

自然由来重金属等によるリスクの推定と 低減に関する研究

【プロジェクトリーダー】

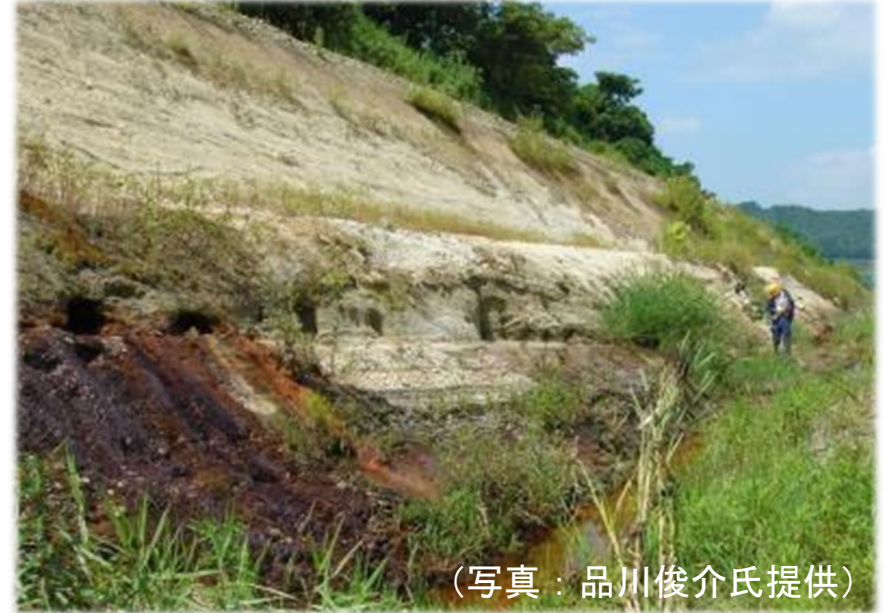
勝見 武 (京都大学)

【メンバー】

鈴木弘明, 長谷川怜思	(八千代エンジニアリング)
伊藤浩子	(GRI財団)
和田卓也, 榎納吏袈	(建設技術研究所)
高井敦史, 加藤智大	(京都大学)

【近畿地方整備局】

高尾 創, 大野文義 (道路部道路工事課)



(写真：品川俊介氏提供)

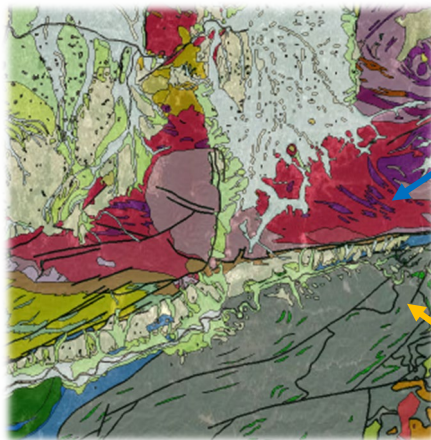
日本にはヒ素、鉛などを自然由来に含む岩石・土壌が広く分布している。

- 海成のシルト～粘土層・泥岩、鉱化作用や熱水変質を受けた地質など。
- 原岩の鉱物に重金属等を含む岩石(螢石や黒雲母に含まれるフッ素など)。
- 黄鉄鉱などの硫化鉱物が酸化すると、硫酸が生成され酸性を呈する。

事業計画・設計段階で重金属等の調査を行う事例は増えつつあるものの、施工中に**想定外の要対策土が発生**することで、予期せぬ**施工費の増加と対策の長期化が課題**となる事例もみられる。

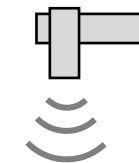
円滑に工事を行うために**自然由来重金属等の地質リスクの事前把握**が必要

- 近畿地方管内のトンネル・ダム等の事業で自然由来重金属等が課題となった掘削事例のうち、情報収集が可能なものを対象に地質リスクを取りまとめ、今後計画される掘削工事に際しての自然由来重金属等による地質リスク（自然由来重金属等による基準超過可能性）を示すマップを作成する。【サブテーマ①】
- 実事業で発生した岩石・土壌を対象に重金属等の溶出特性を把握し、本研究チームの研究実績も踏まえつつ簡易リスク推定方法を検討し、対応策の基礎的情報とする。【サブテーマ②】



