令和8年11月18日

# ISOTEC（pHニュートラルフェントン法）を用いた原位置浄化技術

## ～ＶＯＣ不飽和帯汚染域の浄化～

**株式会社テラサーモアジア**

**○ブラーツ（湊）初枝**

TERRATHERM ASIA

# 説明項目

1. ISOTEC（pHニュートラルフェントン法）とは
2. 技術提案条件 と 施工イメージ図
3. 使用する機器類と施工状況
4. 適用条件
5. 地層条件と汚染条件に対する適用性
6. 施工イメージ断面図と注入管の配置
7. 施工例（不飽和帯対応）
8. 技術優位性の説明（使用薬剤について）

# 1. ISOTEC（pHニュートラルフェントン法）とは

## 改良型フェントン試薬を用いた土壌浄化技術

●飛躍的に特殊高性能化したフェントン反応剤である
「pHニュートラルフェントン溶液」 を使用

⇒ 土壌・地下水中に注入 や バックホー等で攪拌
⇒ 原位置にて化学的に浄化 （従来型に比べ**浄化剤反応期間が圧倒的に長い**）

※・ 米国から20年以上前に導入した技術で、国内外で1,000件以上の実績があり
・ 環境省 平成14年度の『**地下水浄化汎用装置開発普及等調査**』の公募に採用された技術

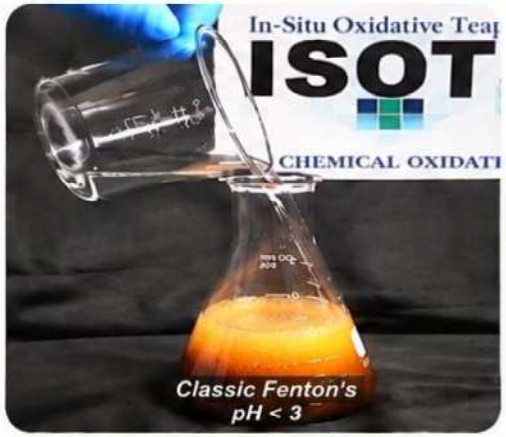
●従来のフェントン試薬による汚染物質の除去は、強酸の試薬を使用
（地盤を酸性化させる）

⇒ 「pHニュートラルフェントン溶液」は従来の欠点を改良し、
どのようなpH条件下でも使用可能

# 従来フェントン法




① 反応前 (pH < 3)




② 反応中 (pH < 3)

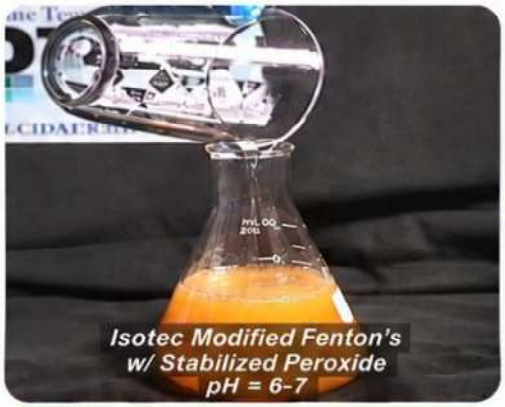



③ 5分経過後 (pH < 3)

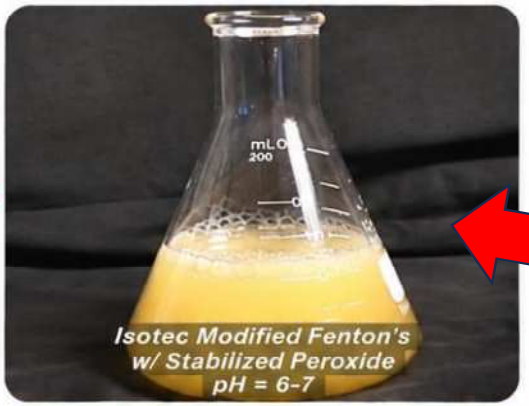
# ISOTEC pHニュートラルフェントン®




① 反応前 (pH = 6～7)




② 反応中 (pH = 6～7)




③ 5分経過後 (pH = 6～7)

