

# 中小事業者における土壌汚染 対策等の取組みのポイント

中央開発株式会社 西村修一

# 本日の内容

1. 土壌汚染対策法の概要
2. 土壌汚染調査に関するポイント
3. 区域指定等に関するポイント
4. 土壌汚染対策に関するポイント
5. 土壌汚染対策事例
6. 未然防止・早期発見のポイント
7. まとめ

# 土壤汚染対策法の概要

# 土壌汚染対策法の概要

## 1) 目的

- ・ 土壌汚染の状況を把握する
- ・ 健康被害を防止する

## 2) 調査契機

- ・ 第3条：有害物質使用特定施設廃止時
- ・ 第4条：一定規模以上の形質の変更時
- ・ 第5条：健康被害のおそれがある場合

## 3) 基準（要措置区域指定要件）

- ・ 汚染状態に関する基準
- ・ 健康被害が生ずるおそれに関する基準

## 4) 区域指定

- ・ 要措置区域：措置が必要な区域
- ・ 形質変更時要届出区域：土地の形質の変更時に届出が必要な区域

## 土壌汚染対策法の概要

### 目的

土壌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、土壌汚染対策の実施を図り、もって国民の健康を保護する。

### 制度

#### 調査

①有害物質使用特定施設の使用を廃止したとき（第3条）

- 操業を続ける場合には、一時的に調査の免除を受けることも可能（第3条第1項ただし書）
- 一時的に調査の免除を受けた土地で、900㎡以上の土地の形質の変更を行う際には届出を行い、都道府県知事の命令を受けて土壌汚染状況調査を行うこと（第3条第7項・第8項）

②一定規模以上の土地の形質の変更の届出の際に、土壌汚染のおそれがあると都道府県知事が認めるとき（第4条）

- 3,000㎡以上の土地の形質の変更又は現に有害物質使用特定施設が設置されている土地では900㎡以上の土地の形質の変更を行う場合に届出を行うこと
- 土地の所有者等の全員の同意を得て、上記の届出の前に調査を行い、届出の際に併せて当該調査結果を提出することも可能（第4条第2項）

③土壌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が認めるとき（第5条）

④自主調査において土壌汚染が判明した場合に土地の所有者等が都道府県知事に区域の指定を申請できる（第14条）

①～③においては、土地の所有者等が指定調査機関に調査を行わせ、結果を都道府県知事に報告

土壌の汚染状態が指定基準を超過した場合

#### 区域の指定等

○要措置区域（第6条）

- 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
- 土地の所有者等は、都道府県知事の指示に係る汚染除去等計画を作成し、確認を受けた汚染除去等計画に従った汚染の除去等の措置を実施し、報告を行うこと（第7条）
  - 土地の形質の変更の原則禁止（第9条）

○形質変更時要届出区域（第11条）

- 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）
- 土地の形質の変更をしようとする者は、都道府県知事に届出を行うこと（第12条）

汚染の除去が行われた場合には、区域の指定を解除

#### 汚染土壌の搬出等に関する規制

- 要措置区域及び形質変更時要届出区域内の土壌の搬出の規制（第16条、第17条）  
（事前届出、計画の変更命令、運搬基準の遵守）
- 汚染土壌に係る管理票の交付及び保存の義務（第20条）
- 汚染土壌の処理業の許可制度（第22条）

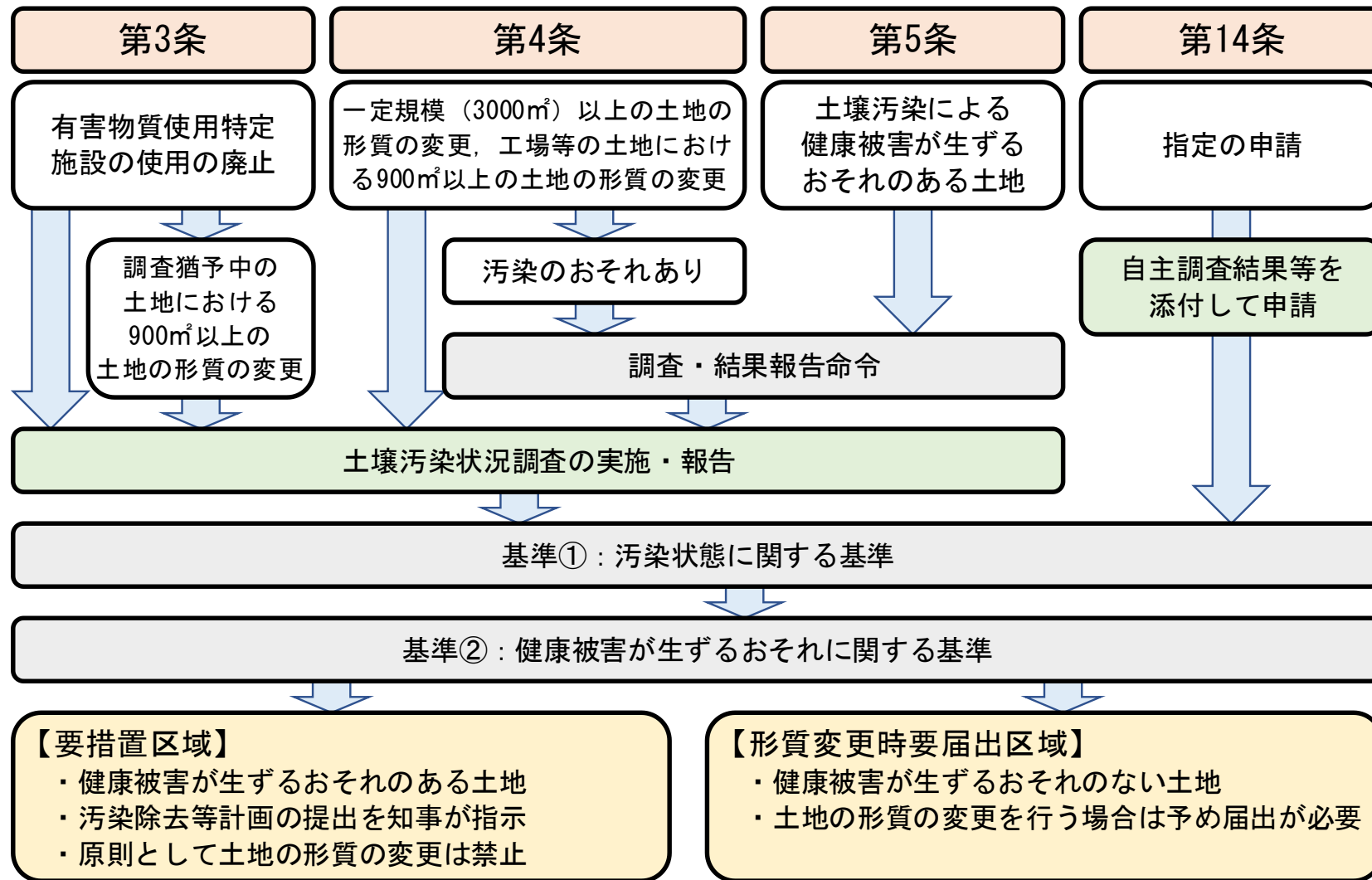
#### その他

- 指定調査機関の信頼性の向上（指定の更新、技術管理者<sup>※</sup>の設置等）（第32条、第33条）
- 土壌汚染対策基金による助成（汚染原因者が不明・不存在で、費用負担能力が低い場合の汚染の除去等の措置への助成）（第45条）

（※）指定調査機関は技術管理者を置く必要があり、この者の指導・監督の下、調査を実施する。技術管理者は国家試験に合格し一定の実務経験を有する必要がある。資格更新のため更新講習を修了することが必要

# 土壌汚染対策法の概要

## ❖ 調査契機と手続き等の流れ



# 土壌汚染対策法の概要

## ❖ 土壌汚染による健康リスクの発生経路



- ① 汚染土壌の摂取（飛散による土壌粒子の摂取を含む） ..... 直接摂取リスク⇒
- ② 汚染土壌と接触することによる皮膚からの吸収 ..... 直接摂取リスク
- ③ 汚染土壌から溶出した有害物質により汚染された地下水等の飲用等 ..... 地下水等経由の摂取リスク⇒
- ④ 汚染土壌から大気へと揮散した有害物質の吸入
- ⑤ 有害物質を含む土壌粒子の公共用水域への流出→魚介類への蓄積→人の摂取
- ⑥ 土壌汚染地で成育した農作物、家畜への有害物質の蓄積→人の摂取 ..... 農作物等経由の摂取リスク

土壌汚染対策法

# 土壌汚染対策法の概要

## ❖対象物質（特定有害物質）

第一種特定有害物質 揮発性有機化合物（12種類）	第二種特定有害物質 重金属等（9種類）	第三種特定有害物質 農薬等（5種類）
トリクロロエチレン（TCE）	カドミウム及びその化合物	有機リン化合物
テトラクロロエチレン（PCE）	シアン化合物	ポリ塩化ビフェニル（PCB）
ジクロロメタン	鉛及びその化合物	チウラム
四塩化炭素	六価クロム化合物	シマジン
1,2-ジクロロエタン	砒素及びその化合物	チオベンカルブ
1,1-ジクロロエチレン	水銀及びその化合物	
1,2-ジクロロエチレン	セレン及びその化合物	
1,1,1-トリクロロエタン	ほう素及びその化合物	
1,1,2-トリクロロエタン	ふっ素及びその化合物	
1,3-ジクロロプロペン		
ベンゼン		
クロロエチレン		

