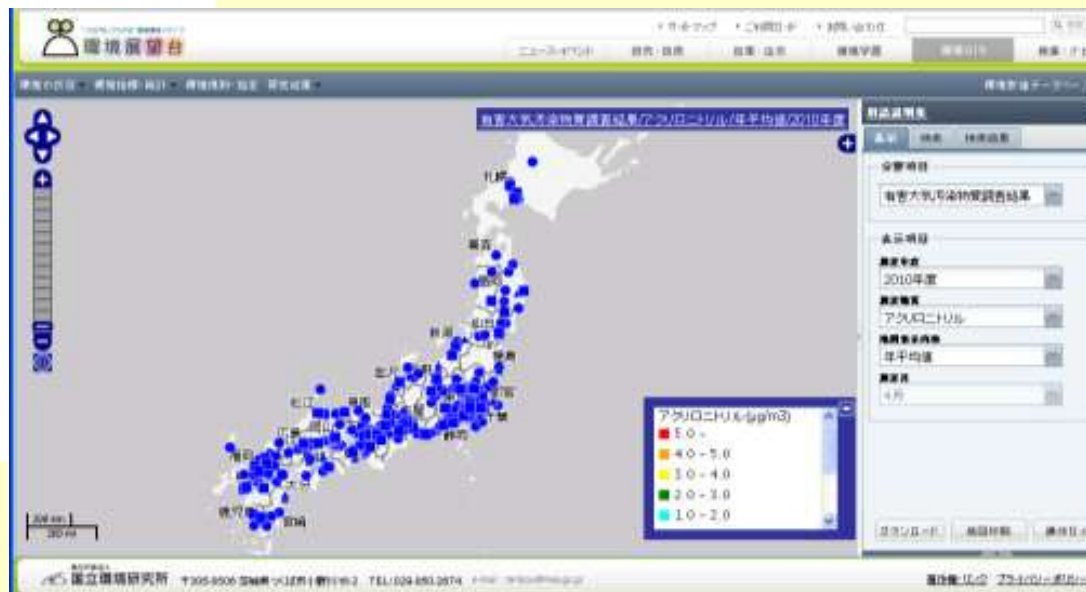
環境基準が設定されている4物質すべてが、すべての地点で環境基準を満たしていました。

環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針となる数値(指針値)が設定されている物質(8物質)

物質名	測定地点数	指針値超過地点数	全地点平均値(年平均値)	指針値(年平均値)
クロロニトリル	339 [362]	0 [0]	0.073 [0.079] $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下
化ビニルモノマー	352 [362]	0 [0]	0.055 [0.066] $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下
コロホルム	353 [361]	0 [0]	0.19 [0.21] $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下
トジクロロエタン	358 [363]	0 [0]	0.16 [0.17] $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下
塵及びその化合物	290 [294]	0 [0]	2.0 [2.0] ng/m^3	40 ng/m^3 以下
ソルゲル化合物	296 [306]	0 [1]	4.0 [4.2] ng/m^3	25 ng/m^3 以下
炭素及びその化合物	276 [289]	3 [4]	1.4 [1.5] ng/m^3	6 ng/m^3 以下

↑有害大気汚染物質モニタリング調査結果報告(環境省)

↓ GIS有害大気汚染マップ(国立環境研究所)



5. 「暴露」とは？

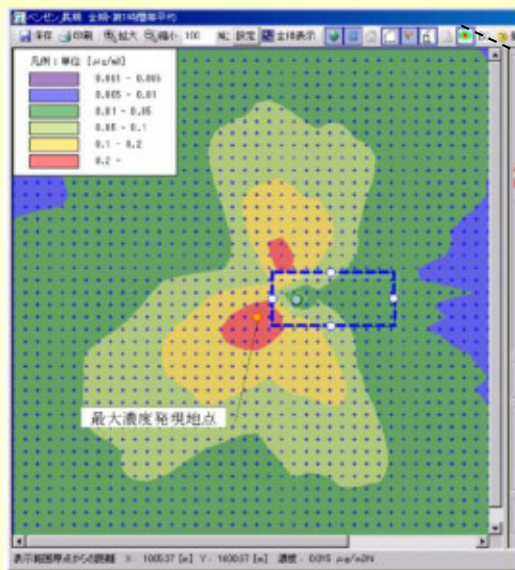
②計算した値(モデルによる推定値)