反応持続

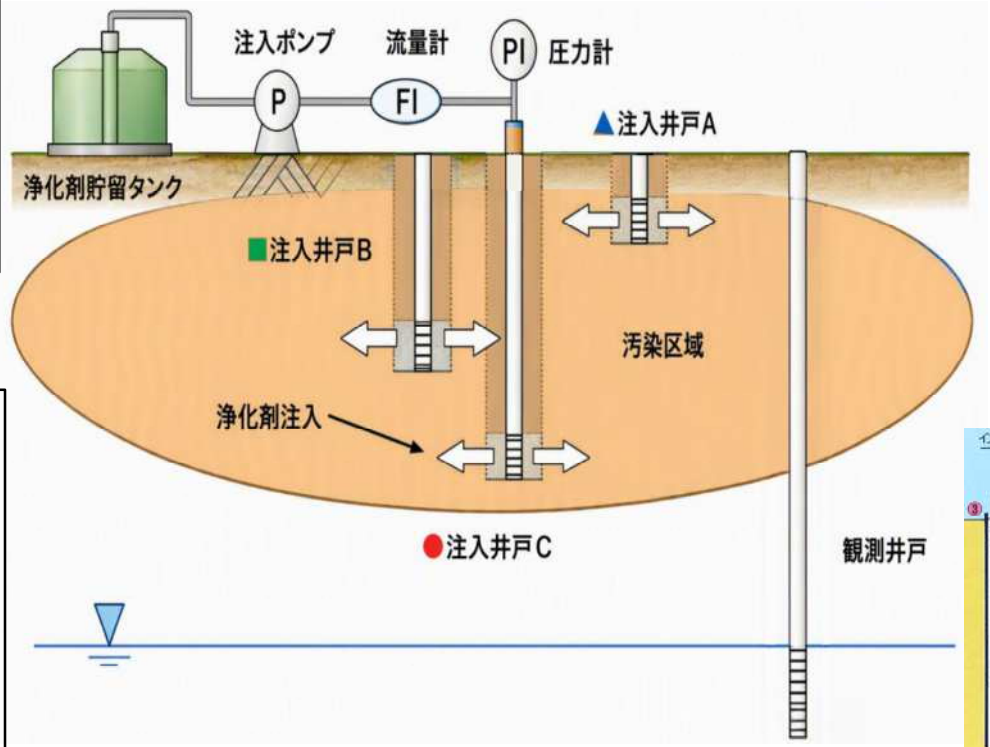
# 2. 技術提案条件 と 施工イメージ図

● 区域解除を目的としない
VOCs ／ 第二溶出量超過

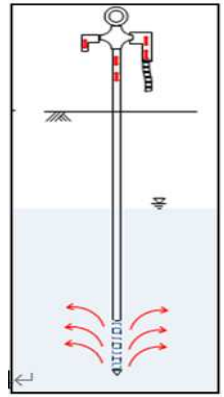
⇒「**要管理区域相当**」
とすることを目的とした提案
（**完全浄化も可**）

● **浅深度の不飽和帯が浄化対象**
注入方式にはさまざまな手法あり

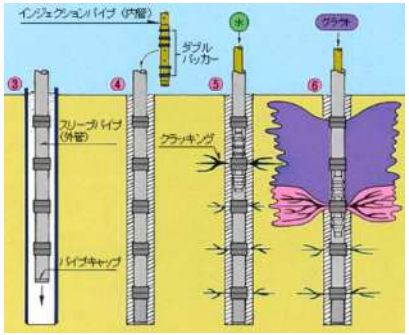
⇒ 条件に合致した最も低コストで
合理的な施工が可能※な
「**井戸注入方式**」を提案
※ 薬剤反応持続時間が長いため可能




「 井戸注入方式（深度別にストレナー設置）」



ロッド注入方式のイメージ




大深度の場合の注入イメージ
（ダブルパッカー注入方式）

# 3.使用する機器類と施工状況



浄化剤貯留タンク



ダイアフラム式ポンプ



プラント全景



触媒調合タンク



注入井戸口元



施工状況(注入)



施工状況(注入管設置)

