



重金属土壌汚染の簡易検知材の開発 ～産学連携による取り組みからサポインの採択まで～

2021年11月25日
有限会社坂本石灰工業所
企画開発室

会社紹介①



玉名市
熊本本社



茨城県(阿見町)
関東工場



本社工場内

会社紹介②



有限会社坂本石灰工業所

住所： 熊本県玉名市下

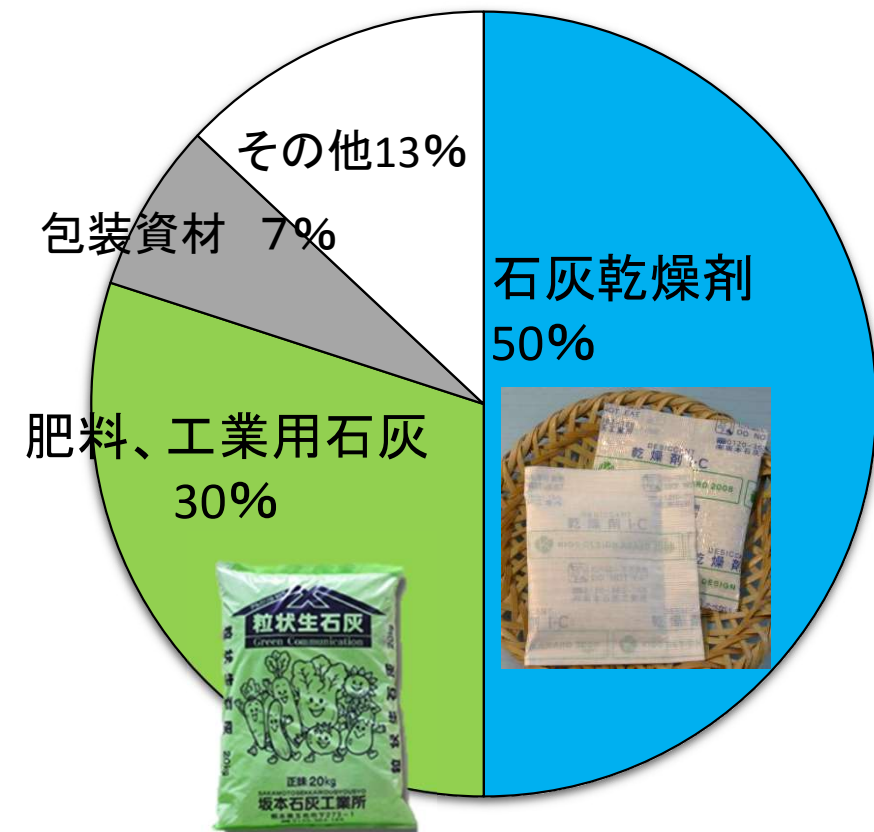
創業： 江戸末期

設立： 昭和27年11月

業種： 石灰製品製造業

特 徴

農業用**石灰肥料**の製造から
有明海での海苔養殖の広まり
石灰乾燥剤の製造、**日本一**



石灰(山から製品)の流れ



石灰山



生石灰原料



乾燥剤原料



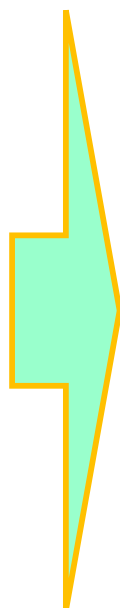
乾燥剤(製品)

原料の石灰石
を採石

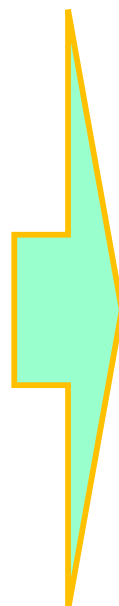


石灰石

原石をおよそ1000度
で焼成すると変質して
水分を吸着する性質に
変わる



生石灰石を機械で2〜5ミ
リ程度に粉碎したもの



生石灰石1〜3ミリ程度
に加工したものを袋に
詰めると乾燥剤ができ
る



以前:石灰屋
(農家向け)



現在:パッキング屋
(食品会社向け)



日用品
その他向け

企業の変革



～技術集約型企业への変革～

“カルシウム”をキーワードとする製品の開発に取り組んだ！

＜成 果＞

①水で発熱しない生石灰の開発～食品向けに商品化、海外へ輸出開始～

②冷蔵庫用乾燥剤

③高反応生石灰の開発～従来の乾燥剤より8倍も早い生石灰

④加熱剤(マグマヒート)