■ パソコンを使って濃度を計算

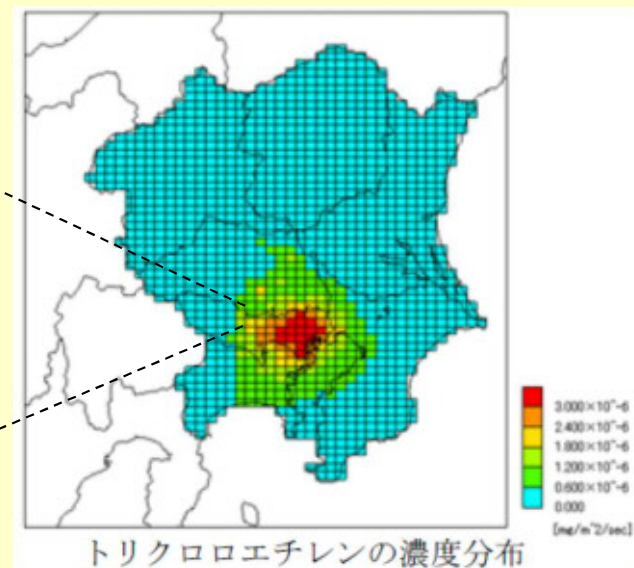
◆ 場所(大気、水域など)や範囲、予測したい項目ごとに推定できる

■ 詳しくは実践編で！

↓ 「METI-LIS^{*1}」によるシミュレーション結果のイメージ



↓ 「ADMER^{*2}」によるシミュレーション結果のイメージ



*1 経済産業省-低煙源工場拡散モデル

*2 産業総合技術研究所-曝露・リスク評価大気拡散モデル

5. 「暴露」とは？

測定値と計算値のメリット・デメリット

■ 状況に応じて使い分ける

	メリット	デメリット
測定した値 (モニタリングデータ)	■ 測定地点、時間帯の正確な濃度が把握可能	■ コストがかかる ■ 因果関係が不明
計算した値 (モデルによる推定値)	■ 人件費以外のコストが不要	■ 不確実性が含まれる

化学物質取扱い事業所周辺の環境リスク評価のための手引き(川崎市、2012)より抜粋

5. 「暴露」とは？

暴露評価のまとめ

- 測定した値（モニタリングデータ）又は計算した値（モデルによる推定値）から、化学物質の濃度を把握
 - ◆ モニタリングデータと計算値のどちらを用いるかは、状況に応じて使い分ける
- 濃度から暴露量を見積る
 - ◆ 川崎市の「手引き」では「大気からの吸入」経路に着目

