

乾式磁力選別工法

～ 重金属汚染物質と浄化土を分離する技術 ～

- 特許取得工法（5647371号他）
- NETIS掲載期間（2016.12-2022.3） KT-160113-A

乾式磁力選別処理
DIME[®]
Dry Magnetic Extraction Method



DOWA エコシステム株式会社
ジオテック事業部

乾式磁力選別工法

～ 重金属汚染物質と浄化土を分離する技術 ～

- 特許取得工法（5647371号他）
- NETIS掲載期間（2016.12-2022.3） KT-160113-A

乾式磁力選別処理

DIME[®]

Dry Magnetic Extraction Method



DOWA エコシステム株式会社
ジオテック事業部

目次

1. 会社概要・事業内容
2. 土壌汚染対策法
3. 自然由来重金属汚染土壌と従来の方策
4. 乾式磁力選別（DME）工法

◆道路工事等で発生する重金属汚染土壌の
対策方法の一つとして、現地処理工法をご紹介します。

目次

1. 会社概要・事業内容
2. 土壌汚染対策法
3. 自然由来重金属汚染土壌と従来の方策
4. 乾式磁力選別（DME）工法

◆道路工事等で発生する重金属汚染土壌の
対策方法の一つとして、現地処理工法をご紹介します。

1.会社概要・事業内容

2. 土壤汚染対策法

3. 自然由来重金属汚染土壌と従来の方策

4. 乾式磁力選別（DME）工法

DOWAグループの紹介

DOWAホールディングス

5つのコア事業
(鉱山製錬から川下展開)

創業	1884年9月18日
資本金	364億円 (2022年3月末)
売上高	8,317億円 (2022年3月期)
従業員	約7,400名 (2022年3月末, グループ全体)

