

7月12日  
2022年

# バイोजェット BioJet工法

“生化学の力”で汚染土壌を原位置浄化

**白岩建設株式会社**



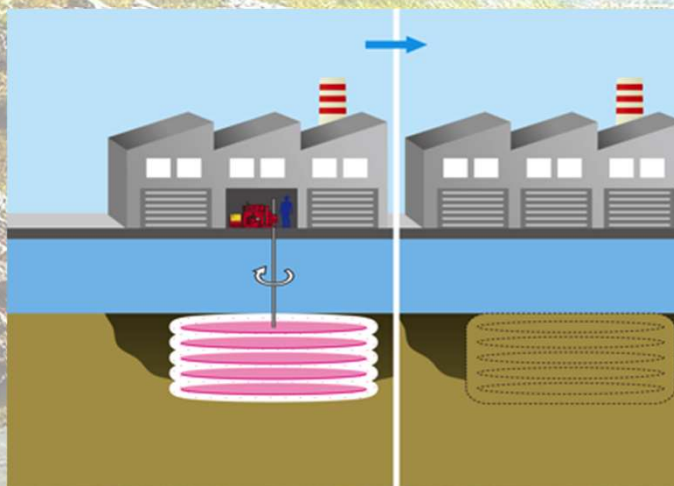
**ケミカルグラウト株式会社**  
CHEMICAL GROUTING CO.,LTD.

Copyright © 2022 CHEMICAL GROUTING CO.,LTD. All Rights Reserved.

# バイオジェット BioJet工法とは

**バイオジェット (BioJet®) 工法**  
※ 米国EOS Remediation, LLCとの  
共同開発工法 (特許技術)

- 地盤改良技術を応用し、  
生化学の力を活用させ地盤中の  
汚染土壌を浄化する工法
- 生化学とは生物の技術を利用した  
化学反応分野



2






# 本日の内容

---

- 土壌汚染の対策技術
- BioJet工法の浄化理論とその特徴
- BioJet工法の適用事例
- 持続可能な土壌汚染対策の実現に向けて



A scenic landscape photograph of a mountain valley. In the foreground, a calm lake reflects the surrounding scenery. The middle ground features a dense forest of evergreen trees and patches of yellow wildflowers. In the background, majestic mountains with snow-capped peaks rise against a clear blue sky. The overall scene is peaceful and natural.

# 土壌汚染の対策技術

# 土壌汚染の対策技術

- 土壌の3Rを考慮した土壌汚染対策

東京都条例の対策では  
措置方法の選択理由を記載

## 土壌の3R

**Reduce**

：土壌の場外搬出入量の削減

**Reuse**

：土壌の資源活用（適正な管理の下での盛土利用等）

**Remediation**：原位置浄化、現場内浄化等





# 土壌汚染の対策技術

- 土壌の3Rを考慮した土壌汚染対策

「**土壌の3R**」を意識して対策計画することが必要  
⇒ **経済面、社会面、環境面**に配慮された対策

「**持続可能な土壌汚染対策**」

# 土壌汚染の対策技術

対策の8割が掘削除去

⇒土壌汚染の浄化≒全量掘削除去

• 土壌汚染対策の現

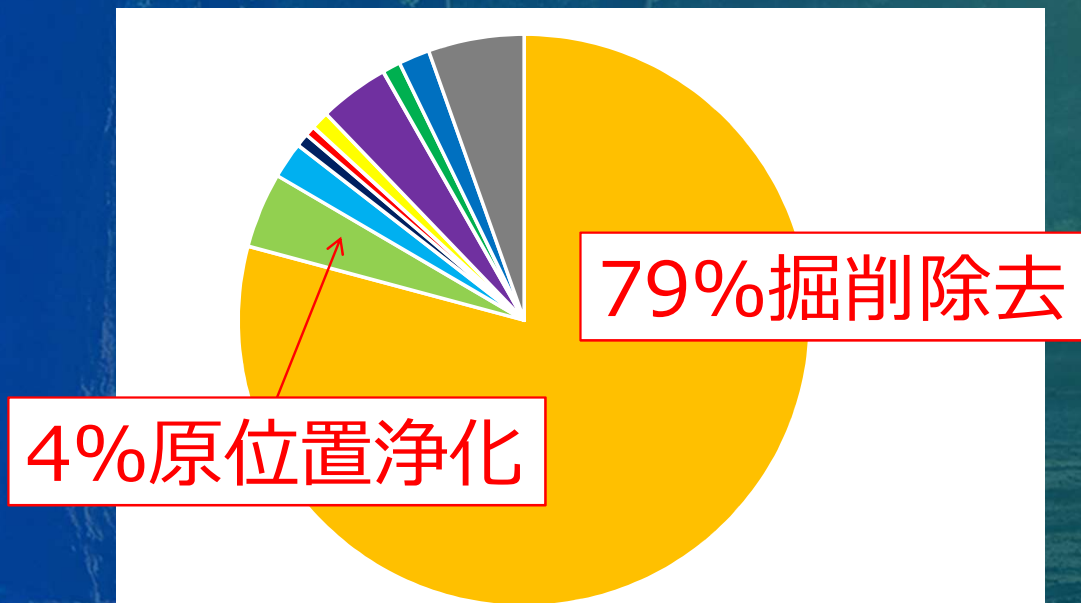


図 実施措置の種類(R2年度)