地下水等経由の摂取リスクを考慮した26項目（土壌溶出量基準：mg/L）

直接摂取リスクを考慮した9項目（土壌含有量基準：mg/kg）

# 土壤汚染調査に関するポイント



# 土壌汚染調査に関するポイント

## ❖ 土壌汚染状況調査の流れ

### 土壌汚染状況調査とは？

#### ・ 土壌汚染対策法の

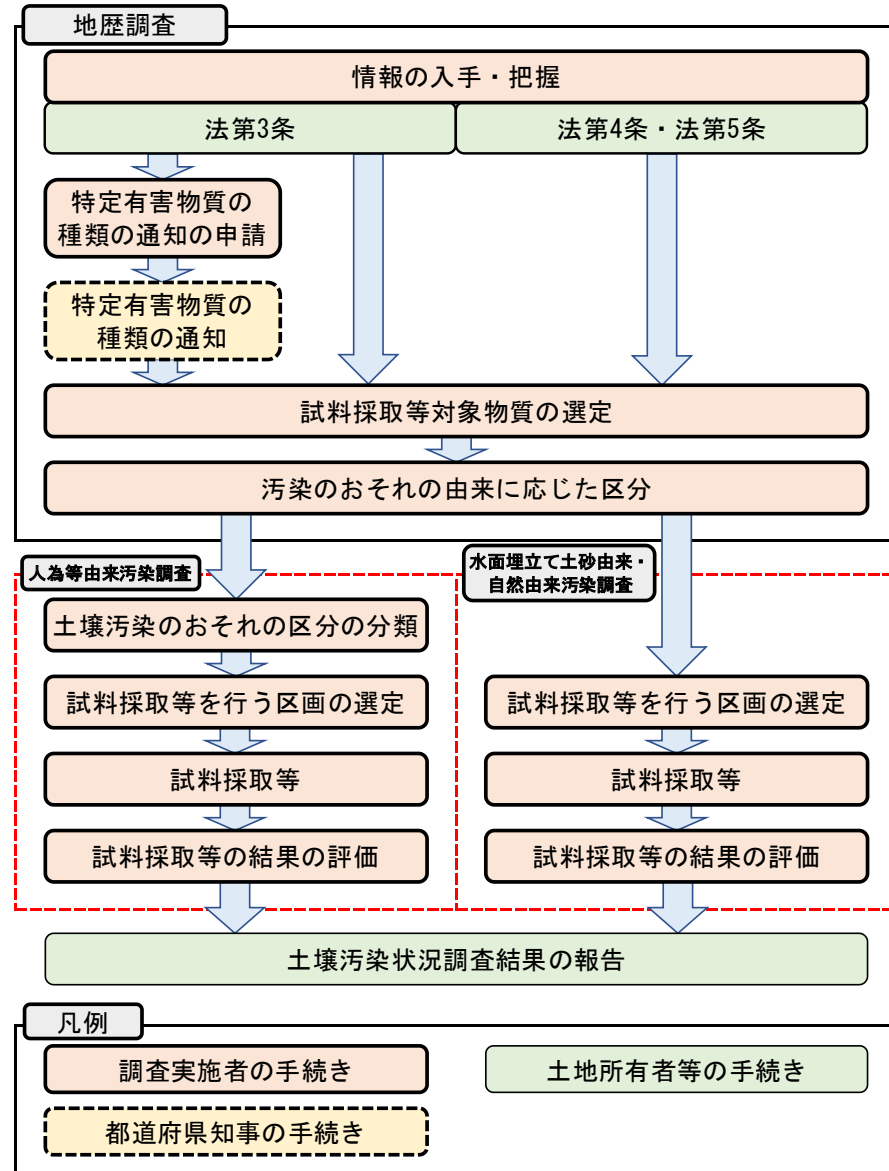
**第3条**：有害物質使用特定施設の使用を廃止するとき

**第4条**：一定規模以上の土地の形質の変更を行うとき

**第5条**：土壌汚染による健康被害が生ずるおそれのある土地に基づいて行う調査

#### ・ 調査は環境大臣指定の

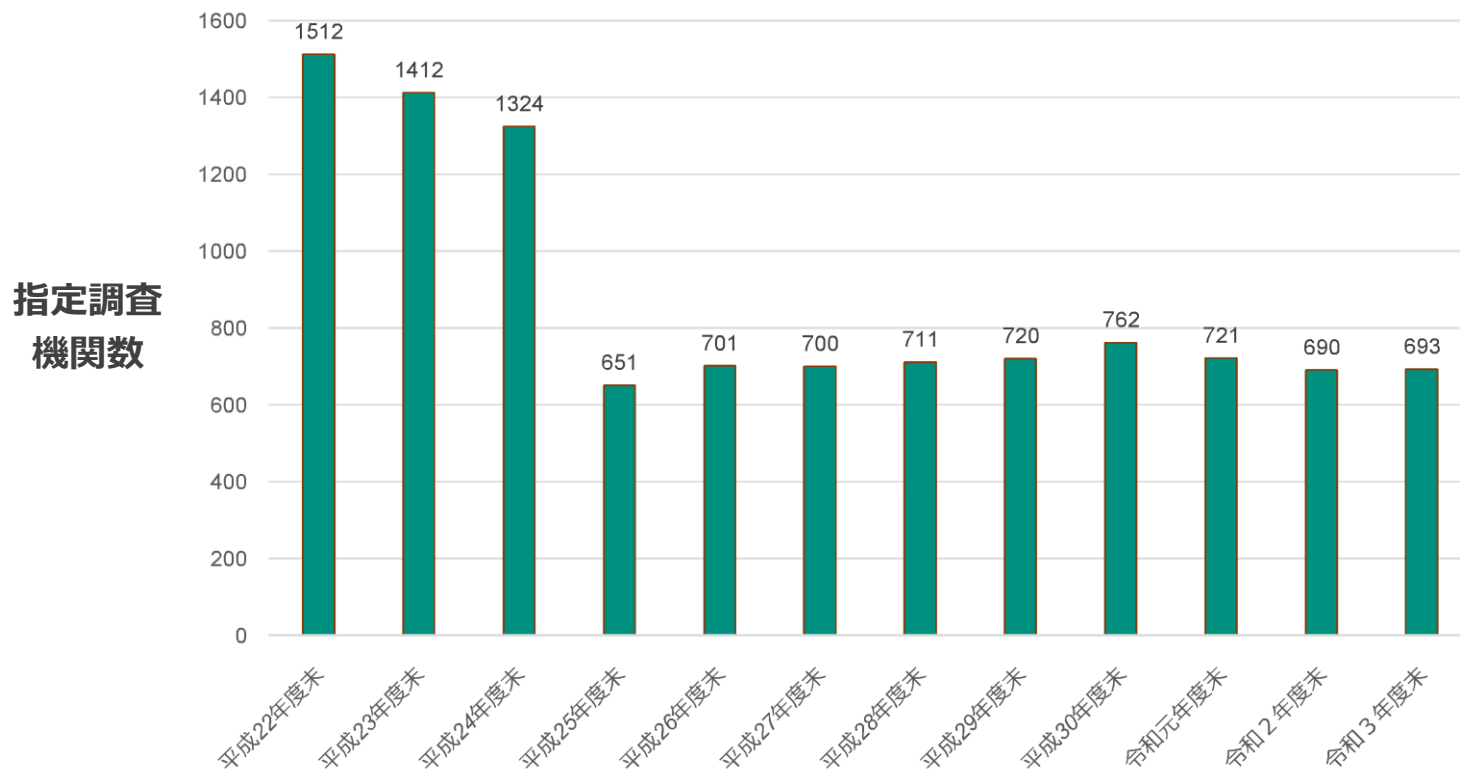
**「指定調査機関」**が実施する



# 土壌汚染調査に関するポイント

## ❖ 指定調査機関および技術管理者

- ・ 土壌汚染状況調査等を行う者として、一定の技術的能力を有する者を環境大臣または都道府県知事が指定する
- ・ 法に基づく土壌汚染状況調査等は**指定調査機関**のみが行う



# 土壌汚染調査に関するポイント

## ❖調査会社選定のポイント

- ・必ず**指定調査機関**から選定する  
環境省のWebサイト等を参照

<https://www.env.go.jp/water/dojo/kikan/location.html>



- ・各指定調査機関のWebサイトから開示情報（資格者数や**第3条の対応件数**など）を確認する

- ・土壌汚染対策法の相談や届出窓口相談する

<https://www.env.go.jp/water/dojo/kikan/jimu.html>



- ・指定調査機関に電話やメールで相談する（見積もりに必要な情報の内容，調査費用の目安，調査期間の目安など）
- ・複数の指定調査機関に見積もりを依頼する

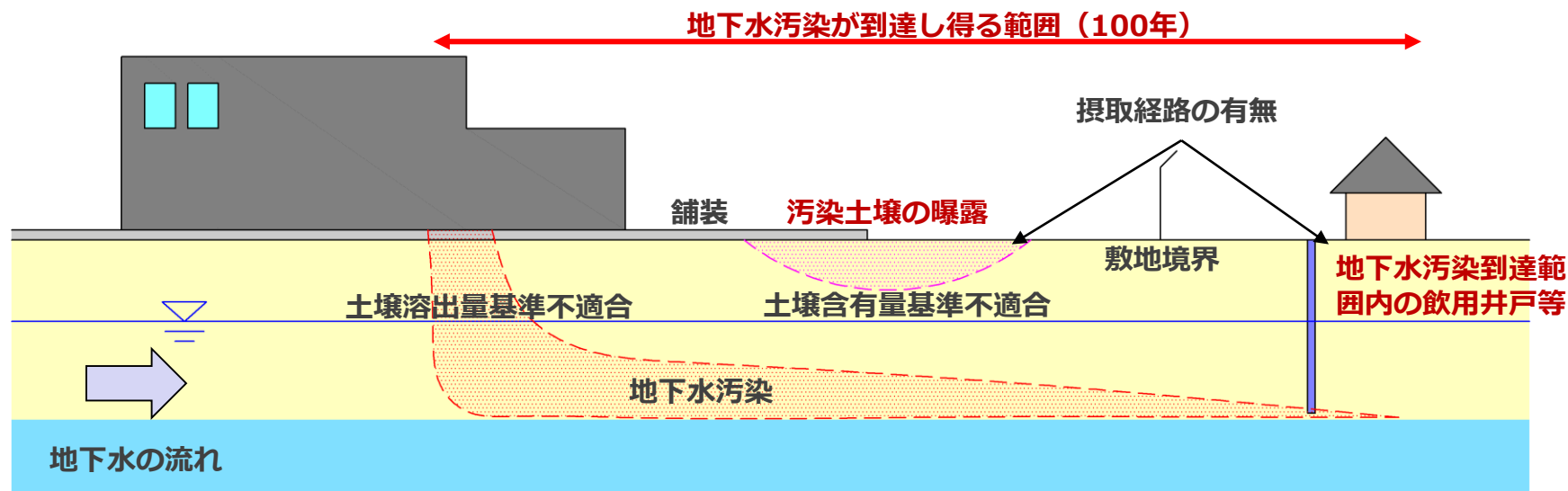
# 区域指定等に関するポイント

# 区域指定等に関するポイント

## ❖ 要措置区域と形質変更時要届出区域

### ・ 要措置区域

土壤汚染の人への摂取経路があり，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（対策）が**必要な**区域



### ・ 形質変更時要届出区域

土壤汚染の人への摂取経路がなく，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（対策）が**不要な**区域

# 区域指定等に関するポイント

## ❖ 土壌汚染状況調査報告数と区域指定

調査項目		件数	小計
法に基づく 調査結果報告件数	第3条	530	1415
	第4条	672	
	第5条	0	
	第14条	211	
	処理業省令第13条	2	
区域指定件数	要措置区域	74	530
	形質変更時要届出区域	456	

出典：令和3年度土壌汚染対策法の施行状況及び土壌汚染調査・対策事例等に関する調査結果，環境省

- ・ 総報告数（1415件）の内、**530件（総数の37%）** について区域指定を受けている
- ・ 区域指定総数（530件）の内、**74件**が要措置区域の指定を受けている  
これは**総報告数の5.2%**、**総区域指定数の14.0%**である

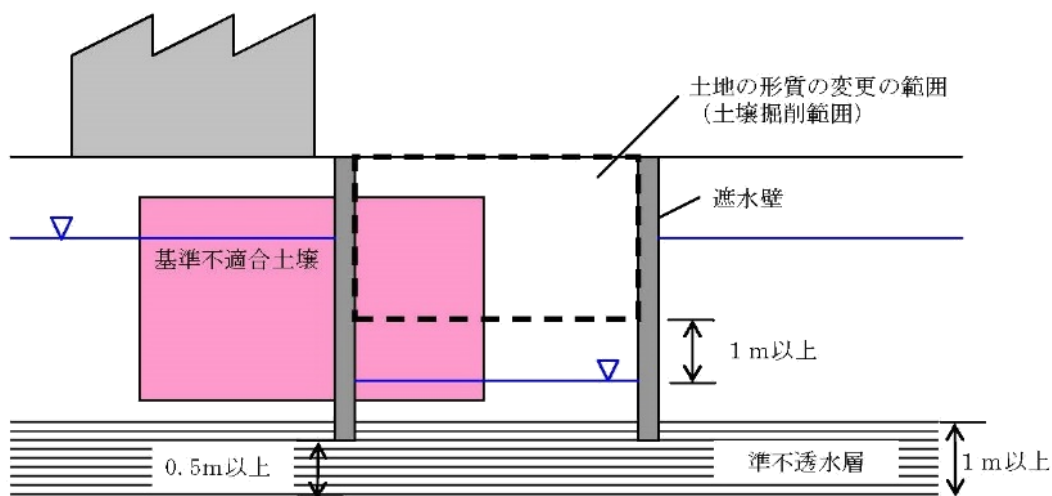
# 区域指定等に関するポイント

## ❖要措置区域等における土地の形質の変更方法

地下水質および地下水位を管理する方法で施工が可能

※第一種特定有害物質が原液状で存在する場合や第二帯水層まで形質変更を行う場合などを除く

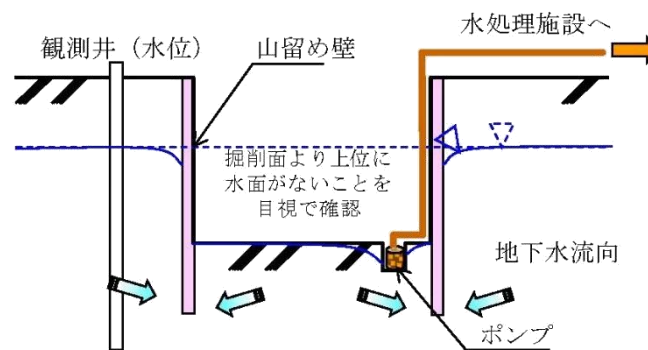
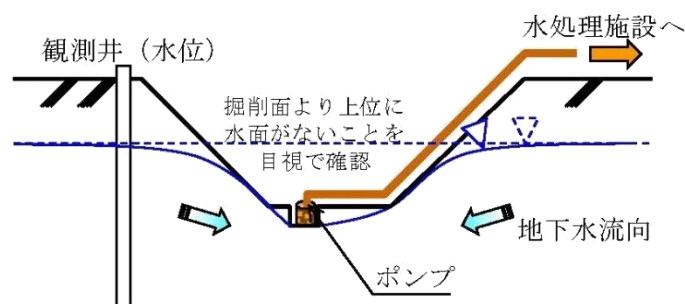
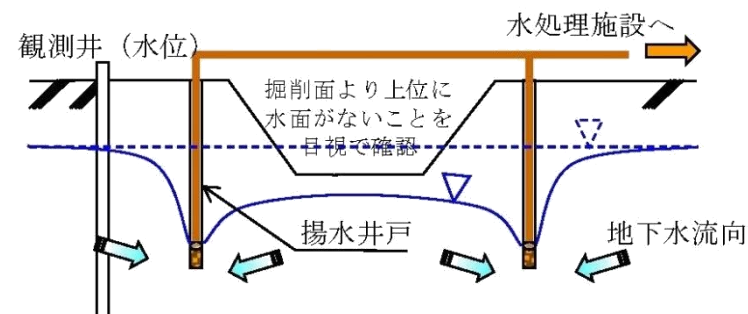
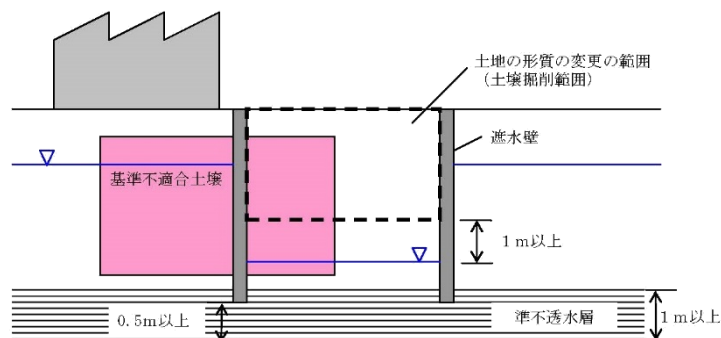
- ・ 災害など緊急事態時の対応方法を定めておく
- ・ 施工中に汚染が拡大した場合の対応方法を定めておく