金属資源の循環型事業

DOWA
エコシステム
環境・リサイクル

DOWA
メタルマイン
製錬

DOWA
エレクトロニクス
電子材料

DOWA
メタルテック
金属加工

DOWA
サーモテック
熱処理

① 廃棄物処理事業

② 土壌浄化事業

③ 金属リサイクル事業

④ 環境物流事業

⑤ クリーン・
テクノロジー事業

DOWAの土壌浄化事業

■ 一貫体制～One-Stop Solution～

調査、浄化、モニタリングを一貫して行います。

法届出書類関係のコンサルティング業務も実施しております。

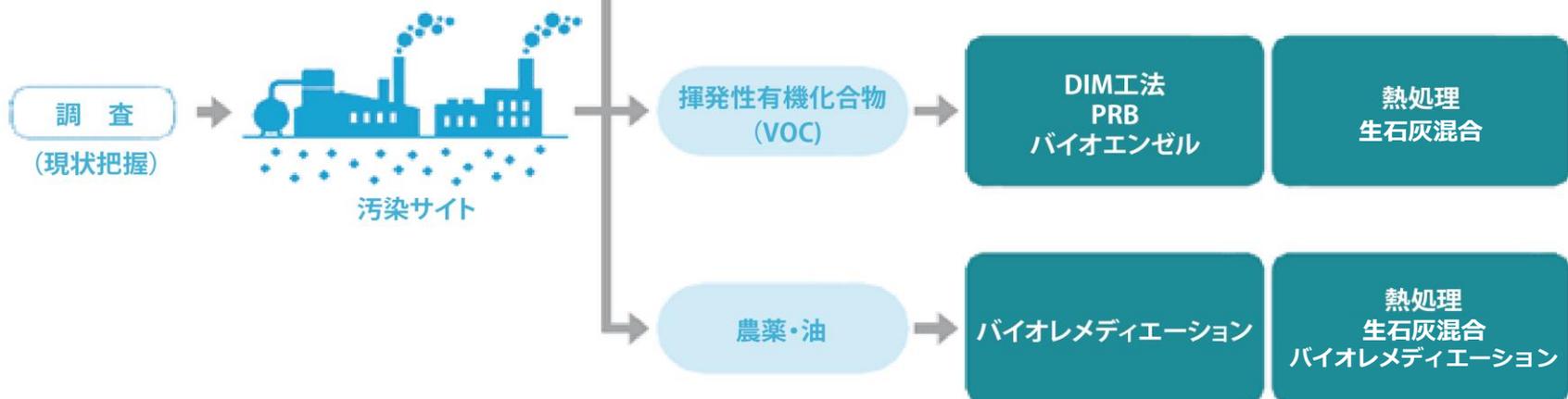
■ 豊富な実績

土壌調査件数3,000件以上

20年以上にわたる経験とノウハウ

■ 総合力

確実/安心なサポート体制



DOWAの土壌浄化事業

■ 一貫体制～One-Stop Solution～

調査、浄化、モニタリングを一貫して行います。

法届出書類関係のコンサルティング業務も実施しております。

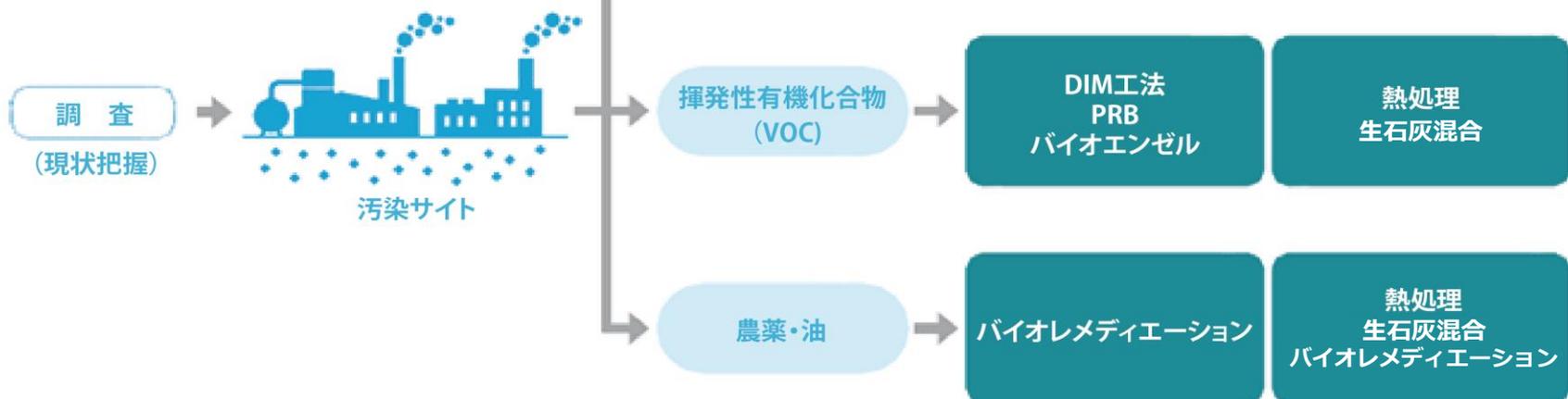
■ 豊富な実績

土壌調査件数3,000件以上

20年以上にわたる経験とノウハウ

■ 総合力

確実/安心なサポート体制



DOWAの土壌浄化事業

■ 一貫体制～One-Stop Solution～

調査、浄化、モニタリングを一貫して行います。

法届出書類関係のコンサルティング業務も実施しております。

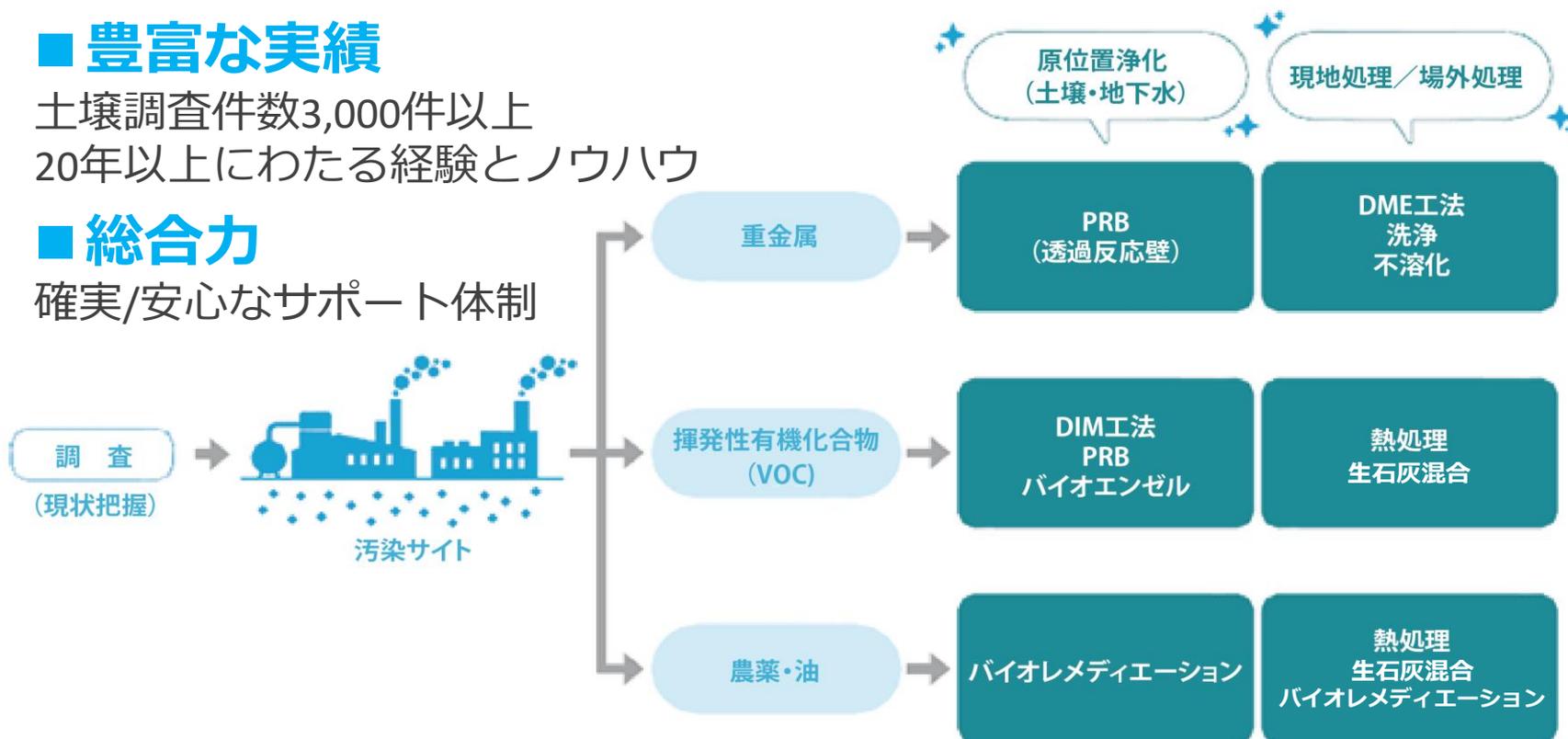
■ 豊富な実績

土壌調査件数3,000件以上

20年以上にわたる経験とノウハウ

■ 総合力

確実/安心なサポート体制



1. 会社概要・事業内容

2. 土壌汚染対策法

3. 自然由来重金属汚染土壌と従来の方策

4. 乾式磁力選別（DME）工法

はじめに

道路整備や都市開発



残土発生



**自然由来重金属汚染土壌の
存在が判明し、課題となる**

住宅建設

大規模商業

はじめに

道路整備や都市開発



残土発生



自然由来重金属汚染土壌の
存在が判明し、課題となる

住宅建設

大規模商業

土壌汚染対策法について

日本では**2種類**のリスクから基準を設定

①地下水飲用による健康リスク

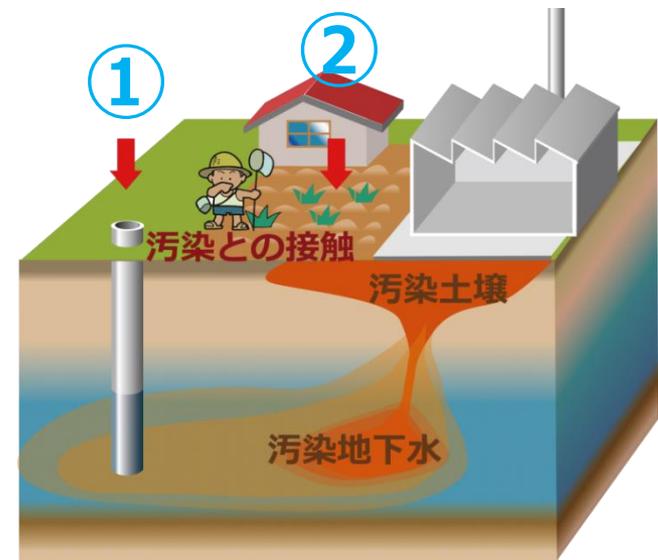
土壌から汚染物質が地下水へ移行し、
地下水を介した経口摂取による健康影響
⇒土壌**溶出量基準** (VOC、重金属類、農薬類)

②直接摂取による健康リスク

汚染土壌を直接（経口）摂取による健康影響
⇒土壌**含有量基準** (重金属類)



人の健康被害を防止するために
調査および汚染の除去等の措置
などが**土壌汚染対策法**で
定められている。



土壌汚染対策法について

日本では**2種類**のリスクから基準を設定

①地下水飲用による健康リスク

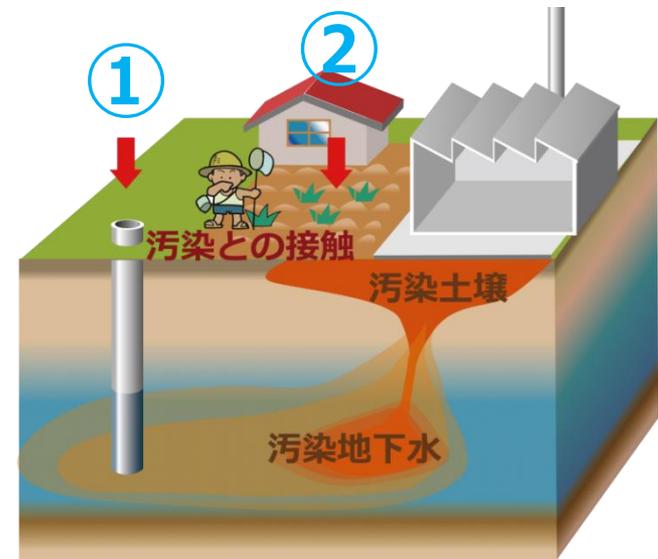
土壌から汚染物質が地下水へ移行し、
地下水を介した経口摂取による健康影響
⇒土壌**溶出量基準** (VOC、重金属類、農薬類)

②直接摂取による健康リスク

汚染土壌を直接（経口）摂取による健康影響
⇒土壌**含有量基準** (重金属類)



人の健康被害を防止するために
調査および汚染の除去等の措置
などが土壌汚染対策法
定められている。



土壌汚染対策法について

日本では**2種類**のリスクから基準を設定

①地下水飲用による健康リスク

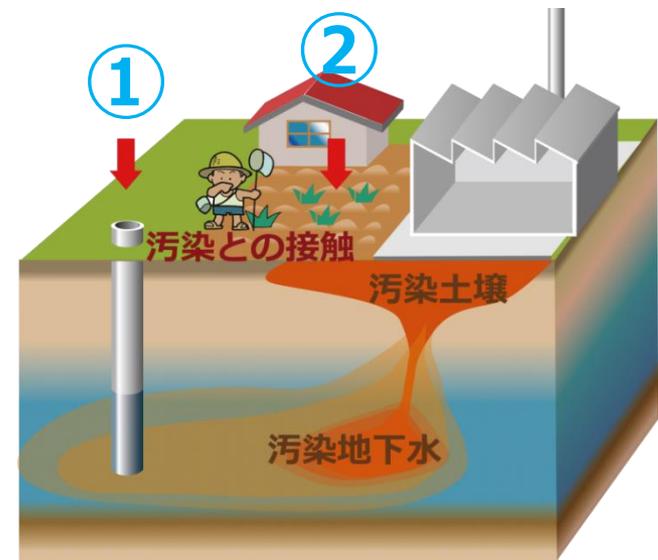
土壌から汚染物質が地下水へ移行し、
地下水を介した経口摂取による健康影響
⇒土壌**溶出量基準** (VOC、重金属類、農薬類)

②直接摂取による健康リスク

汚染土壌を直接（経口）摂取による健康影響
⇒土壌**含有量基準** (重金属類)



人の健康被害を防止するために
調査および汚染の除去等の措置
などが土壌汚染対策法
定められている。



1. 会社概要・事業内容
2. 土壌汚染対策法

3. 自然由来重金属汚染土壌と 従来の方策

4. 乾式磁力選別（DME）工法

自然由来重金属汚染土壌について(1)

