

地下水循環で薬剤を効率的に供給する  
地下水汚染の微生物浄化技術

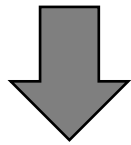
2022年11月14日

 鹿島建設

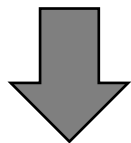
# 1. 開発背景

## 揮発性有機塩素化合物（VOC）による土壌・地下水汚染

- 2003年の土壌汚染対策法施行
  - 土地売買時の工場跡地の浄化が促進
    - **操業中の工場での汚染が残る**
- 規制強化：トリクロロエチレン、追加：クロロエチレン
  - **基準超過するリスク増大**

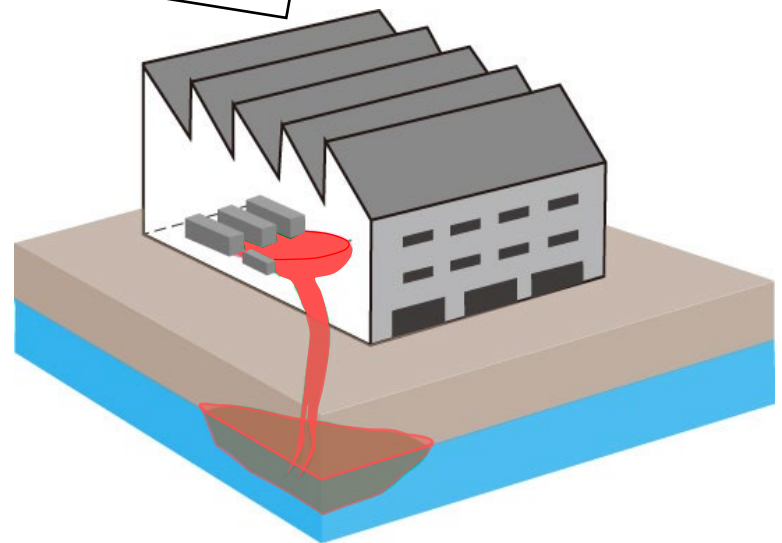


**操業中の制約の下でも施工可能な  
VOC汚染浄化技術のニーズ増大**