⑤水素発生剤

⑥外科手術用炭酸ガス吸収剤

⑦歯科用簡易型取り材

⑧水で加温する温熱パック「OQUA」

⑨重金属簡易検知材「OCTES」

⑩マイクロカプセル事業



地域未来牽引企業



産学連携

- 新潟大学
- 熊本大学
- 鹿児島大学
- 宮崎大学
- 崇城大学
- 九州看護福祉大学

- 苫小牧高専
- 東京高専
- 熊本高専
- 都城高専
- 有明高専

- 九州オープンイノベーションセンター
- 熊本産業技術センター

10年間で開発した製品



石灰乾燥剤



発熱しない石灰



家電用乾燥剤

石灰を用いた商品



外科手術用
炭酸ガス吸収剤



水素発生剤



水で加温する温熱パック

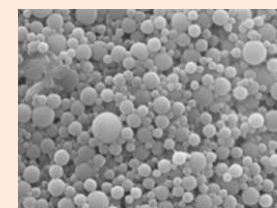


加熱剤(マグマヒート)

石灰を用いない商品(充填、表面改質技術を応用)

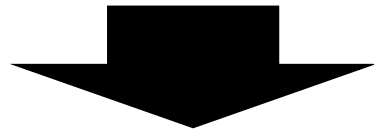


歯科用簡易型取り材

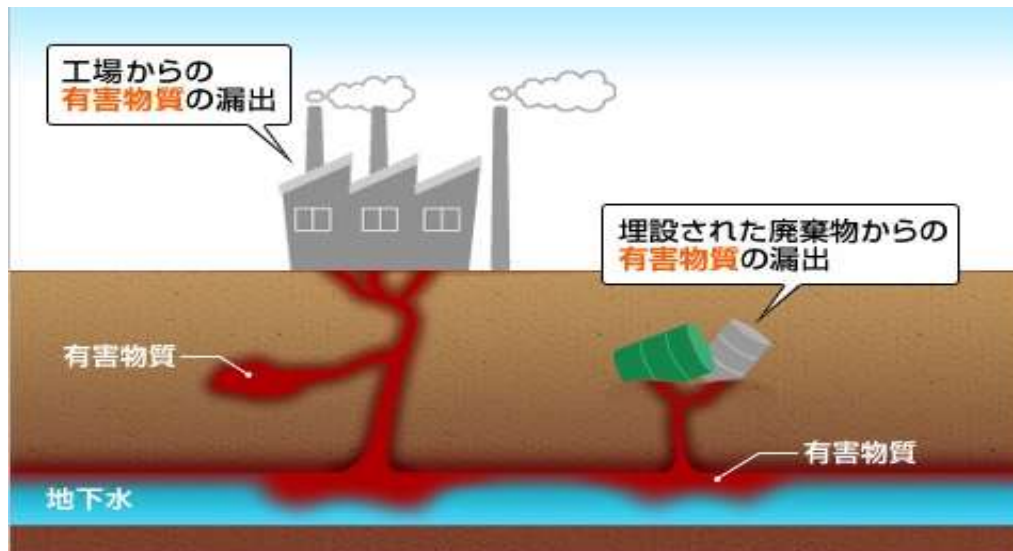


マイクロカプセル

土木工事に石灰を利用 石灰で重金属が溶出することがある



汚染土壌は**見ただけでは汚染が分からない**



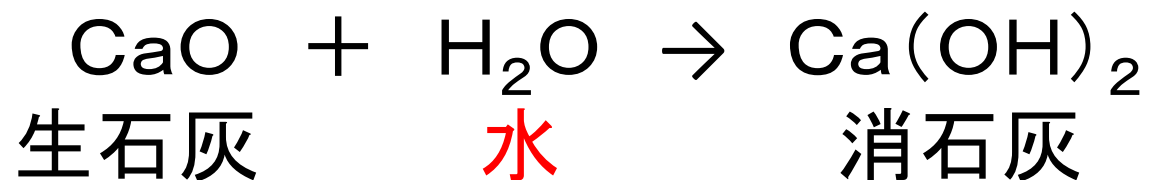
- ・地下水等を飲む
- ・土を誤って食べる(直接摂取)



