

# 土壌汚染のリスクと管理



横浜国立大学  
大学院環境情報研究院  
小 林 剛

横浜国立大学大学院環境情報学府 人工環境専攻  
横浜国立大学都市科学部 環境リスク共生学科

# 本日の内容

## 1. 化学物質のリスクと管理

リスク、有害性や曝露、基準値の意味

## 2. 土壌汚染のリスクの考え方

汚染物質と多様な曝露経路や多様なリスク、  
土対法でのリスク、リスク評価と不確実性

## 3. 土壌汚染によるリスクの低減と管理

土壤汚染のリスクの低減・管理の考え方、  
未然防止と自主管理、今後の土壤汚染対策

## 4. リスクコミュニケーションのために

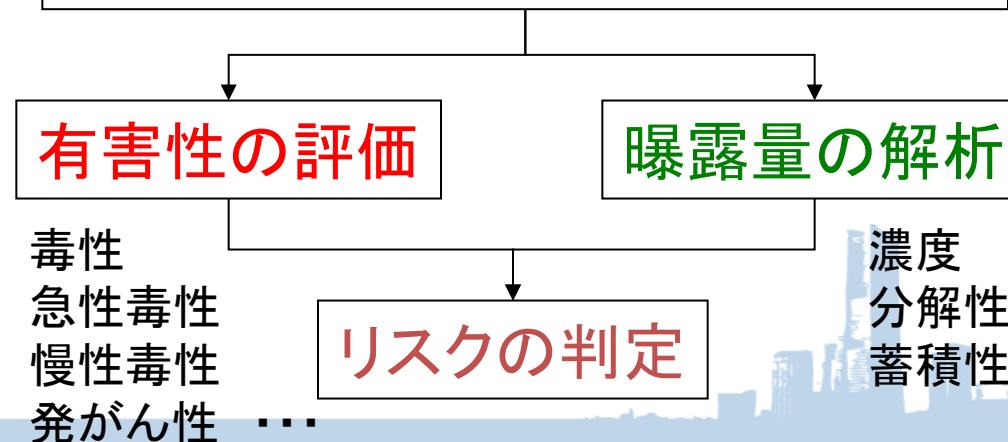


# 1. 化学物質のリスクと管理

$$\text{リスク} = f(\text{危害のひどさ}, \text{危害の発生確率})$$

たとえば、化学物質の人の健康や  
環境への悪影響についてのリスクを考えるには  
→ 環境リスク → 有害性 → 曝露性  
Hazard Exposure  
E : 環境・生態系に影響を与えるハザード  
H : 人の健康に影響を与えるハザード  
S : 爆発・火災等の危険性を生ずるフィジカルハザード  
どのくらい摂取するか？

## 化学物質のリスク関連情報の調査 有害性、曝露性(環境中濃度など)



## 1. 化学物質のリスクと管理

### 化学物質の健康リスク (様々な毒性と配慮事項)

健康リスク =  $f$  (有害性の程度, 曝露量)

毒性

摂取量

急性毒性、亜急性毒性、慢性毒性、発がん性、その他

不確実性係数（種差、個体差、影響の重篤度、試験の信頼性など）

年齢・性別・体重などの身体的要因

気温・湿度・気圧などの環境的要因

吸入: 曝露濃度( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) × 呼吸速度( $\text{m}^3/\text{h}$ ) × 曝露時間(h)

約 $0.6 \sim 0.8 \text{ m}^3/\text{h}$

一般環境では $15 \sim 20 \text{ m}^3/\text{d}$

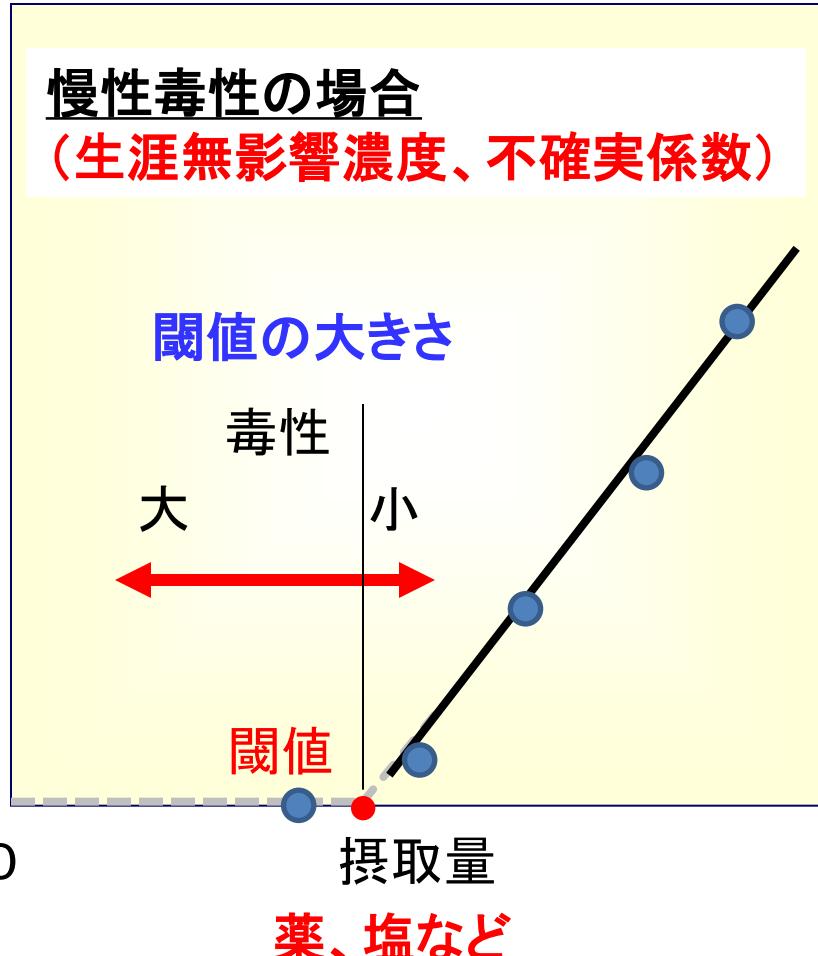
経口: 曝露濃度( $\text{mg}/\text{L}$ ) × 飲料水量( $\text{L}/\text{d}$ )  $2 \text{ L}/\text{d}$

# 1. 化学物質のリスクと管理

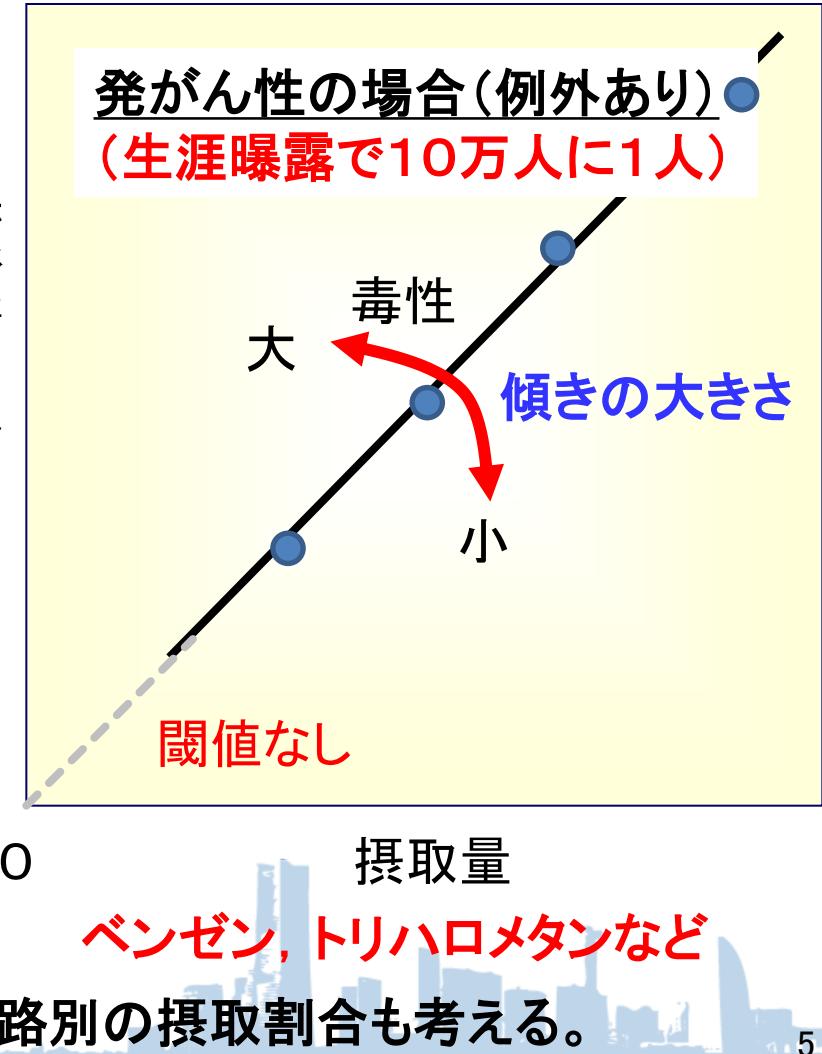
## 閾値の有無と悪影響のあらわれ方

(閾値の有無、毒性の大小の考え方、環境管理の考え方)

悪影響の大きさ



悪影響の大きさ



環境基準を設定する際には、経路別の摂取割合も考える。

## 1. 化学物質のリスクと管理

# 環境基準とは？ 基準値を超過することの意味は？

人の健康の保護及び生活環境の保全のうえで  
「維持されることが望ましい基準」

生涯曝露されても人への健康影響を生じない  
大気、水(地下水)、土壤の濃度

地下水環境基準 … 28項目 (重金属、VOC、農薬など)  
2009.11 クロロエチレン、1,4-ジオキサン追加

土壤環境基準 … 29項目 (重金属、VOC、農薬など)  
2017.4 クロロエチレン、1,4-ジオキサンの追加  
2019.4 1,2-ジクロロエチレンの指定(cis体,trans体合計)  
2021.4 カドミウム、トリクロロエチレンの基準強化

