

「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」 に関する説明

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

0. はじめに

趣旨説明

■「手引き」の紹介(手引きの「はじめに」より)

- ◆環境汚染が懸念される化学物質は多岐にわたり、それらすべての化学物質を従来の規制方法で対処することが困難であり、**事業者の自主的な管理が重要**であるとされている。
- ◆市内の事業者が化学物質の適正管理を実施することを支援するため、**事業者自らが環境リスク評価を実施するための「手引き」**を作成している。

■本講義の位置づけ

- ◆川崎市が作成した「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」を読み解くための知識を、手引きに沿って紹介するものである。
- ◆説明の分かりやすさを重視し、**手引きとは説明の構成が異なる。**

資料目次(ご説明の内容)

1. 環境リスク評価の概要

環境リスク評価とは

2. 環境リスク評価の具体的な手順

(1) 目的の明確化

(2) シナリオの設定

(3) 暴露評価

(4) 有害性評価

(5) リスク判定

1. 環境リスク評価の概要 <化学物質のリスク評価>

化学物質のリスクは、有害性と暴露量で決定する。

■(復習)化学物質のリスク

- ◆ 化学物質が人や動植物に望ましくない影響を与える可能性のことを言う
- ◆ 有害性の強さと暴露量から判定
 - 有害性:化学物質が有する固有の毒性
 - 暴露量:人や環境中の生物が体内に取り込んだ量

**有害性が強くても、暴露量が少なければリスクは小さい。
有害性が弱くても、暴露量が多ければリスクは大きい。**

1. 環境リスク評価の概要 <化学物質のリスクと環境リスク>

手引きでは、化学物質のリスクの一種である「環境リスク」を評価する

■ 化学物質のリスクの種類

◆ 暴露の方法によって、様々なリスクの種類が存在する

- 環境経由、消費者製品経由、労働環境経由など
- 基本的に、有害性と暴露量の2つが重要であることは変わらない

リスクの種類	説明
環境リスク	事業所から排出された化学物質が、環境を経由して人の健康や動植物の生息または生育へ及ぼすリスク
製品リスク	事業所から出荷された製品に含まれる化学物質が、人(消費者)の健康や環境中の動植物へ及ぼすリスク
作業員へのリスク	事業所内で取扱われている化学物質が、作業員の健康へ及ぼすリスク
事故時のリスク	爆発や火災などの事故により、人の健康、または環境中の動植物へ及ぼすリスク

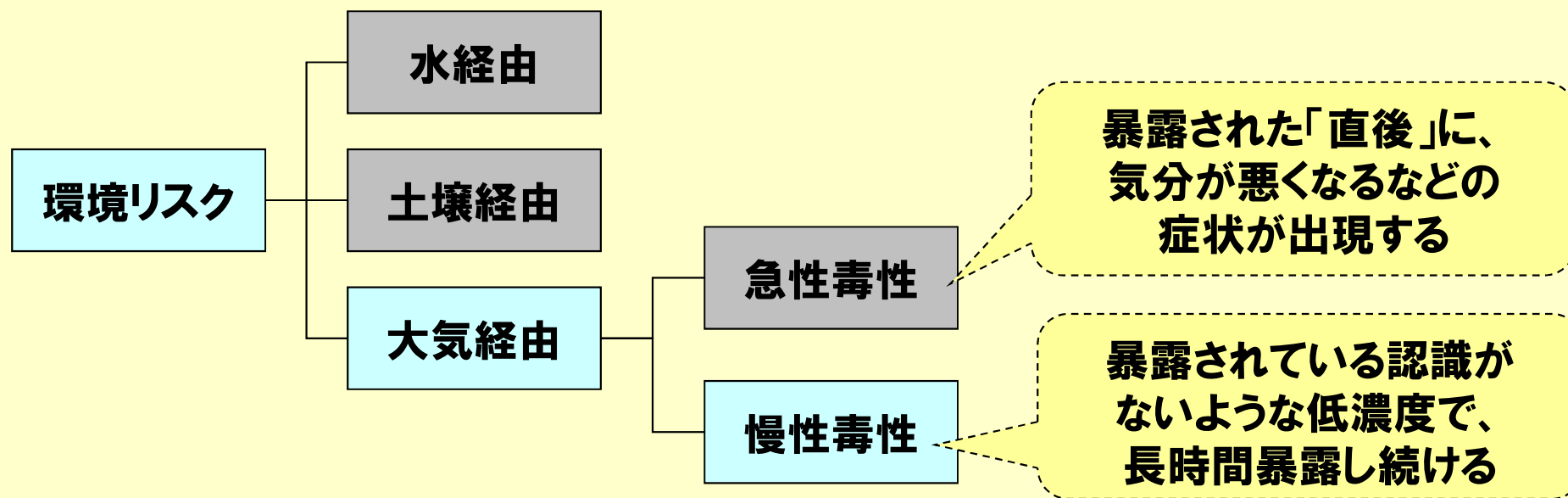
長期的

短期的

1. 環境リスク評価とは <環境リスクの分類と手引きの対象>

手引きでは、大気経路による低濃度・長時間の暴露を評価する

■ 環境リスクの種類と手引きでのリスク評価対象



- 環境リスクの中でも、大気経路の慢性毒性のケースを考える
- 安全面に考慮して、事業所周辺で化学物質の濃度が最も高い大気に暴露される住民を想定して、リスク評価を行う