土壌固化材の反応

石灰：土壌固化剤

- ・水分と反応する



- ・カルシウム (Ca) が土の成分と反応
ケイ酸カルシウム 水和物
アルミン酸カルシウム 水和物

水を消費
⇒土が固まる

ポゾラン反応

共同研究の発展経緯

石灰で重金属が溶出することがある



何かできないか？



重金属の除去
重金属溶出防止材

九州地区担当 コーディネーターに相談

熊本高等専門学校 生物化学システム工学科

若杉玲子 准教授 との共同研究を開始

商品開発の方向性が決まり、次の開発段階へ

- ◆研究対応力の向上
- ◆環境分析の助言

東京工業高等専門学校 物質工学科

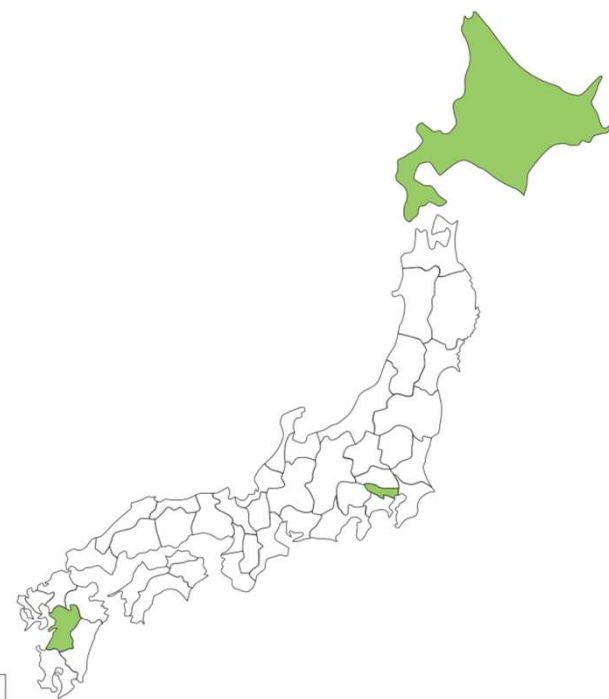
庄司良 教授

吸水性樹脂を検知材に使用

- ◆最適な吸水性樹脂に助言
- ◆吸水性樹脂＋試薬の組み合わせの評価

苫小牧工業高等専門学校 創造工学科 応用化学・生物系

甲野裕之 教授



開発状況にあわせて、全国から適任の先生をつないでいただく

連携活動の特徴



全国高専ネットワークを活用

熊本高専・東京高専・苫小牧高専＋(有)坂本石灰工業所が協力
⇒それぞれの専門を活かしてOCTESの開発を行っている

(有)坂本石灰工業所

実用化の検討

熊本高専八代キャンパス

溶出方法の検討
若杉 玲子

OCTES

東京高専

検出精度の向上
庄司 良

苫小牧高専

素材・保管性の向上
甲野 裕之

土壌の簡易測定キットOCTES(オクテス)

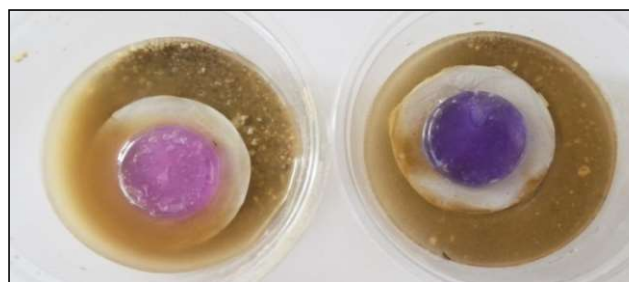


高価な分析機械を
使わない

専門的な知識も
必要ない

誰でも簡単、
迅速

見た目でもわかる汚染の
“見える化”



①土と水を入
れる

②振とう
させる

③検出材
を置く

④色の変化を確認する



土壌汚染対策法で規制されている重金属類の用途と人体への影響 (基準不適合事例 上位物質)

項目	主な用途、使途	人体への影響	事例
		急性影響 (1回、短期さらされたとき)	
ふっ素	フッ化水素の製造 半導体製造 化学的溶媒	吸入暴露により眼・皮膚・呼吸器への強い刺激性	
六価クロム	クロムメッキ 顔料 合成の触媒	皮膚の火傷・びらん 壊死・吸入暴露での 呼吸困難・経口摂取での 嘔吐・下痢や肝障害・ 腎障害	1973年 日本化学工業 (東京都江東区) 六価クロムを含む精錬 後の鉍物くずの投棄に より、周辺住人および 従業員に健康被害が 生じた。
鉛	蓄電池鉛管 はんだ 化学工業製品	四肢の麻痺が特徴 顔面蒼白・嘔吐・下痢・ 血便・脈頻・腎障害	