**既存技術では浄化が困難  
拡散防止しか選択肢がない**

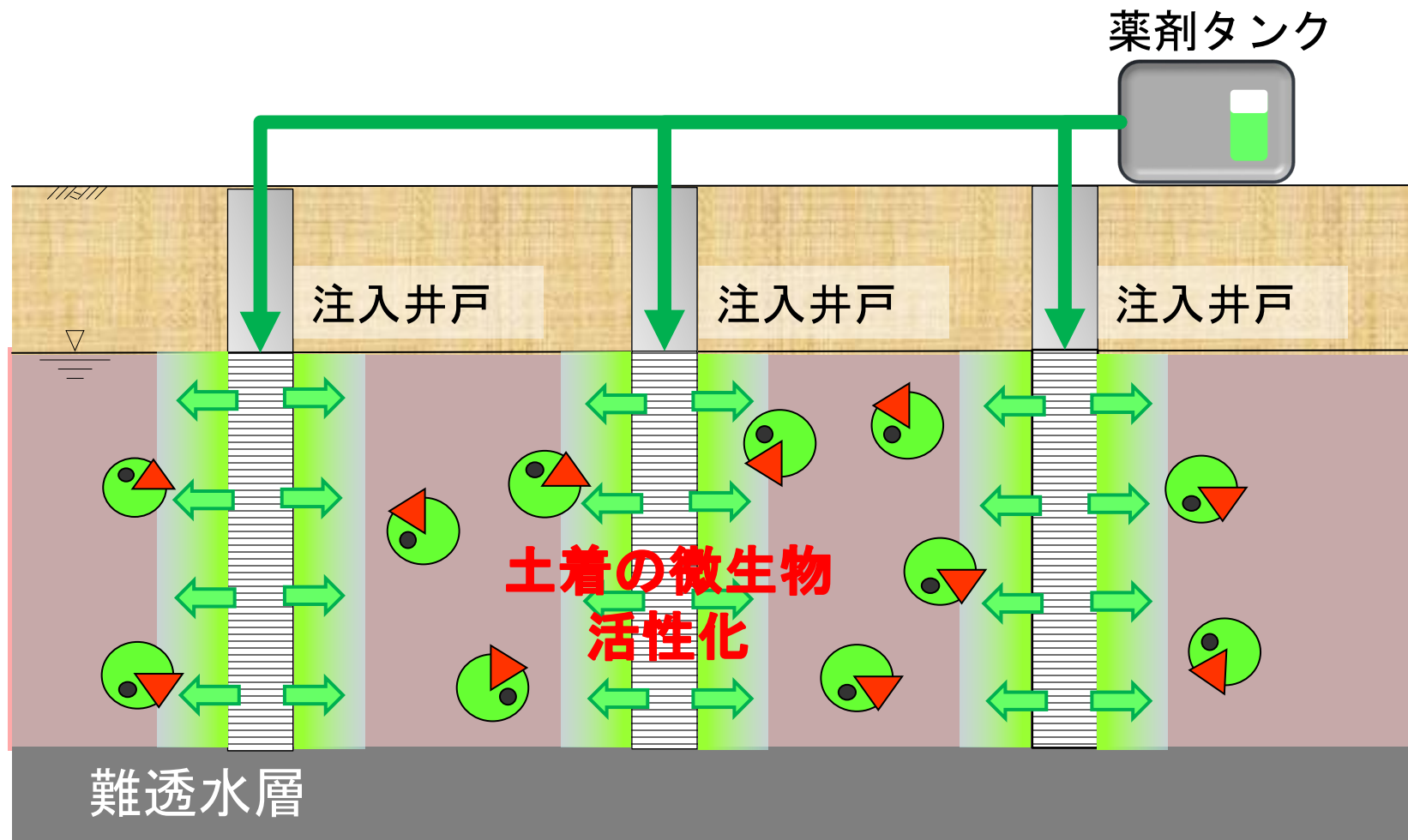
操業中工場の**建屋下**の施工制約の中で浄化できる技術がない



## 2. 最も有効な従来の浄化技術

### バイオスティミュレーション工法

- 低コスト・低環境負荷であるため優位性
- 地盤中に薬剤（栄養剤）を注入して土着微生物分解を活性化

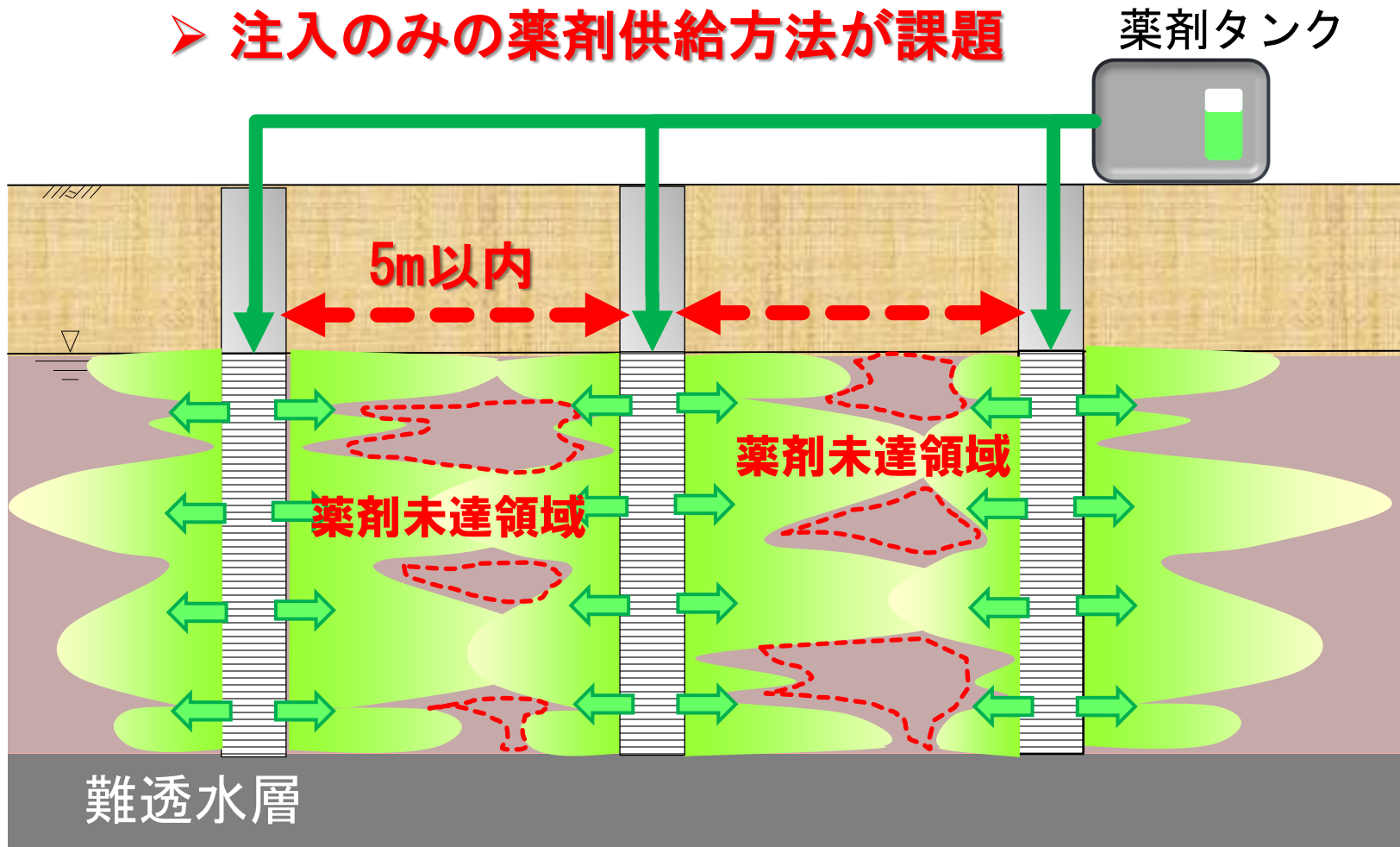


### 3. 従来技術での課題

#### バイオスティミュレーション工法

注入のみでは薬剤未達領域ができ浄化が進まない

- 井戸の設置間隔を狭くする必要（5m以内など）
- 既存建屋がある操業中工場などには適用困難