1. 環境リスク評価とは <環境リスク評価でできること>

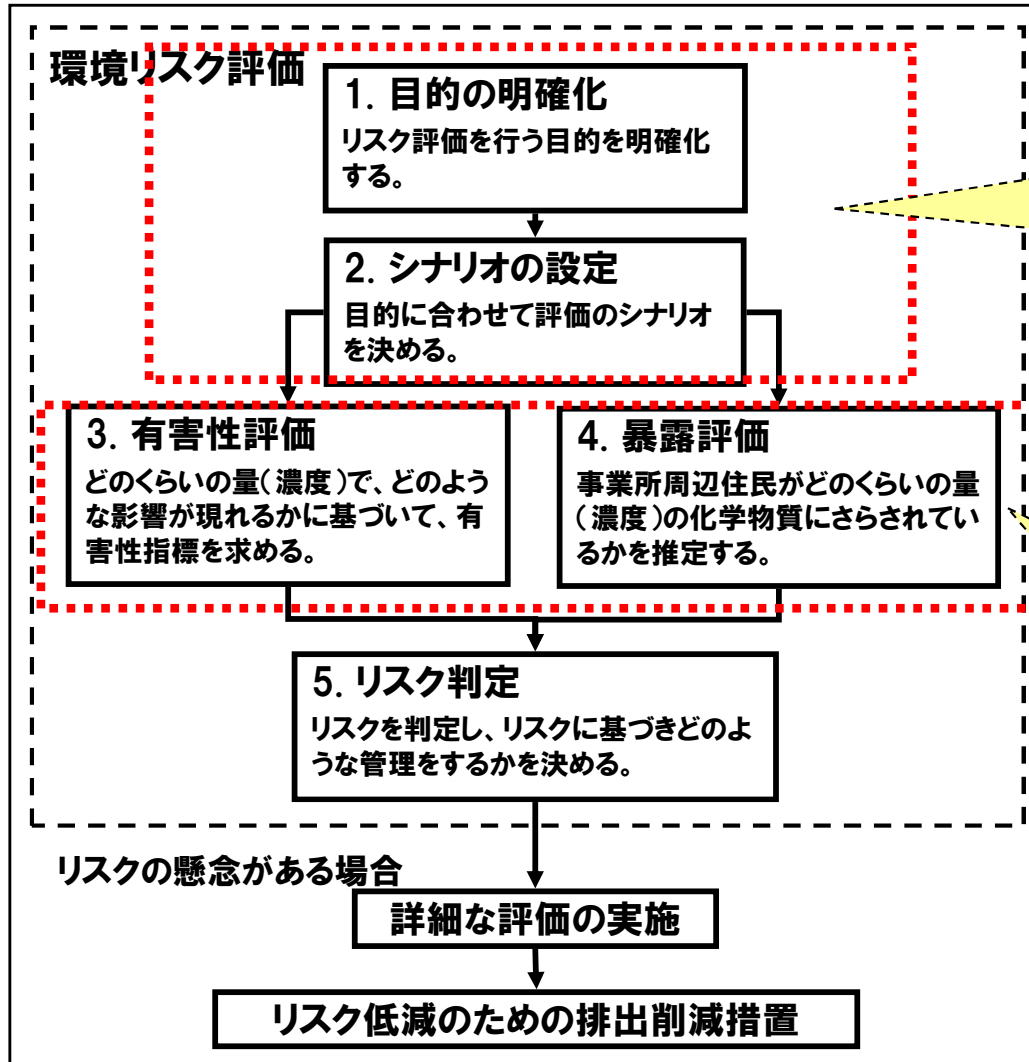
「リスク評価結果に応じた対策」「物質同士のリスク比較」などを行える

■ 環境リスク評価でできること

- ◆ リスク判定結果を基にレベルに応じた適切な管理を行うことが出来る
- ◆ 複数の化学物質のリスク評価結果を比較することで、危険性や対策の優先度などを比較することが出来る

2. 環境リスク評価の具体的手順 <手順の全体像>

全体像



目的に応じてシナリオが変化し、シナリオに応じてリスク評価対象とする物質が変化するので、「有害性」と「暴露量」も変わる

・環境リスク評価の仕組みは単純。用いる概念は、あくまでも「有害性」と「暴露量」の2つのみ

・本講義では、「暴露評価」⇒「有害性評価」の順序で説明する

2. 環境リスク評価の具体的手順 (1) 目的の明確化

まずは目的を設定する

■環境リスク評価の目的設定

- ◆事業者の化学物質の取扱いや排出の状況により異なる
- ◆自社の化学物質の排出実態、CSRの方針、排出量削減計画などを考慮して、環境リスク評価を実施する目的を明確にする
- ◆目的が設定されることで、環境リスク評価の具体的なシナリオを決定できる