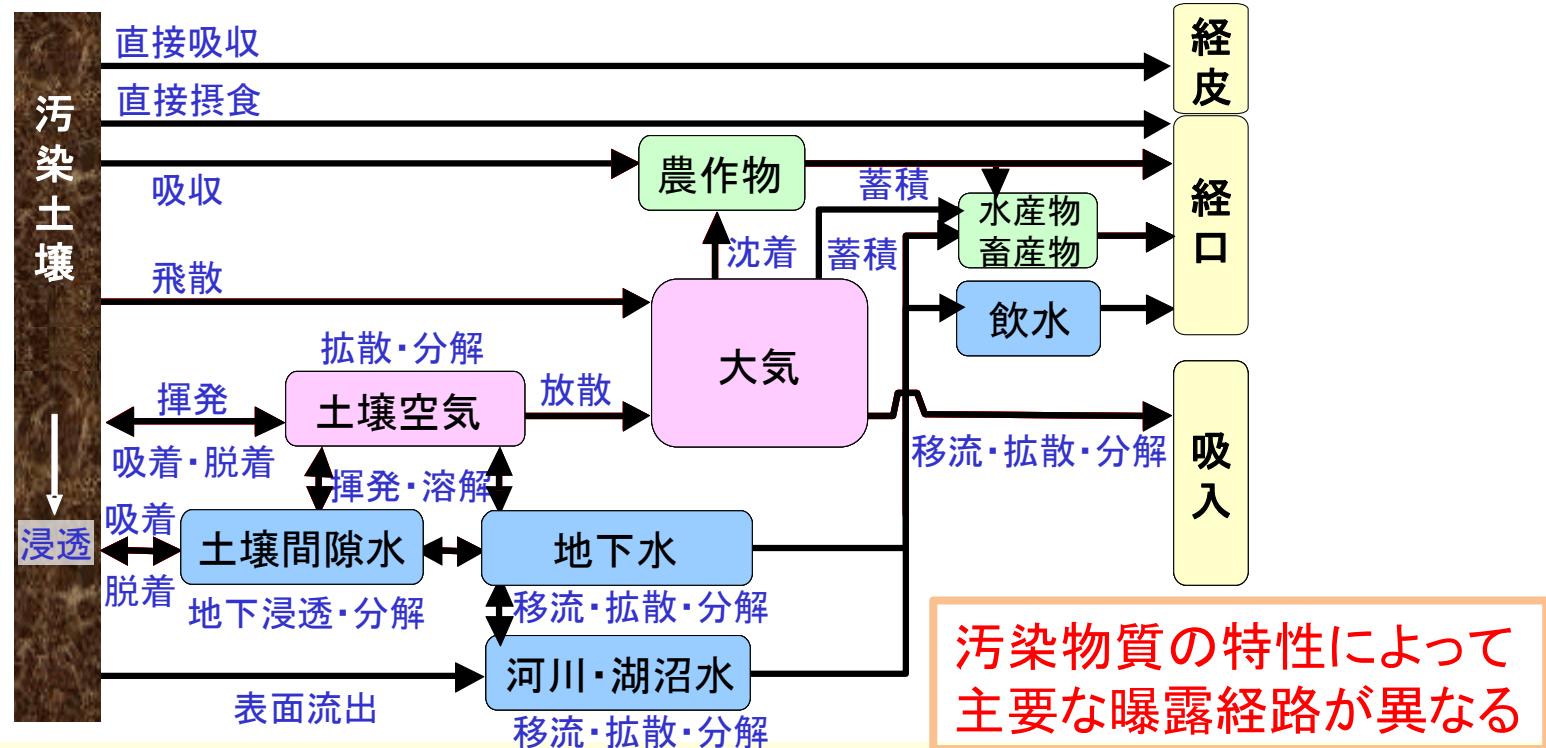
環境基準は、  
現に得られる限りの科学的知見を基礎として定められているものであり、  
常に新しい科学的知見の収集に努め、適切な科学的判断が加えられて  
いかなければならない。

政府は、施策を総合的かつ有効、適切に講ずることによって、  
環境基準の確保に努めなければならない。

基準値の超過 or 非超過と、リスクの大きさとの関係に注意

## 2. 土壌汚染のリスクの考え方

# 土壤汚染からの多様な曝露経路



## ① 土壌の直接摂取

(土壤粒子の飛散後の吸入摂取、手等を介しての摂食(経口摂取)や経皮摂取)

## ② 農作物への吸収による経口摂取

③ 農作物・牧草に移行後、家畜等食物への濃縮による経口摂取

④ 土壤から溶出/流出後、地下水、河川水、湖沼水等の経口摂取

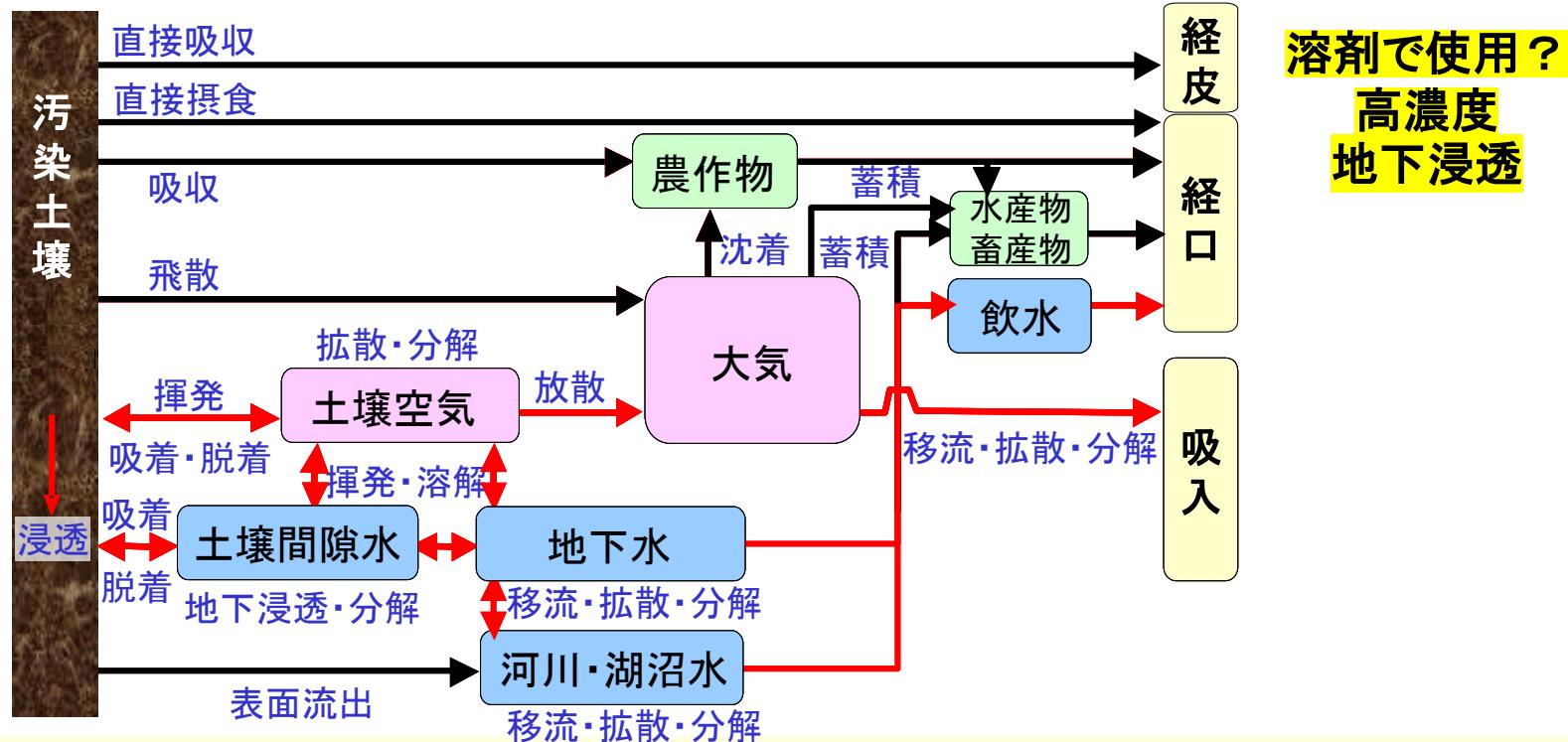
## ⑤ 土壌から溶出/流出後、環境水・堆積物から魚介類等食物への浸透

## ⑥ 土壌から揮散後、近傍大気／室内空気の吸入摂取

⑦ 土壌から揮散後、室内油含有食品への濃縮による経口摂取

## 2. 土壤汚染のリスクの考え方

# 土壤汚染からの多様な曝露経路(揮発性有機化合物)



### ① 土壤の直接摂取

(土壤粒子の飛散後の吸入摂取, 手等を介しての摂食(経口摂取)や経皮摂取)