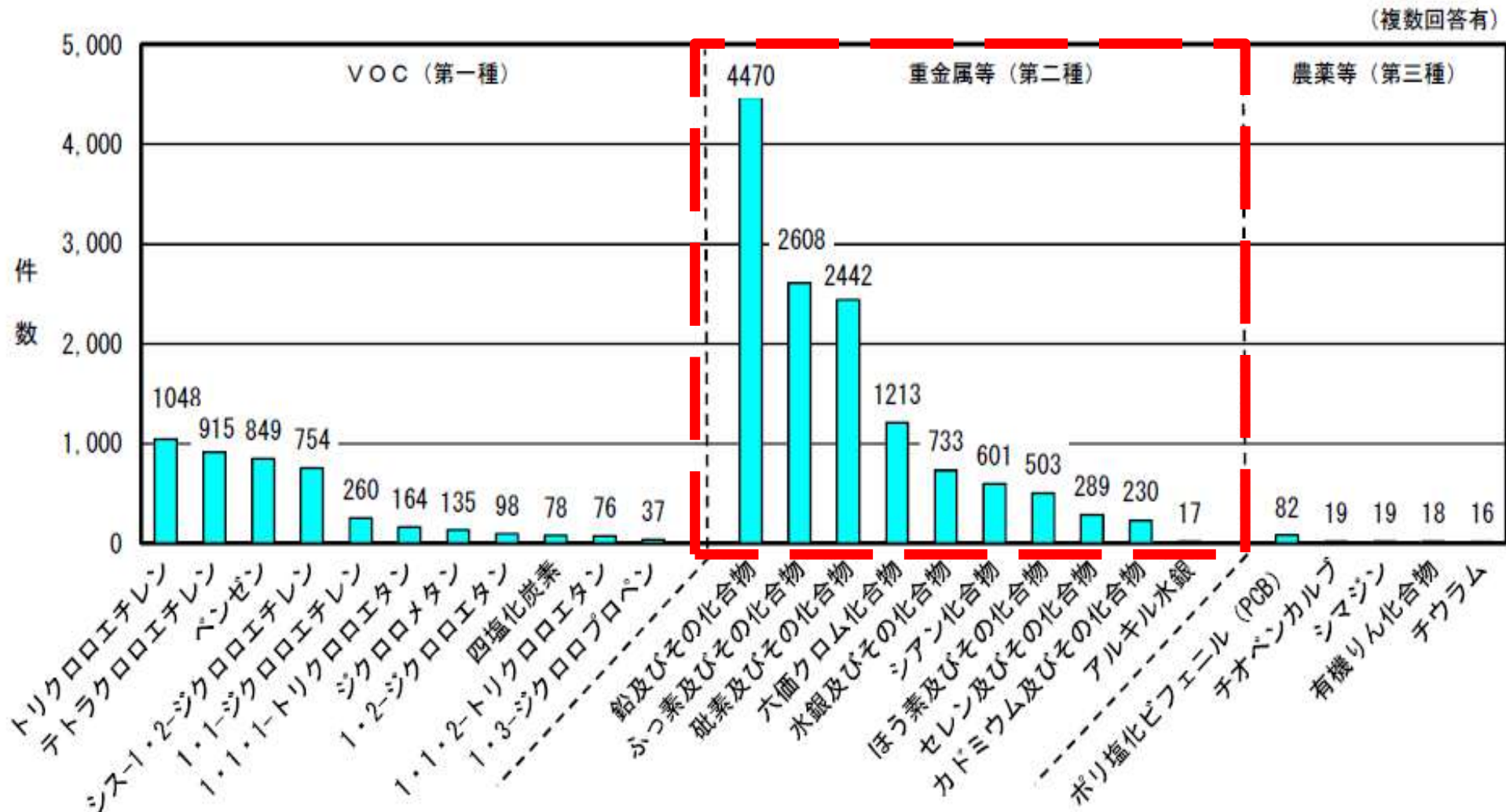


図 特定有害物質別の基準不適合事例数(H3～H25の累計)

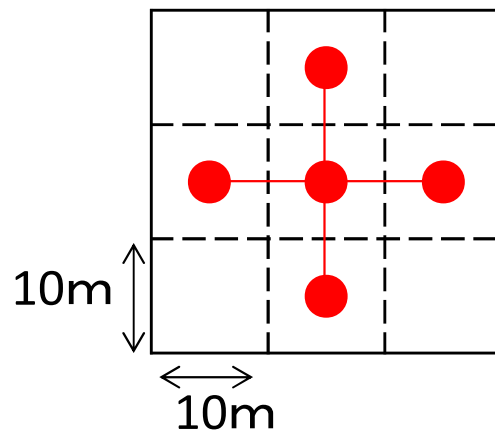
(参考:環境省HP)