- **注入のみの薬剤供給方法が課題**

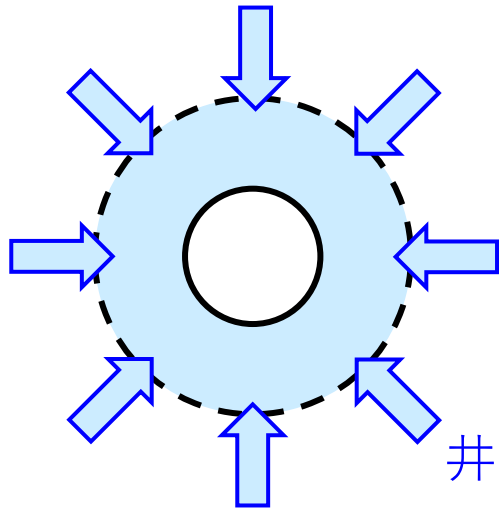


# 4. 本技術の特徴① 二重管井戸構造

通常は帯水層に1つのストレーナ

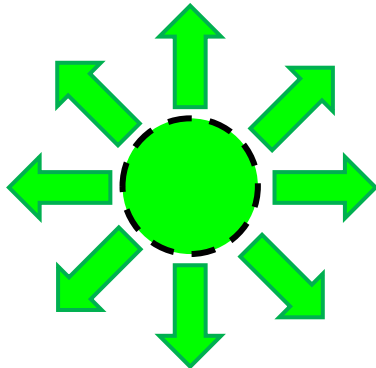
➤ 本技術では遮水して外管(上部)と内管(下部)ストレーナに区分

井戸上部平面図

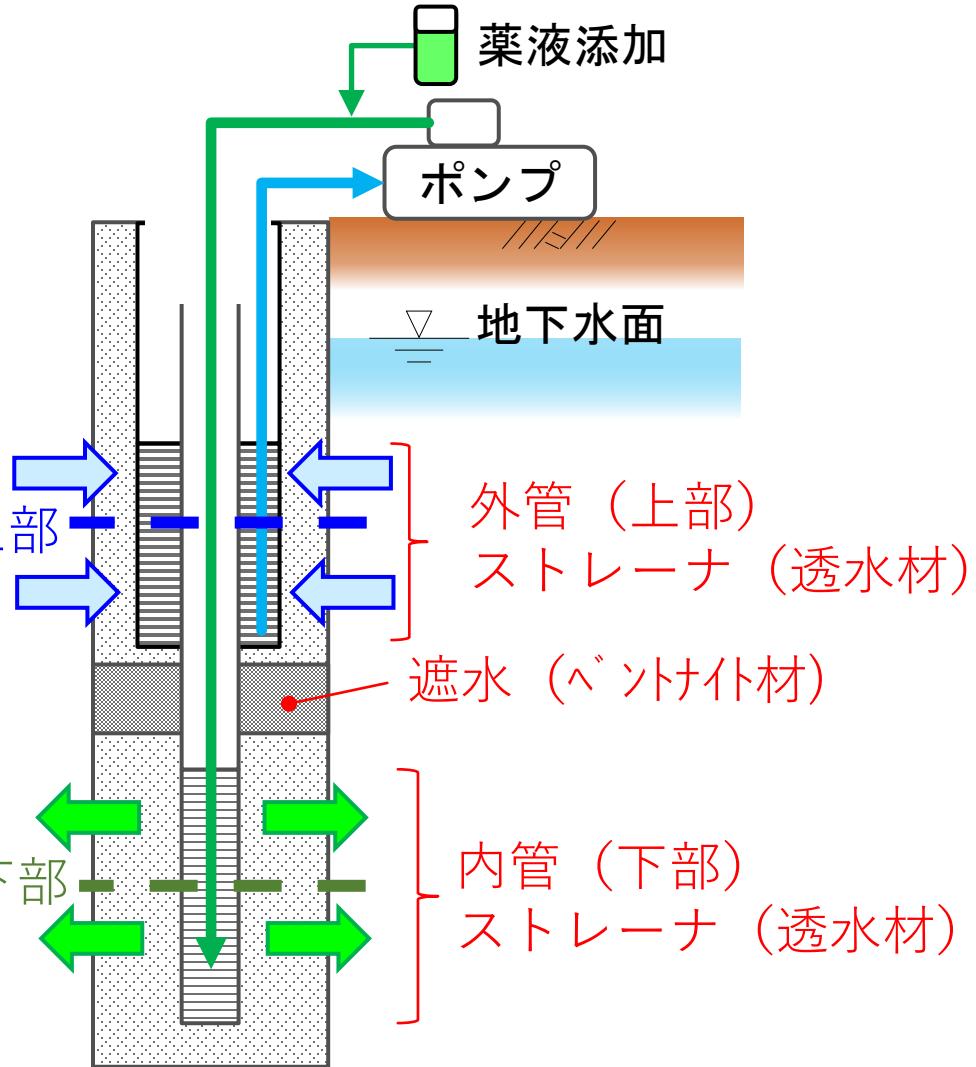


井戸上部

井戸下部平面図



井戸下部



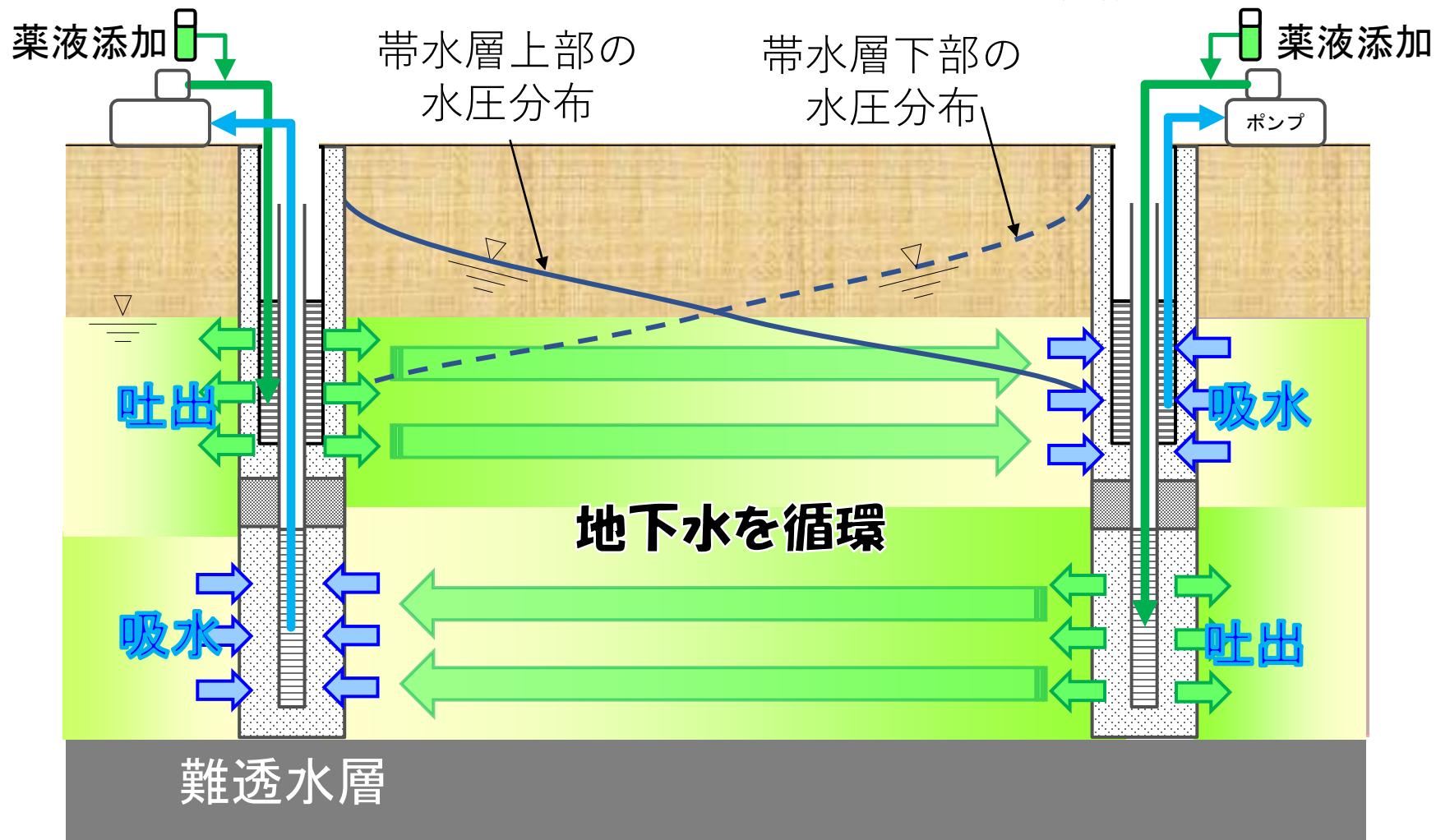
外管 (上部)  
ストレーナ (透水材)

遮水 (ベントナイト材)

内管 (下部)  
ストレーナ (透水材)

