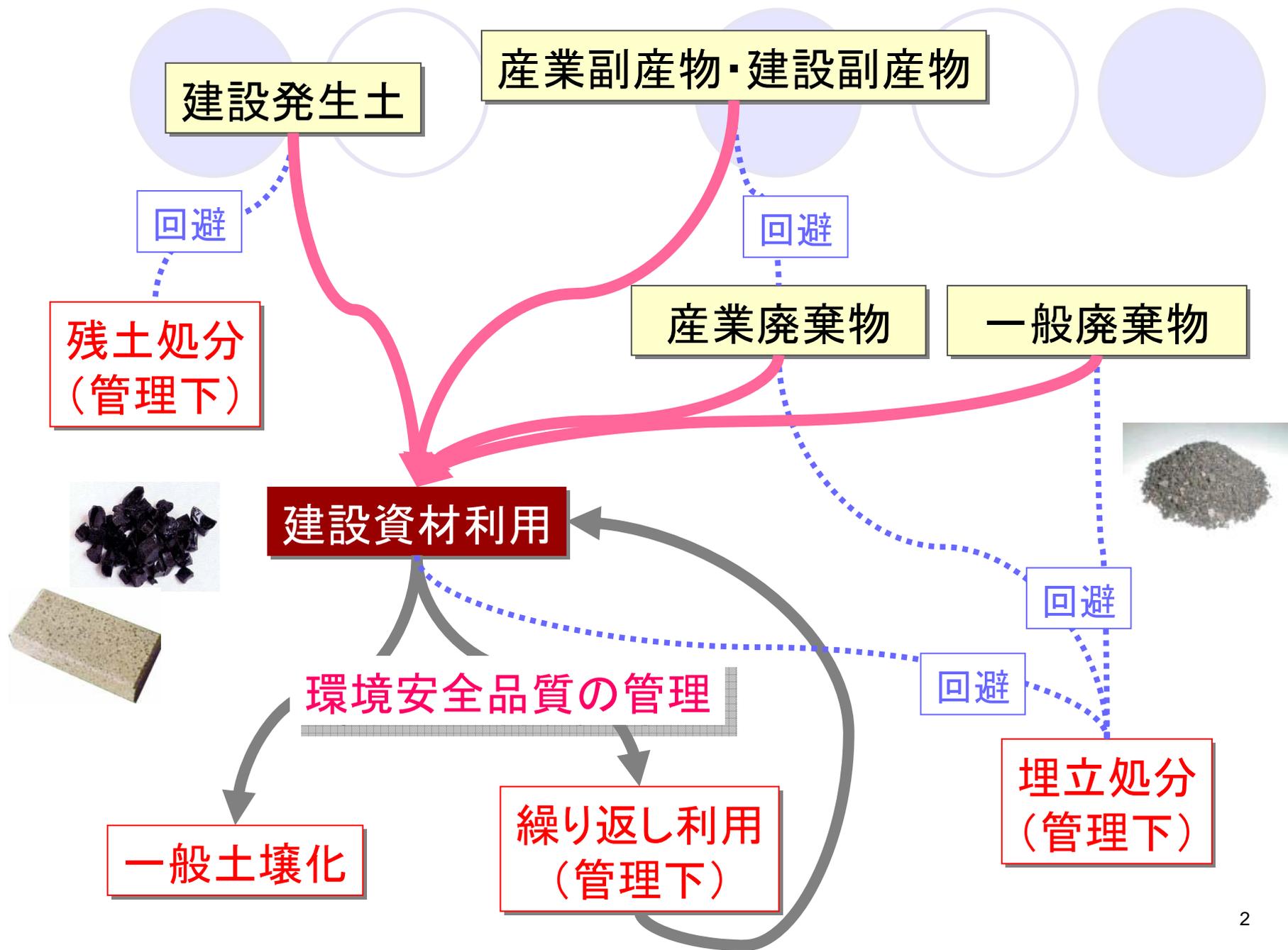


廃棄物処理等科学研究費補助金 成果報告会
2008/03/07 富山県民会館

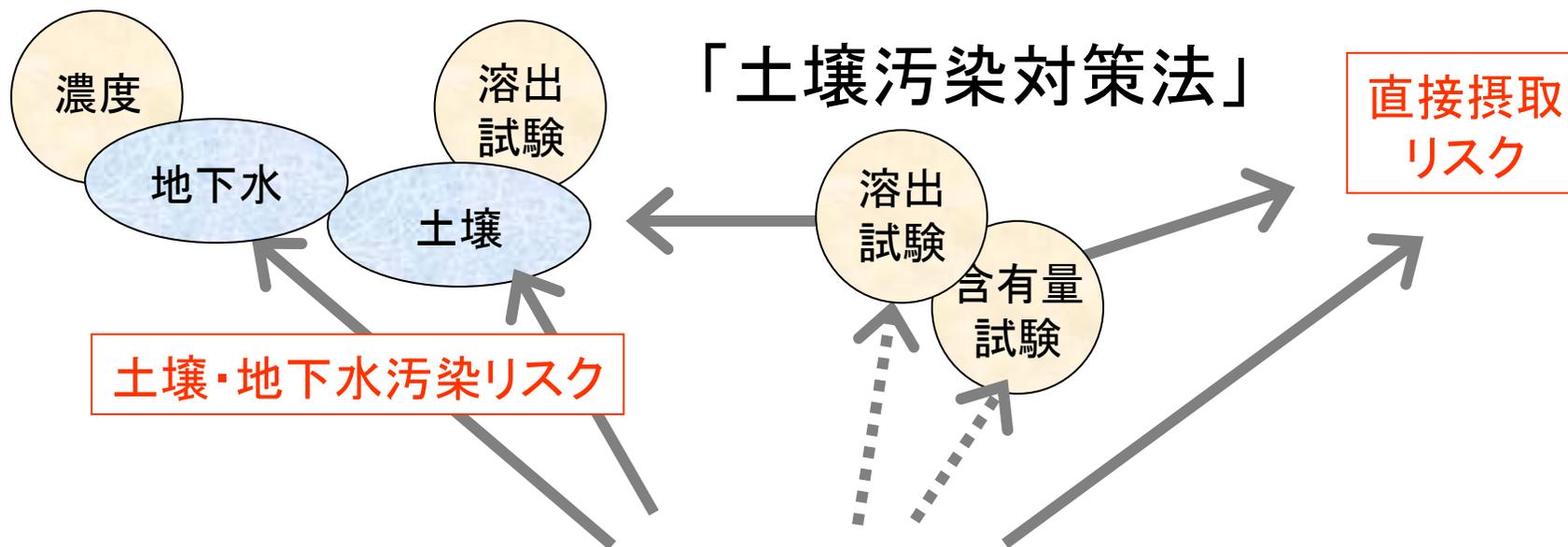
建設系再生資材の環境安全性 に関する現状と課題

独立行政法人 国立環境研究所
循環型社会・廃棄物研究センター
肴倉 宏史



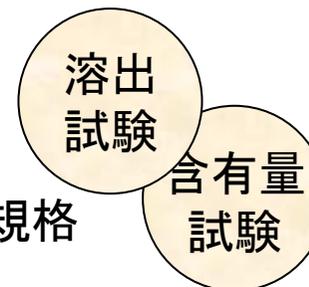
建設系再生資材の環境安全評価方法の現状

「環境基準」



建設系再生資材・製品

一般廃棄物溶融スラグの
コンクリートや道路への利用・・・JIS 規格



一廃スラグ以外・・・???