### ② 農作物への吸収による経口摂取

③ 農作物・牧草に移行後、家畜等食物への濃縮による経口摂取

### ④ 土壤から溶出/流出後、地下水, 河川水, 湖沼水等の経口摂取

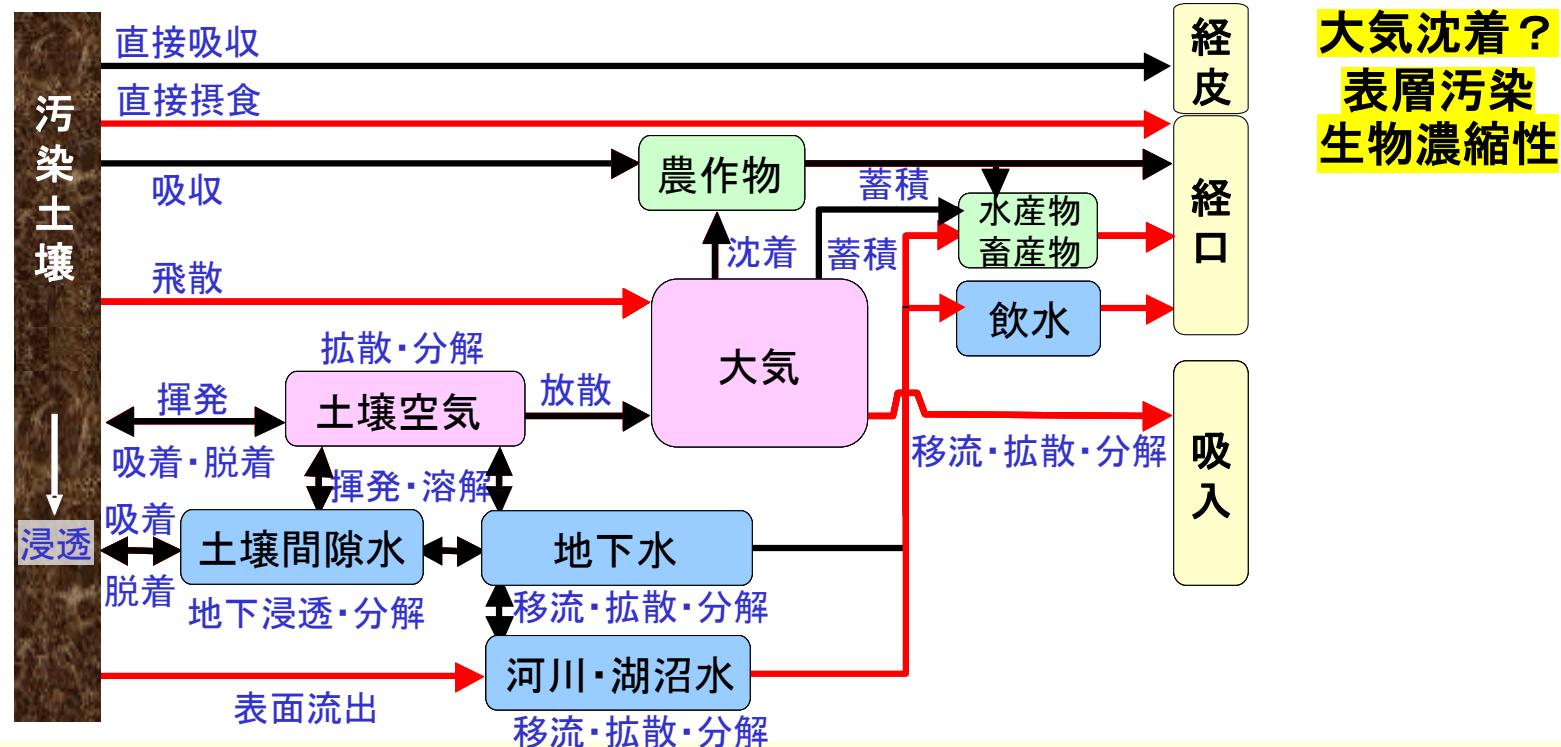
⑤ 土壤から溶出/流出後、環境水・堆積物から魚介類等食物への濃縮による経口摂取

### ⑥ 土壤から揮散後、近傍大気／室内空気の吸入摂取

⑦ 土壤から揮散後、室内油含有食品への濃縮による経口摂取

## 2. 土壤汚染のリスクの考え方

# 土壤汚染からの多様な曝露経路(ダイオキシン類)



### ① 土壌の直接摂取

(土壤粒子の飛散後の吸入摂取, 手等を介しての摂食(経口摂取)や経皮摂取)

② 農作物への吸収による経口摂取

③ 農作物・牧草に移行後、家畜等食物への濃縮による経口摂取

④ 土壌から溶出/流出後、地下水, 河川水, 湖沼水等の経口摂取

⑤ 土壌から溶出/流出後、環境水・堆積物から魚介類等食物への濃縮による経口摂取

⑥ 土壌から揮散後、近傍大気／室内空気の吸入摂取

⑦ 土壌から揮散後、室内油含有食品への濃縮による経口摂取

## 2. 土壌汚染のリスクの考え方

# 「土壤汚染」で懸念される多様なリスク

## 環境リスク

### ①人の健康保護の観点

- 汚染土壌の直接摂取
- 地下水等の経口摂取
- 農作物や魚介類への濃縮による経口摂取
- 揮散後の空気の吸入摂取 など

### ②生活環境の保全の観点

- 生活環境の阻害  
(悪臭、油膜、不快感など)
- 農作物等の生育阻害
- 生態系への悪影響
- 地球環境への悪影響 など

## 経済的なリスク

- 調査・対策の費用発生
  - 操業停止等の費用発生
  - 訴訟・賠償費用発生
  - 企業競争力の低下
  - 風評被害による損失の発生
  - 土地の資産価値の低下 など
- ※ブラウンフィールド問題

## 社会的なリスク

- 企業イメージの低下
- 社会的信用・信頼の低下(安心感の低下)
- 地域コミュニティとの信用・信頼の低下
- 従業員との信頼関係の喪失や人材流出
- クライシスコミュニケーションの阻害
- 社会の監視の目の強化
- 規制強化

など



## 2. 土壌汚染のリスクの考え方

# 土壤汚染対策法で考慮される環境(健康)リスク

### ①地下水等の摂取リスク

土壤に含まれる有害物質が地下水に溶け出して、その有害物質を含んだ地下水を飲んで口にすることによるリスク



例) 土壌汚染が存在する土地の周辺に、地下水を飲むための井戸や蛇口がある

### ②直接摂取リスク

有害物質を含む土壤を口から直接摂取することによるリスク

(毎日100mg大人、200mg子ども  
6才以下)

生涯(70年間)  
摂取？！



例) 子どもが砂場遊びをしているときに手に付いた土壤を口にする、風で飛び散った土壤が直接口に入る

## 2. 土壤汚染のリスクの考え方

# 土壤汚染における環境リスクの考え方

### ①地下水飲用によるリスク

= 汚染物質の有害性 & 汚染物質の地下水中濃度 × 地下水の飲用量

### ②土壤の直接摂取によるリスク

= 汚染物質の有害性 & 汚染物質の土壤中濃度 × 土壤の摂食量

有害性

曝露量

### 土壤汚染の特徴（曝露関連）

土壤汚染の範囲は局所的  
短期間で拡散・希釈されない  
呼吸等で常に多く摂取されない



(濃度変動や摂取期間を考えることも大事)

有害性は高くても  
曝露量が小さければ  
リスクは大きくな。

- ・ 曝露濃度が低いことが多い。
- ・ 曝露期間が長くないことが多い。

→ 曝露量がどの程度になるのか？

基準超過 ≠ 高リスク



## 2. 土壤汚染のリスクの考え方

### リスク評価モデル

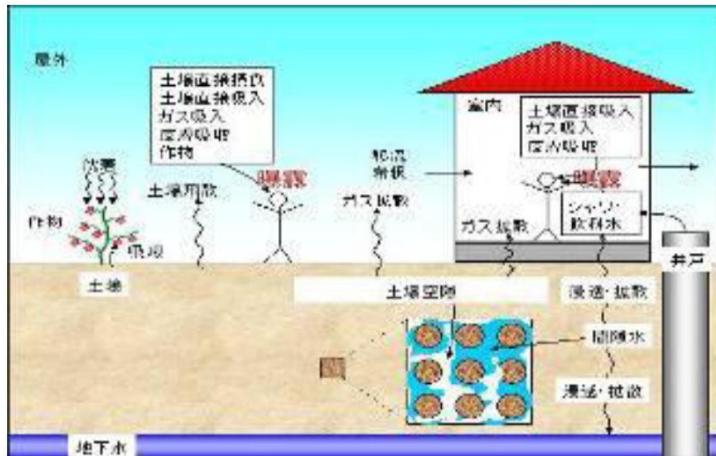
## 産業技術総合研究所 地圏環境リスク評価システム GERAS

### GERAS (地圏環境リスク評価システム)



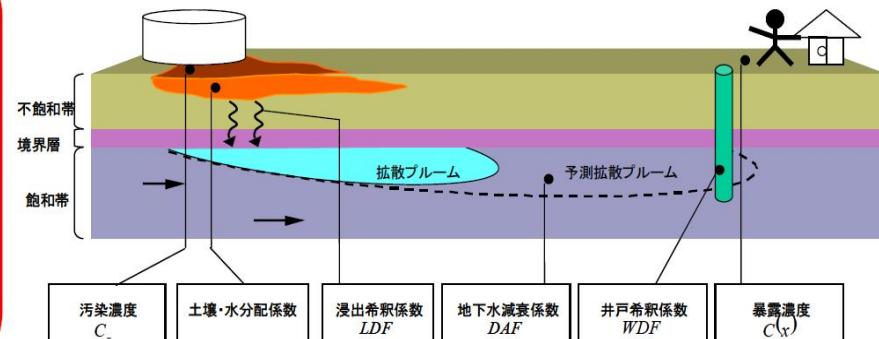
地圏環境における汚染問題について、定量的に暴露・リスク評価できるソフトウェア  
•WIN2000以上で動作  
•重金属・VOCs・鉱油・DXN等全ての規制物質を対象