措置の種類	実施件数
掘削除去	540
原位置浄化	29
舗装	27
水質の測定	17
ほか	69

# 土壌汚染の対策技術

- 土壌の3Rを考慮した土壌汚染対策

掘削除去 埋戻し土の採掘

多くの工事車両

掘削

掘削後

埋め戻し

基準に適合する  
土壌（適合土）

地下水の流れ

汚染土壌の処理

## 【掘削除去】

経済面：処理費が**高価**

社会面：交通量の**増加**

環境面：埋戻し土の採掘



# 土壌汚染の対策技術

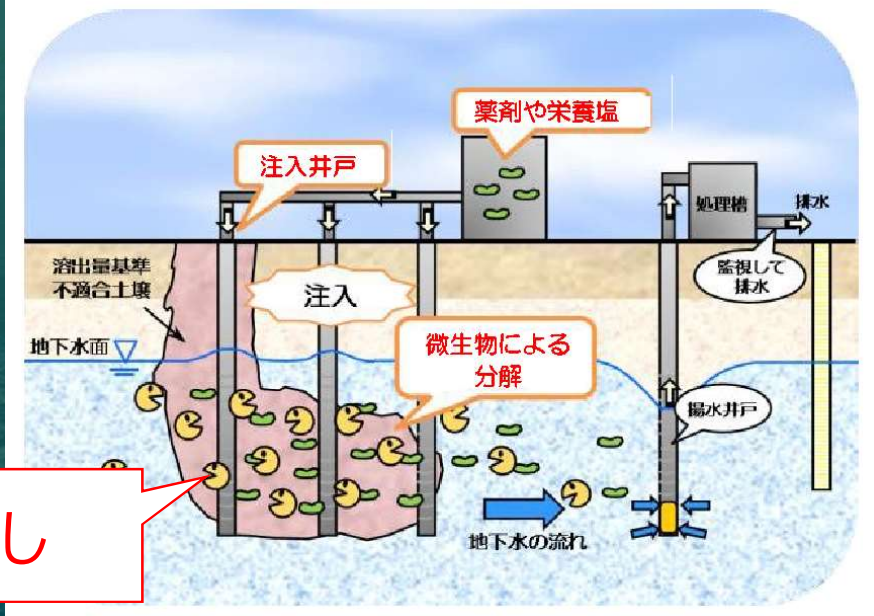
- 土壌の3Rを考慮した土壌汚染対策

## 【原位置浄化】

経済面：掘削除去より**安価**  
社会面：周囲影響が**微小**  
環境面：環境負荷が**微小**

土壌の掘削なし

## 原位置浄化（生物的分解）



# 土壌汚染の対策技術

## • 土壌の3Rを考慮した土壌汚染対策

【原位置  
経済  
社会  
環境

措置方法の検討（方法の変更）

掘削除去 ⇒ **原位置浄化**

「土壌の3R」の推進

**R e d u c e** : 場外搬出入量の削減

**Remediation** : 原位置浄化



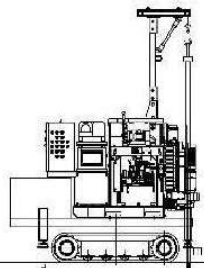




# BioJet工法の浄化理論とその特徴

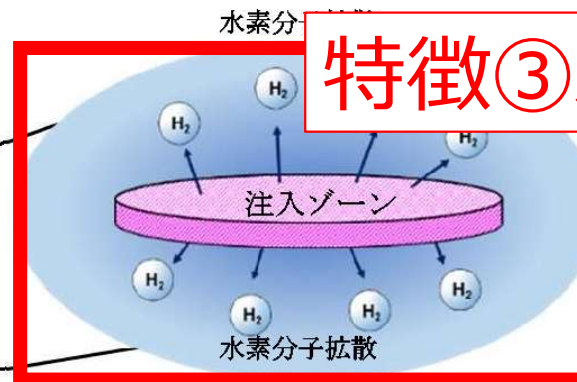
# BioJet工法の浄化理論

## 特徴①小型機械

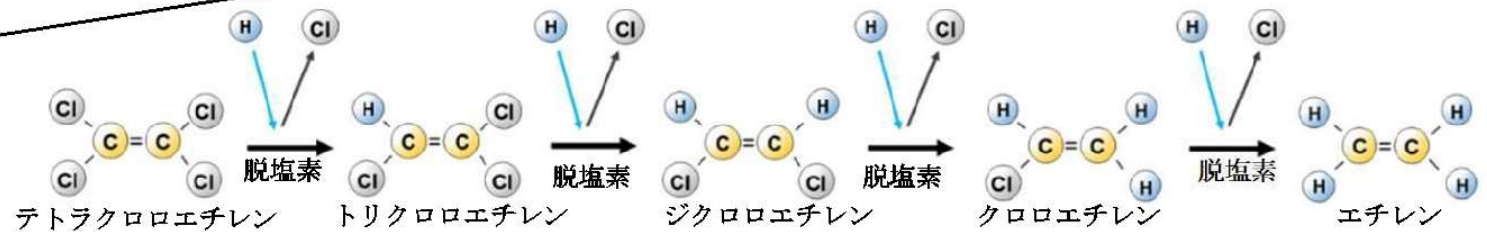


小型施工機

## 特徴③水素分子拡散



水素拡散概



## 特徴②広範囲にスリット状の注入



# BioJet工法の浄化理論

小型機械で施工

スリット状に注入

水素の分子拡散

微生物の活性化

VOC浄化

# BioJet工法の特徴①



特徴① 小型の機械で施工

作業スペース：10m<sup>2</sup>

天井高さ：～3.5m

**建物内で浄化工事可能！！**



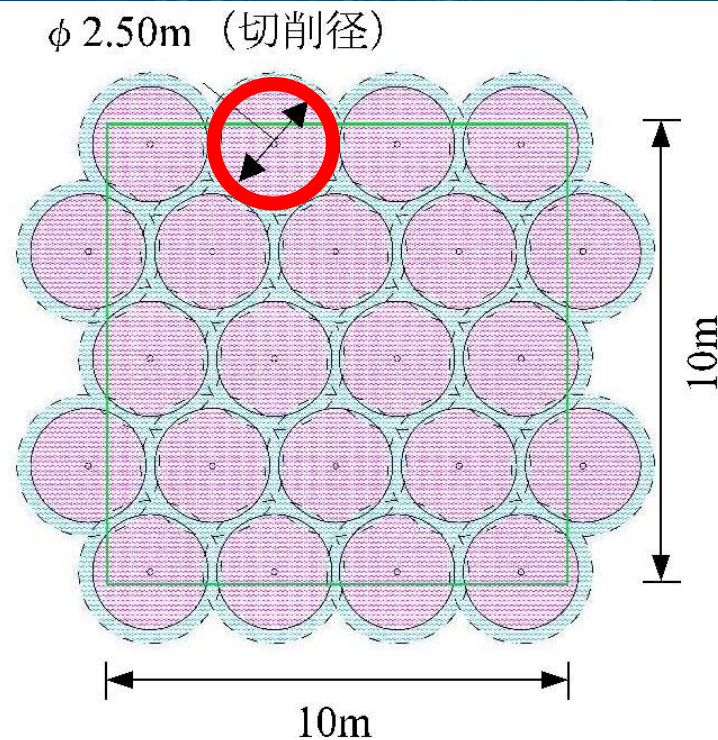
# BioJet工法の特徴①

より小さい機械も選択可



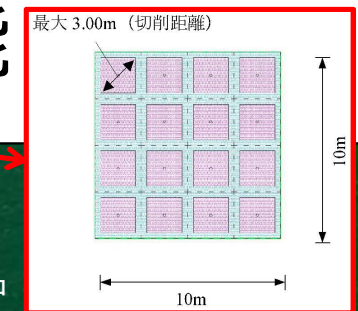


## BioJet工法の特徴②



基本的な円形浄化体の配置：22 本

特徴② 広範囲にスリット状の注入  
一度の施工で大きな浄化体を作成  
直径2.5～5.0mの任意設定可能  
土壌汚染対策法に対応した  
**矩形(四角)配置**も可能