環境基準

- ・人の健康保護、生活環境保全
- ・行政上の**目標**。これをもとに施策を実施



揮発性有機物

四塩化炭素
1,2-ジクロロエタン
1,1-ジクロロエチレン
シス-1,2-ジクロロエチレン
1,3-ジクロロプロペン
ジクロロメタン
テトラクロロエチレン
1, 1, 1-トリクロロエタン
1,1,2-トリクロロエタン
トリクロロエチレン
ベンゼン

重金属・無機物

カドミウム
六価クロム
全シアン
総水銀
アルキル水銀
セレン
鉛
ヒ素
フッ素
ホウ素

農薬

シマジン
チオベンカルブ
チラウム
PCB
硝酸性窒素※
亜硝酸性窒素※

水質基準・・・人の健康の保護
※水質・地下水のみ

公定試験方法の整理

溶出試験

含有量試験

| | | |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 土壤環境基準 | 平成 3 年 環境庁告示 46 号 | |
| 土壤汚染対策法 | 平成 15 年 環境省告示 18 号 | 平成 15 年 環境省告示 19 号 |
| 一廃スラグ JIS JIS K 0058 | 粗碎振とう型 有姿攪はん型 | 含有量試験 |

共通

共通

平成3年環境庁告示46号溶出試験

1



2 mm 以下試料
(鉢さい)

2



試料採取 50 g 以上

3



溶媒(水)

4



溶媒添加 液固比 10

5



振とう 6 時間

6



遠心分離操作

7



ろ過操作

ろ液の
pH、EC、
溶出濃度等
を測定

平成3年環境庁告示第46号

粗砕分級：2mm以下

10倍量の溶媒(水)を加えて毎分200回で6時間振とう 振とう幅
4～5cm 水平振とう

振とう容器：溶媒量の1.5倍以上の容積

JIS K 0058-1 溶出量試験方法

通常は、5項：利用有姿による試験

利用の状況などを踏まえ場合によっては粗砕試料による試験

5.項 利用有姿による試験(次のスライド)

・10倍量の溶媒(水)を加えて毎分200回転で6時間かくはん

6.項 粗砕試料による試験(環告46号)

利用有姿による溶出量試験の概要

「利用有姿の状態」

◎ 粉塊状の試料

粉砕することなく、その粒径分布に応じて縮分して調整

◎ 大型製品

コンクリート製品

100mm ϕ × 200mm 供試体

アスファルト成型体

100mm ϕ × 63.5mm 供試体

◎ 5 kg以下製品は、製品のまま

◆ 10 倍量の水に浸漬

◆ 6 時間

◆ 回転数 200 回/分

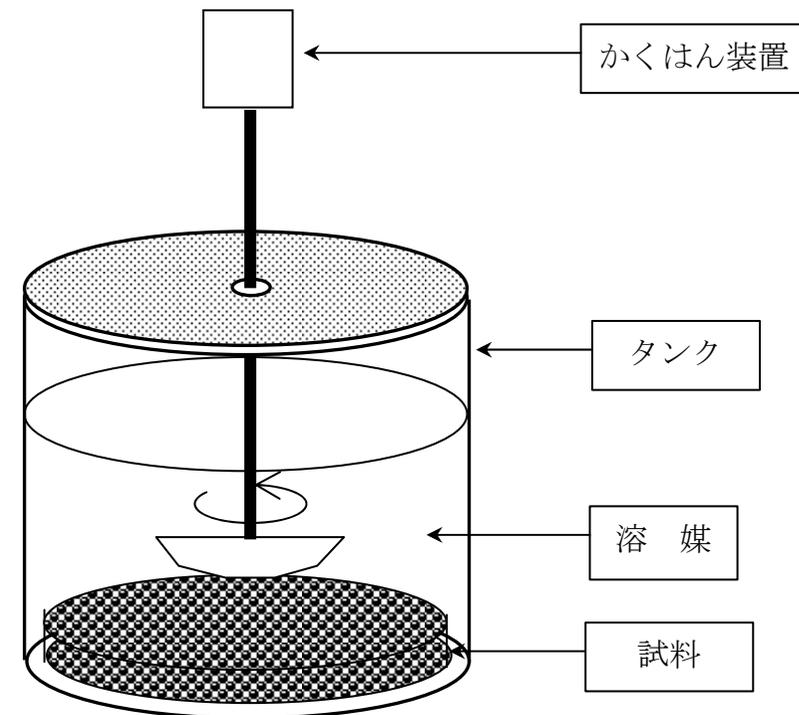


図 1 溶出量試験装置の概略図

公定試験方法の整理

溶出試験

含有量試験

| | | |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 土壤環境基準 | 平成 3 年 環境庁告示 46 号 | |
| 土壤汚染対策法 | 平成 15 年 環境省告示 18 号 | 平成 15 年 環境省告示 19 号 |
| 一廃スラグ JIS JIS K 0058 | 粗碎振とう型 有姿攪はん型 | 含有量試験 |

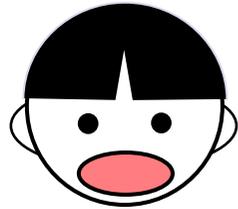
共通

共通

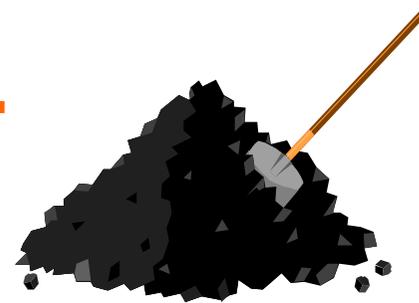
土壌の直接摂食によるリスクの判定試験

平成 15 年環境省告示 19 号 ”含有量試験”

