

～第19回土壤汚染処理技術フォーラム～

電気発熱法ハイブリッド浄化

電気発熱法を用いた原位置土壤地下水浄化による地下水汚染拡大の防止



事業統括本部 環境リスク部 佐藤徹朗

2025/01/29

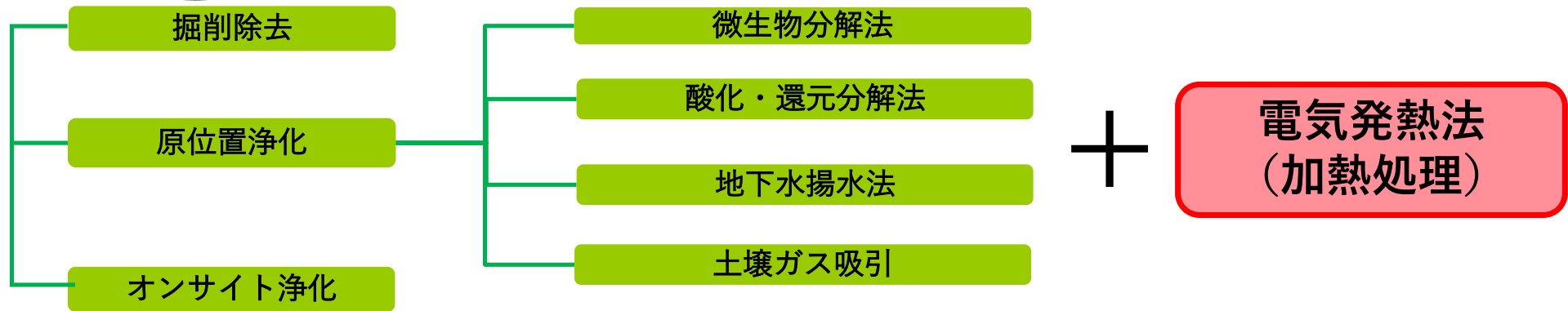


1. 原位置浄化技術の推移



土壌・地下水汚染浄化(フェーズⅢ)

原位置浄化の適用性拡大、确实性・信頼性向上に向けて



微生物分解法 (バイオスティミュレーション)



VOC・汚染対策用
栄養剤(K.O.シリーズ)