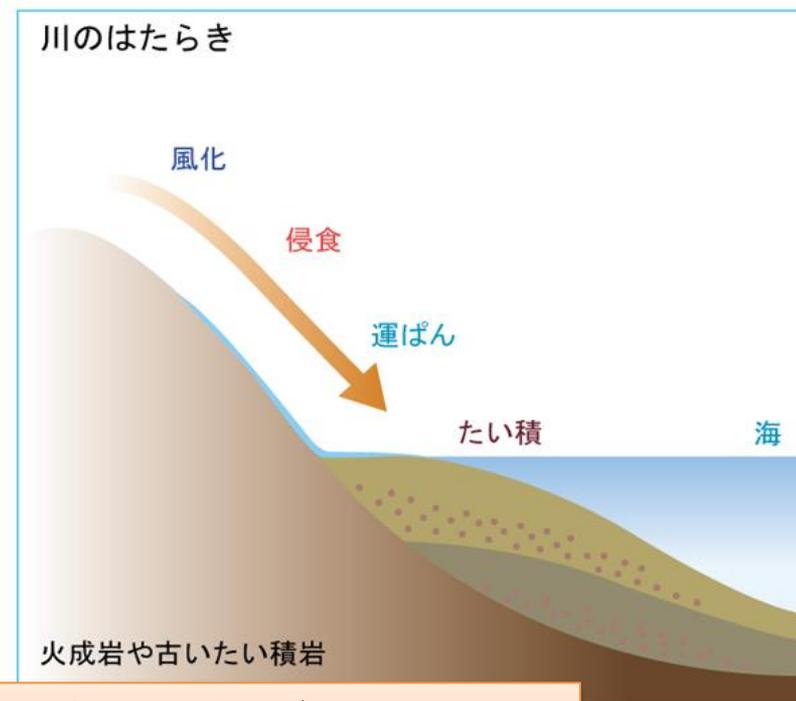
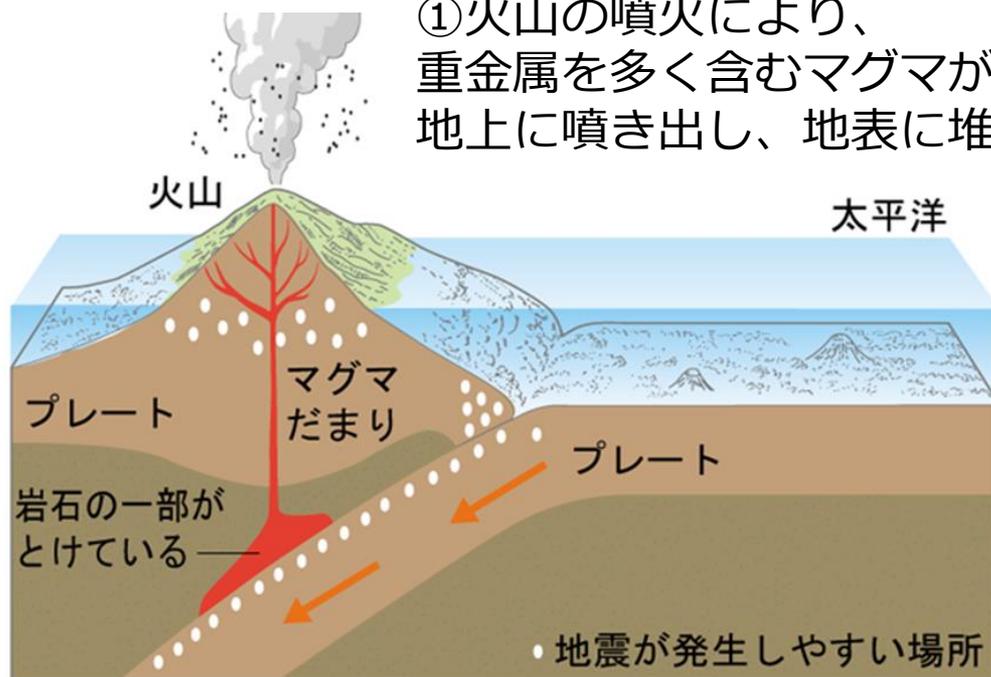


活火山：111ヶ所
(平成29年6月現在)

自然由来重金属汚染土壌について(2)

①火山の噴火により、
重金属を多く含むマグマが
地上に噴き出し、地表に堆積。

②雨水などによって溶け出した
重金属は、風化や浸食によって
出来た泥や砂に浸透・蓄積する。

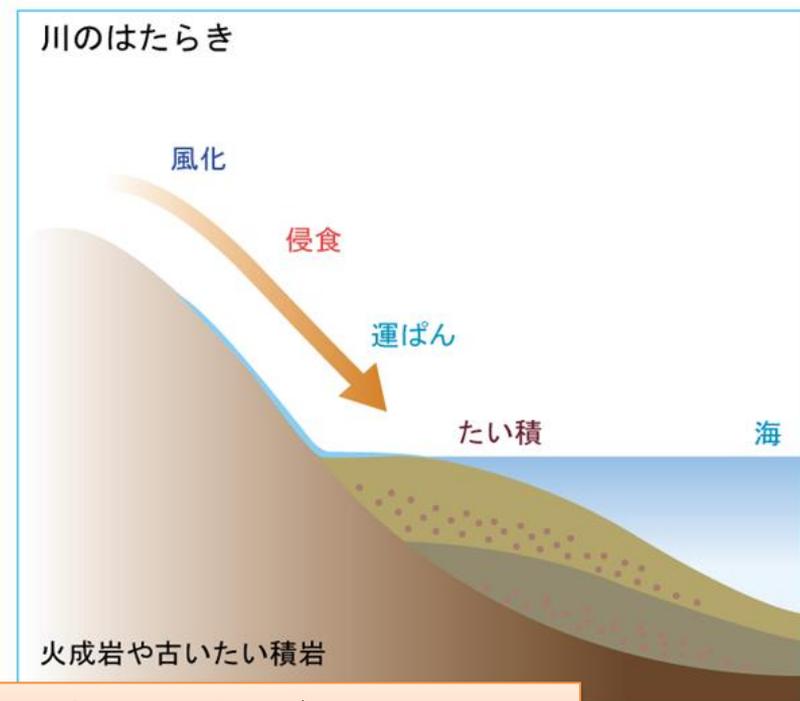
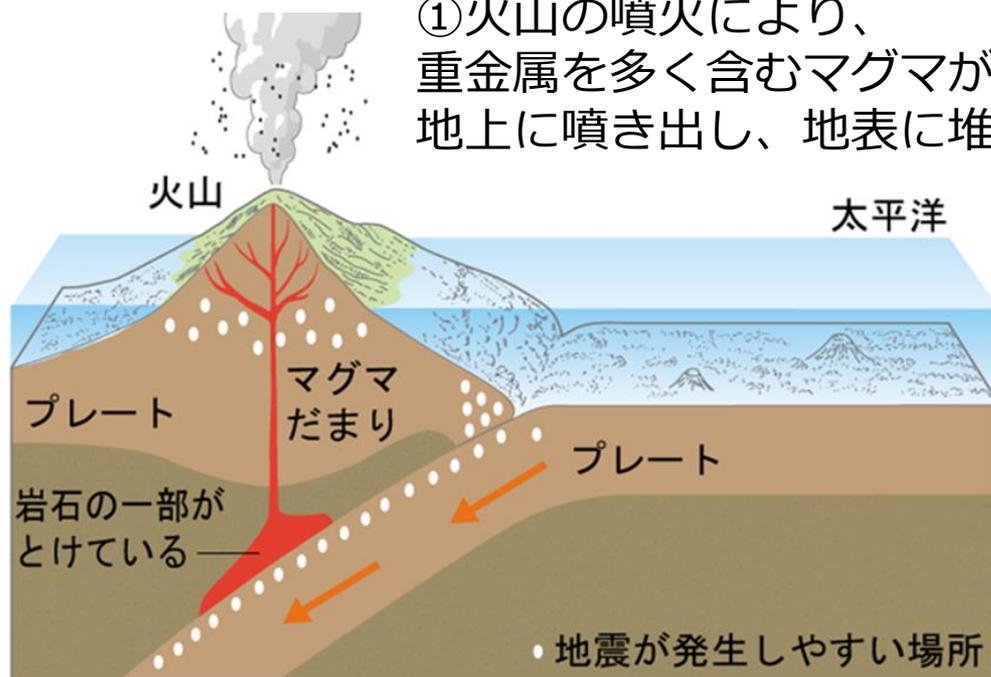


以上の様な自然現象が起こった結果、火山周辺だけではなく、
広範囲で自然の土壌から重金属が検出される。

自然由来重金属汚染土壌について(2)

①火山の噴火により、
重金属を多く含むマグマが
地上に噴き出し、地表に堆積。

②雨水などによって溶け出した
重金属は、風化や浸食によって
出来た泥や砂に浸透・蓄積する。

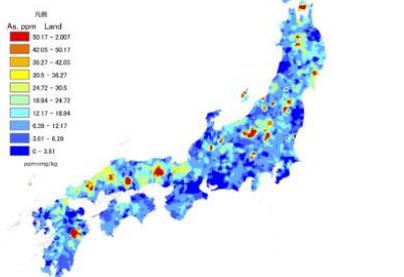


以上の様な自然現象が起こった結果、火山周辺だけではなく、
広範囲で自然の土壌から重金属が検出される。

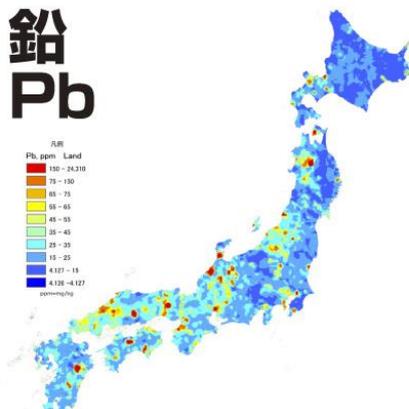
自然由来重金属汚染土壌について(3)