重金属の基準値超過件数はVOC(揮発性有機化合物)、
農薬等より多い！

重金属汚染調査の手順

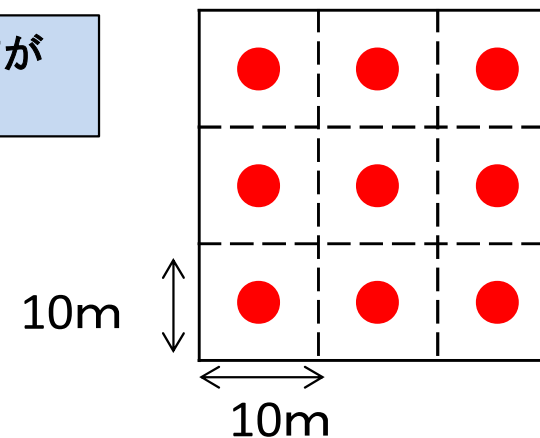
◆ 1検体数千円、1現場で数百から数千の検体
→ 分析コストがかさむ

汚染のおそれが少ない場合



30m × 30m格子内5地点の
試料を混合して分析

汚染のおそれがある場合



10m × 10m格子に1地点の
割合で調査

基準値超過物質が
認められた場合



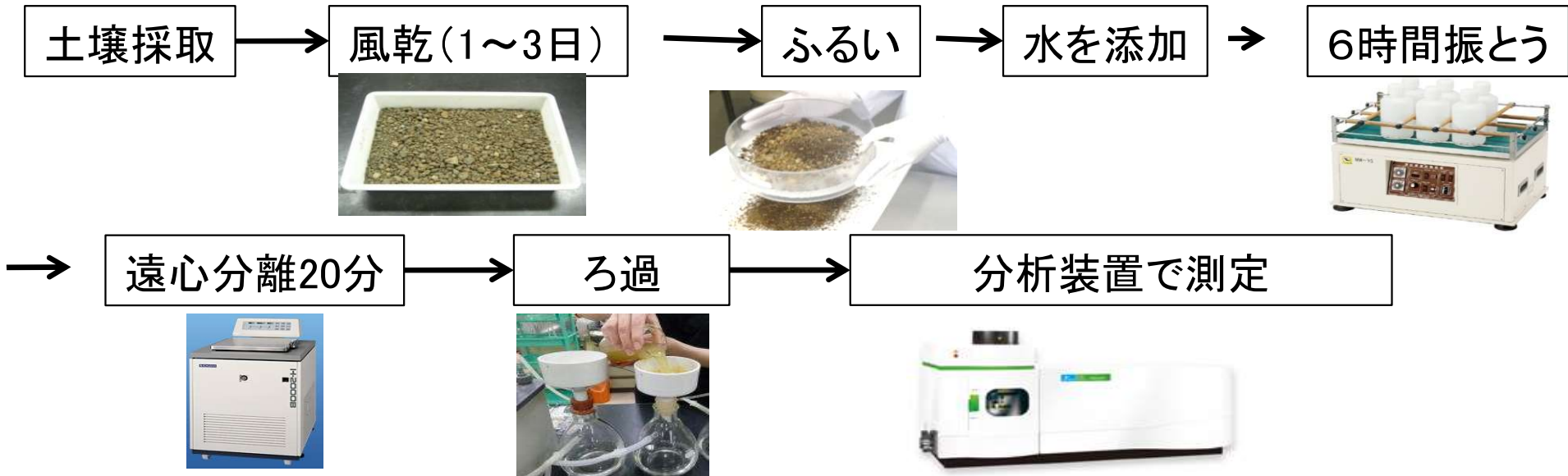
公定法による分析

◆土木現場から分析センターへの土壌の運送、報告書の作成で結果がわかるまで**1週間程度**かかる。

経過日数	1day	2day	3day	4day	5day	6day	7day	8day
公定法	土壌試料採取	運送	検液調整			分析		結果報告書の提出

◆分析には専門的な知識が必要

公定法による分析手順



◆検体が多いほど費用がかさむ
(分析費用 約8,000円/検体)