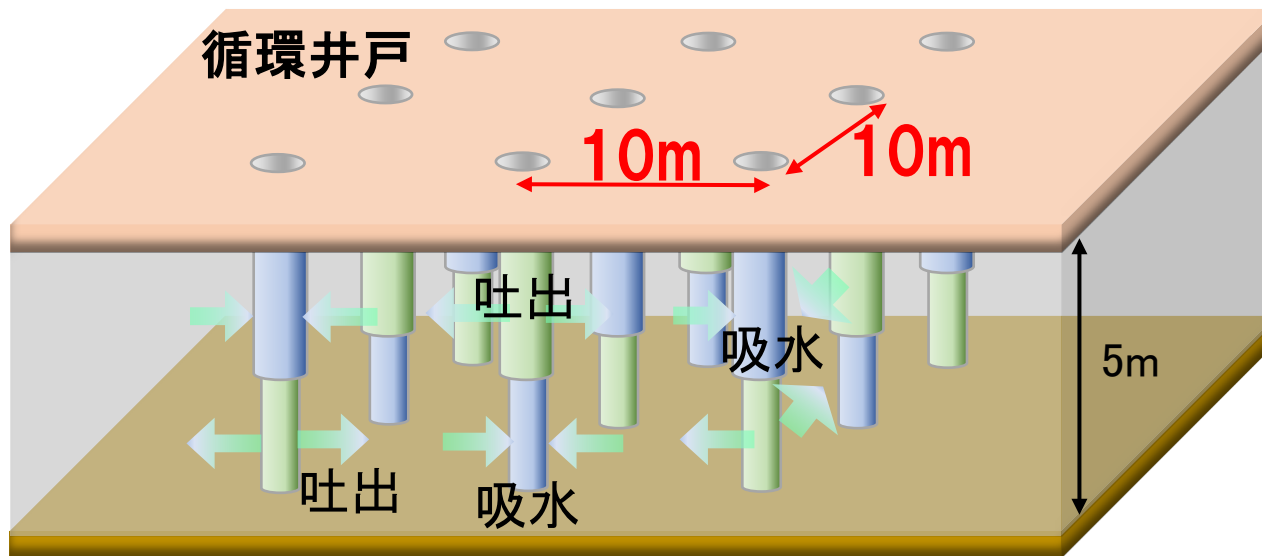
## 4. 本技術の特徴② 隣接井戸間の制御

**隣接する井戸では吸水と吐出を逆転させて運転  
地下水は水平に流れやすく鉛直に流れにくい異方性を利用**



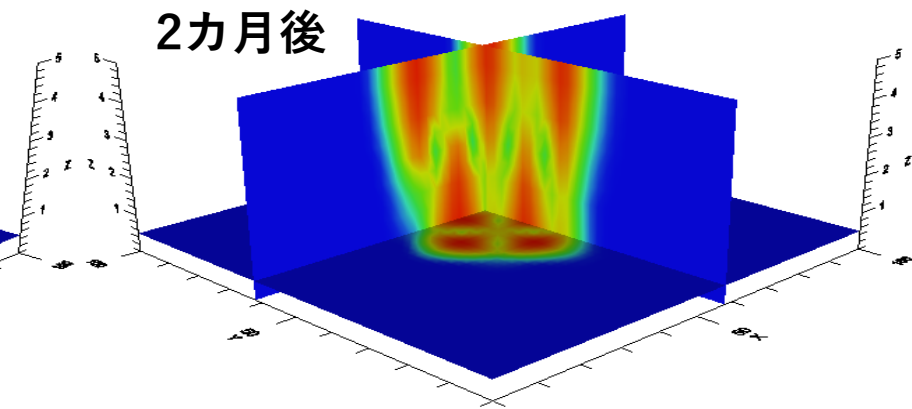
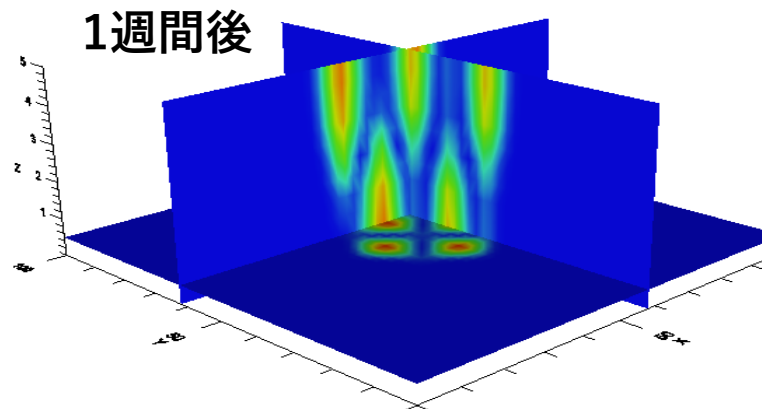
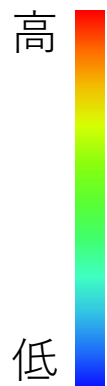
# 5. 解析による実現性確認

解析模式図(緑部:吐出、青部:吸水)