薬剤注入による原位置浄化

地下水揚水法



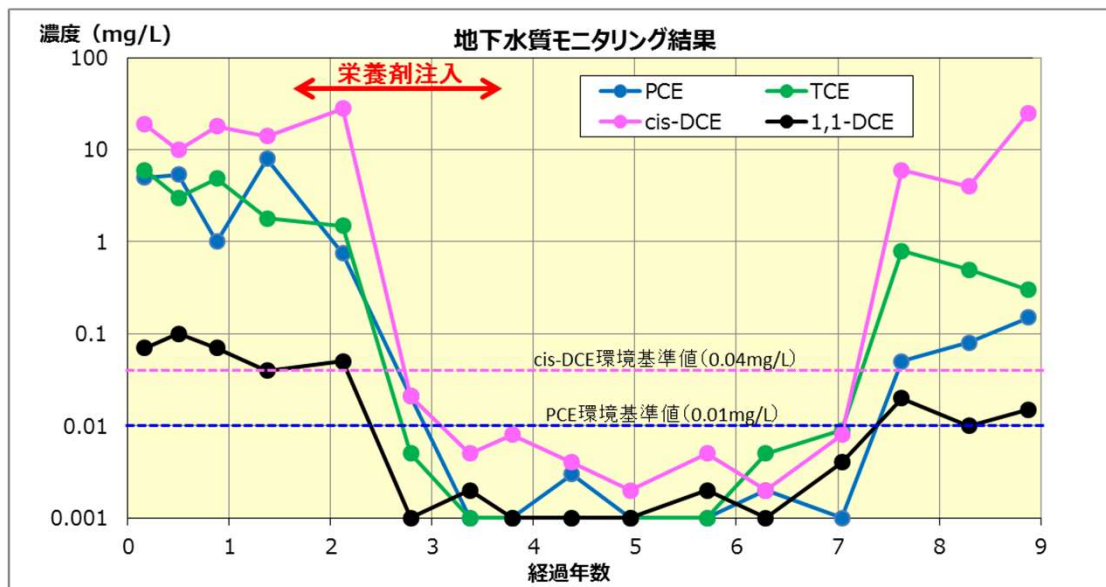
ウェルポイントによる対策

土壌ガス吸引法

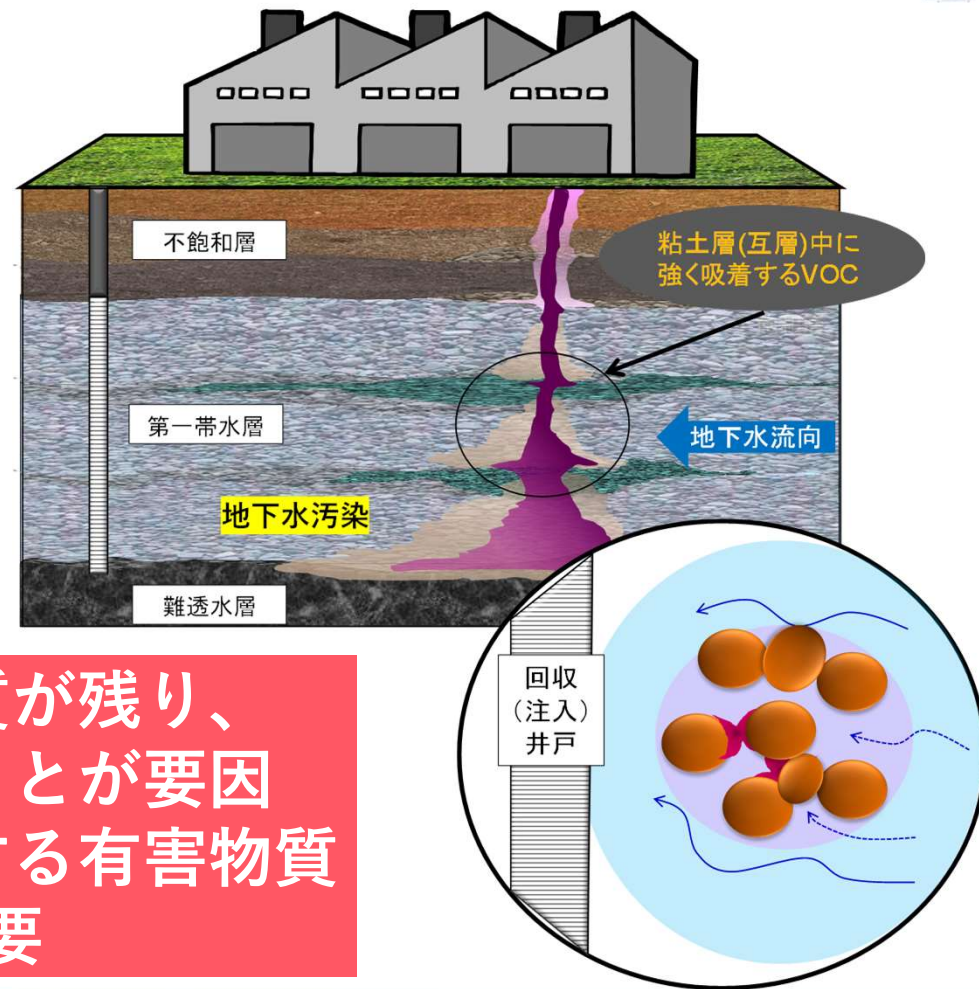




2. 原位置浄化における課題（= 対策終了後のリバウンド）



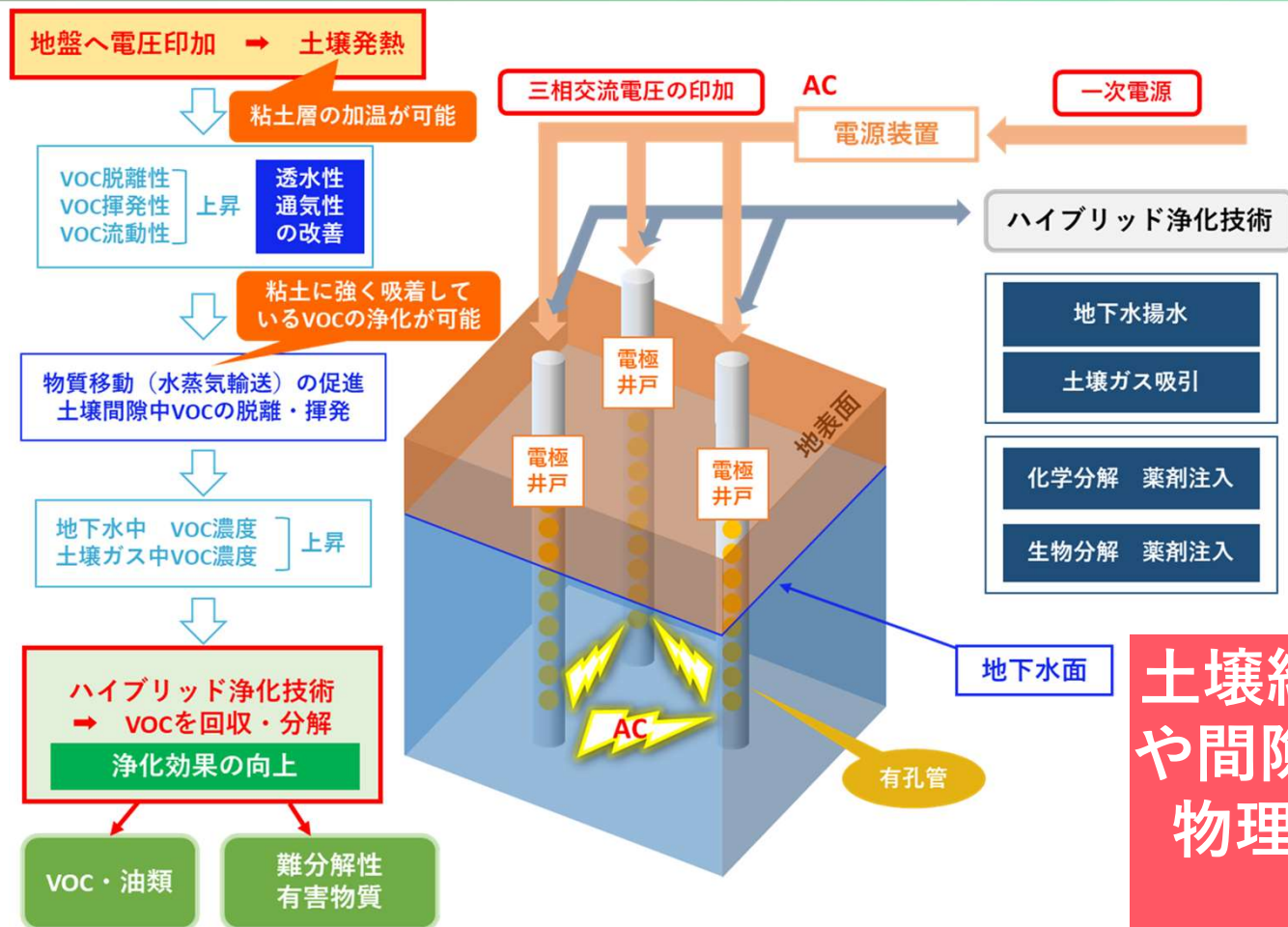
実サイトでのリバウンド事例



対策終了後も土壌細孔部に汚染物質が残り、
時間をかけて地下水に移行することが要因
粘土やシルト等の土壌細孔部に存在する有害物質
を確実に取り除くことが必要



3. 電気発熱法の原理と効果



- 地盤に電極井（φ40mm程度の鋼管）を3～5m間隔に配置～均等である必要はない～
- 電源装置で三相交流電圧（25～200V）を印加～通常の工場電源で通電可能～
- 電極間に電流が流れ、抵抗体となる土壌自体をジュール熱で昇温（30～90℃）する～高温の熱媒体は不要（安全）～

土壌細孔部に存在する有害物質や間隙水自体の移動性が高まり、物理回収や生物・化学分解も可能となる