重金属含有土壌分布

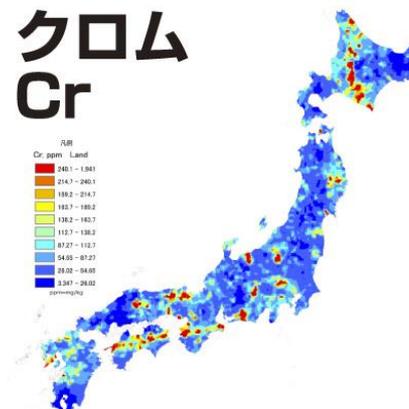
**砒素
As**



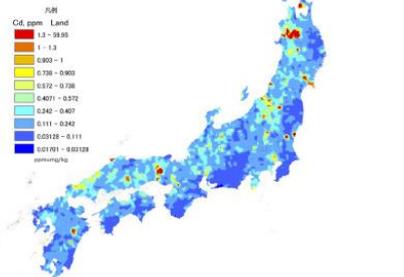
**鉛
Pb**



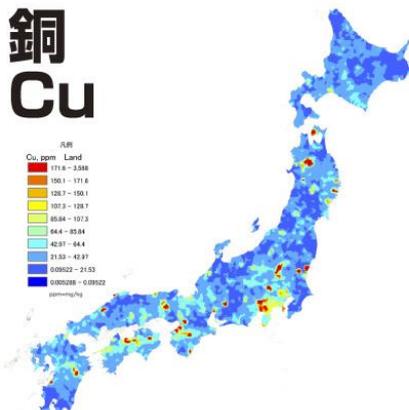
**クロム
Cr**



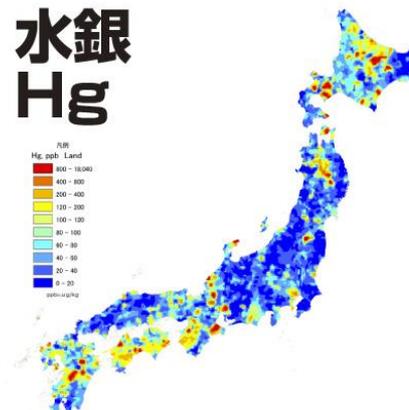
**カドミウム
Cd**



**銅
Cu**



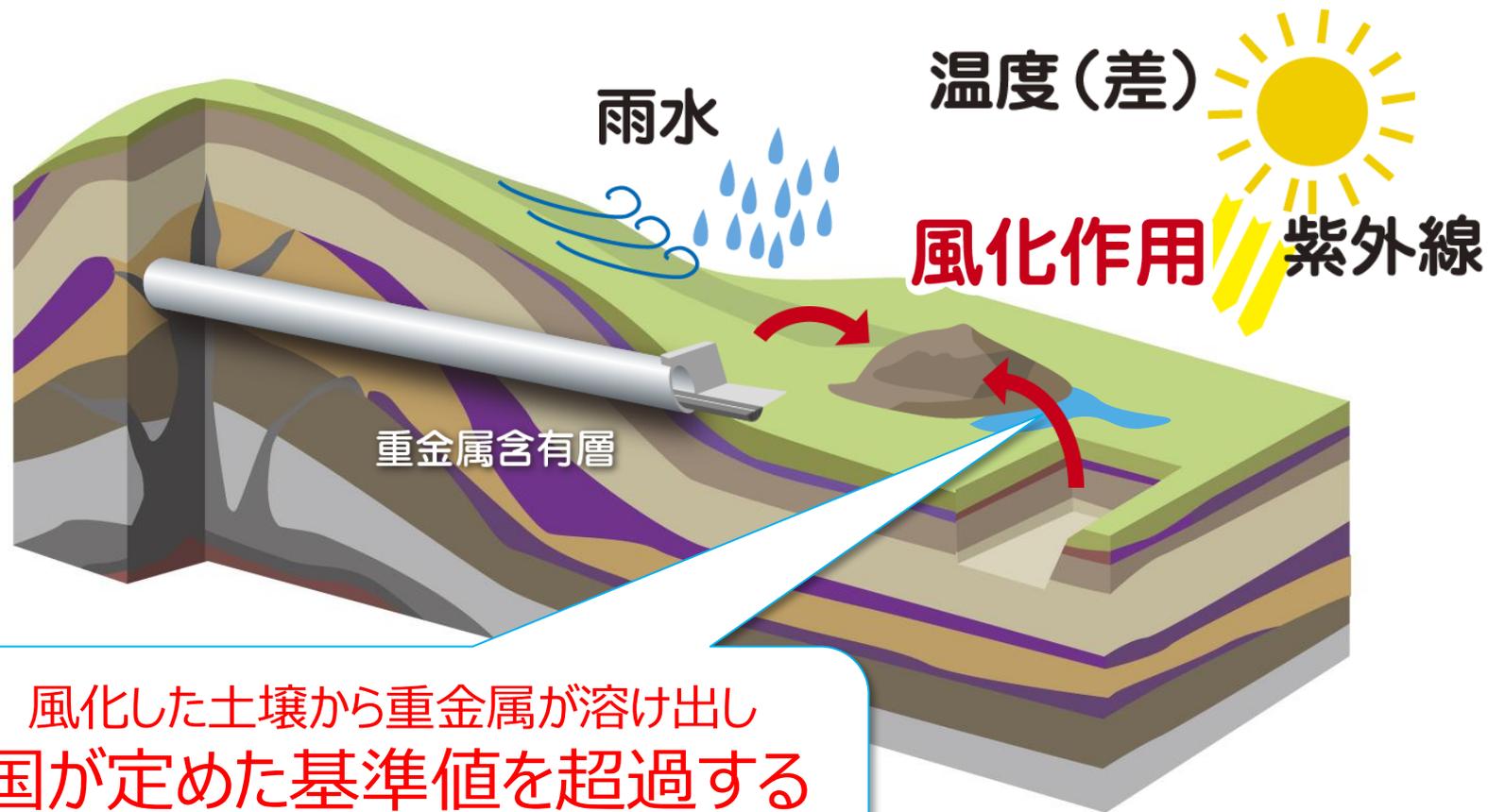
**水銀
Hg**



出典：国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地球化学図

映像①
～自然由来汚染土壌(約3分)～

自然由来重金属汚染土壌について(4)



風化した土壌から重金属が溶け出し
国が定めた基準値を超過する
重金属が検出されてしまう

自然由来汚染土壌の処理について(1)

従来法

① 全量搬出→処理施設へ



自然由来汚染土壌の処理について(1)

従来法

① 全量搬出→処理施設へ



○ 比較的短期完了

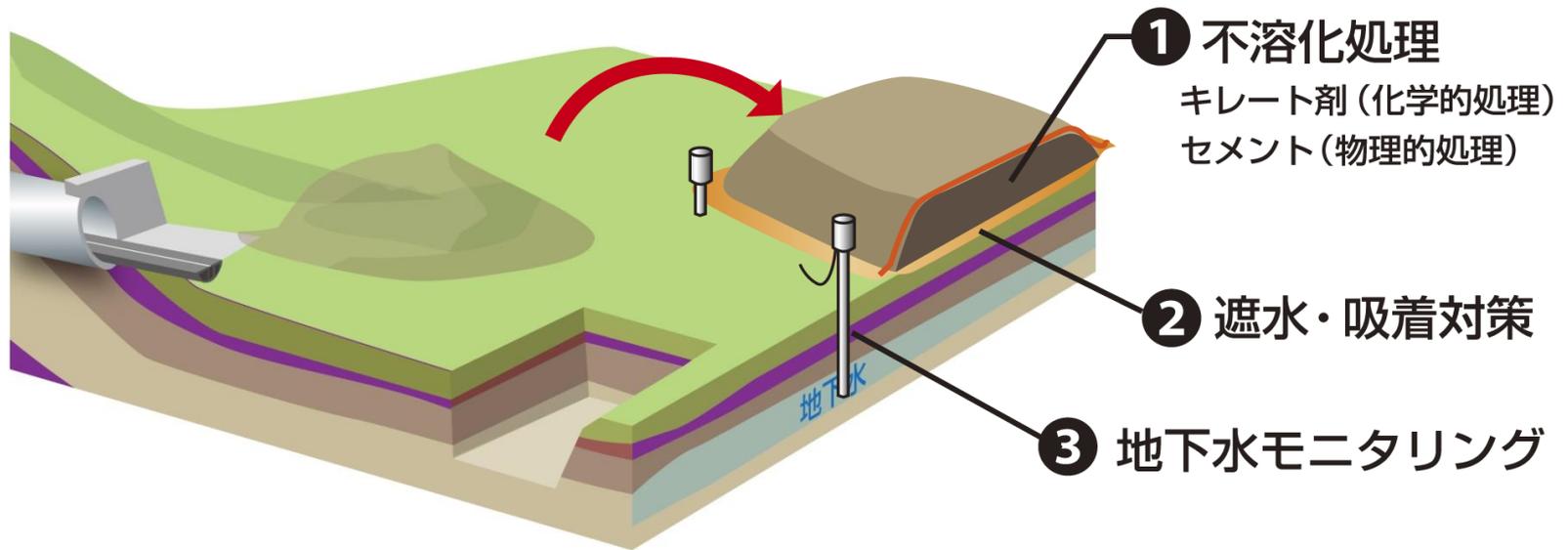
▲ 運搬コスト・エネルギー大

▲ 汚染物質の拡散リスク大

自然由来汚染土壌の処理について(2)