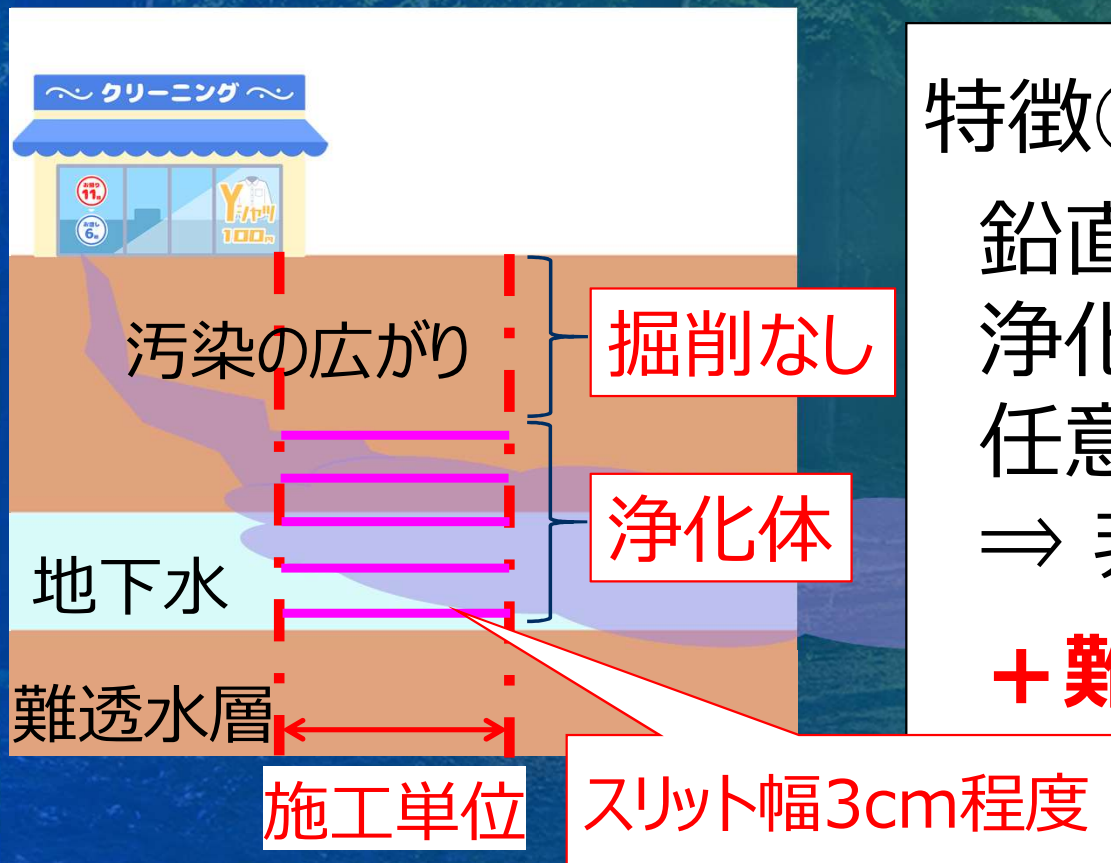


16

矩形配置：特許出願中

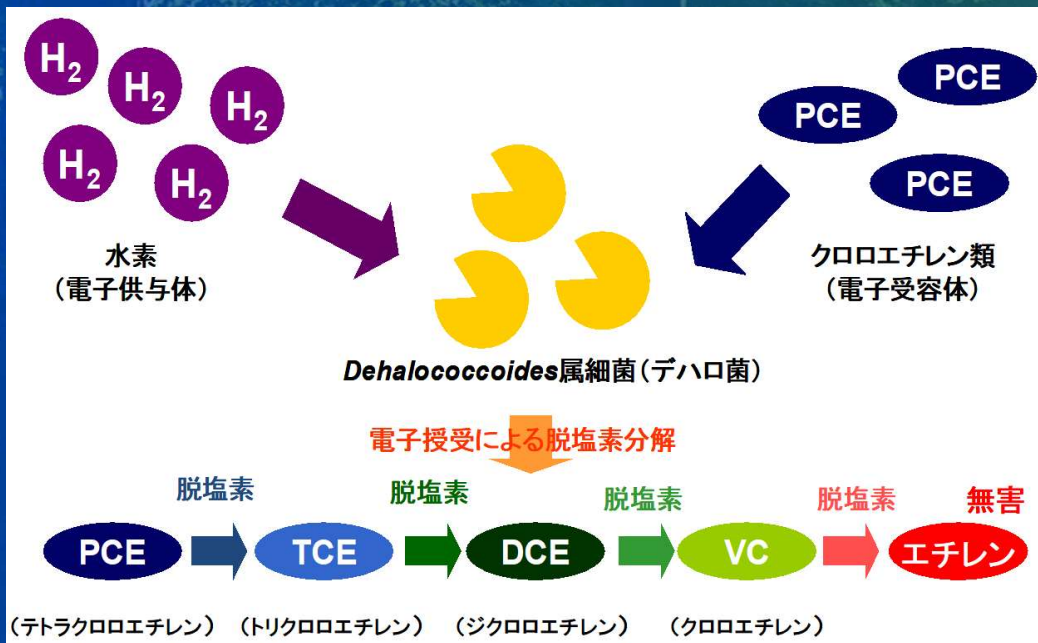


## BioJet工法の特徴②



特徴② 広範囲にスリット状の注入  
鉛直に25～30cm間隔で  
浄化剤を注入  
任意の深度で浄化可能  
⇒ 非汚染範囲を乱さない  
**+ 難透水層でも浄化可能！！**

# BioJet工法の浄化理論(特徴③)



## 特徴③ 水素の分子拡散

浄化剤から**徐々に**水素を放出  
水素が微生物を活性化  
脱塩素反応によりVOCを無害化

**一度の注入で長期間持続**

脱塩素反応



# BioJet工法の特徴(施工条件)

施工場所  
小型施工機(狭隘スペースOK)