### GERAS-1(概念モデル) スクリーニング評価

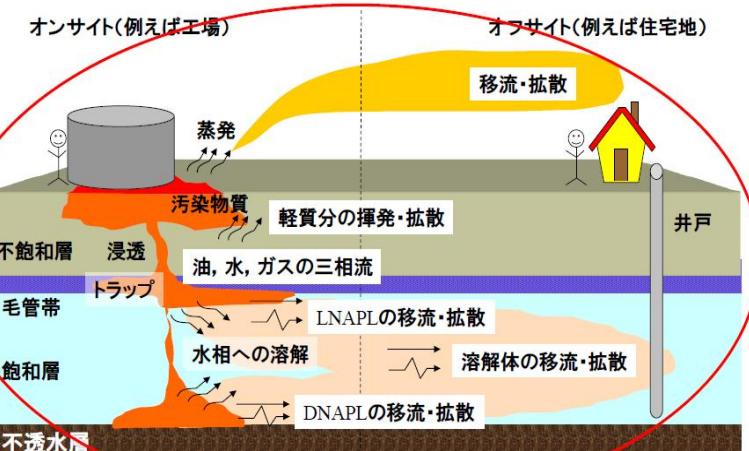


参考) 産業技術総合研究所の資料より

### GERAS-2(2次元理論解モデル) サイト固有の評価



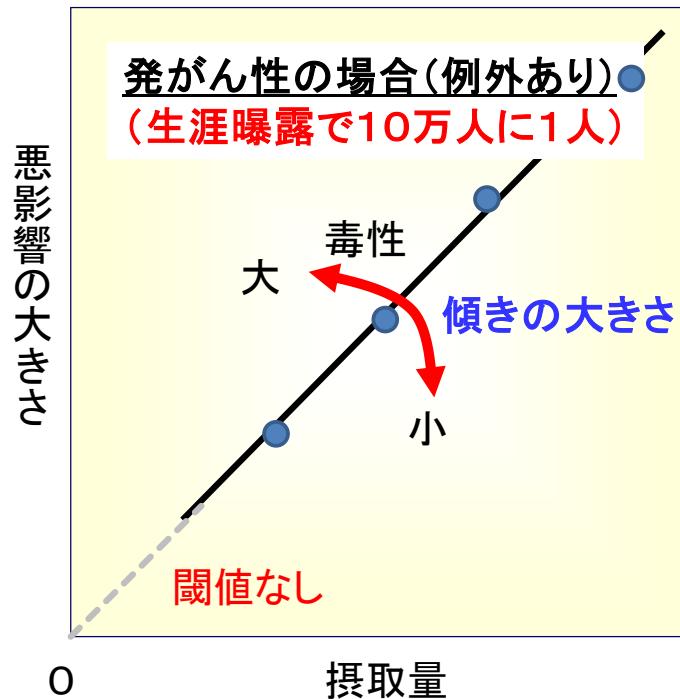
### GERAS-3(3次元数値解析モデル) 浄化効果等を加味した詳細評価



## 2. 土壤汚染のリスクの考え方

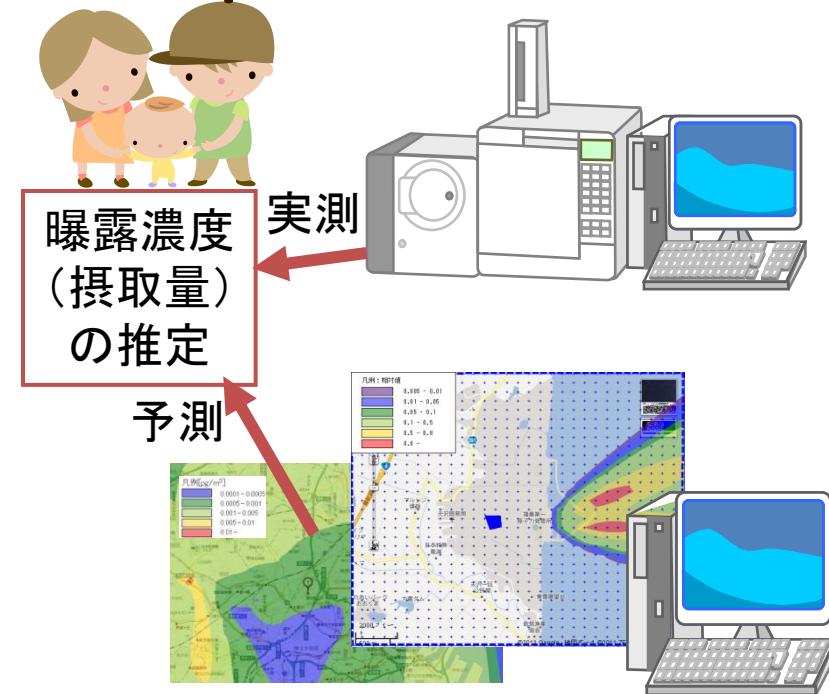
# リスク評価の結果の不確実性

## 毒性評価条件と現実との違い



毒性の種類も様々  
毒性試験の不確実性  
種差、個体差などの不確実性  
低濃度の毒性試験は不可能

## 曝露評価条件と現実との違い



濃度の実測の限界  
シミュレーション予測の限界  
(気象、環境中挙動、反応など変動要因)  
個人差(生活習慣の差) など

### 3. 土壌汚染によるリスクの低減と管理

## 土壤汚染対策法での指定基準

土壤汚染による健康リスクの管理を図るべき土地の判定基準

### ① 土壌溶出量基準：

揮発性有機化合物  
農薬等

特定有害物質が含まれる汚染土壌から水に溶出、**浸透して地下水が汚染され、汚染地下水等を摂取することによるリスク**

(地下水への溶出を想定、  
土壌／水(重量体積比) = 1／10、  
純水中で6時間振とう)

※**地下水等の摂取の観点から設定されている  
土壌環境基準の溶出基準項目**

### ② 土壌含有量基準：

重金属等

特定有害物質が含まれる汚染土壌を口から**直接摂取することによるリスク**

(摂取後の胃酸による溶出を想定、  
土壌／水(重量体積比) = 3／100、  
1N塩酸中で2時間振とう、※六価クロム、シアン以外)

※**表層土壌中に高濃度で長期間存在すると  
考えられる重金属等**



## 土壤汚染対策法：特定有害物質の指定基準

Cd、TCEは2021.4改定、1,4-ジオキサンは検討中

## 第一種特定有害物質(揮發性有機化合物)

	地下水等 等摂取	直接 摂取	土壤含有量基準 (mg/kg)	土壤溶出量基準 (mg/L)	第二溶出量基準 (mg/L)	地下水環境基準 (mg/L)
四塩化炭素	○		—	0.002以下	0.02以下	0.002以下
1,2-ジクロロエタン	○		—	0.004以下	0.04以下	0.004以下
1,1-ジクロロエチレン	○		—	0.1以下	1以下	0.1以下
1,2-ジクロロエチレン (H31.4変更trans体追加)	○		—	0.04以下	0.4以下	0.04以下
1,3-ジクロロプロペン	○		—	0.002以下	0.02以下	0.002以下
ジクロロメタン	○			0.02以下	0.2以下	0.02以下
テトラクロロエチレン	○		溶出量基準は	0.01以下	0.1以下	0.01以下
1,1,1-トリクロロエタン	○		地下水環境基準	1以下	3以下	1以下
1,1,2-トリクロロエタン	○		—	0.006以下	0.06以下	0.006以下
トリクロロエチレン(R3.4変更)	○		と同じ値	0.01以下	0.1以下	0.01以下
ベンゼン	○		—	0.01以下	0.1以下	0.01以下
クロロエチレン(H29.4追加)	○		—	0.002以下	0.02以下	0.002以下

## 溶出量基準は

# 地下水環境基準

**と同じ値**

## 第二種特定有害物質(重金屬等)

カドミウム及びその化合物(R3.4変更)	○	○	45以下	0.003以下	0.09以下	0.003以下
六価クロム化合物	○	○	250以下	0.05以下	1.5以下	0.02以下 (R4.4変更)
シアノ化合物	○	○	50以下 (遊離シアノとして)	検出されないこと	1以下	検出されないこと
水銀及びその化合物	○	○	15以下	水銀が0.0005以下、かつアルキル水銀が検出されないこと	水銀が0.005以下、かつアルキル水銀が検出されないこと	水銀が0.0005以下、かつアルキル水銀が検出されないこと
セレン及びその化合物	○	○	150以下	0.01以下	0.3以下	0.01以下
鉛及びその化合物	○	○	150以下	0.01以下	0.3以下	0.01以下
砒素及びその化合物	○	○	150以下	0.01以下	0.3以下	0.01以下
ふつ素及びその化合物	○	○	4,000以下	0.8以下	24以下	0.8以下
ほう素及びその化合物	○	○	4,000以下	1以下	30以下	1以下

## 第三種特定有害物質(農藥等／農藥+PCB)

シマジン	○	—	0.003以下	0.03以下	0.003以下
チオベンカルブ	○	—	0.02以下	0.2以下	0.02以下
チウラム	○	—	0.006以下	0.06以下	0.006以下
ポリ塩化ビフェニル(PCB)	○	—	検出されないこと	0.003以下	検出されないこと
有機りん化合物 (パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトン、EPNに限る)	○	—	検出されないこと	1以下	検出されないこと 16

### 3. 土壤汚染によるリスクの低減と管理

クイズ1 過去に土対法の対象物質を取り扱った事業所のうち、どのくらいの確率で土壤汚染が見つかるでしょう？

0. 5%? 5%? 15%? 30%? 45%? 95%?

クイズ2 1mLのテトラクロロエチレンが地下水環境基準まで薄まるのにどのくらいの水が必要でしょう？

1. 6L? 16L? 160L? 1.6m<sup>3</sup>? 16m<sup>3</sup>? 160m<sup>3</sup>?