〇〇火成岩
ヒ素＝リスク大
鉛＝リスク中

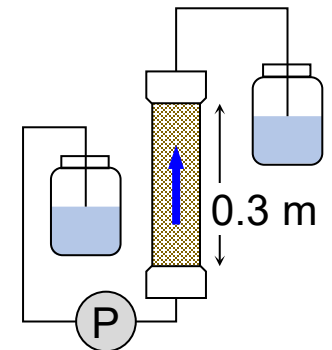
〇〇堆積岩
ヒ素＝リスク小
鉛＝リスク小



含有量
試験



バッチ
溶出試験

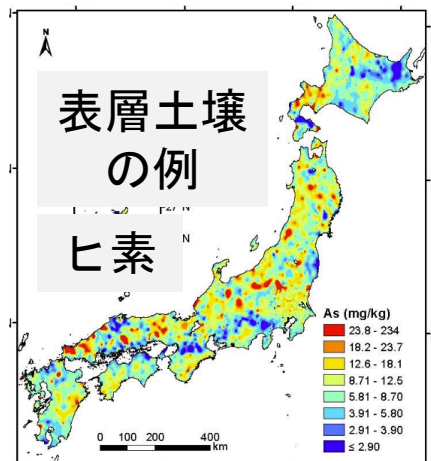


カラム
溶出試験

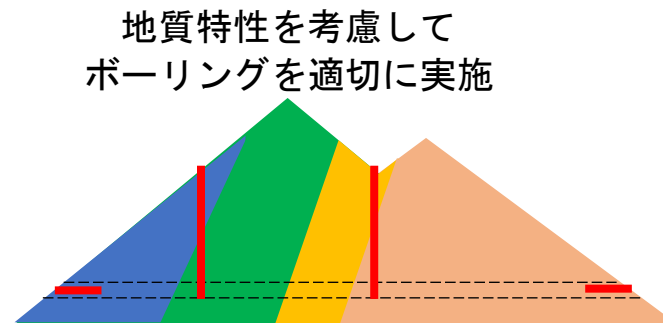
① 地質リスクマップの作成
(上はイメージ図)

② リスクの推定と対応策の検討
(上は実験研究のイメージ図)

- 近畿地方整備局に協力を頂き、管内および自治体における自然由来重金属等による過去の事例を収集。
- 収集した事例は、近畿地方に分布する地質帯ごとに取りまとめる。物質ごとの基準超過/適合の頻度、濃度範囲、特性等について、地理情報システムを用いて自然由来重金属等に対する地質リスクをマップ化。
- 事業概要や基準超過があきらかとなった事業の段階、対策方法や費用を整理し、近畿地方における自然由来重金属等のリスクに対する課題および対応（案）に取りまとめる。