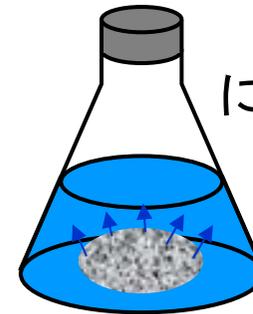
子供 200 mg/日
大人 100 mg/日



直接摂食



胃酸で溶出



2 mm 以下試料 3 g
に対し、1 M HCl 100 mL
2 h 振とう後、ろ過

基準値:70 年間の摂取量が
水道水からの摂取量
(水道水質基準)と同程度

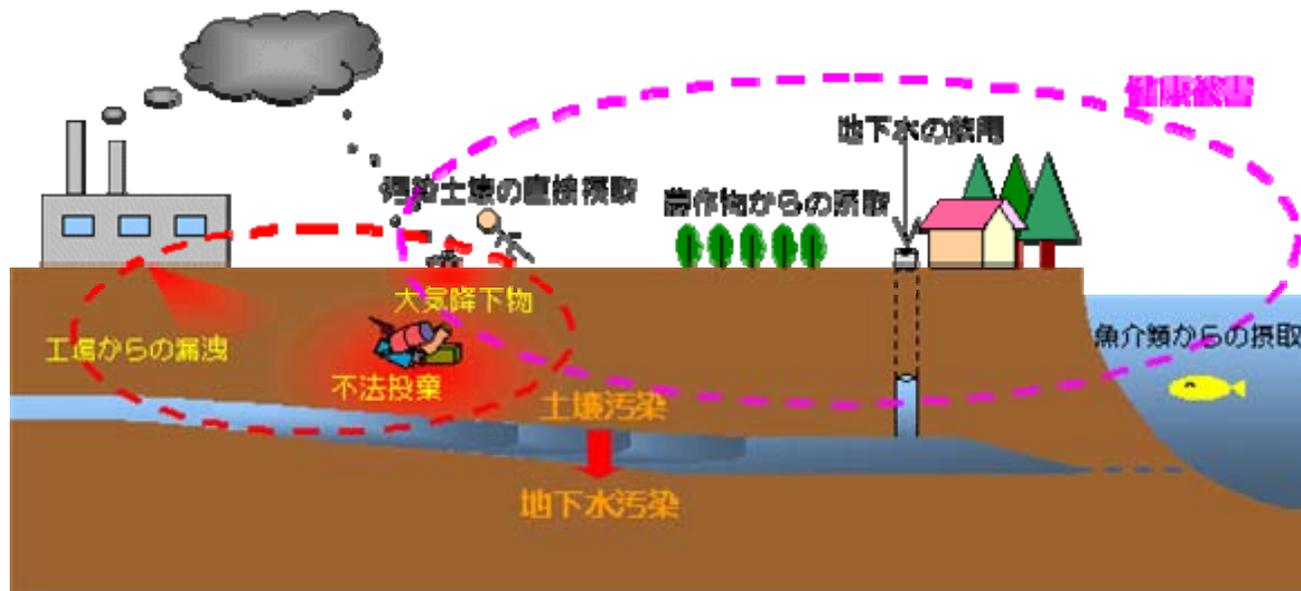
「濃い酸性の液」に浸して、溶け出してくる量を調べる」

土壤汚染対策法

対象となる土地・・・ 有害物質を使用していた工場跡地
健康被害の出る恐れがある土地(都道府県知事の判断)

地下水等からの摂取・・・溶出試験(環告46号)

直接摂取・・・含有量試験(環境省告示19号)



資料: ニッテクリサーチHP

基準値 (無機物質、重金属類)

| | 水質環境基準# 地下水環境基準# | 土壌環境基準* | 土壌汚染対策法 | | |
|---------|---------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| | | | 指定基準\$ | | 第二溶出量基準\$\$ |
| | | | 土壌溶出量基準 | 土壌含有量基準 | |
| 検液の作成方法 | | H3 環境庁 告示46号 | H15 環境省 告示18号 | H15 環境省 告示19号 | H15 環境省 告示18号 |
| 単位 | mg/L | mg/L | mg/L | mg/kg | mg/L |
| カドミウム | 0.01 | 0.01** | 0.01 | 150 | 0.3 |
| 全シアン | 不検出 | 不検出 | 不検出 | 50 | 1 |
| 鉛 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 150 | 0.3 |
| 六価クロム | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 250 | 1.5 |
| 砒素 | 0.01 | 0.01*** | 0.01 | 150 | 0.3 |
| 総水銀 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 | 15 | 0.005 |
| アルキル水銀 | 不検出 | 不検出 | 不検出 | - | - |
| セレン | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 150 | 0.3 |
| ふっ素 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 4000 | 24 |
| ほう素 | 1 | 1 | 1 | 4000 | 30 |

- # 年間平均値
- * 自然的原因、原材料堆積場、廃棄物埋立地などを除く
- ** 農用地 1 mg/kg-米 *** 田 15 mg/kg-土壌
- \$ 指定区域の指定に係る基準
- \$\$ 地下水等摂取リスクに係る措置の選択に係る基準

公定溶出試験法に関する検討課題の例 (フェロシルト)

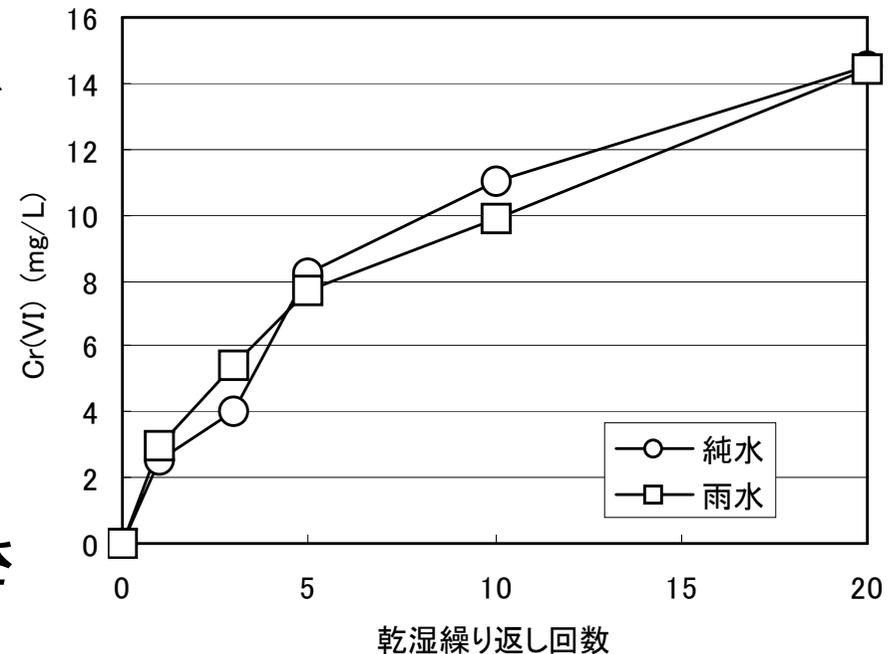
● 製造時

- わずかなpHの差によりCr(VI)生成に違い、場合により環告46号試験をクリア
- 年1回の検査

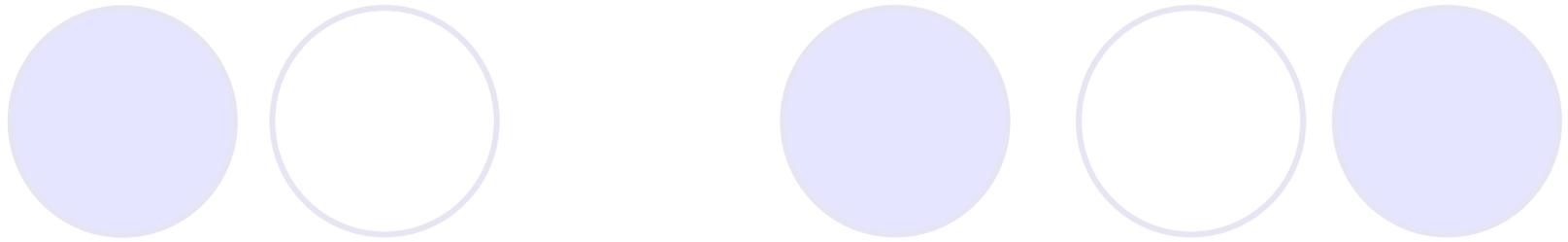
● 施工時

- 現地調査 表層で六価クロムが高い傾向(?)
- 表層 湿潤乾燥が繰り返される → Cr酸化?