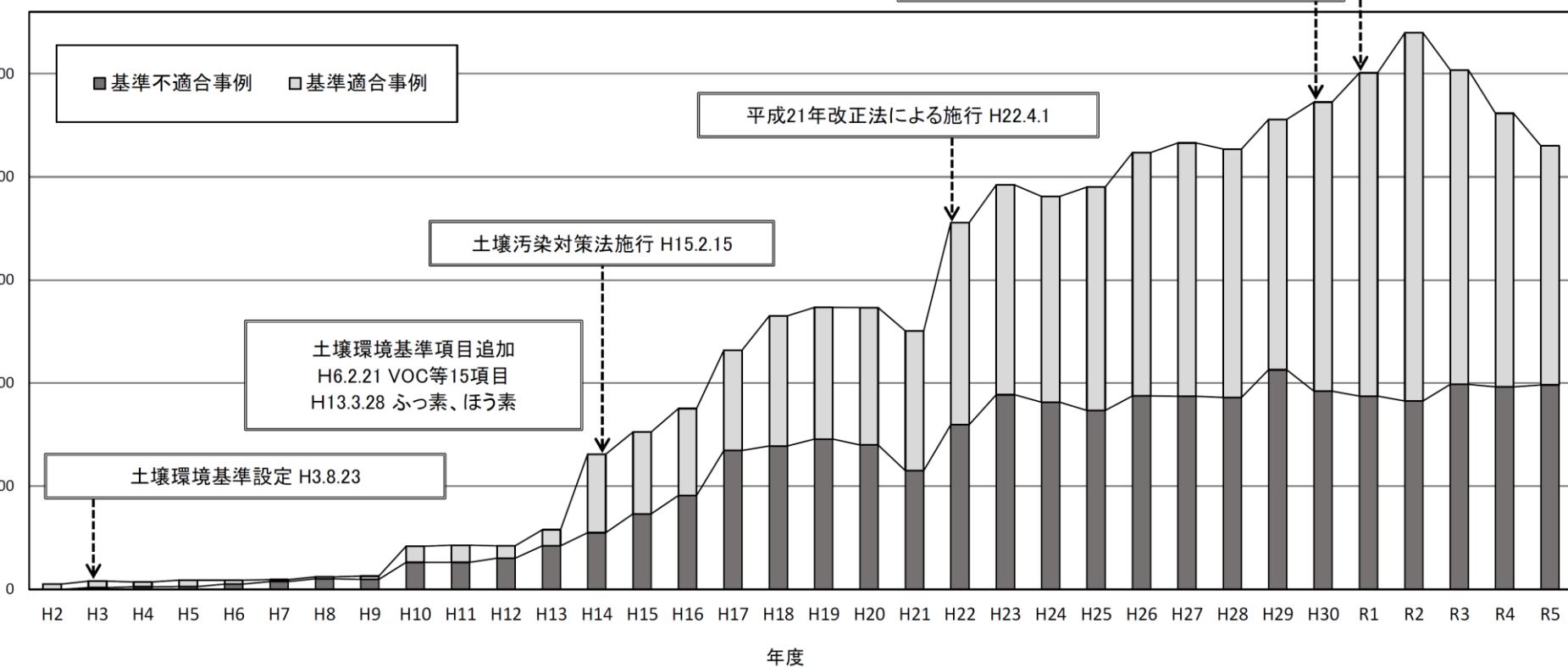


# 土壤汚染は珍しくない…

平成29年改正法による第二段階施行 H31.4.1

平成29年改正法による第一段階施行 H30.4.1

件数



## 土壤汚染調査事例及び基準不適合事例数

令和5年度までに都道府県・政令市が把握した土壤汚染事例

**累計の調査事例が41,047件、基準不適合事例が18,439件(45%)**

調査されていない事業所も多い、小規模の事業所は未調査も少なくない??

小規模事業所でも基準値の数万倍という汚染も！ **1mLのテトラクロロエチレン>160 m<sup>3</sup> の水**

環境省：令和5年度 土壤汚染対策法の施行状況及び土壤汚染調査・対策事例等に関する調査結果(2025.4)

### 3. 土壤汚染によるリスクの低減と管理

## 土壤汚染の特徴と課題

非常に長期間、汚染物質が高濃度で残留、蓄積する。Stock型汚染

土壤への吸着(重金属、ダイオキシン等)、土壤中での分解性が低い

土壤の構成媒体の動きが遅い(土壤粒子、間隙空気、間隙水、地下水)

※何十年も前の汚染がそのまま残留。規制前の汚染も多い。

基準値の数万倍の汚染も！

他の環境媒体へ長期間の汚染物質の供給源となる。

地下水への溶出、公共用水域への溶出と流出。 ※高濃度部を除去しないと  
大気への揮発・巻き上げ、農作物への吸収。 何十年も汚染が続く。

汚染を見つけ出すのが非常に難しい。

媒体の動きを目で見えない。汚染の広がりが小さい。

かなり深いところにも汚染が存在する。(調査費用が高額。時間もかかる。)

複雑な反応、分解・生成することもある。 ※公定法でも見逃す懸念。

人への曝露経路が他の媒体の場合と異なる。 ※直接の摂取は少ない。

地下水や食品を通じた間接的な曝露が主。

土壤の直接摂取は少ない。

### 3. 土壤汚染によるリスクの低減と管理

## 土壤汚染における環境リスクと管理の考え方

### ①地下水飲用によるリスク

= 汚染物質の有害性 & 汚染物質の地下水中濃度 × 地下水の飲用量

### ②土壤の直接摂取によるリスク

= 汚染物質の有害性 & 汚染物質の土壤中濃度 × 土壤の摂食量

有害性

曝露量

#### 土壤汚染の特徴（曝露関連）

土壤汚染の範囲は局所的  
短期間で拡散・希釈されない  
呼吸等で常に多くは摂取されない

汚染土壤の浄化(除去)だけでなく、  
**汚染物質の曝露経路の遮断**  
も有用な対策

### ①地下水飲用によるリスク

汚染土壤の浄化 以外にも  
有害物質が地下水に溶出しないように不溶化・固型化処理等の封じ込め  
汚染区域や周辺の地下水をモニタリングして必要時に浄化や封じ込めする など

### ②土壤の直接摂取によるリスク

汚染土壤の浄化 以外にも  
汚染区域への立入制限、汚染土壤の覆土・舗装 など



### 3. 土壤汚染によるリスクの低減と管理 土対法とリスクへの対応

#### 調査契機が来るまで 未調査の事業所も多い

- 有害物質使用特定施設の使用の廃止時(法第3条)  
**(一時免除時も900 m<sup>2</sup>以上の改変で要調査)**
- **一定規模※以上**の土地の形質変更の届出の際に、土壤汚染のおそれがあると都道府県知事等が認めるとき(法第4条)  
**※ 3000 m<sup>2</sup>以上、有害物質使用特定施設設置の土地は900 m<sup>2</sup>以上**
- 土壤汚染により健康被害が生ずるおそれがあると都道府県知事等が認めるとき(法第5条)
- 自主調査において土壤汚染が判明した場合において土地所有者等が都道府県知事等に区域の指定を申請(法第14条)

土地所有者等(所有者、管理者又は占有者)が指定調査機関に調査を行わせ、その結果を都道府県知事等に報告

土壤汚染状態が指定基準を超過した場合

目的: 土壤汚染の状況の把握に関する措置及びその汚染による人の健康被害の防止に関する措置を定めること等により、土壤汚染対策の実施を図り、もって国民の健康を保護する。

#### 区域の指定等

##### ①要措置区域(法第6条)

- 土壤汚染の摂取経路があり、健康被害が生ずるおそれがあるため、  
汚染の除去等の措置が必要な区域
- 汚染の除去等の措置を都道府県知事等が指示(法第7条)
  - 土地の形質変更の原則禁止(法第9条)

摂取経路の遮断  
が行われた場合

##### ②形質変更時要届出区域(法第11条)

- 土壤汚染の摂取経路がなく、健康被害が生ずるおそれがないため、  
汚染の除去等の措置が不要な区域  
(摂取経路の遮断が行われた区域を含む。)
- 土地の形質変更時に都道府県知事等に計画の届出が必要(法第12条)

**健康被害のおそれで区域分けするが…**

### 3. 土壤汚染によるリスクの低減と管理

## 土対法でのリスクの低減措置

### 基本的な考え方

汚染の除去等の措置の目的は、土壤汚染の摂取経路を遮断することにより、当該土壤汚染による人の健康に係る被害を防止 ~曝露防止を原則~

【曝露管理】【曝露経路遮断】という「土壤汚染の管理」を基本としており、  
【土壤汚染の除去】が指示措置となるのは砂場等のような限定的な場合のみ

#### ①地下水の摂取等によるリスク に係る措置

【曝露管理】(地下水の摂取の抑制)

- ・地下水の水質の測定

【曝露経路遮断】

- ・原位置封じ込め
- ・遮水工封じ込め
- ・地下水汚染の拡大の防止(揚水)
- ・遮断工封じ込め
- ・不溶化  
(原位置不溶化、不溶化埋め戻し)

【土壤汚染の除去】

- ・土壤汚染の除去(掘削除去、原位置浄化)

#### ②直接摂取によるリスク に係る措置

【曝露管理】(土壤と人が接触機会の抑制)

- ・舗装
- ・立入禁止

【曝露経路遮断】

- ・土壤入換え(区域外土壤入換え、  
区域内土壤入換え)

- ・盛土

【土壤汚染の除去】

- ・土壤汚染の除去(掘削除去、原位置浄化)