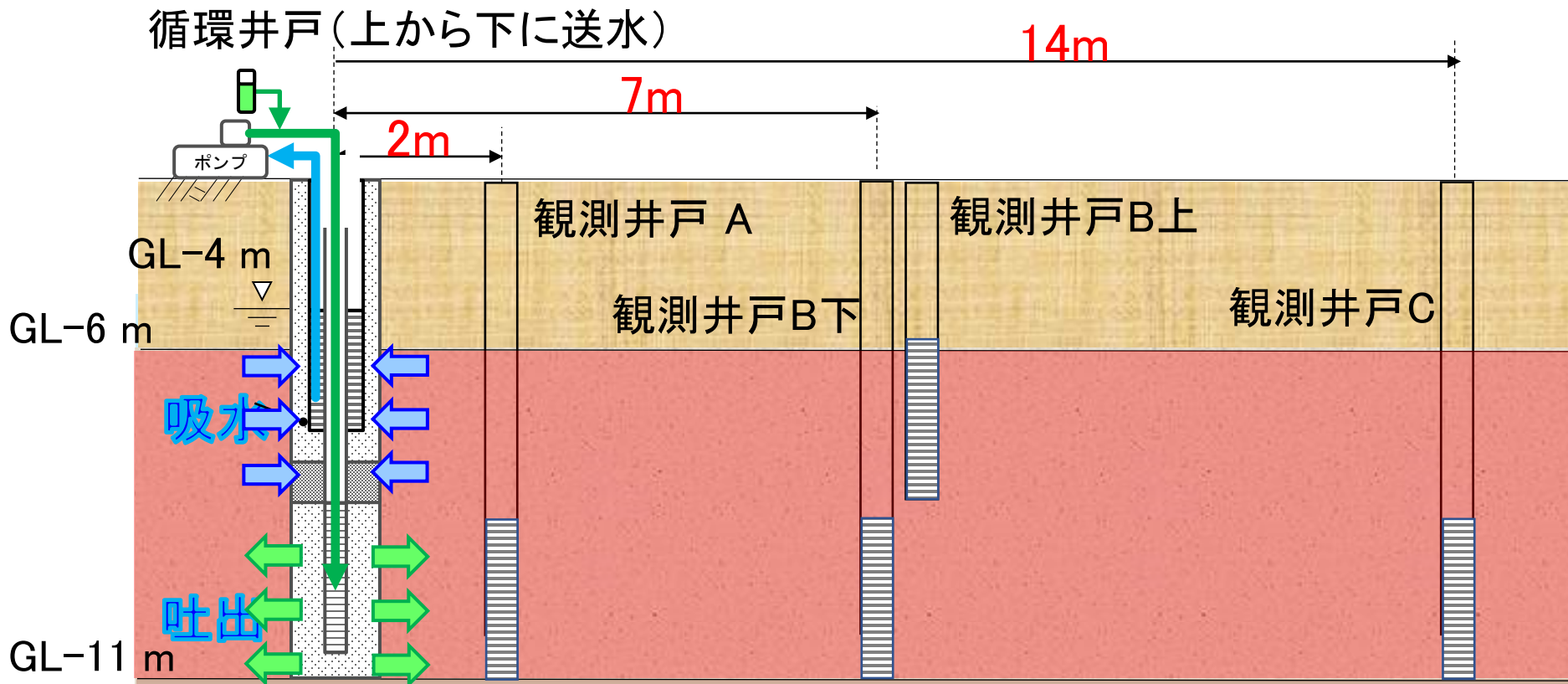
解析結果: **対象領域に均質に薬剤を供給**

薬剤濃度



## 6. 本技術の現場実証 実証内容

- 循環性能の確認  
観測井戸B上とB下での水位計測
- 浄化範囲の評価  
観測井戸A～Cでの薬剤と有害物質濃度の分析

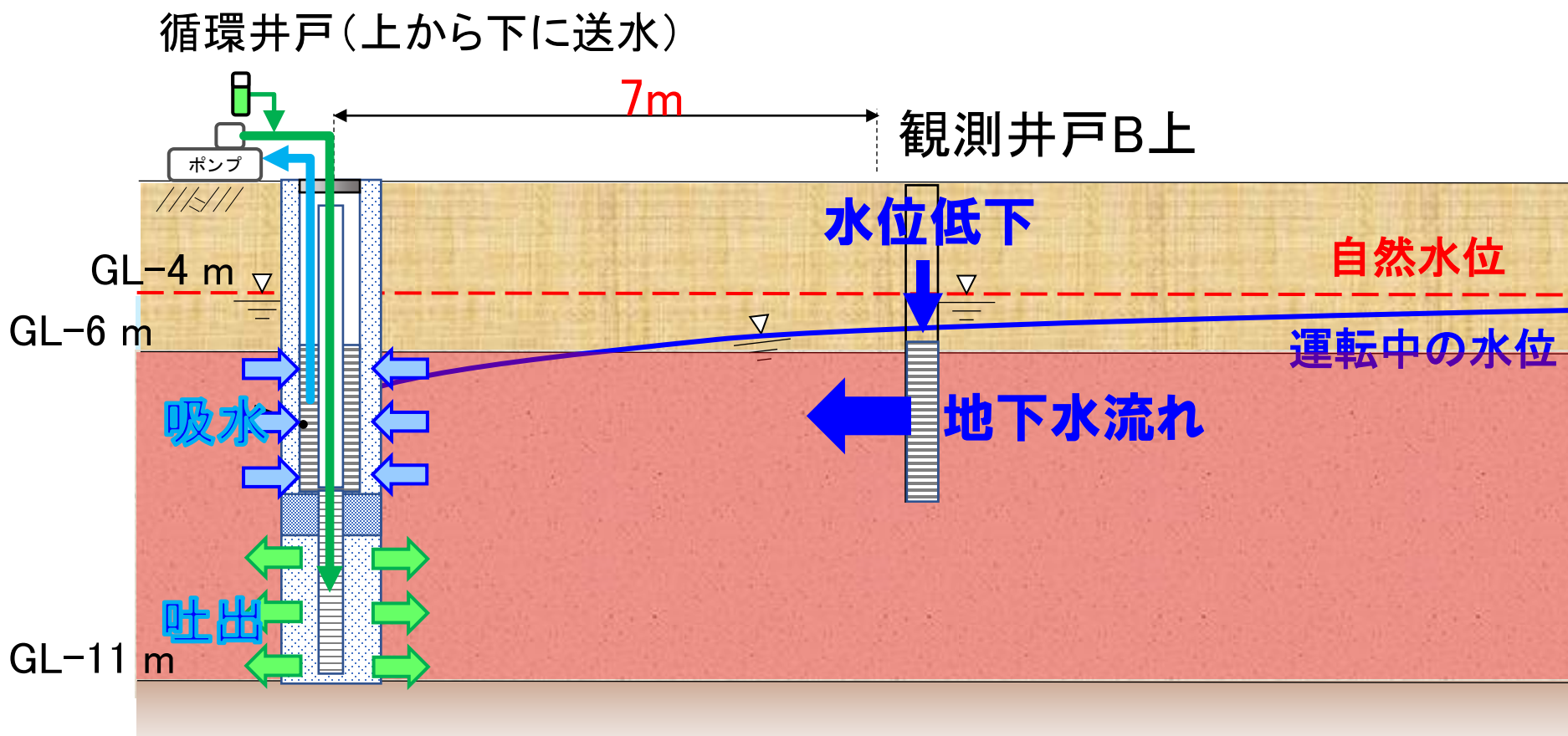




## 6. 本技術の現場実証 循環性能の確認

観測井戸B上で10cm程度の水位低下を確認

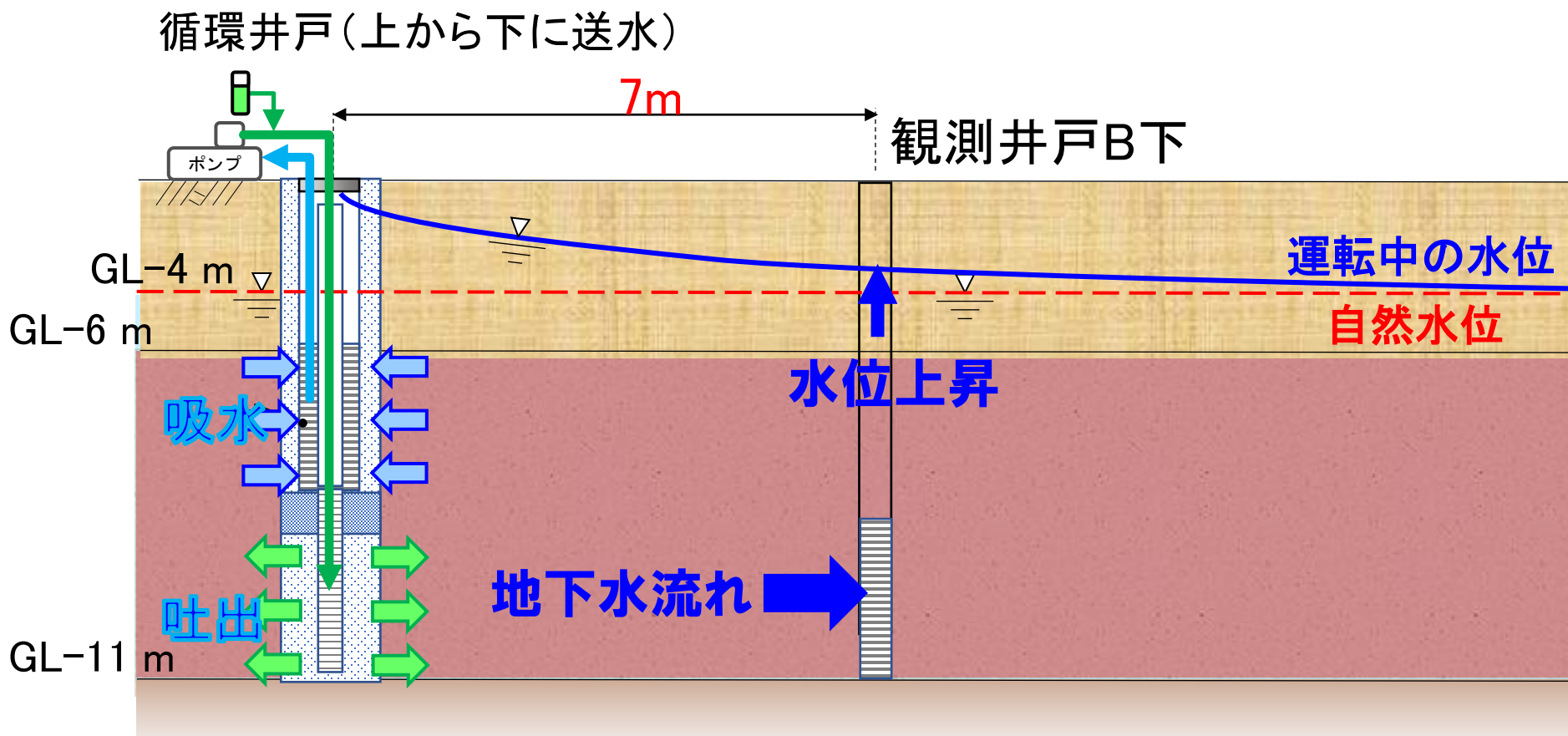
➤ 上部の吸水の影響で地下水は右から左へ



## 6. 本技術の現場実証 循環性能の確認

観測井戸B下で10cm程度の水位上昇を確認