● 乾湿繰り返し試験 (自然暴露促進試験)

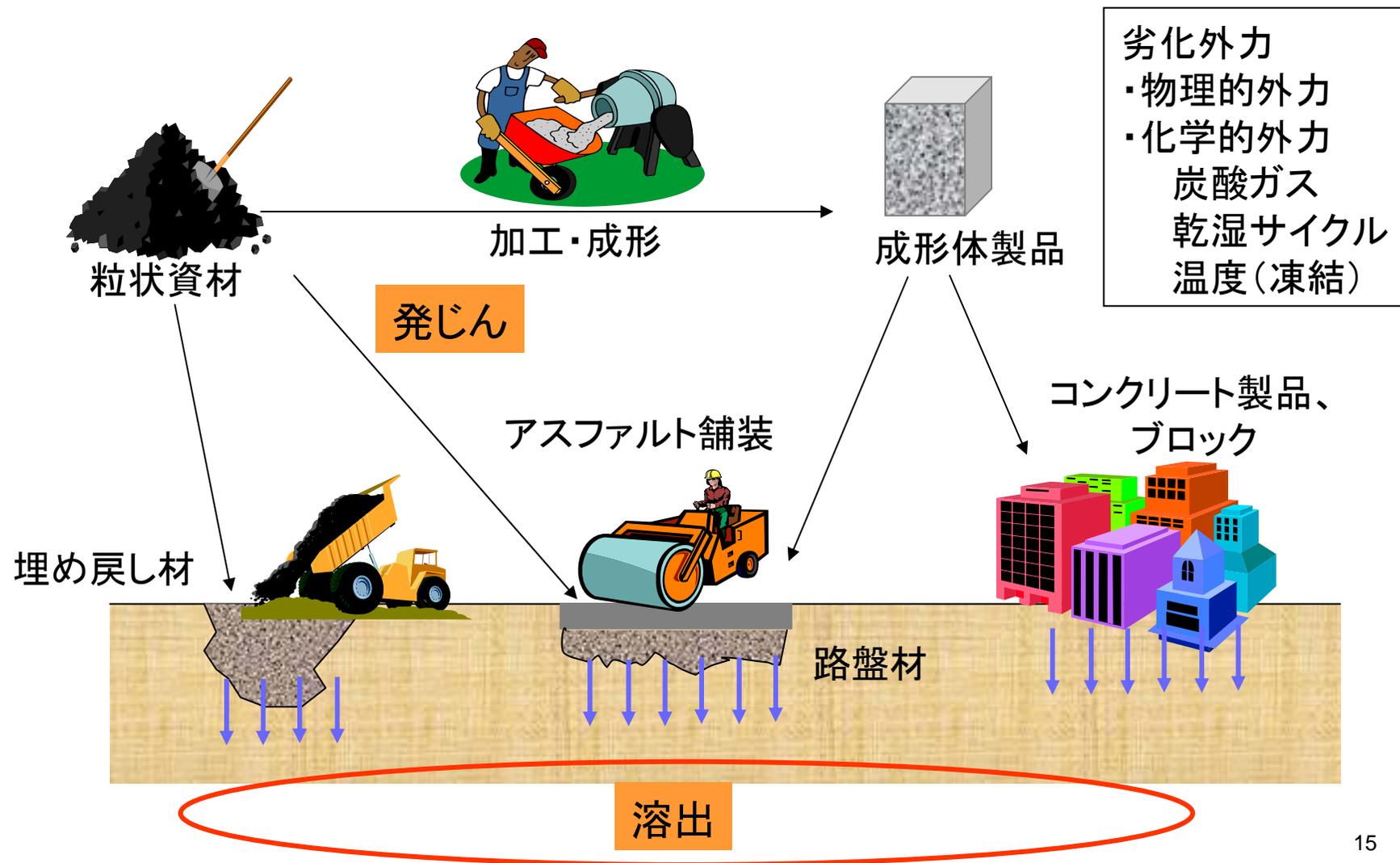


過酷な条件(105度、24時間乾燥)



再生資材・製品の 環境安全評価試験方法の開発

建設系再生資材・製品の環境影響



建設系再生製品の環境安全評価システム全体フレーム案

基本特性評価

- <選択>
 - 平成3年環境庁告示46号
 - JIS有姿攪拌試験
- <必修>
 - 全含有量
 - 環境最大溶出可能量

再生材料



- 再生材料
- コンクリート塊・アスコン塊・建設発生土・建設汚泥・建設発生木材・廃タイヤ・カレット・高炉スラグ・製鋼スラグ・非鉄精錬スラグ・石炭灰(フライアッシュ・クリンカアッシュ)・一般廃棄物溶融スラグ・産業廃棄物溶融スラグ・
 -
 -

製品使用シナリオに基づく詳細評価

シナリオの記述

- (1) 形態(粒状/塊状/成型)
- (2) 注目物質
- (3) 使用環境
- (4) 使用期間
- (5) 評価地点と評価基準

暴露促進試験

- <選択>
 - 乾湿サイクル試験
 - 炭酸化促進試験
 - 凍結融解サイクル試験

溶出挙動試験

- <選択>
 - 上向流カラム試験
 - シリアルバッチ試験
 - pH依存性試験
 - 環境最大溶出可能量

結果の解析・評価

再生製品



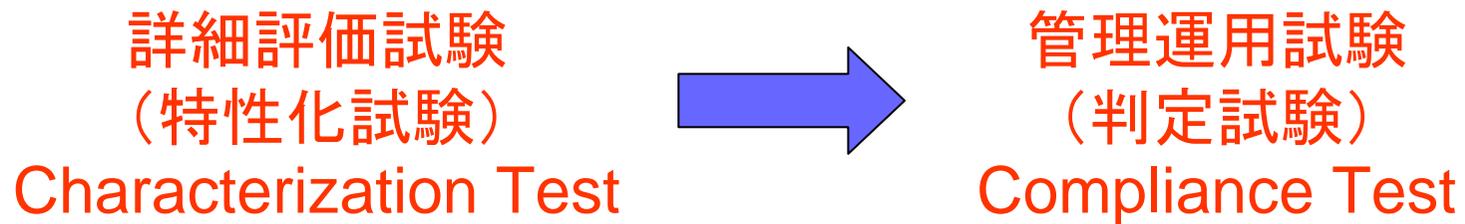
※再生材料または再生製品として基本特性評価を行ったもの

- 再生製品
- 再生碎石・ブロック類・
 - コンクリート二次製品・
 - 再生加熱アスファルト混合物・
 - 再生処理土・土壌改良材・
 - プラスチック資材・
 -
 -

品質管理

- <選択> ⇔ 形態
- 平成3年環境庁告示46号
- JIS有姿攪拌試験
- 新規・単一バッチ試験

詳細評価試験(特性化試験)と 管理運用試験(判定試験)



環境安全性の評価
クラス分け・認定など

同一性状の確認

環境安全性の管理

アベイラビリティ試験
シリアルバッチ試験
pH 依存性試験
カラム通水試験
...

環告46号
JIS K 0058-1
新規バッチ試験
...