OCTES使用のメリット



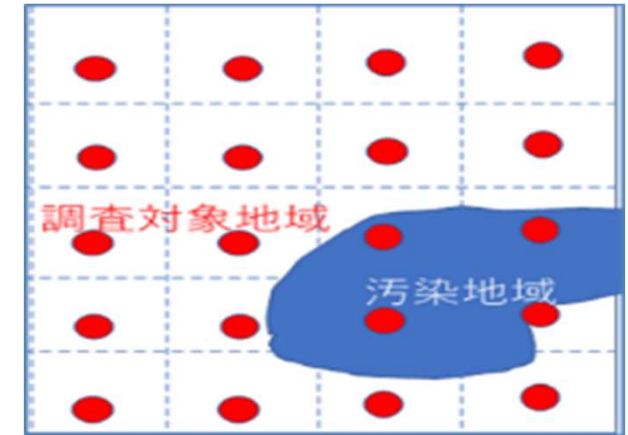
短時間かつ見た目で汚染がわかる



土壌汚染の有無の判定が飛躍的に簡素化

例えば

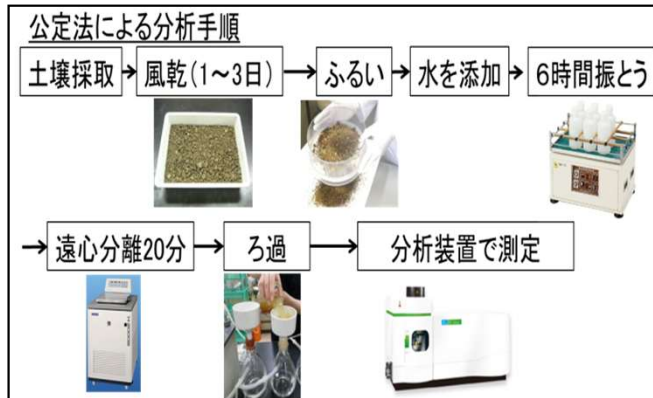
- ①午前中に作業員が対象地域を図のように区分し
それぞれのスポットをOCTESで測定
- ②反応時間経過後に再びOCTESを観察
- ③土壌汚染区域を特定する



図調査対象地域での検知材の測定地点
(赤丸)のイメージ

- ・環境庁46号溶出試験の結果より前に**概要を把握**できる
- ・装置が不要で簡易な試験方法のため、広範囲で詳細な調査が可能
調査効率が向上
- ・専門技術者でない作業員も使用できる

既存技術との比較



		(指定調査機関が 分析を実施する)	ボルタンメトリー法	OCTES
濾過工程		必要	必要	不要
コスト	初期投資	ICP-MS 4000万円	350万円程度	無
	ランニングコスト	8,000円/件	-	350円/回
測定時間(土採取～結果)		8日	1～2日	30分～1時間
専門知識		必要	必要	不要
必要 器具	振とう機	必要	必要	不要
	遠心分離機			
	メンブレンフィルタ			
	吸引濾過器材			
	分析器			





既存技術との比較

分析装置を用いない簡易な水質測定器具との比較 (目視による比色方法)

	OCTES	競合品	OCTESの優位性
	(有)坂本石灰工業所	K社	
価格	350円/回	360円/回	—
工程	ろ過必要なし	ろ過必要	<ul style="list-style-type: none"> ・測定するための工程が少ない。 ・使う器具が減る
容器の見た目	透明	半透明	透明性が高く、視認性が高いため色見本との比較が容易
商品の写真			