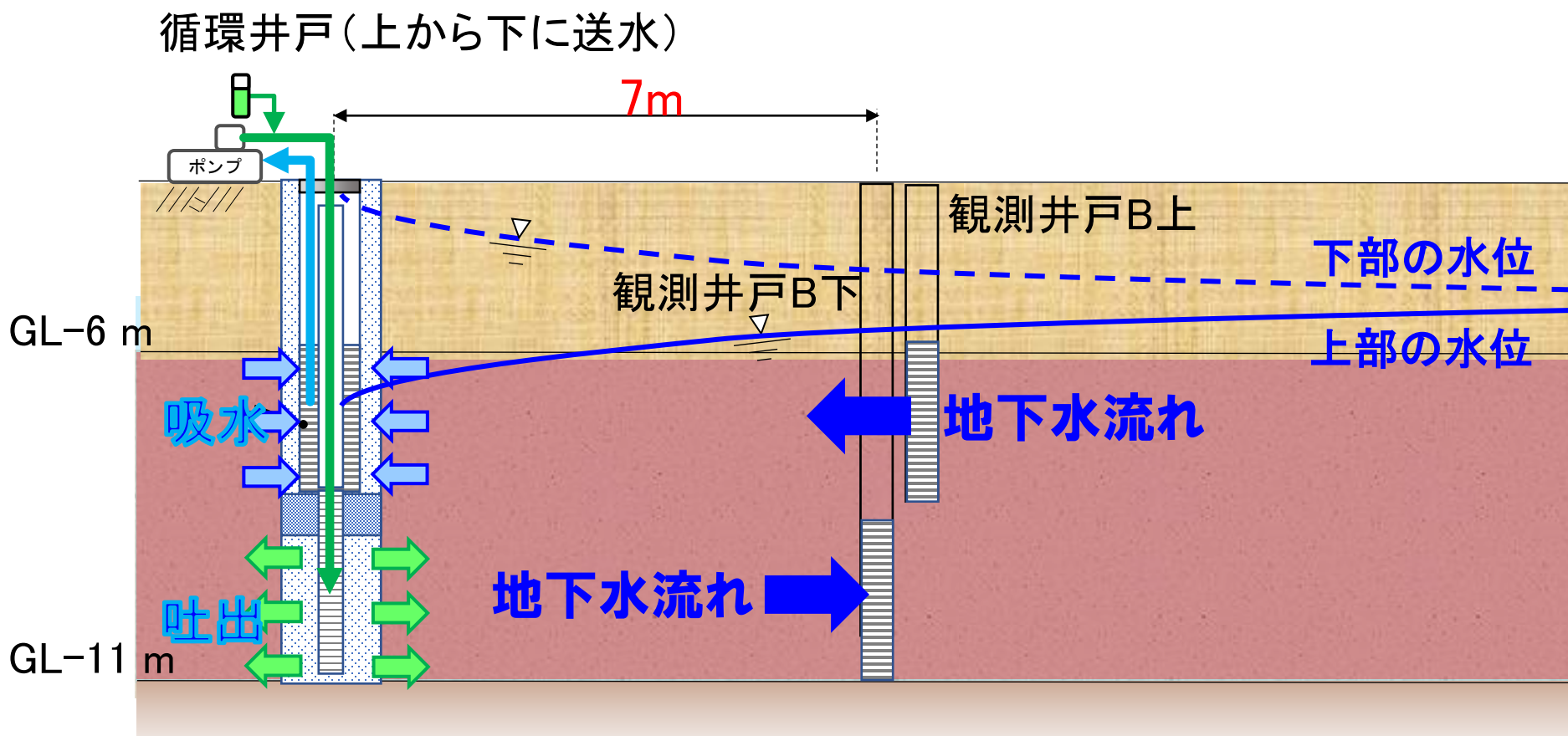
➤ 下部の吐出の影響で地下水は左から右へ



## 6. 本技術の現場実証 循環性能の確認

想定通り上部で水位低下、下部で水位上昇

➤ **上部と下部で逆方向の地下水流れを発生**



# 6. 本技術の実証 現場実験 浄化実証

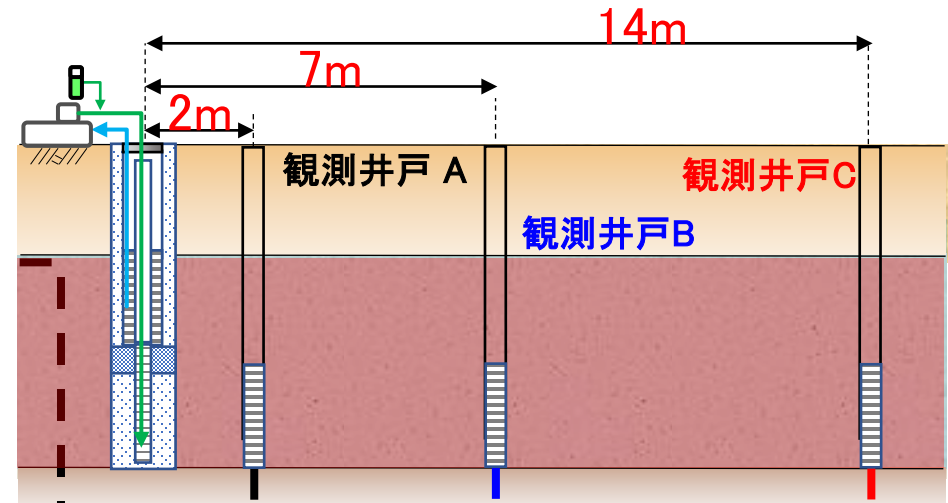
黄色セル: **基準値超過**

## 1本で14mまで浄化

### ➤ 28m間隔での浄化が可能

#### 観測井戸A

項目	単位	試験前	1か月後	2か月後
TOC (薬剤)	mg/L	< 10	85	230
PCE		$\leq 0.01$	$\leq 0.01$	$\leq 0.01$