# 区域指定等に関するポイント

## ❖要措置区域等における土地の形質の変更方法

- ・形質変更時の**施工費用が大幅に軽減**される場合がある
- ・**土地活用上の支障が少なくなる**ため区域を解除するケースが減少することを想定（特に形質変更時要届出区域）



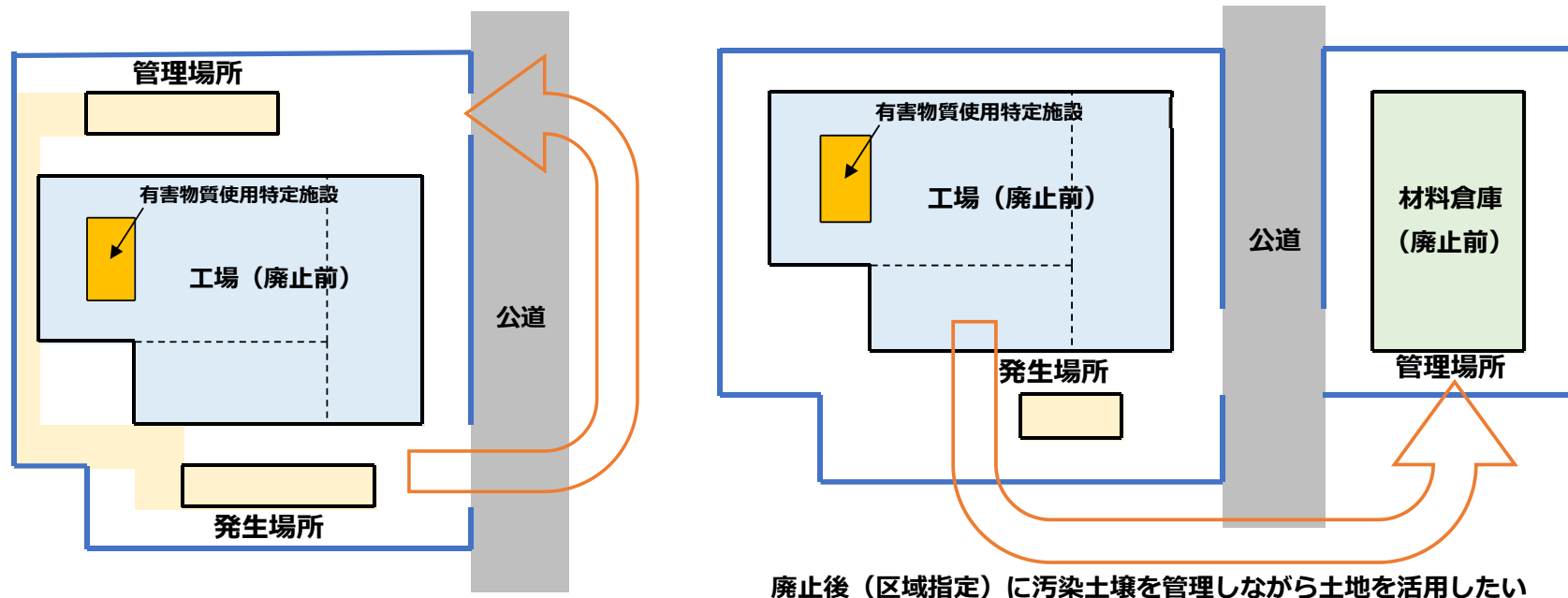
水位管理による施行方法の一例



# 区域指定等に関するポイント

## ❖飛び地間の土壌の移動の取り扱い

- ・ 同一調査契機に基づき指定された**要措置区域等**の間で土地の形質変更などに**使用**することが可能
- ・ **受入先の汚染状態が変わる場合は台帳の記載事項を変更**



# 土壤汚染対策に関するポイント

# 土壤汚染対策に関するポイント

## ❖法における対策の要否に関する基本事項

### 1) 要措置区域とは？

土壤汚染により人への健康被害が生ずるおそれがある  
汚染の除去や浄化などの措置（対策）が必要な区域  
原則として土地の形質の変更が禁止  
土地の売買は可能

### 2) 形質変更時要届出区域とは？

土壤汚染の人への摂取経路がなく健康被害が生ずるおそれがない  
汚染の除去等の措置（対策）が不要な区域  
形質変更にあたって届出と汚染を拡散させない対応が必要  
土地の売買は可能

# 土壌汚染対策に関するポイント

## ❖措置を行うにあたっての技術的ポイント

- 1) 地下水汚染の到達し得る範囲（要措置区域等の指定）
- 2) 目標土壌溶出量・目標地下水濃度の設定
- 3) 地下水の水質の測定措置

### 要措置区域等の指定

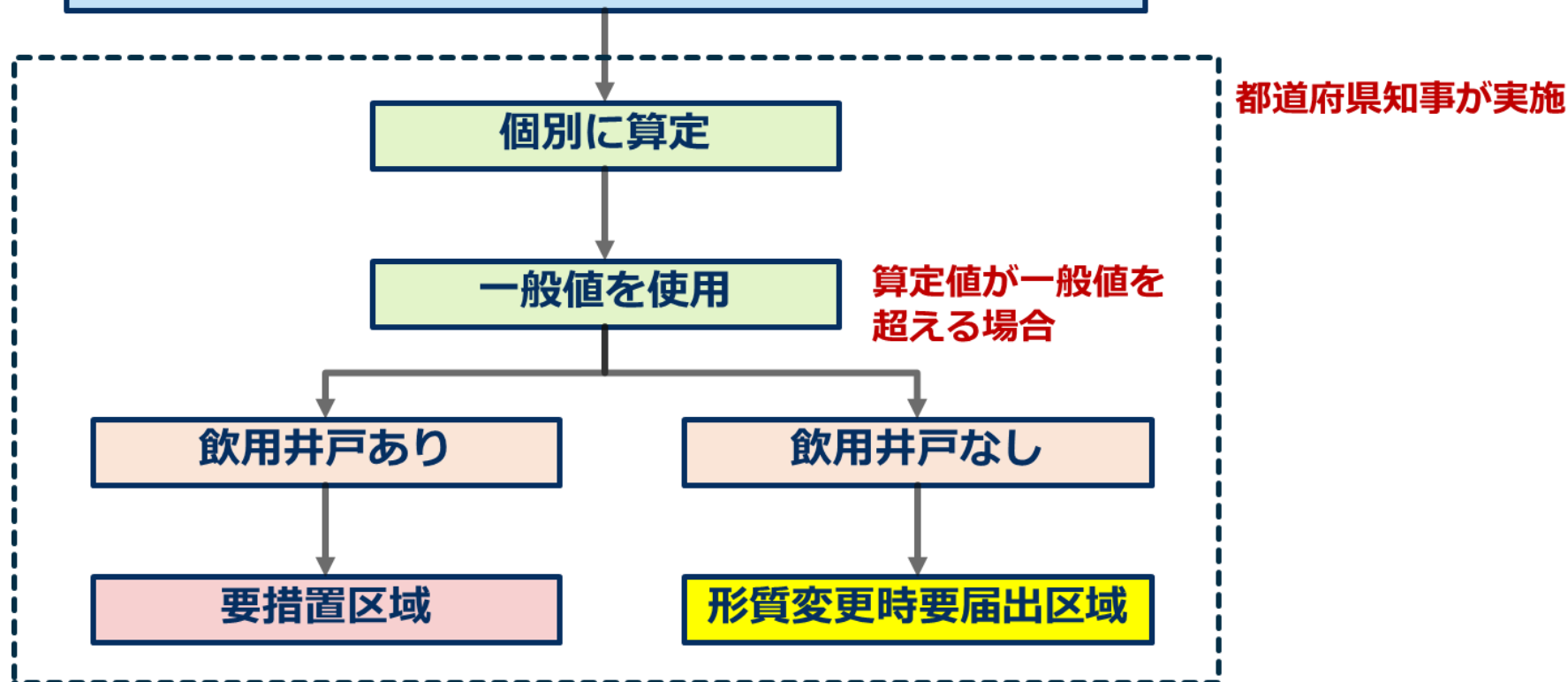
- ・ 汚染状態に関する基準に適合しない土地
  - ・ 健康被害が生ずるおそれに関する基準に適合しない土地
- 上記の二つの基準への該当性を判断し、基本的に単位区画ごとに指定する

# 土壌汚染対策に関するポイント

## ❖健康被害が生ずるおそれに関する基準（土壌溶出量基準不適合）

- ・ 周辺で地下水の飲用利用がある場合
- ・ 周辺とは「**地下水汚染が到達し得る範囲**」

土壌汚染状況調査結果（土壌溶出量基準不適合）報告



# 土壌汚染対策に関するポイント

## ❖地下水汚染が到達し得る範囲の一般値

- ・地下水流速：23m/年
- ・透水係数： $3 \times 10^{-5}$ m/秒
- ・動水勾配：0.005（1/200）※水平距離200mで1mの水頭差
- ・有効間隙率：0.2

過去の調査事例を参考に一般的な都市地域の地層を想定

特定有害物質の種類	一般値
第一種特定有害物質	概ね 1,000m
六価クロム	概ね 500m
砒素, ふっ素, ほう素	概ね 250m
シアン, カドミウム, 鉛, 水銀, セレン, 第三種特定有害物質	概ね 80m

## 個別の算定・・・

- ・環境省のツール等を使用

# 土壌汚染対策に関するポイント

## ❖ 個別の算定例（環境省のツール使用例）

- ・ 対象物質：鉛
- ・ 土質：シルト質砂（透水係数=1×10<sup>-6</sup>m/s）
- ・ 動水勾配：1/100

地下水汚染が到達し得る距離の計算ツール Ver 1.0

### 地下水汚染が到達し得る距離 計算シート

**【区域情報】**

文書番号

状況調査報告書提出日

計算実施日

所在地

自由設定項目

**【入力値】** 指定に係る特定有害物質の種類

① 物質種類

② 土質

③ 地形情報(動水勾配)

数値	単位
0.01	m/m

**【計算結果】**

地下水汚染が到達し得る距離 20 m

100年後の汚染の到達し得る距離

[印刷レポートへ](#)

**計算パラメーター**

① 物質種類パラメーター

名称	記号	数値	単位
土壌汚染範囲・汚染源幅	Sw	5	m
汚染源地下水濃度	Cgw	10	mg/L
土壌-水分分配係数	Kd	10	L/kg
有機炭素分配係数	Koc	-	L/kg
半減期	T <sub>1/2</sub>	-	y
縦分散長	α <sub>x</sub>	8	m
横分散長	α <sub>y</sub>	0.8	m
地下水基準		0.01	mg/L

② 土質パラメーター

名称	記号	数値	単位
透水係数	k	1.0E-06	m/s
有効間隙率	ne	0.15	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
間隙率	n	0.45	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
土粒子密度	ρ <sub>s</sub>	2.7	t/m <sup>3</sup>
乾燥土壌密度	ρ <sub>d</sub>	1.485	t/m <sup>3</sup>
有機性炭素含有率	foc	0.001	g/g

③ 地形情報パラメーター

名称	記号	数値	単位
実流速	V <sub>s</sub>	2.1024	m/y
遅延係数	Rd	100	

自動計算

計算値：20m

一般値：80m

到達距離：20m

# 土壌汚染対策に関するポイント

## ❖ 目標土壌溶出量と目標地下水濃度

- ・ 暴露経路を遮断すればよいことから**必ずしも汚染箇所での地下水基準適合を求めない**
- ・ **評価地点**で地下水基準に適合するように**目標土壌溶出量**や**目標地下水濃度**を設定することが可能
- ・ 評価地点は**要措置区域の地下水の下流側から要措置区域の指定事由となった飲用井戸の上流側の間**に設定  
※現実的には敷地内の下流側境界付近となる
- ・ 指定の事由となる飲用井戸が災害時協力井戸等である場合は評価地点として当該井戸を選定する場合もある



# 土壌汚染対策に関するポイント

## ❖ 目標濃度の設定例（環境省のツール使用例）

- ・ 対象物質：鉛
- ・ 土質：シルト質砂（透水係数=1×10<sup>-6</sup>m/s）
- ・ 動水勾配：1/100

措置完了条件(目標土壌溶出量・目標地下水濃度の計算)の計算ツール Ver 1.0

措置完了条件 計算シート

**【区域情報】**

文書番号

状況調査報告書提出日

計算実施日

所在地

自由設定項目

**【入力値】**

※プルダウンリストより対象物質を選択

① 物質種類

※プルダウンリストより土質を選択

② 帯水層

土質		シルト質砂			
名称	記号	数値	単位	備考	
厚さ	Sd	10	m	最大10m	

③ 地形情報(動水勾配)