注入ライン~100m

薬剤プラント：約100m<sup>2</sup>  
大型車の通行が必要  
車上プラントも可能

汚染の広がり

地下水  
難透水層

# BioJet工法の特徴(適用性)

特定有害物質の種類	適用の可否
テトラクロロエチレン	○
トリクロロエチレン	○
1,1,2-トリクロロエタン	○
1,1,1-トリクロロエタン	○
1,2-ジクロロエチレン	○
1,1-ジクロロエチレン	○
1,2-ジクロロエタン	○
クロロエチレン	○
四塩化炭素	○
ジクロロメタン	○
1,3-ジクロロプロペン	○
ベンゼン	—

## 【浄化対象】

主にエチレン系のVOC

※事前に適用性試験が必要

## 【浄化期間（目安）】

1,2-ジクロロエチレン換算で  
数十倍の濃度であれば

**約1～2年**で環境基準以下

※事前に適用性試験が必要





# BioJet工法の適用事例

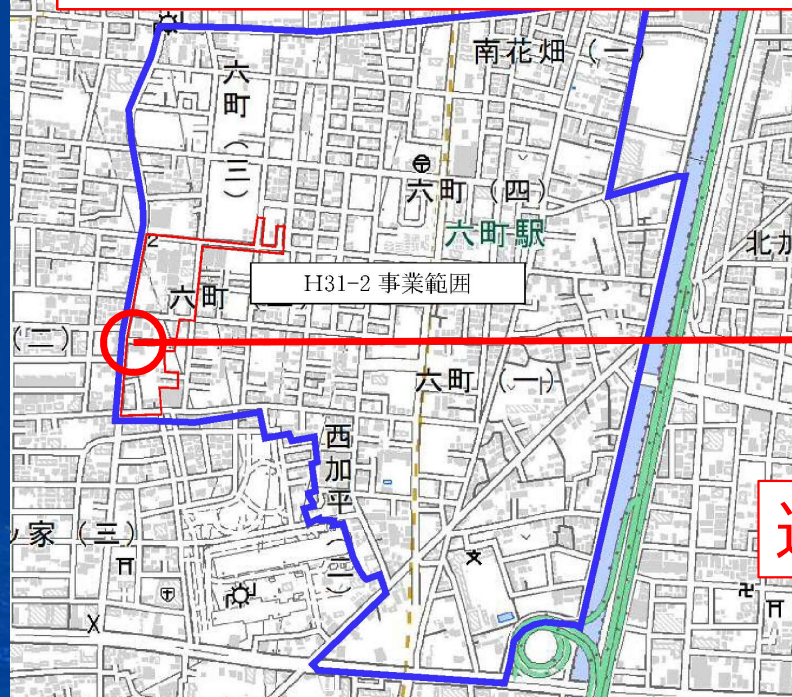


# BioJet工法の適用事例(六町)

## 【工事事例】

東京都市計画事業六町四丁目付近土地区画整理事業  