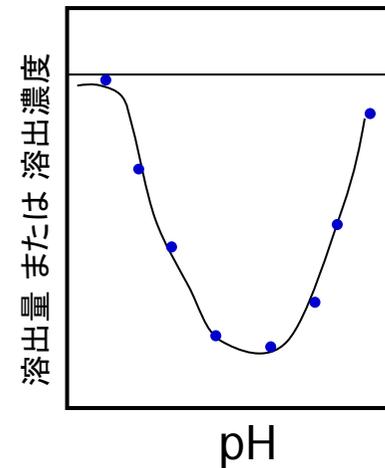
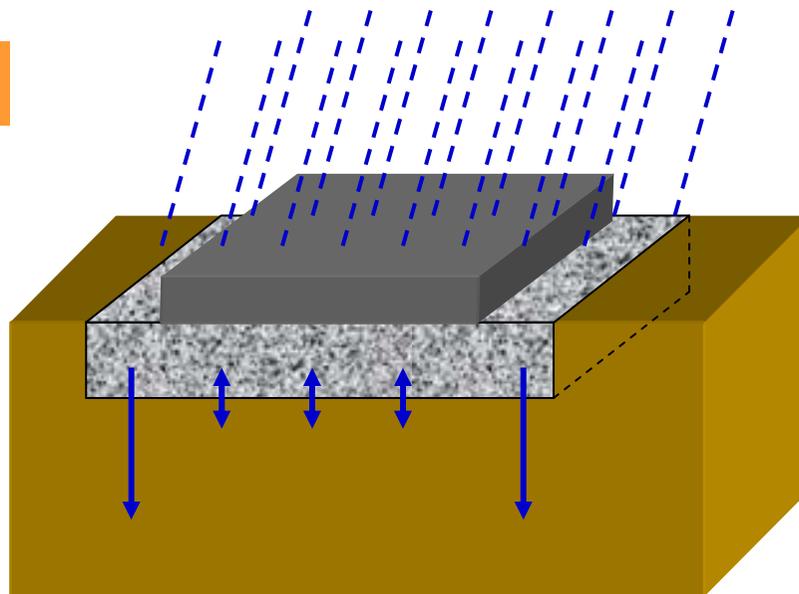
主な特性化試験の種類と役割

酸性雨の影響は？

長期的な安全性は？

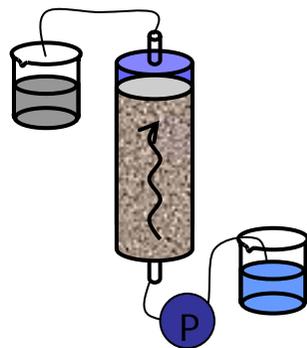
環境最大溶出
可能量試験

微粉試料
pH 4、7、12、自己pH

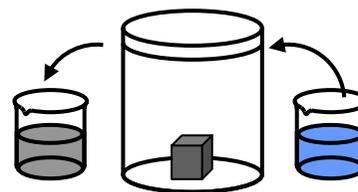


pH 依存性試験

溶出のピークは？
そのときの濃度は？
その後の挙動は？



カラム通水試験



シリアルバッチ試験

乾湿や凍結融解
などの影響は？

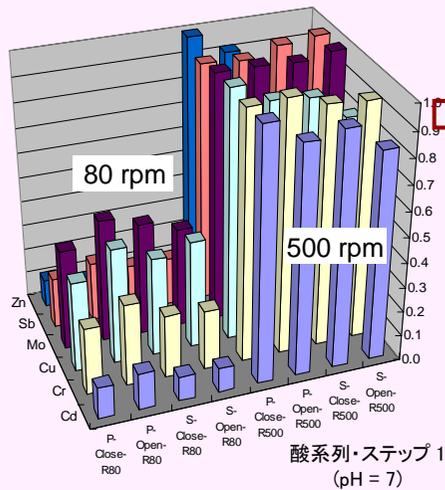
環境暴露試験

特性化試験の開発、標準規格化、適用データ蓄積の流れ

先行事例：環境最大溶出可能量試験

(1) 試験法を開発し条件を規定

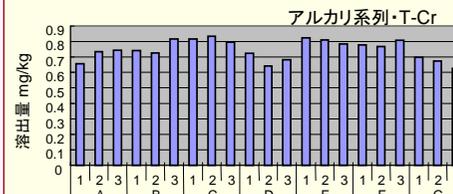
開発方針：オランダNEN7371アベイラビリティ試験にアルカリ環境条件を付加する
 検討項目：変動要因を解明し、条件を規定する



攪拌強度の影響が最も顕著、次いで開口度の影響大。
 →攪拌強度200±20 rpm、攪拌羽根大きさ・高さを規定
 →開口部分の面積割合を規定 → 規格案を作成

(2) 規格案の精度評価を実施

- 7機関参加
- 試験は各機関3回繰り返し実施
- 各機関とNIES両方で測定
- 試料：銅スラグ、ごみ焼却主灰



| | | 平均値 | 標準偏差 | 変動係数 |
|-----------------------|------|-------|-------|------|
| | | mg/kg | mg/kg | % |
| 銅スラグ 酸系列 pH 4 | Cu | 105.2 | 23.3 | 22.1 |
| | Pb | 0.53 | 0.09 | 17.7 |
| | Zn | 5.8 | 0.97 | 16.8 |
| 焼却主灰 アルカリ pH 12 | B | 10.1 | 0.4 | 3.7 |
| | Cu | 0.97 | 0.07 | 6.9 |
| | T-Cr | 0.75 | 0.06 | 8.1 |
| | Zn | 1.35 | 0.28 | 20.9 |

試験法として十分な精度を確立

廃棄物学会規格化

目標

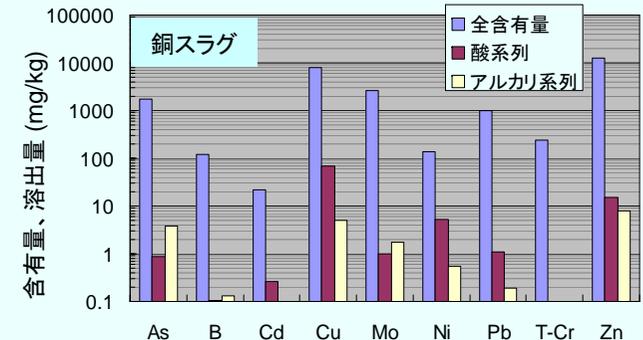
JIS
ISO

(3) 再生製品適用データを蓄積

ASRスラグ、下水汚泥焼却灰、石炭灰等々...
 これらを利用したコンクリート、アスファルト製品など



リサイクル製品認定の判断材料提供を目的



製品使用シナリオに基づく詳細評価手順

シナリオの記述

環境曝露
試験

| | | |
|------------|-------|---------------------|
| 乾湿サイクル試験 | ----- | 新規 |
| 凍結融解サイクル試験 | ----- | Modified JIS A 1148 |
| 中性化試験 | ----- | Modified JIS A 1153 |