数値	単位
0.01	m/m

④ 距離

名称	記号	数値	単位	備考
評価地点までの距離	X	20	m	

⑤ 基準不適合土壌の大きさ

基準不適合土壌の幅	記号	数値	単位
基準不適合土壌の長さ	SL	20	m

**【計算結果】**

目標土壌溶出量 **0.3** mg/L

<目標地下水濃度> **0.3** mg/L

印刷用レポートへ

### 計算パラメーター

① 物質パラメーター

名称	記号	数値	単位
土壌-水分配係数	Kd	10	L/kg
有機炭素分配係数	Koc	-	L/kg
半減期	T <sub>1/2</sub>	-	y
縦分散長	α <sub>x</sub>	2	m
横分散長	α <sub>y</sub>	0.2	m
地下水基準		0.01	mg/L
第2溶出量基準		0.3	mg/L

② 土質パラメーター

名称	記号	数値	単位
透水係数	k	1.0E-06	m/s
有効間隙率	ne	0.15	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
間隙率	n	0.45	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
土粒子密度	ρ <sub>s</sub>	2.7	t/m <sup>3</sup>
乾燥土壌密度	ρ <sub>d</sub>	1.49	t/m <sup>3</sup>
有機性炭素含有率	foc	0.001	g/g

③ 地形情報パラメーター

名称	記号	数値	単位
実流速	V <sub>s</sub>	2.10	m/y
遅延係数	R <sub>d</sub>	100.00	

基準値

0.01mg/L

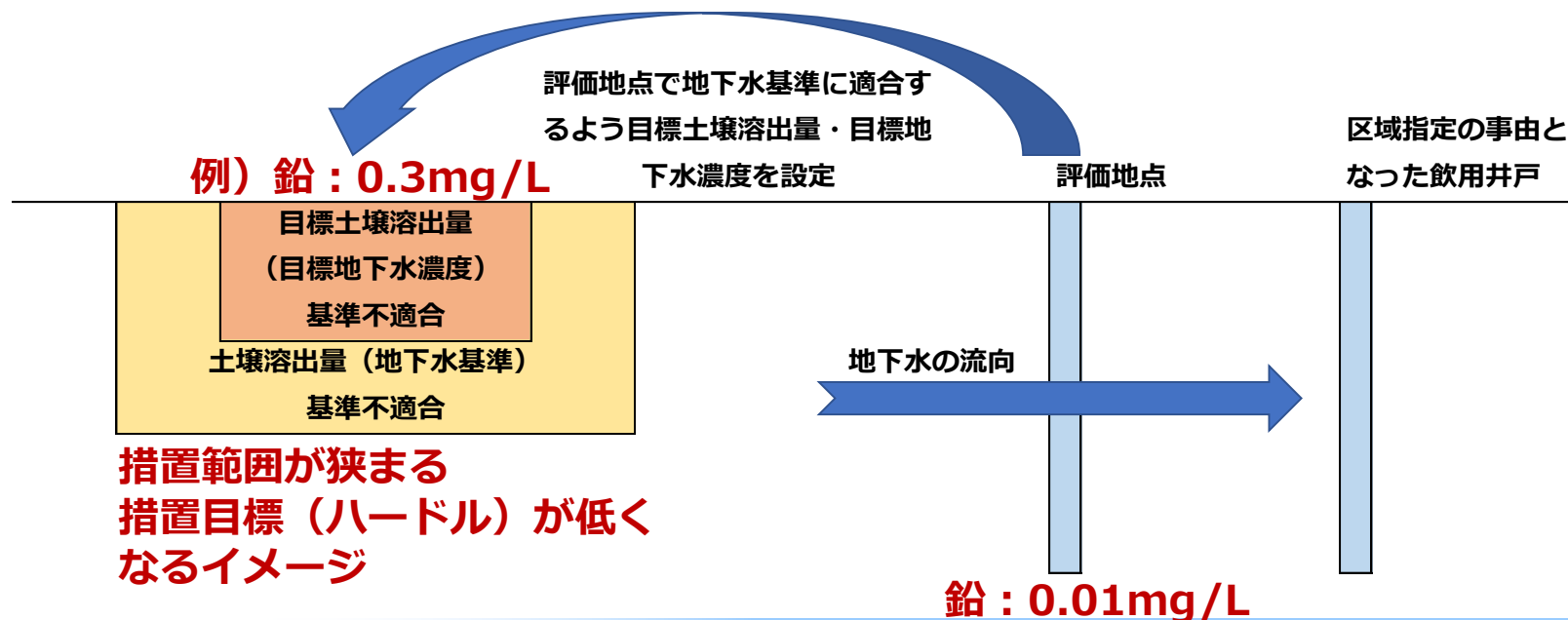
目標土壌溶出量

0.3mg/L

# 土壌汚染対策に関するポイント

## ❖ 目標土壌溶出量と目標地下水濃度

- ・ 通常の地下水基準等を設定することも可能
- ・ 揚水施設による地下水汚染の拡大防止措置では、この考え方は**適用できない**
- ・ **敷地の広い工場、移動性の低い物質が対象、地下水流速が遅い土地**などについては適用の可能性はある



# 土壌汚染対策に関するポイント

## ❖地下水の水質の測定措置

地下水汚染が「あり」の場合でも、以下の条件で採用することが可能

- ・ 目標土壌溶出量および目標地下水濃度を設定
- ・ 土壌が目標土壌溶出量以下
- ・ 地下水が目標地下水濃度以下

### 【ポイント】

地下水の水質の測定措置に措置完了条件が設定された

# 土壌汚染対策に関するポイント

## ❖地下水の水質の測定措置の完了

- ・測定を5年以上継続
- ・直近2年間に於いて年4回以上実施

- ・今後、目標地下水濃度を  
超えるおそれがない

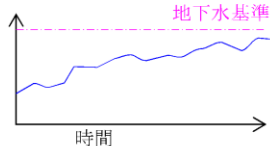
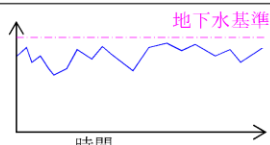
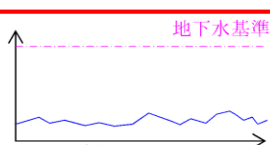
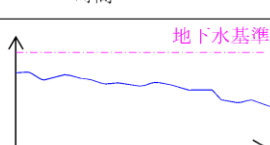
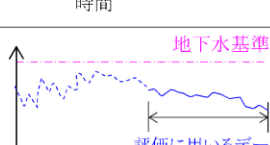
**低濃度で推移③**

**低下傾向④**

**評価期間で低下傾向④**

**物質毎の移動性**

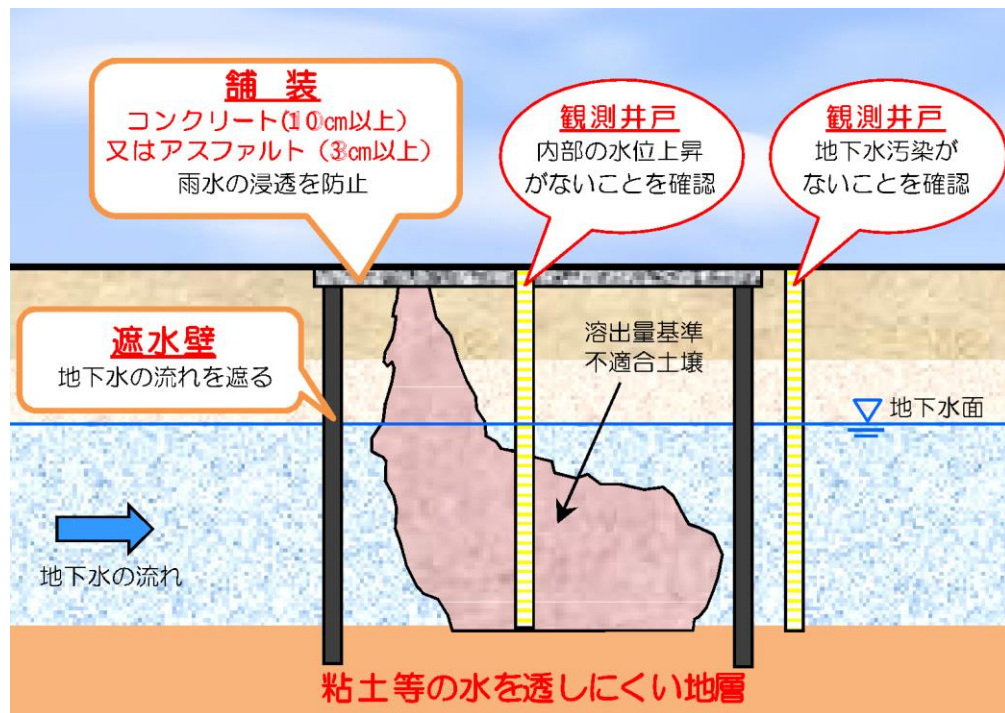
**降雨の浸透状態**

No.	5年以上測定を継続し、直近2年間に於いて年4回以上の測定結果における地下水濃度の変化傾向		措置の完了の可否
①	地下水濃度 	上昇傾向にあり、地下水基準を超えないとはいえない	できない
②	地下水濃度 	地下水基準に近い値で変動している(①の上昇傾向及び④の低下傾向を除く)	できない
③	地下水濃度 	地下水基準を下回った変動が一定のレベルで継続している(①の上昇傾向を除く)	できる
④	地下水濃度 	低下傾向にある	できる
	地下水濃度 	完了条件の評価に用いるデータが低下傾向である場合を含む	