従来法

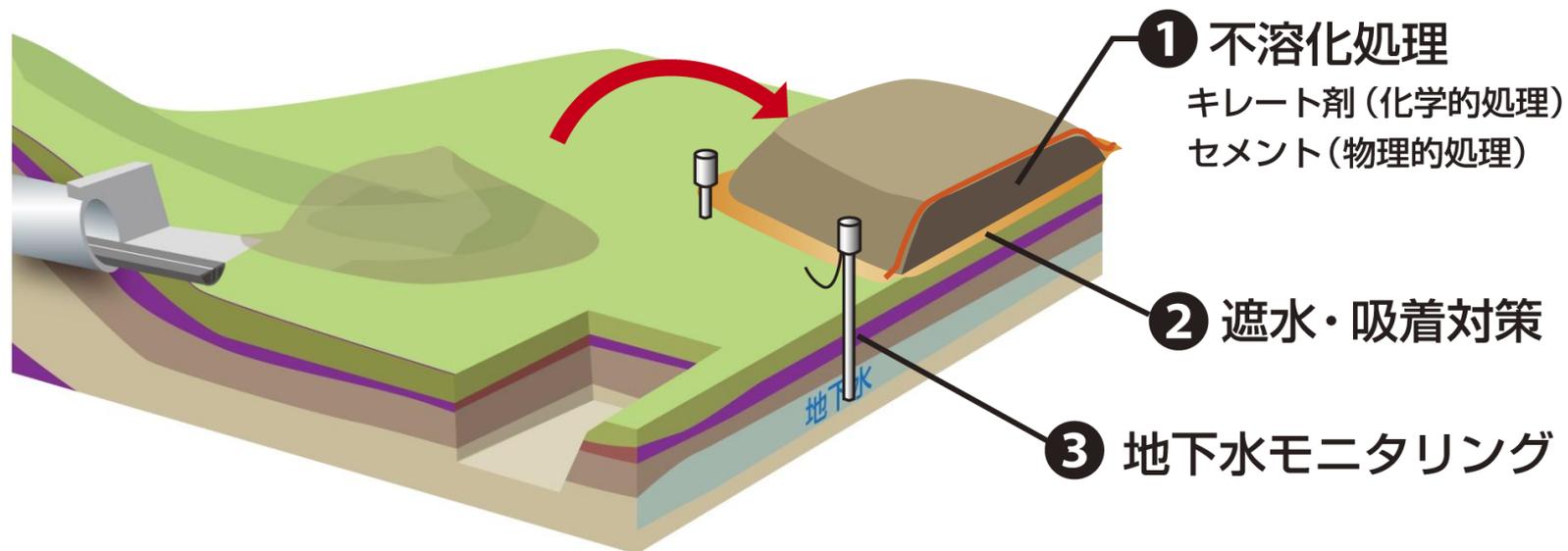
② 遮水 封じ込め→管理



自然由来汚染土壌の処理について(2)

従来法

② 遮水 封じ込め→管理



○ 初期費用は少

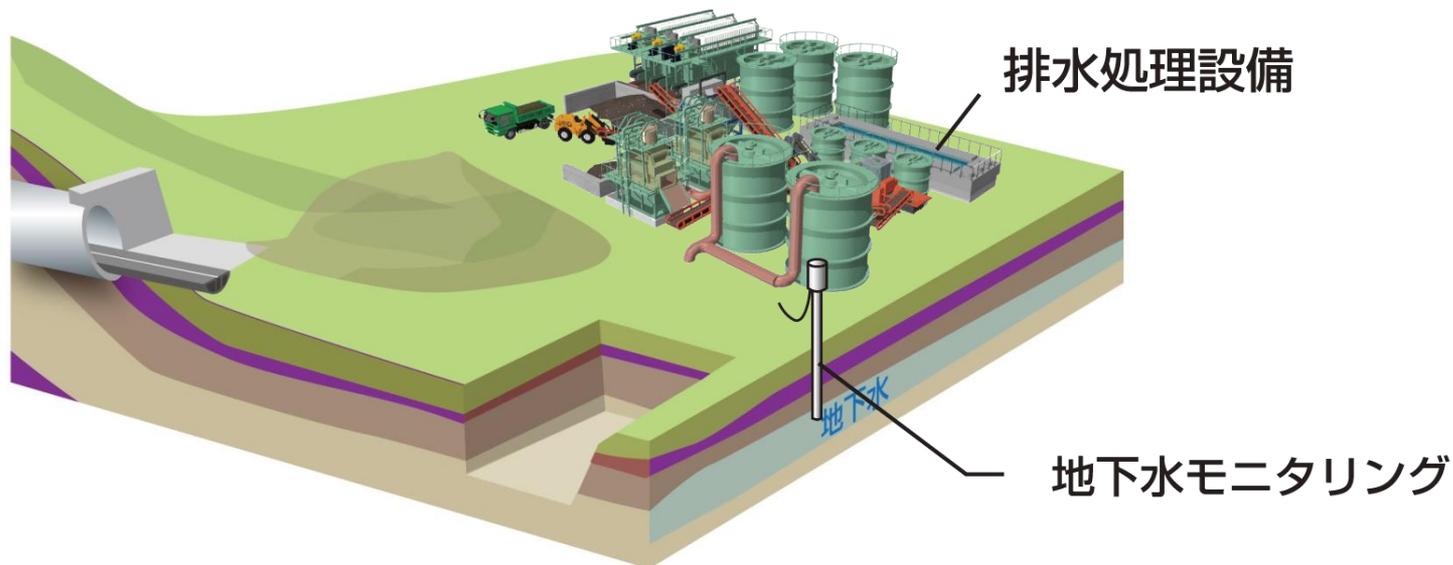
▲ 長期にわたる管理コスト

▲ 経年劣化による漏洩リスク

自然由来汚染土壌の処理について(3)

従来法

③ 現地湿式プラント

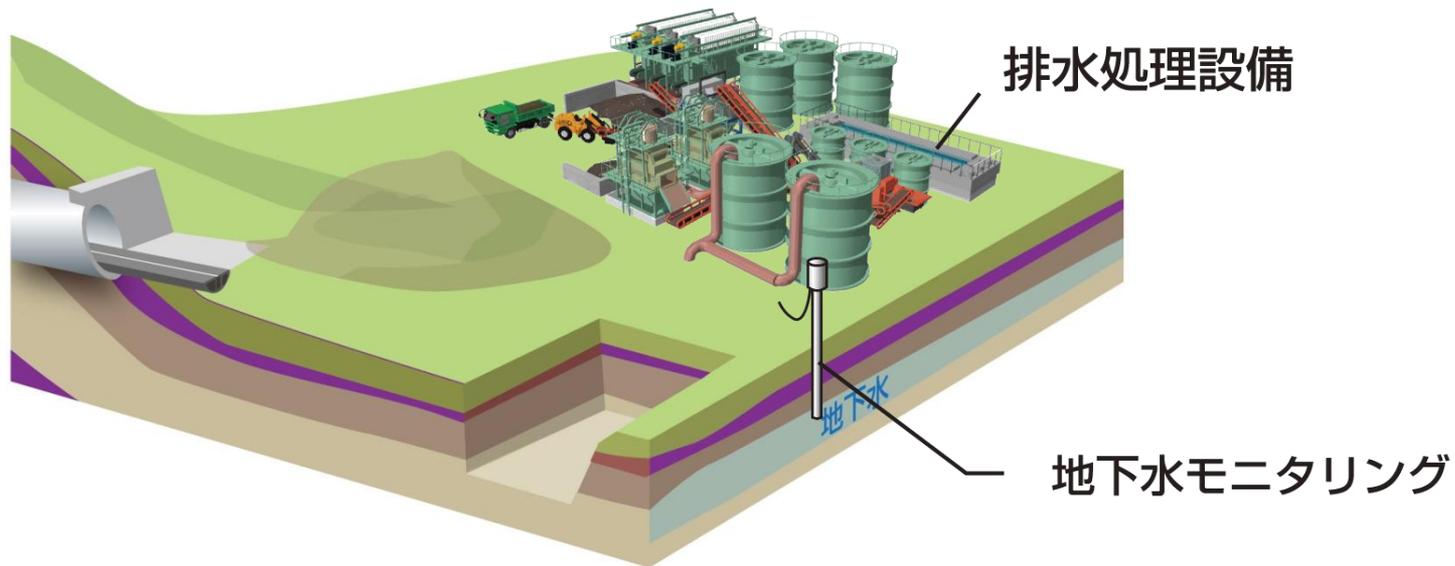


- 従来法①②と比べて環境負荷低減、コスト削減が可能
- ▲ プラント設備コスト大
- ▲ 用水の確保と排水の管理・処理コスト大

自然由来汚染土壌の処理について(3)

従来法

③ 現地湿式プラント



- 従来法①②と比べて環境負荷低減、コスト削減が可能
- ▲ プラント設備コスト大
- ▲ 用水の確保と排水の管理・処理コスト大

自然由来汚染土壌の処理方法のまとめ

重金属汚染土壌の処理方法

処理方法	原理概略	分類
洗浄分級処理	重金属が濃縮した細粒区分を分離	浄化
磁力選別処理	土壌に鉄粉等を混合し、 重金属を鉄粉へ吸着させた後、磁選で分離。 スラリー中で処理する湿式法と、 有姿で処理する乾式法がある。	浄化
不溶化処理	不溶化剤を土壌に混合して重金属を溶出抑制し、 その後管理する。	管理
管理 (封じ込め、処分場)	管理型処分場へ埋立、遮水工を施した場所にて 埋立管理。重金属吸着層を敷設して盛り土し、 浸出水管理する方法もある。	管理
セメント副原料利用	セメントの副原料として利用	原料 利用