6. リスク判定

化学物質のリスクは、有害性と暴露量で判断する

化学物質管理の分野においては、

有害性の強弱 × 体内に取り込んだ量



- どのような有害性があるのか
- どの程度の量なら、影響がないのか

有害性評価



- どのような経路で、どれくらいの量が体内に入ったか

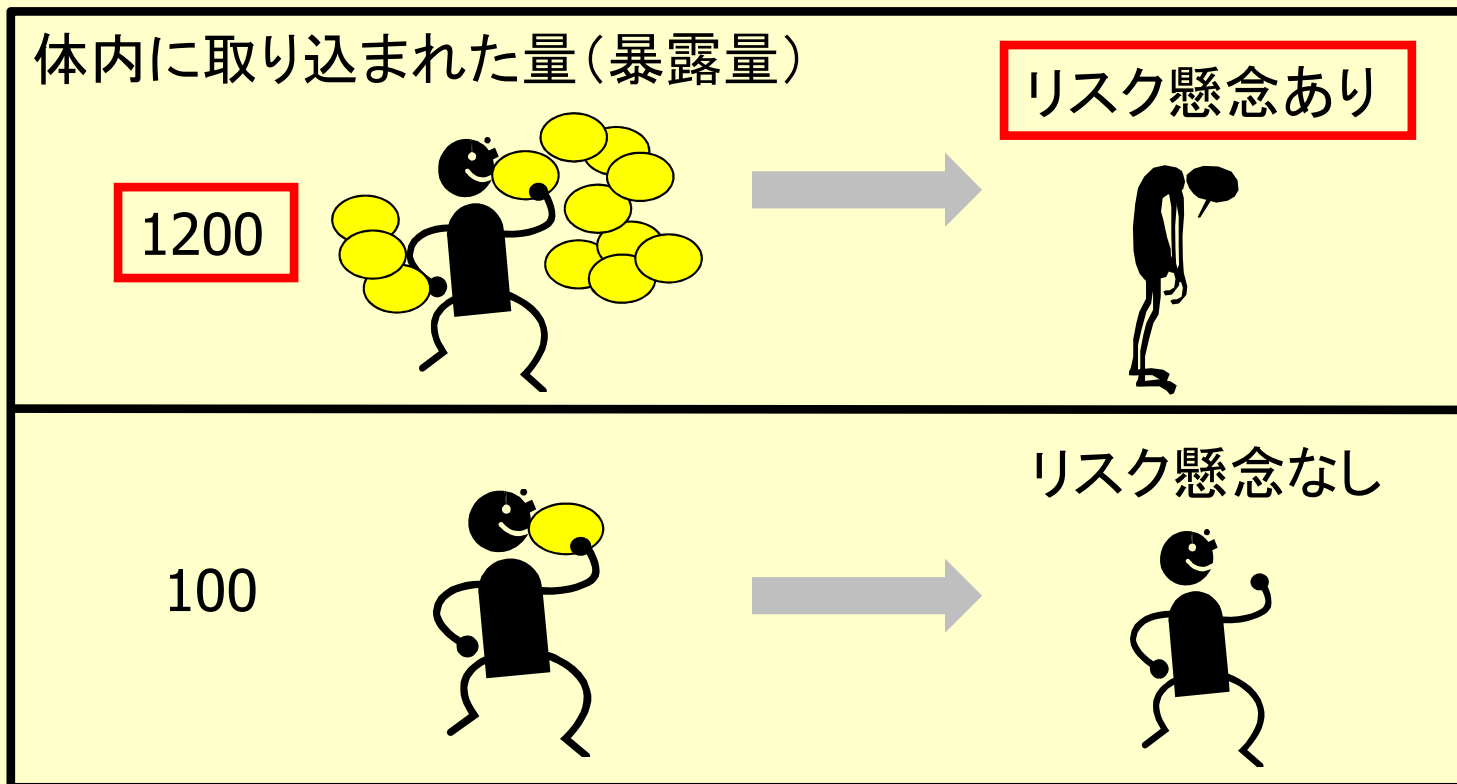
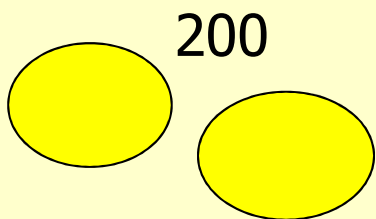
暴露(ばくろ)評価