土壌処理工事（2六町-24）

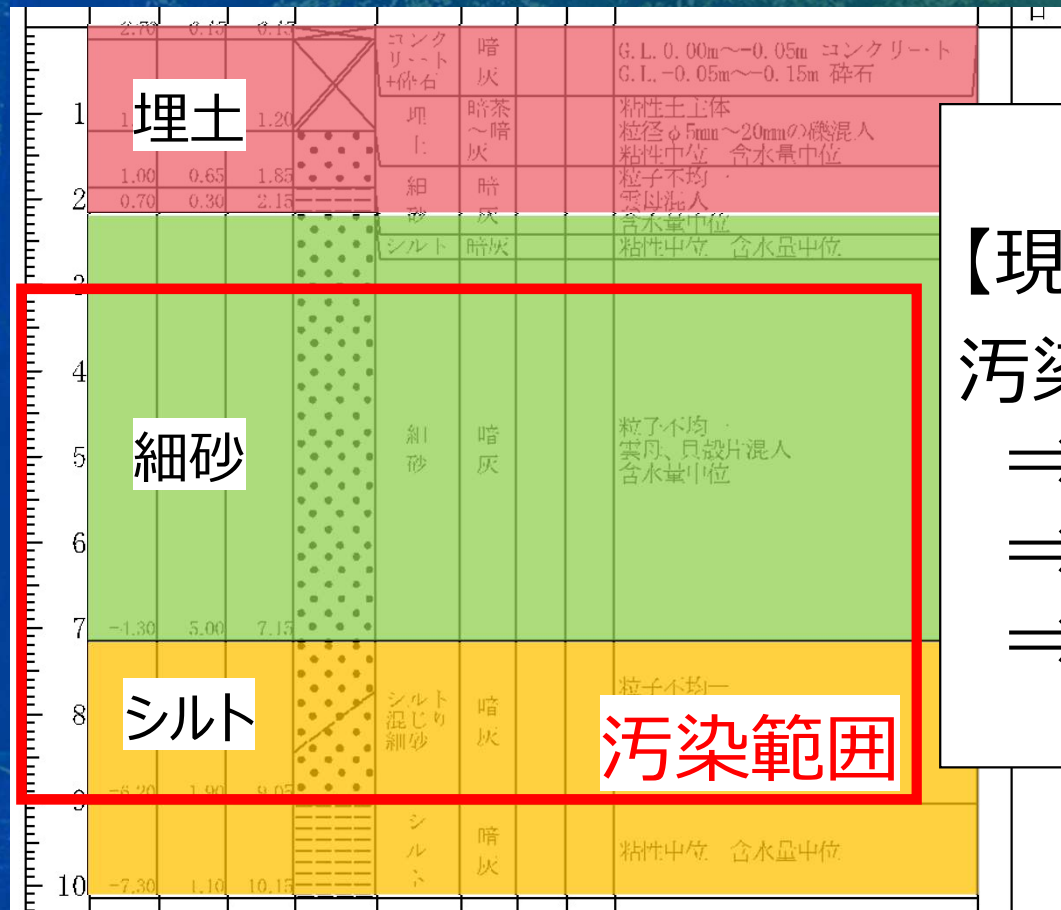
現地状況



過去に特定有害物質を使用等する作業所があった



# BioJet工法の適用事例(六町)



## 【現場条件】

汚染深度が深い + 地下水汚染あり

⇒ 「土壌の3R」を考慮した対策

⇒ 全量掘削除去 < **原位置浄化**

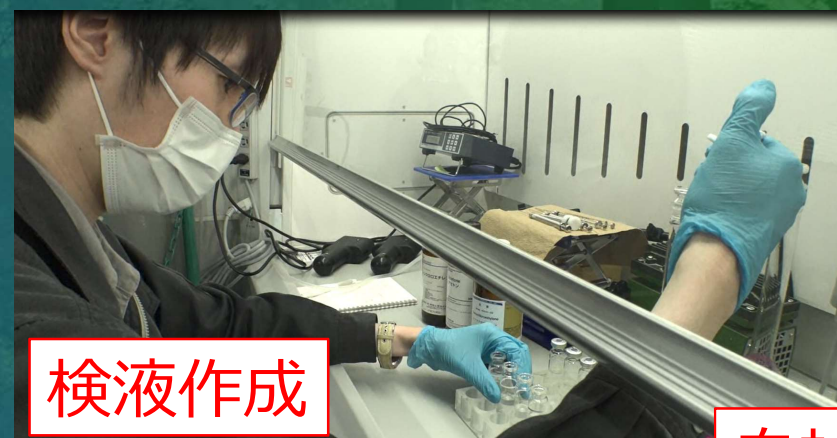
⇒ BioJet工法を提案

# BioJet工法の適用事例(六町)





# BioJet工法の適用事例(六町)



自社分析室





# BioJet工法の適用事例

- 利用中施設内での工事

元々の技術である地盤改良工事では  
様々な条件での施工実績あり

地下鉄構内、操業中工場内、トンネル 等

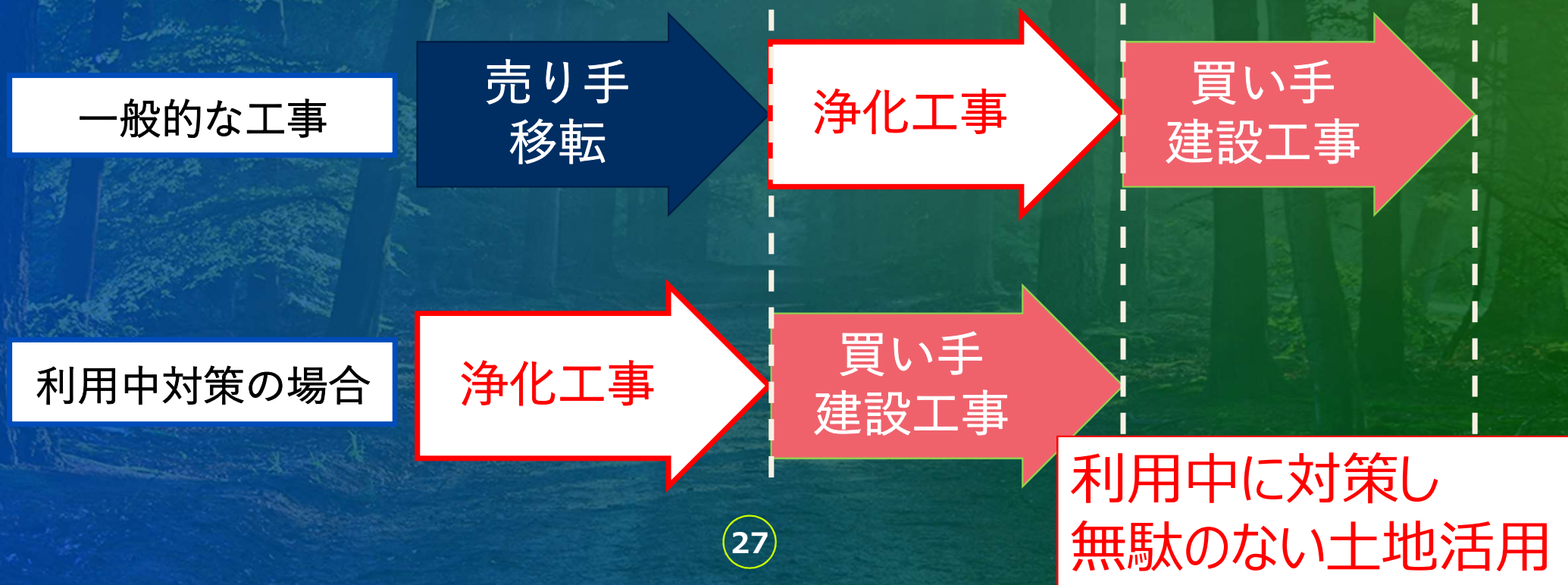
店舗内など**狭隘な場所**での検討が可能  
クリーニング店、ガソリンスタンド等