4. 電気発熱法を用いたハイブリッド土壌・地下水汚染浄化

粘土やシルト等の土壌細孔部から土壌ガス中や地下水中に移行したVOC等を回収または分解することで、完全な土壌浄化を達成できる。

【電気発熱法ハイブリッド浄化】

- ・ 加温（50℃～90℃）による不飽和帯粘土層からのVOCのガス（水蒸気）回収
- ・ 加温（30～40℃）による微生物分解速度の上昇
- ・ 熱活性条件下（40～70℃）における過硫酸ナトリウム（熱活性過硫酸）によるVOC 1,4-ジオキサン、難分解物質の分解
- ・ 加温（40℃～60℃）帯水層に介在する粘土層に存在するVOCの揚水による回収

既存の浄化設備の利用、継続中の浄化対策を促進することも可能
～これまでの対策が無駄にならない～



5. 電気発熱法ハイブリッド浄化の特徴（省エネ、粘性土への適用性）

○特徴（他の加温法：ヒーターやスチームと比べると）

- ・ 電気抵抗の低い粘土層のほうが昇温しやすい(スチームでは加温が困難)
- ・ 熱伝導ではなく、土壌自体を発熱させるため均一に昇温できる
- ・ 印加電圧を調整することで、任意温度でのコントロールが可能
- ・ 熱効率が良く、昇温に必要な消費電力が熱伝導（ヒーター）と比べ小さい