TCE		$\leq 0.01$	$\leq 0.01$	$\leq 0.01$
DCE		0.095	$\leq 0.04$	$\leq 0.04$
VC		0.030	0.006	$\leq 0.002$



#### 観測井戸B

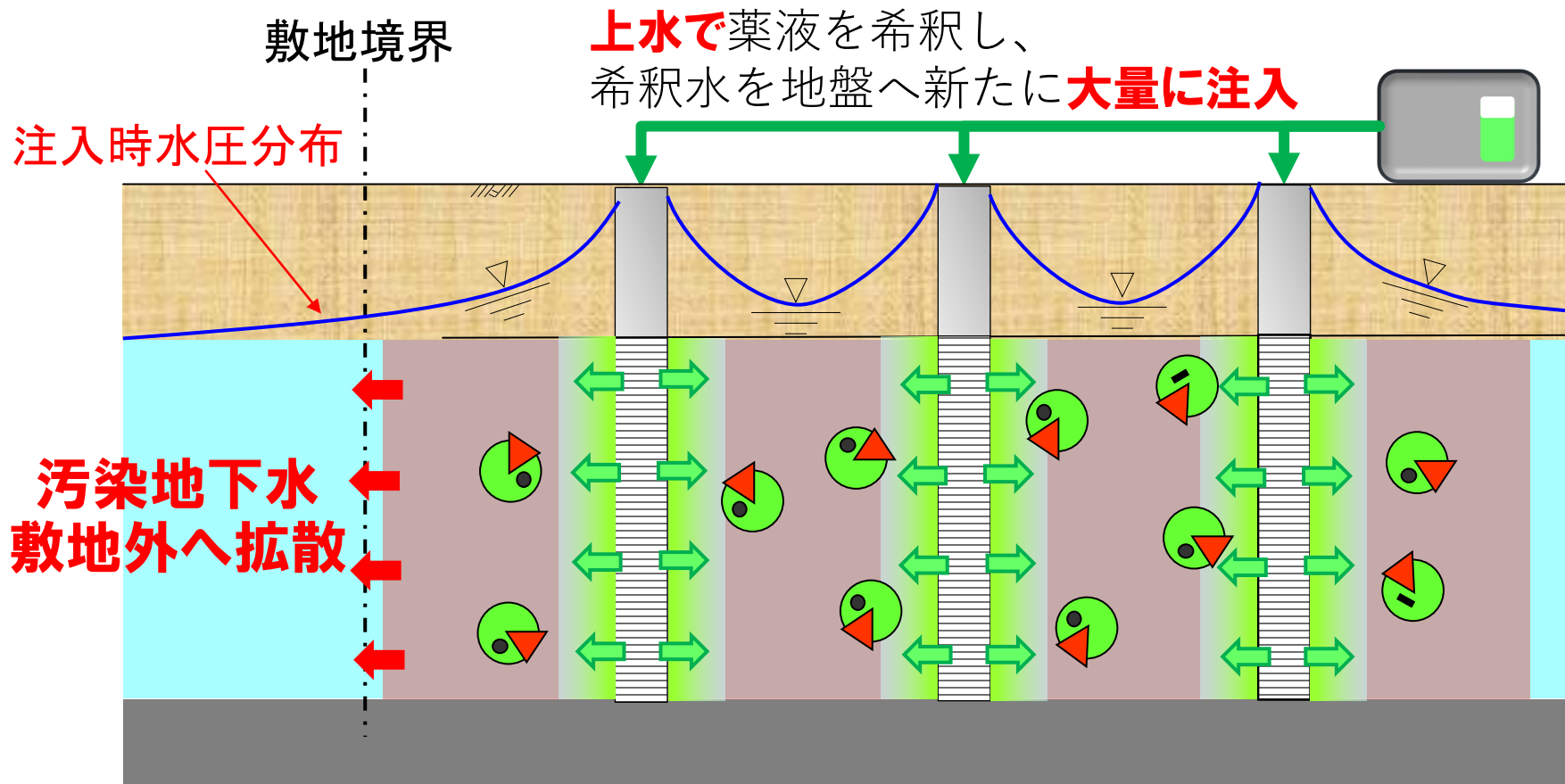
項目	単位	試験前	1か月後	2か月後
TOC (薬剤)	mg/L	< 10	130	60
PCE		$\leq 0.01$	$\leq 0.01$	$\leq 0.01$
TCE		$\leq 0.01$	$\leq 0.01$	$\leq 0.01$
DCE		0.054	0.057	$\leq 0.04$
VC		0.010	0.029	$\leq 0.002$