6. リスク判定

有害性評価と暴露評価から、リスクがありそうか判定する

■ 体内に取り込まれた化学物質の量(暴露量)が、許容範囲かどうか (NOAELより小さいか)を判定する

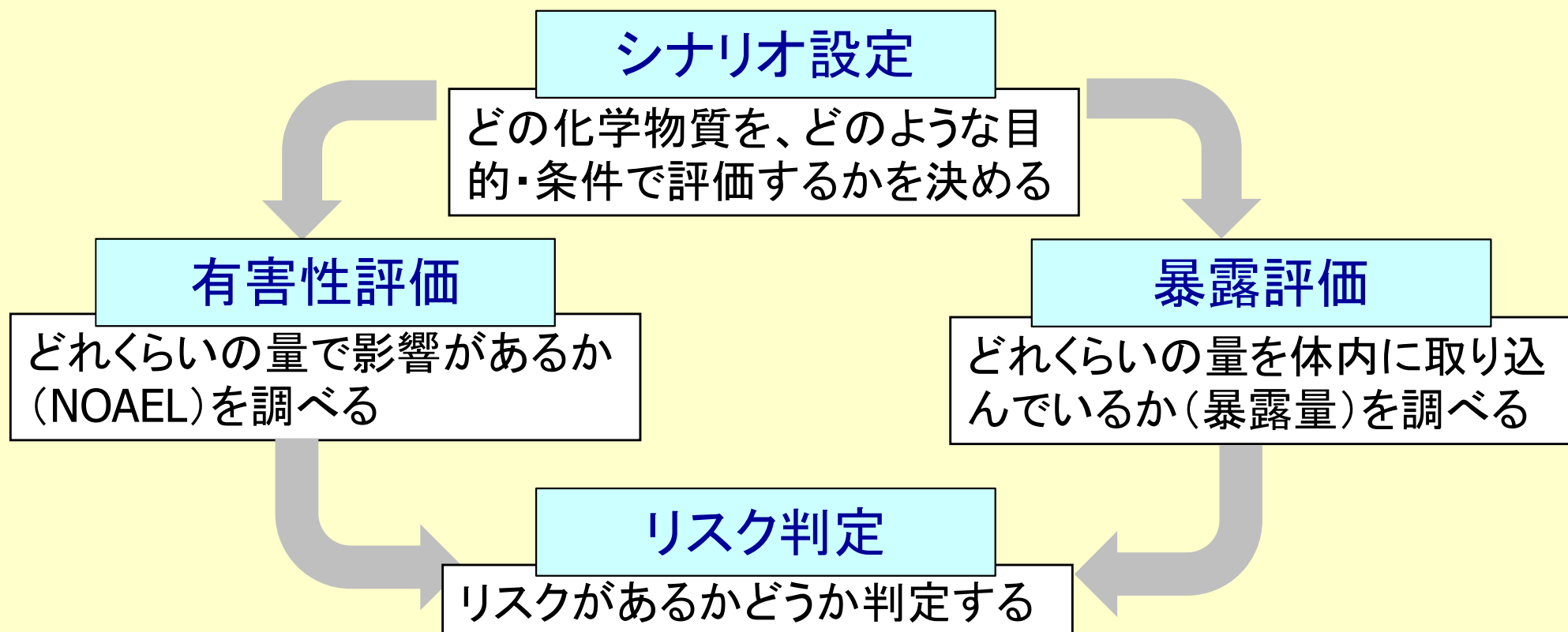
無毒性量 (NOAEL)
一日に体内に取り込ま
れても、影響がない量



7. リスク評価とその結果の活用について

リスク評価の流れと概要

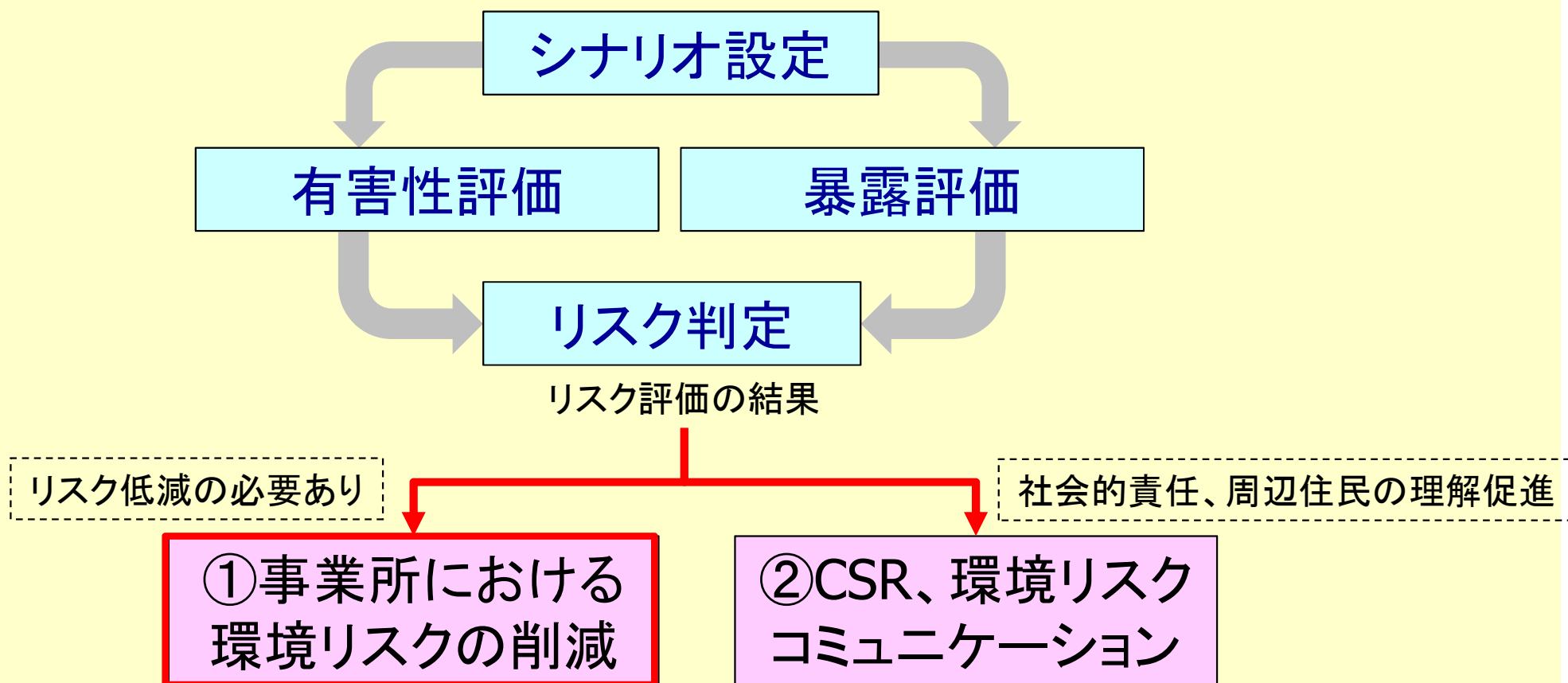
■ 一連のプロセスを「リスク評価」



7. リスク評価とその結果の活用について

環境リスク評価の結果を活用

■ リスク評価がゴールではありません！



7. リスク評価とその結果の活用について

環境リスク評価の結果を活用

①事業所における 環境リスクの削減

有害性の低減

VS.

暴露(ばくろ)の低減

代替物質への転換等

- より有害性の小さい代替物質への転換
- 代替物質の有害性情報が得られていない場合、有害性評価を実施

使用量、排出量削減等

- 使用削減、閉鎖系使用など環境中への排出を削減する