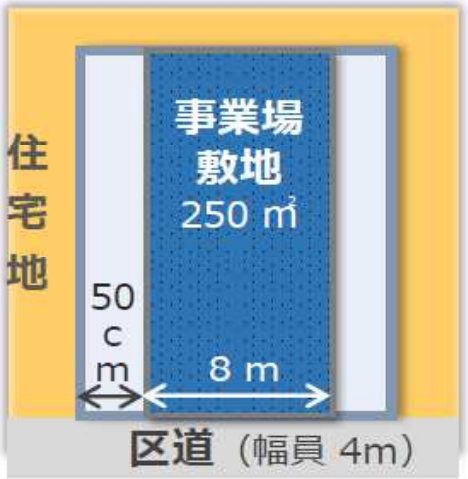
# 4. 適用条件　その1（土地形状　/　廃業後）

- 廃業後のモデル　⇒　可能　------　稼働中でもボーリングマシンの設置できれば可能

  施工条件として、2～5mの間隔で注入井戸の設置ができれば施工可能（小型ボーリングマシンを使用）

  ⇒　土地形状として下記のすべての条件で適用可能

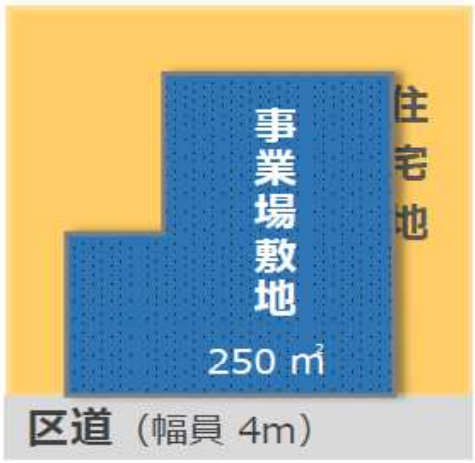
土地形状の想定（①～④）




① 周辺が住宅に囲まれ、住宅との間隔は50ｃｍ程度（未舗装地）で近接する




② 旗竿地のように間口が狭く、周辺建物が近接する




③ 主に洗濯業のように間口より奥行が広い長方形の狭あい地




④ 周辺が住宅地や商業施設に囲まれ、幅4mの区道に接道している

# 4. 適用条件その2（土層・汚染）

● 地層条件について

薬液を地盤中に浸透注入する技術であり、

透水性の良くない地盤では十分な浄化効果は得られない

⇒ **土質としては砂層・砂礫層等の透水性地盤が基本となる**

● 汚染の状況

【 ケース⑰ 】

- 地下水位GL-3m
- 土壌汚染は水位まで
- 地下水汚染なし

【 ケース⑱ 】

- 地下水位GL-10m、
- 土壌汚染は水位より上
- 地下水汚染なし

ケース ⑰

| 深度 | VOCs (mg/L) |
|---|---|
| 表層 | 第二溶出量基準超過 |
| GL-0.5m | 第二溶出量基準超過 |
| GL-1m | 第二溶出量基準超過 |
| GL-2m | 第二溶出量基準超過 |
| GL-3m | 溶出量基準超過 |
| GL-4m | 基準適合 |
| GL-5m | 基準適合 |
| GL-6m | 基準適合 |
| GL-7m | 基準適合 |
| GL-8m | 基準適合 |
| GL-9m | 基準適合 |
| GL-10m | ND |
| 地下水 | ND |

ケース ⑱

| 深度 | VOCs (mg/L) |
|---|---|
| 表層 | 第二溶出量基準超過 |
| GL-0.5m | 第二溶出量基準超過 |
| GL-1m | 第二溶出量基準超過 |
| GL-2m | 溶出量基準超過 |
| GL-3m | 溶出量基準超過 |
| GL-4m | 第二溶出量基準超過 |
| GL-5m | 第二溶出量基準超過 |
| GL-6m | 溶出量基準超過 |
| GL-7m | 基準適合 |
| GL-8m | 基準適合 |
| GL-9m | 基準適合 |
| GL-10m | ND |
| GL-11m | ND |
| GL-12m | ND |
| GL-13m | ND |
| 地下水 | ND |

# 5. 土層条件と汚染条件に対する適用性

● **ケース⑰と⑱：**

最適な適用性

（**不飽和帯へ注入**なので、
薬剤の浸透性がよい）

※ 一旦、薬剤を注入して濃度が低下しても、土粒子に付着・浸透していた VOCが再溶出（リバウンド）することが一般的なので、通常、最低15日間程度のインターバルを置いて2～3回に分けて注入する