産総研 日本全国の土壌の地球化学図
<https://gbank.gsj.jp/geochemmap/doj/o/Japan/gazou/As.jpg>



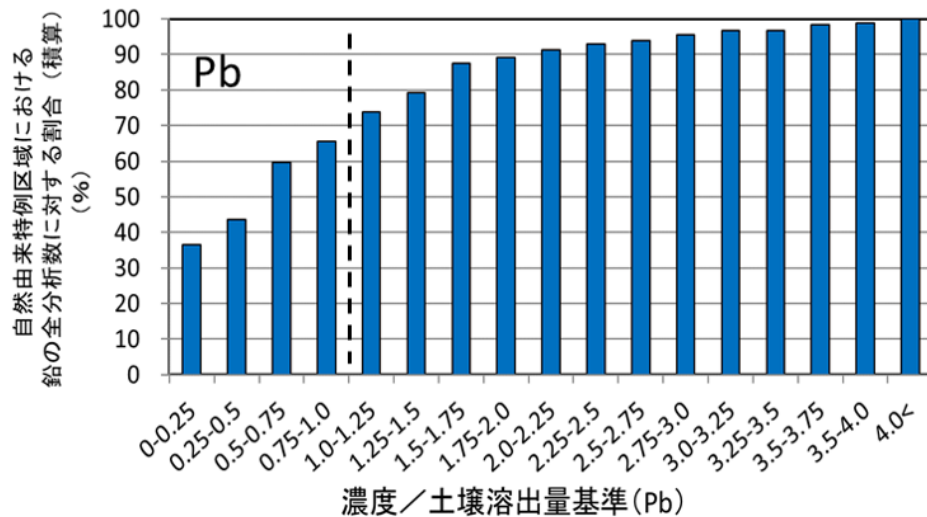
地質リスクに基づいた事業の実施や対策工法の選定につなげる

リスクレベルに応じた
対策工法実施のための支援

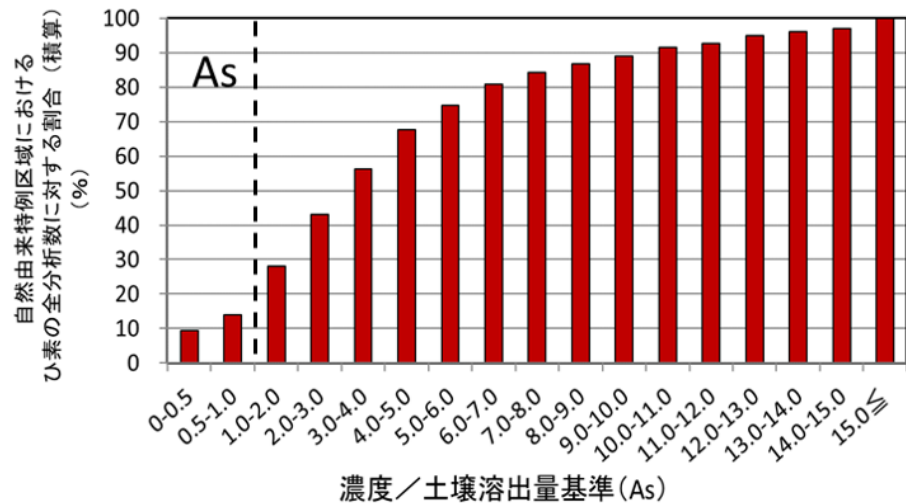


地質・地域別の重金属等のリスク情報をマップに連携させることを目指す。

【例】西大阪地域の海成粘土層の自然由来重金属等の溶出量



鉛は基準値の3倍以内には
おさまるものがほとんど



ヒ素は基準値の10倍以内には
おさまるものがほとんど

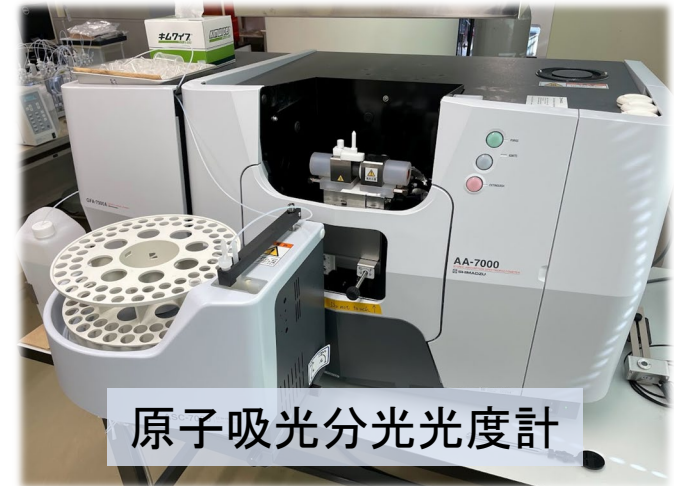
- 現場等から岩石・土壌を入手し、自然由来重金属等の溶出試験(公定法)に加え、**鉱物組成、含有量、カラム試験、還元環境試験**等を実施。
 - サブテーマ①で作成した地質リスクマップと、②で取得する溶出特性の関係性を整理し、**注意すべき地質や対応方針案を整理**。
- 建設工事における限られた施工期間と費用の下で、地質特性を踏まえて自然由来重金属等のリスクを把握し、**適切な対応や対策工**(封じ込めや吸着層による有効利用など)を選択するための方法論につなげていく。