# 土壤汚染対策事例

# 土壌汚染対策事例

## ❖原位置封じ込め（管理型）



### 【措置の概要】

- ✓ 汚染土壌の周囲を止水矢板等で遮水し有害物質が拡散しないようにする
- ✓ 上面は舗装等で被覆し封じ込める

※適用性の確認が必要（第2溶出量基準に適合させる場合）

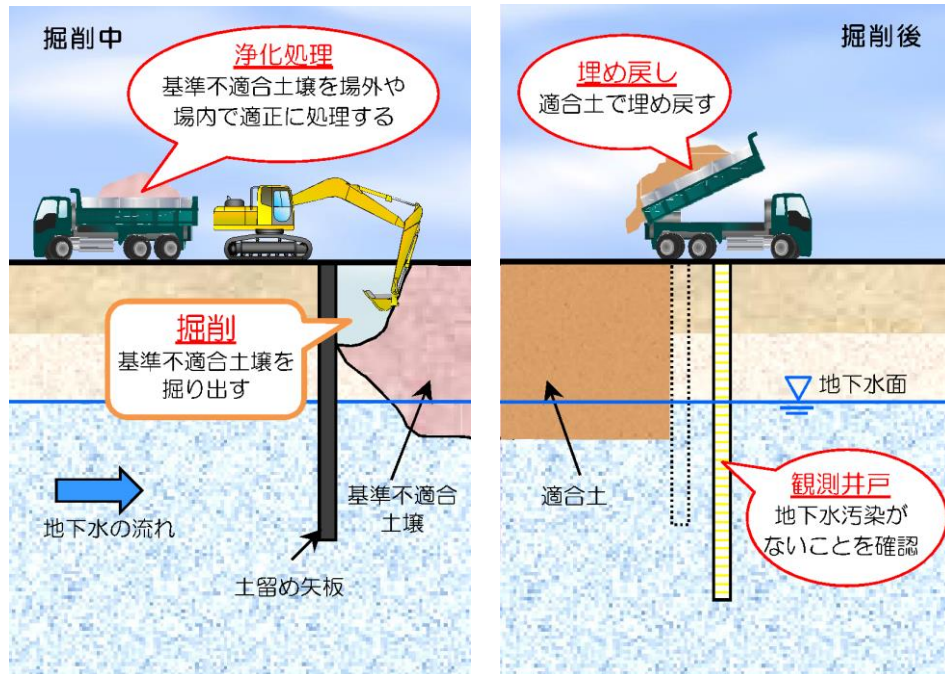
### 【措置の効果の確認】

- ✓ 地下水の水質を監視し、2年間継続して**目標地下水濃度**を超えないことを確認する
- ✓ 対策範囲内の水位が上昇しないように監視する

出典：中小事業者のための土壌汚染対策ガイドライン（東京都環境局）に加筆

# 土壌汚染対策事例

## ❖ 掘削除去（除去型）



### 【措置の概要】

- ✓ 汚染土壌を掘削し場外あるいは場内で適正に処理し、浄化した土壌あるいは基準に適合する別の土壌で埋め戻しを行う

※ 土壌溶出量基準・  
土壌含有量基準不適合

### 【措置の効果の確認】

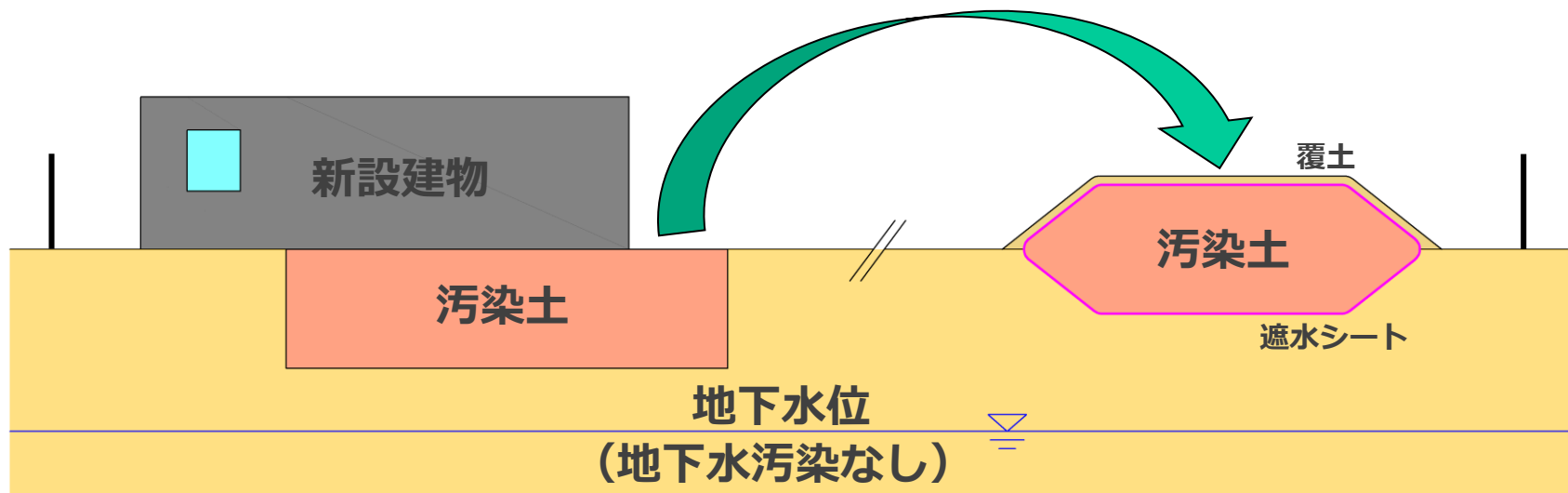
- ✓ 目標地下水濃度を超えている場合は、2年間継続して目標地下水濃度を超えないことを確認する
- ✓ 目標地下水濃度を超えていない場合は、目標地下水濃度を超えないことを1回確認する

出典：中小事業者のための土壌汚染対策ガイドライン（東京都環境局）に加筆

# 土壌汚染対策事例

## ❖ 対策事例

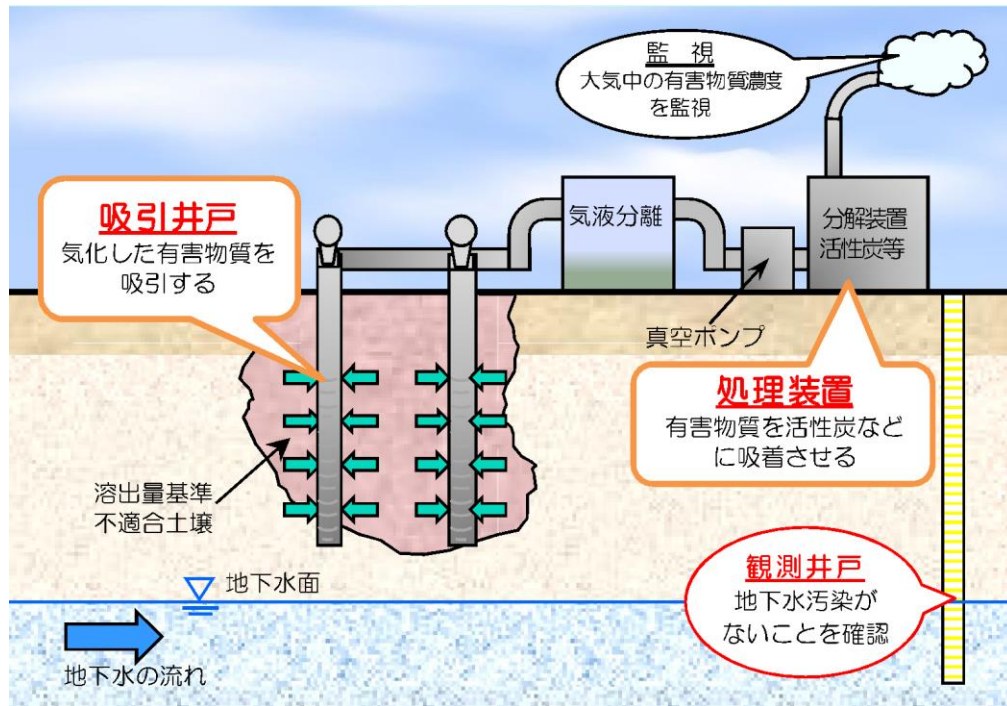
- ✓ めっき事業所（操業中）
- ✓ 工場の一部建て替えに伴い，土壌汚染状況調査を実施（第4条）
- ✓ 六価クロム（土壌溶出量基準不適合）による汚染を確認
- ✓ スムーズに建て替え工事を進めるため，汚染土壌を掘削し工場内敷地の端部に運搬しまとめて管理
- ✓ 建て替え範囲は，基準適合土壌で埋戻しを行い，通常の工事を実施
- ✓ 汚染土壌は，地下水および雨水等の浸透水に触れないように管理





# 土壌汚染対策事例

## ❖ 土壌ガス吸引（除去型）



### 【措置の概要】

- ✓ 真空ポンプ等により土壌間隙中の空気を吸引し気化した有害物質を除去する

※土壌溶出量基準不適合

### 【措置の効果の確認】

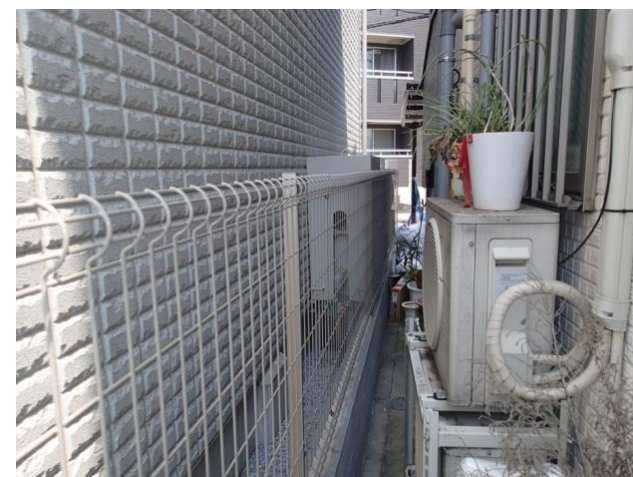
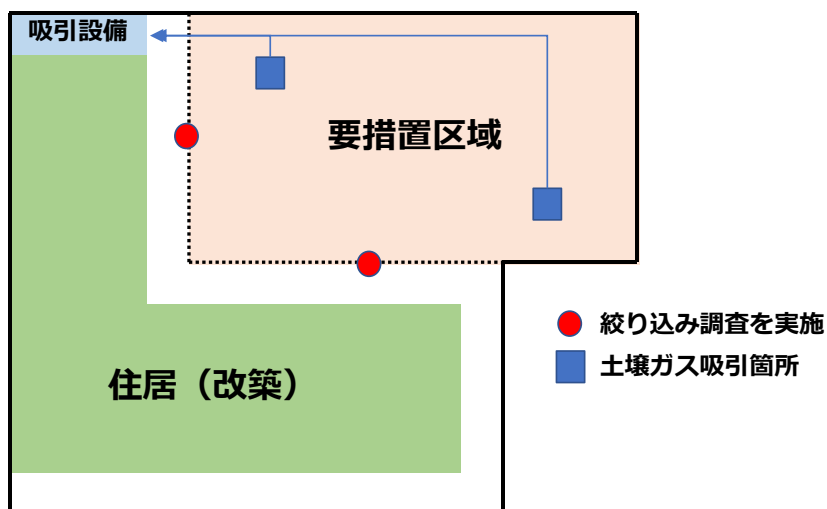
- ✓ 土壌溶出量基準に適合しない土地は、地下水の水質を監視し、2年間継続して**目標地下水濃度**を超えないことを確認する
- ✓ **分解生成物の量**についても確認することが望ましい（1回）

出典：中小事業者のための土壌汚染対策ガイドライン（東京都環境局）に加筆

# 土壌汚染対策事例

## ❖ 対策事例

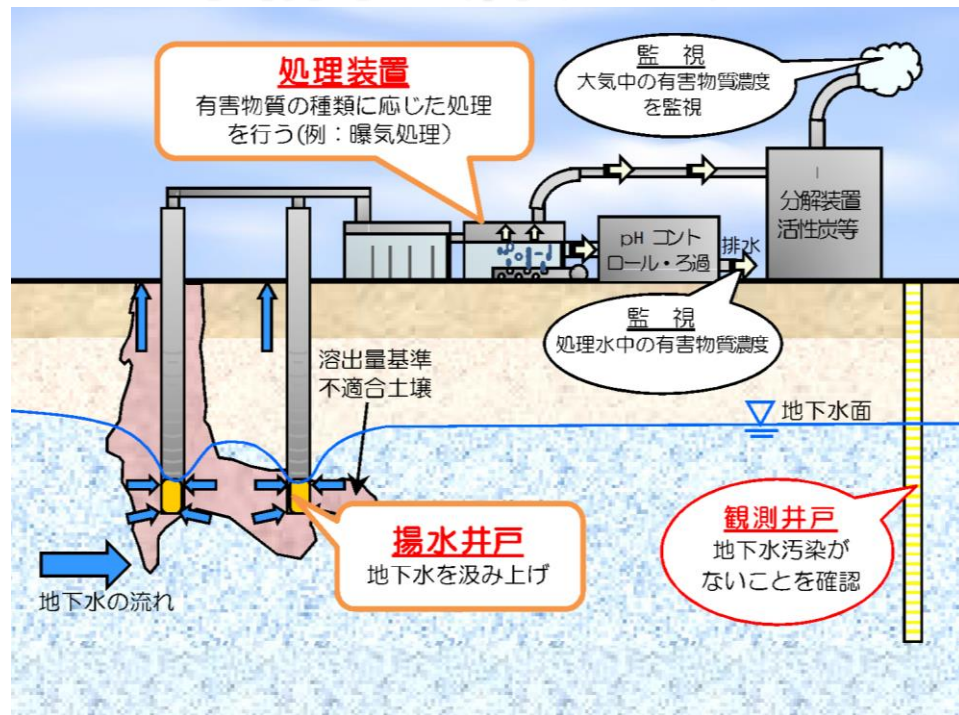
- ✓ クリーニング事業所跡地
- ✓ PCEおよび分解生成物による汚染あり
- ✓ 絞り込み調査を行い⇒要措置区域指定
- ✓ 封じ込めや掘削除去等による措置は費用が捻出できないため断念
- ✓ 土地利用および費用を考慮し土壌ガス吸引を選択
- ✓ 上部土地を駐車場および物置として利用（要措置区域は原則形質変更不可）



吸引ポンプ及び活性炭吸着設備

# 土壌汚染対策事例

## ❖地下水揚水（除去型）



### 【措置の概要】

- ✓ 水中ポンプ等により地下水を揚水し土壌および地下水中の有害物質を除去する

※土壌溶出量基準不適合

### 【措置の効果の確認】

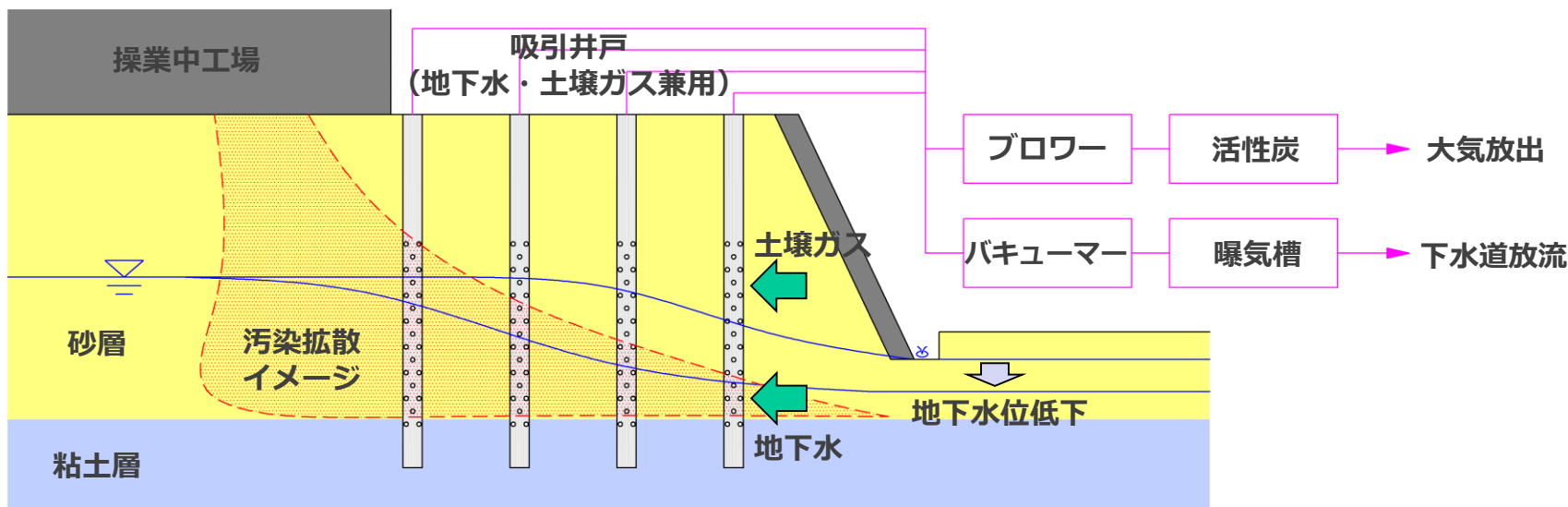
- ✓ 土壌溶出量基準に適合しない土地は、地下水の水質を監視し、2年間継続して**目標地下水濃度**を超えないことを確認する
- ✓ **分解生成物の量についても確認することが望ましい（1回）**