○土壌浄化に対する効果

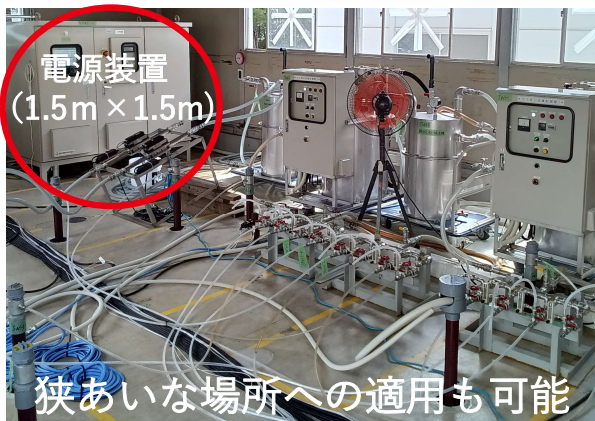
- ・ 土壌の細孔部に存在する汚染物質自体の地下水へ溶出や気化を促進
- ・ 加温によるガス圧の上昇、水の粘性低下・体積膨張、水蒸気輸送等による土壌間隙に存在する間隙水自体の移動性の向上
- ・ 至適温度にまで加温・保温することで、「微生物分解」、「化学反応」の促進

粘土層に浸み込んだVOCや難分解性物質に対する有効な浄化手法

6. 電気発熱法ハイブリッド浄化の特徴（狭あいな土地への適用性）

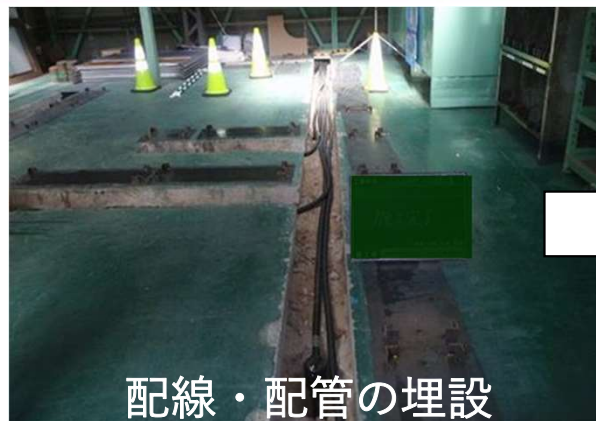


電極井戸設置

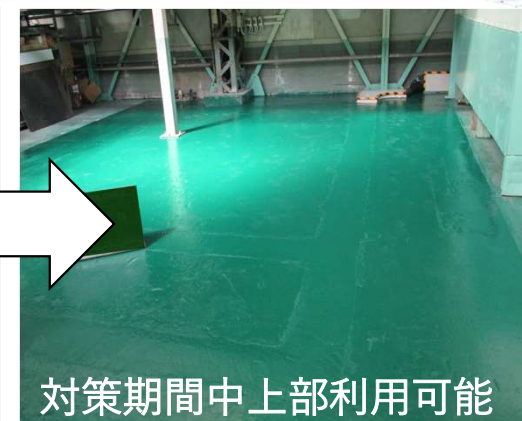


電源装置
(1.5m × 1.5m)

狭あいな場所への適用も可能



配線・配管の埋設



対策期間中上部利用可能



電極井戸設置

- ・ 電極井戸（ $\phi 40\text{mm}$ 程度の鋼管）は、自走式ボーリングマシンで設置（人力での打設も可能であり、狭あいな場所での浄化実績も多数あり）
- ・ 地下ピットや工場設備などの障害物を避けて設置することも可能（電極井戸は均等に配置できなくても、均一に加温することが可能）
- ・ 井戸・配線を埋設することで対策期間中の上部利用も可能
- ・ 電源装置・ガス回収装置等の設置スペース（最小 10m^2 程度）があれば実施可能（装置は全天候型で屋外に設置することも可能）
- ・ 10m区画の浄化に対し、工場で一般的に使用される電気容量（三相200V、100～200A程度→対策対象の層厚による）で浄化対策が可能



7. 電気発熱法ハイブリッド浄化の実績

| 浄化対象物質 | 件数 | ハイブリッド工法 |
|--------------------------|----|---|
| ベンゼン (トルエン・キシレン) | 7 | ガス吸引:6件 熱活性過硫酸：1件 |
| 塩素化エチレン類 (クロロエチレンも含む) | 15 | ガス吸引:5件 ガス吸引+揚水：4件 揚水：1件 バイオスティミュレーション：4件 熱活性過硫酸：1件 |
| 1,4-ジオキサン | 2 | ガス吸引（水蒸気回収）：2件 |

2025年1月現在稼働中のサイト：3サイト（4エリア）

ご清聴ありがとうございました。



情報をつなげる力で、
人・社会・地球の未来をデザインする