コア



バッチ溶出試験



原子吸光分光光度計

現場での実施が難しい汎用の溶出試験と、現場でも実施が可能な分析を実施してデータを蓄積

微量の化学物質を測定する
化学分析装置を複数保有

- 今後実施される建設事業で、早い段階から適切な対応がとれるようになり、**対策に伴う経費削減や工期短縮**を実現
→ 右図参照
- 事前や施工中のリスク評価で**特に注意すべき分析対象を絞ることができ**、円滑な建設プロジェクト遂行への貢献が期待
- 自然由来重金属等含有土を**道路盛土等へ活用するための対処方法を、事前検討の時点で用意**することで土砂処分量の低減も見込めるため、環境負荷低減や土砂処分場の長寿命化といった波及効果も

検討開始段階	実施可能な対応方法				
事業計画段階	サイト変更による リスクの回避	設計変更による 要対策土量の減容	（リスクの適切な評価による対応内容の軽減） 自ら利用など	民有地への搬出	海面埋立地への搬出
概略設計段階 ・ 設計・施工計画段階					
施工段階					管理型廃棄物処分場や汚染土壌処理施設への搬出

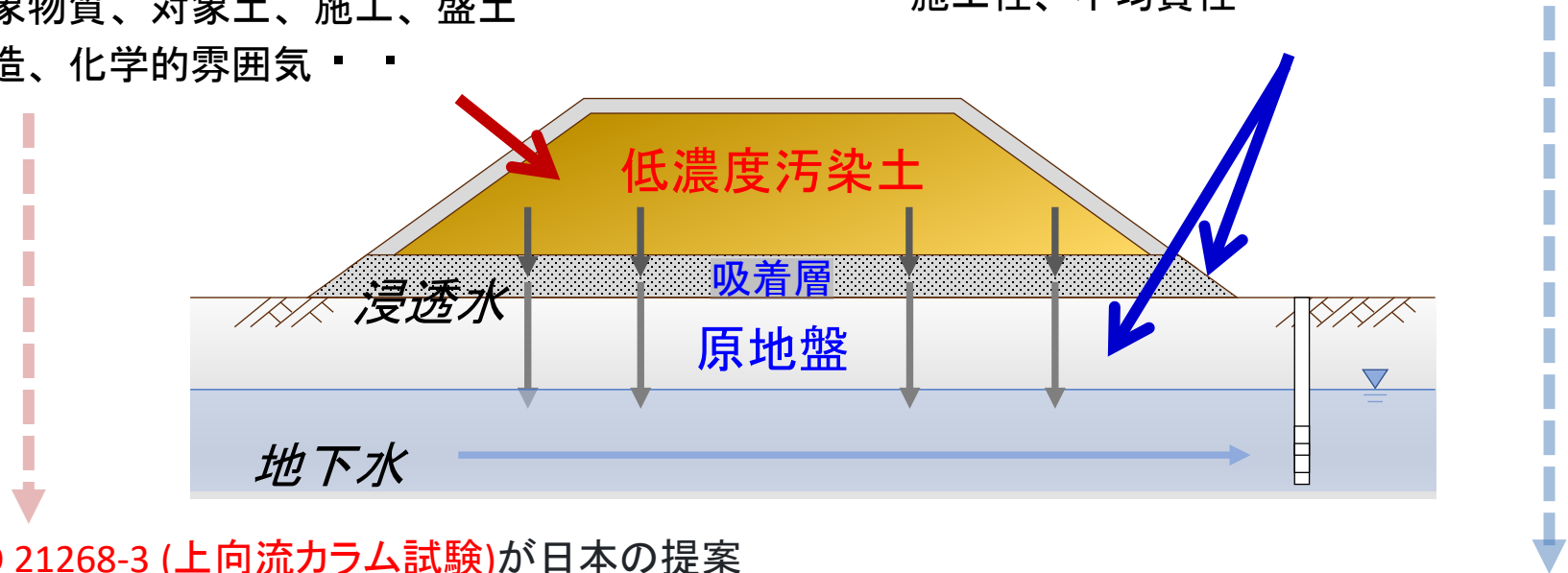
土構造物としての**構造安定性**と重金属等に対する**環境安全性**の両方を満足しうる工法として、**吸着層に関する研究**を実施してきた。