2. 環境リスク評価の具体的手順

(2)シナリオの設定 <シナリオ設定の項目と目的>

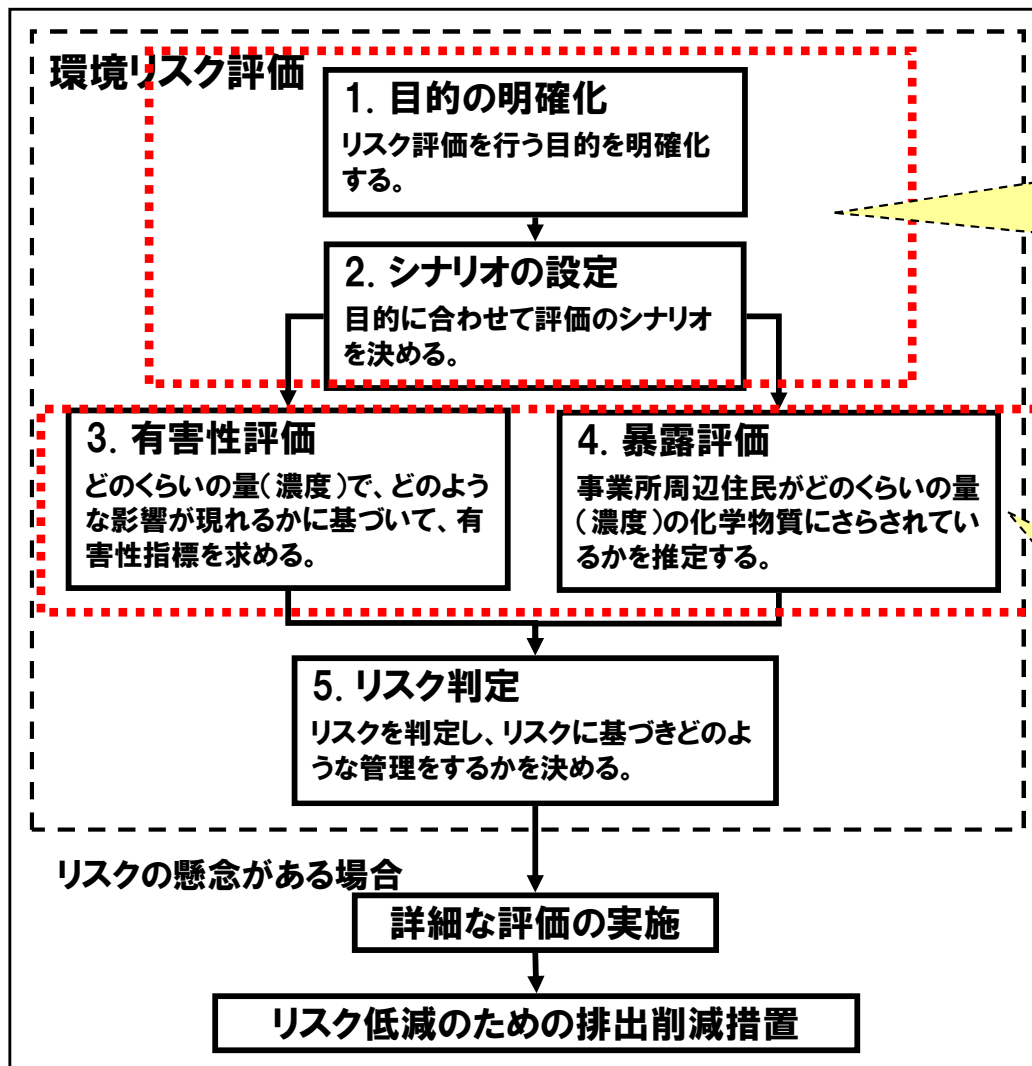
シナリオ設定に応じて、「有害性」と「暴露量」が変動する

■ 主なシナリオ設定項目

項目	この手引きの環境リスク評価のシナリオ
①対象物質	<ul style="list-style-type: none">・ 大気への排出量が多い物質・ 大気への排出があり、取扱量の多い物質・ 大気への排出があり、有害性の高い物質 など、目的に合わせて物質を選定する。 ⇒ 化学物質に応じて、「有害性」が異なる
②影響を受ける対象	事業所周辺に居住する住民 (自社や近隣の事業所の労働環境等にも応用可能) ⇒ 対象の場所に応じて、「暴露量」が異なる

2. 環境リスク評価の具体的手順 <手順の全体像>

全体像



目的に応じてシナリオが変化し、シナリオに応じてリスク評価対象とする物質が変化するので、「有害性」と「暴露量」も変わる

・環境リスク評価の仕組みは単純。用いる概念は、あくまでも「有害性」と「暴露量」の2つのみ

・本講義では、「暴露評価」⇒「有害性評価」の順序で説明する

2. 環境リスク評価の具体的手順 (3) 暴露評価 <暴露評価とは>

手引き
P24-25

評価方法は、「測定する」「計算する」の2種類

■ 暴露評価とは(復習)

◆ 環境リスク評価において、人や環境中の動植物が化学物質を取り込む量(濃度)を評価すること

◆ 主な評価方法として、「測定する」「計算する」。

● 実践編で活用する「METI-LIS」は、計算によって、事業所周辺の暴露評価(暴露濃度の年平均値の算出)を行うソフトウェアである

→ 長期間の暴露を想定

2. 環境リスク評価の具体的手順

(3) 暴露評価 < 暴露評価とリスク評価に用いる暴露濃度の決定 >

事業所周辺の濃度を計算し、リスク評価に用いる暴露濃度を決定する

■ METI-LISで計算を実施し、周辺地域の暴露濃度を計算

◆ 排出量(年間の合計排出量から1時間の平均排出量を計算)

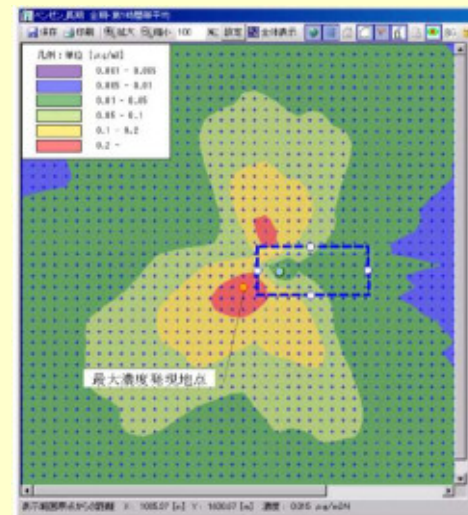
◆ 風の影響(気象条件)