掘削除去を行う事例が最多

### 3. 土壤汚染によるリスクの低減と管理

## 掘削除去処理による弊害やその他のリスク／悪影響

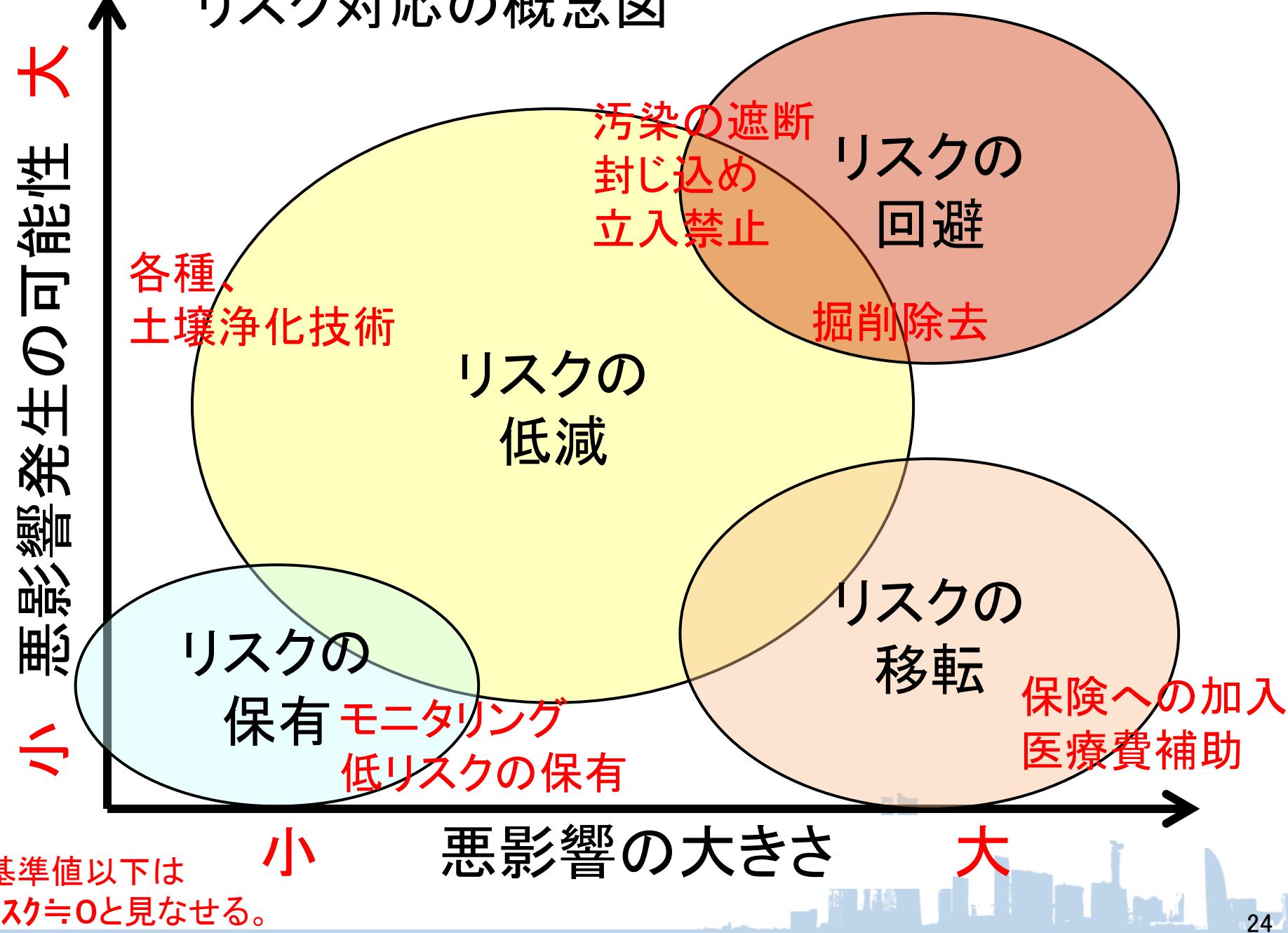
掘削	搬出	処理・処分
汚染物質の揮散・飛散による 周辺環境(大気、地下水)の汚染 土壌の流出や溶出による 水環境汚染	汚染物質の揮散・飛散・落下 による環境の汚染	汚染物質の揮散・飛散による 周辺環境(大気、地下水)の汚染 排ガスによる大気汚染 排水による水質汚濁
排ガス(NOx, PM等)排出と大気汚染 騒音・振動・悪臭の発生	排ガス(NOx, PM等)排出と大気汚染 騒音・振動の発生	排ガス(NOx, PM等)排出と大気汚染 騒音・振動・悪臭の発生
温暖化(CO2排出) エネルギー消費	温暖化(CO2排出) エネルギー消費	温暖化(CO2排出) エネルギー消費
労働災害  など	労働災害 交通事故  など	労働災害  処分場の容量への負荷  など

本当に掘削除去がどの場合にも必要であろうか？

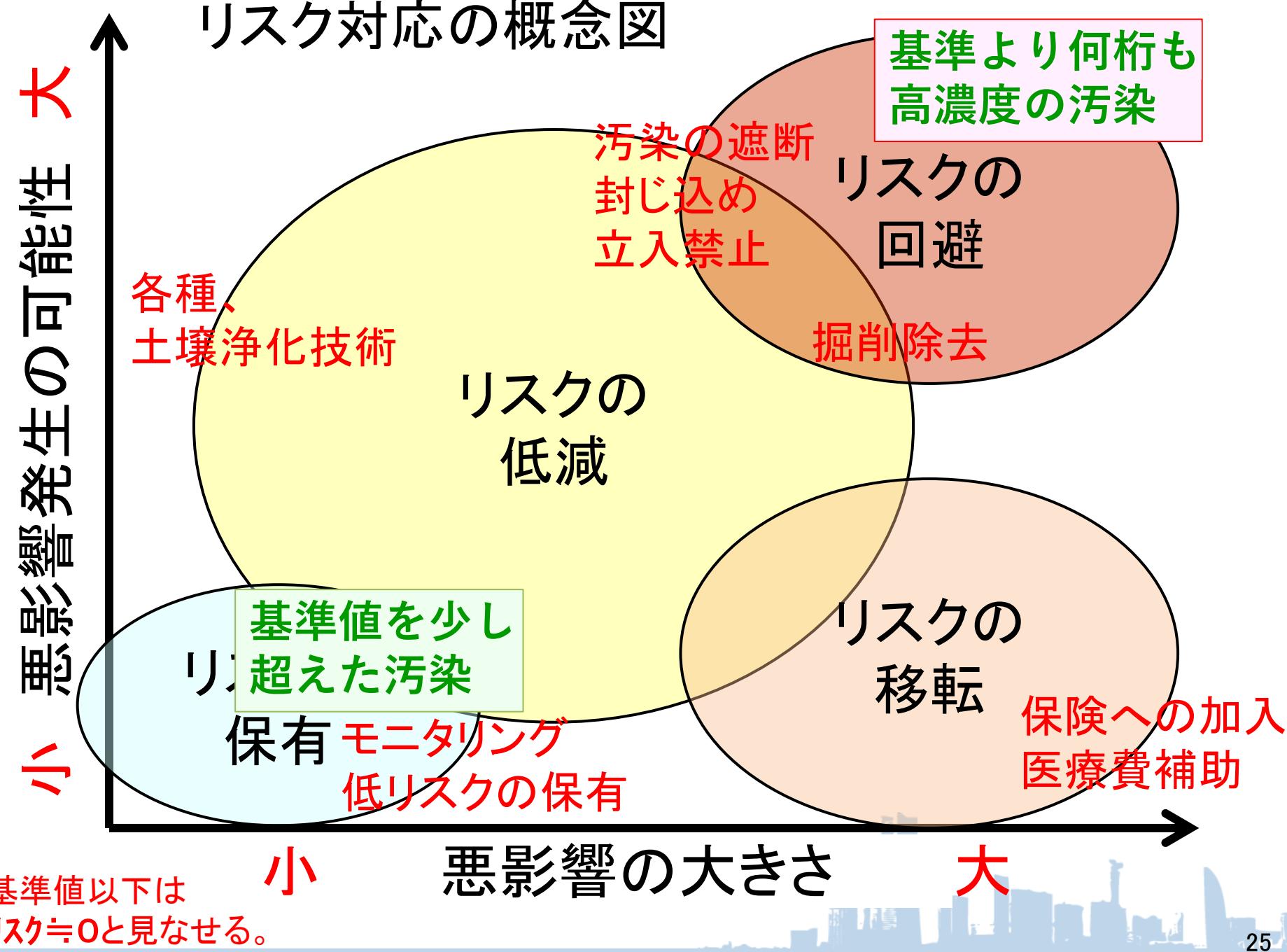
基準値超過 ≠ 高リスク？

- ・リスクが十分に小さい場合が少なくない。
- ・適切に管理できていれば、リスクは低く、悪影響は顕在化しないことが多い。
- ・早期に調査をして、時間をかけて浄化することもできる。

# リスク対応の概念図



# リスク対応の概念図



### 3. 土壤汚染によるリスクの低減と管理（いくつかの配慮したいこと 1／3）

## 自然由来汚染土壤について

重金属等による汚染原因を把握できた地下水汚染  
1,421件の内、84%(1,192件)が「自然的要因」による。

ヒ素	(852件)	総水銀	( 47件)
フッ素	(246件)	硝酸・亜硝酸	( 30件)
ホウ素	( 92件)	セレン	( 1件)
鉛	( 51件)	カドミウム	( 2件)

平成30年度 地下水質測定結果 R2.2 環境省  
<https://www.env.go.jp/water/chikasui/>

表 2.1.1 自然界における主な重金属等の存在度（単位：mg/kg）

	亜鉛	カドミウム	クロム	水銀	セレン	銅	鉛	ひ素	ふつ素	ほう素
地殻の平均値（クラーク数） <sup>1)</sup>	70	0.2	100	0.08	0.05	55	13	1.8	625	10
大陸地殻の元素量 <sup>2)</sup>	80	0.098	185	0.08	0.05	75	8	1	625	10
日本列島の上部地殻の平均値 <sup>3)</sup>	74.1	-	84	-	-	25	16.9	6.5-7.1	-	-
日本の河川堆積物の平均値 <sup>4)</sup>	118	0.158	65.2	0.054	-	30.6	23.1	9.32	-	-

建設工事における自然由来重金属等含有 岩石・土壤への対応マニュアル（暫定版）

H22.3 建設工事における自然由来重金属等含有土砂への 対応マニュアル検討委員会 より

改正土対法では、自然的原因による汚染土壤も管理の対象に >リスクに基づく対応を

火山性地質分布域や鉱山地帯の岩石、海生の泥岩、火山灰や海底の堆積物に重金属等が高濃度で含まれることがある。

### 【特徴】

- ・含有量基準や第二溶出量基準の超過はまれ、
- ・溶出基準の超過は地域に広く見られる。

### 3. 土壌汚染によるリスクの低減と管理（いくつかの配慮したいこと 2／3）

## 土壌汚染では「汚染の未然防止」が特に大事！理由①

### ▶ 土壌汚染物質の主な特徴

- ① 有害性（毒性）が高い
- ② 土壌環境に排出・移行しやすい
- ③ 土壌環境中に”残留”しやすい  
（「土壌」は拡散・希釈されにくい。長期間残存、浄化に多大な労力・コストを要する）
- ④ 土壌環境から曝露媒体への多様な移行経路 ~長期の供給源