出典：中小事業者のための土壌汚染対策ガイドライン（東京都環境局）に加筆

# 土壌汚染対策事例

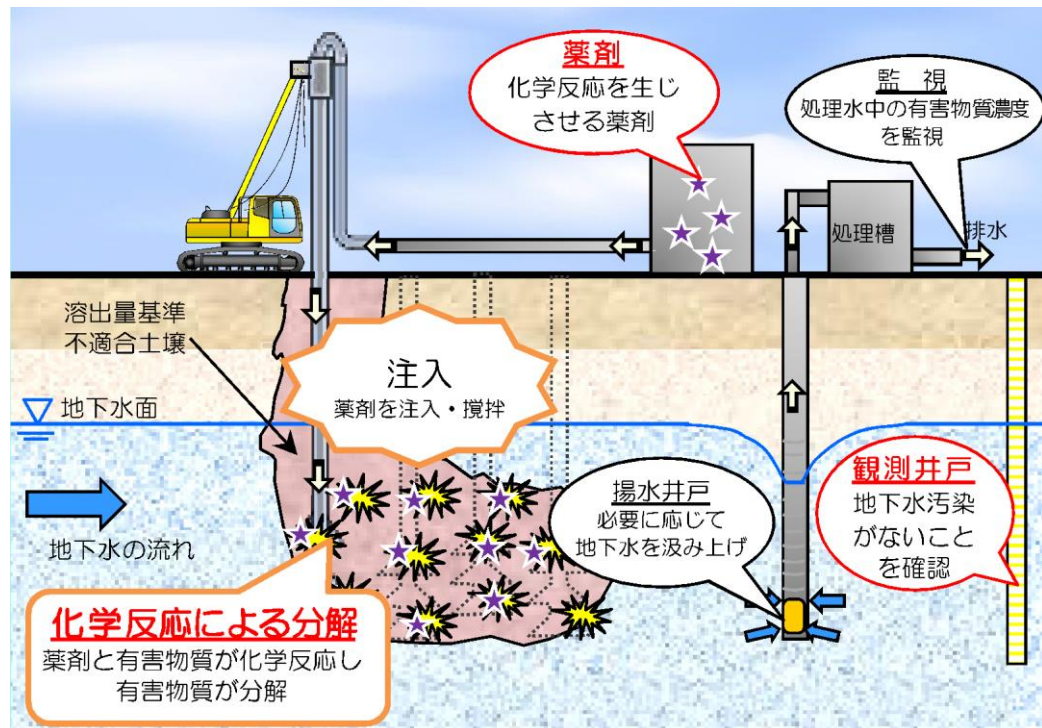
## ❖対策事例（操業中）

- ✓ 電子部品工場（操業中），PCEおよび分解生成物による汚染あり
- ✓ 操業中から対応可能な対策を検討
- ✓ 不飽和部分（地下水位よりも上の土壌）にも汚染が確認されたため，地下水揚水と土壌ガス吸引の併用が可能な井戸構造を採用
- ✓ タイマー制御による自動運転により，土壌汚染の除去と地下水汚染拡大防止を兼ねた対策を実施
- ✓ 一定の効果が確認できたため，工場全体の汚染に対応できるように対策範囲の拡大を計画



# 土壌汚染対策事例

## ❖ 化学的分解（除去型）



### 【措置の概要】

- ✓ 注入井戸等から薬剤を注入し化学分解により有害物質を分解する

※適用性の確認が必要

### 【措置の効果の確認】

- ✓ 土壌溶出量基準に適合しない土地は、地下水の水質を監視し、2年間継続して**目標地下水濃度**を超えないことを確認する
- ✓ **分解生成物の量についても確認する必要がある（2年間の最後1回）**

出典：中小事業者のための土壌汚染対策ガイドライン（東京都環境局）に加筆

# 土壌汚染対策事例

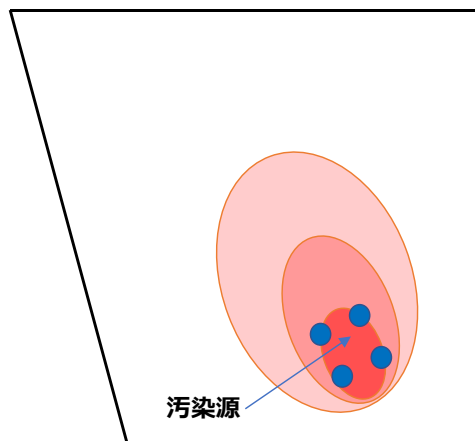
## ❖事前対策事例（操業中）

- ✓ クロロエチレン系の土壌・地下水汚染
- ✓ 汚染拡散防止を目的とし化学的還元分解法による汚染源対策を実施
- ✓ 0価の鉄粉（スラリー状）を注入し高濃度部分のVOCsを低減
- ✓ 低濃度汚染については工場廃止後にバイオ等で対策する予定

## ❖事後対策事例

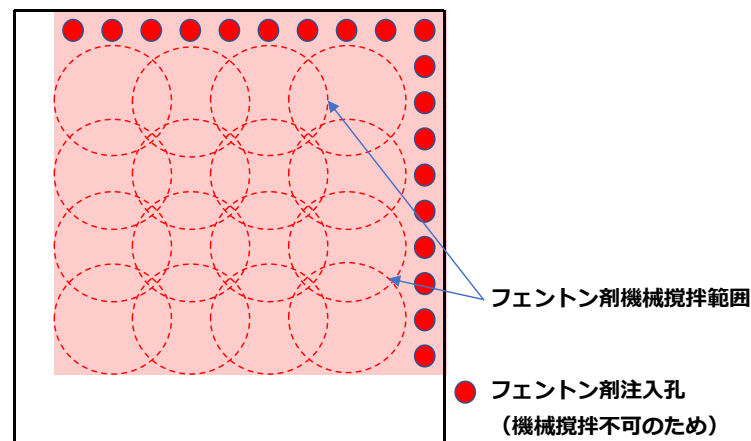
- ✓ 1,2-ジクロロエチレンによる土壌・地下水汚染事例
- ✓ 工期を優先しフェントン剤を用いた化学的酸化分解による対策を実施
- ✓ 機械攪拌混合を主工法とし敷地境界部は注入により対応
- ✓ リバウンド（汚染の戻り）が生じたため原因究明及び追加工事を実施

【事前対策（操業中）】



● 鉄粉還元剤注入孔  
(汚染源対策)

【事後対策】

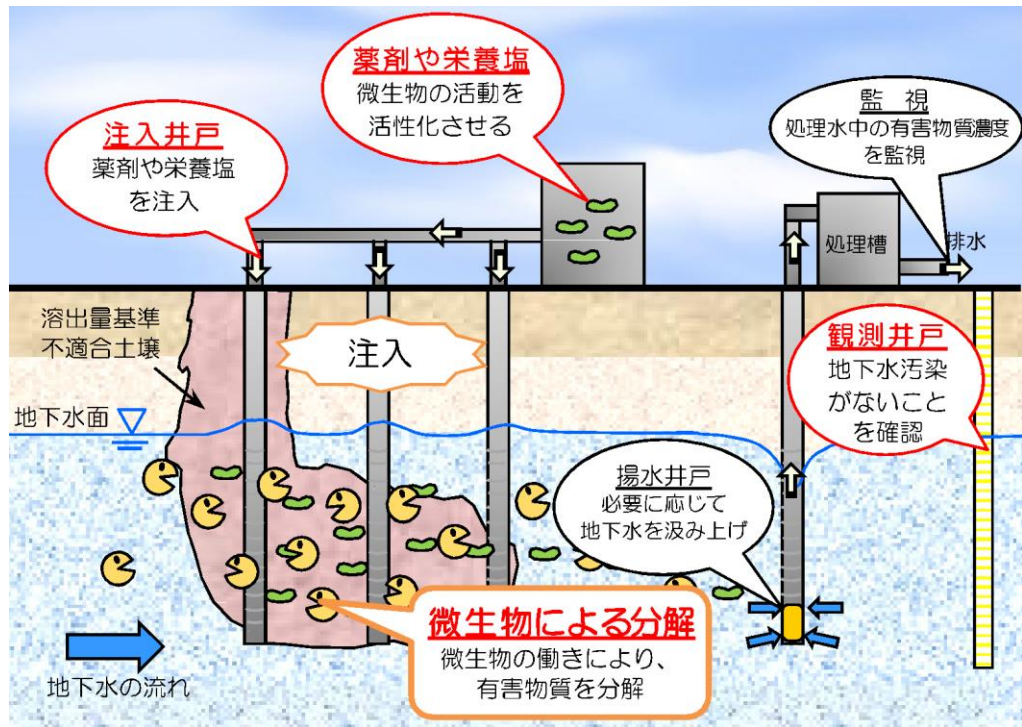


フェントン剤機械攪拌範囲

● フェントン剤注入孔  
(機械攪拌不可のため)

# 土壌汚染対策事例

## ❖生物的分解（除去型）



### 【措置の概要】

- ✓ 注入井戸等から微生物や微生物を活性化させる栄養源を注入し、微生物の働きにより有害物質を分解する

※適用性の確認が必要

### 【措置の効果の確認】

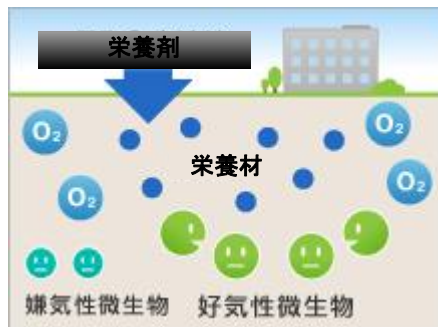
- ✓ 土壌溶出量基準に適合しない土地は、地下水の水質を監視し、2年間継続して**目標地下水濃度**を超えないことを確認する
- ✓ **分解生成物の量についても確認する必要がある（2年間）**

出典：中小事業者のための土壌汚染対策ガイドライン（東京都環境局）に加筆

# 土壌汚染対策事例

## ❖ バイオレメディエーションの特徴

- ✓ バイオスティミュレーション：主に栄養剤を注入し土着の微生物を活性化させ有害物質を分解
- ✓ バイオオーグメンテーション：主に微生物および栄養剤を注入し有害物質を分解
- ✓ 浄化対象物質に応じて好気性（ベンゼン等）や嫌気性（PCE；テトラクロロエチレン等）など浄化環境が異なる
- ✓ PCEなどの浄化では、トリクロロエチレン ⇒ ジクロロエチレン ⇒ クロロエチレン ⇒ エチレン（無害）まで分解できるように土着微生物のコンソーシアムを形成する栄養剤の選定が必要
- ✓ 高濃度の汚染対応として浄化環境（絶対嫌気状態）を早期に構築するために、鉄粉（還元分解）とバイオを組み合わせた事例などもある