「汚染土壌の処理業に関するガイドライン」より抜粋

自然由来汚染土壌の処理方法のまとめ

重金属汚染土壌の処理方法

処理方法	原理概略	分類
洗浄分級処理	重金属が濃縮した細粒区分を分離	浄化
磁力選別処理	土壌に鉄粉等を混合し、 重金属を鉄粉へ吸着させた後、磁選で分離。 スラリー中で処理する湿式法と、 有姿で処理する乾式法がある。	浄化
不溶化処理	不溶化剤を土壌に混合して重金属を溶出抑制し、 その後管理する。	管理
管理 (封じ込め、処分場)	管理型処分場へ埋立、遮水工を施した場所にて 埋立管理。重金属吸着層を敷設して盛り土し、 浸出水管理する方法もある。	管理
セメント副原料利用	セメントの副原料として利用	原料 利用

「汚染土壌の処理業に関するガイドライン」より抜粋

1. 会社概要・事業内容
2. 土壌汚染対策法
3. 自然由来重金属汚染土壌と従来の方策

4. 乾式磁力選別（DME）工法

重金属汚染土壌から
重金属等を取り除き
浄化土壌にする技術

- 用水・排水なし
- 種々土質に対応
- 浄化土収率 90%
- 簡易な設備構成

トータルコスト **30%**



抽出 - 磁力選別処理について

磁力選別処理法の種類と適用性

湿式工法



掘削泥水へ適用有利
～泥水シールド工法等～

乾式工法(DME)



掘削土（有姿状態）に適用有利
～山岳工法・開削等～

掘削土処理にて湿式工法が抱える課題
大量用水確保/設備大型化/処理速度変動大



解決

抽出－磁力選別処理について

磁力選別処理法の種類と適用性

湿式工法



掘削泥水へ適用有利
～泥水シールド工法等～

乾式工法(DME)



掘削土（有姿状態）に適用有利
～山岳工法・開削等～

掘削土処理にて湿式工法が抱える課題
大量用水確保/設備大型化/処理速度変動大



解決

抽出 - 磁力選別処理について

磁力選別処理法の種類と適用性

湿式工法



掘削泥水へ適用有利
～泥水シールド工法等～

乾式工法(DME)