- 対策後、必要に応じて再度暴露評価を実施

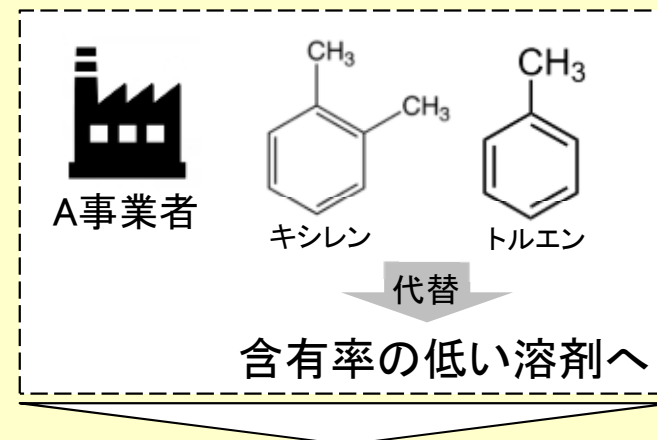
7. リスク評価とその結果の活用について

事業者による有害性低減の事例

化学物質の排出削減対策取組事例集 (H24 NITEより)

「人、生態系に対する影響の懸念がある」というトルエンとキシレンのリスク評価結果を踏まえ、含有率が低い溶剤に代替

- 事業者
ゴム製品製造業
- 対策方法
ゴムの接着工程において、トルエン、キシレンの含有率が低い溶剤に代替
(溶剤の性能、環境負荷の観点から代替物質を絞り込み)
- 効果
 - 排出量削減効果: 年間排出量が、トルエン約1/7に減少、キシレン約1/35に減少
 - 対策実施の投資額: ほぼなし。大量購入のため、溶剤購入費は対策実施前と同程度



有害性の低減

7. リスク評価とその結果の活用について

(参考) 代替物質への転換は複数のリスクについて考える必要がある

- 例えば、物質代替を行う際の判断材料として活用可能
- 「避けたいリスク」の優先順位が異なれば、対策措置の選択肢も異なる(複数リスクの「兼ね合い」をリスクトレードオフという)