### Stock型汚染

- ~ 人への毒性、動植物への毒性
- ~ 化学物質の性状、取り扱い形態
- ~ 化学物質の性状（低分解性）

### ▶ 土壌環境基準

現在、**29項目**について設定されて調査・対策などが実施

- 例えば、クロロエチレンや1, 4-ジオキサンがH29.4に追加。今後は？
- 過去の汚染行為でも責任は…

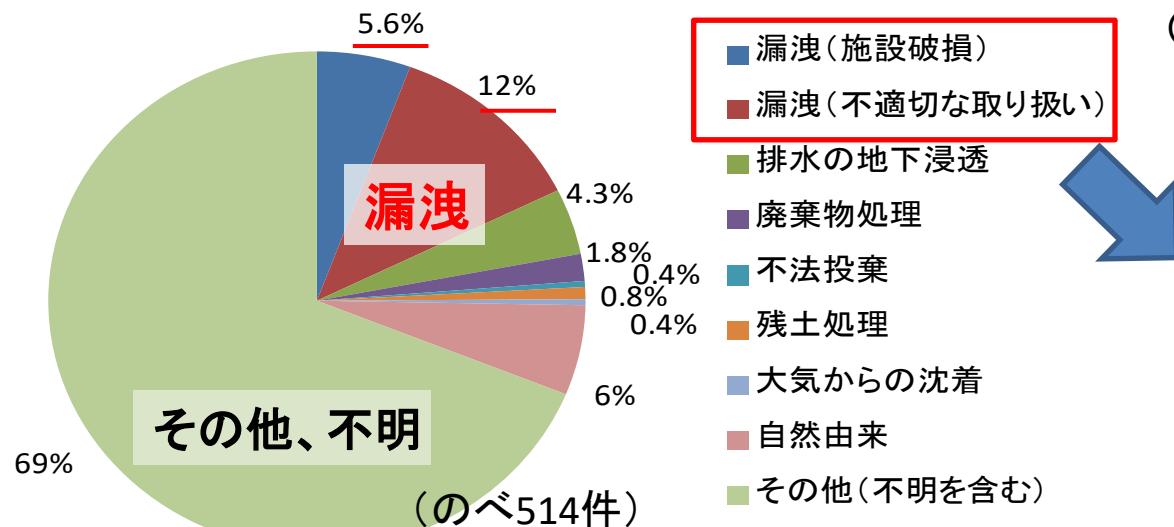
化学物質排出管理促進法では、化学物質の**自主管理**を  
562物質（PRTRは462物質）に求めている。土壌汚染への配慮は？？

土壌汚染対策法の附帯決議でも「土壌汚染の**未然防止**」の必要性が指摘

> 多様な汚染物質や未検討の汚染経路についても配慮が必要

### 3. 土壌汚染によるリスクの低減と管理（いくつかの配慮したいこと 2／3）

## 土壤汚染では「汚染の未然防止」が特に大事！理由②



◎漏洩による汚染が多い。  
不明も多い。

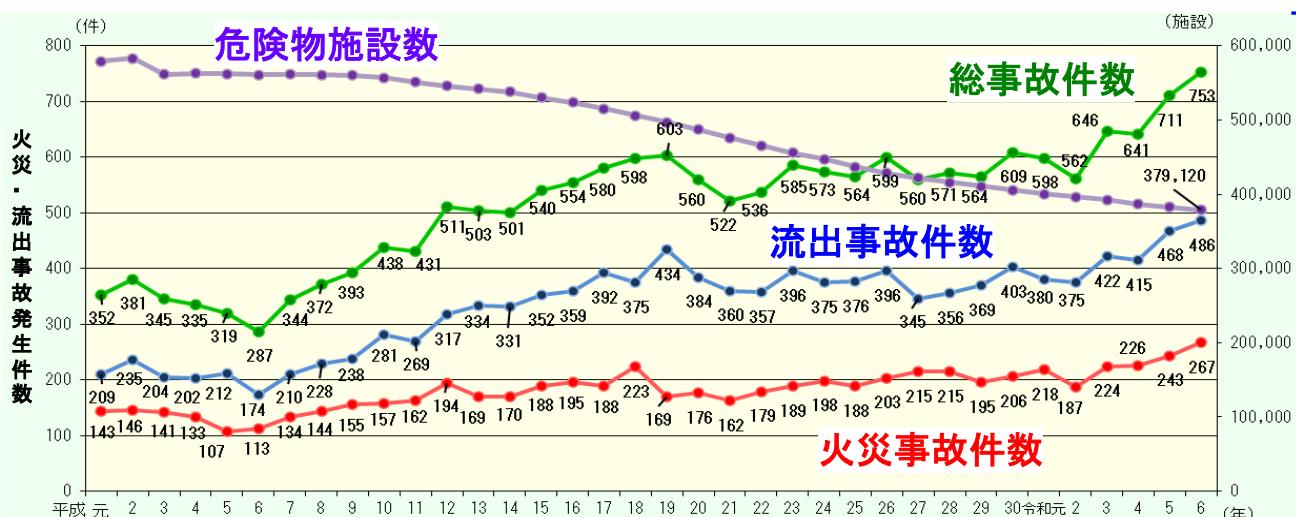
**事故はある確率で生じる**

- ・事故の確率を下げる  
定期点検、定期補修など
- ・事故時にも汚染させない  
地下浸透防止対策、  
漏洩検知技術等など
- ・Fail safe、Foolproof

(参考)地下水汚染の未然防止のための構造と  
点検・管理に関するマニュアル\_環境省H25  
土壤汚染の未然防止等マニュアル\_環境省H26

### 平成25年度指定の要措置区域等の汚染原因行為

H25 土壤汚染対策法の施行状況及び土壤汚染調査・対策事例等に関する調査結果



### 3. 土壌汚染によるリスクの低減と管理（いくつかの配慮したいこと 3／3）

## 土壌汚染対策の更なる展開

グリーンレメディエーション

米国 環境保護庁

リスクベースの管理から新たな管理へ  
サステイナブルレメディエーション

米国SuRF(Sustainable Remediation Forum)

他、カナダ、イギリス、トーストラリアなど各国で検討

「土壤汚染対策の実施によるすべての環境影響を考慮し、対策の環境フットプリントを最小化するオプションを選択することの実践」



多様な環境影響を定性/定量的に評価し、  
悪影響を最小化するよう対応を選択

東京都 土壌汚染対策における環境負荷評価手法検討会 報告書(H27.3)より

「限られた資源を賢明に活用することで、  
人間の健康と環境の双方の利益の総量を  
最大化すること」



環境影響だけではなく、  
社会的・経済的な影響も評価して対応を選択

# リスクの見える化「ベンゼン曝露による生涯発がんリスクものさし」の例

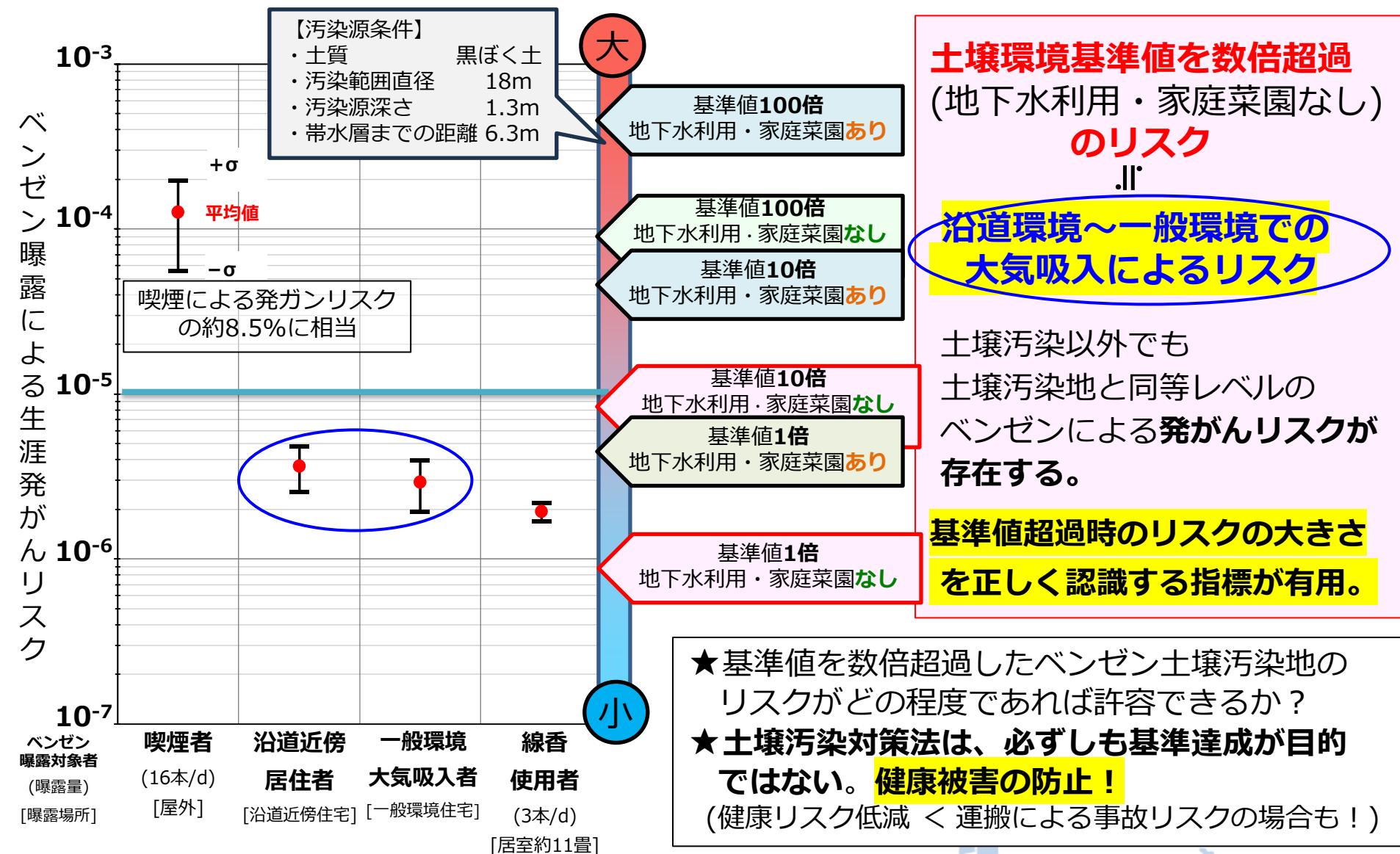


図 「ベンゼン曝露による生涯発がんリスクものさし」(一部抜粋) 横国大 丸田有美 卒業研究より

※使用条件や土壤汚染地の状況によりリスクの大きさは変化 ※土壤汚染のリスクを軽視するためのものではない

#### 4. リスクコミュニケーションのために

## リスクコミュニケーションについて

### 化学物質のリスクコミュニケーション

環境リスクなどの化学物質に関する情報を、  
市民、産業、行政等のすべてのものが共有し、意見交換などを通じて  
意思疎通と相互理解を図ること。(環境省HPより)