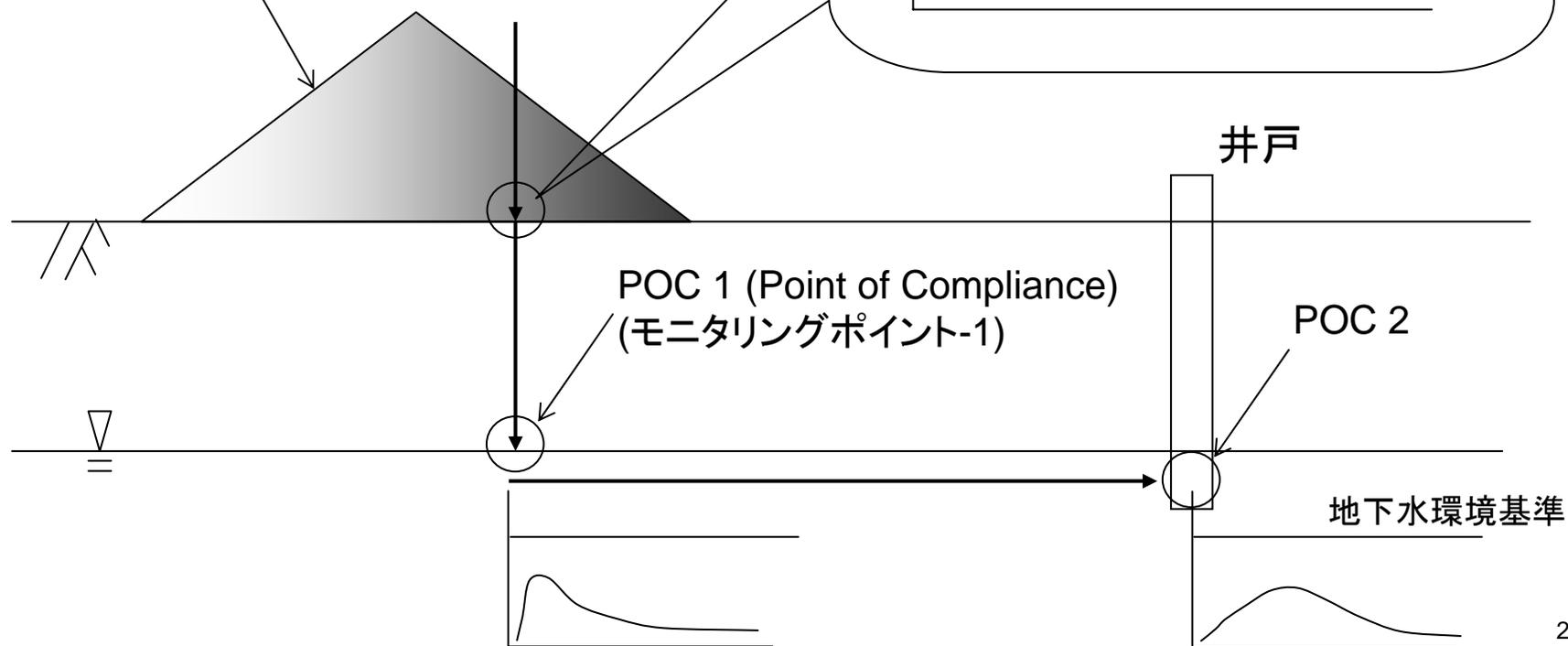
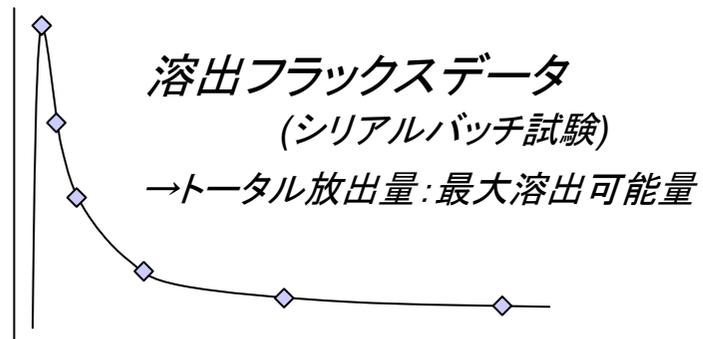
溶出挙動
試験

| | | |
|-----------|-------|--------------|
| カラム通水試験 | ----- | CEN TS 14405 |
| シリアルバッチ試験 | ----- | 新規 |