土構造物中の重金属等の挙動を解明（溶出源）

対象物質、対象土、施工、盛土構造、化学的雰囲気・・・

吸着層や原地盤の緩衝能を評価

対象物質、吸着材、原地盤土質、保水性、施工性、不均質性・・・



ISO 21268-3 (上向流カラム試験)が日本の提案により2019年制定



JIS A1231 (地盤材料の溶出特性を求めめるための上向流カラム通水試験方法)が2023年公示

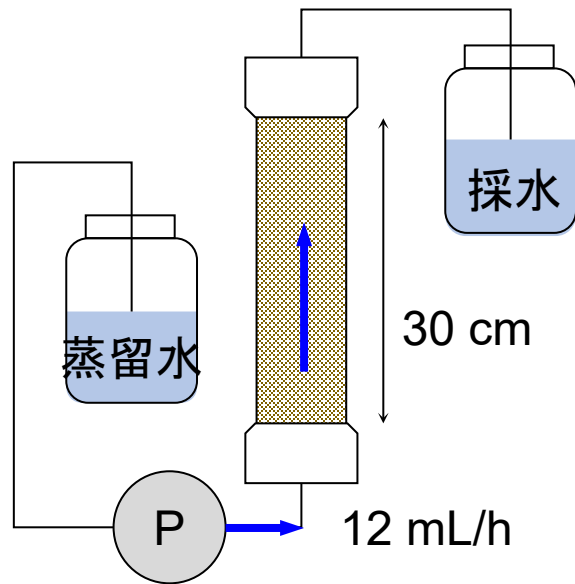


地質特性に紐づいた溶出特性に関するデータの蓄積の必要性