◆ 煙突の高さ

⇒ 最大着地濃度に影響する

◆ 事業所の敷地と住宅地の位置関係 など

⇒ 敷地境界濃度に影響する



METI-LISにて事業所周辺の暴露量(暴露濃度の年平均値)を計算することで、環境リスク評価に用いる暴露濃度を求められる

2. 環境リスク評価の具体的手順

(3) 暴露評価 <化学物質の動きの特徴>

手引き
P22

化学物質は、大気で「風」に吹かれて拡散する。

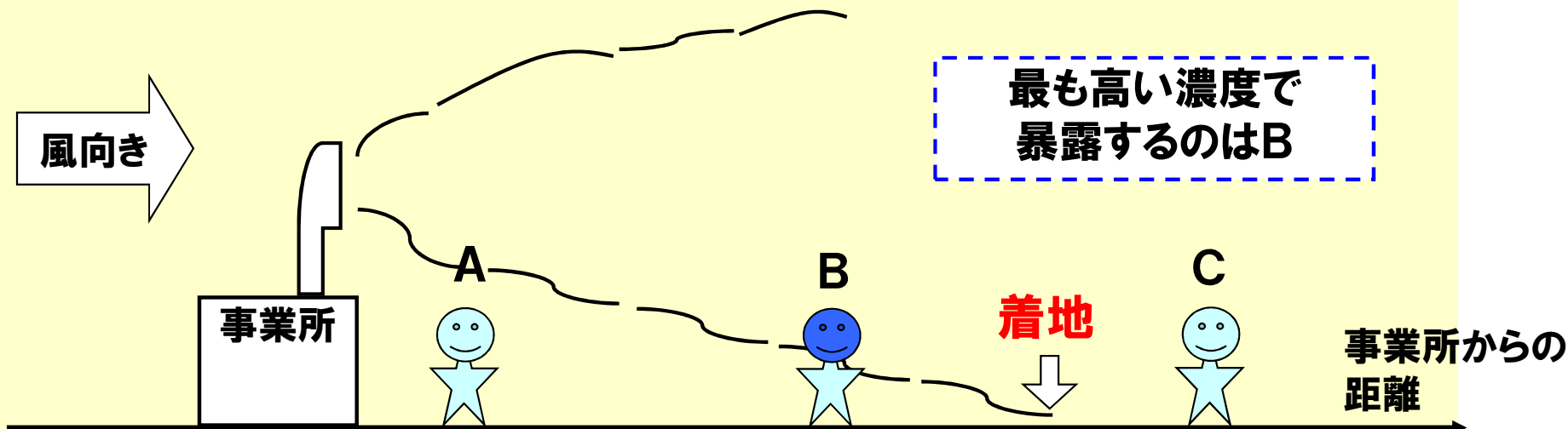
■ 風と化学物質の挙動の関係

◆鉛直方向・水平方向に拡散されながら、風下に移動する

- 風向きと風速の影響
- 季節変動や気象変動の影響

◆地表の濃度は、発生源から近いほど濃度が高い傾向にある

- ただし例外的に、風下で初めて地表に落ちる距離までは、傾向が異なる



2. 環境リスク評価の具体的手順

(3) 暴露評価 <評価すべき場所とは>

手引きでは、安全面に考慮して「**居住地域の最大の暴露濃度**」を考える

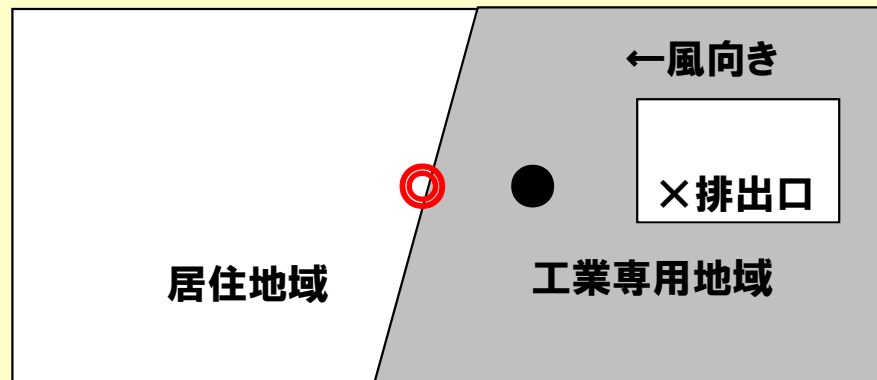
■「居住地域で暴露濃度が最大となる場所」を見つける

◆その場所に居住する住民に、暴露による影響が最も多く現れる

- 風下で初めて地表に落ちる場所周辺で最大となる暴露濃度を**最大着地濃度**という

◆敷地面積、排出口の位置、排出口の高さ、風向きなどの条件で変動する

最大着地濃度が工業専用地域内に出現する場合



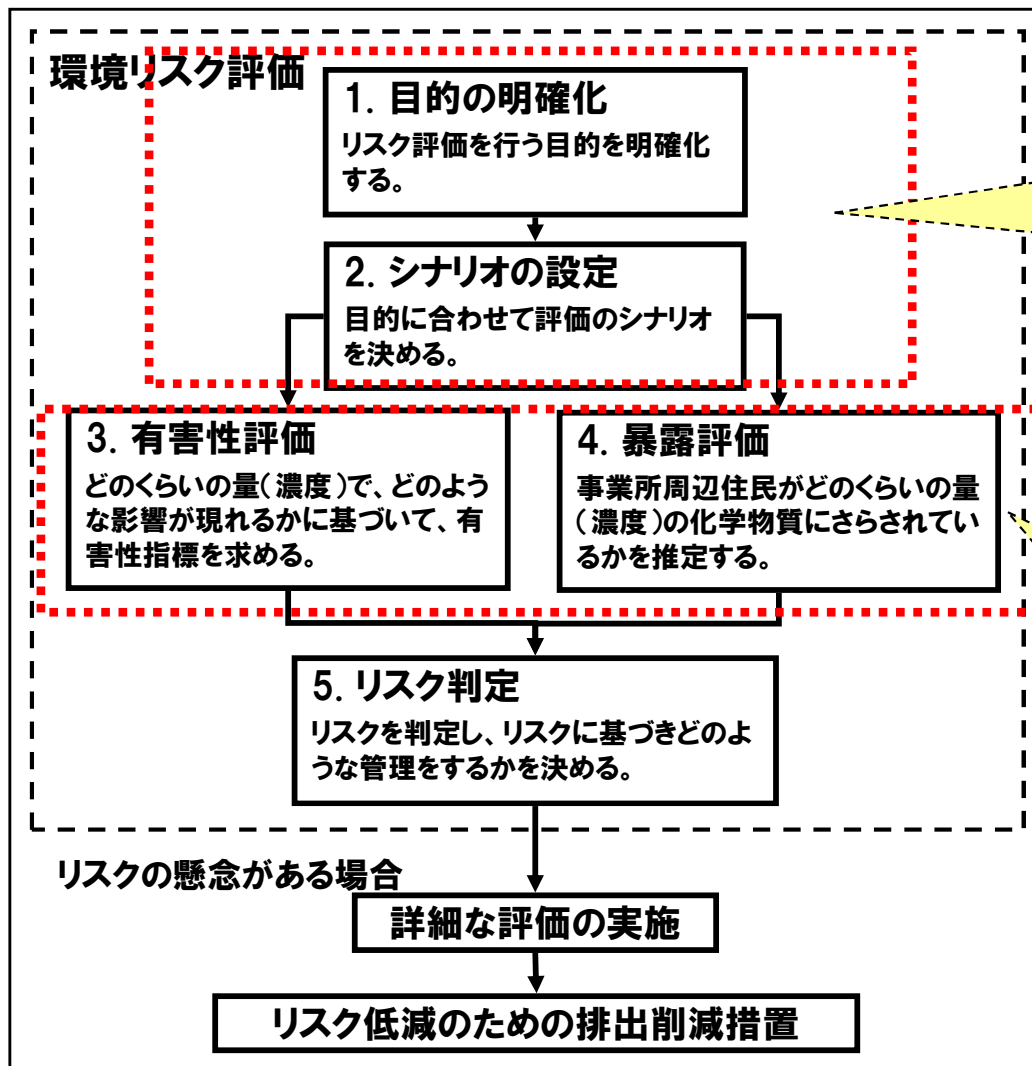
◎:環境リスク評価で用いる暴露濃度

●:最大着地濃度

最大着地濃度が工業専用地域内にある場合、風下の工業専用地域と居住地域の境界上の最大濃度(敷地境界濃度)を用いて、環境リスク評価を行なう

2. 環境リスク評価の具体的手順 <手順の全体像>

全体像



目的に応じてシナリオが変化し、シナリオに応じてリスク評価対象とする物質が変化するので、「有害性」と「暴露量」も変わる

・環境リスク評価の仕組みは単純。用いる概念は、あくまでも「有害性」と「暴露量」の2つのみ

・本講義では、「暴露評価」⇒「有害性評価」の順序で説明する