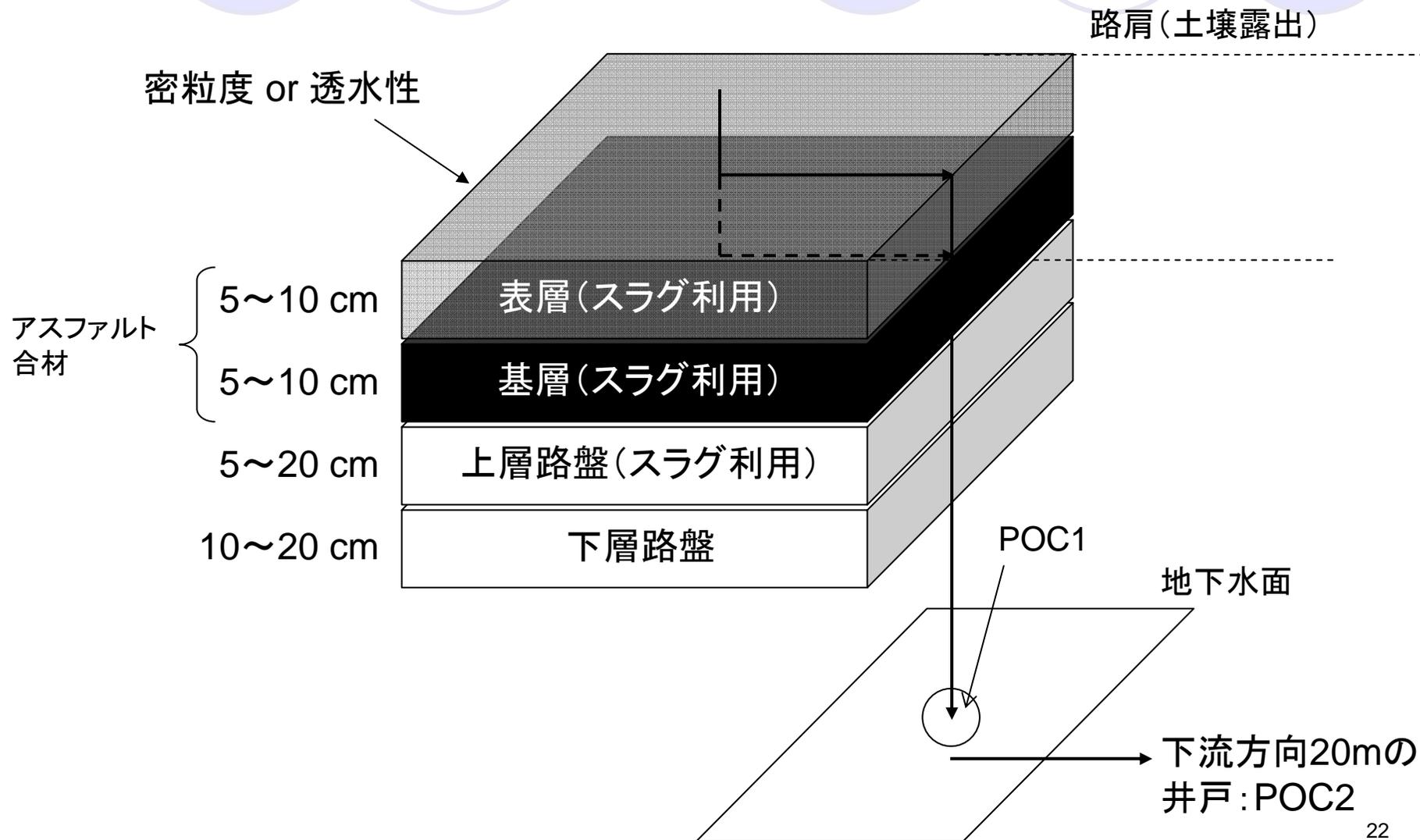
汚染物質移動モデルによる評価

利用シナリオ例：ストックヤード

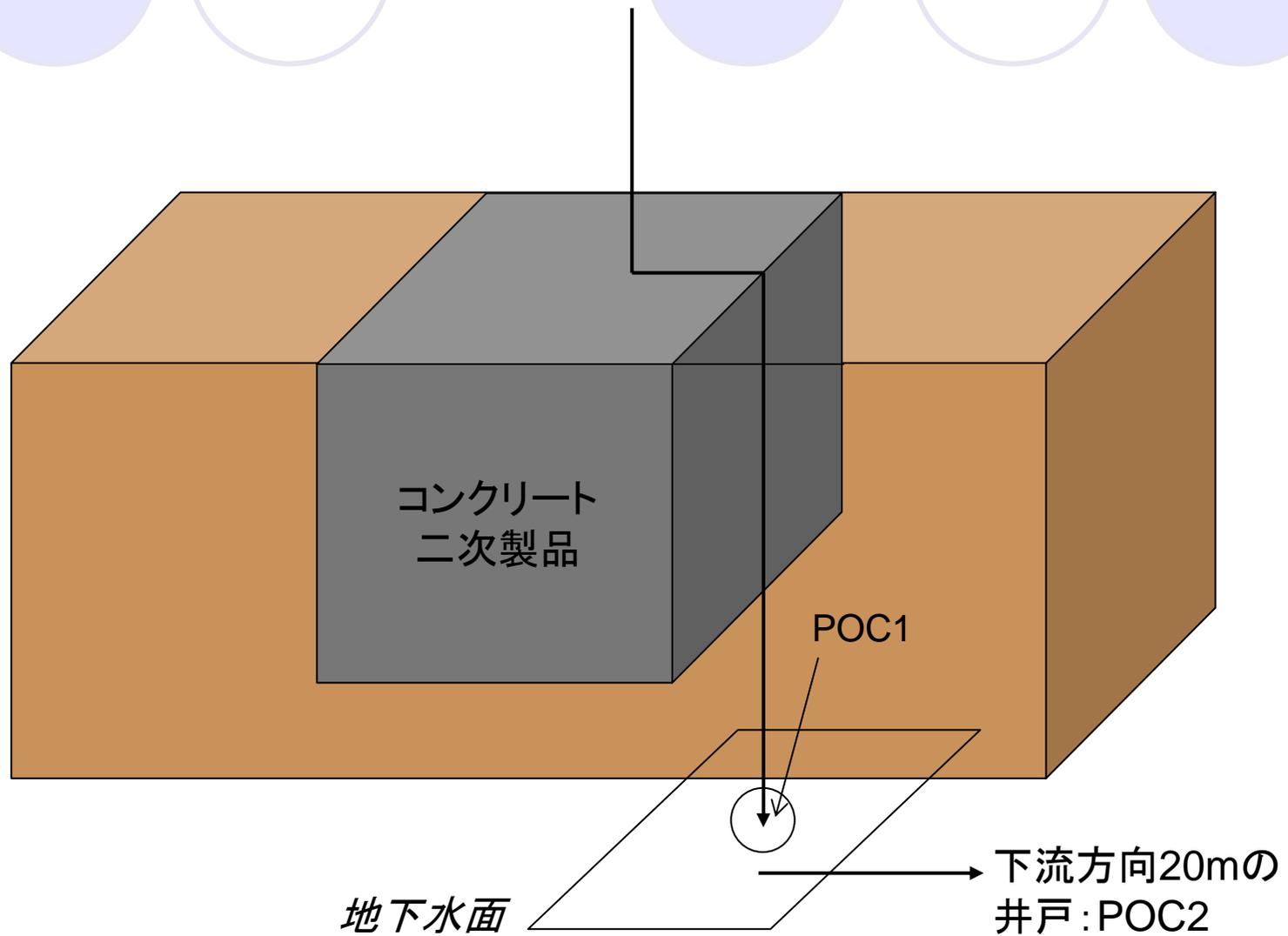
スラグ堆積場
円錐型(直径20 m, 高さ10 m)



利用シナリオ例：アスファルト合材・路盤材



利用シナリオ例：コンクリート二次製品



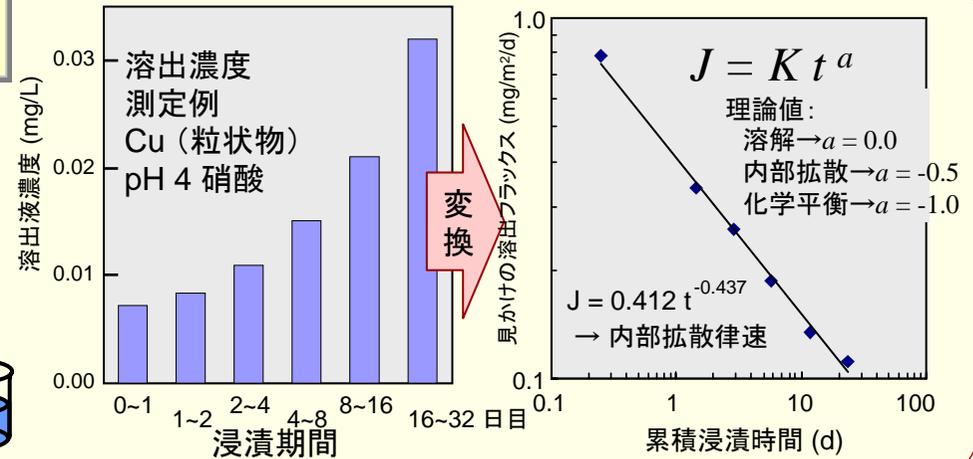
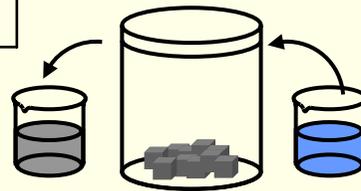
製品使用シナリオと適用する試験群の例 (スラグ類)

| | 試験試料 | 利用シナリオ | 曝露環境 | リスク解析用試験 | |
|-----|-----------------|----------------|---------------------|-----------------------------|--|
| | | | | 物理試験 | 溶出試験など |
| I | スラグ類 粒状物単体 | 堆積場保管 | 酸性雨 乾湿サイクル | 乾燥密度 間隙率 透水係数 粒度分布 | 全含有量 最大溶出可能量 カラムまたは シリアルバッチ |
| II | | 路盤材 | 酸性雨 乾湿サイクル | | |
| III | | ケーソン中詰め材 | 海水 | | |
| IV | | サンドコンパクションパイル材 | 海水 | | |
| V | 密粒度アスコン、排水性アスコン | アスファルト混合材 | 酸性雨 乾湿サイクル | 乾燥密度 間隙率 透水係数 | 全含有量 最大溶出可能量 シリアルバッチ |
| VI | コンクリート試験体 | コンクリート骨材 | 酸性雨 乾湿サイクル 海水 | 乾燥密度 間隙率 透水係数 | 全含有量 最大溶出可能量 シリアルバッチ ²⁴ |

製品使用シナリオに基づく一連の評価例 (スラグ類の路盤材利用ケース)