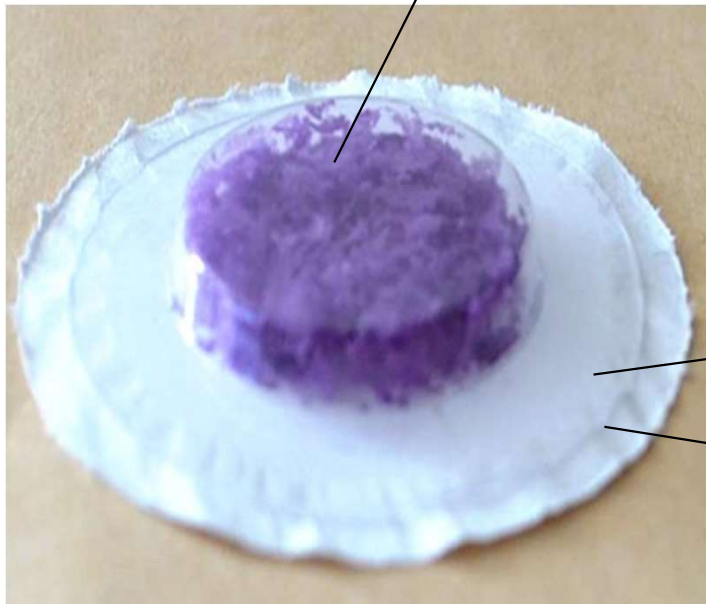
既存技術との比較

OCTESと競合品のろ過あり・なしの比較

		ろ過なし	ろ過あり
フッ素含有 の泥水 		(OCTES) 泥水でも発色する 	ろ過必要なし
		(競合品) 泥水では発色しない 	(競合品) 泥水(懸濁液)はろ過 処理が必要 

共同出願した特許

反応試薬



特許第6288669号

発色試薬と吸水性樹脂の組み合わせ
→吸水性樹脂が水を容器内に広げる

容器

多孔質膜

特許第6292647号

容器と多孔質膜をシールした構成
→多孔質膜がろ紙代わりになる

- ・ろ過の作業が必要がない
- ・泥水を直接測定できる

坂本石灰工業所

- 結果の検証・スケールアップ
- 商品の製造

東京高専

- 反応試薬開発
発色試薬の選定～調整条件

苫小牧高専

- 検知材の保管性評価
- 塩濃度・pHの影響を受けない
新規吸水性樹脂の開発

熊本高専

- 測定物質以外の共存イオンが存在する場合の反応を調査

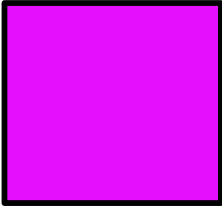
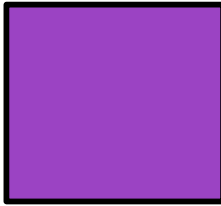
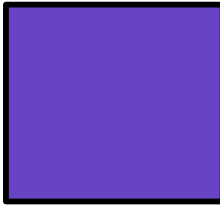
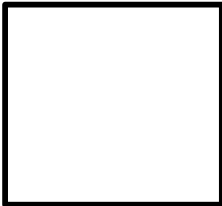
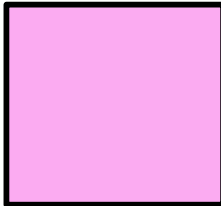

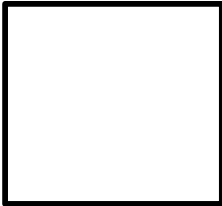
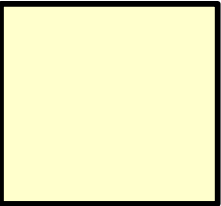

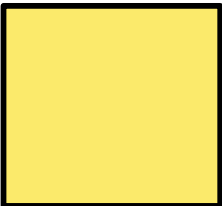
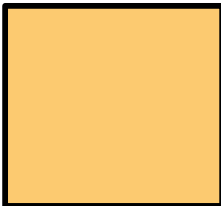
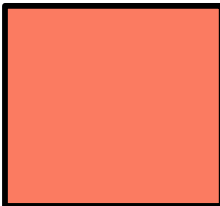


妨害因子1:共存イオン
(Al^{3+} , Cu^{2+} , SO_3^{-2} ...)の影響

妨害因子2:塩濃度、pHの影響

土の溶出液




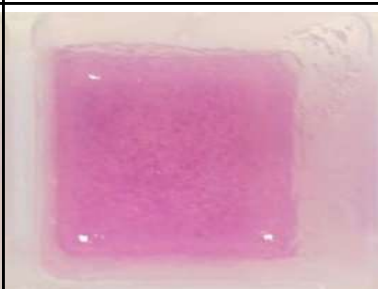
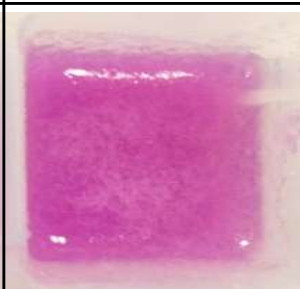
検知材の色の変化

規制対象物質	<div>低濃度</div> <div>高濃度</div> <div></div>		
ふっ素			
6価クロム			
ほう素			
鉛			

OCTES(六価クロム)の例

六価クロム検知材の濃度毎の色合い

六価クロム濃度 [mg/L]