掘削土（有姿状態）に適用有利
～山岳工法・開削等～

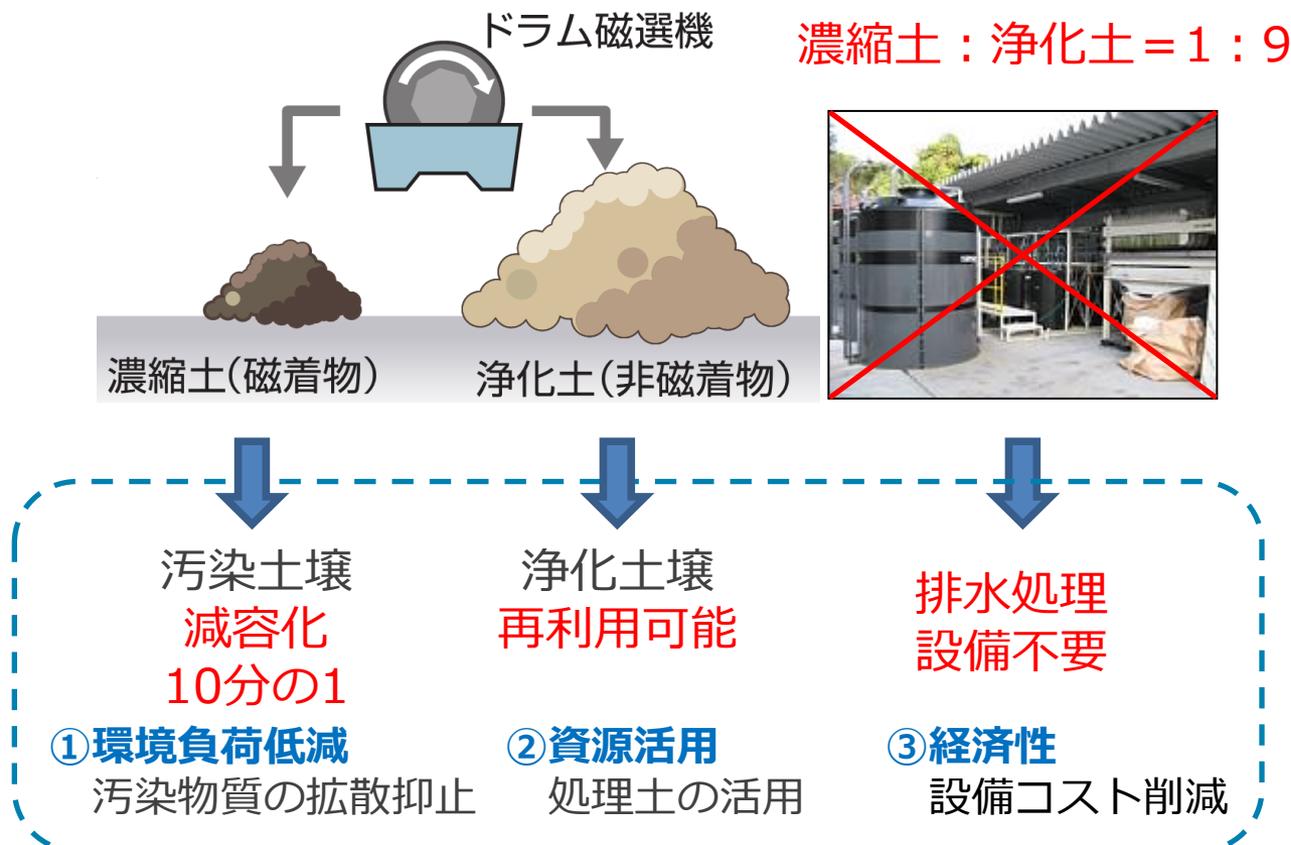
掘削土処理にて湿式工法が抱える課題
大量用水確保/設備大型化/処理速度変動大



解決

DME工法の特徴

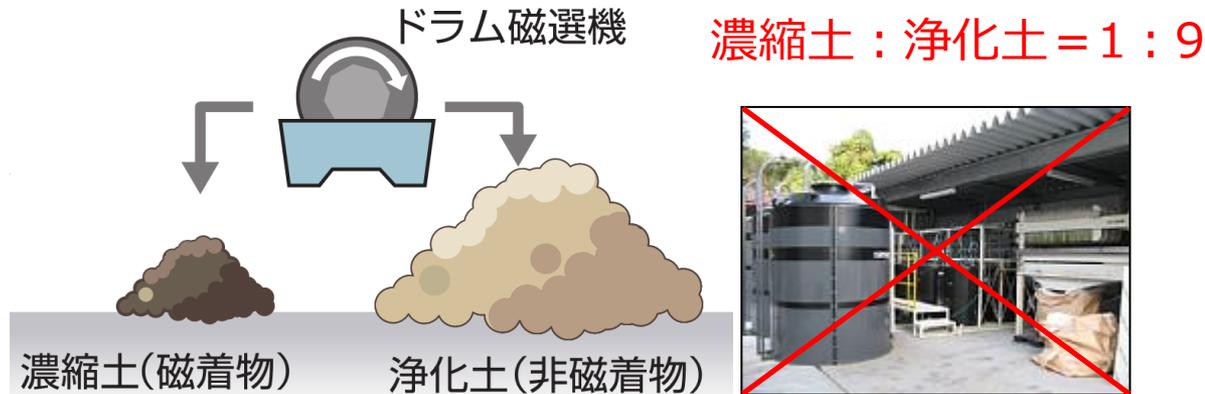
乾式磁力選別処理



従来浄化技術と比較してコスト削減が可能

DME工法の特徴

乾式磁力選別処理



汚染土壌
減容化
10分の1

①環境負荷低減
汚染物質の拡散抑止

浄化土壌
再利用可能

②資源活用
処理土の活用

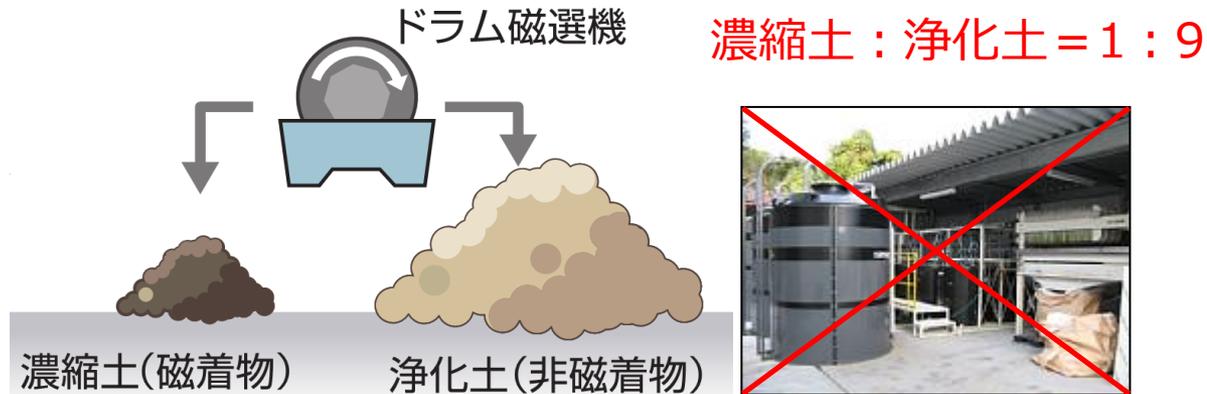
排水処理
設備不要

③経済性
設備コスト削減

従来浄化技術と比較してコスト削減が可能

DME工法の特徴

乾式磁力選別処理



汚染土壌
減容化
10分の1

①環境負荷低減
汚染物質の拡散抑止

浄化土壌
再利用可能

②資源活用
処理土の活用

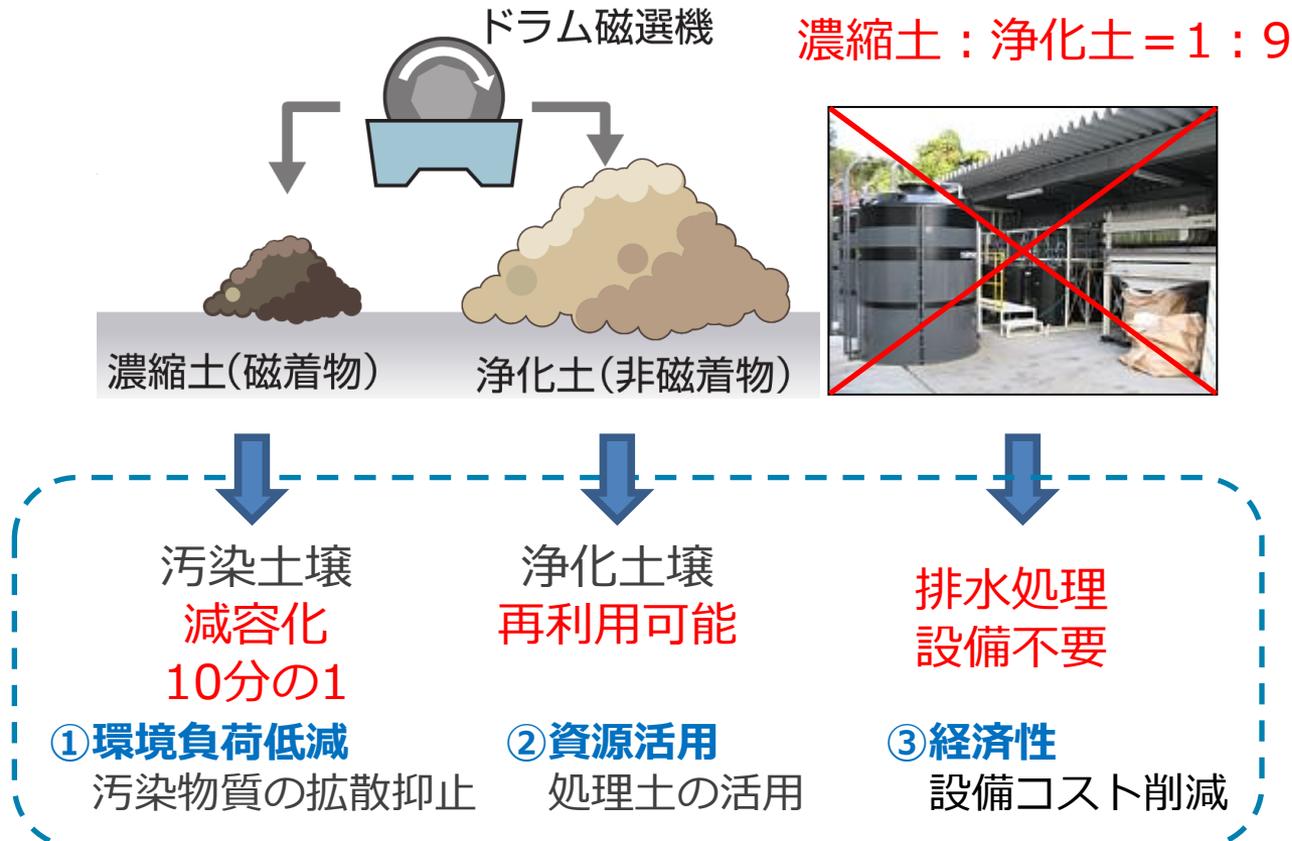
排水処理
設備不要

③経済性
設備コスト削減

従来浄化技術と比較してコスト削減が可能

DME工法の特徴

乾式磁力選別処理



従来浄化技術と比較してコスト削減が可能

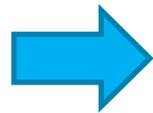
DME工法の技術適用条件

1. 重金属類の種類・汚染範囲

土壌汚染対策法：Bを除く重金属類（第二種特定有害物質、**土壌溶出量基準のみ超過**）

対象	鉛 Pb	砒素 As	カドミウム Cd	セレン Se	六価クロム Cr ⁶⁺	水銀 Hg	シアニド CN	フッ素 F	ほう素 B
適用可否	○	○	○	○	○	△	○	○	×

※○：適用可 ×：適用不可 △：机上試験で適用可を確認



自然由来の重金属汚染土壌に最適

2. 浄化効果（試験結果）

砒素(As)の基準値：0.01mg/L

産物		重量分布 [wt%]	As含有量 [mg/kg]	As収支 [%]	As溶出量 [mg/L]	As溶出率 [%]	pH
処理前土壌		100.0	7.6	100.0	0.04	3.7	7.7
処理後	浄化土	91.7	7.3	88	<0.001	—	7.2
	濃縮土	8.3	11	12	—	—	—

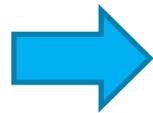
DME工法の技術適用条件

1. 重金属類の種類・汚染範囲

土壌汚染対策法：Bを除く重金属類（第二種特定有害物質、**土壌溶出量基準のみ超過**）

対象	鉛 Pb	砒素 As	カドミウム Cd	セレン Se	六価クロム Cr ⁶⁺	水銀 Hg	シアニド CN	フッ素 F	ほう素 B
適用可否	○	○	○	○	○	△	○	○	×

※○：適用可 ×：適用不可 △：机上試験で適用可を確認



自然由来の重金属汚染土壌に最適

2. 浄化効果（試験結果）

砒素(As)の基準値：0.01mg/L

産物		重量分布 [wt%]	As含有量 [mg/kg]	As収支 [%]	As溶出量 [mg/L]	As溶出率 [%]	pH
処理前土壌		100.0	7.6	100.0	0.04	3.7	7.7
処理後	浄化土	91.7	7.3	88	<0.001	—	7.2
	濃縮土	8.3	11	12	—	—	—

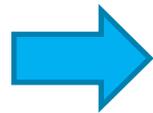
DME工法の技術適用条件

1. 重金属類の種類・汚染範囲

土壌汚染対策法：Bを除く重金属類（第二種特定有害物質、**土壌溶出量基準のみ超過**）

対象	鉛 Pb	砒素 As	カドミウム Cd	セレン Se	六価クロム Cr ⁶⁺	水銀 Hg	シアニド CN	フッ素 F	ほう素 B
適用可否	○	○	○	○	○	△	○	○	×

※○：適用可 ×：適用不可 △：机上試験で適用可を確認



自然由来の重金属汚染土壌に最適

2. 浄化効果（試験結果）

砒素(As)の基準値：0.01mg/L

産物		重量分布 [wt%]	As含有量 [mg/kg]	As収支 [%]	As溶出量 [mg/L]	As溶出率 [%]	pH
処理前土壌		100.0	7.6	100.0	0.04	3.7	7.7
処理後	浄化土	91.7	7.3	88	<0.001	—	7.2
	濃縮土	8.3	11	12	—	—	—

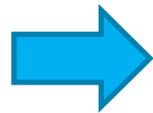
DME工法の技術適用条件

1. 重金属類の種類・汚染範囲

土壌汚染対策法：Bを除く重金属類（第二種特定有害物質、**土壌溶出量基準のみ超過**）

対象	鉛 Pb	砒素 As	カドミウム Cd	セレン Se	六価クロム Cr ⁶⁺	水銀 Hg	シアニド CN	フッ素 F	ほう素 B
適用可否	○	○	○	○	○	△	○	○	×

※○：適用可 ×：適用不可 △：机上試験で適用可を確認



自然由来の重金属汚染土壌に最適

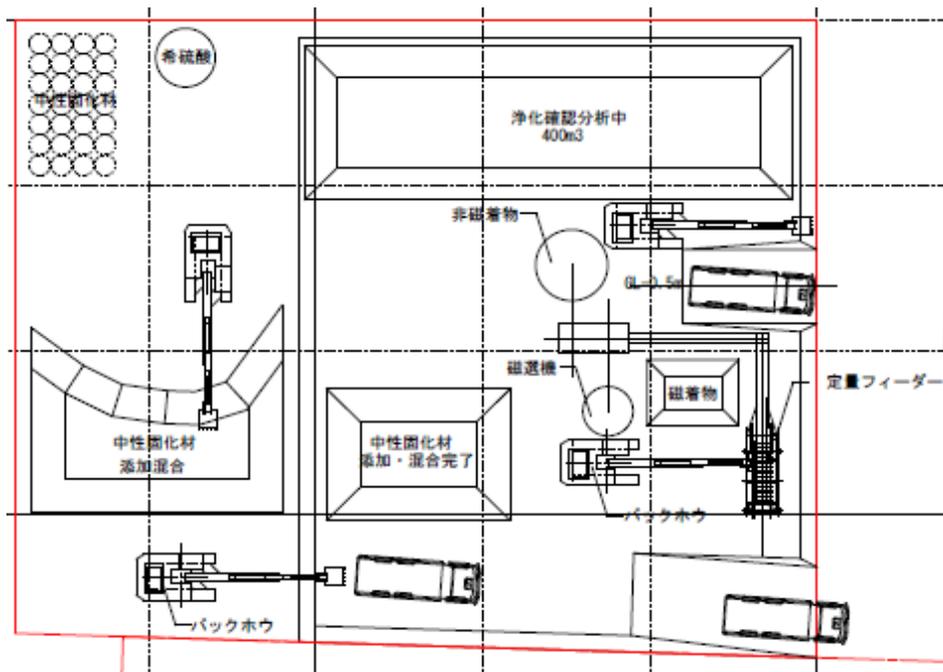
2. 浄化効果（試験結果）

砒素(As)の基準値：0.01mg/L

産物		重量分布 [wt%]	As含有量 [mg/kg]	As収支 [%]	As溶出量 [mg/L]	As溶出率 [%]	pH
処理前土壌		100.0	7.6	100.0	0.04	3.7	7.7
処理後	浄化土	91.7	7.3	88	<0.001	—	7.2
	濃縮土	8.3	11	12	—	—	—