# BioJet工法の適用事例

- 利用中の対策で円滑な土地活用も可能



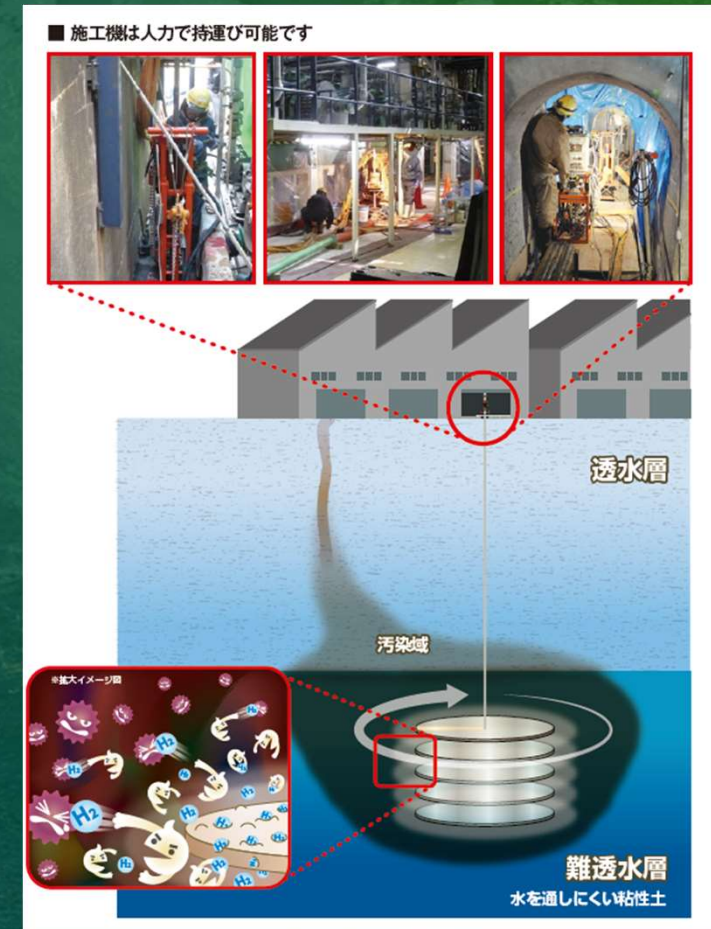
# BioJet工法の適用事例

- 深層部に広がった汚染の浄化  
地下数十メートルでも施工が可能  
ボーリング作業が可能であればOK

原位置浄化で対応困難な  
難透水層でも浄化が可能

水の移動が乏しくても  
広範囲に浄化剤を行きわたらせ、かつ、  
水素の分子拡散により浄化が可能

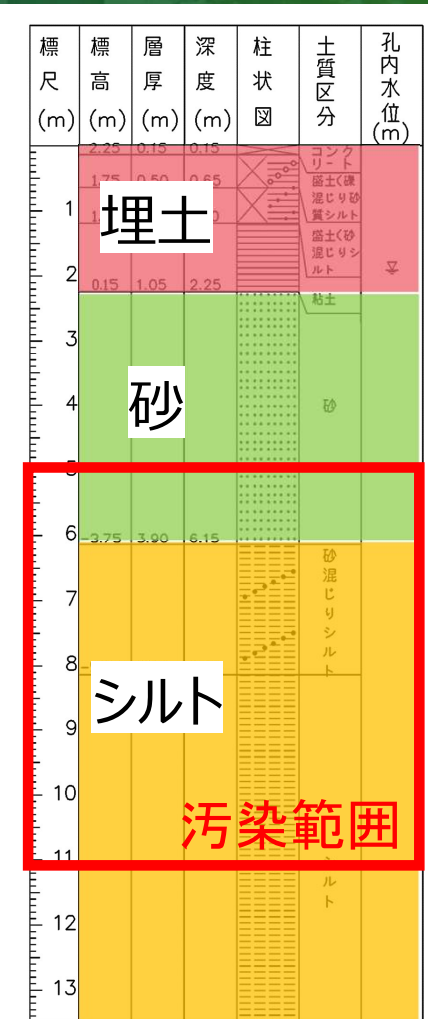
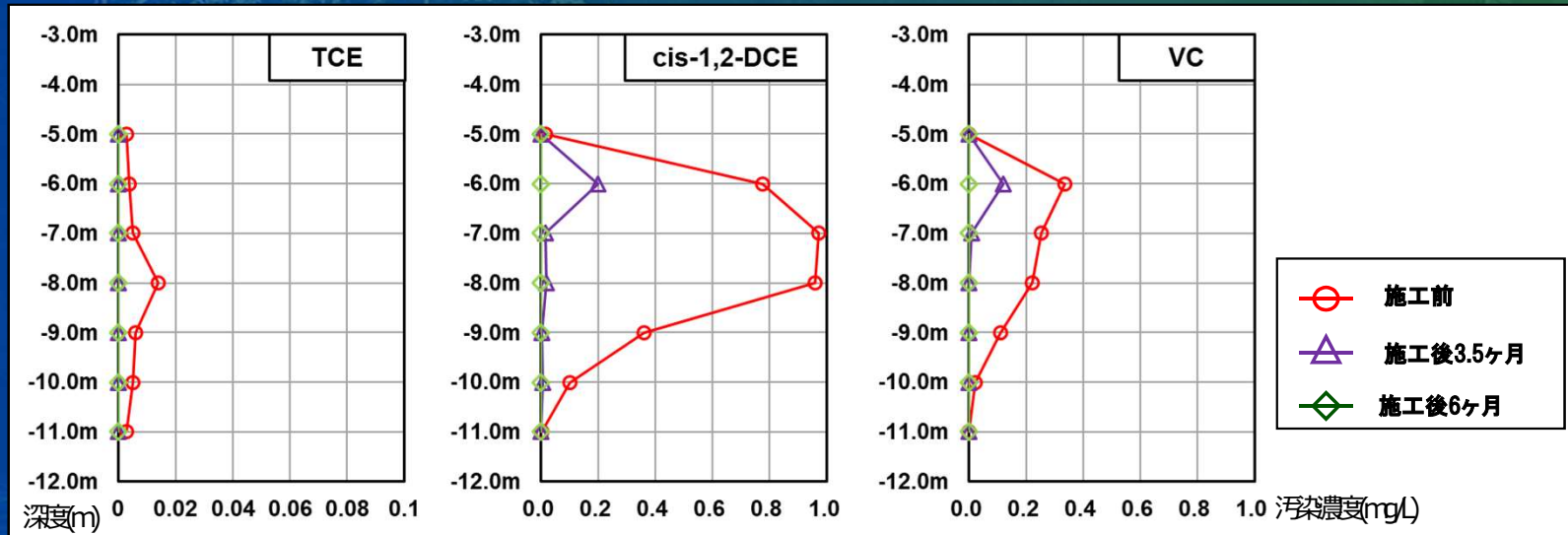
28





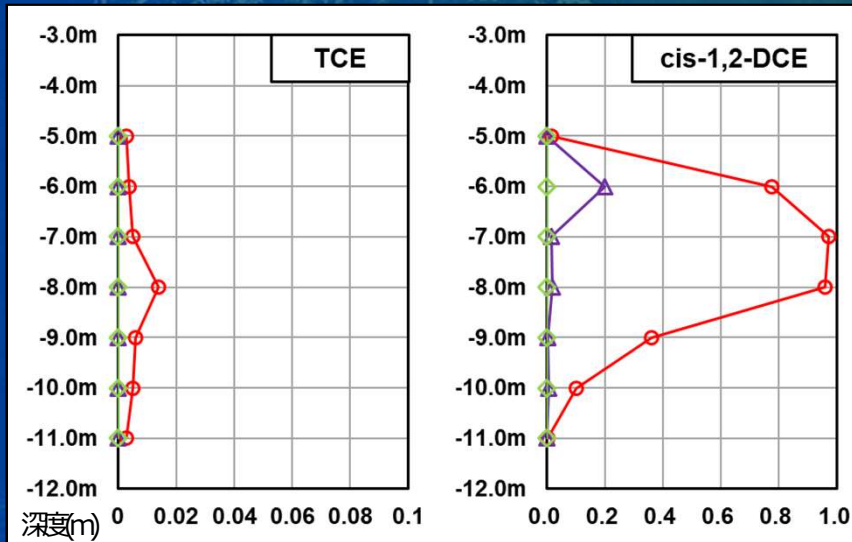
# BioJet工法の適用事例

- 実施工事 浄化事例  
浄化対象：砂層、粘性土層



# BioJet工法の適用事例

- 実施工事 浄化事例  
浄化対象：砂層、粘性土

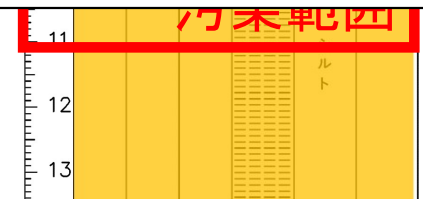


高濃度の1,2-ジクロロエチレンを  
(約1.0mg/L)