物質の種類	人の健康への影響	環境への影響	対策コスト	品質への影響
物質A 	大	大	小	中
物質B 	中	小	中	小
物質C 	小	小	大	小

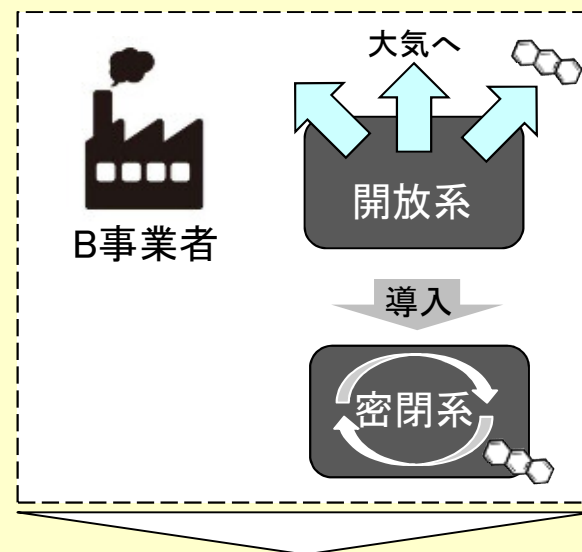
7. リスク評価とその結果の活用について

事業者による**暴露低減**の事例

化学物質の排出削減対策取組事例集 (H24 NITEより)

溶剤回収装置の導入により、環境への排出量を削減し、
回収した溶剤の再利用によりランニングコストを削減

- 事業者
ゴム製造業
- 対策方法
溶剤の回収装置を設置し、
乾燥工程は開放系で使用していたが、
密閉系で使用することで環境への排出量を削減
※回収後の溶剤は、他の工程に再利用
- 効果
 - 排出量削減効果: 年間排出量を14,400[kg]削減
 - 対策実施の投資額: 初期投資1億円、ランニングコストが100万円減 (200万円⇒100万円)