ケース ⑰

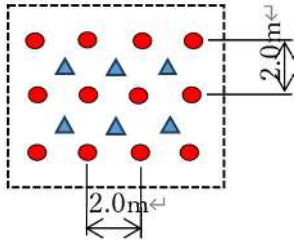
| 深度 | VOCs (mg/L) |
|---|---|
| 表層 | 第二溶出量基準超過 |
| GL-0.5m | 第二溶出量基準超過 |
| GL-1m | 第二溶出量基準超過 |
| GL-2m | 第二溶出量基準超過 |
| GL-3m | 溶出量基準超過 |
| GL-4m | 基準適合 |
| GL-5m | 基準適合 |
| GL-6m | 基準適合 |
| GL-7m | 基準適合 |
| GL-8m | 基準適合 |
| GL-9m | 基準適合 |
| GL-10m | ND |
| 地下水 | ND |

ケース ⑱

| 深度 | VOCs (mg/L) |
|---|---|
| 表層 | 第二溶出量基準超過 |
| GL-0.5m | 第二溶出量基準超過 |
| GL-1m | 第二溶出量基準超過 |
| GL-2m | 溶出量基準超過 |
| GL-3m | 溶出量基準超過 |
| GL-4m | 第二溶出量基準超過 |
| GL-5m | 第二溶出量基準超過 |
| GL-6m | 溶出量基準超過 |
| GL-7m | 基準適合 |
| GL-8m | 基準適合 |
| GL-9m | 基準適合 |
| GL-10m | ND |
| GL-11m | ND |
| GL-12m | ND |
| GL-13m | ND |
| 地下水 | ND |