### 土壤汚染に関するリスクコミュニケーション

土壤汚染が判明したとき、土壤汚染対策を実施する前、  
実施中および完了時などの適切なタイミングで、  
事業者と周辺の住民の方々が土壤汚染やそれによる健康リスク、対策の必要性  
などについて情報を共有し共通の理解をもつための双方向のコミュニケーション。  
(事業者が行う土壤汚染リスクコミュニケーションのためのガイドライン(日本環境協会)より)

決して、住民に事業などを了承させることではない。分かりやすく説明することでもない。

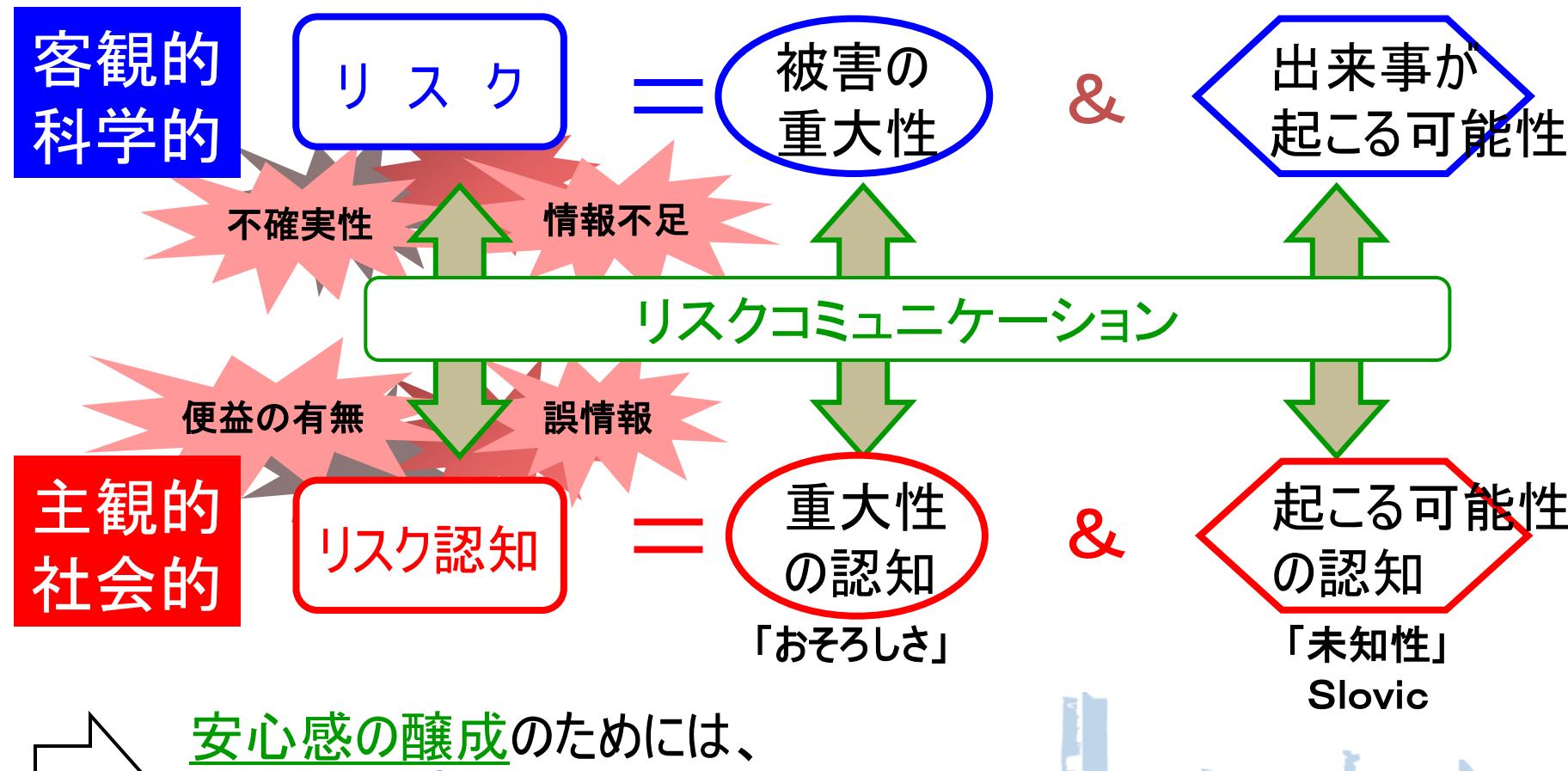
**市民(地域住民、市民団体、社会)、行政(自治体、国)、企業、銀行や株主  
などの多様なステークホルダー**

**相互理解と信頼関係の構築が大事**

#### 4. リスクコミュニケーションのために

## 「リスク」と「リスク認知」の不整合が不合理な管理に繋がる

$$\text{リスク} = f(\text{危害のひどさ}, \text{危害の発生確率})$$



安心感の醸成のためには、  
リスクの低減・管理とリスクコミュニケーションを通じて  
信頼関係を構築し、リスク認知が低減されることが大事。

#### 4. リスクコミュニケーションのために

## 企業・行政等のための7つの基本原則(米国EPA)

1. 市民団体・地域住民等を正当なパートナーとして受け入れ、連携すること。
2. コミュニケーション方法を注意深く立案し、そのプロセスを評価すること。 (結果だけでなくプロセスが重要)
3. 人々の声に耳を傾けること。
4. 正直、率直、オープンになること。(公表できる情報は積極的に開示)
5. 他の信頼できる人々や機関と協調、協働すること。
6. メディア(マスコミ)の要望を理解して応えること。(前向きに答える)
7. 相手の気持ちを受けとめ、明瞭に話すこと。

Risk and Decision Making, U.S. Environmental Protection Agency, April, 1988, OPA87020

※平時のリスクコミュニケーション以外に、緊急時のクライシスコミュニケーションも大事  
従業員へのリスクコミュニケーションも大事



#### 4. リスクコミュニケーションのために

## 市民団体等のための7つの基本原則

1. 相手の立場を理解し、対立者と思わず、話し合うこと。
2. 結果だけではなく、プロセスに注目し、常に整理、反省して改善すること。
3. 信頼できる情報の確保に努め、相手に応じた情報を発信すること。
4. 感情的にならず、要点を冷静に伝えること。
5. 相手の提案を批判するのみでなく、代りの案を提案すること。
6. 他からの批判や提案を謙虚に聞くこと。
7. 他の市民団体、学者、弁護士等との協力関係を築くこと。

化学物質のリスクコミュニケーション手法ガイド

日本化学会リスクコミュニケーション手法検討会 浦野紘平編、(株)ぎょうせい(2001)

環境リスクなどの情報を、市民・産業・行政等のすべてのものが共有し、意見交換などを通じて意思疎通と相互理解を図ること。 ⇒ 今後のためにも信頼関係の構築

# まとめ

## 1. 化学物質のリスクと管理

リスクの考え方(毒性と摂取量)の重要性、閾値の有無と不確実性、**基準値の意味**。

基準値を少し超過  
→ 70年毎日曝露で  
少しリスクが高まる。

## 2. 土壌汚染のリスクの考え方

汚染物質の特性の違いによる環境中挙動と曝露経路の違い、**多様なリスク**(健康リスク以外、他の環境リスクや経済的・社会的リスク)、土対法で考慮されるリスク、リスク評価の限界と不確実性

## 3. 土壌汚染によるリスクの低減と管理 土壌汚染は珍しくない…

土対法指定基準の考え方、**土壌汚染リスクの低減・管理の考え方**、掘削除去以外の管理の妥め、自然由来汚染もリスクによる対応を、**土壌汚染は未然防止が重要**(土対法附帯決議、土壌汚染の特徴、現在未規制物質の管理も注意。事故対策も重要)、**これからの評価**(サステイナブルレメディエーション)

【持続可能性・  
リスク共生】

## 4. リスクコミュニケーションの意義

リスコミは**相互理解促進と信頼関係構築**が重要。**7つの基本原則**。安心で持続可能、強靭でしなやかな社会・地域・企業経営のために

# ご清聴、ありがとうございました。

土壤汚染分野での課題解決と、  
社会の持続可能性のために  
リスクの大きさに基づく管理の推進に向けて

## ※ リスク共生の考え方

必ずしもゼロリスクを目指すのではなく、  
環境・経済・社会に与える多様なリスクのバランス  
を考慮して、許容できるリスクとは共生する



横浜国立大学  
大学院環境情報研究院 小林 剛  
(都市科学部環境リスク共生学科)