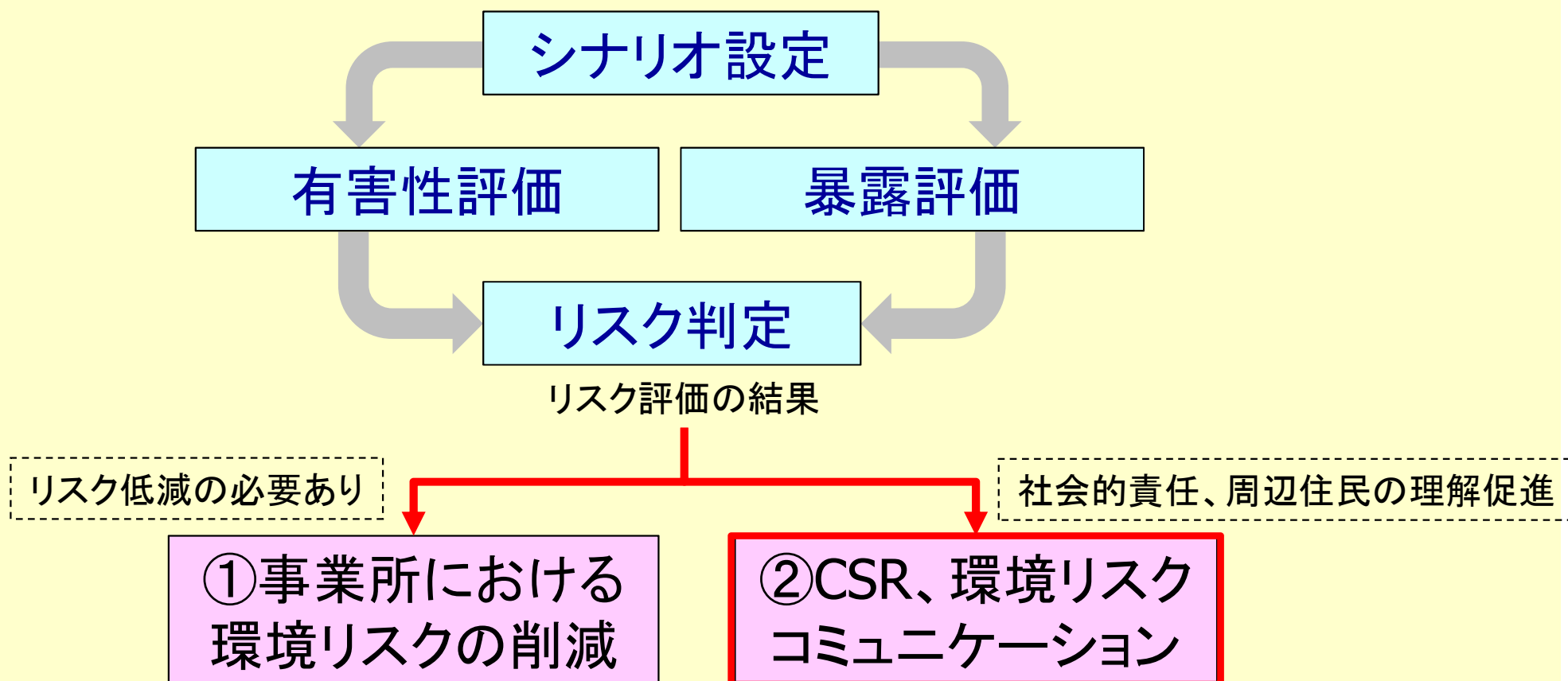


暴露の低減

7. リスク評価とその結果の活用について

環境リスク評価の結果を活用

■ リスク評価がゴールではありません！



7. リスク評価とその結果の活用について

環境リスク評価の結果を活用

②CSR、環境リスク コミュニケーション

- CSR(企業の社会的責任)
企業が倫理的観点から事業活動を通じて、自主的に社会貢献する責任
- 環境リスクコミュニケーション
化学物質に関する情報を広く市民、産業、行政の間で共有し、国民の安全と安心の確保を図ることが極めて重要
- 環境サイトレポート(事業所の環境報告書)
定量データを示すことで、説得力を高めつつ、化学物質管理について周辺住民の理解を促進

7. リスク評価とその結果の活用について

環境サイトレポートとは

- 環境サイトレポートは、環境対策等の取組状況を事業所単位で取りまとめたもの
- 地域住民にとって近隣の事業活動を知るための情報源
- 環境サイトレポートを通じて、事業者と地域住民等との対話による情報共有や相互理解を行う「環境リスクコミュニケーション」を推進



7. リスク評価とその結果の活用について

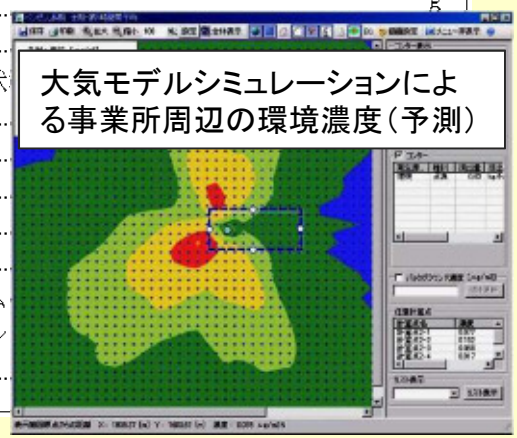
環境サイトレポート作成の手引き

■ 川崎市では、環境サイトレポート作成の手引きを作成・公表し、作成手順及び作成イメージについて紹介しています。



目次

はじめに	
1 概要	1
2 環境サイトレポート作成の考え方	3
3 環境サイトレポート作成及び活用手順	4
4 具体的な記述項目と記載イメージ	5
4.1 基本的項目	5
4.2 環境マネジメントに関する状況	
4.3 環境負荷及びその低減に向けた取組の状況	
4.4 その他	
5 参考資料	
5.1 法律、市条例等の規制値について	
5.2 排出量の算出について	
5.3 化学物質のリスク評価について	
5.4 国、他自治体の環境報告書等関連ホームページ	
5.5 環境情報の公開、リスクコミュニケーション別添 環境サイトレポートの作成例	



- 環境サイトレポートを公開
- 地域住民と意見交換

<http://www.city.kawasaki.jp/kurashi/category/29-1-3-2-8-0-0-0-0-0-0.html>
川崎市環境サイトレポート

8. まとめ

今日からできるリスク評価！

- 有害性評価とは、毒性情報を調べて、一般的に有害な影響が現れない**無毒性量 (NOAEL)**を設定すること
- 暴露評価とは、濃度を調べて(又は計算して)、どれくらいの量を**体内に取り込んでいるか見積もる(暴露量を推定する)**こと
- リスク判定とは、有害性評価と暴露量評価の結果を**見比べて**、リスクがありそうか**判定**すること
- リスク評価の結果を合理的なリスクの削減策検討に活用、また環境サイトレポートに記載し、リスクコミュニケーションを通じて情報共有や相互理解を推進