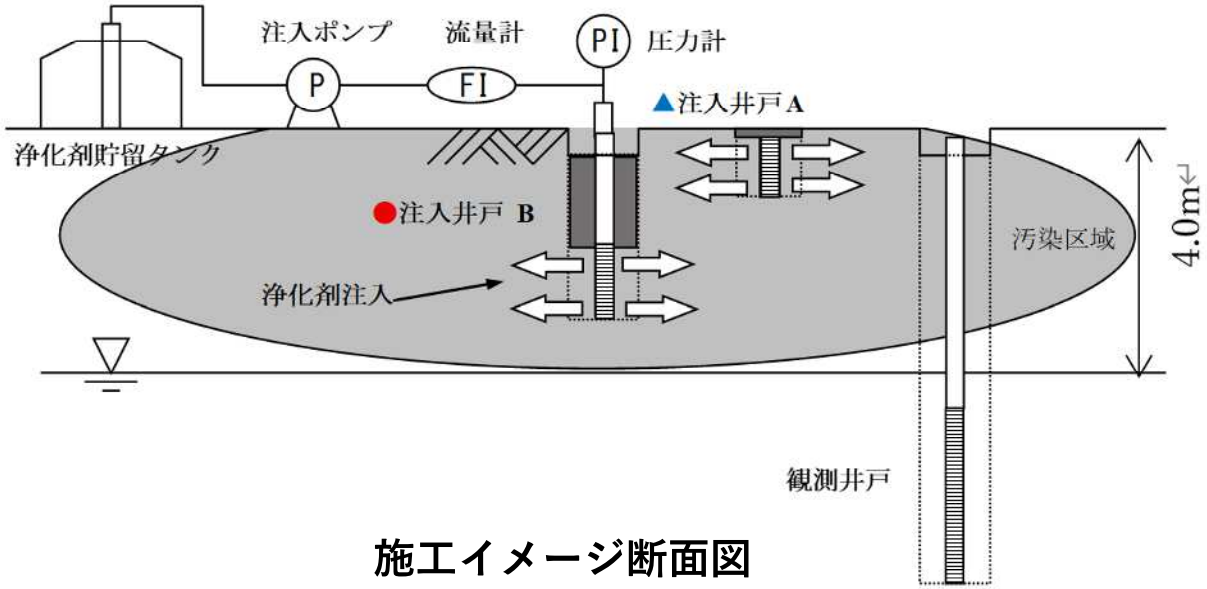
※ 浄化必要範囲（イエロー着色部）

# 6. 施工イージ断面図と注入管の配置(ケース⑰)

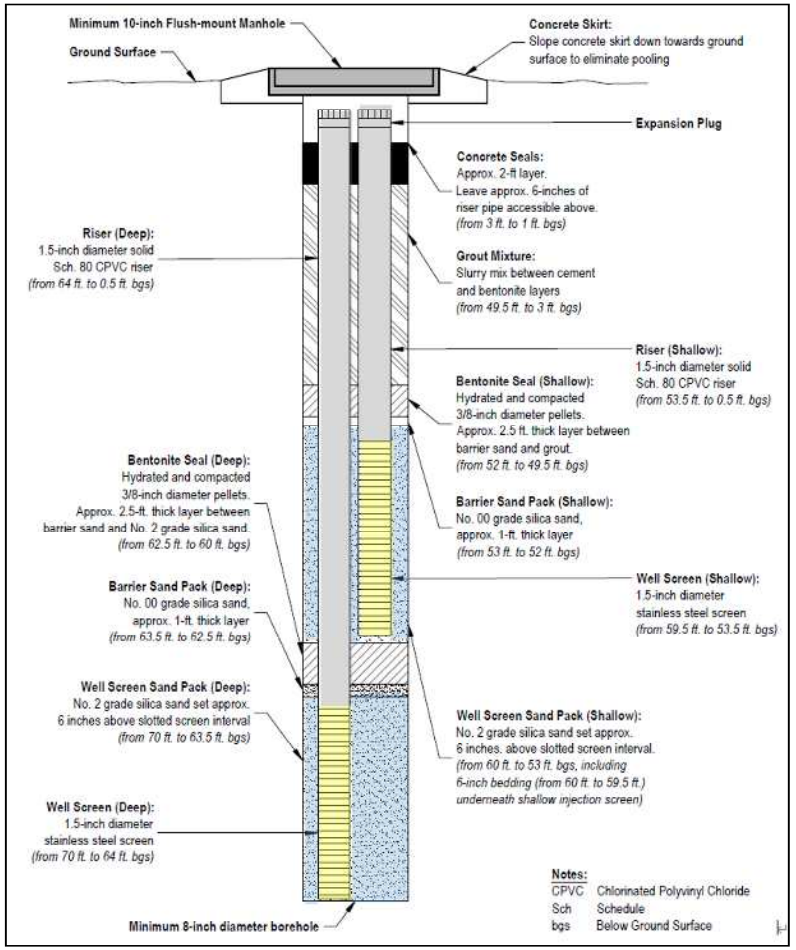



▲ 注入井戸A：ストレナー深度　GL-0m～-1.0m
● 注入井戸B：ストレナー深度　GL-2.0m～-3.0m

注入管配置図（例）



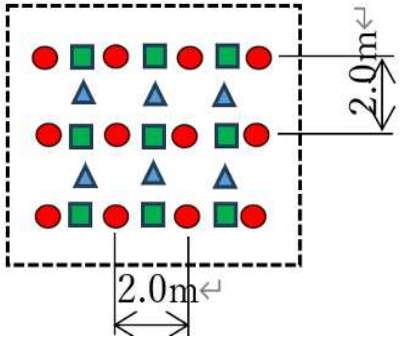

施工イメージ断面図



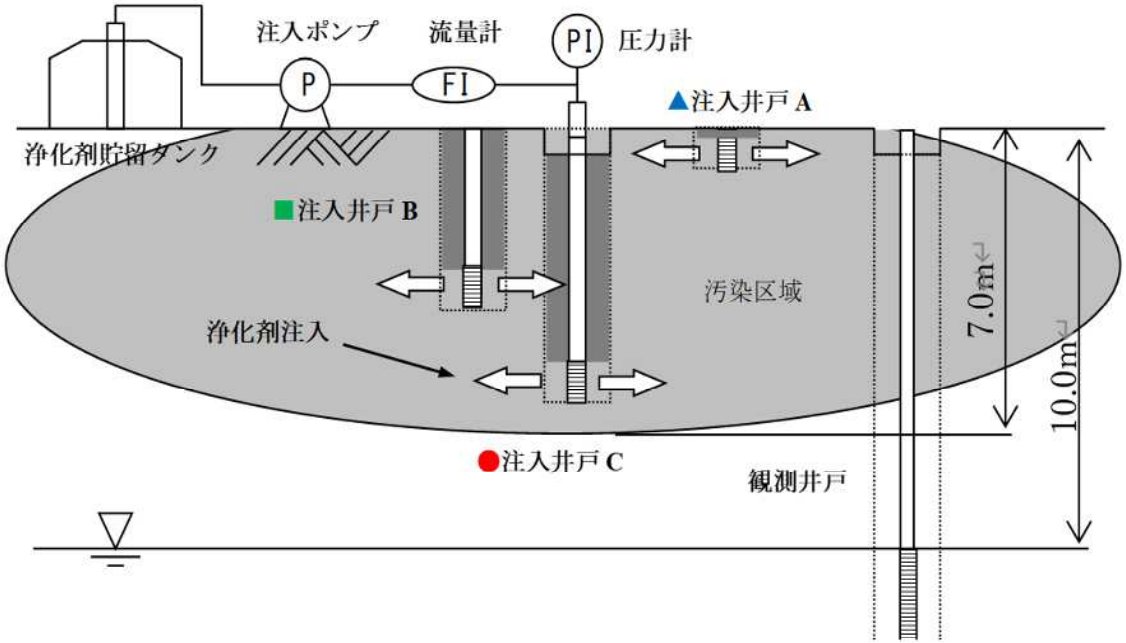

２本のストレナーを1箇所に設けるタイプ

# 6. 施工イメージ断面図と注入管の配置(ケース⑱)

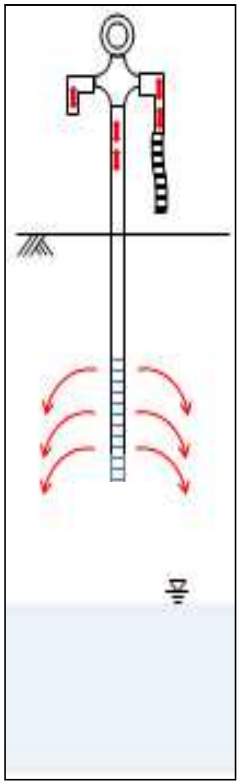