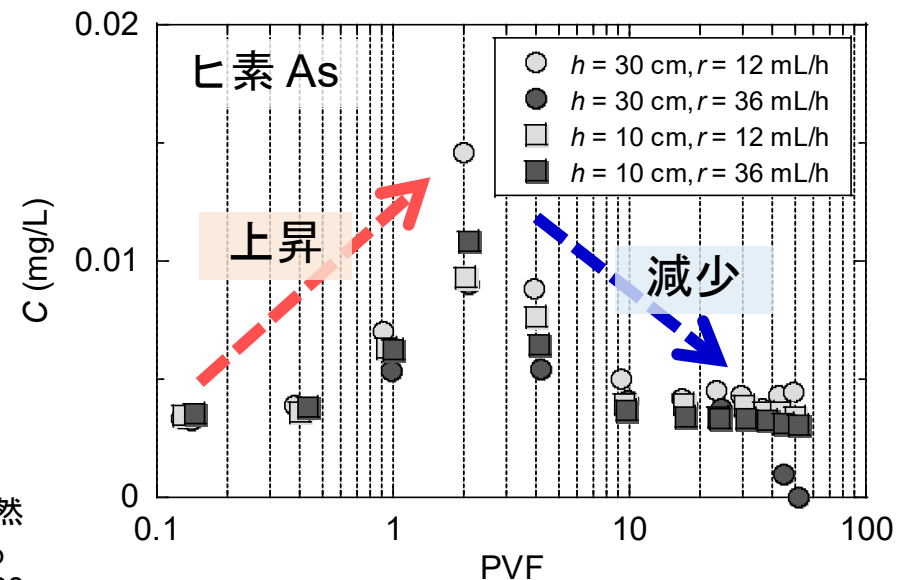
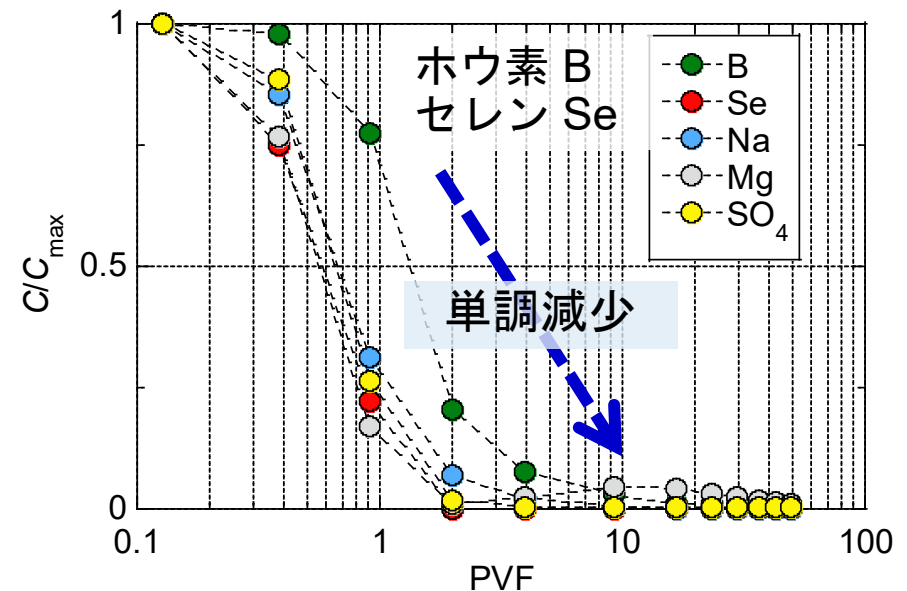
JIS A 1291 (吸着層工法における吸着性能の試験方法)が2025年公示



不均質性に基づいた設計手法の確立の必要性



- 掘削土をアクリル円筒に充填して蒸留水を通水する
- 浸透条件下での評価が行える点で現実の地盤に近いとされる
- 公定法では基準適合・不適合の評価が主であるが、カラム試験では経時変化も評価できる