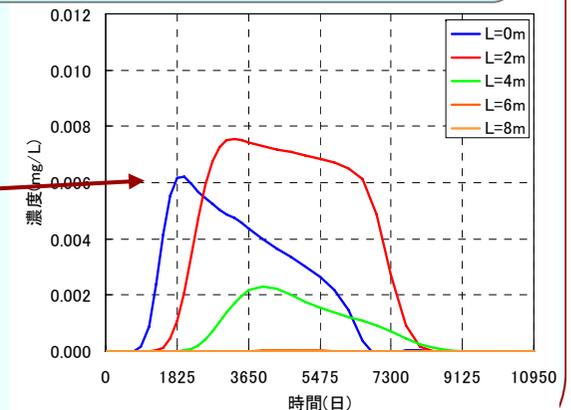
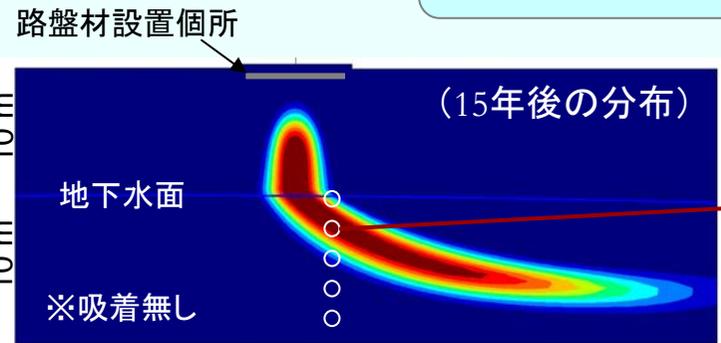
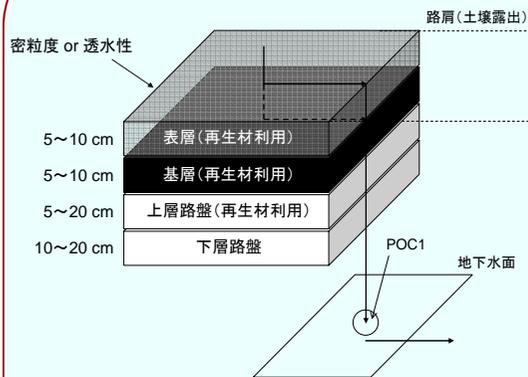
(1) 各種試験データ(物理特性、最大溶出可能量試験、シリアルバッチ試験)の取得

| | | |
|------|----------|------------------|
| 乾燥密度 | 1.937 | t/m ³ |
| 間隙率 | 44.5 | % |
| 透水係数 | 7.09E-03 | cm/s |



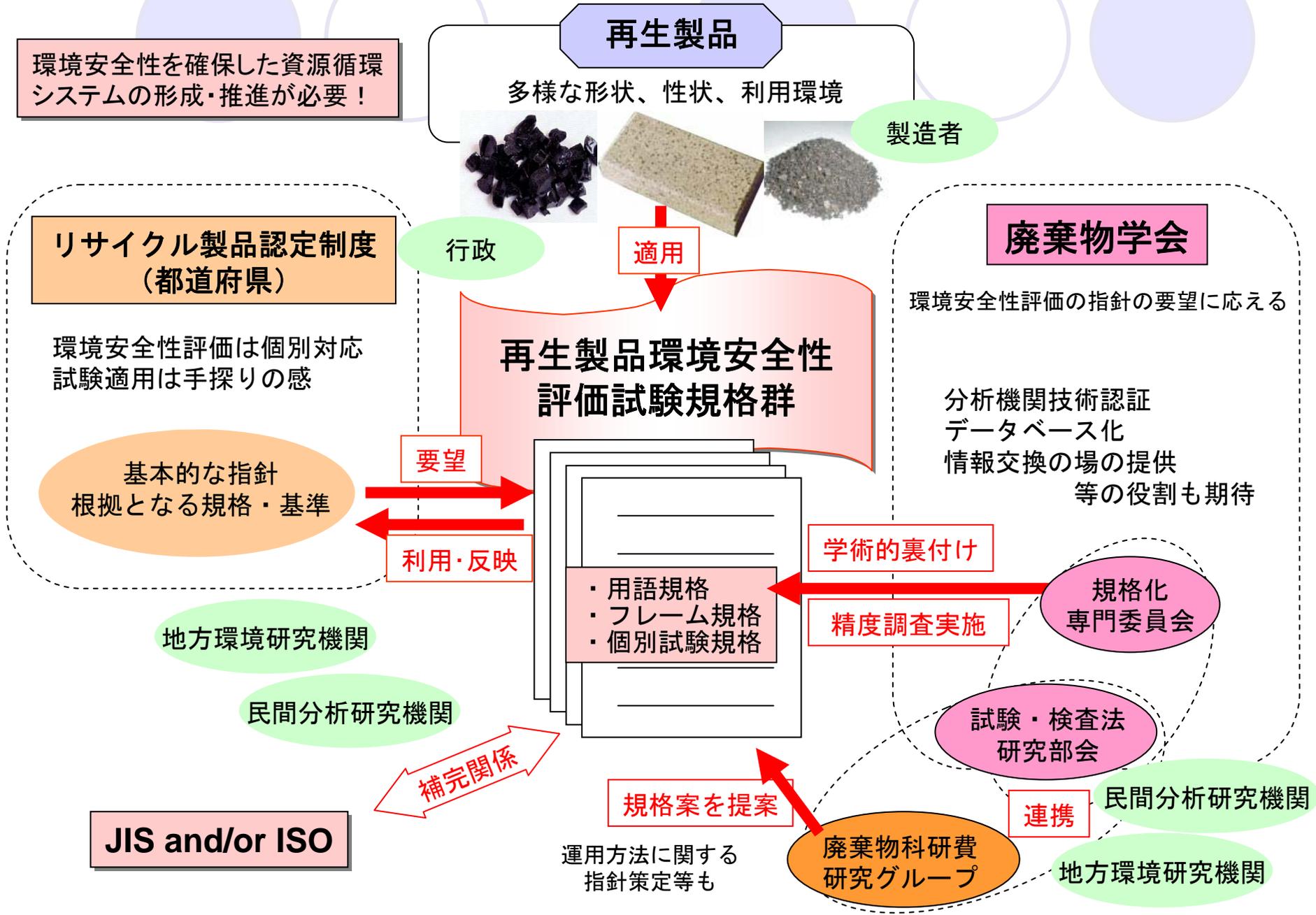
(2) 溶出挙動モデルへ入力、実行

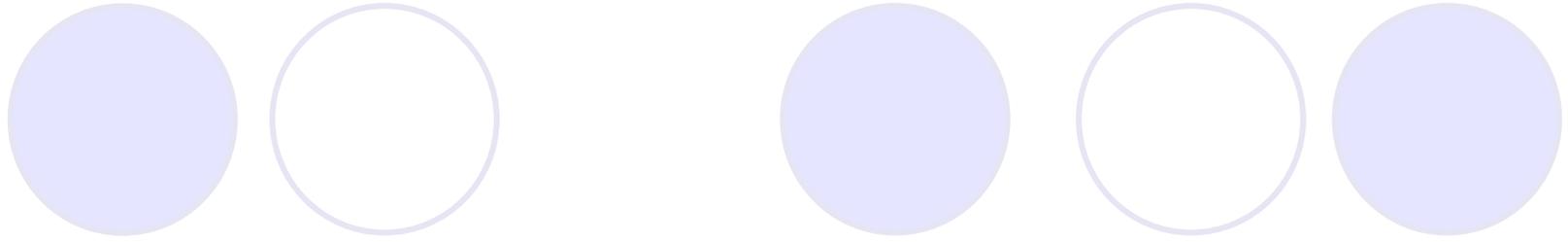
放出速度係数 K 、放出速度乗数 a 、
化学平衡濃度 C_{max} 、環境最大溶出可能量 M_{max}



判定地点(例:直下)での濃度変化を評価
(このケースの場合、最大濃度は0.008 mg/L 未満(地下水面下 2 m、約 8 年後))

再生製品環境安全性評価試験 廃棄物学会規格化事業





ご静聴ありがとうございました。