#### 観測井戸C

項目	単位	試験前	1か月後	2か月後	3か月後	4か月後
TOC (薬剤)	mg/L	< 10	< 10	20	< 10	< 10
PCE		0.015	0.012	$\leq 0.01$	$\leq 0.01$	$\leq 0.01$
TCE		0.077	0.077	0.030	$\leq 0.01$	$\leq 0.01$
DCE		$\leq 0.04$	$\leq 0.04$	$\leq 0.04$	0.081	$\leq 0.04$
VC		$\leq 0.002$	$\leq 0.002$	$\leq 0.002$	$\leq 0.002$	$\leq 0.002$

## 7. 従来技術でのさらなる課題

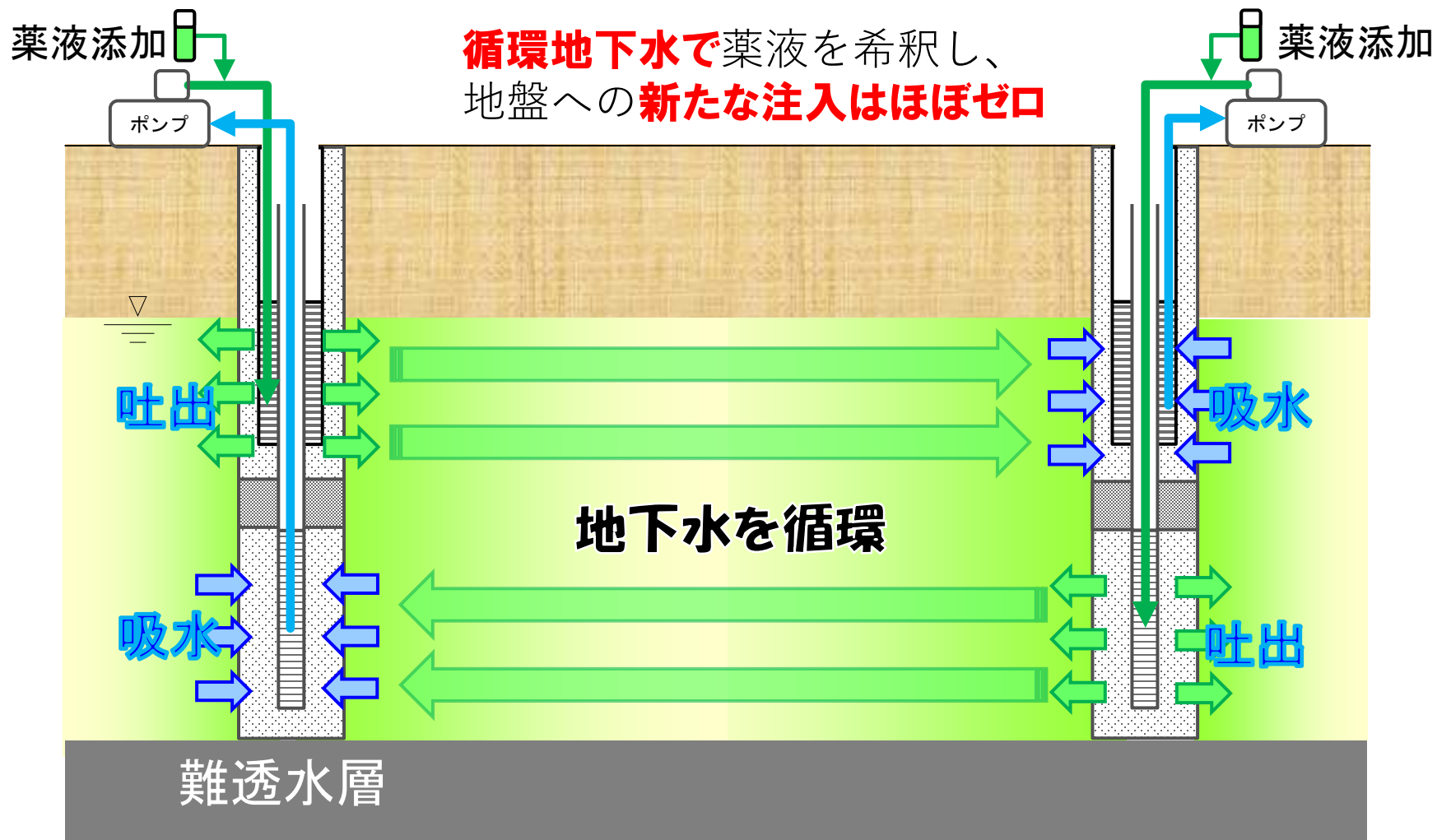
- 大量の上水を使用
- 汚染地下水が敷地外へ拡散する恐れ



# 7. 従来の課題に対する本技術のメリット

薬液は地下水で希釈かつ地盤内への添加量はほぼゼロ

- 上水使用量をほぼ無くすることが可能
- 汚染地下水の拡散リスクを極小化



# 8. まとめ

## 新たに開発した地下水循環による微生物浄化技術の効果

### ①環境保全

- **操業中工場の施工制約の中でVOC地下水汚染の浄化を可能**
- 敷地外への地下水汚染拡散リスクを極小化
- 希釈用の上水使用量をほぼゼロ

### ②新規性・優位性

- **人工的に地下水を循環**する革新的な特許技術
- 広い井戸の間隔でも確実な浄化が可能

### ③信頼性

- 解析（理論）で本技術の実現性を確認
- 現場実験で循環性能と**確実な浄化効果を実証**

### ④安全性

- 敷地外へ汚染地下水が拡散しないので**第三者の接種リスクゼロ**
- 原位置浄化のため有害物質への人の接触リスク低減

### ⑤経済性

- 井戸本数削減効果により**20%以上のコスト削減**

ご清聴ありがとうございました