2. 環境リスク評価の具体的手順

(4) 有害性評価 <有害性評価とは>

世界的に有害性情報が収集されている。「集めてくる」こと。

■ 化学物質の有害性等の固有情報は、世界中に情報が存在する

◆ 大抵の情報はインターネットで収集できる

- 主な情報源の一覧を、手引きに掲載している(P8-9)

◆ 信頼性の高い情報を収集する

- 手引きでは、信頼性のある情報源として、環境省による「化学物質の環境リスク初期評価」(以下、「環境リスク初期評価」)を推奨している
- 手引きの環境リスク評価の方法も、「環境リスク初期評価」に準拠している

※ 手引きでは、PRTRの指定化学物質の有害性情報を、「環境リスク初期評価」から参考として掲載している。(手引きP17-21)

2. 環境リスク評価の具体的手順

(4) 有害性評価 <収集する情報とは(その1)>

収集すべき情報は、「ユニットリスク」「無毒性量」「環境基準/指針値」

■情報源からどんな情報を収集すればよいのか

◆手引きの環境リスク評価(大気経由の住民の慢性毒性)では、以下のいずれかを集めて、評価を実施する

◆どの情報を集められるかは、化学物質に応じて異なる

⇒ 情報によって、リスク評価(リスク判定)の方法が異なる

ユニットリスク

無毒性量
(NOAEL)

環境基準
/ 指針値

2. 環境リスク評価の具体的手順

(4) 有害性評価 <収集する情報とは(その2)>

化学物質の有害性情報と、有害性情報に基づく規制値の違い

■物質の固有の有害性

ユニットリスク

無毒性量(NOAEL)

◆「ユニットリスク」と「無毒性量」でも、有害性の性質が異なる

- ユニットリスクは、(一部の)発がん性の強さを示す指標である

◆性質が異なると、リスク評価での使い方が異なる

- ⇒性質および使い方の差について、後述する

■有害性に基づく基準値

環境基準/指針値

◆有害性を踏まえて、「この暴露濃度を超えないように」と規定された値

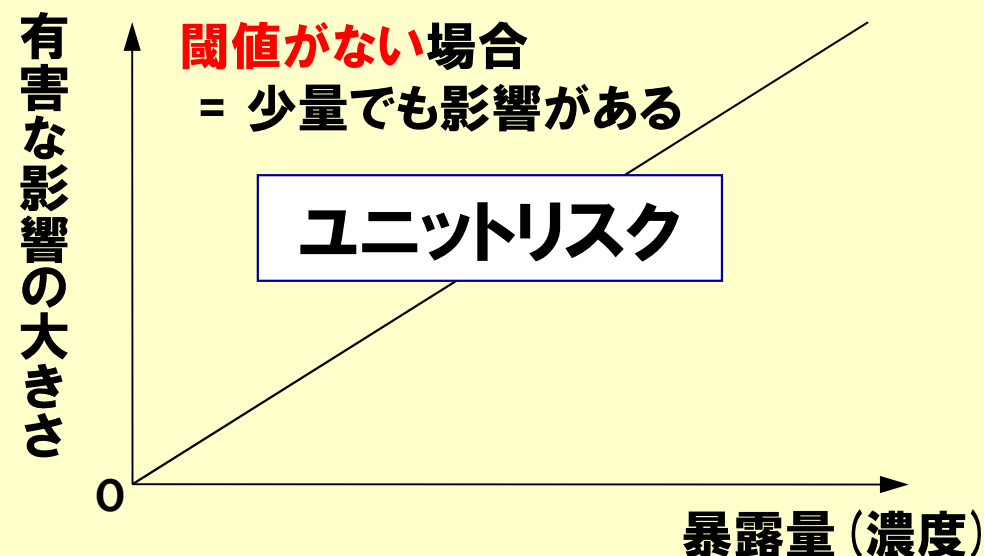
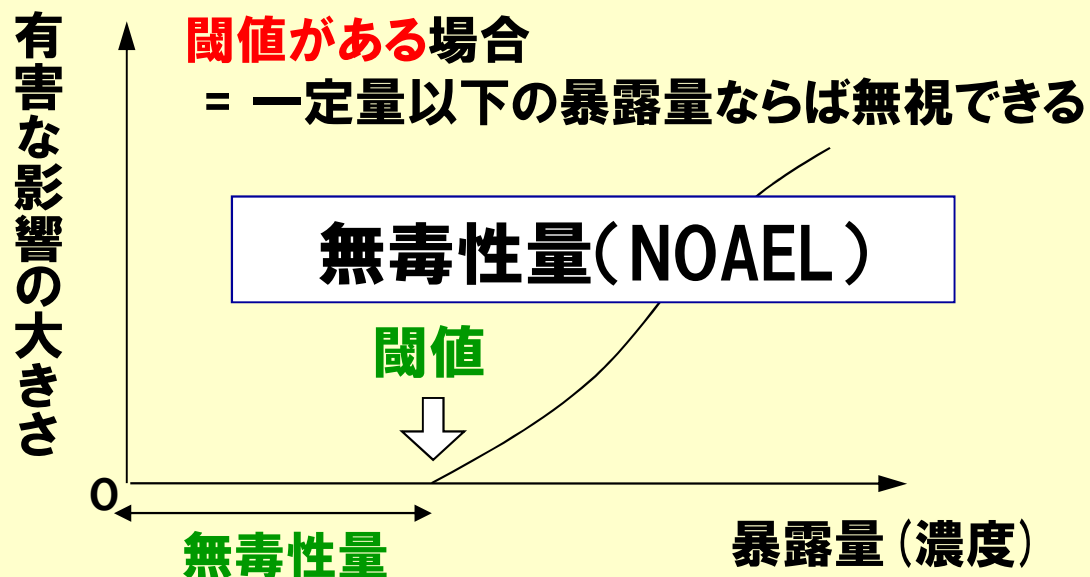
2. 環境リスク評価の具体的手順