施工後**6か月目**で

環境基準以下まで浄化

標尺 (m)	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状図	土質区分	孔内水位 (m)
2.25	0.15	0.15			コング	







# 持続可能な土壌汚染対策の実現に向けて

---

# 持続可能な土壌汚染対策の実現に向けて

## 【原位置浄化の利点】

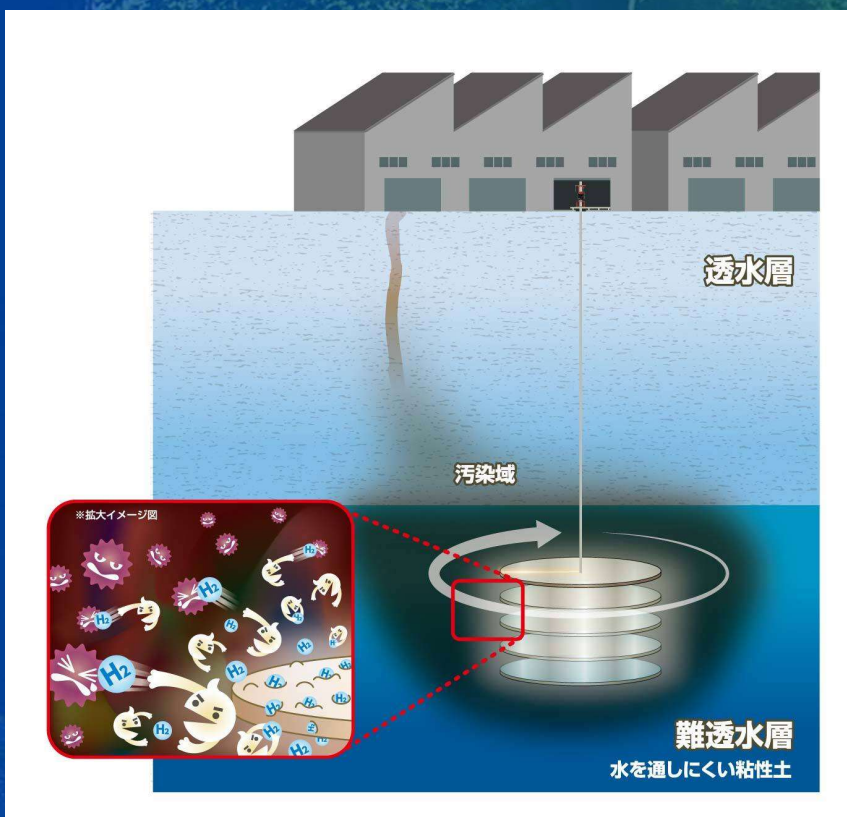
- ・掘削除去より**安価**
- ・土壌を掘削しない ⇒ **環境負荷が小さい**

## 【原位置浄化(従来方式)の課題】

- ・土質を選ぶ(地下水の流れがないと**原則NG**)
- ・浄化期間が長い
- ・定期モニタリングが必要(土対法では、浄化後2年間)