▲ 注入井戸A：ストレナー深度　GL-0m～-1.0m
■ 注入井戸B：ストレナー深度　GL-3.0m～-4.0m
● 注入井戸C：ストレナー深度　GL-5.0m～-6.0m




注入孔配置図（例）




施工イメージ断面図

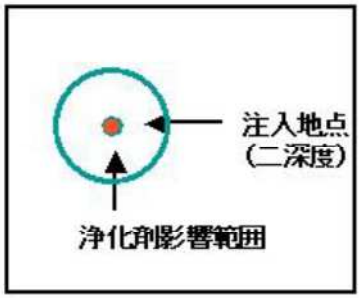


不飽和帯への
注入イメージ図

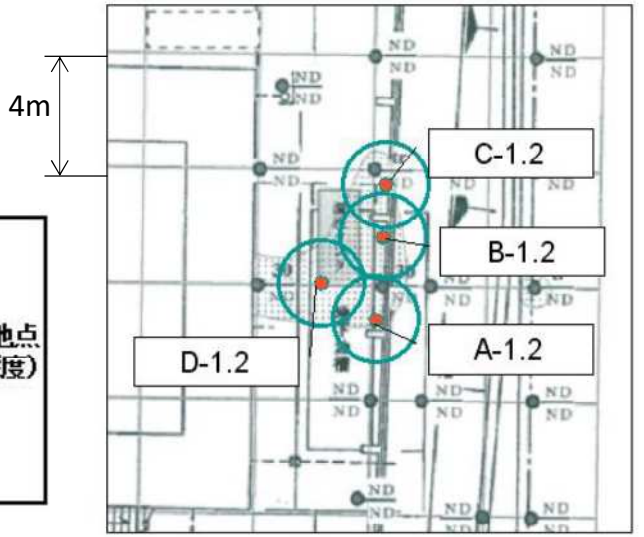
# 7.施工例（不飽和帯対応）

- 施工場所: 静岡県某所
- 浄化目的: 油汚染の拡散防止および油分濃度の低減
- 対象物質と最大濃度: 最大値30,000mg/kgの油分(軽油)
- 対象深度: GL-3.0m～-9.0m
- 対象土質: 火山灰土（不飽和帯／透水性あり）
- 地下水位置: GL-200 m付近
- 対象面積: 28㎡ ・ 対象土量: 168m$^3$