0	0.05	0.1	0.5	1
				

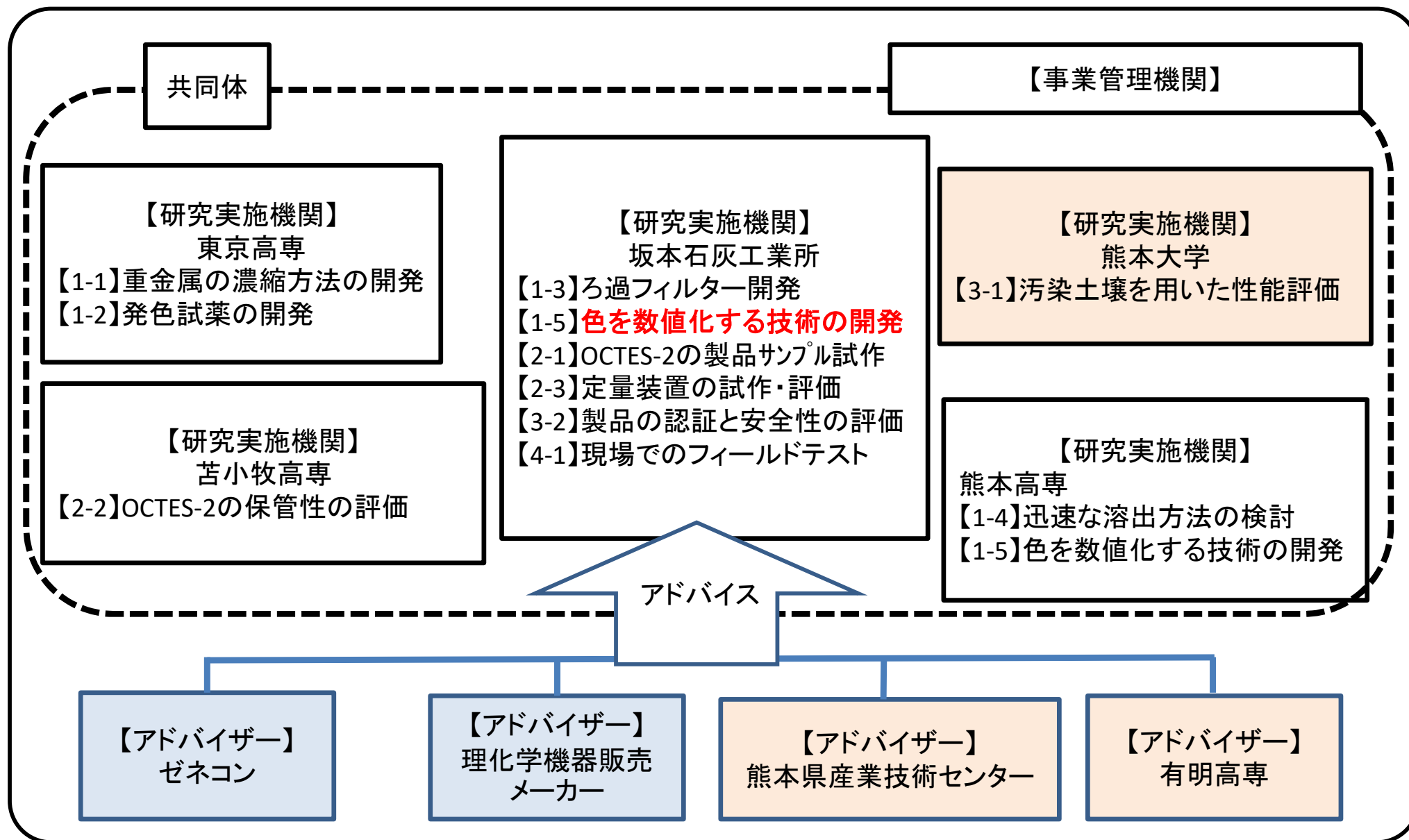
無色



赤紫色

溶出量基準0.05mg/Lは薄ピンク色に変化する

令和3年度採択 サポイン事業の体制図





測定対象物質

販売中

フッ素

ホウ素

六価クロム

鉛

開発中

砒素

水銀

セレン

カドミウム

シアン

OCTESの市場



土壌の
自主検査用



土地売買や公共工事など
土壌の簡易分析用



リサイクル原料の
簡易分析用



学習用
教材として



お問い合わせ先

有限会社坂本石灰工業所

企画開発室 高木、深浦

〒865-0013

熊本県玉名市下273-1

TEL : 0968-82-8118

mail: k-kaihatu02@sakamoto-lime.com



弊社ホームページ