# 持続可能な土壌汚染対策の実現に向けて



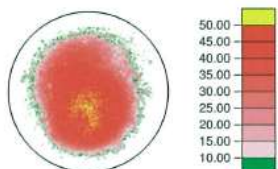
## 【BioJet工法】

今まで浄化が難しいとされてきた  
難透水層のVOC汚染

⇒ **ウォータージェットの力**  
+ **水素の分子拡散** で解決

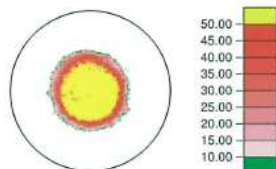
# 持続可能な土壌汚染対策の実現に向けて

従来工法のモニター



流線形状

新規開発の特殊モニター



動圧形状

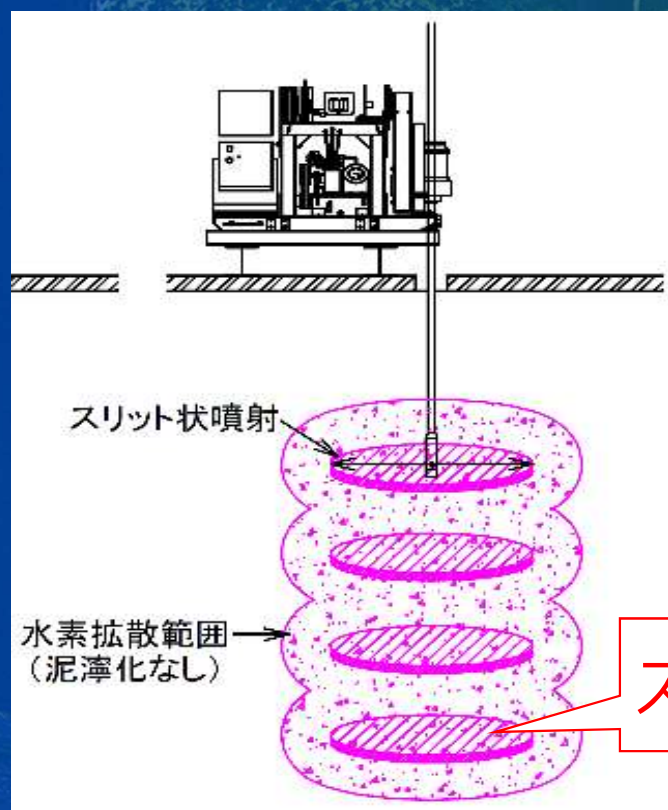
【ウォータージェットのパワー】

弊社独自の地盤改良技術

⇒ **原位置浄化**へ応用



# 持続可能な土壌汚染対策の実現に向けて



## 【ウォータージェットの力】

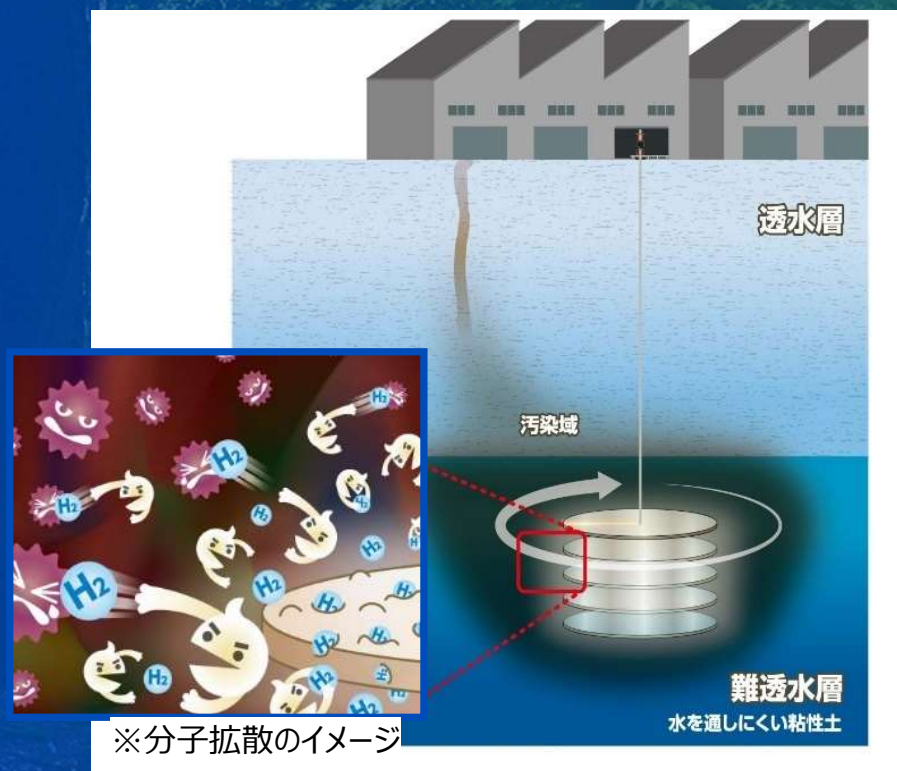
浄化剤をスリット状に注入

⇒ 地盤の**泥濘化**を防ぐ

⇒ 発生汚泥量の**削減**

**(従来方式の1/5以下)**

# 持続可能な土壌汚染対策の実現に向けて



## 【水素の分子拡散】

新たに解明した水素の  
分子拡散現象

⇒ **難透水層の浄化可能**

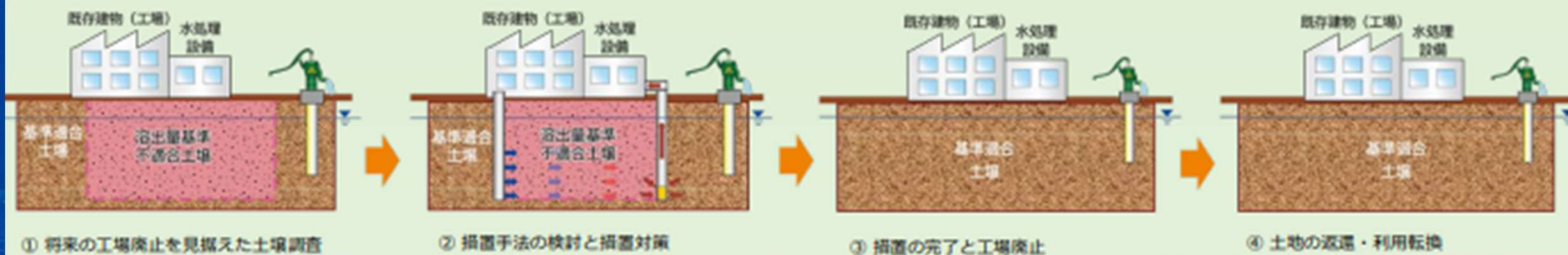
※浄化剤原液の地中添加量は  
浄化体積の0.5%程度



# 持続可能な土壌汚染対策の実現に向けて

- 利用中対策で円滑な土地活用が可能  
BioJet工法は早期着手、早期解決が可能です。  
⇒ **売却前の浄化が可能**、きれいな土地で取引OK

(例) 対策工事を早期に実施し、汚染浄化後に土地を売却



# 持続可能な土壌汚染対策の実現に向けて

## BioJet工法 「土壌の3R」

**R e d u c e** : 掘削除去の1/10以下

**R e u s e** : 排泥等の再利用可

**Remediation** : 浄化体積に対し、  
僅か0.5%の浄化剤添加で浄化





# 持続可能な土壌汚染対策の実現に向けて

## 環境

土中に生息する微生物を利用  
汚染土を搬出しない

## BioJet工法

経済面、社会面、環境面への配慮

## 経済

土地の維持管理費を抑えられる  
土地の資産価値の向上

## 社会

工場の稼働を止めない  
土地の利活用

# 持続可能な土壌汚染対策の実現に向けて

## 環境

土中に生息する微生物を利用  
汚染土を搬出しない

## 経済面

場外処理量削減

⇒ 浄化費用を低減

利用中の浄化

⇒ 土地資産価値の向上

## 経済

土地の維持管理費を抑えられる  
土地の資産価値の向上

工場の稼働を止めない  
土地の利活用



# 持続可能な土壌汚染対策の実現に向けて

## 環境

土中に生息する微生物を利用  
汚染土を搬出しない

## 環境面

小型機械の使用

⇒ エネルギー使用量削減

浄化剤(食品由来の植物油)

⇒ 環境負荷 小

土中微生物の利用

⇒ 土中環境の保全

## 経済

土地の維持管理費を抑え  
土地の資産価値の向上

# 持続可能な土壌汚染対策の実現に向けて

## 社会面

工場稼働を止めない  
売却前の浄化

⇒ 土地利活用 向上  
⇒ ブラウンフィールド化の回避

### 経済

土地の維持管理費を抑えられる  
土地の資産価値の向上

### 社会

工場の稼働を止めない  
土地の利活用



# 持続可能な土壌汚染対策の実現に向けて

基準不適合土壌による健康被害防止



## 環境面

- ・対策による環境負荷  
(エネルギー使用 (CO<sub>2</sub> 排出)、  
自然環境や大気環境への影響、  
資源消費・廃棄物発生等)

## 経済面

- ・対策・維持管理費用  
・土地の資産価値

## 社会面

- ・土地の利活用  
(ブラウンフィールド化の回避)  
・地域コミュニティや施設利用者  
等



持続可能な土壌汚染対策

## BioJet工法

⇒ 従来の原位置浄化では  
浄化困難な汚染に対応可  
+ 土地利用に付加価値



ご清聴ありがとうございました

---

白岩建設株式会社  
ケミカルグラウト株式会社

ケミカルグラウト(株)ホームページアドレス

<https://www.chemicalgrout.co.jp>