※ 注入井戸仕様:
Φ200mmのボーリングを行い、内部に2か所の深度別のストレナーを設置




注入井戸




注入井戸 配置平面図

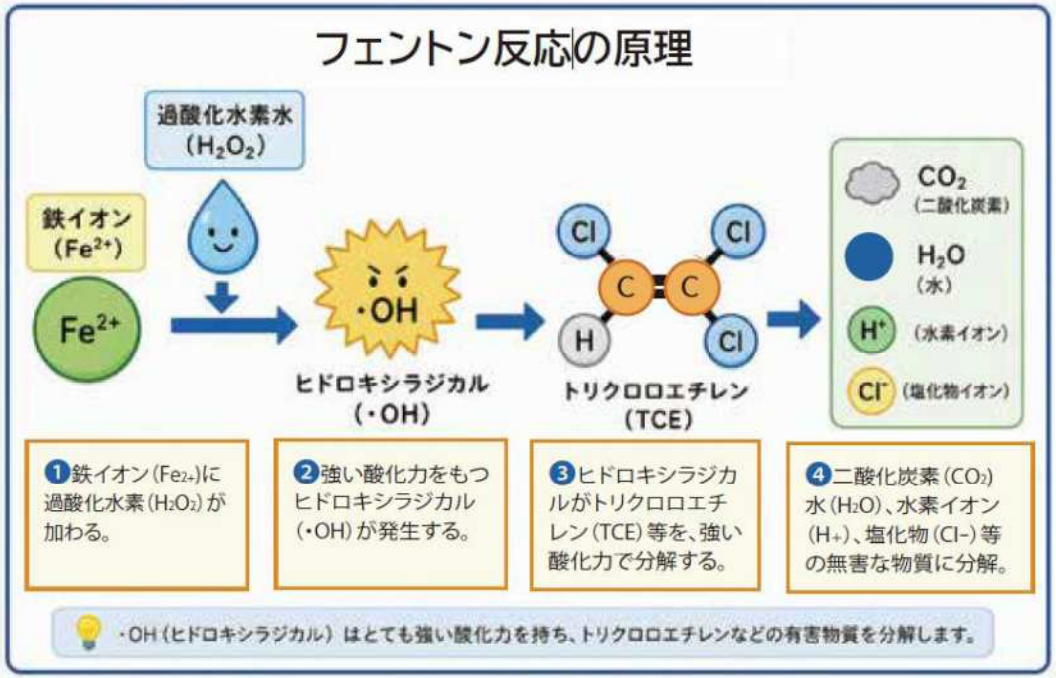
# 7. 技術優位性の説明(使用薬剤について)

TERRATHERM ASIA

● **従来フェントン法の問題点を解決**

高い酸性度(pH 2～4)により発生する諸問題を解決
：中性域はもちろん、広範囲のpH(5～10)での
フェントン反応を可能とした

- 重金属の溶出による二次汚染 ← 二次汚染なし
- 地下埋設配管等の腐食やコンクリート基礎の劣化
  ← 腐食等による劣化なし
- 急激な発熱反応(90℃程度まで上昇)
  ←過激な反応を制御(40℃程度)
- 反応が短時間で終わることによる問題
  ← 反応が持続 ／ 井戸から離れた位置まで浄化剤が到達する **(不飽和帯の浄化も可能)**




※ ・土壌中での薬剤拡散性・浸透性に優れており、低圧注入(通常0.1～0.6MPa)が可能
・過酸化水素濃度が低いため取扱性に優れ安全
・資機材がシンプルで施設が簡便なため狭小な場所での施工可能

# ご清聴ありがとうございました

ISOTEC （pHニュートラルフェントン法）を用いた原位置浄化技術

～ＶＯＣ不飽和帯汚染域の浄化～

株式会社テラサーモアジア

○ブラーツ（湊）初枝