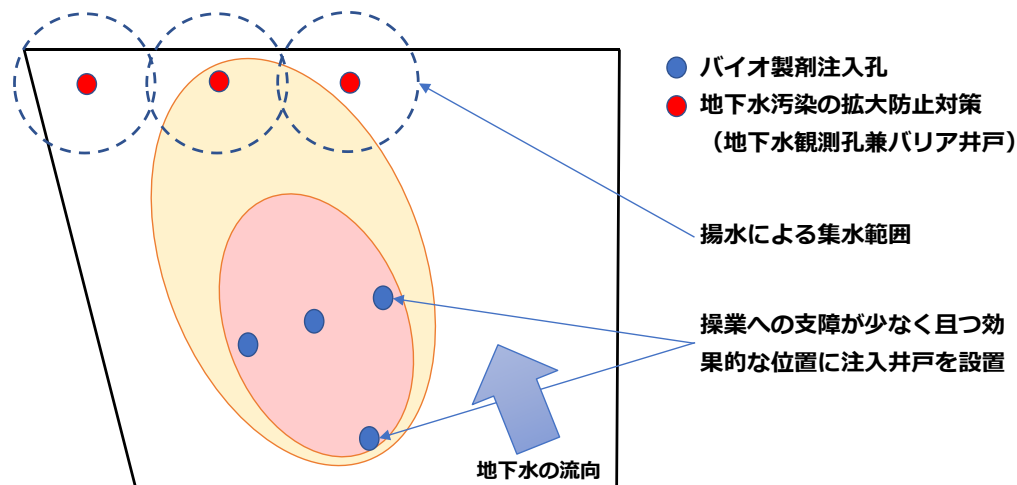




# 土壌汚染対策事例

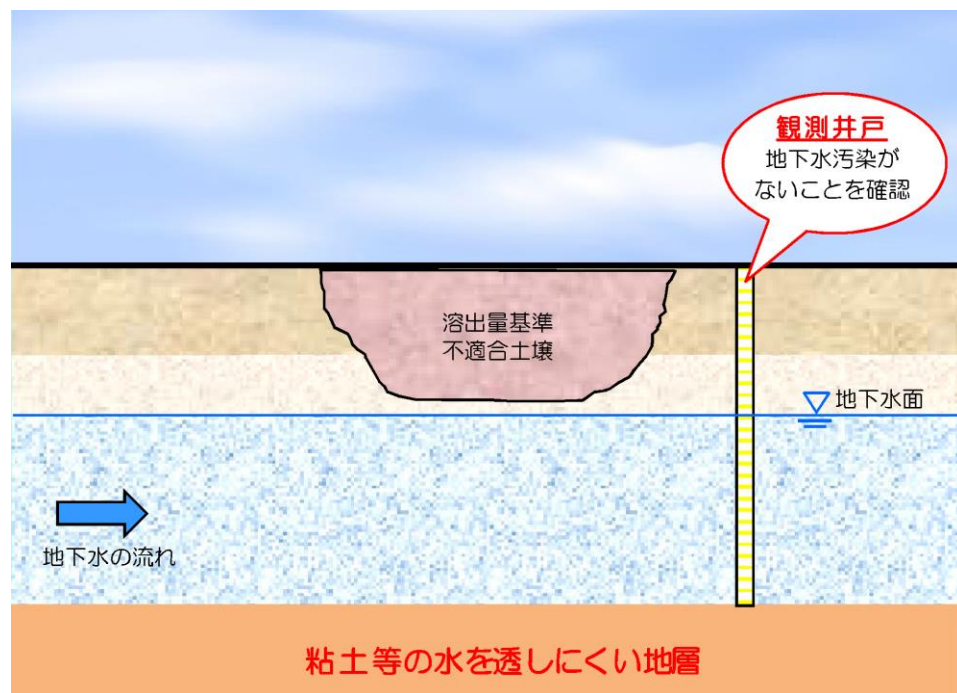
## ❖ 対策事例（操業中）

- ✓ 電子部品工場（操業中）：TCEおよび分解生成物による汚染あり
- ✓ 汚染源（TCE漏洩箇所）に対し地下水揚水を用い濃度を低減
- ✓ 操業に支障が少なく且つ注入効果の高い位置に井戸を追加しバイオ製剤（主として土着微生物を活性化させる栄養剤）を注入
- ✓ 定期的にバイオによる浄化環境の構築状況（微生物数，栄養塩，酸化還元電位など）およびTCE（分解生成物を含む）の濃度を確認
- ✓ 上記の結果に応じてバイオ製剤の追加注入を実施
- ✓ 時間を要するが，NA（自然浄化力）なども活用することでトータルコストを大幅に低減できる場合が多い



# 土壌汚染対策事例

## ❖地下水の水質の測定（管理型）



### 【措置の概要】

- ✓ 地下水汚染の状況を的確に把握できる位置に観測井戸を設置する
- ✓ **地下水汚染がある場合も**、目標土壌溶出量・目標地下水濃度を超えない等の条件により**適用可能**

※土壌溶出量基準不適合

### 【措置の効果の確認】

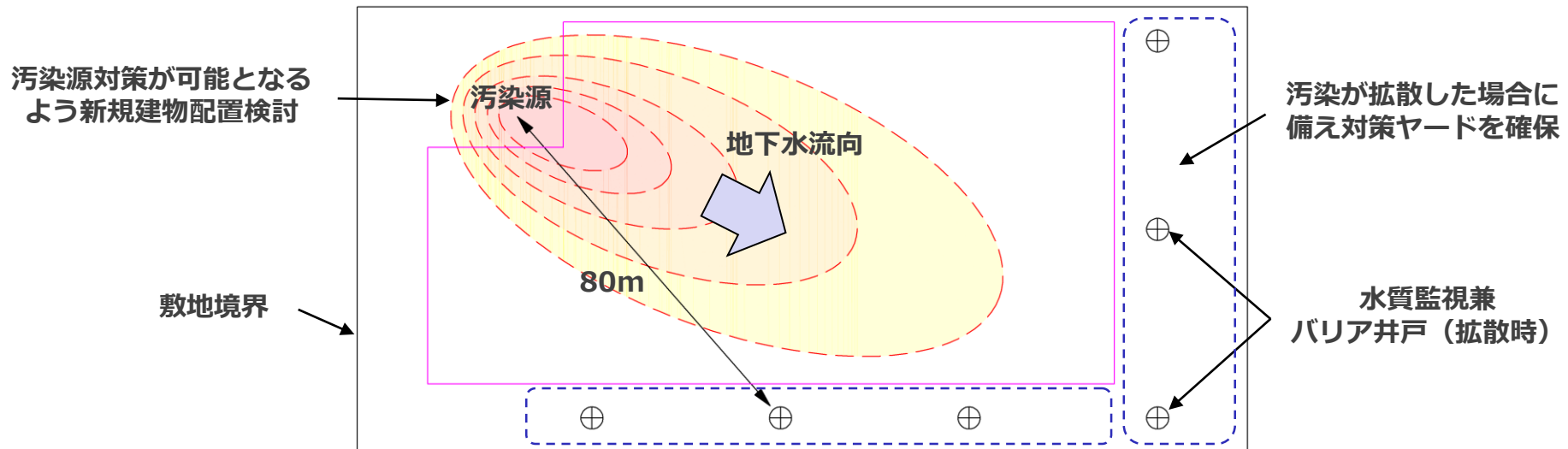
- ✓ 1年目は4回以上、2～10年目は1回/年以上、11年目以降は1回/2年以上定期的に分析し、**目標地下水濃度**に適合することを確認する
- ✓ **措置完了条件も設けられている（前述）**

出典：中小事業者のための土壌汚染対策ガイドライン（東京都環境局）に加筆

# 土壌汚染対策事例

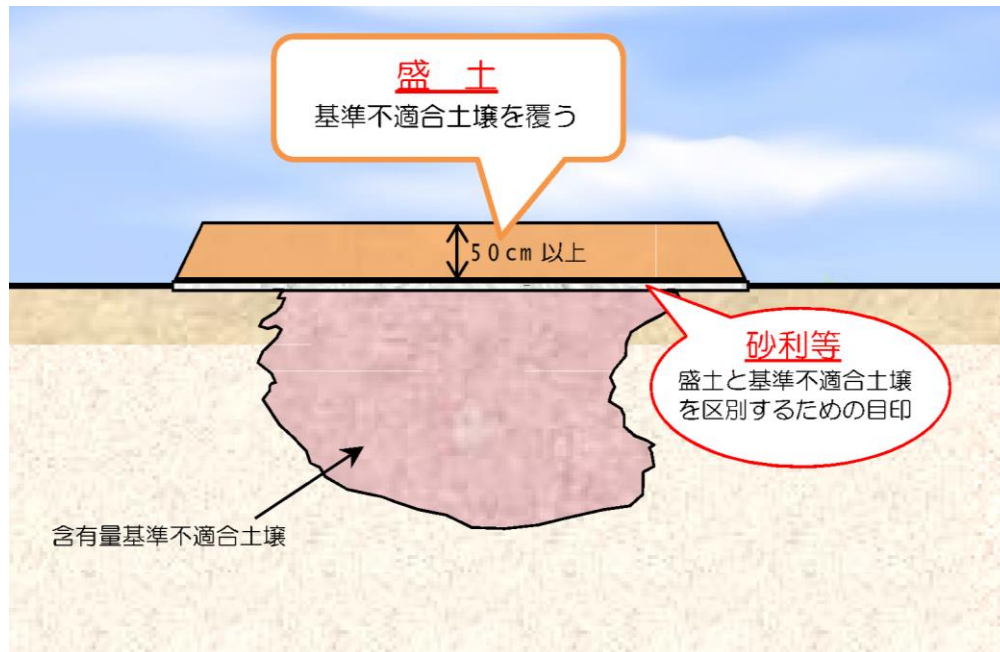
## ❖ 対策事例（計画事例）

- ✓ 自動車部品工場（廃止後想定）：TCEおよび分解生成物による汚染あり
- ✓ 周辺の要措置区域指定状況から，要措置区域となる可能性が高い
- ✓ 汚染源から地下水流向の下流側敷地境界までの距離は80m
- ✓ 地盤調査結果より，目標土壌溶出量および目標地下水濃度を設定（基準値の2～3倍程度）
- ✓ 汚染源が目標土壌溶出量および目標地下水濃度に適合することを確認
- ✓ 工場廃止後の計画として，地下水の水質の確認による事業用地としての活用を計画



# 土壌汚染対策事例

## ❖盛土（管理型）



### 【措置の概要】

- ✓ 汚染土壌の上面を厚さ50cm以上の土壌等で覆い汚染土壌に直接接触れることを防止する
- ✓ 舗装の場合は厚さ10cm以上のコンクリートもしくは厚さ3cm以上のアスファルト

※土壌含有量基準不適合

### 【措置の効果の確認】

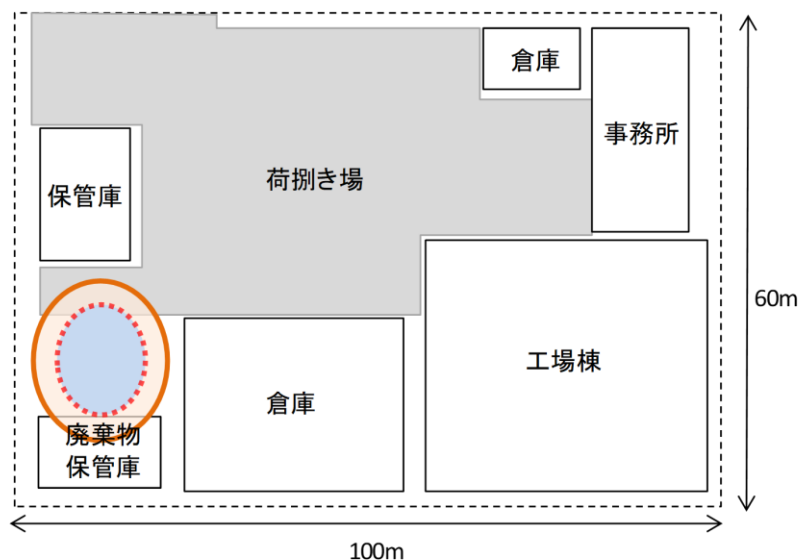
- ✓ 規定の盛土を行った段階で措置が完了する

出典：中小事業者のための土壌汚染対策ガイドライン（東京都環境局）に加筆

# 土壌汚染対策事例

## ❖ 対策事例

- ✓ ガラス製造加工場（一部土地改変）
- ✓ 鉛（土壌含有量基準不適合）による汚染あり
- ✓ 汚染土量は400m<sup>3</sup>（汚染深度1m）
- ✓ 土地の資産リスクを考慮し掘削除去を検討したが高額（3000万円弱）であり再検討
- ✓ 土地価格および土地利用方針に基づき被覆措置を選択



舗装措置				
工種	数量	単位	単価	金額
イニシャルコスト				
アスファルト舗装	400	m <sup>2</sup>	9,000	3,600,000
計				3,600,000
ランニングコスト				
なし			0	0
計				0
合計				3,600,000