(4) 有害性評価 <無毒性量とユニットリスクの違いとは>

「一定量以下の暴露なら無視できる」か、「少量の暴露でも影響あり」か

■ 閾値(いきち)の概念

- ◆一定量以下の暴露量ならば影響がない場合、その「一定量」を指す
- ◆一部の発がん性については、閾値が存在しない(「無毒性量」が0)
(⇒代わりに「ユニットリスク」で評価する)



2. 環境リスク評価の具体的手順 (4)有害性評価 <ユニットリスクとは>

「濃度が濃くなれば、がんの発生確率も高くなる」

■ ユニットリスクとは

◆ 閾値がない、(一部の)発がん性を評価するための指標である



◆ 化学物質に暴露されることにより、がんの発生確率がどれだけ増えるかを示す

- $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の濃度の化学物質が含まれる大気を、一生涯を通じて吸引し続けた場合のがんの発生確率の増加分を示す
- 一生涯を通じて吸引する大気濃度と、がんの発生確率は比例関係にある

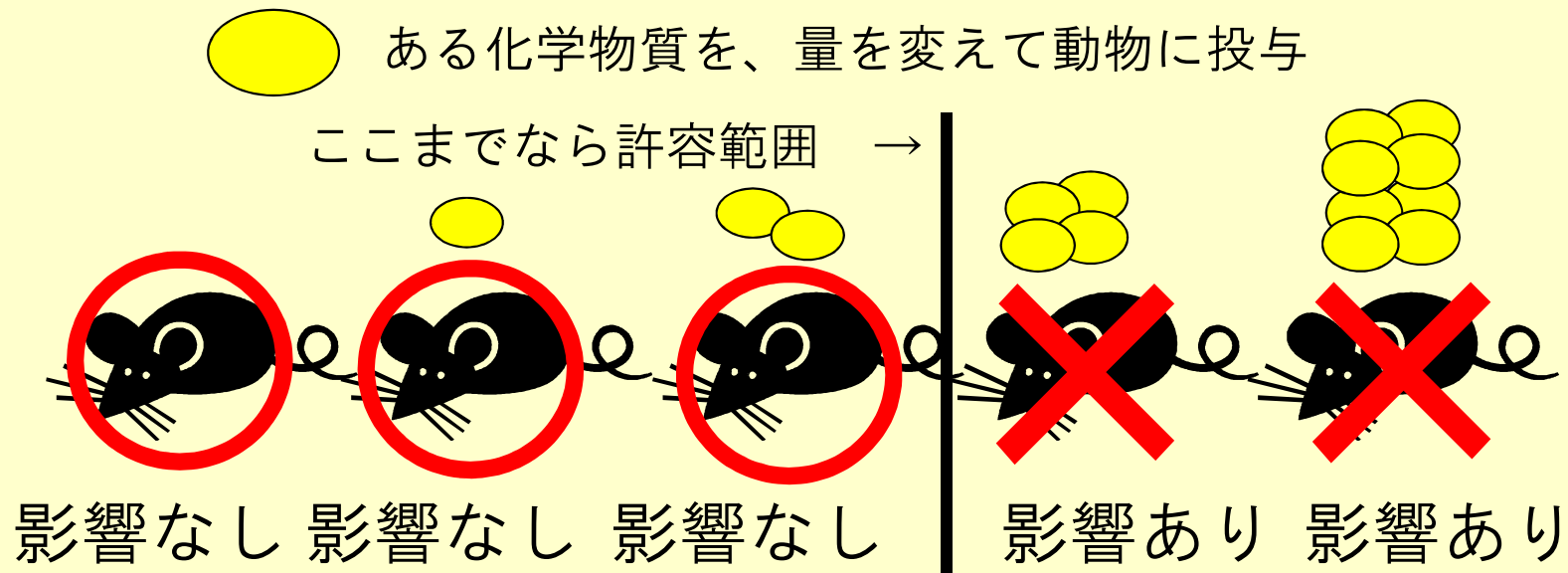
「どれほどの濃度の化学物質に暴露されているか」を考慮する

2. 環境リスク評価の具体的手順 (4)有害性評価 <無毒性量とは>

「どの程度の量ならば、吸入しても影響がないのか」

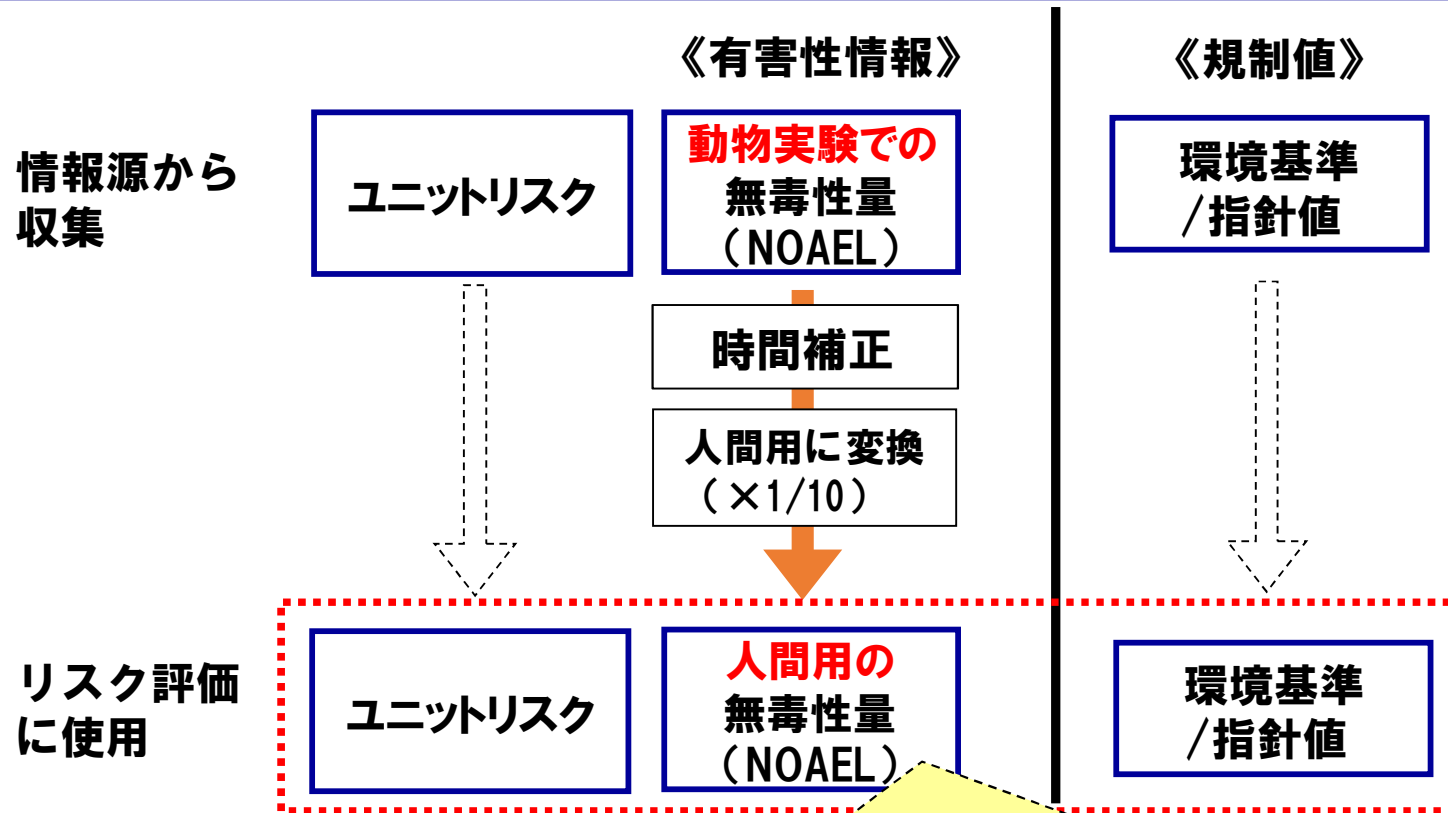
■(復習)無毒性量(NOEL)

◆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値(=この量までならば毎日摂取しても大丈夫)



2. 環境リスク評価の具体的手順 (4)有害性評価 <まとめ>

特に無毒性量に注意して、リスク評価に用いる有害性情報を得る

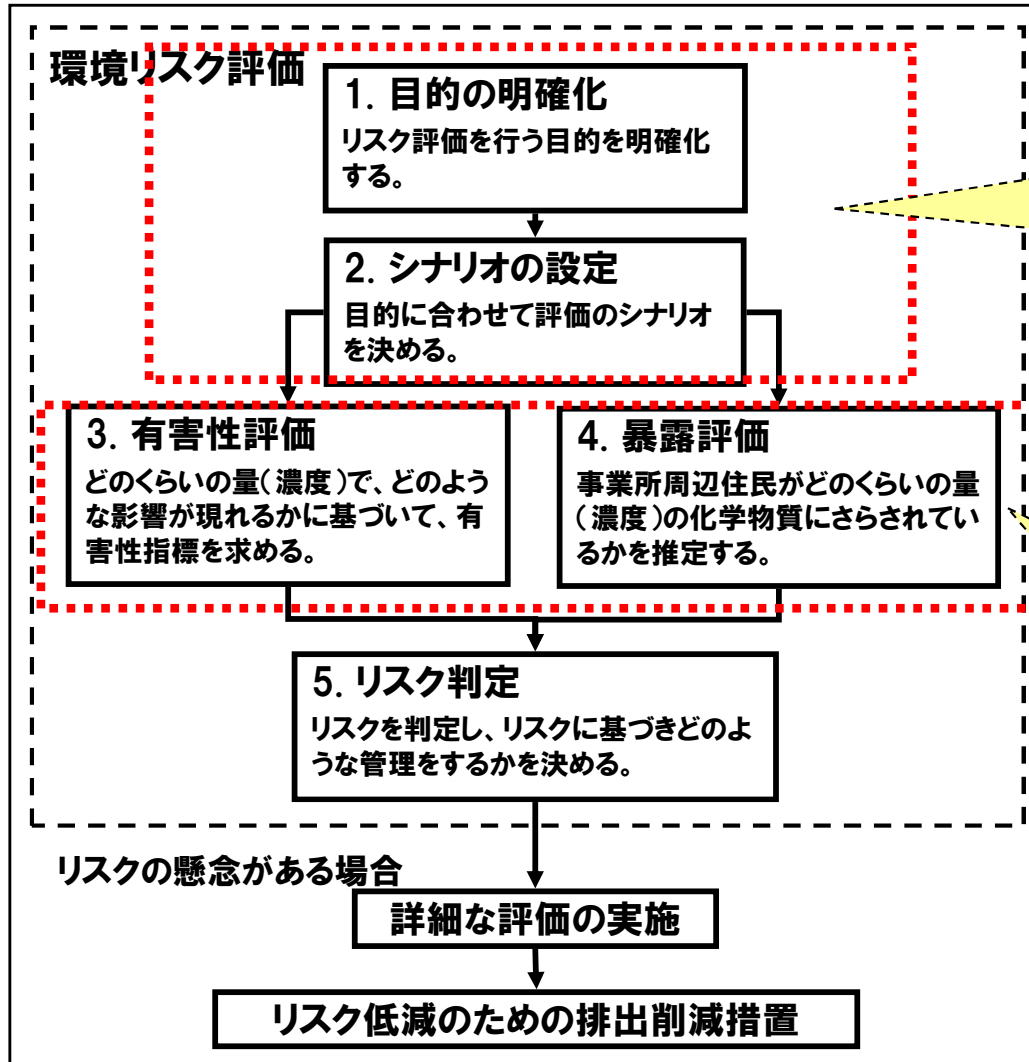


手引きに掲載している有害性情報の値は、この段階の値(NOAELを人間用に補正済み)