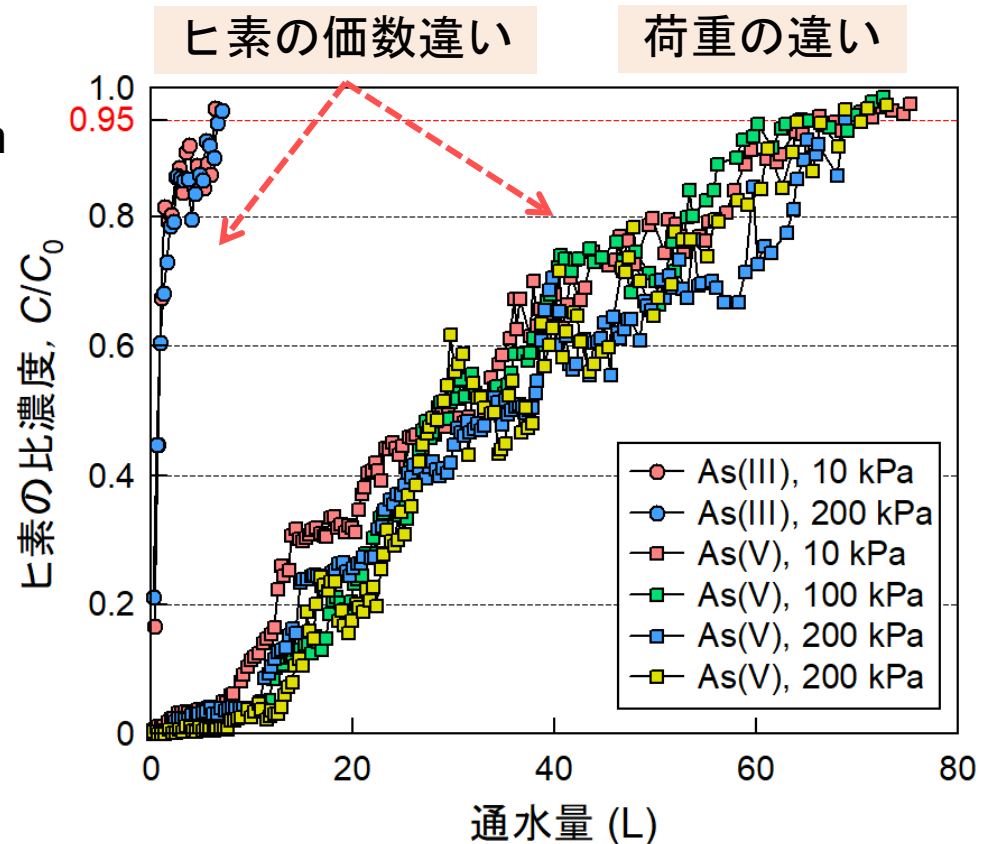
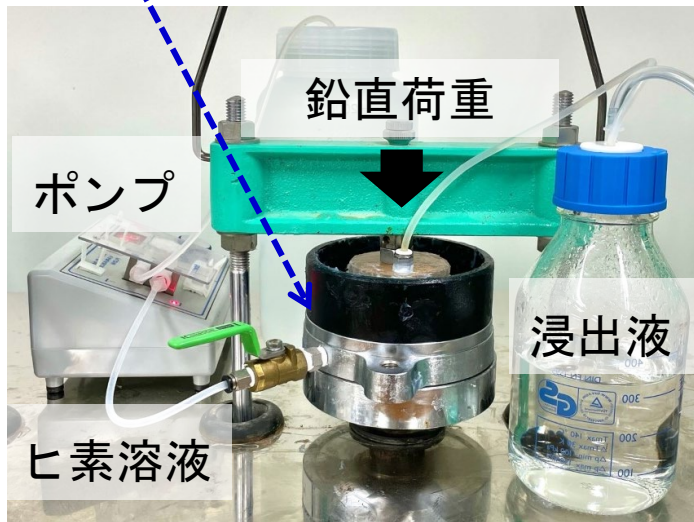


加藤智大, 井本由香利, 保高徹生, 勝見 武 (2021) : 自然由来重金属等含有土壌のカラム試験で濃度が単調減少する物質の溶出特性評価, 地盤工学ジャーナル, 16(3), 209-220.

重金属等を捕捉する材料を塗布

厚さ
2.8 mm

親水性不織布



- 圧密セル内にシート材を設置 → 圧密試験機で鉛直荷重を作用させた吸着試験
- 載荷重が異なる条件であっても、ヒ素の累積吸着量は大きくは異ならなかった

		2026		2027		2028	
①	近畿地方整備局管内，自治体への事例収集						
	基準超過可能性がある元素，濃度範囲の整理						
	GISとの連携の準備，地質リスクマップ作成						
②	実際の事業で入手した試料を用いた溶出試験						
	含有量分析，鉱物組成分析の実施						
	地質の特性を考慮した溶出リスク評価法の検討						
自然由来重金属等のリスクに対する対応案のまとめ							

- サブテーマ① 自然由来重金属等の地質リスクを整理したマップの作成
2026年7月10日（金）に近畿地方整備局での初回打合せを実施し，事例の収集とデータ整理を開始している
- サブテーマ② 実験的検討に基づくリスクの推定と対応の検討
各種溶出試験（バッチ試験，カラム試験）の予備検討を進めている

ご清聴ありがとうございました