● 汚染源

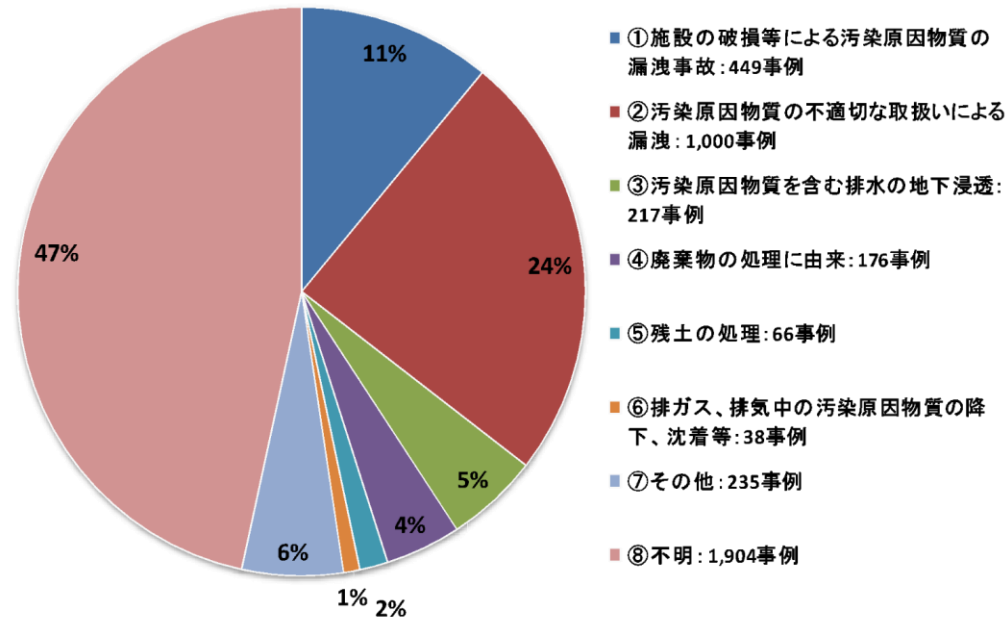
○ 土壌含有量基準不適合

# 未然防止・早期発見のポイント

# 未然防止・早期発見のポイント

## ❖ 土壌汚染の原因

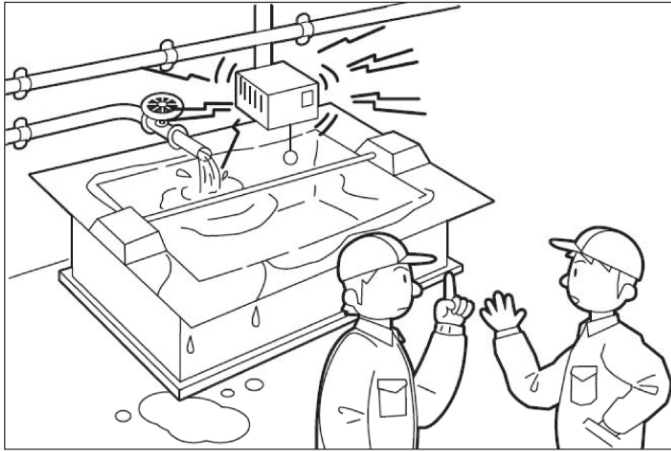
- ・ ヒューマンエラーを原因とする事例が1/4を占める
- ・ 施設の破損等による漏えいと合わせると1/3を占める
- ・ 対策事例では「不適切な取扱い」と「設備の老朽化による漏えい」が突出して多く2/3を占める



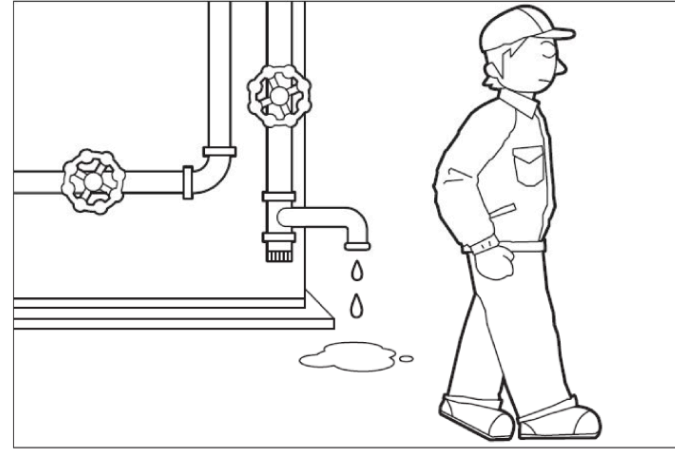
出典：土壌汚染の未然防止マニュアル（H26環境省 水・大気環境局土壌環境課）

# 未然防止・早期発見のポイント

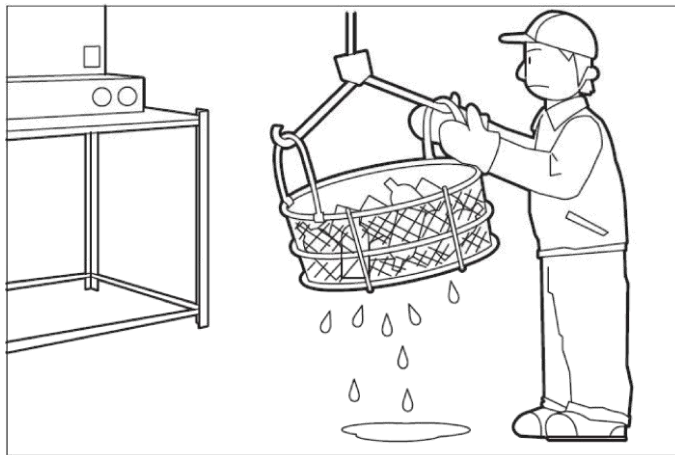
## ❖ ヒューマンエラーを原因とする土壤汚染



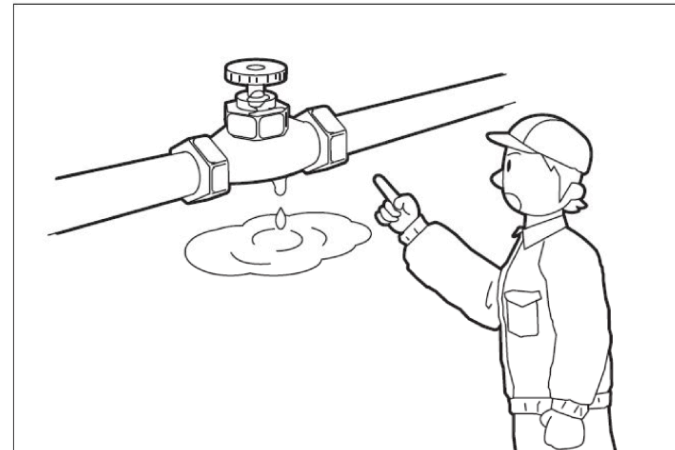
設備の操作ミスによる漏洩



閉め忘れや緩みによる漏洩



滴の滴り落ちによる漏洩



作業不備又は点検不備による漏洩



# 未然防止・早期発見のポイント

## ❖ 施設や設備の不具合を原因とする土壤汚染



床にこぼれたメッキ液が亀裂から土壤へ浸透



コンクリートやメッキ槽の劣化箇所から土壤へ浸透

# 未然防止・早期発見のポイント

## ❖ 操業中からできること

### 1) 事前準備

有害物質のリストアップや有害物質の特徴の把握など

### 2) 設備や配管等の外観確認

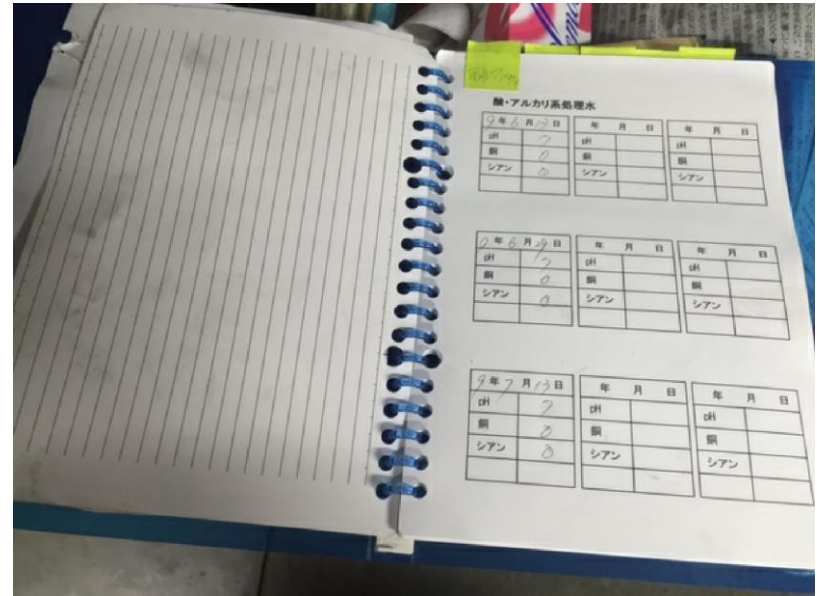
設備・配管の液漏れや亀裂の点検や有害物質を含む材料の量の確認など

### 3) 作業工程の実態確認

液垂れや飛散等が見られないか確認や漏洩液の受皿の設置など

### 4) 設備周辺の状況確認

施設周辺の土壌に異臭等の確認や植物の立ち枯れ等の確認など



# 未然防止・早期発見のポイント

## ❖ 操業中からできること

### 5) 未然防止・早期発見に対する認識

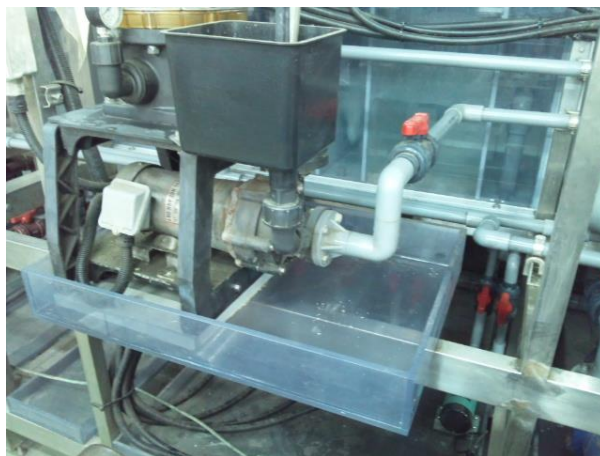
従業員への教育（有害物質の知識，汚染の発生原因など）

### 6) 施設や設備の改善

配管素材の変更やタンク内面のコーティングなど

### 7) 作業場内での工夫

受皿の設置や吸着マットや中和剤等の常備など



# 未然防止・早期発見のポイント

## ❖参考：めっき業で対象となる有害物質の一例

工程	対象となる物質
脱脂工程（前処理）	トリクロロエチレン（TCE） テトラクロロエチレン（PCE） ジクロロメタン 1,1,1-トリクロロエタン 1,1-ジクロロエチレン（分解生成物質） 1,2-ジクロロエチレン（分解生成物質） クロロエチレン（分解生成物質）
めっき前エッチング・酸洗い（前処理）	六価クロム、鉛
めっき液（クロムめっき）及びクロメート処理	六価クロム
めっき液（カドミウムめっき）	カドミウム
めっき液（錫・鉛めっき（はんだめっき））	鉛
めっき液（ニッケルめっき）	ほう素
剥離工程（前処理）及びめっき液（銅・金めっき等）	シアン
黒染	セレン

# 未然防止・早期発見のポイント

## ❖参考：クリーニング業で対象となる有害物質の一例

主な使用方法	対象となる物質
ドライクリーニング溶剤 (稀にフロン溶剤)	トリクロロエチレン (TCE) テトラクロロエチレン (PCE) 1,1,1-トリクロロエタン <b>1,1-ジクロロエチレン (分解生成物質)</b> <b>1,2-ジクロロエチレン (分解生成物質)</b> <b>クロロエチレン (分解生成物質)</b>

## ❖参考：ガソリンスタンド業で対象となる有害物質の一例

主な使用方法	対象となる物質
貯蔵・販売	ベンゼン 鉛

# 未然防止・早期発見のポイント

## ❖参考：金属加工業で対象となる有害物質の一例

主な使用方法	対象となる物質
脱脂工程	トリクロロエチレン (TCE) テトラクロロエチレン (PCE) <b>1,1-ジクロロエチレン (分解生成物質)</b> <b>1,2-ジクロロエチレン (分解生成物質)</b> <b>クロロエチレン (分解生成物質)</b> ジクロロメタン
切削加工工程	カドミウム、六価クロム ほう素、砒素、鉛
酸洗い工程	ふっ素、六価クロム、鉛
焼入れ工程	シアン
塗装工程	カドミウム、六価クロム 鉛

# 未然防止・早期発見のポイント

## ❖参考：製版業で対象となる有害物質の一例

主な使用方法	対象となる物質
製版	鉛 六価クロム
写真乳剤	カドミウム
版洗浄・研磨	トリクロロエチレン (TCE) テトラクロロエチレン (PCE) <b>1,1-ジクロロエチレン (分解生成物質)</b> <b>1,2-ジクロロエチレン (分解生成物質)</b> <b>クロロエチレン (分解生成物質)</b> ジクロロメタン 1,1,1-トリクロロエタン 鉛 六価クロム

# まとめ

- ❖ **土壌汚染への対応で重要と考えられること**
  - ・ 可能な範囲で**自ら法や土壌汚染のしくみを理解**する
  - ・ **未然防止**や**早期発見**に努める
  - ・ **十分な準備期間を確保し**選択肢を増やす
  - ・ **必ずしも汚染 = 対策ではない**ことを理解する
  - ・ 「**土壌汚染の除去**」のみではなく「**土壌汚染の管理**」による方法も必ず**選択肢**に含める
  - ・ **土地の活用方針に応じた最適な方法**を検討する