有害性情報の種類によって、リスク判定の方法が異なる

2. 環境リスク評価の具体的手順 <手順の全体像>

全体像



目的に応じてシナリオが変化し、シナリオに応じてリスク評価対象とする物質が変化するので、「有害性」と「暴露量」も変わる

・環境リスク評価の仕組みは単純。用いる概念は、あくまでも「有害性」と「暴露量」の2つのみ

・本講義では、「暴露評価」⇒「有害性評価」の順序で説明する

2. 環境リスク評価の具体的手順

(5) リスク判定 <ユニットリスクによる環境リスク評価>

「暴露濃度」と「ユニットリスク」を用いて、「がん過剰発生率」を求める

■ ユニットリスクを用いる場合

◆ がん過剰発生率を求める

(復習)ある濃度の化学物質に一生涯暴露された場合のがんの発生確率の増加分

$$\text{がん過剰発生率} = \text{暴露濃度} [\mu\text{g}/\text{m}^3] \times \text{ユニットリスク} [(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}]$$

◆ がん過剰発生率の値が大きいほどリスクが大きい

がん過剰発生率の値	レベル判定	環境リスク
10^{-5} 以上	レベル1	大 ↑ ↓ 小
10^{-6} 以上 10^{-5} 未満	レベル2	
10^{-6} 未満	レベル3	

2. 環境リスク評価の具体的手順

(5) リスク判定 <無毒性量による環境リスク評価>

「暴露濃度」と「無毒性量(NOAEI)」を用いて、「MOE」を求める

■ 無毒性量(NOAEI)を用いる場合

◆ MOE(Margin of Exposure)とは、人に対する無毒性量と暴露濃度の比率

$$\text{MOE} = \frac{\text{無毒性量} [\text{mg}/\text{m}^3]}{\text{暴露濃度} [\mu\text{g}/\text{m}^3]} \times 1,000$$

◆ MOEが小さいほど、リスクが大きい

MOEの値	レベル判定
10未満	レベル1
10以上 100未満	レベル2
100以上	レベル3

環境リスク
↑ 大
↓ 小

2. 環境リスク評価の具体的手順

(5) リスク判定 <環境基準 or 指針値による環境リスク評価>

「暴露濃度」と「環境基準 or 指針値」を用いて、両者の比率を求める

■ 環境基準 or 指針値を用いる場合

$$\text{比率} = \frac{\text{環境基準 or 指針値} [\mu\text{g}/\text{m}^3]}{\text{暴露濃度} [\mu\text{g}/\text{m}^3]}$$

- ◆ 環境基準 or 指針値の単位に注意。単位が mg/m^3 なら $\mu\text{g}/\text{m}^3$ への換算が必要
- ◆ 比率が小さいほど、リスクが大きい

比率	レベル判定
1未満	レベル1
1以上 10未満	レベル2
10以上	レベル3

環境リスク
↑ 大
↓ 小

2. 環境リスク評価の具体的手順 (5) リスク判定 <レベル別の具体的取組>

レベルに応じた具体的な取組を提案している

■ レベルとリスク判定について

◆ 川崎市では環境省と同様にレベル分けを行い、レベル別の取組を提案している

レベル	環境省の リスク評価判定	川崎市による リスクの判定	具体的取組
レベル1	詳細な評価を行う候補と考えられる	優先的に環境リスクの 低減対策について検討すべき物質	<ul style="list-style-type: none"> 環境への排出や環境濃度の実態について詳細な調査を実施する。 調査結果に基づいて、市内の暴露量への寄与を考慮して、排出量の削減対策を検討する。
レベル2	情報収集に努める必要があると考えられる	環境リスクの 低減対策の必要性の有無について調査すべき物質	<ul style="list-style-type: none"> リスク評価結果を精査して、排出量の削減対策の必要性の有無について調査する。 削減対策の必要性が認められた場合にはレベル1、認められない場合にはレベル3と同様に取り扱う。
レベル3	現時点では作業は必要ないと考えられる	現時点で環境リスクの低減対策の必要性はないと考えられる物質	<ul style="list-style-type: none"> 現時点では特別な対策は実施しない。 化学物質全体の環境リスクを低減するという観点から、少しでも排出量が削減されるよう努める。

2. 環境リスク評価の具体的手順

(5) リスク判定 <判定結果の取扱い上の留意点>

環境リスク評価には不確実性があり、目安としての側面が強い

■ 結果の不確実性について

- ◆ 化学物質の環境リスク評価は、有害性評価と暴露評価のどちらも様々な不確実性を含む
- ◆ 一般的には、「安全側に立つ」(リスクを大きめに評価する)という視点で不確実性に対応する

この手引きでは、リスク評価の判定レベルにより、市として一律に何らかの対策をお願いするのではなく、**事業者が自主的な化学物質の適正管理を効率的かつ効果的に行うためのツール**のひとつとして位置づけ、市の事業者への支援策として提供することを目的としています。

2. 環境リスク評価の具体的手順 <まとめ>

まとめ

- 環境リスクの大きさは、「暴露量」と「有害性」の2つから判定される
- METI-LISによって、事業所周辺の「暴露量」を計算する
 - ◆ 「風の影響」や「居住地域での最大濃度」等を考慮して、リスク評価で使用する「暴露濃度」を求める
- 「有害性」は信頼できる情報源から収集する
 - ◆ 化学物質によって収集できるデータの種類が異なる
 - 大気経由の慢性毒性の場合、「有害性」に関わるデータが3種類存在する
 - ◆ 収集したデータに応じて、環境リスク評価の方法が異なる