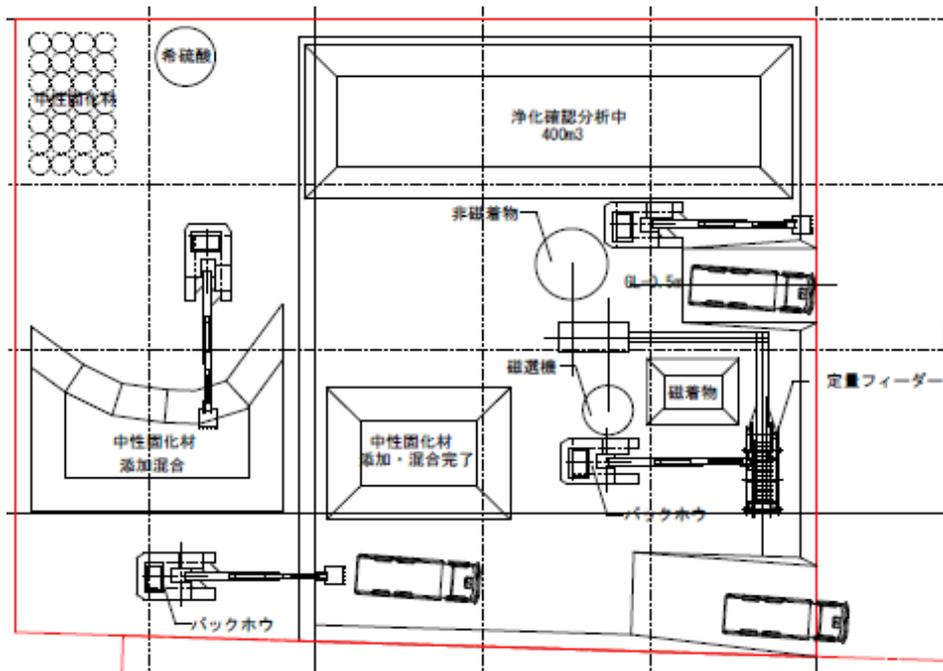
As溶出量の低減効果確認

DME工法処理実施例①



- 磁選処理：専用プラントを設置
- 前処理工程：処理土壌に併せて構成カスタマイズすることで幅広い土壌に対応可能
- 品質確認工程：敷地内に仮保管し、土壌分析により浄化を確認

DME工法処理実施例①



- 磁選処理：専用プラントを設置
- 前処理工程：処理土壌に併せて構成カスタマイズすることで幅広い土壌に対応可能
- 品質確認工程：敷地内に仮保管し、土壌分析により浄化を確認

DME工法処理実施例②

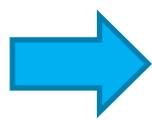
東海北陸自動車道白鳥トンネル（Ⅱ期線）

ふっ素含有岩ズリ（約5,000m³）の処理法として

NEXCO中日本様にご採用いただきました。



処分先が近くにない地域でも、汚染土壌を現地浄化



汚染土壌を大幅に減容（約9割減）

浄化土壌は採石場跡地の盛土材として利用

DME工法処理実施例②

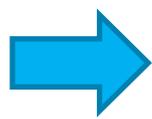
東海北陸自動車道白鳥トンネル（Ⅱ期線）

ふっ素含有岩ズリ（約5,000m³）の処理法として

NEXCO中日本様にご採用いただきました。



処分先が近くにない地域でも、汚染土壌を現地浄化



汚染土壌を大幅に減容（約9割減）

浄化土壌は採石場跡地の盛土材として利用

DME工法処理実施例②

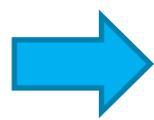
東海北陸自動車道白鳥トンネル（Ⅱ期線）

ふっ素含有岩ズリ（約5,000m³）の処理法として

NEXCO中日本様にご採用いただきました。



処分先が近くにない地域でも、汚染土壌を現地浄化



汚染土壌を大幅に減容（約9割減）

浄化土壌は採石場跡地の盛土材として利用

映像②
～東海北陸自動車道
白鳥トンネル（Ⅱ期線）浄化工（約2分）～

DME工法ご採用の検討事例

■ 検討方法

有識者を交えた検討会を設置：実現可能な対策の比較検討

表. 対策方法の経済性比較 (実現可能性調査段階)

対策方法	不溶化处理	場外搬出①	場外搬出②	浄化等処理 (DME)
概要	不溶化し 盛土封じ込め	土壌処理施設へ処理	最終処分場へ埋立	現地で重金属を分離除去
経済性 (直接工事費)	29 + 附帯工費	98 (運搬費込:113km)	100 (運搬費込:103km)	83 (汚染土処分費込)

※経済性は最終処分場への場外搬出費を100として記載

+

経済性に加え総合評価

- ・ 事業用地周辺の盛土利用可能量
- ・ 地域住民とのリスク状況 (風評被害)
- ・ 事業工程の遅延リスク
- ・ 地域性 (処分場との距離)

基準不適合土の対策として
**DME工法による
現地浄化処理を採用**

DME工法ご採用の検討事例

■ 検討方法

有識者を交えた検討会を設置：実現可能な対策の比較検討

表. 対策方法の経済性比較 (実現可能性調査段階)

対策方法	不溶化处理	場外搬出①	場外搬出②	浄化等処理 (DME)
概要	不溶化し 盛土封じ込め	土壌処理施設へ処理	最終処分場へ埋立	現地で重金属を分離除去
経済性 (直接工事費)	29 + 附帯工費	98 (運搬費込:113km)	100 (運搬費込:103km)	83 (汚染土処分費込)

※経済性は最終処分場への場外搬出費を100として記載

+

経済性に加え総合評価

- ・ 事業用地周辺の盛土利用可能量
- ・ 地域住民とのリスク状況 (風評被害)
- ・ 事業工程の遅延リスク
- ・ 地域性 (処分場との距離)

基準不適合土の対策として
**DME工法による
現地浄化処理を採用**

DME工法による処理実績

・拠点型設備

国内拠点 **4施設** (グループ外拠点含む)
 処理量累計 **70万t以上** (2022.3月末)

・現地設備

2017年3月開始

表 現地DME処理実施例

案件	場所	処理土量 (m ³)	対象物質(溶出量 mg/L)			期間	発注者	
				基準値	処理前 (最大)			浄化土 (平均)
A	関東	3,866	F	0.8	3.8	0.1	3か月	民間
B	中国	14,290	As	0.01	0.025	<0.005	4か月	民間
C	中部	4,956	F	0.8	1.0	0.19	2か月	公共

エコシステム花岡



秋田県
大館市

- ・ 汚染土壌処理業
許可取得全国初
- ・ 国内最大級



DME工法による処理実績

・拠点型設備

国内拠点 **4施設** (グループ外拠点含む)
 処理量累計 **70万t以上** (2022.3月末)

・現地設備

2017年3月開始

表 現地DME処理実施例

案件	場所	処理土量 (m ³)	対象物質(溶出量 mg/L)			期間	発注者	
				基準値	処理前 (最大)			浄化土 (平均)
A	関東	3,866	F	0.8	3.8	0.1	3か月	民間
B	中国	14,290	As	0.01	0.025	<0.005	4か月	民間
C	中部	4,956	F	0.8	1.0	0.19	2か月	公共

エコシステム花岡



秋田県
大館市

- ・汚染土壌処理業
許可取得全国初
- ・国内最大級



乾式磁力選別処理

DIME

Dry Magnetic Extraction Method

乾式磁力選別処理

～汚染土壌から重金属を分離する技術～

PAT. 特許取得工法 5647371号 他

■ NETIS掲載期間 (2016.12-2022.3) KT-160113-A



DOWAエコシステム

お問い合わせ先

〒101-0021

東京都千代田区外神田4丁目14番1号 秋葉原UDX22階

DOWAエコシステム(株) ジオテック事業部

TEL: 03-6847-1232 FAX: 03-6847-1241

担当 野崎 (nozakij@dowa.co.jp)

DME技術は、秋田での自社工場、オンサイト処理の他、
同業他社様への技術供与（ライセンス契約）も行っております。



motivate our planet

DOWAエコシステムは、
地球に生きる人々や企業が
「こうありたい」という想いを
見つけ、育て、実現していきます。